

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В честь Союза России и Беларуси

МАШИНЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Учебник

В 3-х книгах

Книга 2

Том 1

Под редакцией академика РАСХН В.А. Панфилова,
профессора В.Я. Груданова

Учебник

МАШИНЫ И АППАРАТЫ
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Книга 2
том 1

Учреждение образования Республики Беларусь
для студентов специальности
«Машины и аппараты пищевых производств» учреждений, обеспечивающих
подготовку высшего образования

Учреждение образования Российской Федерации
для студентов высших учебных заведений,
находящихся в Республике Беларусь, по подготовке дипломированных специалистов
«Машиностроение и пищевая инженерия»

Учреждение образования
«Белорусский государственный
аграрный технический университет»
Б И Б Л
И Н Б . М

Минск
2008

УДК 664(07)
ББК 36.81 я7
М38

Авторы:

*С.Т. Антипов, В.Я. Груданов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков,
В.А. Панфилов, О.А. Ураков, В.А. Шариунов*

Рецензенты:

кафедра машин и аппаратов пищевых производств Кубанского государственного технологического университета (зав. каф., д-р техн. наук, проф. *Е.И. Кошевой*); кафедра техники мясных и молочных производств Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (заслуженный деятель науки и техники РФ, д-р техн. наук, проф. *Л.К. Николаев*); научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию (зам. ген. дир., канд. техн. наук, доц. *О.Л. Сороко*); научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства (зав. лаб., д-р техн. наук, проф. *Л.Я. Степук*)

Машины и аппараты пищевых производств : учебник для вузов : в 3 кн.: Кн. 2. Т.1 / М38 С.Т. Антипов [и др.]; под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова, проф. В.Я. Груданова. — Минск: БГАТУ, 2008. — 580 с.
ISBN 978-985-6770-89-3 (Кн.2, т.1)
ISBN 978-985-6770-49-7

В учебнике обобщены сведения о состоянии и перспективе технического обеспечения пищевых и перерабатывающих производств. Изложены научные основы реализуемых процессов и инженерные расчеты важнейших характеристик машин и аппаратов. Описано оборудование для ведения механических, гидромеханических, тепло- массообменных и биотехнологических процессов, а также для дозирования и упаковки пищевых продуктов.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов «Пищевая инженерия» и «Пищевая промышленность».

**УДК 664(07)
ББК 36.81 я7**

ISBN 978-985-6770-89-3 (Кн. 2, т. 1)
ISBN 978-985-6770-49-7

© С.Т. Антипов, 2008
© БГАТУ, 2008

Написан учеными Белорусского государственного аграрного технического университета (проф. В.Я. Груданов), Могилевского государственного университета продовольствия (проф. В.А. Шариунов), Московского государственного университета пищевых производств (акад. В.А. Панфилов, проф. О.А. Ураков) и Воронежской государственной технологической академии (проф. С.Т. Антипов, проф. А.Н. Остриков, проф. И.Т. Кретов).

О Г Л А В Л Е Н И Е

Часть II МАШИНЫ И АППАРАТЫ-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Раздел А	ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ И ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	
Глава 7	Оборудование для мойки сельскохозяйственного сырья	7
7.1	Научное обеспечение процесса мойки сельскохозяйственного сырья	7
7.2	Классификация оборудования	8
7.3	Машины для мойки зерна	9
7.4	Машины для мойки сахарной свеклы	17
7.5	Машины для мойки плодов и овощей	23
7.6	Машины для мойки туш животных	32
7.7	Техника будущего: новые технические решения технологических задач	35
	<i>Контрольные вопросы</i>	43
	<i>Упражнения</i>	44
Глава 8	Оборудование для очистки и сепарирования сыпучего сельскохозяйственного сырья	45
8.1	Научное обеспечение процессов очистки и сепарирования сыпучего сельскохозяйственного сырья	45
8.2	Классификация оборудования	49
8.3	Скальператоры и камнеотделительные машины	50
8.4	Воздушно-ситовые сепараторы и просеиватели	64
8.5	Триеры	85
8.6	Падди-машины	96
8.7	Воздушные сепараторы	100
8.8	Магнитные сепараторы	107
8.9	Техника будущего: новые технические решения технологических задач	114
	<i>Контрольные вопросы</i>	119
	<i>Упражнения</i>	119
Глава 9	Оборудование для инспекции, калибрования и сортирования штучного сельскохозяйственного сырья	121
9.1	Научное обеспечение процессов инспекции, калибрования и сортирования штучного сельскохозяйственного сырья	121

9.2 Классификация оборудования.....	126
9.3 Оборудование для инспекции пищевого растительного сырья.....	126
9.4 Калибровочные машины.....	131
9.5 Машины для сортирования пищевого сырья.....	136
9.6 Техника будущего: новые технические решения технологических задач.....	138
<i>Контрольные вопросы</i>	143
<i>Упражнения</i>	143
Глава 10 Оборудование для разборки растительного и животного сырья.....	145
10.1 Научное обеспечение процесса разборки растительного и животного сырья.....	145
10.2 Классификация оборудования.....	151
10.3 Обоечные и щеточные машины.....	154
10.4 Машины для шелушения и шлифования зерновых культур.....	165
10.5 Бичерушки.....	170
10.6 Гребнеотделители.....	179
10.7 Машины для очистки картофеля и корнеплодов.....	183
10.8 Машины для отделения шелухи и плодоножек.....	186
10.9 Протирочные машины.....	189
10.10 Установки для снятия шкур с животных.....	194
10.11 Установки для снятия оперения с птицы.....	205
10.12 Установки для снятия чешуи с рыбы.....	213
10.13 Машины для разделки птицы.....	215
10.14 Машины для разделки рыбы.....	222
10.15 Техника будущего: новые технические решения технологических задач.....	229
<i>Контрольные вопросы</i>	238
<i>Упражнения</i>	238
Глава 11 Оборудование для измельчения пищевых сред.....	239
11.1 Научное обеспечения процесса измельчения пищевых сред.....	239
11.2 Классификация оборудования.....	243
11.3 Вальцовые станки.....	246
11.4 Дробилки.....	257
11.5 Мельницы.....	263
11.6 Плющильные машины.....	268
11.7 Резательные машины.....	272
11.8 Свеклорезки.....	276
11.9 Мясорубки, волчки и куттеры.....	283
11.10 Гомогенизаторы.....	300
11.11 Техника будущего: новые технические решения технологических задач.....	306
<i>Контрольные вопросы</i>	315
<i>Упражнения</i>	315
Глава 12 Оборудование для сортирования и обогащения сыпучих продуктов измельчения пищевых сред.....	317
12.1 Научное обеспечение процессов сортирования и обогащения сыпучих продуктов измельчения пищевых сред.....	317
12.2 Классификация оборудования.....	319
12.3 Рассева.....	320
12.4 Ситовечные машины.....	334

Оглавление

12.5 Вымольные машины и виброцентрофугалы.....	346
12.6 Энтолейторы и деташеры.....	349
12.7 Дробильно-сортировочные машины.....	353
12.8 Техника будущего: новые технические решения технологических задач.....	357
<i>Контрольные вопросы</i>	362
<i>Упражнения</i>	362
Глава 13 Оборудование для разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред	363
13.1 Научное обеспечение процесса разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред.....	363
13.2 Классификация оборудования.....	373
13.3 Отстойники, центрифуги и сепараторы.....	378
13.4 Фильтры и фильтрующие устройства.....	392
13.5 Мембранные модули и аппараты.....	414
13.6 Прессы.....	421
13.7 Техника будущего: новые технические решения технологических задач.....	434
<i>Контрольные вопросы</i>	442
<i>Упражнения</i>	442
Глава 14 Оборудование для смешивания пищевых сред	444
14.1 Научное обеспечение процесса смешивания пищевых сред.....	444
14.2 Классификация оборудования.....	446
14.3 Мешалки для жидких пищевых сред.....	451
14.4 Месильные машины для высоковязких пищевых сред.....	456
14.5 Машины и аппараты для образования пенообразных масс.....	469
14.6 Смесители для сыпучих пищевых сред.....	475
14.7 Техника будущего: новые технические решения технологических задач.....	480
<i>Контрольные вопросы</i>	487
<i>Упражнения</i>	487
Глава 15 Оборудование для формования пищевых сред	488
15.1 Научное обеспечение процесса формования пищевых сред.....	488
15.2 Классификация оборудования.....	496
15.3 Отливочные машины.....	499
15.4 Штампующие машины.....	514
15.5 Машины для формования пластичных масс выпрессовыванием.....	524
15.6 Машины для формования в оболочке.....	533
15.7 Отсадочные машины.....	540
15.8 Раскаточные и калибрующие машины.....	546
15.9 Округлительные, закаточные и обкаточные машины.....	552
15.10 Машины для нарезания заготовок и изделий.....	558
15.11 Машины для формования сыпучих материалов.....	564
15.12 Техника будущего: новые технические решения технологических задач.....	570
<i>Контрольные вопросы</i>	577
<i>Упражнения</i>	578
Рекомендуемая литература	579

ЧАСТЬ II

Машины и аппараты – преобразователи пищевых сред

В этой части учебника машины и аппараты представлены как преобразователи пищевых сред.

За границами учебного материала осталось многочисленное и разнообразное оборудование, назначение которого непосредственно не связано с изменением потребительских и технологических свойств пищевых сред. Это оборудование для дозирования уже готовых продуктов и изделий и их упаковывания, предназначенное для защиты определенной дозы (порции) пищевого продукта без изменения его потребительские свойства. К этому оборудованию относятся также конвейеры самых различных конструкций, технологические трубопроводы, паро- и воздухопроводы, насосы, приборы для контроля и регулирования технологических процессов, другие виды устройств, обеспечивающие так называемые связи технологических систем.

При рассмотрении конструкций машин и аппаратов необходимо иметь в виду, что процессы, протекающие в них, представляют собой лишь элементы технологической системы, которые только вместе со связями образуют эффективно функционирующий поток.

РАЗДЕЛ А

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ И ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Механические процессы в машинах и аппаратах пищевых производств основаны на законах механики твердого тела и реологических закономерностях деформирования пищевых сред. В зависимости от технологических свойств исходного сельскохозяйственного сырья можно различить следующие механические процессы: очистки от примесей, сепарирования и сортирования, очистки растительного и животного сырья от наружного покрова, измельчения пищевого сырья, сортирования и обогащения сыпучих продуктов, смешивания и формования высоковязких и сыпучих пищевых сред.

Гидромеханические процессы преобразования сырья в продукт имеют в своей основе законы механики твердого тела и законы гидравлики. К ним относятся процессы мойки сырья, разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред, смешивания жидких пищевых сред.



Техника будущего – это, прежде всего, физика
в ее приложениях.
ИОФЕ АБРАМ ФЕДОРОВИЧ (1880–1960),
физик, академик АН СССР

Глава 7

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОЙКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Мойка – это процесс удаления с поверхности сырья остатков земли, песка, посторонних тяжелых и легких примесей (камней, листьев, веток, соломы и др.) проточной или оборотной водопроводной водой. Моечная вода должна обеспечивать смачивание поверхностей, диспергирование загрязнений (набухание, пептизация и дробление белковых веществ, омыление жиров) и стабилизацию отделившихся от поверхности загрязнений в моющей воде.



Никогда, ни при каких обстоятельствах,
не разрешай себе ни зазнайства, ни чванства.
ЧЕХОВ АНТОН ПАВЛОВИЧ (1860–1904),
русский писатель

7.1 НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА МОЙКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Мойка сельскохозяйственного сырья выполняется в три стадии: предварительное ополаскивание для удаления легко удаляющихся загрязнений, основная мойка специальными моющими растворами для растворения или перевода в состояние суспензии приставших к поверхностям загрязнений, окончательное ополаскивание для удаления всех следов остатков загрязнений. В некоторых случаях за мойкой следует процесс стерилизации оборудования.

Чистота отмываемых поверхностей определяется по отсутствию следов загрязнений, моющих средств, а также по количеству микроорганизмов на них.

Интенсификация процесса мойки при оптимальной температуре воды возможна за счет турбулизации моющей воды у загрязненных поверхностей, что обеспечивает возникновение сдвиговых, касательных напряжений. Движение моющей воды у отмываемых поверхностей оказывает механический разрушающий эффект на загрязнения и ускоряет физико-химическое взаимодействие. Оно осуществляется разными способами: турбулизацией моющей воды воздушным барботированием; механическим перемешиванием моющей воды лопастями, насадками и т.д.; приведением моющей воды в колебательное движение с помощью динамических вибраторов или гидродинамических излучателей; турбулизацией моющей воды затопленными струями и т.д.

После отмочки загрязнения с поверхности сырья удаляются щетками или жидкостными струями.

Мойку растительного сырья проводят погружением в воду (отмочка), ополаскиванием струями воды из насадок, использованием щеточных устройств, активным перемешиванием. В большинстве моечных машин применяют комбинацию перечисленных способов мойки.

Для каждого вида сырья требуется свой способ и режим мойки.



...Мне так много нужно еще сделать, а жизнь так коротка; я должен торопиться.
ЭДИСОН ТОМАС АЛВА (1847–1931),
американский электротехник, изобретатель

7.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

В настоящее время для мойки пищевого растительного сырья и санитарной обработки оборудования применяются моечные машины различных типов и конструкций (рис. 7.1). Они классифицируются следующим образом: по характеру процесса (непрерывно и периодически действующие); по виду обрабатываемых объектов (для мойки сырья); по типу устройств, перемещающих отмываемые объекты (линейные и барабанные); по способу воздействия моющей среды (шприцевые, отмочные и отмочно-шприцевые). Из многообразия моечных машин наибольшее распространение получили лопастные, ленточные, барабанные, вибрационные, комбинированные, элеваторные, щеточные и др.

К моечным машинам предъявляются следующие требования: высокая степень чистоты отмываемых объектов, исключение порчи сырья или боя и деформации тары, минимальный расход воды и энергии, простота изготовления и обслуживания, высокая эксплуатационная надежность, малые габаритные размеры и масса.

Выбор моечной машины определяется структурно-механическими и прочностными свойствами растительного сырья, а также характером и количеством загрязнений на поверхности сырья.



Рис. 7.1 Классификация машин для мойки сыра



... правильное решение должно оказаться не только изящным, но и простым.
УИЛСОН МИТЧЕЛ (1913–1973),
американский писатель, физик

7.3 МАШИНЫ ДЛЯ МОЙКИ ЗЕРНА

Увлажнение и мойка зерна — это процессы подготовки зерна к помолу. При увлажнении в зерне происходят физико-биологические изменения, в результате которых облегчается отделение оболочек от зерна при незначительных потерях эндосперма, при мойке очищается поверхность зерна, выделяются тяжелые и легкие примеси, щуплые зерна, удаляются микроорганизмы.

Для увлажнения и мойки зерна на мукомольных заводах применяют:

- машины, в которых зерно увлажняют холодной или теплой водой с целью изменения при гидротермической обработке его физических свойств;
- машины для увлажнения зерна паром перед шелушением или плющением при переработке различных культур в крупу;
- машины, которые отделяют примеси, отличающиеся от зерна гидродинамическими свойствами.

Промышленность выпускает три типа увлажнительных машин: водоструйные для добавления воды в капельном состоянии и водораспыливающие для добавления воды в распыленном состоянии и комбинированные моечные машины с вертикальной отжимной колонкой.

Более равномерное смачивание поверхности зерна достигается в машинах, в которых вода в зерно добавляется в распыленном состоянии.

В комбинированных моечных машинах вода служит средой для выделения примесей, трудноотделимых при сухом способе очистки зерна. В основу гидросепарации положена разность скоростей падения зерна и примесей в воде.

Целесообразно подавать зерно в моечную ванну в зоне образования восходящих потоков воды, т. е. против направления вращения зерновых шнеков.

Моечная машина Ж9-БМБ предназначена для очистки поверхности зерна от пыли, земли, органических и минеральных примесей.

Машина Ж9-БМБ (рис. 7.2) имеет моечную ванну 6, сплавное устройство 4 и отжимную колонку 2. Насосную установку 11 с приводом и клапаном применяют при недостаточном давлении воды. Моечная ванна представляет собой сварную конструкцию с вмонтированными в нее лотками, в которых расположены зерновые 15 и камнеотделительные 16 шнеки. Привод шнеков осуществляют от электродвигателя 7 через клиноременную передачу и редуктор 12. Ванна 6 снабжена выпускным патрубком 5.

Сплавное устройство 4 представляет собой ванну, состоящую из двух секций: лотка для отделения легких примесей от полноценного зерна и канала для выхода воды с пеной из отжимной колонки. Сплавное устройство отделено промежуточной стенкой 17 от моечной ванны 6. Отжимная колонка имеет две чугунные станины, скрепленные между собой четырьмя чугунными стойками.

Внутри машины вмонтирован бичевой барабан, заключенный в ситовую обечайку 20. Лопатки барабана расположены по винтовой линии. Привод барабана осуществляется от индивидуального электродвигателя 21 через клиноременную передачу, которая имеет защитное ограждение 10. Из колонки зерно выводится через два выпускных патрубка 1.

Через приспленное устройство 14 зерно подается в ванну с водой. Место его установки определяют в процессе эксплуатации (в зависимости от загрязнения зерна). В процессе перемещения шнеками 15 зерна происходит отделение в воде минеральных примесей, отличающихся от зерна плотностью. Удаление минеральных примесей происходит в камнеотделителе 13. Направления движения зерна и минеральных примесей противоположны. Зерно, перемещаемое шнеками 15, оседает в воронке трубы 18 и струей воды, подаваемой из оросителя 3, перемещается в отжимную колонку. Пена, образовавшаяся в колонке, гасится пеногасителями сплавного устройства и частично увлекается водой в канал. Примеси из моечной ванны через воронку 8 и патрубок 9 отводятся в сборник.

В отжимной колонке под действием центробежной силы и вихревых потоков воздуха влажное зерно прижимается к ситовой обечайке и поднимается лопатками барабана 19 к выпускным патрубкам. Из отжимной колонки зерно поступает на дальнейшую обработку.

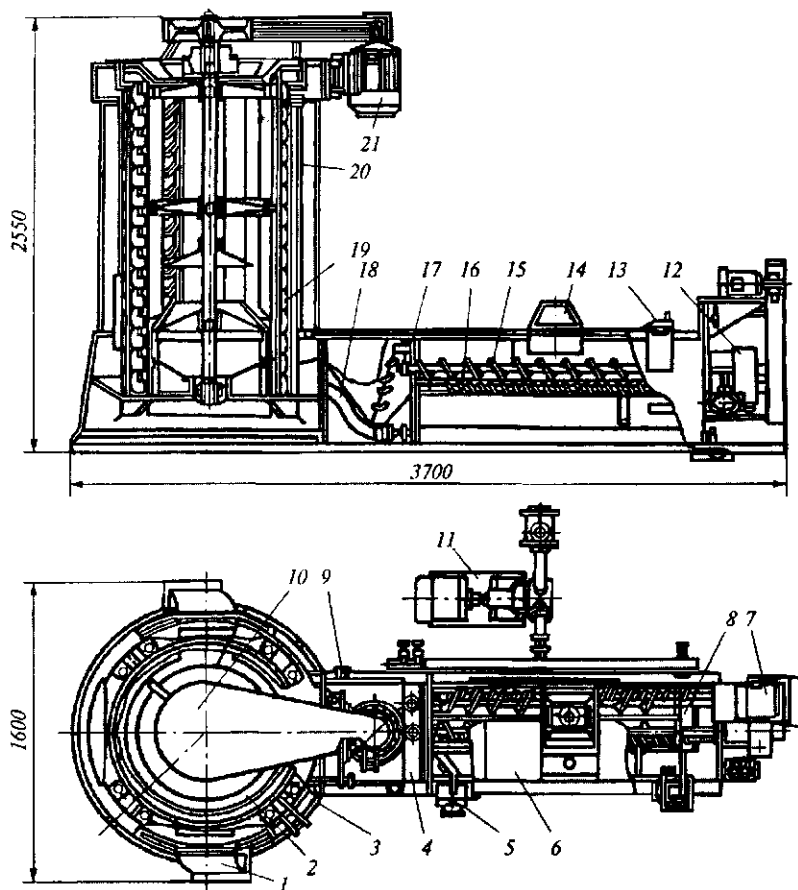


Рис. 7.2 Моечная машина Ж9-БМБ

Техническая характеристика моечной машины Ж9-БМБ

Производительность, т/ч	12
Зерновые шнеки:	
диаметр, мм	150
шаг винта, мм	150
частота вращения, мин ⁻¹	310
Камнеотделительные шнеки:	
диаметр, мм	44
шаг винта (переменный), мм	60 и 25
частота вращения, мин ⁻¹	123
Диаметр ситовой обечайки, мм	900
Частота вращения бичевого барабана, мин ⁻¹	400
Мощность электродвигателя, кВт:	

привода шнеков	1,5
отжимной колонки.....	11,0
Расход воды, л/кг	0,86
Давление воды в транспортирующих форсунках, кПа.....	100
Увлажнение зерна, %	2,2...2,5
Снижение зольности, %	0,024...0,039
Эффективность отбора примесей, %:	
органических.....	75...100
минеральных	70,8...75,0
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч.....	600
Габаритные размеры, мм	3700×1600×2550
Масса, кг.....	2900

Машина А1-БМШ (рис. 7.3) предназначена для мойки, отжима и шелушения зерна. Машина представляет собой разборную металлическую конструкцию. Корпус 9 и траверса 6, выполненные из чугуна и скрепленные между собой тремя пустотелыми металлическими стойками 11, образуют станину машины. К траверсе болтами прикреплена крышка 19, которая вместе с траверсой образует кольцевой канал. Через него продукт выгружается из машины.

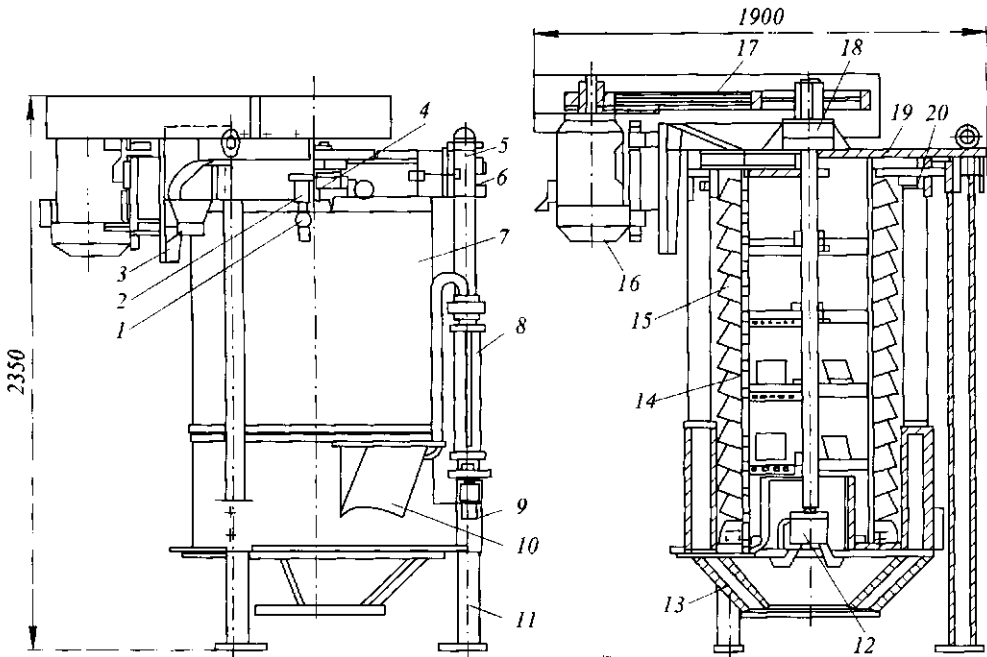


Рис. 7.3 Машина А1-БМШ для мокрого шелушения зерна

Один из основных рабочих органов машины – ротор 15, состоящий из вала и пяти розеток. К ним болтами прикреплены десять бичей, скрепленных внизу стальным кольцом. На каждом биче находится 15 гонков, каждый из которых расположен под углом 40° к горизонтали. Вверху на пяти бичах расположены чугунные гонки, которые отбрасывают зерно в выпускной патрубок.

На нижних гонках прикреплены регулируемые пластины, а на двух нижних розетках – по пять дополнительных гонков, которые отбрасывают зерно из центра машины в рабочую зону.

Нижняя часть ротора расположена на высоте 300 мм в кольцевом канале (между стенками внутреннего и среднего цилиндров корпуса машины), образующем моющую зону. Вал ротора вращается в верхнем 18 и нижнем 12 подшипниковых узлах. Корпуса последних прикреплены к верхней крышке и основанию корпуса. После сборки ротор балансируют.

Ротор приводится в движение электродвигателем 16 с помощью клиноременной передачи 17. Электродвигатель установлен на сварной плите, шарнирно закрепленной на кронштейне крышки. Натяжение ремней обеспечивают натяжными винтами и поворотом плиты.

Ситовой цилиндр 14 состоит из двух половин, соединенных болтами через две регулировочные планки. Его устанавливают так, чтобы выходная часть чешуйчатых отверстий размером 1,1×10 мм была обращена по направлению вращения ротора. Снаружи зона расположения ситового цилиндра закрыта кожухом 7. В свободное пространство попадают оболочки зерна и отработанная вода, которые затем удаляются из машины.

С поверхности ситового цилиндра 14 и кожуха проходные частицы удаляются смывающим устройством. Оно состоит из трубчатого пластмассового кольца 20 с двумя рядами отверстий, мембранного вентиля 4 с электромагнитным приводом, фильтра 2, запорного вентиля 1 и выпускного патрубка 3. Периодичность и продолжительность включения воды для смыва устанавливают с помощью прибора 5.

Принцип действия машины заключается в следующем. Зерно через приемный патрубок 10 равномерно подается в моющую зону машины. Одновременно поступает вода. Ее расход контролируют ротаметром 8. Зерно, поданное в нижнюю часть машины, подхватывается гонками и поднимается вверх, проходя зону мойки, отжима и шелушения, камеру выброса. Уровень воды в зоне мойки изменяют установкой съемной крышки с отверстиями. Избыток воды из моечной зоны отводится через верхний край среднего цилиндра или через отверстия съемной крышки. Зерно в момент подъема под действием центробежной силы, создаваемой ротором, отбрасывается к поверхности ситового цилиндра.

В результате трения зренок между собой и о чешуйчатое сито поверхность зерна очищается от надорванных оболочек и частично от зародыша и бородки, при этом с поверхности зерна удаляется избыточная влага.

Проходные частицы, пройдя через отверстия в ситовом цилиндре, падают вниз. Частицы, осевшие на внешней поверхности кожуха, периодически смываются водой и вместе с основной массой отходов через кольцевой конусный канал 13 выносятся из машины.

Пуск машины проводят дистанционно с центрального пульта управления. При необходимости аварийной остановки или для выполнения работ по наладке и регу-

лированию можно остановить и запустить машину с помощью индивидуального кнопочного поста управления.

В корпусе машины (в зоне мойки) устанавливают дверцу с решеткой. Подачу воды в зону увлажнения и мойки регулируют с помощью вентиля перед ротаметром. При этом положение поплавка на шкале ротаметра должно соответствовать фактическому расходу воды. После этого открывают вентиль подачи воды на смывающее устройство. Включение мембранного вентиля происходит автоматически после включения привода в работу. После пуска машины и работы на холостом ходу подают зерно, постепенно увеличивая нагрузку до номинального значения.

Во время работы машины под нагрузкой проверяют влажность зерна. Она должна возрасти по сравнению с первоначальным значением на 1,5...2,0 %. Если увеличение влажности превышает указанные значения, в корпусе устанавливают дверцу без отверстий.

При эксплуатации машины необходимо обеспечить равномерную подачу зерна, постоянство расхода воды, надежную работу смывающего устройства, герметичность соединений, рабочее состояние гидравлического фильтра.

Техническая характеристика машины А1-БМШ

Производительность, т/ч	5...6
Снижение зольности, %	0,03...0,04
Увеличение содержания битых зерен, %	1,0
Расход воды, л/ч, на:	
мойку	1200
смывание оболочистых частиц	300
Размеры ситового цилиндра, мм:	
диаметр	800
высота	900
Зазор между гонками и ситовым цилиндром, мм	13...16
Частота вращения ротора, мин ⁻¹ :	
машины	440
электродвигателя	960
Мощность электродвигателя, кВт	11
Нагрузка на сито, т/(ч·м ²)	7,7
Габаритные размеры, мм	1900×1400×2350
Масса, кг	1700

Машина моечная А1-БМГ (рис. 7.4) предназначена для мойки круп и зернобобовых. В машине осуществляется отбор легких примесей, собственно мойка продукта и удаление мучельной воды с поверхности зерновых.

Моечная машина состоит из станины 9, на которой смонтированы телескопический питатель 1, моечная ванна 2, ситовой кузов 3 и система трубопроводов. Питатель 1 представляет собой две коаксиально установленные трубы, выполненные с

возможностью осевого перемещения и с фиксацией в любом положении. Они служат для подачи крупы в воду на любую глубину в зависимости от вида крупы.

Моечная ванна 2 состоит из сварного корпуса 4 из нержавеющей стали и моющего шнека 5 с лопатками 6. Шнек 5 диаметром 220 мм и шагом 180 мм установлен под углом 20° к горизонту, так что его последние витки выходят из воды. В разгрузочной части шнека между витками установлены лопатки 6 для перемешивания крупы. Угол наклона лопаток регулируется в зависимости от требуемой интенсивности моечного процесса. Корпус 4 моечной ванны 2 имеет сливной патрубок для грязной воды с легкими примесями.

Ситовой кузов 3 предназначен для отделения воды от вымытой крупы и от легких примесей и представляет собой сварной каркас из нержавеющей стали, внутри которого установлены две ситовые рамки с металлочанными ситами. Кузов совершает колебательные движения с частотой 950 кол/мин и амплитудой 1,5 мм, сообщаемые ему эксцентриковым колебателем 10, закрепленным непосредственно на самом кузове. Вода, отделенная от продукта, по поддонам поступает в отводящую систему трубопроводов, расположенных на раме машины.

Электродвигатель 8 устанавливается на раме машины и с помощью муфты соединяется с валом вибратора, а с последнего посредством клиноременной передачи вращение передается червячному редуктору 7, на тихоходном валу которого закрепляется вал шнека моечной ванны.

Моечная машина А1-БМГ работает следующим образом. Крупа подается в питатель 1 машины в зависимости от вида крупы либо на поверхность воды, либо на определенную глубину.

Легкие примеси всплывают и вместе с грязной водой через сливной патрубок поступают на второе сито кузова 3, где от них отделяется вода и примеси выводятся в сборник отходов.

Крупа в моечной ванне 2 перемешивается и транспортируется шнеком 5 к выпускному патрубку, затем поступает на вибросито, где от нее отделяется свободная вода, и выводится из машины.

Техническая характеристика моечной машины А1-БМГ приведена в табл. 7.1.

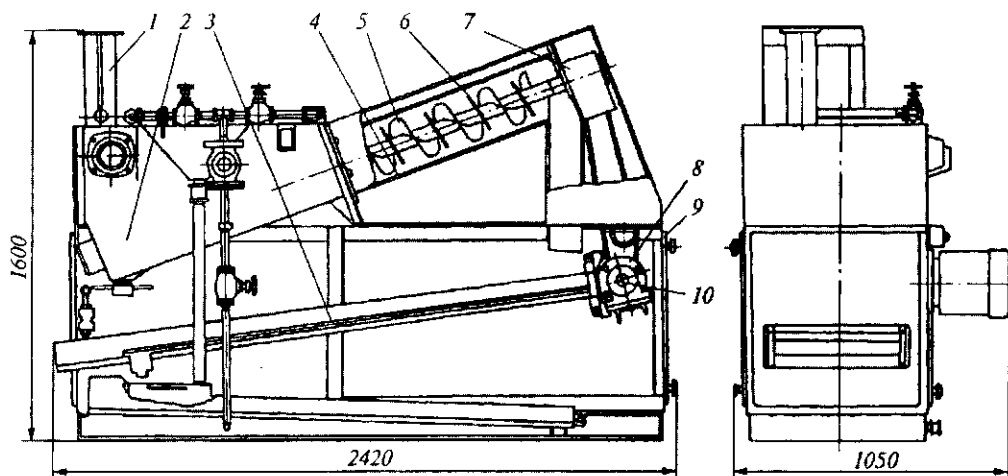


Рис. 7.4 Моечная машина А1-БМГ

Таблица 7.1 Техническая характеристика машин для мойки пищевого растительного сырья

Показатели	А1-БМГ	КУВ-1	КУМ	А9-КМ-2	ММКВ-2000	А9-КЛА/1	Т1-КУН	А9-КМБ-4	КМЦ
Производительность, т/ч	1,5	10	3	3	До 2	3	0,03...0,06	4,0	2,0...2,5
Электродвигатель:									
мощность, кВт	1,5	1,5	1,1	1,1	2,2	3	0,4	4,0	1,1
частота вращения, мин ⁻¹	950	1420	1420	1430	1430	40	920	-	950
Расход воды, м ³ /ч	-	10	3	2	2...3	2,9	1	4,0	2,0
Частота вращения рабочего органа, мин ⁻¹	48	-	-	12	-	25	11; 6,5; 3	-	-
Скорость транспортера, м/с	-	0,174	0,137	-	-	-	-	0,125	-
Габаритные размеры, мм:									
длина	2420	3790	3790	3390	1605	4635	2000	4500	1740
ширина	1055	1545	1130	1270	690	1230	980	1050	936
высота	1600	1880	1840	1600	880	1915	1035	1900	1350
Масса, кг	450	962	672	840	284	1100	330	1050	212

Инженерные расчеты. Производительность Π (кг/с) моечных машин периодического действия

$$\Pi = V\rho\alpha / (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3),$$

где V – вместимость моещей камеры, м³; ρ – насыпная плотность зерна, кг/м³; α – коэффициент заполнения моещей камеры зерном; τ_1 , τ_2 , τ_3 – соответственно продолжительность загрузки, мойки и разгрузки, с.

Производительность Π (кг/с) моечных машин непрерывного действия

$$\Pi = Sv\rho,$$

где S – площадь поперечного сечения перемещаемого слоя сырья, м²; v – продольная скорость перемещения сырья по моещей камере, м/с; ρ – насыпная плотность зерна, кг/м³.

Производительность Π (кг/с) шнековой моечной машины

$$\Pi = 15\pi(D^2 - d^2)tn\phi\rho_m k_1,$$

где D – наружный диаметр шнека, м; d – диаметр вала, м; t – шаг шнека, м; n – частота вращения шнека, мин⁻¹; ϕ – коэффициент заполнения межвиткового пространства; ρ_m – насыпная плотность продукта, кг/м³; k_1 – коэффициент, учитывающий угол наклона продольной оси шнека к горизонтальной плоскости.

Мощность электродвигателя $N_{дв}$ (кВт) шнековой моечной машины

$$N_{дв} = 10^{-2} \Pi(L\omega + H)/(K\eta_n),$$

где L – длина рабочей камеры моечной машины, м; ω – коэффициент сопротивления перемещению продукта; H – высота подъема продукта, м; K – коэффициент, учитывающий потери на трение в подшипниках ($K = 0,7...0,8$); η_n – КПД привода.



Наука всегда должна работать в запас, впрок,
и только при этом условии она будет находиться
в естественных для нее условиях.
ВАВИЛОВ СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ (1891–1951).
физик, академик АН СССР

7.4 МАШИНЫ ДЛЯ МОЙКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Необходимость мойки свеклы от прилипших загрязнений обусловлена предохранением ножей от затупления при ее резке и предотвращением загрязнения диффузионного сока. Свекла частично отмывается от примесей в гидравлическом транспортере и свеклоподъемных устройствах. Для окончательной очистки свеклы от загрязнений и дополнительного отделения тяжелых и легких примесей применяются свекломоечные машины непрерывного действия. Они снабжены ворошителями для перемешивания и поступательного перемещения клубней свеклы в моечной воде. Работа свекломоечных машин основана на принципе противотока: свекла и моечная вода перемещаются навстречу друг другу, что является условием получения чистой свеклы.

Свекломоечные машины классифицируются на:

- одно- или двухкорпусные с постоянным уровнем воды (КМЗ-57М, КМЗ-61 и др.);
- комбинированные (с двумя уровнями воды) типа СКМ, СКД-6.

Земля и глина легче всего отмываются при интенсивном трении корней друг о друга. Поэтому в начальной стадии мойки свекла должна находиться в скученном состоянии, т. е. в начале корпуса свекломойки должно быть отделение с пониженным уровнем воды.

При перемещении свеклы вдоль корпуса машины, когда в основном загрязнения от свеклы удалены, лучше мыть свеклу в менее скученном состоянии более чистой водой. Для окончательного отделения легких всплывающих примесей зеркало воды над свеклой должно быть спокойным. Для этого в моющей части необходимо иметь отделение с высоким уровнем воды, в котором зеркало воды выше уровня свеклы на 300...400 мм. Такой режим мойки обеспечивается в комбинированных свекломоечных машинах.

Смытые со свеклы земля и глина не должны загрязнять весь объем моечной воды. С этой целью в нижней части корпуса по всей его длине у нижнего днища устанавливается ложное перфорированное днище. Зазор между наружным и перфорированным днищами составляет 100...150 мм. В пространстве между днищами осаждаются земля, песок и мелкие камни, которые затем через песколовушки удаляются из машины.

Потери сахара в моечной воде зависят от качества свеклы и времени года. Для сокращения потерь сахара необходимо, чтобы температура воды при мойке была не более 15...18 °С. При повышении температуры воды потери сахара увеличиваются.

Свекломоечные машины с постоянным уровнем воды предназначены для мойки свеклы, имеющей сравнительно невысокую загрязненность примесями. К этому типу относятся однокорпусные свекломойки, внутри которых расположены один или два вала, и двухкорпусные (КМЗ-61).

Однокорпусные свекломойки отличаются от двухкорпусных устройством камне- и песколовушек, конструкцией выбрасывающих узлов и способом подачи воды.

Ученый центр «Сибирский институт
аграрной техники и технологий»
ИИВ. № 446296

Однокорпусная свекломоечная машина (рис. 7.5) состоит из моющей 5 и разгрузочной 17 частей, разделенных перегородкой 10. Внизу перегородки имеется отверстие 40, размер которого регулируется с помощью лебедки 39.

Внутри моющей части установлен горизонтальный ворошитель с валом 6, на котором в чугунных разъемных муфтах 8 закреплены лопасти (кулаки) 7. Эти лопасти имеют округлую форму, чтобы снизить вероятность повреждения клубней свеклы. Вал состоит из двух частей, соединенных муфтой. В передней части мойки на горизонтальном валу расположен шнек 4. Его назначение – разрыхлять поверхность поступающей в мойку свеклы и способствовать всплытию на поверхность воды легких примесей. Ворошитель приводится во вращательное движение от привода, состоящего из электродвигателя и редуктора 1. Корпус моющей части машины имеет двойное дно: верхнее 21 – перфорированное и нижнее 23 – сплошное.

Разгрузочная часть машины разделена перегородками 13 и 14 на три отделения. Перегородка 13 – глухая, а перегородка 14 имеет внизу отверстие. В разгрузочной части установлен ротор 11, на котором укреплены ковши 12. Вал разгрузочного ротора 11 приводится во вращательное движение от трехскоростного электродвигателя 15 через редуктор 16.

Для отделения тяжелых примесей от свеклы в моющей и разгрузочной частях находятся камнеловушки 18, 20 и 24. Камнеловушки представляют собой карманы, нижние отверстия которых имеют крышки 34, открываемые с помощью гидроцилиндров 25 и закрываемые противовесами 32. Верхнее отверстие камнеловушек закрывается секторообразным шибером 35 с помощью гидроцилиндра 37 и удерживается в открытом состоянии противовесом 36. Для того чтобы в камнеловушку

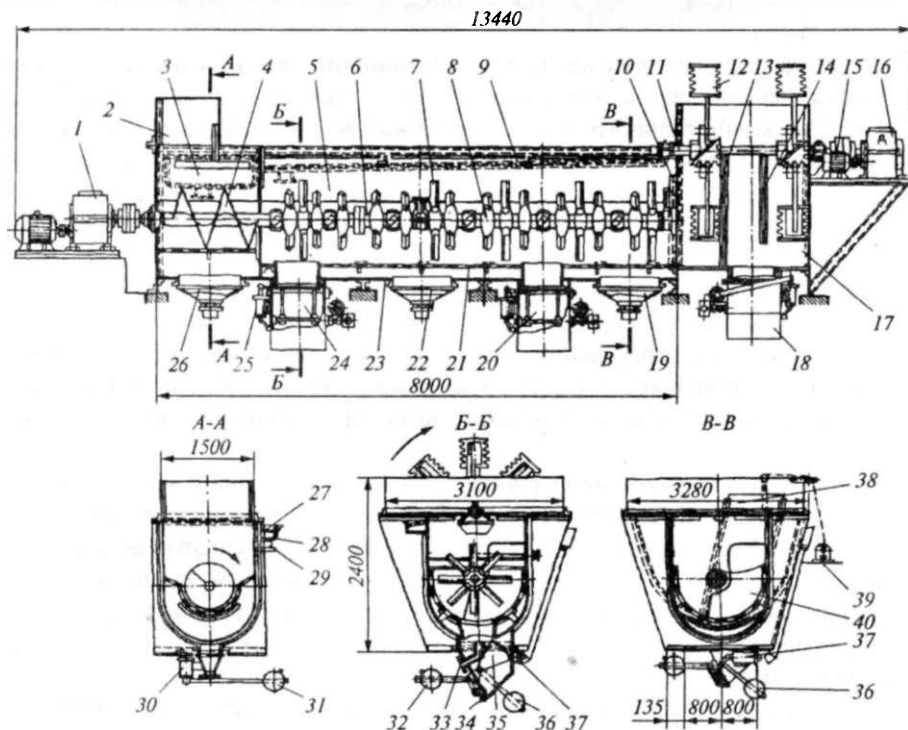


Рис. 7.5 Свекломоечная машина

вместе с тяжелыми примесями не поступала свекла, по трубе 33 подводится вода под давлением 0,4...0,5 МПа. В рабочем положении камнеловушки секторообразный шибер открыт, а нижняя крышка закрыта. Песок и земля, смытые со свеклы, через перфорированное днище моющей части машины поступают в песколовушки 19, 22 и 26, крышки которых при чистке открываются гидроцилиндрами 30 и закрываются противовесами 31.

Принцип действия свекломоечной машины заключается в следующем. Свекла поступает через лоток 2 на шнек и далее – в моечную часть, где клубни свеклы перемешиваются лопастями, в результате чего с ее поверхности удаляются загрязнения, и перемещается к выбрасывающей части.

Для лучшего отделения загрязнений с поверхности свеклы лопасти в передней части вала установлены на меньшем расстоянии друг от друга, а для перемещения свеклы к разгрузочной части они расположены на валу по винтовой линии. Во время перемещения свеклы происходит отделение земли и песка, тяжелых и легких примесей.

Для лучшего удаления песка и земли, накапливающихся между сплошным и перфорированным днищами, через барботеры подают воду во время чистки песколовушек. Свекла из моечной части через отверстие в перегородке 10 поступает в первое отделение разгрузочной части. Количество поступающей в разгрузочное отделение свеклы регулируется шибером 38. Свекла из первого отделения разгрузочной части ковшами 12 перебрасывается во второе отделение, где окончательно ополаскивается чистой водой (загрязненная вода удаляется через сборник 3), и из последнего отделения подается ковшами на водоотделитель. Так как ковши не доходят до нижнего сплошного дна, они не захватывают отделившиеся песок и камни, которые направляются в камнеловушку.

В моющей части машины легкие примеси всплывают на спокойную поверхность воды, которая находится на уровне 300...400 мм выше кулаков. В одной из стенок корпуса устанавливаются желоб 9 с перфорированным 27 и сплошным 28 днищами. В этот желоб через щели в стенке корпуса попадают легкие примеси с поверхности воды при помощи струй воды, вытекающих из отверстия трубы, расположенной у противоположной стороны машины. Легкие примеси задерживаются на перфорированном днище желоба и периодически удаляются, а вода, поступающая в желоб с примесями, отводится через штуцер 29.

Комбинированные свекломоечные машины предназначены для мойки сильнозагрязненной свеклы. В них имеются отделения с пониженным уровнем воды для лучшего отмывания прилипшей к поверхности свеклы примеси и отделения с повышенным уровнем воды для лучшего улавливания легких примесей. В этих машинах предусматриваются противоточное движение свеклы и воды, автоматическое поддержание уровня воды, надежное удаление легких всплывающих примесей и удаление мелких осевших примесей по всей длине моющей части свекломойки.

Свекломоечная машина КМЗ-М (рис. 7.6) состоит из двух моющих 9, 12 и разгрузочного 22 отделений; электродвигателей 1, 21, 36; редукторов 2, 35; муфт 3, 31; подшипников 4, 10, 19; загрузочного бункера 5; лопастей 6, 25; перфорированных днищ 7, 23; ворошителей 8, 24; бортов 11; направляющих планок 13; направляющего барабана 14; шнека 15; корпуса 16 шнека; перегородок 17 и 30; ковшей 18; песколовушек 26, 29, 32; камнеловушки 27; гидроцилиндров 28, 39, 48; промежуточного вала 33; рамы 34 привода; патрубка 37 для подачи воды; желоба 38; сектор-

ного шибера 40; противовесов 41, 43, 47; крышки 42; лебедки 44; шибера 45. Над песколовушкой 26 имеется отверстие 46.

Первое моеющее отделение 9 имеет низкий уровень воды, а второе 12 – высокий. В первом отделении установлен ворошитель 8, вращающийся в подшипниковых опорах 4 и 10 от электродвигателя 1 через редуктор 2 и муфту 3, а во втором – вал 24, имеющий свой привод. В разгрузочном отделении ковши 18 закреплены на роторе, вал которого вращается от электродвигателя 21 через вариатор 20 и редуктор. Вариатор позволяет изменять частоту вращения ротора с ковшами.

Свекла из первого моеющего отделения поступает непосредственно во второе моеющее отделение через отверстие в перегородке, их разделяющей.

Чтобы удалить легкие примеси, всплывающие на поверхность воды, во втором моечном отделении установлена соломоловушка, состоящая из направляющего барабана 14 и шнека 15. Шнек удаляет примеси за пределы машины.

Уровень воды в машине поддерживается с помощью шибера, прикрывающего отверстия в стенке желоба 38. Для улавливания камней предназначена камнеловушка 27. Песок и землю удаляют песколовушками со специальными приемниками, имеющими наклонные стенки. Такая конструкция песколовушек позволяет значительно повысить эффективность удаления песка и земли.

Принцип действия свекломоечной машины КМЗ-М такой же, как и машины КМЗ-57М.

Свекломоечная машина СКД-6 (рис. 7.7) состоит из двух моечных отделений и одного разгрузочного 20.

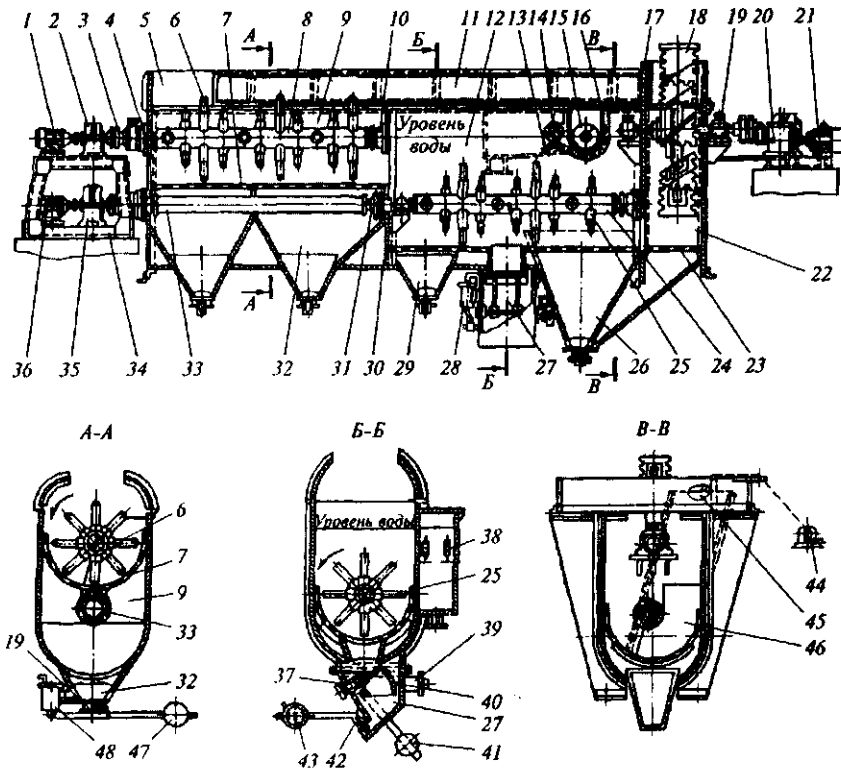


Рис. 7.6 Свекломоечная комбинированная машина КМЗ-М

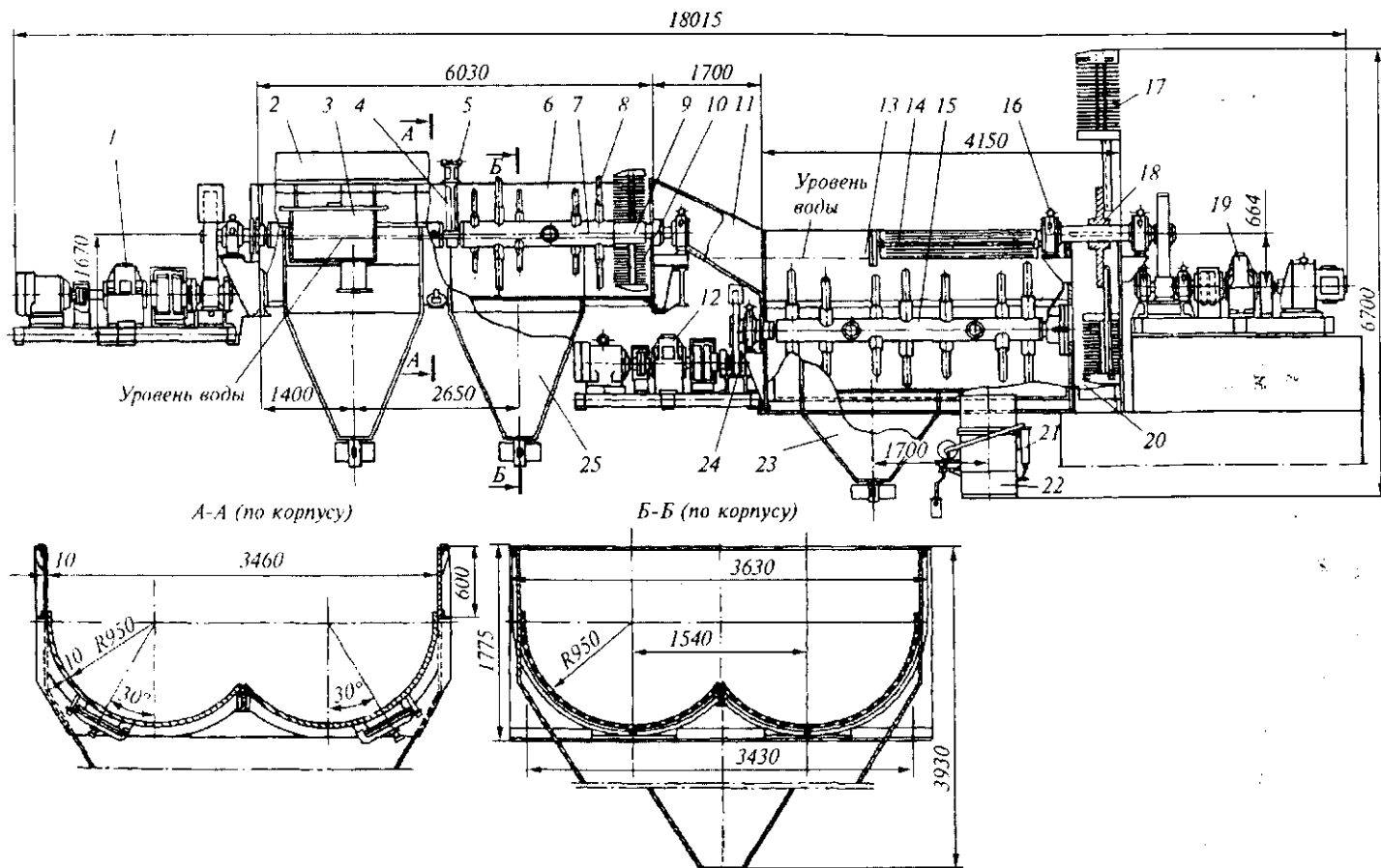


Рис. 7.7 Свекломоечная машина СКД-6

Первое моечное отделение *б* с низким уровнем воды предназначено для отмывания корнеплодов свеклы путем интенсивного их перетирания между собой. Во втором отделении *13* с высоким уровнем воды корнеплоды окончательно отмываются, и от них отделяются тяжелые и легкие примеси.

Днище корпуса под каждым пнеком выполнено в виде полуцилиндра, причем в местах установки песколовушек *23* и *25* оно перфорированное. В отделении с низким уровнем воды песколовушки размещены последовательно, а в отделении с высоким уровнем воды – параллельно (здесь установлена также камнеловушка *22*). Крышки камнеловушки и песколовушек открываются периодически с помощью гидроцилиндров *21*, управляемых автоматической системой с программным управлением.

В каждом моечном отделении установлено по два горизонтальных ворошителя, расположенных параллельно. В первом отделении валы ворошителей *7* имеют по одной промежуточной опоре *4*, смазка которых осуществляется водой, подаваемой под давлением по трубопроводам *5*. На каждом валу *9* по винтовой линии приварены цапфы с лопастями *8*. Их назначение – перемешивать свеклу и транспортировать ее вдоль корпуса машины.

На концах ворошителей первого отделения перед торцевой стенкой находятся перебрасывающие сварные лопасти *10* из круглых стальных прутков, при помощи которых свекла из отделения с низким уровнем по лотку *11* направляется во второе отделение. Во втором моечном отделении в опорах *24* установлены два ворошителя *15*, которые приводятся во вращение от приводов *1* и *12*. Каждый привод состоит из электродвигателя, редуктора и зубчатой передачи.

В конце второго отделения расположены выбрасывающие лопасти *17*, прикрепленные к разъемной литой ступице *18*, которая закреплена на валу, вращающемся в опорах *16*. Привод лопастей осуществляется от электродвигателя *19* постоянного тока, что позволяет регулировать частоту вращения выбрасывающих лопастей от $0,1$ до 7 мин^{-1} .

Легкие примеси, всплывающие на поверхность воды во втором отделении, удаляют с помощью соломоловушки *14*, состоящей из отбойного барабана и шнека. Уровень воды в первом отделении обычно ниже центра ворошителей на 50 мм и поддерживается шибером, находящимся в переливном бункере *3*. Этот бункер *3* имеет направляющие *2* для загрузки свеклы. Во втором моечном отделении автоматически поддерживается уровень воды выше лопастей ворошителей на 400 мм .

Техническая характеристика свекломоечных машин приведена в табл. 7.2.

Таблица 7.2 Техническая характеристика свекломоечных машин

Показатель	КМЗ-57М	СКМ-15-60	КМЗ-М	СКД-6
Производительность по свекле, т/сут	800, 1000	1500	1500	6000
Полезная вместимость, м ³ :				
моющей части	20	22,2	11	52
ковша	0,043	0,043	0,043	Лопастя
Частота вращения ворошителей, мин ⁻¹	20	15	10 и 20	12,8 и 15,2
Мощность электродвигателя, кВт:				
ворошителей	14	28	10 и 10	75 и 40
разгрузочного ротора	4,5	10	5,5	19,6
соломоловушки	-	-	3	1,5
Габаритные размеры, мм:				
длина	13 470	14 775	12 575	18 015
ширина	3 280	3 300	3 760	5 600
высота	4 110	4 800	4 920	6 700
Масса, кг	19 900	28 000	19 118	55 300

Продолжительность процесса отмыwania свеклы составляет около 340 с. Расход воды при этом составляет 40...45 % от массы свеклы. Машины свекломоечные с высоким уровнем воды и комбинированные обладают существенными недостатками: они металлоемки, занимают много производственной площади, длительный процесс мойки свеклы в них приводит к значительным потерям сахара в моченных водах, особенно при поврежденной и мороженой свекле.

Инженерные расчеты. *Производительность свекломоечной машины P (т/сут)* определяется по формуле

$$P = 28,8V\varphi\rho\varepsilon / \tau,$$

где V – полная вместимость моеющей части свекломоечной машины, м^3 ; φ – коэффициент заполнения моеющей части свеклой; ρ – насыпная плотность свеклы, $\text{кг}/\text{м}^3$; ε – коэффициент использования машины; τ – продолжительность пребывания свеклы в машине, с.

Производительность разгрузочных ковшей по свекле P_1 (т/сут)

$$P_1 = 1,44mV_k\varphi n\xi,$$

где m – число разгрузочных ковшей, шт.; V_k – полная вместимость ковша, м^3 ; φ – коэффициент заполнения ковша; n – частота вращения вала ковшей, мин^{-1} ; ξ – эксплуатационный коэффициент.

Расход свежей воды, поступающей в свекломоечную машину P_0 (% от массы свеклы),

$$P_0 = 0,01(1000 - q) / q,$$

где q – масса свеклы, приходящейся на 1 м^3 полезной вместимости машины, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$$q = mV_k\varphi\rho / \pi D,$$

где D – диаметр окружности, описываемой центром тяжести ковшей, м.



Тот, кто не способен учиться, принимается учить.
УАЙЛЬД ОСКАР (1856–1900), английский писатель

7.5 МАШИНЫ ДЛЯ МОЙКИ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Линейные моченные машины КУМ-1, КУВ-1, КУМ (рис. 7.8) предназначены для мойки различных овощей и плодов (кроме корнеплодов, для которых требуется предварительная отмочка).

Машины КУМ-1 и КУВ-1 снабжены нагнетателем воздуха, что позволяет мыть овощи и плоды как с мягкой, так и с твердой оболочкой. Машина КУМ, не имеющая нагнетателя воздуха, применяется для первичной мойки слабо загрязненных овощей и плодов с мягкой структурой.

Во всех трех машинах конвейерные цепи, звездочки, подшипники, натяжные устройства, а в моченных машинах КУМ-1 и КУВ-1 и нагнетатель воздуха являются унифицированными.

Каждая моченная машина состоит из ванны 1, транспортерного полотна 2, душевого устройства 3 и привода 4. На каркасе ванны 1 смонтированы все узлы моченных машин.

Транспортерное полотно на машине КУВ-1 выполнено из дюралюминиевых роликов диаметром 75 мм.

Машины КУМ-1 и КУМ укомплектованы роликовым и пластинчатым транспортерными полотнами для работы на мелком продукте. На машине может быть поставлено любое из них.

При работе машин плоды поступают в моечное пространство ванны непрерывно. Для более интенсивной мойки загрязненного продукта в моечной ванне машин КУМ-1 и КУВ-1 создается бурление посредством подводимого от нагнетателя сжатого воздуха.

Вымытый продукт из моечного пространства перемещается наклонным конвейером, в верхней части которого (перед выгрузкой) продукт ополаскивается водой из душевого устройства. Выгрузка продукта производится через лоток, регулируемый по высоте. Величина слоя продукта, поступающего на транспортерное полотно, в машинах КУМ-1 и КУМ регулируется заслонкой.

Для первоначального наполнения ванны водой на ее боковой стенке предусмотрен патрубок с вентилем. Вода, поступающая в ванну через ополаскивающий душ, удаляется через сливную щель.

В процессе работы машин вода в ванне может периодически обновляться путем слива грязной воды через спускной кран. Чистка ванны производится через грязевой люк и боковые окна. При обработке сильно загрязненных овощей и плодов можно увеличить время их пребывания в зоне отмытки путем периодических остановок транспортера.

Техническая характеристика линейных моечных машин приведена в табл. 7.1.

Барабанные моечные машины. Мойка в барабанных моечных машинах осуществляется при вращении барабана за счет интенсивного перемешивания сырья и ударов падающего сырья о поверхность воды. Эффективность процесса мойки определяется соотношением сил, действующих на сырье, находящееся в барабане. При малом числе оборотов барабана сырье располагается в его нижней части. С увеличением числа оборотов барабана возрастает угол подъема сырья (в гладких барабанах), и чем число оборотов больше, тем выше подъем, отрыв и высота падения сырья. С увеличением угла подъема эффективность процесса мойки повышается в результате лучшего перемешивания и большей высоты падения сырья. Однако при значительном числе оборотов барабана может наступить такой момент, когда цен-

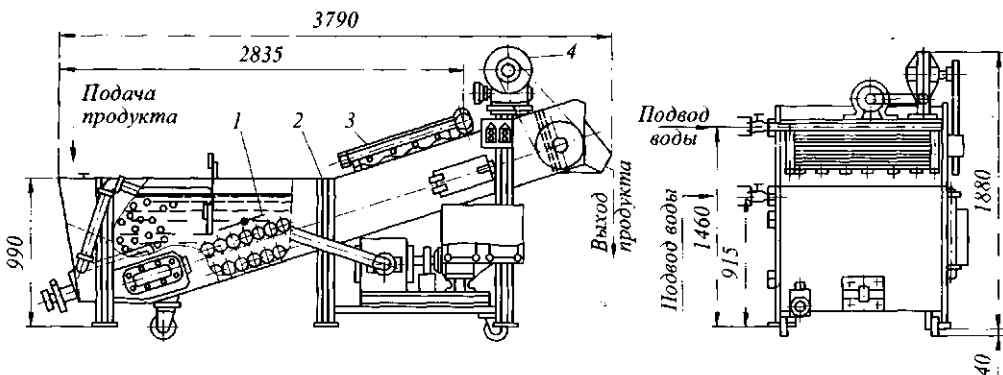


Рис. 7.8 Линейная моечная машина

тробежная сила превысит силу тяжести и сырье в течение всего оборота будет прижато к стенкам барабана, т. е. процесс мойки будет нарушен.

Барабан может быть цилиндрическим, коническим, горизонтальным или наклонным. Непрерывно действующие машины изготавливают с наклонно или горизонтально расположенным барабаном. В первом случае сырье продвигается вдоль барабана благодаря наклону, во втором – с помощью спирали или специальных насадок, приваренных к внутренней поверхности барабана, если он цилиндрический, либо за счет конусности.

Барабанная моечная машина А9-КМ-2 (рис. 7.9) предназначена для мойки твердых плодов и овощей (корнеплодов, груш, яблок и т. д.). Она состоит из каркаса 11 с укрепленной на нем ванной 12, которая разделена перегородкой на две части. В каждой части ванны размещено по барабану 2 и 3, которые одинаковы по длине и диаметру. За барабаном 3 расположен третий барабан 4. Все три барабана приводятся во вращательное движение общим валом 7.

Первые два барабана предназначены для отмочки и отделения загрязнений. На поверхности этих барабанов имеются щели, через которые проходят загрязнения и осаждаются на дне ванны. Загрязнения удаляются из машины через люк 10. Третий барабан предназначен для чистового ополаскивания водой, для чего он снабжен душевым устройством, а его поверхность перфорирована. Привод машины осуществляется от мотор-редуктора 5 через цепную передачу 6. Вода в душевое устройство подается через запорный магнитный вентиль 8, сблокированный с приводным электродвигателем. Сырье в машину подается через приемный лоток 1, из него поступает в барабан 2, затем лопастями перебрасывается сначала в барабан 3, а из него специальным ковшом – в барабан 4. Промытое сырье выгружается из машины через лоток 9.

Техническая характеристика барабанной моечной машины А9-КМ-2 приведена в табл. 7.1.

Вибрационная машина ММКВ-2000 предназначена для удаления загрязнений с поверхности клубне- и корнеплодов.

Машина (рис. 7.10) состоит из рамы 1, корпуса 8, душевого устройства 14 и привода. На раме посредством вертикальных 6 и боковых 5 пружин закреплен корпус машины. Он представляет собой цилиндрический барабан, закрытый с торцов, внутри которого проходит труба со шнеком. Внутри трубы на двух сферических подшипниках установлен вал 9 с дебалансами 10.

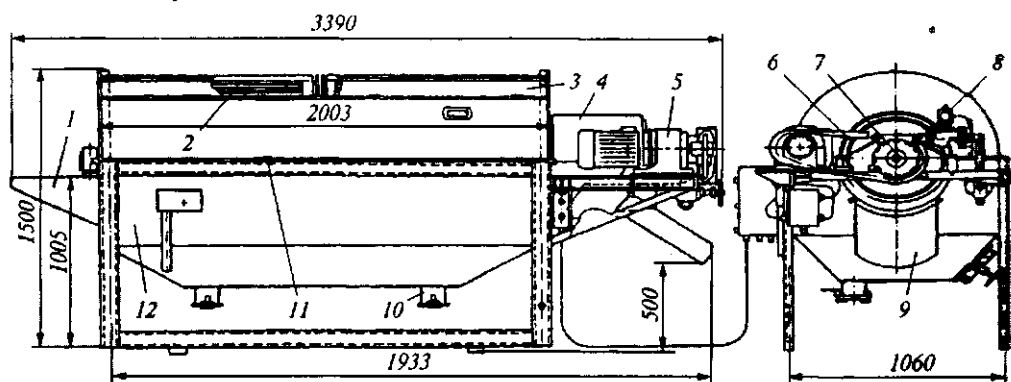


Рис. 7.9 Барабанная моечная машина А9-КМ-2

В верхней части барабана на участке первого витка шнека находится загрузочный бункер 7, а в передней части, сбоку, – разгрузочный лоток 4. Снизу по всей длине барабана приварен сборник 11 со сливным отверстием для отвода в канализацию грязной воды. В сборник вставлена решетка 13, которая поджимается к виткам шнека винтами. Для периодической очистки машины в сборнике предусмотрен люк 12.

На кронштейне рамы закреплен электродвигатель 3, вал которого соединен с валом машины резиновой муфтой 2. Над корпусом машины установлено душевое устройство, которое крепится к раме.

Центр тяжести размещенного в моечном барабане вала смещен относительно оси вращения с помощью четырех дебалансов, благодаря этому при вращении вала возникает вибрация, сообщаемая моечному барабану. Колебания барабана носят круговой характер, их направление совпадает с направлением вращения вала. Амплитуда колебаний определена массой дебалансов. Поскольку направление вращения вала обратно направлению винтов шнека в моечном барабане, а в машину непрерывно загружается картофель, создающий некоторый подпор в моечном барабане, то находящиеся в нем клубни постепенно продвигаются вдоль него. При продвижении клубни трутся один о другой и о стенки барабана, а также интенсивно обмываются водой, подаваемой в машину из душевого устройства. Вымытые клубни выводятся по разгрузочному люку из моечной машины и направляются на дальнейшую переработку. Техническая характеристика вибрационной моечной машины ММКВ-2000 приведена в табл. 7.1.

Машина А9-КЛА/1 (рис. 7.11) предназначена для предварительной мойки корнеплодов.

Машина состоит из станины 1, лопастного вала 2, барабана 3 и привода 4.

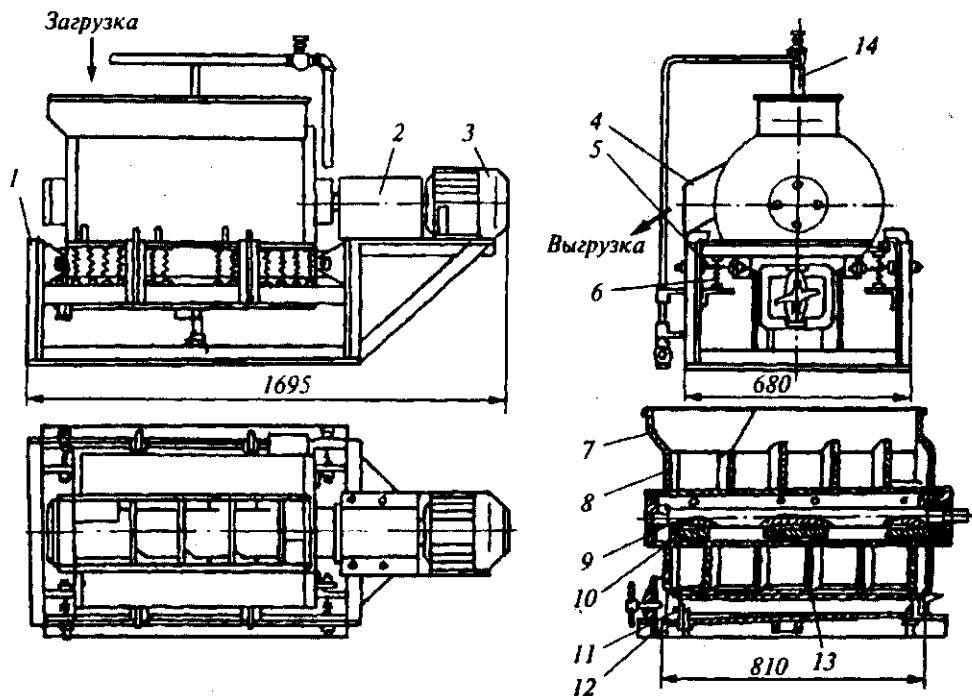


Рис. 7.10 Вибрационная машина ММКВ-2000

Станина включает загрузочный бункер и три отсека: первичной мойки, основной мойки и ополаскивания. В опоре станины со стороны загрузки находится желоб с люком для слива воды и удаления грязи при мойке машины. Предварительно вода сливается через вентили в канализацию, а затем с помощью рычажной системы открывается сливной люк. В отсеке основной мойки находятся два люка и вентиль для санитарной обработки машины.

Лопастной вал проходит через все три отсека станины, осуществляя перемешивание и перемещение продукта из одного отсека в другой и выгрузку его через загрузочное окно.

Барабан представляет собой перфорированную в нижней части обечайку, установленную в опорах на лопастном валу машины. Он расположен в отсеке основной мойки. Через отверстия в нижней части барабана частицы песка и грязи оседают на дно ванны. Барабан закреплен двумя фиксаторами, которые необходимо отпускать во время санитарной обработки для возможности поворота барабана.

Привод лопастного вала осуществляется от мотор-редуктора и цепной передачи с передаточным отношением, равным 1,6. Натяжение цепи производится за счет подъема подредукторной плиты, один конец которой имеет шарниры, а второй – отжимается специальным болтом. Вода подается в машину через коллектор с запорным мембранным вентилем, который автоматически отключает воду при остановке машины. Подача воды в отсек первичной мойки и отсек ополаскивания регулируется вентилями. Уровень воды в ванне поддерживается переливным патрубком.

Продукт загружается в бункер, а из него лопастями перегружается в отсек первичной мойки. Здесь он перемешивается лопастями и посредством взаимного трения очищается от грязи. Частицы грязи оседают на дно и периодически выводятся из машины через сливной люк. Конструкция машины предусматривает возможность сухой очистки корнеплодов от грязи. Для этого сливной люк следует открыть полностью, а подачу воды в отсек первичной мойки ограничить до 0,2 м³. Необходимость сухой очистки корнеплодов диктуется степенью их загрязнения.

Продукт далее перегружается в центральный отсек (барабан), в котором осуществляется основная мойка. Примеси, пройдя через сетчатую часть барабана, оседают в ванне станины и во время санитарной обработки уплотняются. Затем продукт перегружается в отсек ополаскивания, а оттуда идет на выгрузку.

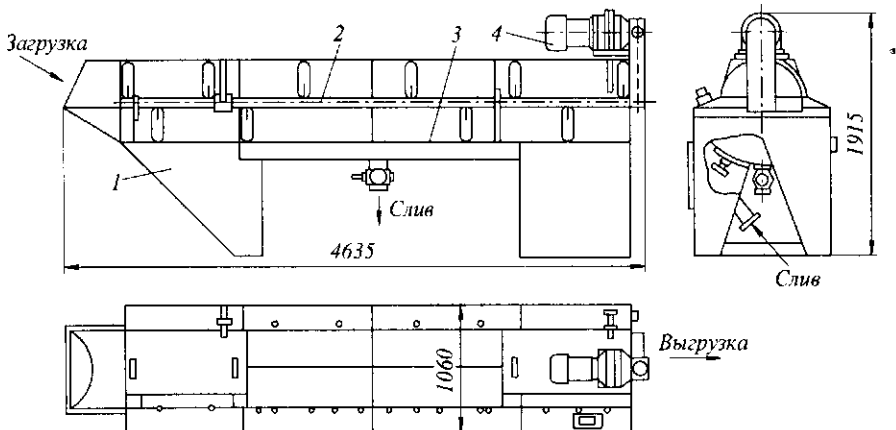


Рис. 7.11 Лопастная моечная машина А9-КЛА/1

Техническая характеристика лопастной моечной машины А9-КЛА/1 приведена в табл. 7.1.

Машина Т1-КУН предназначена для мойки петрушки, укропа, сельдерея, листьев хрена, мяты. Машина (рис. 7.12) состоит из станины 1, выбрасывателя 2, выносного конвейера 3 и привода 4.

Станина представляет собой сварную конструкцию из листовой стали. Верхняя часть станины образует ванну, состоящую из двух отсеков предварительной и окончательной мойки. Между отсеками расположен выбрасыватель, состоящий из двух перфорированных пластин, закрепленных на вращающемся валу.

В отсеке окончательной мойки расположен выносной конвейер.

В нижней части станины размещен привод из электродвигателя и редуктора, который через цепную передачу вращает выбрасыватель и выносной конвейер.

Перед началом работы ванна машины наполняется водой. Зелень через окно небольшими порциями загружается в ванну, где потоком воды перемещается к выбрасывателю, который передает ее во второй отсек, и затем на выносной конвейер. Здесь зелень ополаскивается и выводится из машины.

Техническая характеристика моечной машины Т1-КУН приведена в табл. 7.1.

Моечные машины типа А9-КМБ (рис. 7.13) предназначены для мойки томатов и другого мягкого по консистенции сырья.

В настоящее время в промышленности используются три типа машин этой марки (А9-КМБ-4, А9-КМБ-8, А9-КМБ-16), которые различаются только по ширине и скорости движения роликового конвейера.

Основой машины служит ванна 1, которая прикреплена к двум спаренным подставкам – передней 14 и задней 10, изготовленным из уголкового проката. Ванна снабжена люком 16 для удаления загрязнений из ванны при санитарной обработке машины и клапаном 15 для периодического удаления загрязнений без остановки машины. В ванне установлены наклонная решетка, роликовый конвейер 3 и воздушный барботер. Роликовый конвейер 3 приводится в движение от мотор-редуктора 8 через цепную передачу 6.

В конце ванны на наклонном участке над роликовым конвейером 3 расположено шприцевальное устройство 4 с насадками 2 для чистого ополаскивания сырья.

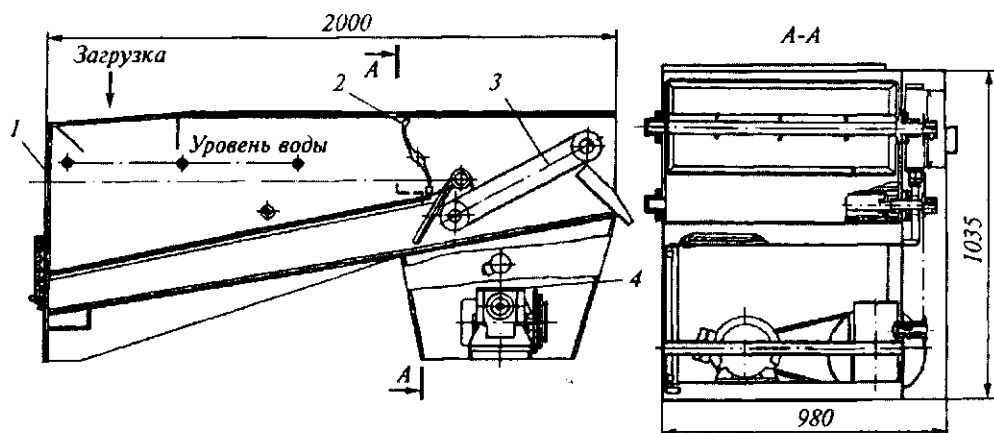


Рис. 7.12 Моечная машина Т1-КУН

Вода в шприцевальное устройство 4 подается через запорный магнитный вентиль 5, сблокированный с приводом машины и прекращающий подачу воды в шприцевальное устройство 4 при остановке машины.

При санитарной обработке машины, а также при ремонте роликовый конвейер 3 с помощью подъемника 9 поворачивается вокруг оси верхних звездочек и выводится из ванны. Привод подъемника ручной. Для подачи воздуха в барботер на задней подставке 10 установлен вентилятор 12 высокого давления с индивидуальным электродвигателем 11. К воздушному барботеру воздух подается по воздуховоду 13.

Сырье подается в ванну на наклонную решетку, под которой расположен барботер. Восходящие потоки воздуха приводят в движение сырье в ванне, интенсифицируя отмочку и отделение загрязнений.

С наклонной решетки сырье попадает на роликовый транспортер 3, где продолжается процесс разрушения и отделения загрязнений от сырья за счет трения плодов при их повороте вращающимися роликами конвейера. Сырье при выходе из ванны перед поступлением на лоток 7 ополаскивается струями чистой воды, подаваемыми из насадок 2 шприцевых коллекторов.

Техническая характеристика мощной машины А9-КМБ приведена в табл. 7.1.

Вибрационная моечная машина КМЦ (рис. 7.14) предназначена для мойки овощей и плодов, а также для охлаждения их после тепловой обработки. Она состоит из каркаса 1, душевого коллектора 6, ванны 3 и привода 2.

Каркас имеет четыре стойки с опорными плитами. К каркасу на четырех шарнирных подвесках прикреплено под углом 5° к горизонту сито 4, совершающее возвратно-поступательное движение, которое передается от коленчатого вала.

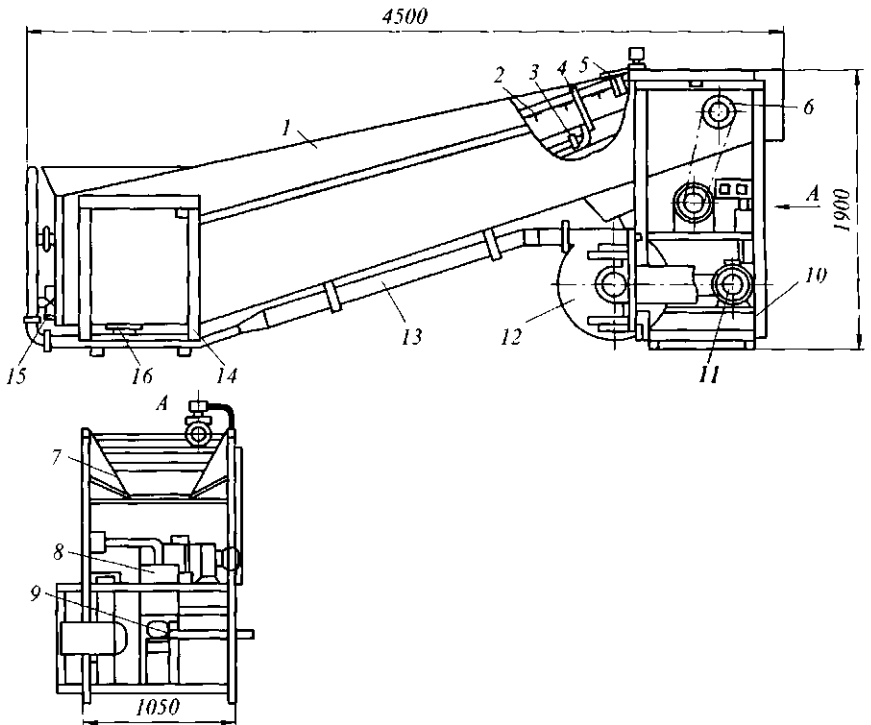


Рис. 7.13 Моечная машина типа А9-КМБ

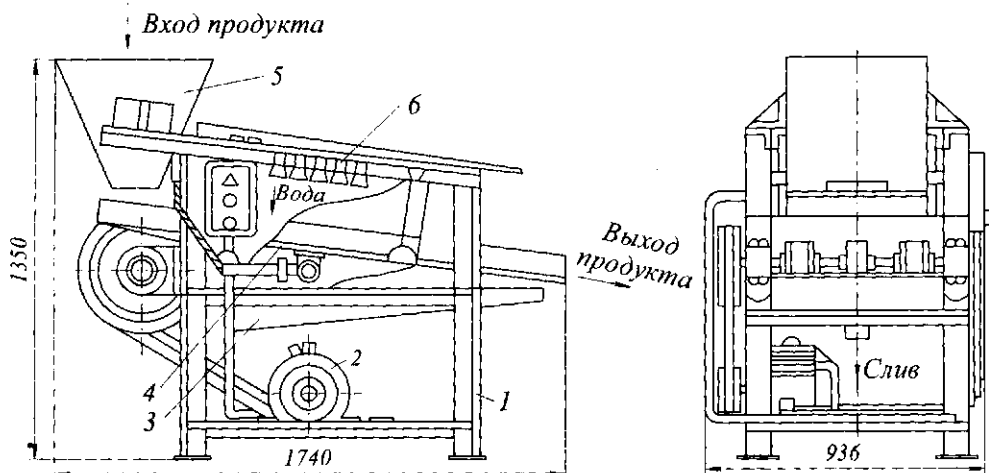


Рис. 7.14 Вибрационная моечная машина КМЦ

Над ситом 4 установлен бункер 5 с шибером для регулирования количества подаваемого продукта. Над ситом расположен также душевой коллектор 6 с соплами, а под ним установлена ванна с отверстием для слива отработанной воды.

Техническая характеристика вибрационной моечной машины КМЦ приведена в табл. 7.1.

Инженерные расчеты. Производительность Π (кг/с) линейных моечных машин определяется производительностью рабочего конвейера

$$\Pi = bh_c \varphi_c \rho_c v_c,$$

где b – ширина рабочей части транспортного полотна, м; h_c – высота слоя сырья, м; φ_c – коэффициент использования конвейера; ρ_c – насыпная плотность сырья, кг/м^3 ; v_c – линейная скорость транспортного полотна, м/с.

Продолжительность отмочки сырья τ (с) определяется полезной вместимостью ванны W_n (м^3)

$$\tau = W_n \rho_c / \Pi,$$

где Π – производительность машины, кг/с.

Мощность электродвигателя для привода нагнетателя воздуха N_e (кВт),

$$N_e = 10^{-3} W_e P_e / \eta_e,$$

где W_e – расход подаваемого воздуха, $\text{м}^3/\text{с}$; P_e – необходимый напор, Па; η_e – КПД нагнетателя.

Мощность, необходимая для привода центробежного насоса, подающего жидкость к душевым или шприцевым устройствам $N_{ж.с.}$ (кВт)

$$N_{ж.с.} = 10^{-3} Q_{ж.с.} P_{ж.с.} / \eta_n,$$

где $Q_{ж.с.}$ – расход жидкости, $\text{м}^3/\text{с}$; $P_{ж.с.}$ – напор жидкости у насоса, Па; η_n – КПД насоса.

Расход жидкости $Q_{ж}$ ($\text{м}^3/\text{с}$) определяется по формуле

$$Q_{ж} = \left(\mu \pi d^2 / 4 \right) n \sqrt{2P_u / \rho_{ж}},$$

где μ – коэффициент расхода; d – диаметр отверстия барботера, м; n – количество одинаковых отверстий барботера; P_u – напор жидкости у отверстия истечения, Па; $\rho_{ж}$ – плотность моющей жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Мощность $N_{мп}$ (кВт) для привода основного конвейера

$$N_{мп} = (R_m v_c) / 1000 \eta,$$

где v_c – линейная скорость транспортного полотна, м/с; η – КПД передаточных механизмов; R_m – тяговое усилие конвейера, Н;

$$R_m = (0,215q_0 L_c + 50 + 0,215qL)g,$$

здесь q_0 – масса полезной нагрузки на 1 погонный метр конвейера; q – масса 1 погонного метра конвейера без груза, кг; L_c – длина нагруженной части конвейера, м; L – длина конвейера, м; g – ускорение свободного падения, $9,81 \text{ м}/\text{с}^2$.

Наименьшая частота вращения, при которой сырье, находящееся в барабане, не отрываясь от его стенок, начинает вращаться вместе с ним, называется критической частотой вращения барабана моечной машины $n_{кр}$ (мин^{-1}). Для гладкого барабана эту величину можно ориентировочно определить по эмпирической формуле

$$n_{кр} = 42,3 / \sqrt{D_б},$$

где $D_б$ – диаметр барабана, м.

Рабочая частота вращения барабана n_p (мин^{-1}) моечной машины меньше критической и определяется по формуле

$$n_p = \varphi_б n_{кр},$$

где $\varphi_б$ – эмпирический коэффициент ($\varphi_б = 0,6 \dots 0,8$).

Производительность Π ($\text{кг}/\text{с}$) барабанной моечной машины можно определить по уравнению непрерывности потока

$$\Pi = f v_n \varphi' \rho_c,$$

где f – площадь поверхности барабана, м^2 ; v_n – скорость поступательного движения сырьев вдоль барабана, м/с;

$$f = \pi D_б L_б,$$

$$v_n = k' D_б \text{tg} \beta n_p / 60,$$

здесь β – угол наклона барабана ($\beta = 2 \dots 3^\circ$); k' – коэффициент, учитывающий унос сырья водой и подъем сырья на высоту, которая меньше диаметра барабана; φ' – коэффициент заполнения или использования сечения барабана; ρ_c – насыпная плотность сырья, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Мощность двигателя N (кВт) барабанных моечных машин

$$N = 4\Pi L_0 g / (1000tg\beta),$$

где Π – производительность, кг/с; L_0 – длина моечного барабана, м; g – ускорение свободного падения, м/с².



Если вы идете вслед за кем-нибудь, пусть даже почти по пятам, то радость первых открытий вам не удастся испытать, она будет уделом тех, кто хоть немного, но впереди
АРЦИМОВИЧ ЛЕВ АНДРЕЕВИЧ (1909-1973)
физик, академик АН СССР

7.6 МАШИНЫ ДЛЯ МОЙКИ ТУШ ЖИВОТНЫХ

Барабанная моечная машина БСН-2М (рис. 7.15) применяется для мойки туш мелких животных после обескровливания и при мокром туалете.

Машина БСН-2М имеет перфорированный стальной барабан 9 с обечайкой волнистой формы. К обечайке прикреплены плоские днища с цапфами, установленными в подшипниках 10, которые смонтированы на станине 13. В середине обечайки предусмотрен люк для загрузки-выгрузки туш, закрываемый откидывающейся крышкой 15. Снизу барабан помещен в поддон 12, снабженный люком с затвором 11 для выгрузки продукции. Сверху барабан закрыт кожухом 16, имеющим люк со сдвигающейся крышкой 14. Барабан приводится во вращение от мотор-редуктора 1 через цепную передачу, состоящую из цепи 3, натяжного ролика 4, ведущей 2 и ведомой 7 звездочек.

В системе управления предусмотрены пульт управления 5, конечный выключатель 6 и тормоз, которые позволяют останавливать барабан в положении, удобном для загрузки. При необходимости барабан можно поворачивать вручную маховиком 8.

Моечная машина К7-ФМГ (рис. 7.16) применяется для мойки туш свиней в шкуре после обескровливания и при мокром туалете.

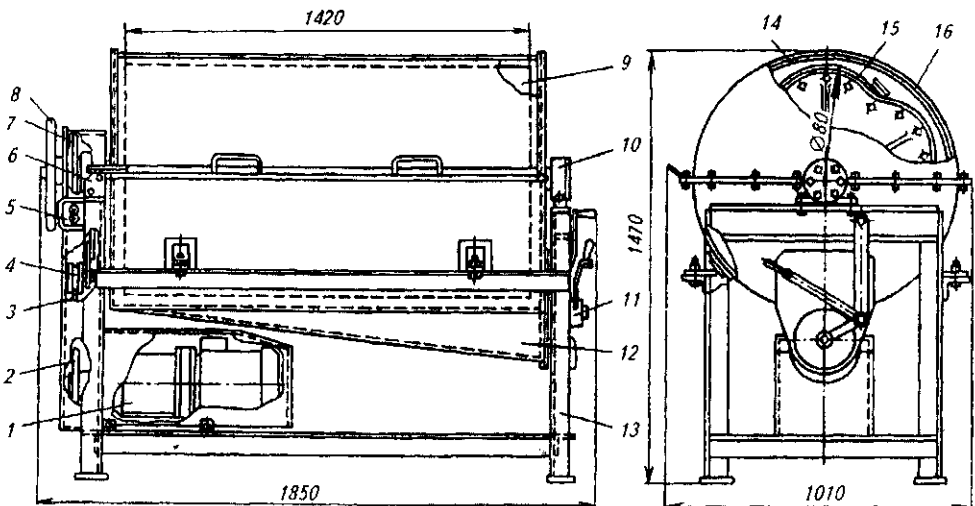


Рис. 7.15 Моечная барабанная машина БСН-2М

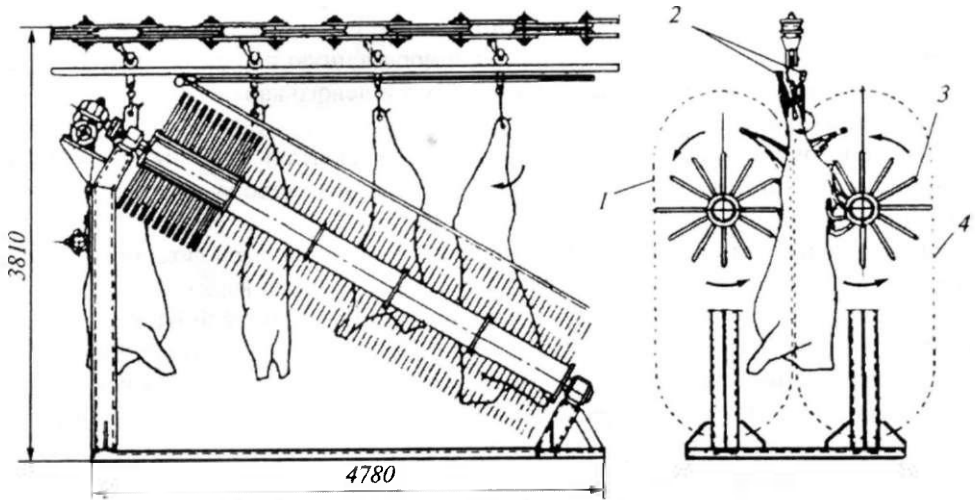


Рис. 7.16 Моечная машина К7-ФМГ для туш свиней в шкуре после обескровливания и при мокром туалете

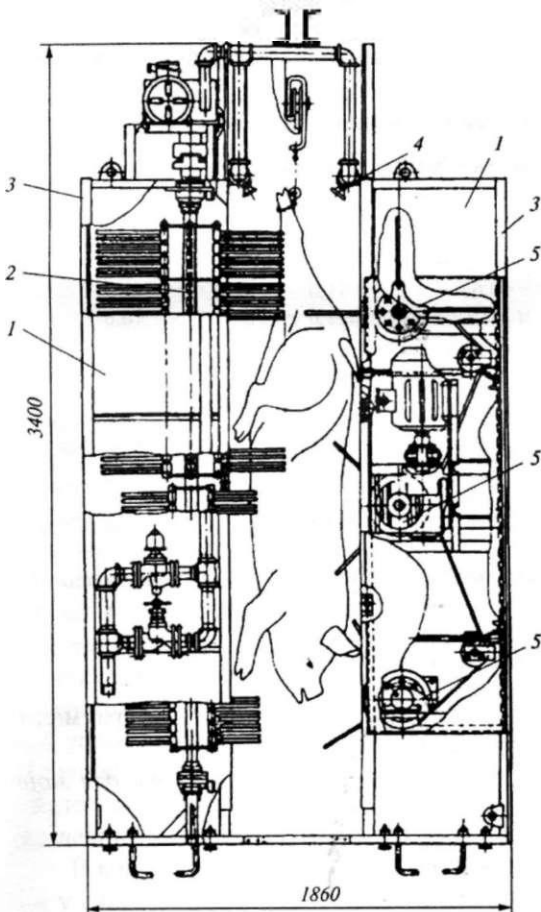


Рис. 7.17 Моечная машина К7-ФМД

Машина состоит из двух кар-
касов 2 и 3. Внутри каждого каркаса
под углом 25° к горизонтальной
плоскости в подшипниках качения
установлен щеточный барабан 4.
Ручками в нем закреплены капроно-
вые нити диаметром 1 мм. Привод
каждого барабана осуществляется от
индивидуального электродвигателя
через муфту и редуктор.

Над барабанами установлены
оросительные трубы 1 с форсунка-
ми, через которые из водопровод-
ной сети подается вода для мойки
туш. Снаружи барабаны закрыты
кожухами. Барабаны вращаются
навстречу друг другу, и при прохо-
ждении туши между ними щетками
осуществляются мойка и удаление
механических загрязнений.

Моечная машина К7-ФМД
(рис. 7.17) состоит из двух (правого
и левого) сварных каркасов 1. Внут-
ри правого каркаса имеются три
горизонтальных барабана 5, пред-
ставляющих собой вал с резиновы-
ми билами, приводящимися во вра-
щение приводом, расположенным в

боковой части каркаса. Средний барабан соединен с редуктором муфтой-шкивом, а два других приводятся в движение через клиноременную передачу. Частота вращения горизонтальных барабанов одинакова. Внутри левого каркаса установлен вертикальный барабан 2.

Его конструкция аналогична конструкции горизонтальных барабанов. Привод барабана, состоящий из электродвигателя и редуктора, находится в верхней части каркаса.

Оросительное устройство 4 – трубопровод с воронками, расположенными с обеих сторон подвесного конвейера, смонтировано в верхней части каркасов. Блокирующее устройство на входе в машину крепится на кронштейне к путевой балке. Во избежание разбрызгивания воды с обеих сторон машины имеются защитные стенки 3.

При работе моечной машины свиные туши подаются подвесным конвейером в рабочее пространство между вращающимися билами и орошаются струями воды. По мере перемещения туша очищается от загрязнений. При этом троллей с подвешенной на нем тушей отклоняет рычаг блокирующего устройства, связанного с реле времени, и обеспечивает непрерывную подачу воды в машину и вращение барабанов. В случае остановки конвейера либо отсутствия туш на нем срабатывает реле времени. В результате отключается подача воды и прекращается вращение барабанов. При пуске конвейера троллей с навешенной на нем тушей замыкает контакты блокирующего устройства, при этом включение барабанов и подача воды осуществляются автоматически.

Технические характеристики моечных машин приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3 Техническая характеристика машин для мойки туш животных

Показатель	Моечные машины		
	БСН-2М	К7-ФМГ	К7-ФМД
Производительность, полутуш/час	65...195	100	74
Расход воды, м ³ /ч	0,65	11,0	6,3
Установленная мощность, кВт	2,2	11,0	10,0
Частота вращения, с ⁻¹ :			
щеток		2,33	--
барабана	4,72	--	2,5
Габаритные размеры, мм:			
длина	1850	4780	2200
ширина	1010	2620	1860
высота	1470	3810	3400
Масса, кг	570	2861	1250

Инженерные расчеты. Производительность машин для мойки туш животных Π (кг/ч)

$$\Pi = 3600mv / l,$$

где m – масса одной туши, кг; v – скорость движения цепного транспортера, м/с; l – шаг расположения туш на цепном транспортере, м.

Мощность электродвигателя привода главного конвейера машины для мойки туш N (кВт)

$$N = 10^{-3} (m_{mp} + mk)gv / \eta,$$

где m_{mp} – масса главного конвейера, кг; m – масса туши, кг; k – количество туш, одновременно находящихся на конвейере, шт.; g – ускорение свободного падения, $9,81 \text{ м/с}^2$; v – скорость конвейера, м/с; η – КПД привода.

Мощность электродвигателя центробежных насосов, подающих воду в моечную машину N_n (кВт),

$$N_n = 10^{-3} Q_m P / \eta_n,$$

где Q_m – расход жидкости, подаваемой насосом к форсункам, кг/с; P – давление, создаваемое насосом, Па; η_n – КПД привода.



Невежество – лучшая в мире наука, она дается
без труда и не печалит душу.
БРУНО ДЖОРДАНО (1548 -1600),
итальянский мыслитель

7.7 ТЕХНИКА БУДУЩЕГО: НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Установка для мойки зернового материала, гидросепаратор для отделения примесей и способ отделения примесей от зернового материала (Пат. № 2161070 РФ, В03 В5/70) относятся к мойке зерна и его очистке от примесей при подготовке к выпечке хлебобулочных изделий.

На рис. 7.18 представлен общий вид моечной машины; на рис. 7.19 – узел струйного аппарата; на рис. 7.20 – поперечный разрез со схемой распределения потоков. Установка содержит установленную на опорной раме 1 моечную ванну 2 с наклонным полуцилиндрическим дном 3, боковыми стенками 4 и торцевой стенкой 5. В верхней части дна 3 выполнено разгрузочное окно 6. В нижней части торцевой стенки 5 установлен дренажный патрубок 7, в верхней ее части выполнено сливное окно 8. Над дном 3 ванны 2, между торцевой стенкой 5 и разгрузочным окном 6, установлен шнек 9 с приводом 10. Над ванной, у ее торцевой стенки 5, установлен первый сепаратор 11, корпус которого 12 выполнен со сливом 13, обращенным в сторону разгрузочного окна 6. Под сливом 13 первого гидросепаратора 11 установлен второй гидросепаратор 14, корпус которого 15 примыкает к боковым стенкам 4 моечной ванны 2 и закреплен на них, причем дно корпуса 15 размещено ниже уровня слива сливного окна 8. Корпус 15 выполнен со сливом 16, обращенным в сторону торцевой стенки 5 моечной ванны 2.

Система подачи разделенной жидкости (на рис. 7.18 не показана) через регулировочный вентиль 17 и гибкий трубопровод 18 соединена с Г-образным коллекторным патрубком 19, который установлен в корпусе 12 первого гидросепаратора 11 у стенки, противоположающей сливу 13 и параллельной ему. Жидкость проходит через отверстия в боковых стенках корпуса 12. Коллекторный патрубок 19 закреплен через уплотнения при помощи гайки 20 и контргайки 21 на одной стенке и гайки-заглушки 22 – на другой. Коллекторный патрубок 19 снабжен рядом сопел 23. Над коллекторным патрубком 19 установлена распределительная решетка, являющаяся последним звеном средства для подачи материала.

В корпусе 12 первого гидросепаратора 11 установлено решето 25 с образованием у слива 13 переливного порога 26 и донной полости 27, причем дно корпуса 12 спрофилировано таким образом, что донная полость 27 имеет максимальную глуби-

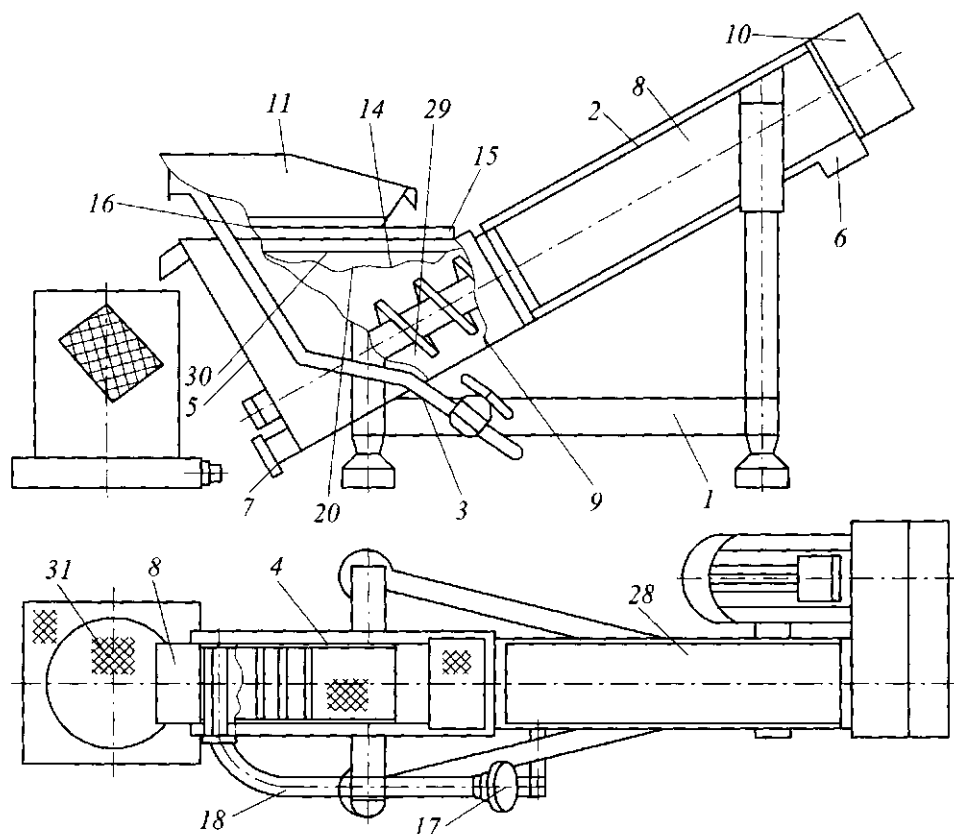


Рис. 7.18 Моечная машина

ну под распределительной решеткой 24 и сужается в сторону переливного порога 26. В корпусе второго гидросепаратора 14 также установлено решето 28 с образованием донной полости 29 и переливного порога 30, причем решето 28 установлено с уклоном в сторону слива 16, а дно корпуса спрофилировано таким образом, что глубина донной полости 29 увеличивается к переливному порогу 30. Решета 25 и 28 выполнены с отверстиями меньше размера зерен обрабатываемого материала, причем решето 28 имеет меньше отверстий. Установка снабжена размещенным под сливным окном 8 моечной ванны 2 фильтром-отстойником 31, подсоединенным к дренажной системе (не показана). Установка снабжена также системой обмыва шнека (не показана). Верхняя часть моечной ванны 2 закрыта крышкой.

Разделенную жидкость подают через вентиль 17, гибкий трубопровод 18 и коллекторный патрубок 19. Последовательно заполняют до уровня слива гидросепараторы 11 и 14 и моечную ванну 2. Включают привод 10 шнека 9. Зерно, прошедшее шелушение и пневмосепарацию, через распределительную решетку 24 поступает в первый гидросепаратор, где оно смачивается под действием струйного потока разделенной жидкости и интенсивно перемешивается. При этом зерно предварительно очищается от грязи и остатков грубых оболочек и из него выделяются наиболее тя-

желые примеси. По мере продвижения к сливу 13 пульпа подвергается все более тонкому разделению. Проходя слив 13, поток пульпы разворачивается, падает на решето 28 второго гидросепаратора 14, где поток тормозится и снова разворачивается. Это способствует расслоению пульпы. При попадании на наклонное решето 28 пульпа рассеивается, а разделительная жидкость, проходя через решето 28 в донную полость 29, уносит с собой более мелкие тяжелые примеси, смывая их по наклонному дну в глубокую часть донной полости 29, которая прилегает к переливному порогу 30. Здесь поток тормозится, частицы оседают, а жидкость через решето 28 ламинарным потоком поднимается к сливу 16. Зерно поступает в этот поток по решету 28, поднимается им, подвергаясь окончательной очистке от тяжелых примесей в восходящем потоке, и, через переливной порог 30 поступает в моечную ванну 2.

Поток пульпы, двигаясь от слива 16 второго гидросепаратора 14, разделяется: зерно опускается на дно, а гидродинамические легкие примеси с потоком жидкости через сливное окно 8 удаляются в фильтр-отстойник 31. При этом жидкость, поступающая из системы обмыва шнека в моечную ванну 2, создает у ее торцевой стенки 5 слабый восходящий поток, способствующий выносу взвеси мелких пылевидных частиц. Зерно, опускающееся на дно ванны 2, поднимается шнеком 9 и подается к разгрузочному окну 6, окончательно обмываясь жидкостью из системы обмыва шнека. Ванна 2 периодически промывается. При этом грязная вода сбрасывается через дренажный патрубок 7. Ввиду малого содержания тяжелых примесей для их удаления из гидросепараторов достаточно ручной периодической очистки.

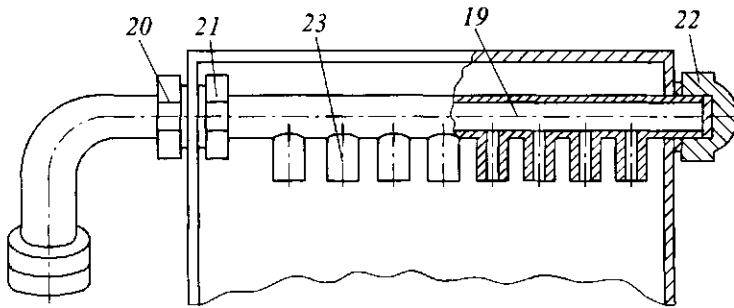


Рис. 7.19 Узел струйного аппарата

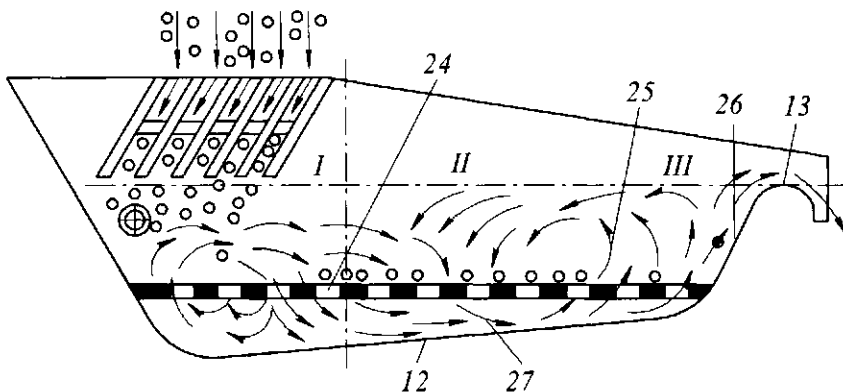


Рис. 7.20 Поперечный разрез моечной машины со схемой распределения потоков

Установка для мойки зернового материала *отличается* тем, что второй гидросепаратор установлен таким образом, что его слив направлен противоположно сливу первого гидросепаратора. Установка *отличается* тем, что корпус второго гидросепаратора примыкает к боковым стенкам ванны, дно его размещено ниже уровня перелива сливного окна, а слив направлен к торцевой стенке. Установка *отличается* тем, что сливное окно выполнено в торцевой стенке ванны.

Способ отделения примесей от зернового материала *отличается* тем, что циркуляцию разделительной жидкости осуществляют путем создания нисходящего турбулизированного потока в зоне подачи и восходящего потока в зоне слива с образованием между ними рециркуляционной зоны. Способ *отличается* тем, что хотя бы часть разделительной жидкости подают струйным потоком, пересекая зону подачи материала под острым углом к основанию. Способ *отличается* тем, что обрабатываемый материал подают в сухом виде. Способ *отличается* тем, что угол наклона струйного потока и его напор регулируют. Способ *отличается* тем, что восходящий поток разделительной жидкости создают разворотом нисходящего потока под основанием.

Гидросепаратор для отделения примесей от зернового материала *отличается* тем, что средство для подачи разделительной жидкости выполнено в виде струйного

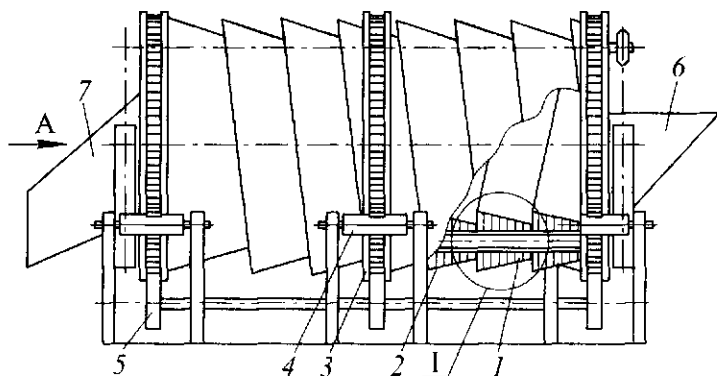


Рис. 7.21 Устройство для очистки

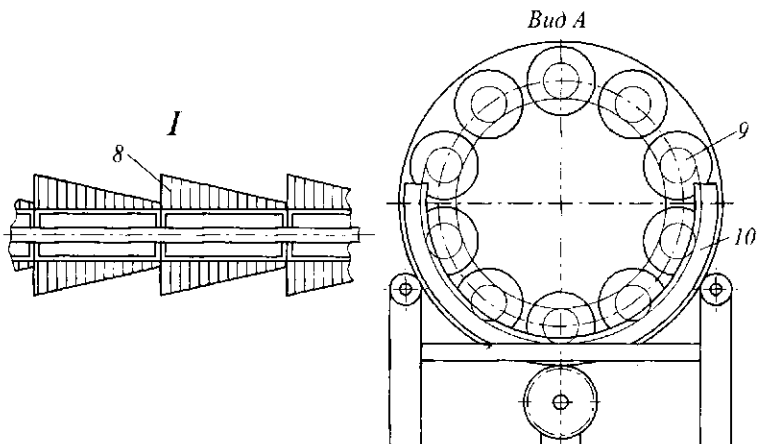


Рис. 7.22 Валковый очиститель

аппарата, ориентированного в сторону переливного порога под острым углом к решетке, а средство для подачи обрабатываемого материала размещено с возможностью пересечения потока обрабатываемого материала струйным потоком разделительной жидкости. Гидросепаратор *отличается* тем, что струйный аппарат снабжен механизмом изменения угла наклона струй и средством регулирования их напора. Гидросепаратор *отличается* тем, что струйный аппарат выполнен в виде коллекторного патрубка с соплами, установленного в корпусе параллельно сливному порогу. Гидросепаратор *отличается* тем, что дно корпуса образует с решеткой сужающуюся в сторону переливного порога полость.

Устройство для очистки корнеклубнеплодов от загрязнений (Пат № 2172088 РФ, А01 D33/08) предназначено для снижения энергоемкости процесса очистки.

На рис. 7.21 представлен общий вид устройства для очистки, на рис. 7.22 – валковый очиститель и приводные звездочки. Приводные валы 1 валковых очистителей 2 размещаются в концентрических отверстиях кольцевых дисков 3 по кругу, и образуют, таким образом, полость трубчатого сечения, внутренняя часть которой является камерой очистки устройства. Диски 3, установленные на поддерживающих роликах 4, по периметру имеют цевки, которые входят в зацепление с зубьями приводной звездочки 5. С одной стороны очистительной камеры располагается загрузочный лоток 6, а с другой стороны – выгрузочный лоток 7.

Валковый очиститель 2 набран из отдельных щеточных элементов 8, закрепленных неподвижно на валу 1. Ворс щеточных элементов 8, в свою очередь, имеет разную длину, и представляет в поперечном сечении усеченный конус из-за разной длины ворса по образующей барабана щетки. Разная длина ворсин щеточных элементов и их упорядоченное размещение на смежных валах формируют винтообразную поверхность щеточных очистителей в очистительной камере устройства. На концах валов 1 установлены приводные звездочки 9, которые входят в зацепление с двумя секторами 10 с внутренним зацеплением, размещенными на торцевых сторонах очистителя.

Устройство для очистки корнеклубнеплодов *отличается* тем, что валы установлены в кольцевых дисках и щеточные элементы, располагаясь по кругу, образуют за счет разной длины ворса по образующей и размещения их на смежных валах со смещением в продольном направлении винтообразную полость трубчатого сечения; *отличается* тем, что кольцевые диски имеют по периметру цевки; *отличается* тем, что с торцевых сторон установлены секторы с внутренними зубьями, а концы валов оснащены приводными звездочками.

Устройство для мойки корнеклубнеплодов (А. с. № 755264, А23 N12/00) предназначено для повышения интенсивности перетирания свеклы, снижения степени ее загрязненности и уменьшения боя.

На рис. 7.23 изображен общий вид устройства; на рис. 7.24 – участок витка; на рис. 7.25 – изображение витков с клинообразными уступами; на рис. 7.26 – уступ. Устройство для мойки корнеклубнеплодов содержит раму 1, на которой смонтированы привод 2, подшипники 3, валы 4 и 5 с восемью блоками автомобильных колес 6, на которых установлен цилиндрический барабан 7 с загрузочным конусом 8, выгрузочным сдвоенным конусом 9 и торцовым перфорированным днищем 10. Внутри барабана 7 по всей длине укреплены по спирали перфорированные витки 11 с гофрами 12, а между витками 11 расположены клинообразные уступы 13, рабочие поверхности 14, которые выполнены криволинейными. В выгрузочном сдвоенном конусе 9 витки

15 установлены с переменным шагом и постепенным увеличением высоты витка на выходе. В цилиндрической части барабана смонтирована труба 16 с отверстиями 17 для выхода воды. Верхняя часть витков 11 выполнена сферической.

Моечный барабан 7 установлен в горизонтальной плоскости, непрерывное вращение которого осуществляется за счет усилий трений, возникающих между барабаном и автомобильными колесами.

Устройство для мойки корнеклубнеплодов отличается тем, что с целью повышения эффективности перетирания корнеклубнеплодов, снижения степени их загрязненности и уменьшения боя витки имеют гофры, при этом верхняя часть витков выполнена сферической, а рабочие поверхности уступов выполнены криволинейными.

Моечная машина для мойки плодов и овощей (А. с. № 1369950, А23 N 12/02) предназначена для расширения функциональных возможностей при одновременном повышении качества мойки.

На рис. 7.27 показана предлагаемая машина. На раме 1 установлена ванна 2, несколько расширенная в загрузочной части 3. Над ванной 2 на раме закреплен барабан

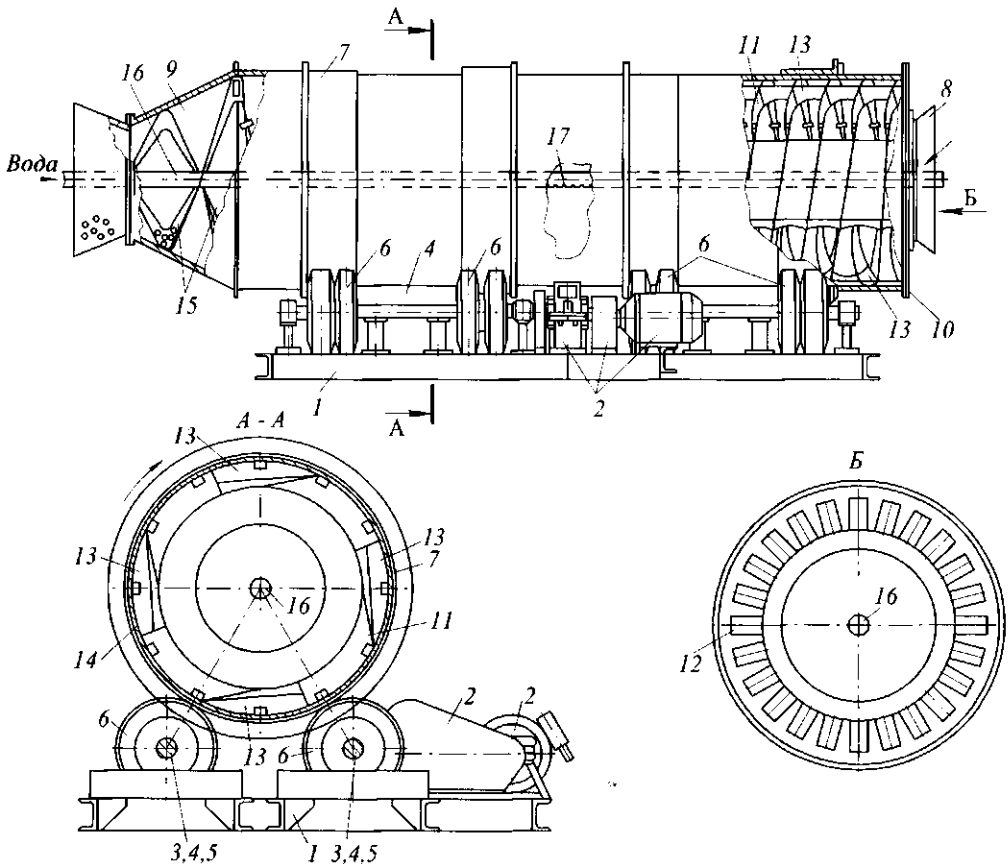


Рис. 7.23 Устройство для мойки корнеклубнеплодов

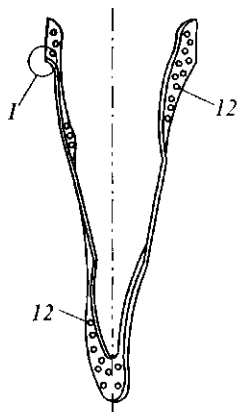


Рис. 7.24 Участок витка

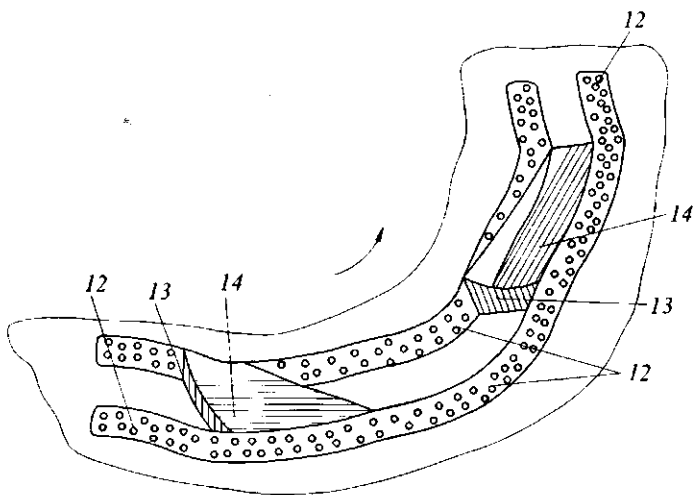


Рис. 7.25 Витки с клинообразными уступами

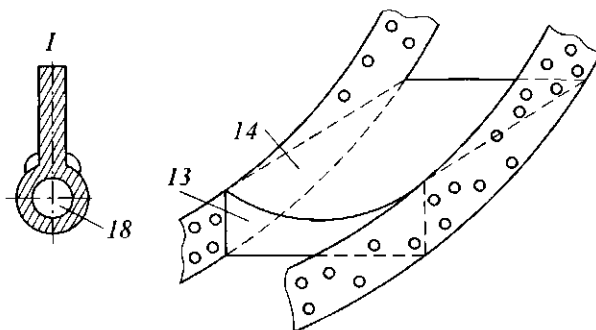


Рис. 7.26 Уступ

бан 4 цилиндрической формы с помощью кронштейнов 5 с возможностью вращения вокруг неподвижного полого вала 6. Барабан 4 выполнен из нескольких металлических колец, параллельно соединенных между собой продольными прутками, к которым крепятся кронштейны 5, и обшит деревянными рейками 7. Большая часть поверхности барабана 4 на две трети его длины выполнена с продольными щелями 8, образованными между рейками 7, одна треть его длины выполнена с клиновидными щелями 9, образованными между клиновидными рейками 10. Щели 9 обращены острием в сторону загрузки продукта. На раме 1 под барабаном 4 установлен поддон 11 для слива технологической воды и попутных включений. Поддон 11 снабжен сливным патрубком (не показан). На внутренней поверхности барабана 4 неподвижно закреплен транспортирующий шнек 12, выполненный в виде спиралевидных витков.

Загрузочный орган выполнен в виде двух изогнутых полукругом лоткообразных захватов 13, выполненных на концах в виде решетки 14 для стекания воды и установленных на торце барабана 4 диаметрально противоположно, т. е. на 180° друг от друга. На торцовом венце барабана 4 со стороны привода 15 жестко соединена тре-

мя стойками ведомая звездочка 16 моноблочного исполнения с шестерней, а с противоположной стороны по центру барабана 4 к уголкового венцу жестко прикреплена с помощью трех стоек обойма 17. Через обойму 17 и ведомую звездочку 16 введен полый вал 6, выполняющий роль оси. На полом валу 6 равномерно установлены душевые коллекторы 18. Полый вал 6 на одном конце заглушен, а на другом конце соединен с напорным трубопроводом. На полом валу 6 внутри барабана 4 на небольшом расстоянии от обоймы 17 с одной стороны и от моноблочной звездочки-шестерни 16 жестко закреплены кронштейны 19. Концы кронштейнов 19 направлены вниз барабана 4 в зону мойки продукта, на них установлен мочный орган в виде валкообразной щетки 20 из капроновой лески, выполненной с возможностью вращения в сторону, противоположную вращению барабана 4. На торце шейки вала 21 щетки 20 напрессована ведомая шестерня 22, которая находится в зацеплении с моноблочной звездочкой-шестерней 16.

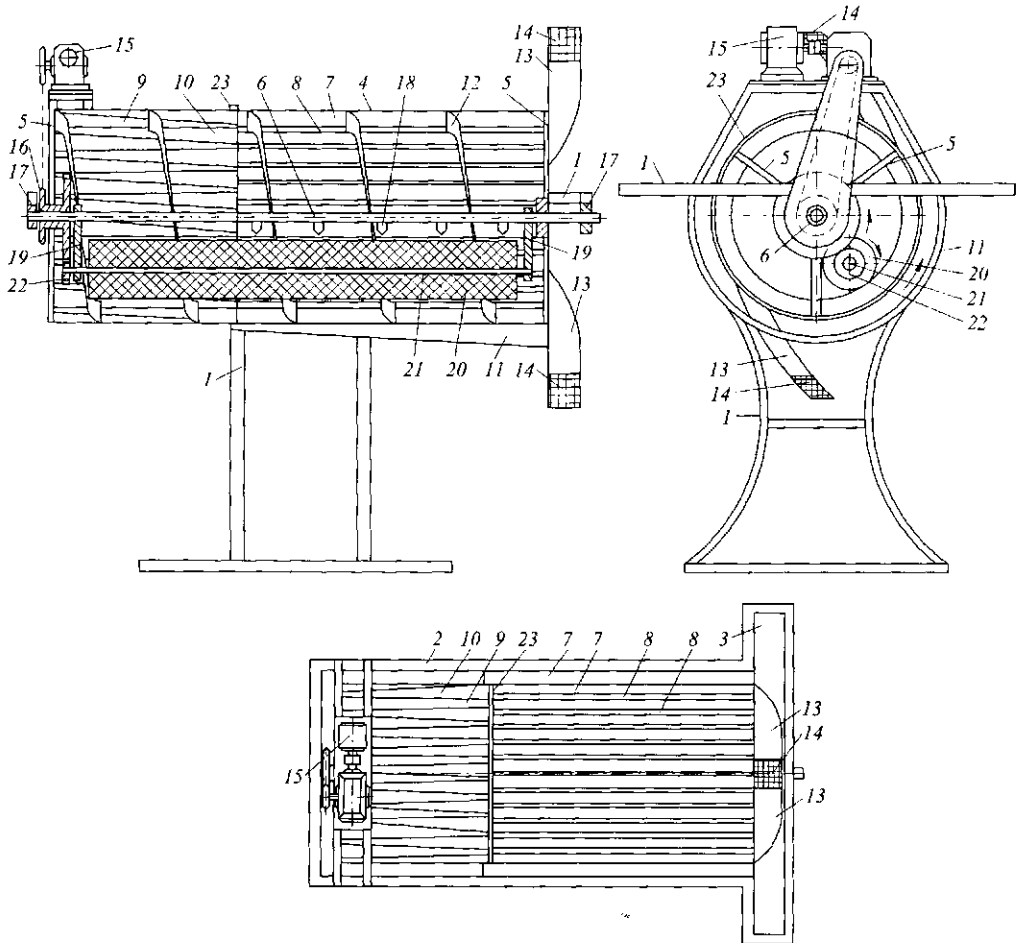


Рис. 7.27 Мочная машина для мойки плодов и овощей

Для регулирования производительности лоткообразные захваты на концах выполнены регулируемы по ширине. Для этого решетки 14 выполнены из двух частей, одна из которых выполнена с возможностью выдвижения и фиксации с помощью болтов (не показаны). Для расширения диапазона калибровки продукта клиновидные щели 9 выполнены регулируемы по ширине. Для этого рейки 10 могут сдвигаться по поверхности барабана 4 по лапам, меняя ширину щелей 9, и фиксироваться с двух сторон с помощью стяжек 23.

Моечная машина для мойки плодов и овощей отличается тем, что, с целью расширения функциональных возможностей при одновременном повышении качества мойки, щетка моечного органа выполнена валкообразной и установлена в нижней части барабана с возможностью вращения в сторону, противоположную вращению последнего; загрузочный орган выполнен в виде двух диаметрально расположенных лоткообразных захватов; одна третья часть барабана со стороны, противоположной загрузочному органу, состоит из клиновидных планок с расширяющимися щелями по ходу движения продукта, а продольные щели выполнены со стороны загрузочного органа на две трети длины барабана.

* * *

В этой главе наиболее важными являются следующие моменты.

1. Знание механизма удаления загрязнений с отмываемой поверхности позволяет правильно выбрать способ мойки растительного и животного сырья, а также вид моющего средства, и учитывать факторы, влияющие на интенсивность процесса мойки.

2. Классификация моечных машин по функционально-технологическому принципу позволяет не только понять устройство и принцип действия основных типов моечных машин, но и выбрать ту из них, которая наиболее полно учитывает особенности процесса мойки различных видов пищевого сырья в зависимости от его свойств.

3. Основные направления повышения эффективности работы моечного оборудования определяются особенностями эксплуатации, ремонта и обслуживания моечных машин и с учетом факторов, влияющих на производительность моечных машин и энергоемкость процесса мойки.

4. Приведенные методики инженерных расчетов моечных машин позволяют правильно организовать проектирование, конструирование, изготовление, монтаж и наладку машин, что, в свою очередь, повышает надежность оборудования при реализации технологических функций.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие виды моечных машин Вы знаете?
2. Каков механизм удаления загрязнений с отмываемой поверхности?
3. За счет чего можно интенсифицировать процесс мойки пищевого растительного сырья?
4. Какими способами производится мойка растительного сырья?
5. Почему ограничена частота вращения барабана моечной машины?
6. Какие требования предъявляются к эксплуатации и обслуживанию моечных машин?
7. Какие типы увлажнителей машин используются для мойки зерна?
8. За счет изменения каких параметров можно регулировать производительность шнековых моечных машин?
9. Каким образом осуществляется удаление тяжелых примесей из свекломоечных машин?
10. Каковы недостатки вибрационных моечных машин?

11. Для мойки каких видов пищевого сырья целесообразно применение сжатого воздуха? Почему?
12. Каковы основные направления совершенствования конструкций линейных моечных машин?
13. Какие виды моечных машин используются для мойки сахарной свеклы?
14. В чем состоят недостатки свекломоечных машин с постоянным уровнем воды?
15. Как осуществляется отделение и удаление тяжелых примесей в свекломоечных машинах?
16. Какие факторы влияют на производительность свекломоечных машин?
17. Какие параметры влияют на величину потерь сахара при мойке свеклы? Как можно их снизить?
18. Какие недостатки свекломоек с высоким уровнем воды?
19. Каково устройство машин для мойки туш животных и каков их принцип действия?
20. Назовите факторы, влияющие на интенсивность и качество мойки туш животных.

УПРАЖНЕНИЯ

Предложите в виде эскизов Ваши решения инженерных задач, связанных с развитием конструкций:

- для мойки зерна;
- для мойки сахарной свеклы;
- для мойки плодов и овощей;
- для мойки туш животных.

Эти решения должны предполагать совершенствование, модернизацию оборудования с целью достижения одного или нескольких следующих результатов:

- повышения производительности;
- повышения качества продукции;
- улучшения условий труда рабочего с точки зрения эргономики, техники безопасности и охраны труда;

- экономии времени на санитарное обслуживание оборудования;
- экономии времени на техническое обслуживание оборудования;
- экономии энергоресурсов;
- экономии конструкционных материалов;
- повышения технологичности конструкции с точки зрения изготовления и ремонта;
- улучшения дизайна оборудования;
- снижения себестоимости продукции другими, кроме перечисленных выше, путями.

Вместе с этими, преимущественно машиноведческими, аспектами рассмотрите возможность развития конструкций машин и аппаратов с точки зрения повышения качества самих технологических процессов, которые реализуются этим оборудованием. Речь идет об увеличении точности, устойчивости, надежности, управляемости и стабильности технологических процессов, а также о снижении их чувствительности к возмущающим факторам окружающей среды.

По результатам Вашей работы сделайте заключение о том, в какой мере Ваши предложения повышают готовность машин и аппаратов к эффективной автоматизации данных технологических процессов.



Науку часто смешивают со знанием. Это глубокое недоразумение. Наука есть не только знание, но и сознание, т.е. уметь пользоваться знанием как следует.
КЛЮЧЕВСКИЙ ВАСИЛИЙ ОСИПОВИЧ (1841–1911), русский историк

Глава 8

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ И СЕПАРИРОВАНИЯ СЫПУЧЕГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Очистка – процесс отделения посторонних примесей из исходного сыпучего материала.

Сепарирование – процесс разделения сыпучих материалов на фракции, различающиеся физическими и геометрическими размерами. Для разделения сыпучих материалов на фракции используют следующие признаки: плотность частиц, линейные размеры, аэродинамические и ферромагнитные свойства, состояние поверхности и др.



...признаваться в незнании, на мой взгляд, одно из лучших и вернейших доказательств наличия разума.
МОНТЕНЬ МИШЕЛЬ де КОЛЬЕ (1533–1592), французский философ и писатель

8.1 НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ И СЕПАРИРОВАНИЯ СЫПУЧЕГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Часть сыпучего продукта, имеющего размеры ячеек сита и проходящего через ситовую поверхность, называется проходом, а частицы продукта, которые не пройдут по размерам сквозь отверстия сита и ссыпаются с него через край, образуют сход.

Для нормальной организации процесса разделения сыпучего продукта необходимо выполнить основное условие просеивания – скольжение частиц продукта по поверхности сита.

В связи с тем, что в промышленности неподвижные сита редко применяются, ввиду их малой производительности и громоздкости, рассмотрим более подробно механизм просеивания в машинах с подвижными ситами, отвечающих современным требованиям производства.

Предельное ускорение, при котором сила инерции становится равной силе трения, называется критическим ускорением и для случая скольжения плоских частиц по ситу равно $a_{кр} = fg$, где f – коэффициент трения скольжения частицы по ситу; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Ситовой корпус подвешивают к станине машины с помощью плоских стальных пластин и приводят в колебательное движение посредством кривошипно-шатунного механизма.

Предельная частота вращения кривошипа n_n (c^{-1}) при котором частица не отделяется от сита, находится из формулы

$$n_n = 30 / \sqrt{r \operatorname{tg} \alpha},$$

где r – радиус кривошипа, м; α – угол наклона сита к горизонту, град.

По аналогии определяют основные параметры и для других кинематических схем.

Для горизонтальных сит с колебаниями в наклонной прямой

$$n_n = 3\sqrt{1 / r \sin \beta},$$

где β – угол наклона подвески сита к вертикали, град.

Для наклонных сит с колебаниями в наклонной плоскости при $\beta = \alpha$

$$n'_n = 3\sqrt{\sin(\varphi \pm \alpha) / r \cos \varphi},$$

где n'_n – частота вращения кривошипа, при которой частица начинает перемещаться либо вниз – знак (–), либо вверх – знак (+).

Процесс сепарирования движущегося сыпучего продукта состоит из двух одновременно происходящих стадий. На первой стадии (самосортировании) частицы, имеющие меньшие размеры, большую плотность, меньшее значение коэффициента внутреннего трения и удобно обтекаемую форму, перемещаются из верхних слоев в нижние и достигают поверхности сита. Вторая стадия (собственно просеивание частиц) происходит при относительном движении их по ситу. Однако для эффективного протекания процесса обе стадии требуют различного кинематического режима движения сита: при увеличении ускорения улучшается самосортирование, а для успешного осуществления просеивания необходимо ограничивать максимально допустимые пределы ускорения.

При возвратно-поступательном движении ситового корпуса в кривошипно-шатунном механизме возникают силы инерции, перемешанные по величине и направлению. Через шатун и кривошип эти силы передаются на подшипники и опоры ведущего вала, что вызывает повышенный износ механизмов и снижает их работоспособность.

Для уменьшения негативного воздействия сил инерции производят их уравновешивание следующими основными способами: использованием спаренных механизмов; уравновешиванием ситового корпуса с кривошипно-шатунным механизмом посредством вращающегося груза и уравновешиванием ситового корпуса с помощью балансирующего механизма.

Для ограничения амплитуд колебаний ситового корпуса применяют амортизаторы различных конструкций: с применением силы трения элементов или с использованием сил упругости элементов.

Для уравновешивания сил инерции в зерноочистительных сепараторах с возвратно-поступательным движением используют также эксцентрикковые и инерционные колебатели.

Пневмосепарирование основано на различии сопротивлений, оказываемых отдельными частицами воздушному потоку, что обусловлено их различными аэродинамическими свойствами.

Рассмотрим схему действия воздушного потока на частицу. На частицу массой m действует сила тяжести $G = mg$ и сила сопротивления воздушного потока

$$R = \xi(\rho/2)F_M v^2,$$

где ξ – коэффициент аэродинамического сопротивления; F_M – площадь проекции частицы на плоскость, нормальную к вектору относительной ее скорости (миделево сечение), м²; v – относительная скорость частицы в воздушном потоке, м/с; ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Значение коэффициента ξ зависит от формы частицы, состояния ее поверхности и режима потока воздуха, обтекающего ее, т. е. от числа Рейнольдса (Re).

В вертикальном восходящем потоке воздуха сила тяжести G и сила сопротивления R , действующая на частицу, всегда противоположны. Таким образом, отношение R/G определяет направление движения частицы: при $R/G < 1$ частица движется вниз; при $R/G > 1$ – вверх и при $R/G = 1$ частица находится в равновесии.

Из соотношения $R = G$ можно найти скорость витания или критическую скорость:

$$mg = \xi(\rho/2)F_M v_{\text{вит}}^2 \quad \text{или} \quad v_{\text{вит}} = \sqrt{2G / (\xi\rho F_M)}.$$

Наибольшее влияние на эффективность пневмосепарирования оказывают: удельная нагрузка продукта на канал q ; средняя скорость воздушного потока v_0 ; выравниваемость воздушного потока Φ_B ; физико-механические свойства примесей сепарируемой смеси и степень засоренности; размеры и конструктивное решение пневмосепарирующих каналов; начальная скорость и условия ввода сепарируемой смеси в пневмосепарирующий канал и др.

Аналитическую зависимость перемещения частицы в пневмосепарирующем канале получил В.В. Гортинский:

$$x = \left\{ \left[(g - kv^2\psi) / kv\psi \right] t - \left(1 / (kv\psi)^2 \right) \right\} \left[\left((g - kv^2\psi) - kv\psi\dot{x}_0 \right) (1 - e^{kv\psi t}) \right],$$

где $k = \xi\rho F_M / (2m)$ – коэффициент пропорциональности силы аэродинамического сопротивления; t – время, с; v – относительная скорость движения частицы в канале, м/с; ψ – коэффициент.

Коэффициент извлечения легких примесей в пневмосепарирующем канале

$$\eta = 1 - \left[1 / \left(1 + (\rho_t / Aq_t b) \ln(1 + (b / H_0) L_x) \right) \right],$$

где A – коэффициент, зависящий от v_ϕ и от свойств компонентов, м²с;

$$A = t(1 - \eta) / (H_T^2 \eta), \quad b = (H_T - H_0) / L_x,$$

здесь v_ϕ – скорость фильтрации, м/с; t – время, с; q_t – удельная нагрузка, кг/м²; H_0 – начальная толщина слоя продукта, м; L_x – длина рабочего канала, м; ρ_t – плотность псевдоожиженного слоя тяжелого компонента, кг/м³; H_T – толщина слоя тяжелого компонента, м.

Магнитное сепарирование. Очистку сырья и промежуточных продуктов от металломагнитных примесей производят на магнитных сепараторах с постоянными магнитами или электромагнитами.

Металломагнитные примеси разнообразны по форме, размерам и происхождению: случайно попавшие мелкие металлические предметы, продукты износа рабочих органов и др.

По способу удаления металломагнитных примесей из движущегося потока продукта различают три типа магнитных сепараторов: с верхним расположением магнитов, с нижним расположением магнитов и барабанные магнитные сепараторы с вращающейся немагнитной обечайкой.

Для нормального отделения металломагнитных примесей в магнитном поле необходимо выполнение следующего условия:

$$F_m = V \chi H \text{grad} H > F_c,$$

где F_m – сила притяжения металломагнитной частицы к магниту, Н; $V = m\rho$ – объем частицы, м³; m – масса частицы, кг; ρ – плотность частицы, кг/м³; H – напряженность магнитного поля, А/м; F_c – сила сопротивления, Н; χ – удельная объемная магнитная восприимчивость частицы, м³/кг; $\text{grad} H$ – градиент напряженности поля, представляет собой производную dH/dr в направлении r (наибольшего возрастания напряженности H).

В общем случае уравнение для времени осаждения металломагнитных примесей имеет вид

$$\tau = H^{2,28+0,38n} \left[\left(1 / \sqrt{A} \right) + 0,247 K A^{-0,93} \right],$$

где K – коэффициент сопротивления среды, см⁻¹; H – толщина слоя очищаемого продукта, м; A – коэффициент, характеризующий магнитное поле ($A = (2 + 12) \cdot 10^3$), см³·с⁻²; n – угловая скорость барабана, с⁻¹.

Данное уравнение определяет эффективность первой стадии процесса магнитной сепарации.

Вторая стадия заключается в удерживании извлеченной металломагнитной примеси на поверхности магнитного экрана от смывания ее потоком очищенного продукта и определяется соотношением смывающей силы потока и удерживающей способности магнита.

Эффективность работы рассева оценивается следующими показателями: нагрузкой, коэффициентом недосева, коэффициентом извлечения. Нагрузка представляет собой количество исходной смеси, поступающей в рассев в единицу времени.

Коэффициент недосева (%) характеризует неоднородность фракций и показывает относительное содержание мелких, проходowych фракций в продуктах, полученных сходом с сита, и вычисляется по формуле

$$\xi = (m_0 - m) / (m_c - m),$$

где m_0 – масса проходовой фракции, кг; m – масса извлеченного продукта, кг; m_c – масса исходной смеси, кг.

Коэффициент извлечения (%) равен отношению массы извлеченного продукта к массе того же продукта, содержащегося в исходной смеси, т. е. он показывает, какую часть данной фракции удастся выделить из исходной смеси:

$$\eta = (m / m_0) 100 . . .$$

Взаимосвязь коэффициентов недосева и извлечения определяется уравнениями

$$\xi = (1 - \eta) / [(1 / I) - \eta] \quad \text{и} \quad \eta = (1 - \xi / I) / (1 - \xi),$$

где I – относительное содержание проходовой смеси, %.



Человек образованный – тот, кто знает,
где найти то, чего он не знает.
ЗИММЕЛЬ ГЕОРГ (1858–1918),
немецкий философ и социолог

8.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Основными рабочими органами зерноочистительных сепараторов и сортирующих машин являются сита. Применяемые сита по способу изготовления классифицируются на штампованные из металлических листов (иногда их еще называют решетками) и тканые металлические и полимерные сетки. Штампованные сита изготавливаются из оцинкованной или отожженной листовой стали, а тканые – из стальной низкоуглеродистой термически обработанной проволоки простого или саржевого переплетения, а также из шелковых или капроновых нитей.

Рабочим размером штампованных сит является для круглых отверстий – диаметр, прямоугольных – ширина, треугольных – сторона правильного треугольника. Номер сита – это увеличенная в десять раз величина рабочего размера отверстия в миллиметрах.

Коэффициент живого сечения k_F (%) для сит определяют по формуле

$$k_F = (F_0 / F) \cdot 100,$$

где F_0 – площадь отверстия; m^2 ; F – площадь сита, проходящая на одно отверстие, m^2 .

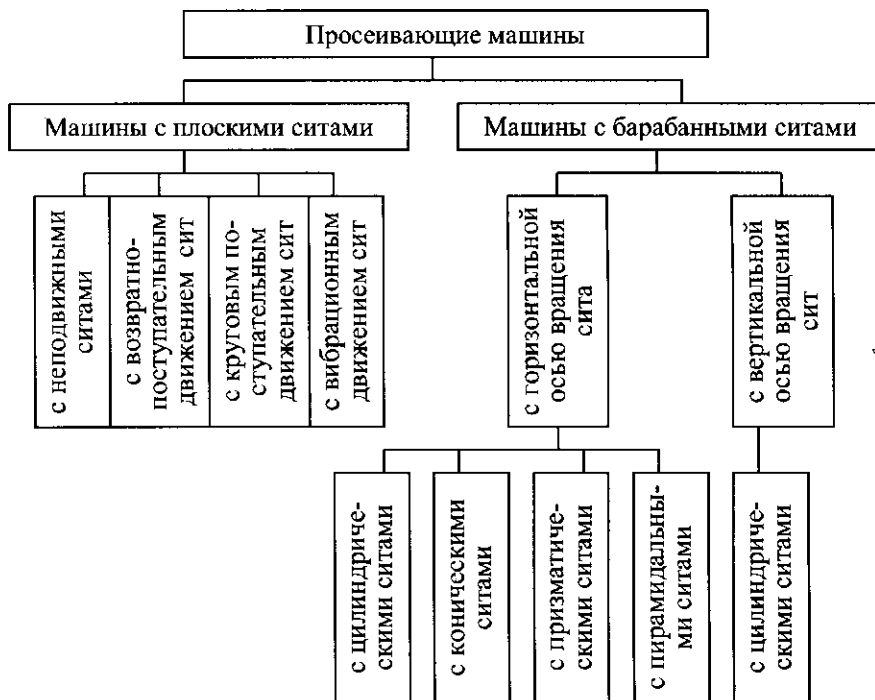


Рис. 8.1 Классификация просеивающих машин

Живое сечение тканых проволочных сит значительно больше живого сечения штампованных сит. Тканые сита также более прочны и изнаноустойчивы. Однако в штампованных ситах могут быть выполнены отверстия любой формы. Сита с круглыми отверстиями располагают в машине так, чтобы две стороны треугольника, с вершинами которого совмещены центры отверстий, были перпендикулярны направлению движения сырья. Сита с прямоугольными отверстиями располагают в машине так, чтобы продольная ось отверстий совпадала с направлением движения продукта.

Размеры отверстий и частота их расположения на сите влияют на производительность сита.

В зависимости от способа реализации основного условия просеивания и конструкции сит предлагается следующая классификация просеивающих машин (рис. 8.1).



Мало просто хотеть – добивайся, стремись...
ОВИДИЙ ПУБЛИЙ (43 до н.э. – около 18 н.э.),
римский поэт

8.3 СКАЛЬПЕРАТОРЫ И КАМНЕОТДЕЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Барабанный скальператор А1-БЗО (рис. 8.2) предназначен для предварительной очистки зерна от крупных примесей (камней, стеблей растений и др.), попавших в зерно во время его уборки, хранения и транспортирования.

Корпус 2 имеет рабочую камеру, где установлен ситовой барабан 3. К корпусу приварены три стойки 6 с опорными пластинами. В них сделаны отверстия для крепления скальператора к перекрытию анкерными болтами. На одной торцевой стенке корпуса с внешней стороны приварен П-образный кронштейн, служащий для установки подшипниковых опор приводного вала и узлов привода. Отверстие на другой стенке предназначено для снятия и установки ситового барабана, его закрывают крышкой. Привод 4 состоит из червячного редуктора и электродвигателя, соединенных клиноременной передачей.

Ситовой барабан с горизонтальной осью вращения закреплен консольно на приводном валу и является основным рабочим органом.

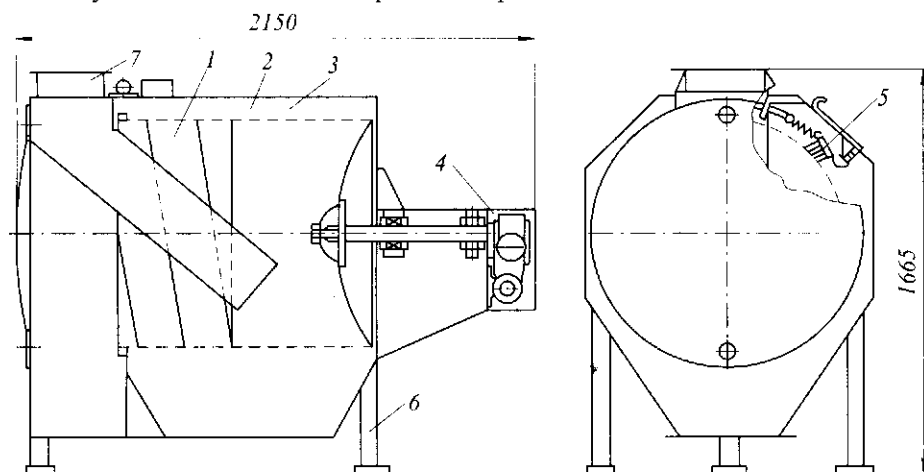


Рис. 8.2 Барабанный скальператор А1-БЗО

Он состоит из сферического днища, приемной части сита с отверстиями размером 25×25 мм и сходовой – с отверстиями размером 10×10 мм. На внутренней поверхности сходовой части ситового барабана приварена винтообразная лопасть. Она выполнена из листовой стали и служит для ускорения вывода примесей из скальператора.

Щетка-очиститель 5 с эластичными прутками расположена сверху вдоль образующей ситового барабана и закреплена в держателе, откидывающемся на шарнирах. Приемное устройство 1 состоит из патрубка и наклонного лотка корытообразной формы.

Принцип работы скальператора заключается в последовательной очистке зерна от крупных примесей. Исходная зерновая смесь равномерно через приемный патрубок 7 поступает по лотку внутрь приемной части ситового барабана 3. Проходя через его отверстия, зерно освобождается от крупных примесей, выводится из машины и подается на последующую очистку. Примеси, постепенно перемещаясь к открытой части ситового барабана, сбрасываются винтовой лопастью в выпускной патрубок для отходов.

На эффективность работы скальператора влияют частота вращения ситового цилиндра, размеры ячеек сита и степень очистки сит.

Отличительной особенностью скальператора являются высокая эффективность очистки от крупных примесей, простота замены сит и высокая надежность работы.

При эксплуатации скальператора А1-БЗО могут возникнуть следующие неисправности: из-за чрезмерной подачи зерна и засорения отверстий ситового барабана вместе с грубыми примесями выделяется зерно; в случае неподжатия щетки и износа эластичных прутков забиваются отверстия ситового барабана, а при ослаблении приводных ремней барабан не вращается; перегрев корпусов подшипников и червячного редуктора свидетельствует об отсутствии смазки.

Техническая характеристика барабанного скальператора А1-БЗО

Производительность, т/ч	100
Размеры ситового цилиндра, мм:	
длина	1078
диаметр	950
Частота вращения ситового цилиндра, мин ⁻¹	21
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /мин	12
Мощность электродвигателя, кВт	0,37
Габаритные размеры, мм	2150×1130×1665
Масса, кг	400

Камнеотделительные машины. Зерновая смесь после очистки в сепараторах, как правило, содержит органические и минеральные примеси, которые могут быть легче или тяжелее зерна, но практически не отличаются по размерам и аэродинамическим свойствам. Поэтому такие примеси не выделяются на ситах и воздушным потоком. Эти примеси в практике очистки зерна считают трудноотделимыми. Состав минеральных примесей разнообразен: мелкая галька, кусочки угля, руды, земли, крупный песок и т. п.

Для высокоэффективного выделения минеральных примесей применяются вибропневматические камнеотделительные машины типа РЗ-БКТ, которые устанавливаются после сепараторов.

Основным свойством, по которому возможно выделить минеральные примеси из зерна, является плотность, составляющая 1900...2700 кг/м³, т. е. примерно вдвое выше, чем у зерна (1300...1400 кг/м³). Различие этих компонентов по коэффициенту трения также способствует их разделению.

Процесс выделения из зерна минеральных примесей на рабочем органе – наклонной сортирующей поверхности (деке) – в условиях восходящего воздушного потока (без просеивания) можно условно рассматривать как три одновременно протекающих явления. При совместном воздействии вибраций сортирующей поверхности и потока воздуха происходит разрыхление слоя зерна, при этом снижается коэффициент внутреннего трения и зерновая смесь переходит в состояние псевдооживления. В таком слое создаются условия для эффективного самосортирования разнородных компонентов: тяжелые частицы опускаются в нижние слои, достигая сортирующей поверхности, а частицы с меньшей плотностью стремятся в верхние слои. В расслоенной смеси происходит процесс вибрационного перемещения разнородных компонентов в противоположных направлениях.

Транспортирование вверх создается в результате определенного сочетания: кинематических параметров, угла наклона и коэффициента трения сортирующей поверхности, нагрузки. При отсутствии воздушного потока все компоненты смеси движутся вверх по сортирующей поверхности. При наличии аэрирующего воздействия воздуха псевдооживленный слой зерна, практически не подверженный транспортирующему воздействию деки, «течет», как жидкость, под уклон и разгружается в нижней широкой части деки. Тяжелые минеральные частицы, находящиеся в нижнем слое и имеющие наибольшее сцепление с шероховатой сортирующей поверхностью, транспортируются вверх против наклона деки и выводятся через верхнюю суженную ее часть.

На эффективность и производительность камнеотделительных машин вибропневматического принципа действия оказывают существенное влияние следующие факторы: частота, амплитуда и направление колебаний, скорость воздушного потока, угол наклона деки и коэффициент трения ее поверхности, различие в плотности зерна и минеральных примесей, нагрузка и влажность зерна. Эффективность очистки зерна от минеральных примесей должна быть не ниже 95 %. Содержание годного зерна в отходах не более 1 %.

Камнеотделительная машина РЗ-БКТ-100 (рис. 8.3) состоит из следующих основных узлов: вибростола, привода, приемных, выпускных и аспирационных устройств и станины.

Вибростол – подвижная часть машины, совершает возвратно-поступательные колебания под углом 30...40° к плоскости деки. Вибростол установлен под углом 5...10° к горизонтالي. Он состоит из несущей сварной рамы 19, в которой смонтирована дека, корпуса 15 и крышки из оргстекла для визуального контроля рабочего процесса. В крышке имеются отверстия для присоединения аспирационного рукава 5 и для приемного устройства.

Дека прикреплена к несущей подвижной раме со стороны выхода минеральных примесей натяжным винтом 1, с противоположной стороны – кронштейнами, а по бокам – натяжными уголками и болтами.

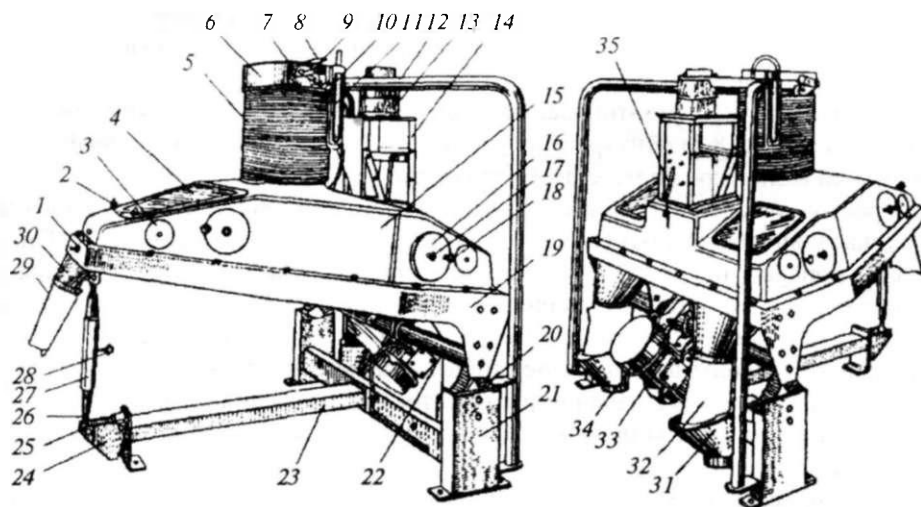


Рис. 8.3 Камнеотделительная машина РЗ-БКТ-100

Основная часть деки – воздухопроницаемая сортирующая поверхность, которая представляет собой металлотканую сетку с отверстиями размером $1,5 \times 1,5$ мм. Изготавливают ее из проволоки диаметром 1 мм. С нижней стороны деки установлено воздуховыравнивающее перфорированное днище с отверстиями диаметром 3,2 мм. Днище прикреплено к деке винтами и гайками-барашками.

Между сеткой и днищем находится сварная рама (решетка) из алюминиевого сплава с продольными и поперечными перегородками, образующими квадраты размером 55×55 мм. Рама и днище предназначены для распределения воздуха.

Корпус машины служит для образования вакуума и размещения вспомогательных узлов машины. В верхней части его расположено пять отверстий: одно – для присоединения приемного устройства, второе – для аспирационного рукава 5 и три отверстия для окон 4. Последние закрыты прозрачным материалом для визуального контроля рабочего процесса с помощью регулировочных винтов 2.

На продольных боковых поверхностях корпуса расположено по два круглых отверстия с крышками 16, имеющими ручку 17 и фиксатор 18. Эти отверстия предназначены для доступа к сетке деки. Рядом с отверстиями установлено четыре регулировочных диска 3 из алюминиевого сплава со шкалой для контроля амплитуды и направления колебаний.

В корпусе машины со стороны выхода минеральных примесей над декой установлен механизм регулирования выпуска минеральных примесей (рис. 8.4). Он представляет собой пластину 1 из

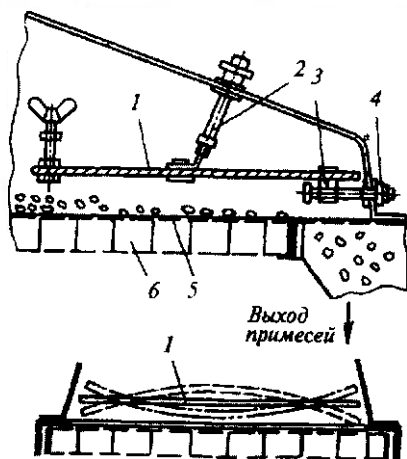


Рис. 8.4 Механизмы регулирования выходного сечения минеральных примесей в машине РЗ-БКТ-100

оргстекла, фиксируется пружиной 3 и болтом 4 с гайкой. Положение его изменяют регулировочными винтами 2. Пластина 1 находится над ссткой 5 деки и воздухораспределительной решеткой 6.

В крышке корпуса смонтирован штуцер, соединенный гибкой трубкой с манометром 11 (см. рис. 8.3). Внутри корпуса под декой установлен неоновый светильник, который включают по мере необходимости.

Вибростол установлен на трех опорах. Со стороны выхода очищенного зерна нижняя часть вибростола опирается на четыре пружины-амортизатора 20. Они расположены попарно под углом 90° одна к другой. С противоположной стороны установлена вертикальная стойка с шарниром и механизмом регулирования угла наклона вибростола. Этим механизмом изменяют угол наклона деки, поднимая или опуская ее край со стороны выхода минеральных примесей. При вращении трубы 27 за ручку 28 происходит перемещение рым-болтов 26. Последние имеют левую и правую резьбу. Величину угла наклона (в градусах) указывает кромка конуса на вертикальной шкале.

Вертикальная стойка с подвижной рамой деки связана уголками и сайлент-блоками 25, а со станиной 23 – через кронштейн 24 и сайлент-блоки. Они состоят из двух концентрично установленных коротких стальных трубок с запрессованной между ними резиновой втулкой. Сайлент-блоки применяют для соединения подвижной и неподвижной частей или двух частей, движущихся по разным законам.

Приемный патрубок 14 включает следующие основные узлы: питатель, приемник, распределитель. Питатель 13 состоит из корпуса, к которому хомутом прикреплен конус-воронка. Нижняя часть питателя соединена гибким рукавом с приемным патрубком 14, а верхняя – с подводящей самотечной трубой. Приемный патрубок имеет две прозрачные боковины, соединенные между собой металлическими стенками, крышку, питающий клапан, рычаг с пружиной 35 и уголком для крепления к корпусу. Приемный патрубок обеспечивает постоянство нагрузки и герметичность вакуумной системы в узле поступления зерна. Распределитель установлен в корпус камнеотделительной машины под приемным патрубком непосредственно над декой. Он состоит из двух боковых стенок, между которыми наклонно установлена металлоканная сетка. Здесь происходит предварительная аэрация и распределение исходной смеси зерна по сортирующей поверхности.

Для выхода очищенного зерна предусмотрены два патрубка на нижнем конце вибростола, а для минеральных примесей – один выпускной патрубок на противоположной стороне. Выпускное устройство состоит из металлического патрубка, жестко связанного с рамой вибростола. К патрубку с помощью хомута присоединяют упругий резиновый рукав, сдавленный с двух сторон. Два резиновых рукава 32 выпускают очищенное зерно в воронки 31, связанные с самотечными трубами, а один рукав 29 выпускает минеральные примеси в переносный накопительный бункер. Рукав 29 соединен с патрубком 30 для минеральных примесей.

Вытяжное устройство представляет собой гибкий аспирационный рукав из прорезиненной ткани, соединенный хомутами в нижней части с корпусом машины, а в верхней – с аспирационным патрубком 6. В последнем установлен регулятор воздуха, выполненный в виде заслонки 8 и поворачивающийся с помощью рукоятки 10 вокруг оси 9 на 90° . В горизонтальном положении заслонка 8 перекрывает сечение патрубка. Положение заслонки указывает верхняя кромка кронштейна 7 на шкале.

Патрубок с регулятором воздуха прикреплен к станине двумя изогнутыми трубчатыми стойками 12.

Привод камнеотделительной машины и возвратно-поступательное движение осуществляются инерционным вибратором 33. Он представляет собой электродвигатель, на обоих концах вала 1 которого установлены регулировочные грузы 2, 3 (рис. 8.5). Регулируют амплитуду колебаний вибростола, изменяя положение грузов друг относительно друга. При этом фиксируют расстояние между двумя точками грузов. Вибратор установлен в центральной части трубы виброрегулятора 22

(см. рис. 8.3) с помощью фиксатора, хомутов, сайлент-блоков и кронштейнов 34.

Виброрегулятор служит для регулирования направления колебаний и установки на нем колеблющихся масс камнеотделительной машины и вибратора. Он состоит из горизонтальной трубы с приваренными к ней опорами, которые прикреплены к несущей раме деки. Труба установлена на четырех пружинах-амортизаторах 20, которые фиксируются конусами стоек станины и конусами вала виброрегулятора. Направление колебаний изменяют, перемещая вибратор в вертикальной и горизонтальной плоскостях относительно вала виброрегулятора.

Станина 23 камнеотделительной машины представляет собой сварную Т-образную конструкцию из двух стальных труб квадратного сечения, кронштейна и двух стоек 21 с конусами для установки пружин-амортизаторов.

Технологический процесс в камнеотделительных машинах происходит следующим образом (рис. 8.6). Неочищенное зерно из приемного устройства попадает на

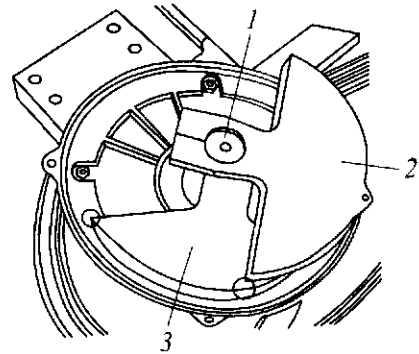


Рис. 8.5 Мотор-вибратор машины РЗ-БКТ-100

сетчатую поверхность распределителя, продувается воздухом и двумя равными потоками поступает на сортирующую поверхность деки. Здесь происходит разделение зерна и минеральных примесей. В результате минеральные примеси транспортируются в верхнюю часть деки и выводятся из машины, а очищенное зерно течет в нижнюю часть и выводится с противоположной стороны. Легкие примеси уносятся воздухом через аспирационное устройство и отделяются в фильтре.

Настройка и регулирование камнеотделительных машин следующие. Рабочий процесс имеет шесть регулируемых параметров: нагрузка, амплитуда и направление колебаний, расход воздуха, угол наклона деки и положение регулировочной пластины в зоне

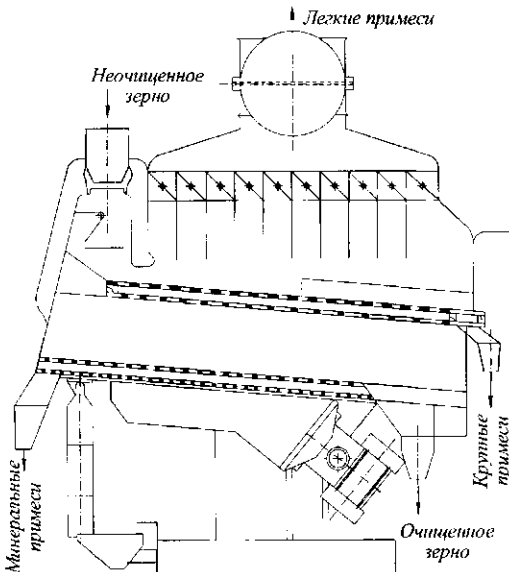


Рис. 8.6 Технологическая схема процесса в камнеотделительной машине

выпуска минеральных примесей. Все параметры имеют механизмы регулирования и соответствующие указатели установленных значений.

Камнеотделительные машины типа РЗ-БКТ после монтажа и наладки тщательно регулируют. Устанавливают вибростол в рабочее положение под углом 7° к горизонтали. Проверяют затяжку резьбовых соединений. На холостом ходу не должно быть несвойственного шума и вибрации.

Амплитуду и направление колебаний проверяют на холостом ходу с помощью регулировочных дисков. До пуска машины все четыре диска на обеих сторонах корпуса вибростола устанавливают так, чтобы вертикальная стрелка на корпусе находилась между 30 и 40° нижней шкалы. Если при работе машины направление пунктирной линии с кружками на диске совпадает с направлением колебаний вибростола, то видна четкая линия, а тени окружностей – эллипсы – вытянуты вдоль этой линии. Если видна расплывчатая линия, а эллипсы вытянуты под углом, значит, направления не совпадают. Следует ослабить фиксирующий винт, повернуть диск до появления четкой линии и снова закрепить. При отклонении от заданного угла более 5° по шкале дисков, установленных на одной боковой стороне корпуса, необходимо провести коррекцию положения вибратора по вертикали.

Коррекцию угла направления колебаний выполняют следующим образом. Ослабляют скобы крепления вибратора и поворачивают его в вертикальном направлении. Если вибратор перемещают вниз, то угол направления колебаний со стороны выхода очищенного зерна увеличивается, а с противоположной – уменьшается. Смещение вибратора вверх приводит к обратному явлению: уменьшению угла на стороне выхода очищенного зерна и увеличению на противоположной стороне.

Если наблюдается расхождение показателей на шкале дисков, находящихся на разных сторонах корпуса, проводят коррекцию положения вибратора по горизонтали, т. е. сдвигают его по оси вала-виброрегулятора в сторону меньшего угла направления колебаний. При этом вначале отмечают старое место установки, затем ослабляют скобы, сдвигают вибратор в нужном направлении относительно пометки и затягивают скобы.

Регулировка амплитуды колебаний осуществляется перемещением грузов вокруг вала вибратора. Если раздвигать грузы относительно друг друга, амплитуда уменьшается, а при сближении их – увеличивается. Смещение грузов, установленных в верхней и нижней частях вибратора, должно быть одинаковым и примерно равным $150...160$ мм.

При работе машины возникает визуальный эффект пересечения на диске линии хода с линией шкалы. Точка пересечения указывает величину амплитуды колебаний, которая при нормальной работе должна находиться между отметками 4 и 5, что соответствует амплитуде колебаний вибростола $2,0...2,5$ мм.

Дроссельную заслонку регулятора воздуха устанавливают в положение, при котором разрежение по манометру составляет 750 Па без нагрузки.

Необходимо установить пластину на высоту 25 мм над декой со стороны выхода минеральных примесей. Регулируя положение пластины, можно добиться повышения эффективности выделения минеральных примесей.

При работе под нагрузкой следует отрегулировать пружину питающего клапана, смещая ее на нужную засечку рычага, чтобы небольшое количество зерна находилось на слегка прижатом клапане. Если в рабочем режиме слой зерна не «кипит» при открытой заслонке регулятора воздуха, необходимо очистить сетку деки прово-

лочной щеткой. При правильно проведенном регулировании и хорошей эксплуатации машин типа РЗ-БКТ эффективность очистки зерна от минеральных примесей составляет 98...99 %.

Техническая характеристика камнеотделительных машин приведена в табл. 8.1.

Таблица 8.1 Техническая характеристика камнеотделительных машин

Показатели	РЗ-БКТ	РЗ-БКТ-100	РЗ-БКТ-150
Производительность, т/ч	9	9	12
Площадь ситовой поверхности, м ²	1	1	1,5
Угол наклона деки, град	6...7	6...7	16...7
Частота колебаний, кол./мин	960	960	960
Амплитуда колебаний, мм	2...2.5	2...2.5	2...2.5
Расход воздуха, м ³ /мин	80	80	120
Разрежение в корпусе (без нагрузки), Па	750	750	750
Мощность электровибратора, кВт	0,3	0,3	0,3
Габаритные размеры, мм	170×1410× ×1960	1750×1420× ×1530	1750×2020× ×1530
Масса, кг	500	275	400

Камнеотборник А1-БКМ (рис. 8.7) предназначен для отделения от зерна минеральных примесей, близких ему по размерам (галька, песок и др.), перед размолом на мукомольных предприятиях.

Камнеотборник состоит из следующих основных узлов: двух кузовов *1* и *20*, главной рамы *2*, аппарата для подработки отходов *10*, балансирного механизма *14*, привода *28*, ограждения *9*, приемных и выпускных устройств.

Каждый кузов состоит из распределительной коробки, шестнадцати рабочих рам, трех контрольных рам, основания, лотка *11* для вывода из кузова отходов. Кузова скрепляются вертикальными стяжками.

Рабочая рама состоит из деревянного каркаса, в который вмонтировано рабочее днище. В раме имеются каналы для подвода зерна и отвода минеральных примесей. Рабочее днище состоит из конусного гофрированного диска с обечайкой и воронкой, расположенной в центре диска.

Контрольные рамы по конструкции аналогичны рабочим.

Аппарат подработки отходов состоит из двух рамок *12* и *13*, крышки, днища, механизма выпуска минеральных примесей *7*, транспортирующей коробки и шнека для возврата зерна с нижней рамки на верхнюю.

Рамки аппарата по конструкции аналогичны рабочим рамам и в основном отличаются размерами диска. Нижний диск, кроме того, выполнен из более толстого листа, т. к. он больше всего подвержен износу от воздействия минеральных примесей.

Главная рама состоит из траверсы *15*, двух продольных швеллеров, откидных угольников, вертикальных и горизонтальных стяжек, с помощью которых кузова крепятся на раме.

В траверсе установлен корпус подшипника балансирного механизма, вал которого с помощью муфты эксцентрично соединен с веретеном *23* приводного механизма, закрепляемого на потолочной раме. Передача вращения от электродвигателя на балансирный механизм осуществляется через клиноременную передачу и веретено.

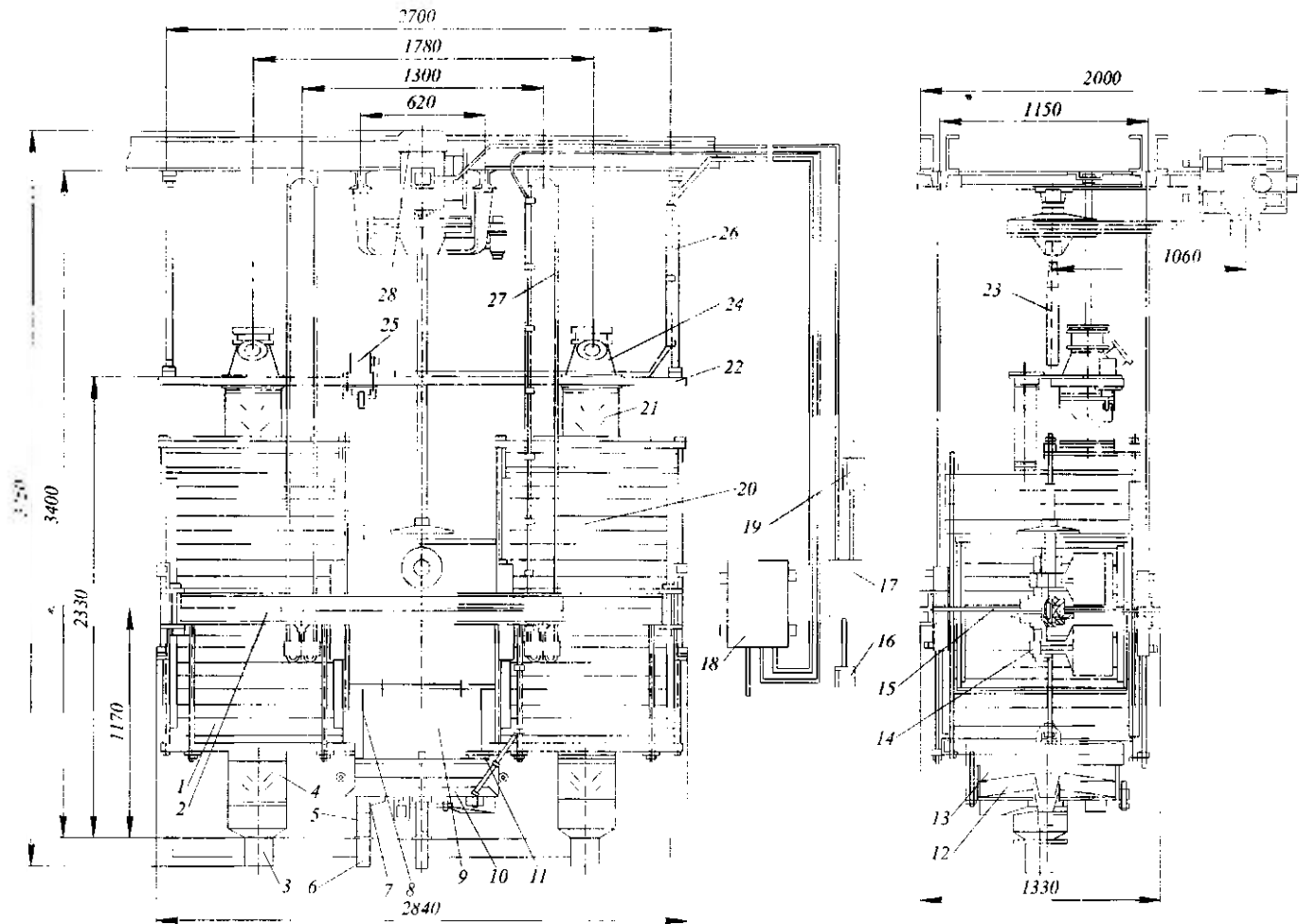


Рис. 8.7 Камнеотборник А1-БКМ

Главная рама с закрепленными на ней кузовами и аппаратом подработки отходов подвешивается к потолочному перекрытию здания на четырех стальных канатах 27. Приемные патрубки 24 расположены на приемной доске 22, которая крепится с помощью валиков-штанг 26 к потолочной раме. Приемные и выпускные 3, 6 патрубки соединяются с патрубками камнеотборника с помощью рукавов 4, 5, 21.

Управление работой камнеотборника осуществляется с помощью пульта управления 18, кнопочного поста 16, магнитного пускателя 17 и автоматического выключателя 19. Механизм выпуска управляется с помощью электромагнита 25 через тросик 8.

Камнеотборник работает следующим образом. Работа камнеотборника основана на принципе самосортирования смеси на фракции, отличающиеся удельным весом и коэффициентом трения частиц.

При включении электродвигателя начинает вращаться балансир, в результате чего центр массы кузовов приводится в круговое поступательное движение.

Зерно, поступающее в распределительную коробку кузова, направляется на шестнадцать рабочих рам (рис. 8.8), на днищах которых совершает круговое движение. В результате процесса самосортирования зерно всплывает, а мелкие и тяжелые частицы (минеральные примеси) опускаются на дно рабочих рам.

Зерновая смесь непрерывно поступает на рамки и, двигаясь по спирали от периферии к центру, освобождается от минеральных примесей. Очищенное зерно через конические воронки выводится из машин.

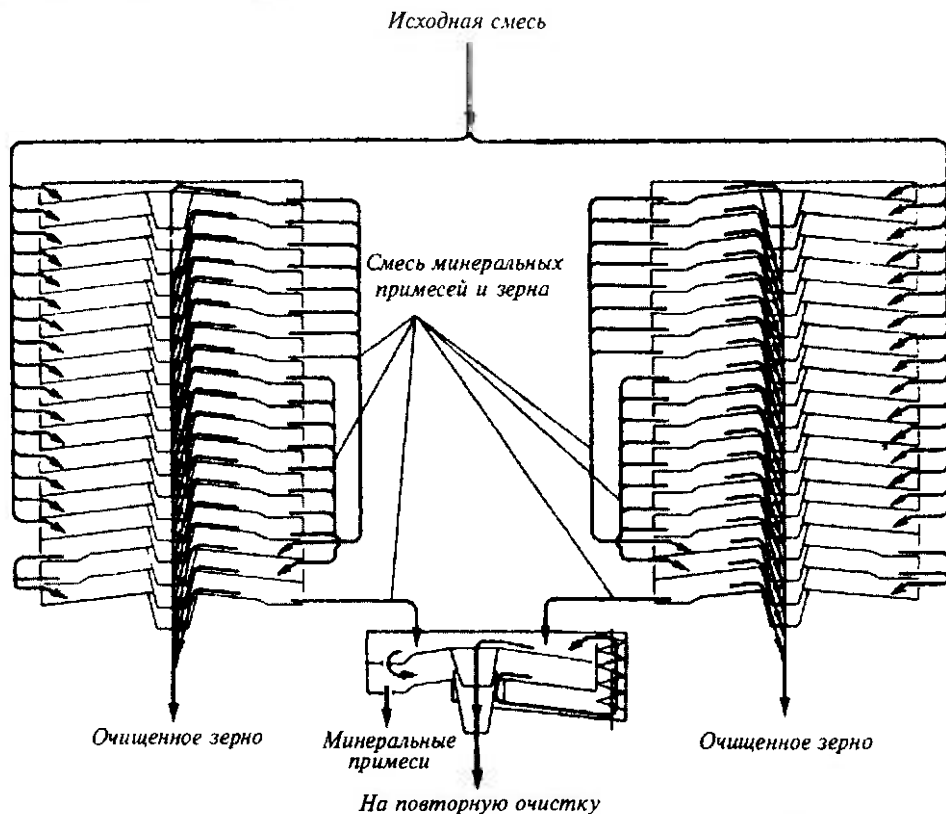


Рис. 8.8 Технологическая схема процесса в камнеотборнике А1-БКМ

Минеральные примеси, опускаясь на дно, по его наклонной поверхности скатываются к обечайке и через прямоугольное отверстие вместе с частью зерна направляются на контрольные рамы (с первых восьми рам – на первую контрольную, с остальных восьми – на вторую).

Процесс выделения минеральных примесей на контрольных рамах аналогичен процессу на рабочих рамках: зерно выводится из машин через центральное отверстие, а смесь минеральных примесей и зерна из первых двух контрольных рам направляется на третью, с которой зерно тоже выводится из машины, а минеральные примеси в смеси с зерном выводятся в аппарат подработки отходов, где зерно продолжает очищаться от отходов. Технологический процесс очистки в аппарате такой же, как и на рабочих рамках. Очищенное на верхней рамке аппарата зерно выводится из аппарата и должно быть направлено на повторную очистку, а минеральные примеси в смеси с зерном направляются на нижнюю рамку аппарата, откуда зерно, отделившееся от минеральных примесей через центральный патрубок, транспортную коробку в шнек, возвращается на верхнюю рамку аппарата для повторной очистки. Минеральные примеси накапливаются на нижнем днище, откуда периодически отводятся с помощью выпускного механизма.

Техническая характеристика камнеотборника А1-БКМ

Производительность, т/ч	15
Эффективность отбора минеральных примесей, %	97
Содержание нормального зерна в отходах, %, не более	2
Диаметр рабочих дисков, мм	900
Частота колебаний веретена, с ⁻¹	3,66...3,82
Радиус круговых колебаний, мм	36±2
Мощность установленных электродвигателей, кВт	4
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /мин	12
Габаритные размеры, мм	2840×1330×2350
Масса, кг	1950

Камнеотборник вибропневматический А1-БКР (рис. 8.9) предназначен для очистки зерна – риса и дробленого риса – от минеральных примесей, а также для подработки отходов основных камнеотборочных машин.

Камнеотборник представляет собой разборную конструкцию и состоит из станины 1, привода 2, зонта вытяжного 3, рамы 4, вибростола 5, коробки фильтра 6, диффузора 7, ограждения 8, вентилятора 9, колебателя 10.

Основным рабочим органом машины является вибростол, который представляет собой металлический каркас со съемной деревянной рамкой, покрытой сверху металлотканым ситом с размерами ячеек 1,0×1,1 мм, толщина проволоки 0,7 мм.

Рамка вставляется и выдвигается по направляющим вибростола, фиксация осуществляется поджимными болтами. В нижнем конце вибростола установлена регулируемая заслонка, служащая порогом при сходе зерна с сита. В верхней части вибростола имеются суженные выпускные отверстия для выхода камней.

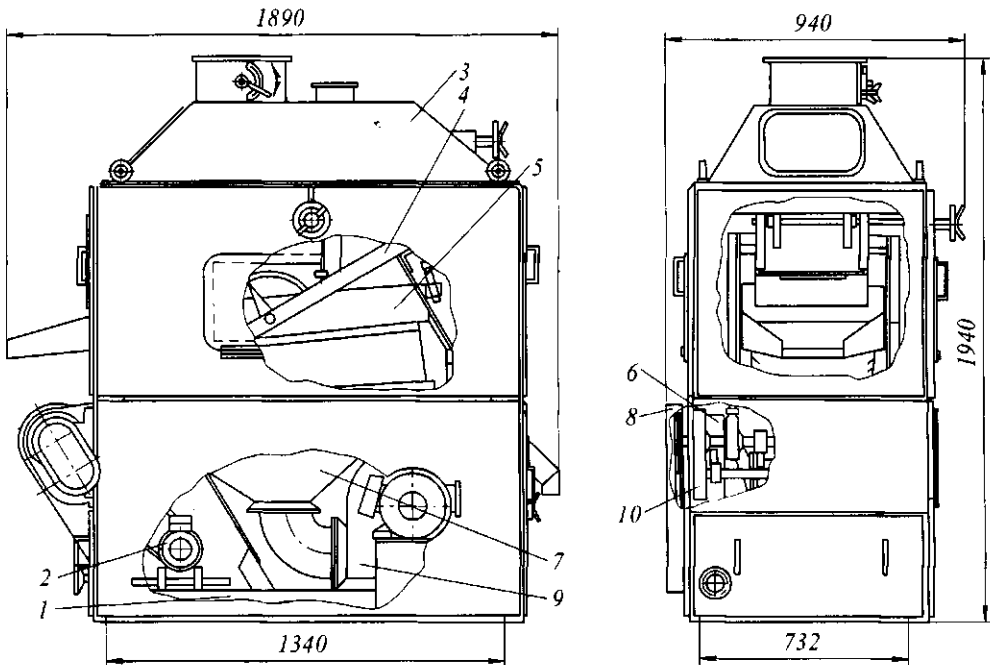


Рис. 8.9 Камнеотборник А1-БКР

Вибростол шарнирно соединен с рамой, которая установлена на плоских пружинных стойках на станине под углом 30° к горизонтали.

Рама с вибростолом приводится в поступательно-возвратное движение электродвигателем через клиноременную передачу и эксцентриковый колебатель. Частота колебаний изменяется при помощи раздвижного шкива, установленного на валу электродвигателя, а угол наклона вибростола регулируется винтовым механизмом через гибкий вал.

Для равномерного распределения воздушного потока по всей рабочей ситовой поверхности вибростола служит диффузор, в верхней части которого установлена съёмная распределительная рамка с решетным полотном и капроновой тканью. Воздух в диффузор нагнетается центробежным вентилятором, установленным на станине. С всасывающей стороны вентилятор переходником соединяется с ячейковым фильтром, который служит для очистки поступающего воздушного потока от пыли и представляет собой металлический каркас с набором различной плотности сит. Для регулирования поступающего количества воздуха в коробке фильтра установлена щелевидная заслонка. Сверху на станине установлен вытяжной зонт, внутри которого размещен приемный бункер. К нижнему фланцу приемного бункера крепится питатель, имеющий подвижную заслонку для регулирования количества продукта, поступающего на рабочую рамку.

Вывод продукта и минеральных примесей из машины осуществляется через лотки, которые расположены на противоположных сторонах вибростола.

Для удобства обслуживания и эксплуатации машина имеет люки, все движущиеся механизмы ограждены, в целях предотвращения разбрызгивания зерна на выходе из лотка предусмотрен специальный фаргук.

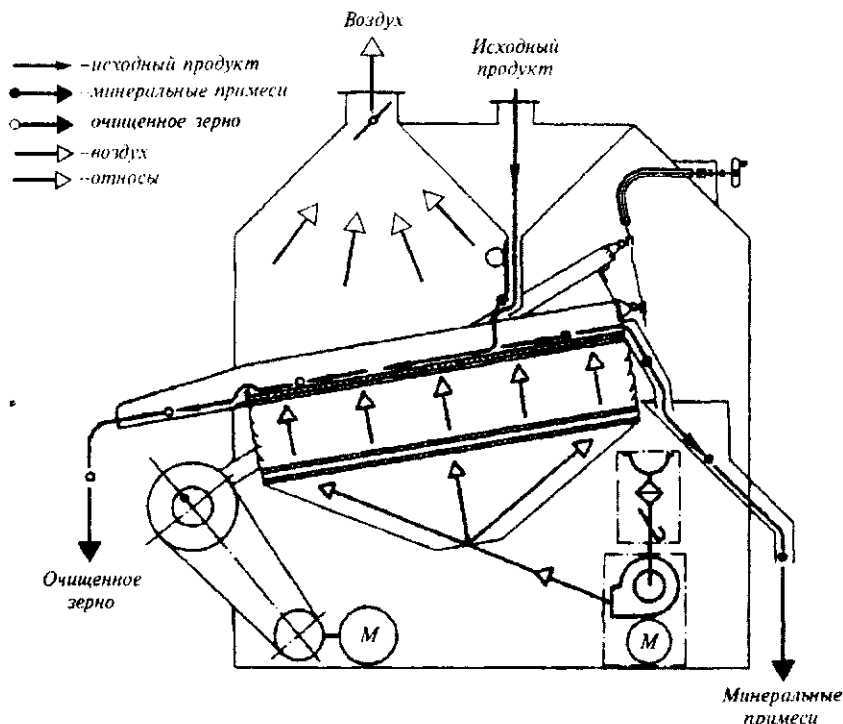


Рис. 8.10 Технологическая схема процесса в камнеотборнике А1-БКР

Работа вибропневматического камнеотборника (рис. 8.10) основана на принципе сортирования смеси на фракции, которые отличаются плотностью, коэффициентом трения и скоростью витания частиц.

Продукт из приемного бункера через питатель поступает на наклонную ситовую поверхность вибростола, совершающего поступательно-возвратное движение.

В процессе самосортирования зерно, имеющее относительно меньший удельный вес, под действием восходящего воздушного потока приобретает свойства текучести и перемещается по наклонной ситовой поверхности в сторону наклона вниз. Минеральные примеси, имеющие относительно больший удельный вес, проходят через слой зерна и, достигнув ситовой поверхности, под действием инерционных сил, возникающих от поступательно-возвратного движения, перемещаются по наклонной ситовой поверхности вверх.

Таким образом, происходит транспортирование частиц с разными физическими свойствами в противоположных направлениях.

Высота слоя зерна на поверхности сита регулируется при помощи порога на нижнем сходовом конце рабочей рамки, высота которого может меняться в зависимости от вида обрабатываемого продукта.

Техническая характеристика камнеотборника А1-БКР

Производительность техническая, т/ч:	
на зерне пшеницы.....	1,5
Эффективность отбора минеральных примесей, %:	
от зерна пшеницы.....	99
Частота колебаний вибростола, Гц:	
для пшеницы.....	10,8
Амплитуда колебаний вибростола, мм.....	5,5
Угол наклона к горизонтали, град:	
плоскости колебаний.....	30
вибростола.....	8...15
Площадь ситовой рабочей поверхности вибростола, м ²	0,4
Мощность установленных электродвигателей, кВт.....	2,05
Расход воздуха, м ³ /ч:	
на поддув зерна.....	2300...2700
на аспирацию.....	500...3000
Габаритные размеры, мм.....	1890×940×1940
Масса, кг.....	540

Инженерные расчеты. Расчет камнеотборников включает определение производительности, потребляемой мощности привода, габаритных размеров деталей рабочих органов.

Частота вращения эксцентрика n (с⁻¹), приводящего просеивающие сита в возвратно-поступательное движение:

$$n = (35...40)\sqrt{ig(\varphi - \alpha)/r},$$

где φ – угол трения частицы о поверхность сита, град;

$$\varphi = \text{arctg } K_T,$$

здесь K_T – коэффициент трения; α – угол наклона сита, град; r – эксцентриситет (радиус кривошипа), м.

Производительность камнеотборника P_T (кг/с) с прямоугольной просеивающей поверхностью

$$P_T = hbv\rho,$$

где h – толщина слоя материала в начале просеивающей поверхности, м; b – ширина просеивающей поверхности, м; v – скорость движения материала по поверхности, м/с; ρ – плотность материала, кг/м³.

Мощность N (кВт), нужная для приведения в движение сит:

$$N = kn^3r^2(m_c - m_n)/250,$$

где k – коэффициент ($k = 2,0...2,5$); n – частота вращения эксцентрика, с⁻¹; r – эксцентриситет, м; m_c – масса качающихся частей сита, кг; m_n – масса слоя продукта на сите, кг;

$$m_n = Sh\rho g,$$

здесь S – площадь сита, м²; h – толщина слоя продукта, м; ρ – насыпная плотность продукта, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с².



Образованный человек тем и отличается от необразованного, что продолжает считать свое образование незаконченным.
СИМОНОВ КОНСТАНТИН МИХАЙЛОВИЧ (1915–1979), писатель

8.4 ВОЗДУШНО-СИТОВЫЕ СЕПАРАТОРЫ И ПРОСЕИВАТЕЛИ

Зерноочистительные сепараторы предназначены для очистки зерна от примесей, отличающихся от него толщиной, шириной, аэродинамическими и ферромагнитными свойствами.

Очистка зерна осуществляется путем отделения примесей при последовательном просеивании на наклонно расположенных ситах, совершающих возвратно-поступательное движение, и двукратного продувания зерна воздухом в каналах – при поступлении зерна в сепаратор и при выходе из него. В некоторых сепараторах (ЗСМ-5, ЗСМ-10) предусмотрена магнитная защита.

Сепараторы типа ЗСМ (рис. 8.11) по конструкции во многом аналогичны друг другу. Они имеют сварную станину 3, верхний 5 и нижний 4 ситовые кузова, приемную 9 и аспирационную 11 камеры, вентиляторы с приводом, электродвигатель 8, пневмосепарирующий канал 7 с магнитной защитой.

Вентиляторы сепараторов ЗСМ-10 и ЗСМ-20 снабжены индивидуальными электродвигателями, а вентиляторы в ЗСМ-5 приводятся в движение от одного электродвигателя. Каждый ситовой кузов подвешен к станине на четырех вертикальных пружинных подвесках. Ситовые кузова сепараторов ЗСМ-5 и ЗСМ-10 имеют три ряда выдвигающихся ситовых рам, а сепаратор ЗСМ-20 – четыре ряда. Сита первого ряда – сортировочные, второго – разгрузочные, третьего и четвертого – подсевные.

Ситовые кузова приводятся в движение эксцентриковым колебателем 1 от электродвигателя 2 через клиноременную передачу. Для уравнивания сил инерции колеблющихся масс эксцентриковый колебатель снабжен двумя шкивами с противовесами.

Сита очищаются инерционными очистительными механизмами. Степень прижатия очистителя к решетке регулируют подъемом плоской пружины.

На верхнем кузове смонтирована приемная камера, имеющая рамку с приемными ситами. В приемной камере 9 установлен распределительный шнек 10 для равномерного распределения зерна по всей ширине камеры. На станине установлена аспирационная камера с двумя вентиляторами, которые входными отверстиями присоединены к всасывающим воздуховодам аспирационной камеры, а выходными – к фильтру.

Внутри аспирационной камеры имеется канал первой продувки и две осадочные камеры. В задней части станины находится пневмосепарирующий канал 7, в котором осуществляется вторая продувка. Пневмосепарирующий канал, приемная и аспирационная камеры имеют люки для обслуживания и шнеки 12 для удаления легких примесей.

Процесс очистки зерна в сепараторе происходит следующим образом. Зерно, поступающее из бункера регулируемым потоком, с помощью наклонных скатов распределяется по всей ширине приемной камеры. Преодолевая сопротивление клапана, зерно равномерным слоем поступает в аспирационный канал первой продувки, в нем происходит выделение из зерна легких примесей, которые уносятся воздуш-

ным потоком в первую осадочную камеру, затем через лепестковые клапаны поступают в лоток и выводятся из сепаратора.

Освобожденный от легких примесей воздух из первой осадочной камеры по воздуховоду поступает в вентилятор первой продувки, а из него – в фильтр. Режим в аспирационной камере регулируется установленным в ней клапаном. Из канала первой продувки зерно через приемную коробку 6 поступает на приемное сито, сходом с которого идет крупный сор, удаляемый из сепаратора лотком, а проходом зерно направляется на сортировочное сито. Сходом с сортировочного решета идут примеси крупнее зерна, а проходом зерно поступает на разгрузочное сито, которое по длине состоит из двух частей: одна – с отверстиями диаметром 5 мм, другая – с отверстиями диаметром 4 мм, что обеспечивает более эффективное отделение мелких примесей.

Сходом с разгрузочного сита идет зерно, не содержащее мелких примесей, которое затем поступает в аспирационный канал второй продувки, а проходом – зерно и мелкие примеси которые поступают на подсевное сито. Распределение зерна по подсевным ситам осуществляется делителем щелевого типа. Подсевные сита отделяют от полноценного зерна мелкое, битое зерно, сорняки и минеральные примеси, которые собираются на поддонах кузова и по лотку выводятся из него.

Освобожденное от мелких примесей зерно, идущее сходом с подсевного сита, также поступает в аспирационный канал второй продувки. При этом легкие примеси по каналу 7 уносятся во вторую осадочную камеру и через лепестковые клапаны по лотку выводятся из сепаратора, а воздух из камеры по всасывающему воздуховоду поступает в вентилятор второй продувки и далее в циклон. Поток зерна из канала второй продувки проходит через магнитный аппарат, освобождается от металломагнитных примесей, и очищенное зерно выводится из сепаратора.

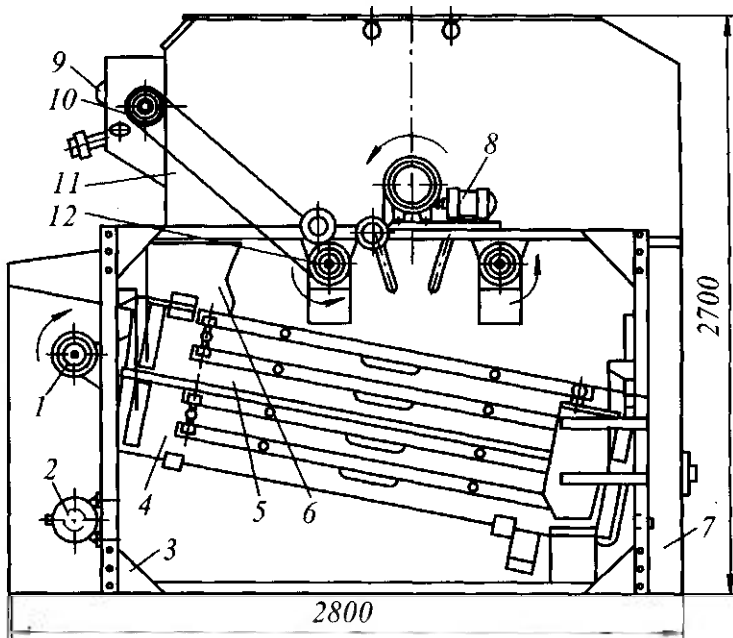


Рис. 8.11 Зерноочистительный сепаратор ЗСМ

Техническая характеристика сепараторов типа ЗСМ представлена в табл. 8.2.

Таблица 8.2 Техническая характеристика сепараторов типа ЗСМ

Показатели	ЗМС-5	ЗСМ-10	ЗСМ-20
Производительность, т/ч	5	10	20
Частота колебаний ситового кузова, с ⁻¹	8,3	8,3	8,3
Амплитуда колебаний ситового кузова, мм	6	5	5
Угол наклона сит, град	11	11	11
Расход воздуха, м ³ /мин:			
первой продувки	0,42	1,28	1,28
второй продувки	0,42	1,33	1,33
Мощность электродвигателя, кВт	4,0	10	10
Габаритные размеры, мм	2800×1200×2600	2800×2800×2700	2800×2800×2700
Масса, кг	1000	1500	1600

Сепаратор ЗСП-10 (рис. 8.12) предназначен для очистки зерна (пшеницы, ржи, овса и др.) от примесей, отличающихся геометрическими размерами (шириной и толщиной). Аспирация служит для обеспыливания машины и технологических функций не выполняет. Примеси отделяются в процессе последовательного просеивания зерна через сита.

Сепаратор ЗСП-10 выполнен в виде разборной металлической станины, внутри которой подвешены два ситовых кузова *1* и *3* на восьми пружинах *8*, расположенных вертикально. Для удобства обслуживания сепаратора станина снабжена съемными люками.

Возвратно-поступательное движение ситовым кузовам сообщается эксцентриковым колебателем *13*, который приводится в действие от электродвигателя *12* через клиноремennую передачу. Для равномерного распределения зерна по ширине сит служит приемно-распределительное устройство *17* с грузовым клапаном *16*.

Сепаратор имеет четыре ряда сит: первый – приемное сито *15*, второй – сортировочное *4*, третий – разгрузочное *5* и четвертый – подсеивное сито *6*. Сита, кроме приемного, очищаются инерционными очистительными механизмами *2*.

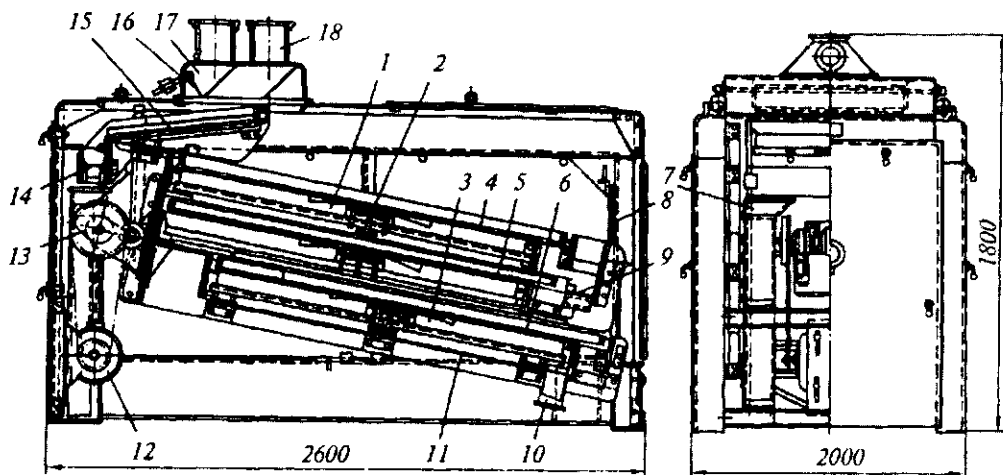


Рис. 8.12 Сепаратор ЗСП-10

Зерно, подлежащее очистке, из присмно-распределительного устройства 17, преодолевая сопротивление клапана, поступает равномерным слоем на приемное сито 15. Сход с него выводится лотком 14 в сборник отходов 7. Проход приемного сита поступает на сортировочное 4, которое служит для выделения из зерна крупных примесей. Они сходом с сита попадают в поперечные лотки 9 и выводятся из машины.

Зерно, прошедшее через сортировочное сито, поступает на разгрузочное 5, в верхней части которого поток зерна разделяется на две части: одна идет сходом с разгрузочного сита, а другая проходит на подсевное сито 6 нижнего кузова. Сход с разгрузочного и подсевного сит (очищенное зерно) объединяют и выводят из машины. Проход подсевного сита (песок, семена сорных растений, битое и щуплое зерно) по поддону 11 нижнего кузова поступает в патрубок 10 и выводится из машины. Машину аспирируют, включая ее в вентиляционную сеть через патрубок 18.

При эксплуатации сепаратора ЗСП-10 необходимо, чтобы зерно на половине длины сортировочного сита полностью проходило на разгрузочное сито; размер отверстий этого сита устанавливают так, чтобы сход зерна с него был не ниже 35 %, но не более 50 % от общей нагрузки.

Если зерно идет сходом с приемного сита и с подсевного попадает в подсев, то приемное сито забилося крупным сором, а подсевное – повреждено. При избыточном поступлении зерна на сита задвижка над питателем чрезмерно открыта, при тяжелом ходе колебателя и нагреве подшипников необходимо проверить правильность крепления кронштейнов и смазку.

Остановка инерционного очистительного механизма может быть вызвана износом колодки тормозного башмака, увеличением зазора между башмаком и угольником, обрывом спиральной пружины. Если механизм передвигается, но не очищает сито, то это означает, что сработались резиновые очистители или лопнула плоская пружина.

Техническая характеристика сепаратора ЗСП-10

Производительность, т/ч	10
Эффективность, %	40...50
Колебания ситового кузова:	
частота, кол/мин	500
амплитуда, мм	5
Расход воздуха, м ³ /ч	900
Сита:	
ширина, мм	650
угол наклона, град	11
Мощность электродвигателя, кВт	1,1
Габаритные размеры, мм	2600×2000×1800
Масса, кг	1000

Зерноочистительный сепаратор А1-БМС-6 (рис. 8.13) предназначен для отделения от зерна основной культуры примесей, отличающихся шириной, толщиной и аэродинамическими свойствами.

Сепаратор А1-БМС-6 выполнен в цельнометаллическом исполнении. Станина разборной конструкции изготовлена из гнутого профиля. Ситовой корпус имеет раму 4, на которой монтируют балансирный механизм 1 с приводом 3. Раму четырьмя

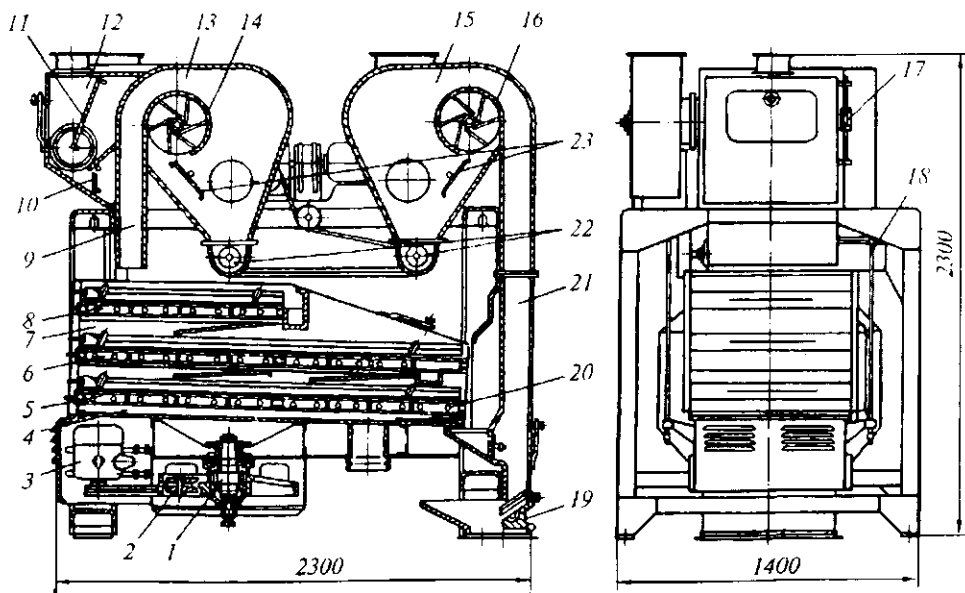


Рис. 8.13 Сепаратор А1-БМС-6

тросовыми подвесками 18 подвешивают к станине. Сверху на раму устанавливают ситовой корпус с тремя рядами сит: первый – приемное сито 8, второй – сортировочное 6, третий – подсевное 5. Ситовые рамы вынимают спереди машины. Сита сменные, их подбирают в зависимости от обрабатываемого зерна. Сита, установленные под углом 3° к горизонтали, очищаются резиновыми шариками 20. Ситовой корпус совершает круговое поступательное движение в горизонтальной плоскости. Радиус траектории его колебания регулируют сменными грузами 2, а частоту круговых колебаний – шкивами на электродвигателе.

Осадочные камеры 13 и 15 с питающими устройствами, двумя вентиляторами 14 и 16 и двумя шнеками 22 устанавливают на станине. Пневмосепарирующий канал крепят к станине и камере второй продувки. В нижней части пневмосепарирующего канала второй продувки вмонтирована магнитная защита 19 для улавливания металломагнитных примесей из зерна.

Приемная камера 12 снабжена специальным устройством, которое автоматически поддерживает постоянный уровень зерна в камере независимо от количества поступающего в сепаратор зерна. Это устройство состоит из верхнего 11 и нижнего 10 грузовых клапанов, сблокированных между собой тягой 17.

Зерно, заполняя приемную камеру, поднимается до верхнего клапана, оказывает давление на него и, преодолевая сопротивление грузов, отклоняет верхний клапан вправо. Одновременно за счет блокировки клапанов открывается нижний клапан и через образующуюся щель зерно поступает в пневмосепарирующий канал 9 первой продувки равномерным потоком по всей его длине. Благодаря постоянному подпору зерна в приемной камере исключается попадание воздуха в осадочную камеру, минуя зону сепарирования, что увеличивает эффективность очистки в пневмосепарирующем канале 9.

Затем зерно поступает на приемное сито 8, сходом с которого идет крупный сор, удаляемый из сепаратора через лоток. Проход направляют на сортировочное сито 6,

сходом с которого идут примеси крупнее зерна, а проход (зерно) поступает на подсевное сито 5, где от полноценного зерна отделяются мелкие, битые зерна, сорняки и минеральные примеси. Их собирают на поддоне ситового корпуса и выводят за пределы сепаратора через патрубков.

Очищенное от мелких и крупных примесей зерно, преодолевая сопротивление выпускного клапана, поступает во второй пневмосепарирующий канал 21. Легкие примеси, уносимые из зерна воздушным потоком, оседают в камере 15 второй продувки, затем шнеком и по системе лотков, объединяясь с легкими примесями осадочной камеры 13 первой продувки, выводятся из сепаратора. Воздушные режимы в каналах первой и второй продувок регулируют клапанами 23, установленными в осадочных камерах.

Техническая характеристика сепаратора А1-БМС-6

Производительность, т/ч	6
Эффективность, %	70...80
Колебания ситового корпуса:	
частота, кол/мин	330...340
радиус, мм	11
Размер сита, мм:	
приемного	850×685
сортировочного	1700×685
подсевного	1700×685
Угол наклона сит, град	3
Расход воздуха, м ³ /ч.....	3200
в том числе в канале продувки:	
первой.....	1650
второй	1550
Мощность электродвигателей, кВт	5,05
Габаритные размеры, мм	2300×1400×2300
Масса, кг	1300

Сепараторы типа А1-БИС и А1-БЛС относят к ситовоздушным сепараторам, на ситах которых зерно очищается от примесей, отличающихся от него шириной и толщиной, а в пневмосепарирующем канале – скоростью витания.

Отличительные особенности конструкции сепараторов: отсутствие осадочных камер и совмещение функции дебаланса и приводного шкива, что значительно уменьшает высоту и обеспечивает безопасность обслуживания; наличие регулируемого пневмосепарирующего канала, который позволяет изменять скорость воздуха; круговое поступательное движение, которое обеспечивает высокую эффективность очистки зерна от крупных и мелких примесей, а прижим ситовых рам эксцентриковым механизмом – хорошую фиксацию, простую установку и выемку ситовых рам. Благодаря освещению пневмосепарирующего канала можно визуально контролировать процесс выделения легких примесей.

Сепаратор А1-БИС-12 (рис. 8.14) состоит из двухсекционного ситового корпуса, подвешенного к станине на гибких подвесках, и вертикального пневмосепарирующего канала.

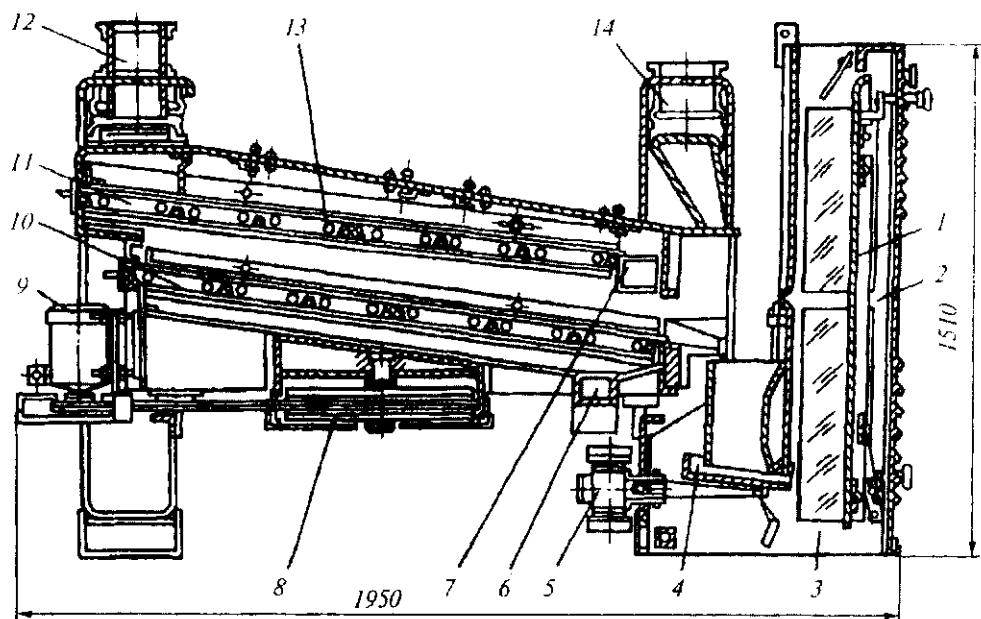


Рис. 8.14 Сепаратор А1-БИС-12

В корпусе сепаратора установлены выдвигающиеся рамы с сортировочными 11 и подсевными 10 ситами, зафиксированные эксцентриковыми механизмами. Ситовые рамы продольными и поперечными брусками разделены на ячейки, в каждой из которых имеется по два резиновых шарика 13, предназначенных для очистки сит. К нижней плоскости ситовой рамы прикреплены сетчатые поддоны.

На передней стенке ситового корпуса установлен электродвигатель 9, который посредством клиноременной передачи приводит во вращение шкив 8 с дебалансным грузом, обеспечивающий круговое поступательное движение ситового корпуса. В верхней части станины установлен приемный патрубок 12 для поступления исходного зерна и патрубок 14 для подключения к аспирационной сети. Очищенное зерно выходит через выпускной канал 3. Для вывода крупных примесей служит лоток 7, для мелких – лоток 6. Со стороны сходовой части корпуса установлен пневмосепарирующий канал 2 с вибрлотком 4, предназначенным для подачи зерна в канал.

Для наиболее эффективного выделения легких примесей в пневмосепарирующем канале регулируют амплитуду колебаний вибрлотка с помощью вибратора 5, величину вылета его в канал, размер выходной щели и скорость воздушного потока (положением подвижной стенки 1) в верхней и нижней частях канала, а также расход воздуха.

В комплект поставки сепаратора входит специальный горизонтальный циклон, предназначенный для осаждения относцов и устанавливаемый после сепаратора. Циклон представляет собой усеченный конус 2 (рис. 8.15), внутри которого на общей горизонтальной оси расположены два внутренних конуса 3, 4 меньших размеров. Они сварены между собой большими основаниями так, что образованный между конусами кольцевой канал вначале постепенно сужается, а затем резко расширяется, переходя в расширительную камеру 5, присоединенную к большому основанию наружного конуса 2. С противоположной стороны камера 5 имеет выходной патрубок 6.

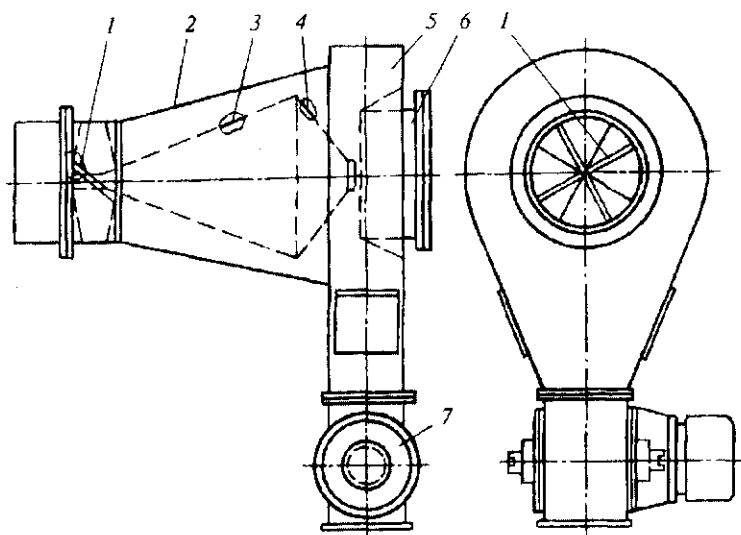


Рис. 8.15 Циклон сепаратора А1-БИС-12

Во входной части циклона приварены четыре криволинейные лопасти 1, обеспечивающие закручивание воздушного потока в кольцевом канале. Снизу к расширительной камере присоединяют шиловый затвор 7 либо противоподсосный клапан.

Принцип работы сепараторов следующий (рис. 8.16): очищаемое зерно из приемного патрубка 1 самотеком поступает в ситовой корпус на распределительное днище 2, крупные примеси (сход с сортировочного сита 3) выводятся через фартук 5 по лотку 9 из сепаратора, а смесь зерна с мелкими примесями проходит через сортировочное сито 3 направляется на подсевное сито 4. Мелкие примеси (проход подсева сита) поступают в лоток 12 и удаляются из сепаратора.

Очищенное на ситах от крупных и мелких примесей зерно поступает на виброток 10 и далее в пневмосепарирующий канал 6; при прохождении воздуха через поток зерна легкие примеси выделяются из зерновой смеси и выносятся воздухом через канал в горизонтальный циклон.

Техническая характеристика сепаратора А1-БИС-12

Производительность, т/ч	12
Эффективность, %	60...80
Колебания ситового корпуса:	
частота, кол/мин	330...340
радиус, мм	11
Размер ситовых рам, мм	1000×1000
Расход воздуха, м ³ /ч	6000
Мощность электродвигателя, кВт:	
привода	1,1
вибраторов	0,24
Габаритные размеры, мм	1950×2525×1510
Масса, кг	1450

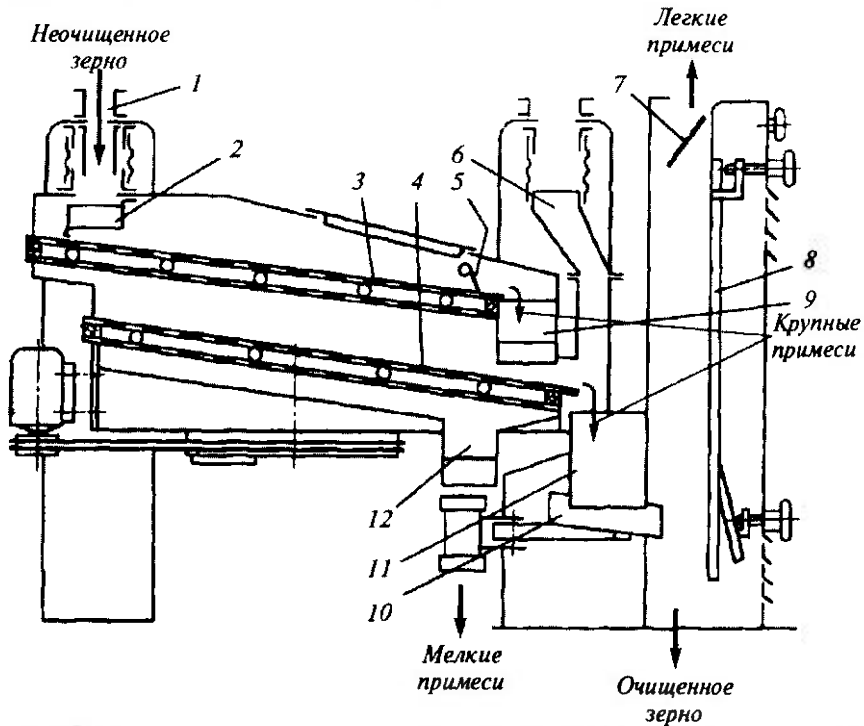


Рис. 8.16 Технологическая схема процесса в сепараторах А1-БИС-12 и А1-БИС-100

С помощью дроссельного клапана 7 и подвижной стенки 8 регулируется аэродинамический режим, обеспечивающий эффективное удаление легких примесей из сепаратора. Очищенное зерно из пневмосепарирующего канала через отверстие в полу по самотечным трубам идет на дальнейшую обработку. Во время работы сепаратора под нагрузкой особое внимание обращают на равномерность подачи зерна в ситовой корпус, равномерность распределения зерна по ширине сортировочных сит, плавность хода ситового корпуса, отсутствие подпора зерна и чрезмерного пыления, наличие подпора зерна в питающих коробках 11 над вибротками 10, эффективность сепарирования в пневмосепарирующем канале, отсутствие забиваемости сит зерном и примесями.

Сепаратор А1-БЛК (рис. 8.17) предназначен для очистки круп от сорных примесей, отличающихся от них размерами и аэродинамическими свойствами.

Сепаратор А1-БЛК состоит из распределителя 1, станины 2, кузова 3, двух ситовых рам 6 и 7, привода 5, траверсы 8, ограждений 4 и 9 и двух лотков 10.

Ситовой кузов 3 подвешен к станине 2 на четырех гибких подвесках. Он состоит из секции, в которой в два яруса установлены выдвигающиеся ситовые рамы 6 и 7. Эти рамы продольными и поперечными брусками разделены на ячейки, в каждой из которых имеется по два резиновых шарика диаметром 35 мм, предназначенных для очистки решет от застрявших частиц. К нижним плоскостям ситовых рам прикреплены сетчатые поддоны. Ситовые рамы вставляются между боковинами кузова по направляющим уголкам. Установка и съем ситовых рам обеспечиваются за счет вертикального перемещения валков и прижимов при повороте эксцентриковых втулок специальным ключом.

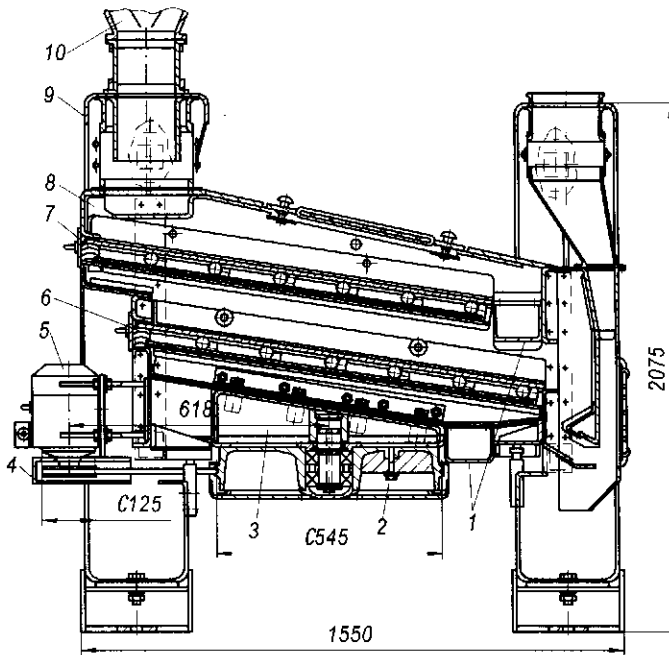


Рис. 8.17 Сепаратор А1-БЛК

На передней стенке станины установлен двигатель, который с помощью клиноременной передачи приводит во вращение шкив с закрепленным на нем дебалансным грузом, обеспечивающим круговое поступательное движение ситового кузова. Шкив свободно вращается на оси, запрессованной в расточке траверсы 8 кузова 3, на двух роликоподшипниках. В верхней части передней стенки станины имеются два смотровых патрубка, на которых стоит распределитель потока крупы. На нижние патрубки станины и ситового кузова надеты матерчатые рукава с вшитыми в них резиновыми уплотняющими кольцами.

В зоне выхода из ситового кузова очищенная от грубых и мелких примесей крупа поступает сходом с нижнего сита через каскадное устройство в аспирационную зону. Здесь осуществляется отсос пыли и легких примесей от крупы. Эффективность выделения легких примесей регулируется клапаном, находящимся в аспирационном трубопроводе. В верхней части аспирационной коробки ситового кузова установлен аспирационный патрубок, соединенный с патрубком станины матерчатым рукавом. В целях предотвращения возможных ударов кузова о станину при пуске и остановке машины на нижней крыше станины закреплены ограничители с резиновыми амортизационными кольцами. Лотки 10 служат для отвода крупных и мелких примесей.

Процесс очистки крупы в сепараторе осуществляется следующим образом. Крупа из самотека поступает в распределитель 1, который делит крупу на два потока. Из приемного патрубка крупа идет на распределительное днище, на котором с помощью скатов распределяется равномерным слоем по ширине сортировочного сита. Сход с сортировочных сит, представляющий собой крупные примеси, выводится из сепаратора верхним лотком 10, а смесь крупы с мелкими примесями проходит через сортировочное сито и поступает на подсевное сито. Проход подсеивного сита (мелкие

примеси) по днищу кузова направляется в нижний лоток 10 и выводится из сепаратора. Очищенная крупа поступает сходом с нижнего сита через каскадное устройство в аспирационную коробку, а оттуда выводится из сепаратора.

Техническая характеристика сепаратора А1-БЛК

Производительность, т/ч	2,5
Частота колебаний решетного кузова, мин ⁻¹	54
Радиус колебаний решетного кузова, мм	9±2
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /с	0,2
Мощность электродвигателя, кВт	0,75
Габаритные размеры, мм	1950×2525×1510
Масса, кг	550

Для оценки работы сепараторов приняты следующие показатели: производительность, содержание полноценных зерен в отходах и технологический эффект очистки зерна от примесей.

Просеиватель А1-КСБ (рис. 8.18) предназначен для просеивания сыпучих пищевых продуктов (соль, гречневая крупа, пшеничная мука, лущеный горох и др.).

Просеиватель состоит из приемного бункера 2, станины 10, рамы 6, ситового корпуса 5, эксцентрикового колебателя 1, сменных рамок 8 с набором решет для просеивания разных продуктов, электропривода 4, тяги 9, приспособления для загрузки бумажных мешков с продуктом и двух сменных крышек: крышки 3 с решеткой для приема скомковавшейся соли в бумажных мешках и крышки 7 для приема продукта на машину самотеком.

Станина 10 и рама 6 сварной конструкции выполнены из стального проката.

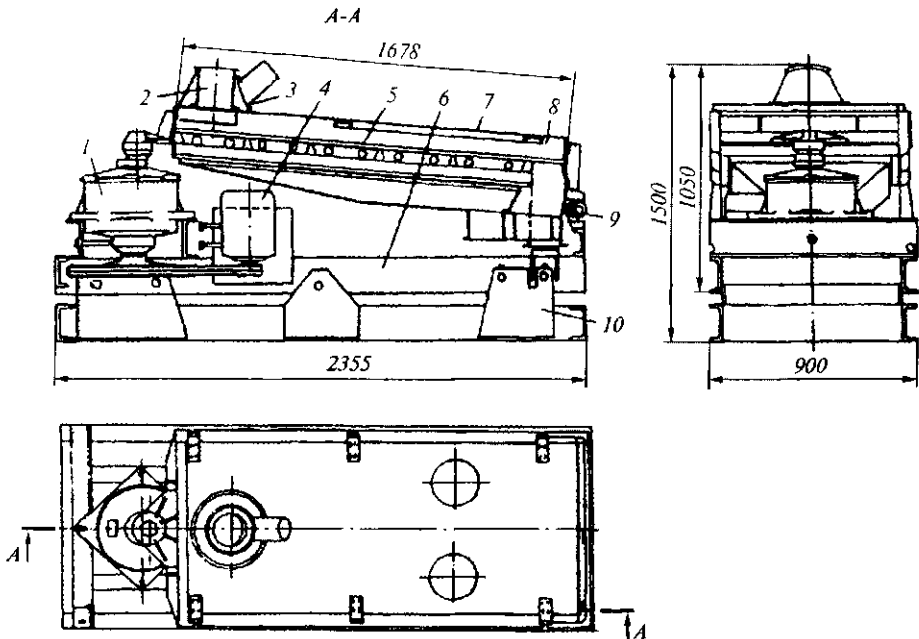


Рис. 8.18 Просеиватель А1-КСБ

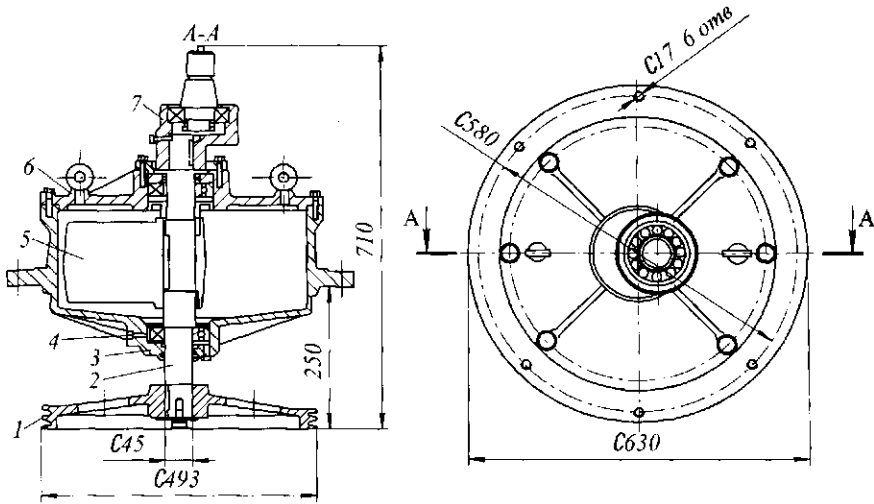


Рис. 8.19 Эксцентриковый колебатель привода просеивателя А1-КСБ

Ситовой корпус сборно-сварной конструкции выполнен из стального проката с одним ярусом сит. Очистка сит производится резиновыми шариками. Ситовые рамки вставляются и вынимаются через верх решетного корпуса и зажимаются крышкой 7 или 3 с помощью откидных зажимов.

Ситовой корпус имеет три точки опоры и совершает сложное движение. Передняя часть корпуса опирается на вал эксцентрикового колебателя, а хвостовая часть – на две плавающие опоры скольжения. Передняя часть корпуса совершает круговое поступательное движение, а хвостовая часть – только возвратно-поступательное (за счет тяги 9, удерживающей хвостовую часть от поперечного смещения).

Эксцентриковый колебатель (рис. 8.19) снабжен балансиром со сменными грузами, предназначенными для уравнивания ситового корпуса при работе машины с разными эксцентриситетами и частотами колебаний. В состав колебателя входят: корпус 3, вал 2, шкив 1, балансир 5, подшипники 4, крышка 6 и эксцентрик 7.

Исходный продукт поступает на сито, где происходит разделение его на две фракции: сход и проход, которые выводятся из машины отдельно через выводные патрубки в поддоне ситового корпуса.

Для обеспыливания при работе с сухими сыпучими продуктами крышка 6 ситового корпуса имеет патрубок для подсоединения машины к аспирационной сети.

Для определения оптимальных режимов работы машины на различных видах продуктов по эксцентриситету и частоте колебаний ситового корпуса в пределах технической характеристики машина комплектуется набором сменных шкивов 1 к электродвигателю и эксцентриков 7 к колебателю.

Для растаривания бумажных мешков машина снабжена опрокидывающим столом и специальной крышкой с решеткой для приема бумажных мешков с продуктом, разрезанных вручную на столе.

Техническая характеристика просеивателя А1-КСБ

Производительность, т/ч	1,0
Частота колебаний ситового кузова, с ⁻¹	3,3 ... 4,0
Амплитуда колебаний ситового кузова, мм	25, 30, 35
Угол наклона сит, град	4,5
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /с	0,125
Мощность электродвигателя, кВт	1,5
Габаритные размеры, мм	2355×900×1500
Масса, кг	900

Просеивающие машины типа А1-БПК (рис. 8.20) предназначены для контрольного просеивания муки с целью выделения из нее случайно попавших посторонних примесей.

Просеивающая машина представляет собой блочную конструкцию, состоящую из станины 1, двух просеивателей 6, двух приводов 2, бункера 7, двух ограждающих устройств 5. Станина, изготовленная из листовой стали толщиной 6 мм, состоит из верхнего прямоугольного основания корытообразной формы и четырех опорных стоек из уголкового гнутого профиля. К основанию станины, имеющему два окна для вывода очищенного продукта и окно для подсоединения к системе аспирации, прикреплены два просеивателя с индивидуальными электроприводами.

Техническая характеристика просеивающей машины А1-БПК представлена в табл. 8.3.

Привод каждого просеивателя включает в себя электродвигатель, клиноременную передачу, натяжное устройство. Размещен он со стороны приемных патрубков. Электродвигатель и натяжное устройство монтируют на кронштейне 3 приемного патрубка просеивателя.

Бункер, предназначенный для сбора очищенного продукта, изготавливают из листовой стали толщиной 3 мм. Он имеет два фланца. Верхний предназначен для подсоединения к фланцу шлюзового питателя. Ограждающее устройство клиноременной передачи состоит из ограждения и опоры. Ограждение имеет замкнутую по

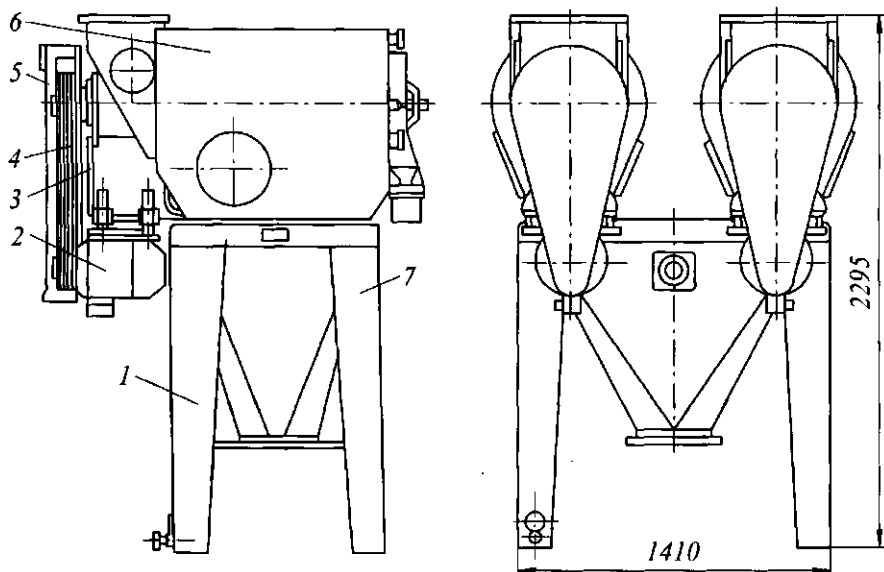


Рис. 8.20 Просеивающая машина А1-БПК

контур стальную обечайку, к которой приварена стенка из ситового пробивного полотна. Опора 4 изготовлена из листовой стали толщиной 2 мм. Ее закрепляют на просеивателе при помощи четырех шпилек и гаек.

Каждый просеиватель (рис. 8.21) состоит из сварного корпуса 1, внутри которого установлен ситовой цилиндр 6 диаметром 400 мм, длиной 900 мм. Цилиндр 6 изготовлен из ситового полотна с пробивными отверстиями 4...6 мм. Внутри цилиндра на двух подшипниковых опорах качения, закрепленных в торцевых стенках приемного 2 и выпускного 5 патрубков, вращается ротор 4 с двумя пластинчатыми бичами 3 и двумя очистителями 7, расположенными вдоль оси ротора. Приемный патрубок изготовлен из листовой стали толщиной 6 мм, имеет фланец для присоединения питающего устройства и два смотровых окна. К корпусу прикреплен болтами.

Мука (исходный продукт) равномерно поступает внутрь ситового цилиндра просеивателя через приемный патрубок. Продольные бичи и очистители вращающегося ротора захватывают ее и отбрасывают на поверхность ситового цилиндра. Через окно в станине мука попадает в бункер-сборник и выводится из него через шлюзовой питатель аэрозольтранспорта. Случайно попавшие в муку посторонние примеси, идущие сходом с ситового цилиндра, выводятся через выпускной патрубок просеивателя и скапливаются в специальной таре. Эффективность отделения посторонних примесей составляет 100 %.

Во время работы машины под нагрузкой особое внимание обращают на равномерную подачу продукта в машину, не допуская ее перегрузки, на эффективность просеивания (наличие муки в отходах недопустимо), на отсутствие посторонних шумов, своевременное и четкое срабатывание сигнализатора уровня муки в бункере-сборнике (завалы недопустимы).

В работе машины могут возникнуть неисправности. Если вместе с примесями идет мука, то следует уменьшить подачу продукта, отрегулировать поджатие щеток или заменить их. При подпоре продукта снизу машина не отключается. В этом случае необходимо отрегулировать работу сигнализатора уровня. Вследствие износа

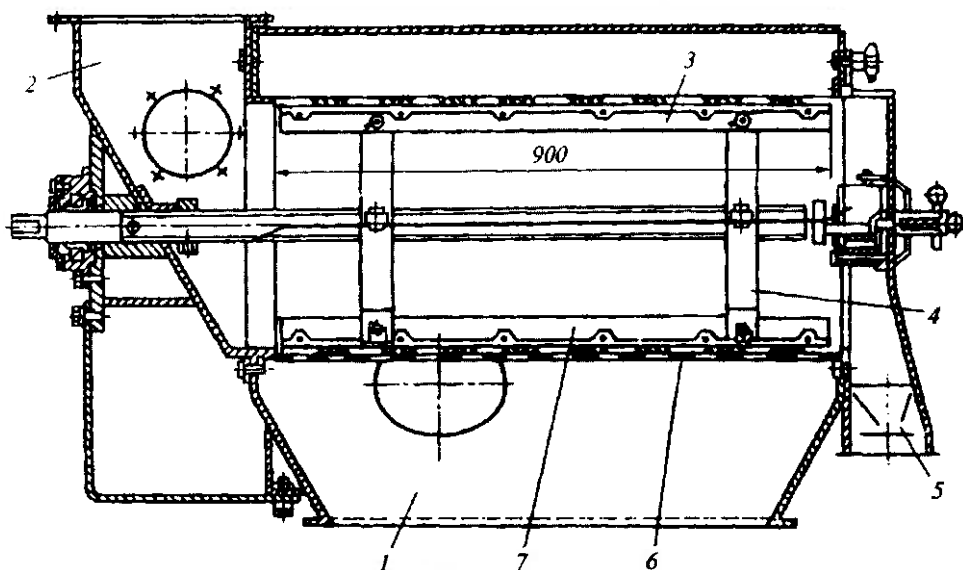


Рис. 8.21 Просеиватель

ситового цилиндра и появления дыр возможно попадание в проходовой продукт посторонних примесей. Неисправность устраняется установкой нового ситового цилиндра. Если пробуксовывают ремни привода и не вращается ротор, следует подтянуть ремни. Перегрев корпуса подшипника устраняется смазкой подшипника.

Просеивающая машина А1-БП2-К (рис. 8.22) предназначена для контрольного просеивания муки с целью выделения из нее случайно попавших грубых и посторонних примесей. Ее используют также для подработки мучных сметок.

Машина имеет просеиватель 1, четыре стойки 3, привод 5 и ограждение 2. По конструкции просеиватель аналогичен просеивателю машины А1-БПК. Бункер 4 изготовлен из листовой стали толщиной 2 мм и имеет два фланца (верхний подсоединяют к самотечной трубе).

Стойки изготовлены из трубы диаметром 54 мм. К ней приварена пята диаметром 100 мм и толщиной 10 мм, имеющая отверстие диаметром 14 мм для крепления машины к полу. С другой стороны в трубу вварена втулка с резьбовым отверстием для крепления стойки к корпусу. Приводы бичевого ротора и ограждения машин А1-БП2-К и А1-БПК одинаковы. Опора 6 изготовлена из листовой стали толщиной 2 мм. Ее закрепляют на просеивателе при помощи четырех шпилек и гаек.

Технологический процесс в машинах А1-БПК происходит следующим образом. Мука равномерно поступает внутрь ситового цилиндра просеивателя через приемный патрубок. Продольные бичи и очистители вращающегося ротора захватывают ее и отбрасывают на поверхность ситового цилиндра. Через окно в станине мука попадает в бункер-сборник и выводится из него через шлюзовой питатель аэрозольтранспорта.

Случайно попавшие в муку посторонние примеси, идущие сходом с ситового цилиндра, выводятся через выпускной патрубок просеивателя и накапливаются в специальной таре.

При настройке машин типа А1-БПК на холостом ходу проверяют направление и частоту вращения ротора; натяжение приводных ремней; затяжку резьбовых соединений; наличие и качество смазки в подшипниковых узлах ротора и электродвигателя; состояние ситового цилиндра; положение очистителей и бичей.

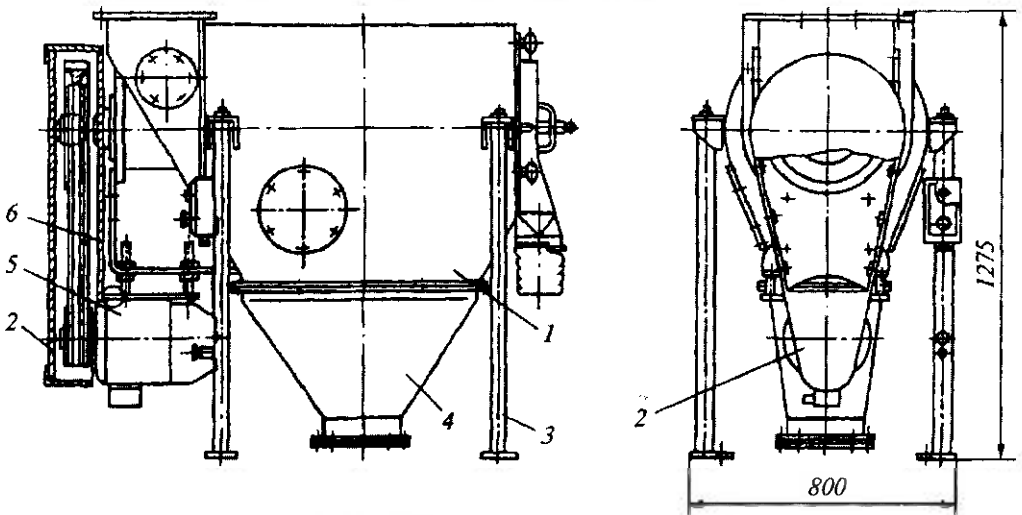


Рис. 8.22 Просеивающая машина А1-БП2-К

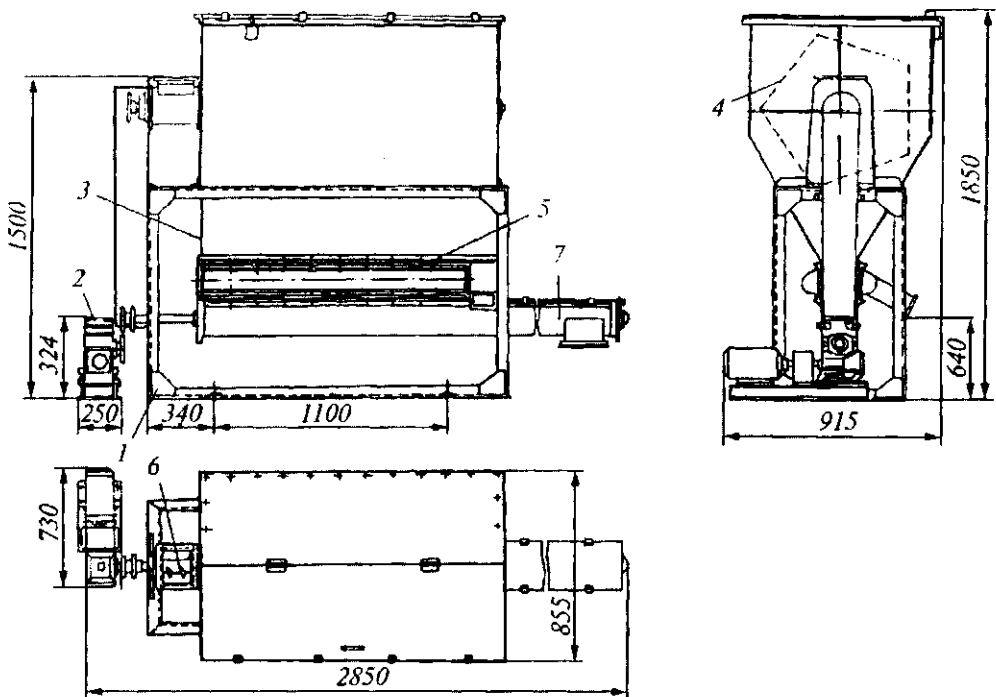


Рис. 8.23 Просеиватель-бурат ПБ-1,5

При работе машины под нагрузкой контролируют равномерность подачи продукта в машину, не допуская ее перегрузки и попадания муки в отходы, проверяют четкость срабатывания сигнализатора уровня муки в бункере-сборнике. Техническая характеристика просеивающих машин приведена в табл. 8.3.

Просеиватель-бурат ПБ-1,5 (рис. 8.23) предназначен для просеивания и очистки от примесей муки, сахара и других сыпучих компонентов.

Он состоит из станины 1, привода 2, корпуса 3, внутри которого установлены пятигранный барабан 4, два магнитных аппарата 5, а также верхний питательный 6 и нижний разгрузочный 7 шнеки.

Принцип работы просеивателя-бурата следующий. Продукт через приемный патрубок подается на верхний питательный шнек 6, который подает продукт внутрь вращающегося пятигранного ситового барабана 4. Проходя сквозь сита барабана и затем между двумя магнитными аппаратами 5, продукт поступает в нижний разгрузочный шнек 7, который транспортирует продукт к выгрузочному отверстию.

Техническая характеристика просеивателя-бурата ПБ-1,5 приведена в табл. 8.4.

Двухъярусная крупосортировочная машина А1-БКГ-1 (рис. 8.24) предназначена для разделения сортируемого продукта на три фракции: сорные примеси, крупу и дробленые частицы с мулкой.

Станина машины имеет две боковины 3, скрепленные четырьмя перемычками 31. К станине на подвесках 18 крепят деревянные ситовые кузова: верхний 6 и нижний 4. В каждом ситовом кузове размещены три сменные ситовые рамы 14 с пробивными ситами и металлическим поддоном 32. Верхний кузов снабжен патрубком 30 для вывода схода (крупной примеси) и лотком 29 для подачи проходового продукта (крупы, дробленка и мука) на нижний кузов. Он имеет патрубок 2 для вывода схода (крупы)

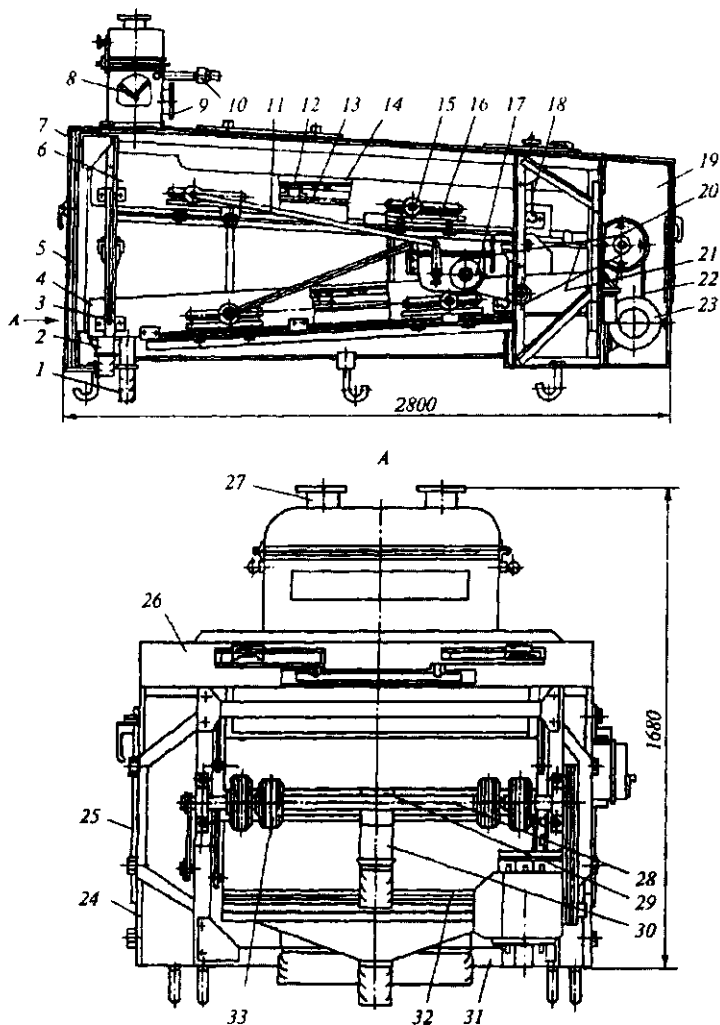


Рис. 8.24 Крупосортировочная машина А1-БКГ-1

и патрубок 1 для прохода (дробленки и муки). Ситовые кузова через эксцентрики 33 и тяги 21 получают возвратно-поступательное движение от главного вала 28, приводимого в движение электродвигателем 23 через клиноременную передачу 22.

Сита очищаются щеточным механизмом, состоящим из рамы 13 с шестью щетками 12 и кривошипно-шатунного механизма 11, приводимого в движение от главного вала посредством клиноременной передачи 20 и двухступенчатого цилиндрического редуктора 17. Щеточные рамы передвигаются на роликах 15 по направляющим 16, закрепленным на боковинах станины.

Снаружи машина закрыта кожухом, состоящим из верхней обшивки 26, двух боковин 24 и двух ограждений 7 и 19. На каждой боковине кожуха сделаны по две съемные двери 25, а на съемных ограждениях 7 и 19 – по одной съемной двери 5. В верхней части рамы установлен держатель 8 с грузовым клапаном 10, двумя приемными патрубками 27 и аспирационными патрубками 9.

Крупа поступает через приемные патрубки питателя, накапливается на грузовом клапане, распределяется по всей его ширине и падает на сито верхнего кузова. В процессе движения крупа просеивается через отверстия сита и падает на поддон, а крупные сорные примеси идут ходом и через выпускной патрубок выводятся из машины. Проход через выпускной лоток попадает на сито нижнего кузова. Здесь крупа идет ходом и через патрубок выводится наружу. Дробленка и мучка проходят через отверстия сита и далее по поддону направляются в выходной патрубок.

При настройке машины регулируют угол наклона кузовов, подбирают требуемый размер отверстия сит, регулируют высоту щеток и подачу продукта. Угол наклона ситовых кузовов регулируют, изменяя длину подвесок при помощи гаек. Для изменения высоты щеток поднимают или опускают направляющие. По мере изнашивания щеток направляющие перемещают вверх.

Техническая характеристика двухъярусной крупосортировочной машины А1 БКГ-1 приведена в табл. 8.3.

Таблица 8.3 Техническая характеристика просеивающих машин

Показатели	А1-БПК	А1-БП2-К	ПБ-1,5	А1-БКГ-1
Производительность, т/ч	36	8...10	1,5...3,0	1,5...2,5
Размеры ситового цилиндра, мм:				
диаметр	400	400	—	—
длина	900	900	—	—
Рабочая поверхность сит, м ³	2,26	1,13	1,5	3,2
Частота вращения вала бичевого ротора, с ⁻¹	95	95	3,7...6,3	—
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /мин	16	7	—	1,2
Мощность электродвигателя, кВт	2×5,5	5,5	1,0	1,1
Габаритные размеры, мм	1550×1430× ×2295	1550×800× ×1275	2900×856× ×1810	2800×1625× ×1680
Масса, кг	700	340	561	750

Инженерные расчеты. Производительность Π (кг/ч) ситового сепаратора при разделении зерновой смеси определяют по результатам снятия баланса продуктов и выражают следующей зависимостью:

$$\Pi = m/\tau,$$

где m – масса поступающей в машину зерновой смеси, кг; τ – продолжительность работы машины при определении производительности, ч.

Содержание полноценных зерен в отходах или полноту разделения α (%) определяют по формуле

$$\alpha = (m_3/m_0) \cdot 100,$$

где m_3 – масса полноценных зерен в отходах, кг; m_0 – масса отходов, кг.

Технологический эффект очистки зерна от примесей E (%) находят следующим образом:

$$E = \left[(m_o - m_{np}) / m_o \right] (100 - \alpha),$$

где m_o – масса подлежащих выделению примесей в исходном сырье, кг; m_{np} – масса примесей, оставшихся в исходном зерне, которые могут быть выделены на сепараторе, кг.

Основными расчетными параметрами плоских сит зерновых сепараторов являются: длина и ширина подсевных сит, угол их наклона, угол направления колебаний, кинематические параметры и т. д.

Ширина сит B (м) сепаратора

$$B = \Pi / q_B,$$

где Π – производительность сепаратора, кг/с; q_B – удельная производительность, отнесенная к единице ширины решета, кг/(с·м).

Значение оптимального ускорения j_0 (м/с²) ориентировочно определяют по эмпирической формуле

$$j_0 = 4,2 \sqrt{360 q_B / \gamma},$$

где q_B – удельная производительность по ширине сита, кг/(с·м); γ – угол между направлением колебаний и плоскостью сита, град ($\gamma = \alpha + \beta$).

Частоту колебаний f (с⁻¹) определяют по уравнению

$$f = (1/20) \sqrt{10 j_0 / A},$$

где A – амплитуда колебаний, м,

$$A = ek,$$

здесь e – эксцентриситет, м; k – коэффициент, учитывающий колебания; он зависит от величины оптимального ускорения j_0 .

Мощность N (кВт), потребную для работы ситового кузова, определяют по формуле

$$N = (m' \cdot j_0^2) / (460 \cdot f),$$

где m' – масса ситового кузова, кг; f – частота колебаний сита, с⁻¹.

Необходимая мощность электродвигателя зерноочистительного ситового сепаратора

$$N_s = \pi \omega^4 A^2 m' / (13800 \omega \eta),$$

где η – КПД передаточного механизма; ω – частота колебаний сита, с⁻¹.

Расчет просеивающих машин включает определение производительности, потребляемой мощности привода, габаритных размеров деталей рабочих органов.

Производительность просеивателя Π_m (кг/с) с прямоугольной ситовой поверхностью

$$\Pi_m = hbv\rho,$$

где h – толщина слоя материала в начале просеивающей поверхности, м; b – ширина просеивающей поверхности, м; v – скорость движения материала по поверхности, м/с; ρ – плотность материала, кг/м³.

Частота вращения эксцентрика n (с⁻¹), приводящего просеивающие сита в возвратно-поступательное движение:

$$n = (35 \dots 40) \sqrt{tg(\varphi - \alpha) / r},$$

где φ – угол трения частицы о поверхность сита, град;

$$\varphi = \arctg K_m,$$

здесь K_m – коэффициент трения; α – угол наклона сита, рад; r – радиус эксцентрика, м.

Ориентировочная максимальная мощность N (кВт) привода просеивателя, необходимая для приведения в движение сит:

$$N = kn^3 r^2 (m_c + m_n) / 240,$$

где k – коэффициент ($k = 2,0 \dots 2,5$); n – частота вращения эксцентрика, мин⁻¹; r – эксцентриситет, м; m_c – масса качающихся частей сита, кг; m_n – масса слоя продукта на сите, кг;

$$m_n = Sh\rho,$$

здесь S – площадь сита, м²; h – толщина слоя продукта, м; ρ – насыпная плотность продукта, кг/м³.

Приведенный радиус r_0 (м) вращающегося барабанного сита бурата

$$r_0 = (1/h) \sqrt{\Pi_m / (\rho n \operatorname{tg} \alpha)},$$

где h – наибольшая толщина продукта в барабане, м; n – частота вращения барабана, с⁻¹; α – угол наклона барабана, град.

Частота вращения барабана должна соответствовать условию

$$n > n_{кр} = 15r_0^{-1}.$$

Общую площадь поверхности сита S_c (м²) определяют по формуле

$$S_c = \Pi_m / q_{mo},$$

где q_{mo} – удельная производительность бурата, кг/(м²·с).

Площадь ситовой поверхности одной рамки S_o (м²)

$$S_o = S_c / Z,$$

где Z – число граней ситового барабана ($Z = 5 \dots 6$).

Длину ситового барабана L (м) находят из условия

$$L = S_o / (2\pi R),$$

где R – радиус барабана, м.

Размеры шнека принимают такими: диаметр винта $d_g = 0,15 \dots 0,20$ м; шаг винта $\lambda_g = d_g$; диаметр вала шнека $d_w = 0,2 \dots 0,3$ м.

Частота вращения распределительного шнека n_w (с⁻¹)

$$n_w = 4\Pi_m / \left[\pi (d_g^2 - d_w^2) \lambda_g \rho a_3 \right],$$

где a_3 – коэффициент заполнения шнека ($a_3 = 0,5 \dots 0,6$).

Мощность электродвигателя N (кВт)

$$N = g \left[(m_0 + m_n) K_m \pi d n + 2,4 m_n R n + \Pi_m L K_c \right] / (1000 \eta),$$

где m_0, m_n – масса барабана и продукта, кг; K_m – коэффициент трения скольжения в подшипниках ($K_m = 0,15 \dots 0,20$); d – диаметр шейки вала, м; n – частота вращения барабана, c^{-1} ; R – радиус барабана, м; g – ускорение свободного падения, m/c^2 ; L – длина шнека, м; K_c – коэффициент сопротивления ($K_c = 4 \dots 5$).

При расчете машины с неподвижными ситами задаются следующие размеры: шаг винта $\lambda_n = (0,7 \dots 0,8)d_n$; высота загрузочного отверстия кожуха $h = (1,0 \dots 1,5)\lambda_n$; диаметр вала винта $d_{e,n} = (0,2 \dots 0,3)d_n$; радиальный зазор между винтом и кожухом $\delta = 2 \dots 3$ мм.

Расчитывают наружный диаметр винта, частоту вращения шнека, площадь и размеры ситовой поверхности, мощность электродвигателя.

Наружный диаметр винта d_n (м)

$$d_n = \sqrt{1,6\Pi_m / (n\rho\alpha_3\lambda_n)},$$

где Π_m – производительность просеивателя, кг/с; n – частота вращения, c^{-1} ; ρ – плотность продукта, kg/m^3 ; α_3 – коэффициент загрузки ($\alpha_3 = 0,2 \dots 0,3$); λ_n – шаг винта, м.

Частота вращения шнека n (c^{-1})

$$n < n_{кр} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g \operatorname{tg}(\lambda + \varphi)}{K_m r_e}},$$

где λ – угол подъема винтовой поверхности, $\operatorname{tg} \lambda = t/(\pi d)$; φ – угол трения покоя по винту ($\operatorname{tg} \varphi = K_m$); K_m – коэффициент трения груза по кожуху ($K_m = 0,3 \dots 0,4$); r_e – внутренний радиус кожуха, м.

Диаметр цилиндрического сита d_c (м)

$$d_c = d_n + 2\delta.$$

Высота цилиндрического сита H_c (м)

$$H_c = S_c / \pi d_c.$$

Мощность электродвигателя N (кВт)

$$N = g\Pi_m H_n K_m (K_c + 1) \cdot 10^{-3} + \left[\Pi K_2 \omega^2 h_n (R - r) / 408\eta \right],$$

где H_n – высота подъема продукта, м; K_c – коэффициент сопротивления продукта ($K_c = 10$); ω – угловая скорость лопастей, rad/c ; h_n – высота лопасти, м; R – наружный радиус лопасти ($R = 0,3$ м); r – радиус вала, м ($r = 0,03$ м); η – КПД передачи; K_2 – коэффициент сопротивления (для муки $K_2 = 5000$).

Производительность просеивающих машин Π (кг/с) с вращающимися ситами определяется по формуле

$$\Pi = (n\rho \operatorname{tg} \alpha \sqrt{R^3 h^3}) / 60,$$

где n – частота вращения барабана, min^{-1} ; ρ – насыпная плотность продукта, kg/m^3 ; α – угол наклона оси барабана, град; R – радиус барабана, м; h – наибольшая высота слоя продукта в барабане, м.

Мощность электродвигателя N (кВт) просеивателя-бурата

$$N = ng \left[(m_6 - m_{np}) f \pi d + 2,4 m_{np} R \right] / (1000 \cdot 60 \eta),$$

где m_6 – масса барабана, кг; m_{np} – масса продукта в барабане, кг; f – коэффициент трения скольжения в подшипниках; d – диаметр цапфы вала, м; η – КПД привода, g – ускорение свободного падения, m/c^2 .



Первое средство для привлечения дельных мыслей – не думать ни о чем пустячном и пошлом. Расчистите место для дельных мыслей – они придут сами.
ШОПЕНГАУЭР АРТУР (1788–1860).
немецкий философ

8.5 ТРИЕРЫ

Триеры применяют для выделения примесей, отличающихся от зрен основной культуры длиной. К примесям, выделяемым на триерах, относят семена куколя, которые короче зерен пшеницы, или семсна овсюга, которые длиннее зерен пшеницы.

Триеры по конструктивному исполнению основных рабочих органов подразделяют на две группы: цилиндрические и дисковые. Наиболее широкое применение на зерноперерабатывающих предприятиях получили дисковые триеры, которые имеют большую производительность при меньших габаритах и отличаются более высокой технологической эффективностью.

Цилиндрические триеры в зависимости от значения окружной скорости разделяют на тихоходные ($v = 0,3 \dots 0,5$ м/с) и быстроходные ($v = 1,2 \dots 1,5$ м/с). Тихоходные триеры выпускают с наружным сетчатым цилиндром и без него. Первые применяют для очистки зерна от коротких и длинных примесей и его сортирования по толщине, вторые – для контроля отходов. Быстроходные цилиндрические триеры используют для очистки зерна от коротких и длинных примесей, а также для сортирования семян. Зерно в машину поступает в начале цилиндра, а в некоторых конструкциях – по всей длине. Часто эти триеры снабжают ворошилльным механизмом.

Цилиндрический триер (рис. 8.25, а) состоит из стального цилиндра 1 со штампованными ячейками 2 на внутренней поверхности и шнека 5, расположенного в желобе 4. При вращении цилиндра с зерном в ячейки триера попадают из смеси частицы зернового материала, длина которых меньше диаметра ячеек, и поднимаются вверх; падают в желоб, находящийся внутри цилиндра и выводятся наружу шнеком. В цилиндре остаются частицы, длина которых больше диаметра ячеек и которые не укладываются в них по длине, и выходят сходом по цилиндру с другой стороны. Степень разделения зерновой смеси на фракции по длине зависит от уровня, на котором установлена верхняя грань 3 желоба.

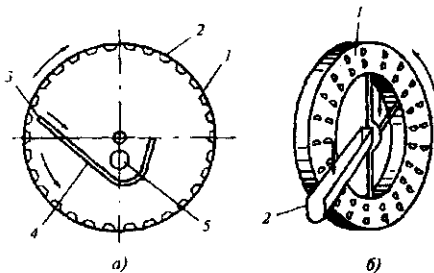


Рис. 8.25 Принцип действия триера

Триеры, выделяющие из зернового материала короткие примеси (например, куколь, битое зерно и т. п.), называются овсюгоотборными. У них очищенное зерно выходит из цилиндра, а примеси – из желоба.

Триеры, предназначенные для отделения длинных зерновых примесей, называют

овсюжными. В них зерно выходит из желоба, а примеси – из цилиндра. У выходного конца овсюгоотборного цилиндра устанавливают кольцо – диафрагму, которая способствует образованию слоя зернового материала внутри цилиндра.

В дисковом триере (рис. 7.25, б) ячейки выполнены на поверхности чугунных дисков. При вращении дисков 1 в ячейки попадают короткие зерна, которые затем выпадают в желобки 2 и выводятся из машины.

Цилиндрические триеры с внутренней ячеистой поверхностью изготавливают одинарного и двойного действия. Триеры одинарного действия имеют по всей длине цилиндра ячейки одного типа и размера и выделяют только короткие или только длинные примеси. Триеры двойного действия на различных участках цилиндра по длине имеют ячейки двух размеров для отделения длинных и коротких примесей.

Дисковые триеры выпускают однороторными. Для сокращения занимаемой производственной площади их комбинируют в двух- и четырехроторные агрегаты, включающие триеры для отбора длинных и коротких примесей. Дисковые триеры для выделения коротких примесей снабжают контрольными дисками.

Основными рабочими органами дисковых триеров являются кольцевидные диски с ячейками на боковых поверхностях. Карманообразные ячейки расположены по концентрическим окружностям. Диски закреплены на горизонтальном валу и вращаются в вертикальной плоскости. Нижняя часть дисков погружена в зерновую смесь. Форма и размеры ячеек, скорость вращения дисков подобраны таким образом, что короткие компоненты обрабатываемой смеси захватываются ячейками, поднимаются вверх и при определенном угле поворота, который зависит от частоты вращения дисков и коэффициента трения частиц о материал диска, выпадают из ячеек на наклонные лотки и выводятся из машины. Длинные компоненты смеси тоже захватываются ячейками, но занимают в них неустойчивое положение и выпадают из ячеек при меньшем угле поворота дисков. Фракции могут быть порознь выведены для дальнейшей обработки в этой или последующих машинах.

При движении зерновой смеси вдоль машины концентрация короткой фракции в ней снижается. В куколеотборниках ячейки дисков поднимают и отбирают куколь и дробленое зерно, а в овсюгоотборниках роль коротких компонентов выполняет основная культура – зерно.

Эффективность работы триера зависит от частоты вращения дисков, положения лотков и заслонок, от формы и размеров ячеек, коэффициента трения зерновой смеси о поверхность дисков, концентрации, состава примесей и других факторов. Все эти факторы не поддаются оперативному управлению. При эксплуатации триеров необходимо обеспечивать стабильную подачу зерна, добиваясь равномерного его распределения и необходимого уровня в загрузочном устройстве. Регулируют подачу и время обработки зерна при помощи заслонок загрузочного и других устройств.

Надежная и эффективная работа триеров возможна при очищенных ячейках, влажности зерна не выше 18 % и отсутствии в исходном зерне твердых и грубых примесей. Поэтому исходная зерновая смесь должна предварительно пройти соответствующую очистку, а при необходимости и сушку.

Отличительная особенность процесса сепарирования в триерах – его высокая эффективность и сравнительно небольшая удельная производительность. Например, в дисковых триерах устойчивая эффективность выделения коротких фракций достигает 95 %, а в цилиндрических 85...90 %.

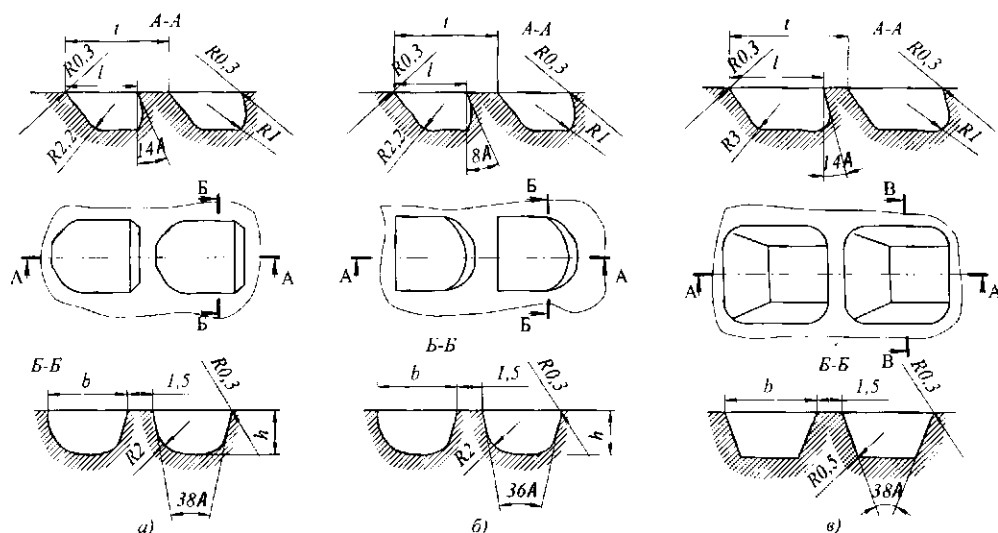


Рис. 7.26 Ячейки дискового триера: а – форма I; б – форма II; в – форма III

В дисковом триере ячейки расположены на литых дисках. Наиболее распространены две формы ячеек (рис. 8.26): с плоским дном – форма III для овальных зерен и с полукруглым дном – формы I, II для шаровидных зерен. Рабочий размер ячейки – длина l . Предусмотрено три типоразмера дисков по диаметру: 380; 460 и 630 мм. Наружный диаметр дисков триеров 630 мм, внутренний – 380 мм, шаг дисков на валу – 64,5 мм.

Количество дисков определяет производительность триера. Ячейки на дисках располагают по концентрическим окружностям.

Форма триерных ячеек определяется способом изготовления, и по этому признаку они могут быть штампованные, фрезерованные и литые.

Наибольшее распространение получили стальные цилиндры со штампованными ячейками, как наиболее прочные и дешевые в изготовлении. Форма и размеры штампованных ячеек берутся согласно государственному стандарту на триерные цилиндры. Штампованные ячейки в плане круглые, а в разрезе по окружности цилиндра – ковшеобразные.

Рабочим размером ячейки (рис. 8.27) служит диаметр d , подбираемый в зависимости от компонентов сепарируемой смеси зерна (стандарт предусматривает ячейки диаметром от 1,6 до 12,5 мм). Остальные размеры ячейки, определяющие ее форму (диаметр дна d_1 , глубина h и h_0 , радиусы R и r), подбирают в зависимости от номинального диаметра d . Существенное значение в рабочем процессе цилиндрического триера имеет положение стенки ячейки, с которой частица выпадает в приемный желоб. Ее положение определяется углом δ , в современных ячеистых поверхностях этот угол приближается к нулю с целью упрощения технологии изготовления цилиндра.

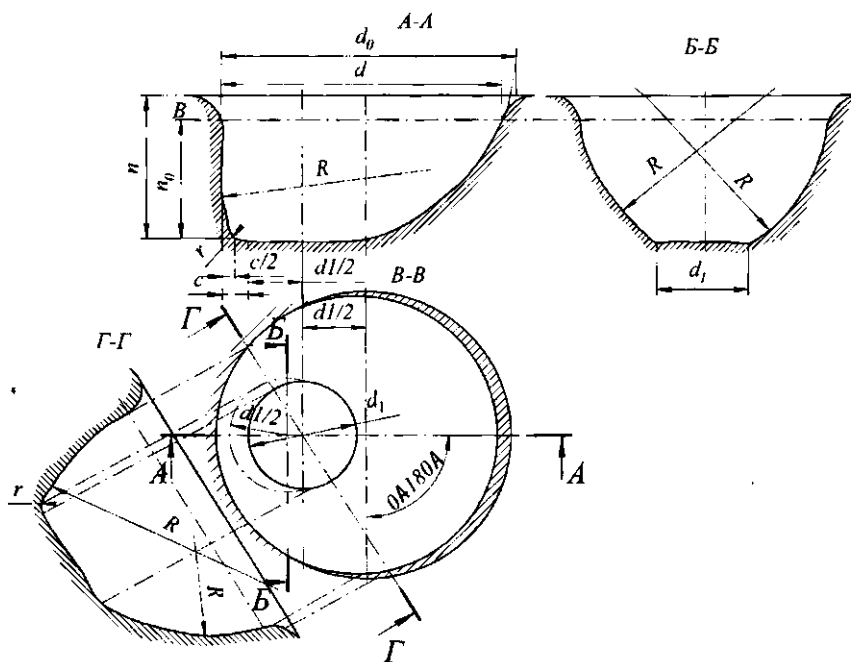


Рис. 8.27 Форма штампованных ячеек

Эффективность работы ячеистых поверхностей зависит от количества ячеек на единице площади и порядка их расположения. Наиболее рациональное расположение – шахматное, когда каждая ячейка размещена в центре правильного шестиугольника, а в вершинах находятся центры смежных ячеек.

Образующие вспомогательного цилиндра диаметром $d_0 = 1,05d$ должны быть касательными к дуге окружности радиуса R .

Штампованные ячейки располагаются в шахматном порядке (рис. 8.28) с шагом

$$t = 0,6 + 1,2d,$$

где d – рабочий размер ячеек, мм.

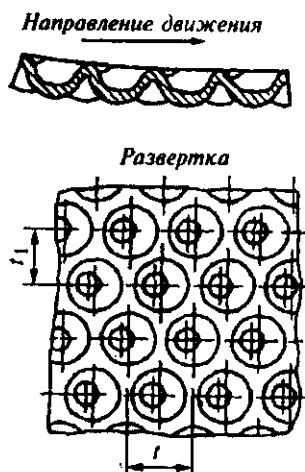
Для приема и отвода зерна и примесей, выбранных ячейками, служат желоб и шнек. Относительно оси триера шнеки располагают концентрично и эксцентрично.

Шнеки триеров однозаходные. Угловая частота вращения шнека равна угловой частоте вращения триерного цилиндра.

Профиль желоба должен быть таким, чтобы зерна, выпадающие из ячеек, в процессе падения не перелетали через нерабочий край желоба.

Траектория полета зерен, выпадающих из ячеек, – парабола. Дальность полета зерна по горизонтали

$$2\alpha = (\omega^2 R^2 / g) \sin 2\alpha.$$

Рис. 8.28 Расположение
штампованных ячеек

Высота полета зерна по вертикали

$$b = (\omega^2 R^2 / 2g) \cos^2 \alpha = (\omega^2 R^2 / 2g) \sin^2 \beta,$$

где $\beta = 90 - \alpha$ – угол сбрасывания зерна; α – угол подъема зерна ячейкой над горизонтальным диаметром

$$\alpha = \varphi + \arcsin (K \cos \varphi),$$

где φ – угол естественного откоса зерна в движении, град; K – показатель кинематического режима триера.

В цилиндрическом триере (рис. 8.29) рабочим органом является стальной цилиндр 7, к концам которого прикреплены винтами розетки 3 и 11. Розетка 11 соединена шпонкой 10 с валом 1. К нему приварены витки шнека 2. Таким образом, вместе с валом вращаются цилиндр и шнек.

Желоб 8 с одной стороны опирается через шарикоподшипник 9 на вал, а с другой – соединен с червячным колесом 5. Поворачивая колесо посредством червяка 4, можно изменять положение грани 12 желоба по отношению к цилиндру. Короткие зерновки при вращении цилиндра западают в ячейки, достигая зоны выпадения, разгружаются в желоб и выводятся шнеком из машины. Зерновки длинной фракции перемещаются вдоль цилиндра в лоток 6.

Особенность рассматриваемого триера – стабильность условий сепарирования, которая достигается в результате равномерного распределения по длине цилиндра исходной зерновой смеси с удалением из нее коротких фракций. Такой режим необходим для куколеотборочной машины, т. к. ее ячейки должны выделить из обрабатываемой зерновой смеси короткую фракцию, относительное содержание которой в реальных условиях не превышает 2...3 %.

Техническая характеристика цилиндрического триера представлена в табл. 8.4.

Быстроходный цилиндрический триер МБТС (рис. 8.30). Цилиндр 1 диаметром 800 мм и длиной 1700 мм изготовлен из стальных листов, на поверхности которых выштампованы ячейки диаметром 8,5 мм. Цилиндр свободно опирается на четыре ролика, которые закреплены на станине 5 и сообщают ему равномерное вращательное движение относительно горизонтальной оси.

Вдоль участка, равного 2/3 длины цилиндра, питающее устройство 2 равномерно распределяет исходную зерновую смесь. Регулятором производительности питателя служит устройство 6 с противовесом 7.

Зерна короткой фракции (пшеницы) устойчиво западают в ячейки цилиндра, из которых затем поступают в желоб выводящего шнека 3, вращающегося от привода с помощью шкива 4. Длинные примеси постепенно перемещаются вдоль цилиндра к сборнику. Скорость продольного перемещения засорителей регулируют посредством системы из одиннадцати поворотных пластин-плужков 8, изменяя их продольную ориентацию и расположение по вертикали.

Торцовые части цилиндра снабжены кольцевыми диафрагмами-фланцами высотой 50 мм для поддержания в цилиндре определенного уровня зерна. При этом в правой части цилиндра накапливаются овсюг и другие длинные примеси, направляемые в отход. Для того чтобы предотвратить попадание в отходы зерен пшеницы, необходимо тщательно контролировать длинную фракцию.

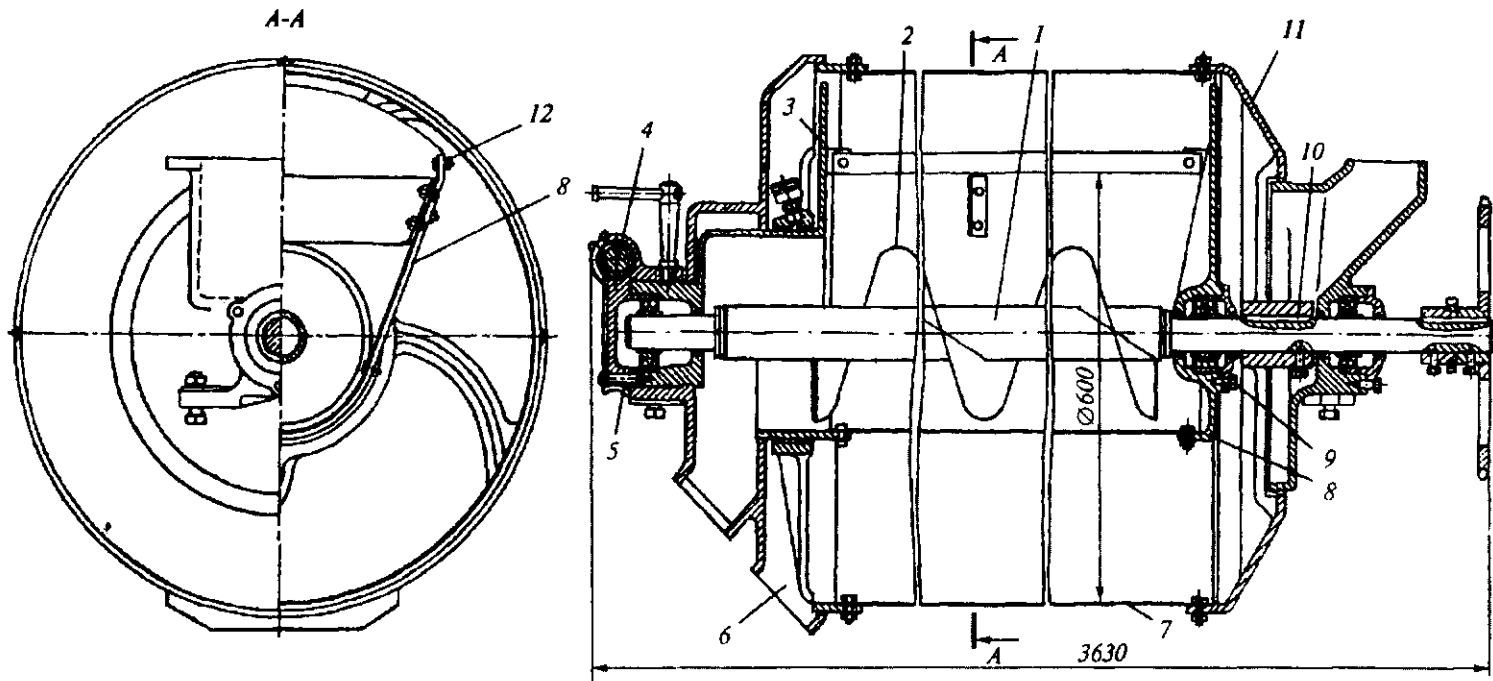


Рис. 8.29 Цилиндрический триер

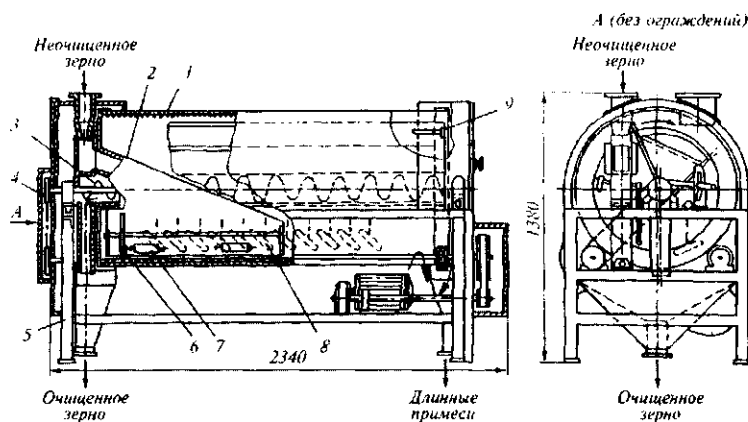


Рис. 8.30 Цилиндрический триер для отбора длинных примесей

Для этого диафрагма снабжена четырьмя ворошителями 9, которые, дополнительно разрыхляя зерновую смесь, облегчают проникание в ячейки цилиндра еще невыделенных зерен пшеницы. Обе рассмотренные конструкции триеров относительно несложны и достаточно эффективны. Их общим недостатком является малый срок службы приводных и поддерживающих роликов, собранных в виде пакетов из плоских прорезиненных дисков. В результате износа контактных поверхностей роликов нарушается плавность хода триеров, что вызывает вибрацию и снижает эффективность сепарирования.

Техническая характеристика быстроходного цилиндрического триера МБТС представлена в табл. 8.4.

Триер-куколотборник ТДК (А9-УТК-6) (рис. 8.31) предназначен для очистки зерна от коротких примесей (куколя и других семян сорных растений).

Основные узлы триера: корпус 1 с дисковым ротором, приемно-распределительное устройство, аспирационный диффузор 11, выпускные устройства, привод 5. В корпусе на горизонтальном валу установлено 22 кольцевых диска с карманообразными ячейками. Триер разделен на три последовательно работающих отделения: рабочее, накопительное и контрольное.

В рабочем отделении установлены 15 дисков, в накопительном – ковшое колесо 3, а в контрольном – 7 дисков, снабженных гонками для транспортирования зерна к накопительному отделению. В корпусе триера установлен шнек 8, с помощью которого примеси с некоторым количеством зерна перемещаются из рабочего отделения в контрольное. Триерные диски прикреплены к валу спицами и болтами. На спицах дисков контрольного отделения закреплены гонки, которые за счет кругового смещения смежных дисков образуют прерывистую винтовую линию, обеспечивающую перемещение очищенного зерна в перегружающее устройство. В корпусе триера имеются откидная дверка и съемная верхняя крышка с отверстиями для подключения к аспирационной сети. Привод вала с дисками 10 и ковшовым колесом 3 осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу, червячный редуктор и муфту. Привод шнека осуществляется от центрального вала через цепную передачу. Технологический процесс в триере-куколоторнике осуществляется следующим образом. Исходная зерновая смесь поступает через приемное устройство 4 и с помощью лоткового распределителя тремя равными потоками направляется в рабочее отделение между дисками.

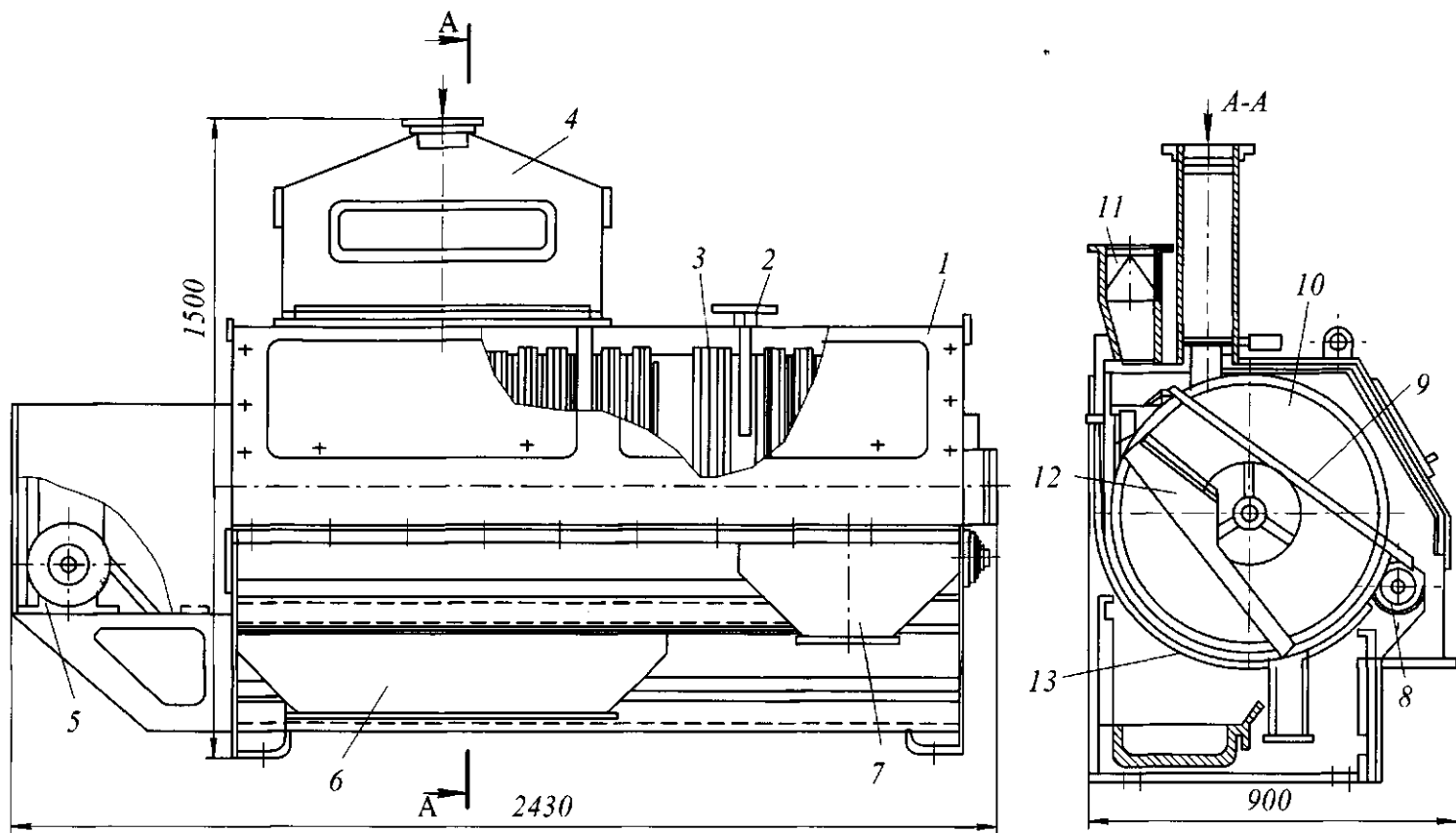


Рис. 8.31 Триер А9-УТК-6

При вращении дисков 10 длинные зерна пшеницы неустойчиво заполняют карманообразные ячейки (размером 5×5 мм, глубиной 2,5 мм) и при небольшом угле поворота дисков выпадают из ячеек в лотки 12, откуда очищенное зерно через патрубок 6 выводится из машины.

Короткие примеси, соприкасаясь с поверхностью дисков, устойчиво размещаются в ячейках, выносятся из зерновой массы и под действием сил тяжести и инерции при значительно большем угле поворота дисков выпадают из ячеек в лотки 9, по которым поступают в пневк 8. Последний транспортирует короткие примеси и попавшие сюда зерна пшеницы в контрольное отделение. Здесь короткие примеси дисками поднимаются вверх и с помощью лотков направляются в сборно-отводящий патрубок для примесей и выводятся из машины. Зерна пшеницы накапливаются в контрольном отделении, гонками дисков транспортируются к стенке перегружающего устройства и через окно, перекрытое регулируемой заслонкой 2, поступают в зону действия ковшового колеса 3, поднимаются им и по наклонному коленообразному лотку возвращаются в рабочее отделение триера.

В машине регулируется распределение зерна заслонками приемного устройства, а уровень зерна в контрольном отделении – заслонкой 2. Минеральные примеси выпускаются из корпуса триера не реже одного раза в сутки и удаляются при открывании задвижек люков 13.

Отличительная особенность триера А9-УТК-6 – функциональное разделение дисков на приемно-рабочие и контрольные, а также наличие накопительного отделения, что позволяет добиваться высокой производительности и эффективности при меньшем количестве дисков.

Для нормальной работы машин на предприятиях необходимо, чтобы уровень зерна в дисковых триерах во время работы был не ниже 100...120 мм от задвижки питающей корбки.

Настройку и регулирование процесса в триере производят с помощью трех заслонок, установленных в приемном устройстве, в перегородке между рабочим и перегружающими отделениями и в задней стенке триера. При открытии заслонки в приемном устройстве устанавливают заданную производительность, не допуская пересыпания зерновой смеси через переднюю кромку днища в канал для очищенного зерна. С помощью заслонки в задней стенке триера устанавливают режим работы, обеспечивающий требуемую эффективность, которую контролируют методом отбора проб исходного и очищенного зерна и отходов.

Преимущества комбинированных дисков по сравнению с чугунными: высокая износостойкость рабочих поверхностей увеличивает срок их службы в 3...5 раз, при этом снижается повреждаемость зерна; оптимальные углы раскрытия ячеек, геометрическая точность и высокая чистота обработки поверхностей сортирующих ячеек исключают их забиваемость зерновками при работе диска, что увеличивает его производительность. Триер А9-УТК-6 является куколеотборником, а триер А9-УТО-6 – овсюгоотборником.

Техническая характеристика дисковых триеров марок ТДК (А9-УТК-6) и ТДК (А9-УТО-6) представлена в табл. 8.4.

Инженерные расчеты. К основным расчетным параметрам цилиндрического триера относят производительность, показатель кинематического режима, рабочие размеры цилиндра, его транспортирующую способность, потребляемую мощность.

Таблица 8.4 Техническая характеристика дисковых триеров

Показатели	ТДК (А9-УТК-6)	ТДК (А9-УТО-6)	Цилиндрический триер	МБТС
Производительность, т/ч	6	6	4	5
Число дисков	22	16	–	–
в том числе:				
рабочих	15	13	–	–
контрольных	7	3	–	–
Размеры ячеек дисков, мм	5×5×2,5	8×8×4	–	8,5
Расход воздуха, м ³ /мин	10	8	–	–
Частота вращения дискового ротора, об/мин	50	55	50	45
Мощность двигателя, кВт	3,0	2,2	2,5	1,8
Габаритные размеры, мм	2425×1000×1500	2000×1000×1100	3630×1000×1100	2430×900×1380
Масса, кг	1014	800	930	1100

Производительность цилиндрического триера Π (кг/ч)

$$\Pi = qF,$$

где q – удельная нагрузка на триерную поверхность, кг/(ч·м²); F – площадь ячеистой поверхности, м².

Для проверочных расчетов производительность цилиндрического триера Π (кг/ч) можно определить, используя формулу

$$\Pi = \varepsilon \pi D n z \Delta L / (60a),$$

где ε – коэффициент использования ячеистой поверхности; D – диаметр цилиндра, м; n – частота вращения цилиндра, мин⁻¹; z – число ячеек на 1 м² ячеистой поверхности, шт./м²; Δ – средняя масса зерна, выбираемого одной ячейкой, кг; L – длина цилиндра, м; a – содержание коротких зерен в исходном материале, %.

Длина L (м) триерного барабана в первом приближении определяется по формуле Г.Т. Павловского:

$$L = 53 \Pi a / (D z \delta \varepsilon n) = 2,77 \Pi a / (z \delta \varepsilon v_m),$$

где Π – производительность триера, кг/ч; a – содержание коротких зерен в исходном материале, %; D – диаметр триерного цилиндра, м; z – число ячеек на 1 м² ячеистой поверхности, шт./м²; δ – вместимость одной ячейки; ε – коэффициент использования ячеистой поверхности; v_m – окружная скорость цилиндра, м/с.

Угловая частота вращения ω (с⁻¹) ориентировочно может определяться по эмпирической формуле:

для тихоходных триеров

$$\omega_m = K_m \pi / \sqrt{R},$$

для быстроходных триеров

$$\omega_b = K_b \pi / \sqrt{R},$$

где K – показатель кинематического режима триера ($K_m = 0,15 \dots 0,30$ – для тихоходных триеров; $K_b = 0,50 \dots 0,75$ – для быстроходных триеров).

Мощность N (кВт) привода цилиндрического триера ориентировочно может определяться по эмпирической формуле:

$$N = 2 \cdot 10^{-4} \Pi / \eta_{np},$$

где Π – производительность триера, кг/ч; η_{np} – КПД привода триера.

К основным параметрам дискового триера относят производительность, диаметр дисков и их количество, кинематический режим, конструктивное исполнение приемно-выпускных и транспортирующих элементов и потребную мощность для привода триера.

Производительность Π (т/ч) дискового триера

$$\Pi = (\pi / 500) (R_1^2 - R_2^2) q n,$$

где R_1 – радиус диска по внешним ячейкам, мм; R_2 – радиус диска по внутренним ячейкам, мм; q – удельная нагрузка, кг/(ч·м²); n – число дисков.

Для проверочных расчетов производительность дискового триера Π (т/ч) можно определить по формуле

$$\Pi = 60zn\Delta X_1 \varepsilon / a,$$

где z – число дисков; n – частота вращения дисков, мин⁻¹; Δ – средняя масса зерна, выбираемого одной ячейкой, кг; X_1 – число ячеек на одной стороне диска; ε – коэффициент использования ячеистой поверхности; a – содержание коротких зерен в исходном материале, %.

Число ячеек X_1 на одной стороне диска определяют по формуле

$$X_1 = \pi(D^2 - d^2) / 4(l + b)^2,$$

где D , d – наружный и внутренний диаметры диска, мм; l – размер ячейки, мм; b – ширина перемычки между ячейками, мм.

Мощность привода N (кВт) для дисковых триеров ориентировочно определяют по эмпирической формуле

$$N = 0,6 \Pi,$$

а для высоконагрузочных триеров

$$N = (0,4...0,5)\Pi,$$

где Π – производительность дискового триера, т/ч.



... человеку потребно суть науки стяжати
и разума искати.

МАГНИЦКИЙ ЛЕОНТИЙ ФИЛИППОВИЧ
(1669–1739). русский математик, педагог

8.6 ПАДДИ-МАШИНЫ

Падди-машины предназначены для разделения продуктов шелушения зерна на две фракции, одна из которых содержала бы шелушенные зерна, а другая – нешелушенные, т. е. сортируют исходную смесь на фракции, отличающиеся между собой совокупностью различных свойств (коэффициентом трения, плотностью, формой, размерами и упругостью). Они могут быть использованы для выделения из зерновой смеси примесей: камней, металлических частиц, семян сорных растений и поврежденных зерен.

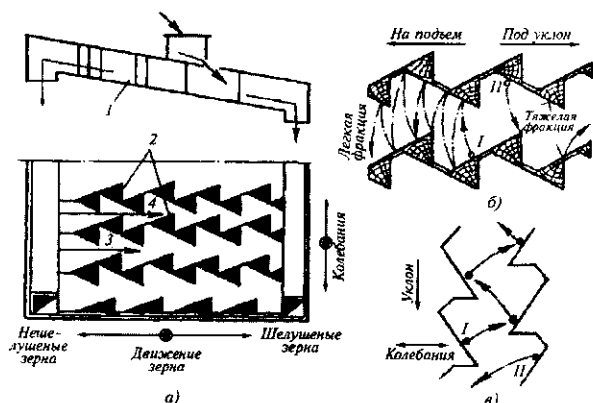


Рис. 8.32 Принцип действия падди-машины

Принцип действия падди-машины состоит в следующем. К сортировальному столу 1 перпендикулярно поверхности прикреплены стенки 2 зигзагообразной формы (рис. 8.32, а). Они образуют каналы 3 и 4, по которым движется продукт. Сортировальный стол получает прямолинейное возвратно-поступательное движение. Более плотные частицы I (рис. 8.32, б) с большим коэффициентом трения и меньшей упругостью перемещаются вниз, не соприкасаясь с рабочими участками зигзагообразного канала. Менее плотные частицы II с меньшим коэффициентом трения и большей упругостью, чем частицы I, контактируют с рабочими участками канала и перемещаются вдоль них вверх. При сортировании семенных смесей, содержащих шарообразные и эллипсообразные зерна большой упругости (горох, соя), они перемещаются вверх, отражаясь от рабочих участков зигзагообразных стенок канала (рис. 8.32, в).

Для разделения исходного продукта на две фракции сортировальные столы устанавливают под соответствующим углом наклона к горизонту с помощью специального регулирующего механизма.

Основным признаком, по которому смесь разделяется на рабочих участках канала на две фракции, является различие между плотностью и коэффициентами трения сортируемых частиц. На процесс разделения влияет также различие формы, размеров и упругих свойств частиц.

На эффективность разделения смеси влияет самосортирование, которое происходит при прямолинейно-возвратном поступательном движении канала. Нешелушенные зерна, как более легкие, крупные, упругие и гладкие, попадают в верхние, а шелушенные – в нижние слои. Поэтому процесс разделения зависит от соотношения шелуше-

ных и нешелушенных частиц, а также от толщины слоя разделяемого продукта на днище сортировального стола.

Одинарная падди-машина (рис. 8.33) состоит из приемного устройства 2, распределяющего продукт равномерным слоем по всей длине машины, и корпуса 3, в котором находятся 30 каналов с зигзагообразными направляющими плоскостями. Каналы расположены на трех сортировальных столах по десять в каждом; на второй стол продукт поступает через отверстия первого, а на третий – через отверстия первого и второго сортировальных столов. Штурвал 6 позволяет изменять и фиксировать наклон корпуса по отношению к горизонтальной оси. Стойки 5 шарнирно соединяют корпус с основанием станины. Приводной механизм 4 через эксцентрики и тяги приводит в возвратно-поступательное движение корпус машины.

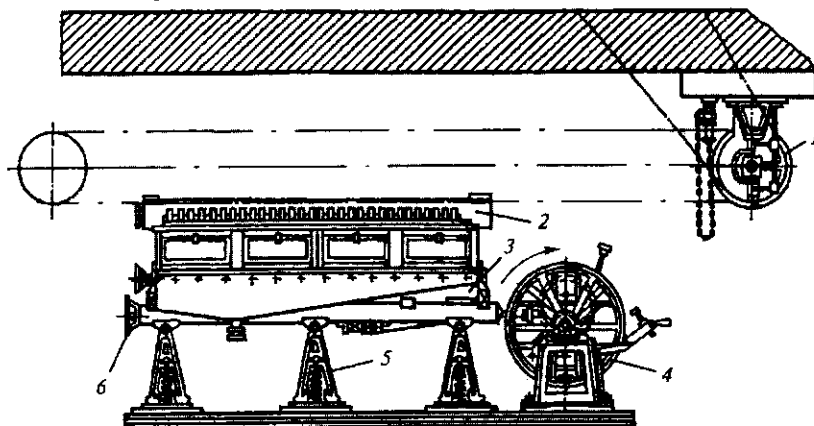


Рис. 8.33 Одинарная падди-машина

Вспомогательная трансмиссия 1 имеет один или два шкива в зависимости от количества машин, которые она приводит в движение. На вспомогательной, а также сопряженной с ней трансмиссиях установлены конические шкивы. Вращение от главной трансмиссии на вспомогательную передается плоским ремнем, надетым на конические шкивы, что позволяет регулировать скорость движения корпуса машины.

Приводной механизм одинарной падди-машины (рис. 8.34) включает шкив 2 с противовесом 3, жестко сидящим на валу 1. На конце вала закреплено коническое зубчатое колесо 6, которое через зубчатые колеса 7 и 5 передает вращение шкиву 4 с противовесом 8.

В результате суммарная центробежная сила инерции обоих противовесов при горизонтальном направлении уравнивает силу инерции корпуса. При другом положении противовесов центробежные силы инерции уравнивают друг друга. Подобная конструкция приводного механизма позволяет уравновесить всю систему падди-машины.

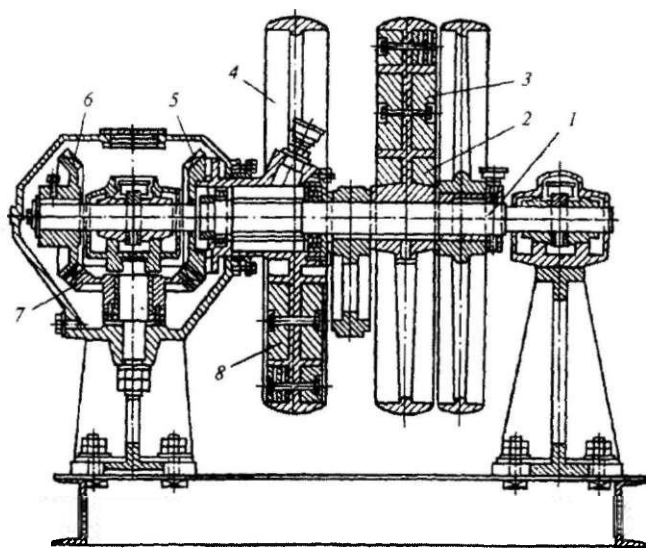


Рис. 8.34 Приводной механизм одинарной машины

Для нормальной работы пади-машины необходимо непрерывное поступление продукта одинаковым слоем во все каналы машины и плотное прилегание направляющих стенок к опорной поверхности сортировального стола. Поверхность стола и всех направляющих стенок должна быть плоской, не допускается перекокс корпуса стола, т. к. это вызывает накопление продукта около стенок каналов, а также нарушение установленного кинематического режима машины. Технологический процесс в пади-машине регулируют, уменьшая или увеличивая наклон корпуса по отношению к горизонтальной оси и изменяя частоту колебаний. Основное достоинство пади-машины – относительно высокая точность разделения при стабильной работе. К недостаткам следует отнести громоздкость и динамическую неуравновешенность.

Техническая характеристика одинарной пади-машины

Производительность, кг/с:

при переработке овса в крупу:

в основной машине14

в контрольной машине.....30...0,36

при переработке риса в крупу:

в основной машине21

в контрольной машине.....3

при переработке проса в пшено:

в основной и контрольной машинах0,11

Количество каналов в трех ярусах30

Эксцентриситет, мм.....90

Частота колебаний, кол/мин95...105

Расход воздуха, м³/с16

Мощность электродвигателя, кВт1,25

Размеры каналов, мм1320×215×93

Масса, кг.....1950

Крупноотделительная машина БКО (рис. 8.35) предназначена для отделения шелушенных зерен риса, гречихи и овса от нешелушенных.

Машина состоит из аспирационной колонки 1, питателя 2 с тремя распределительными трубами, трех сортирующих столов 3, системы подвесок 4, эксцентрико-

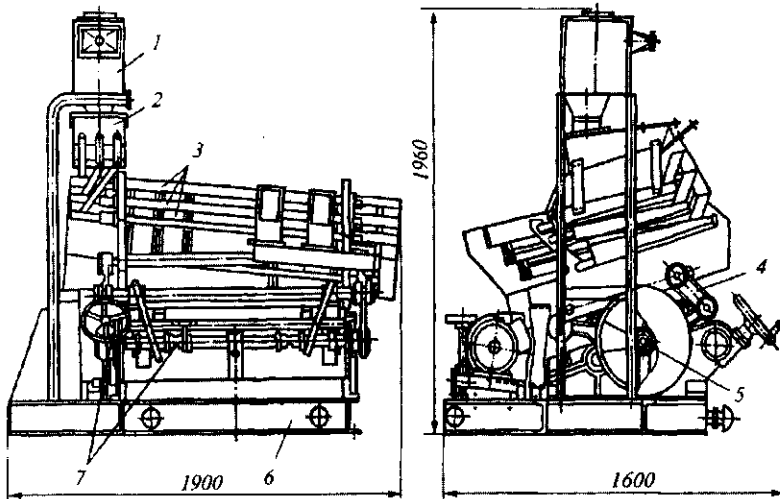


Рис. 8.35 Крупноотделительная машина БКО

вого вала 5, механизма 7 регулирования угла наклона сортирующих столов, привода и станины 6, на которой смонтированы узлы машины и электрооборудование. Сортирующие столы 3 – основной рабочий орган, на котором разделяется исходная смесь шелушеного и нешелушеного зерна.

Дно сортировочных столов представляет собой плоский металлический лист, на поверхности которого выштампованы ячейки глубиной 1 мм и размерами 5×5 мм. Ячейки днища обращены выпуклой стороной наружу.

Сортирующие столы наклонены в продольном и поперечном направлении. Наклон столов в направлении колебаний регулируют механизмом от 8 до 24° к горизонту. Наклон столов в направлении перпендикулярном колебаниям составляет 3°30'...4°.

Основной признак, по которому исходный продукт разделяется на отдельные фракции, – различие между коэффициентами трения шелушенных и нешелушенных зерен об ячеистую поверхность сортирующего стола и их плотностью. Большое значение для разделения смеси имеет самосортирование, которое происходит при возвратно-поступательном движении стола. Нешелушенные зерна, как более легкие, крупные, упругие, попадают в верхние слои, а шелушенные – в нижние.

Оптимальный режим работы машины устанавливают регулированием частоты колебаний и угла наклона сортирующих столов в зависимости от физико-механических свойств исходного продукта. Наклон столов и частоту колебаний регулируют в зависимости от содержания нешелушеного зерна, его вида и сорта.

Техническая характеристика крупноотделительной машины БКО

Производительность, т/ч	2,0...2,5
Коэффициент использования, %	0,80...0,85
Количество сортирующих столов	3
Амплитуда колебаний столов, мм	28
Частота вращения эксцентрикового вала, мин ⁻¹	170...200
Угол наклона сортирующих столов в направлении:	
колебаний (регулируемый), град	8...24
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /с	0,11
Мощность электродвигателя, кВт	1,1
Масса, кг:	
сортирующих столов	160
машины	695

Инженерные расчеты. Расчет крупотделительных машин включает определение производительности, потребляемой мощности привода, габаритных размеров деталей рабочих органов.

Частоту вращения эксцентрика n (с^{-1}), приводящего просеивающие сита в возвратно-поступательное движение, можно ориентировочно вычислить по эмпирической формуле:

$$n = (35 \dots 40) \sqrt{\text{tg}(\varphi - \alpha) / r},$$

где φ – угол трения частицы о поверхность сита, град;

$$\varphi = \text{arctg} k,$$

здесь k – коэффициент трения; α – угол наклона сита, град; r – эксцентриситет (радиус кривошипа), м.

Производительность крупотделительных машин P_m (кг/с) с прямоугольной просеивающей поверхностью

$$P_m = hbv\rho,$$

где h – толщина слоя материала в начале просеивающей поверхности, м; b – ширина просеивающей поверхности, м; v – скорость движения материала по поверхности, м/с; ρ – плотность материала, кг/м^3 .

Мощность N (кВт), необходимая для приведения в движение сит:

$$N = kn^3 r^2 (m_c - m_n) / 250$$

где k – коэффициент ($k = 2,0 \dots 2,5$); n – частота вращения эксцентрика, с^{-1} ; r – эксцентриситет, м; m_c – масса качающихся частей сита, кг; m_n – масса слоя продукта на сите, кг;

$$m_n = Sh\rho g,$$

здесь S – площадь сита, м^2 ; h – толщина слоя продукта, м; ρ – насыпная плотность продукта, кг/м^3 ; g – ускорение свободного падения, м/с^2 .



Если мы желаем... убедиться в истинности своих взглядов, то надо иметь возможность высказывать их. Их надо испытать на пробном камне противоречия.
ГЕЛЬВЕЦИЙ КЛОД АДРИАН (1715–1771),
французский философ

8.7 ВОЗДУШНЫЕ СЕПАРАТОРЫ

Основная технологическая функция воздушных сепараторов – выделение из зерновой смеси примесей, отличающихся от зерна по аэродинамическим признакам (пыль, частицы оболочек, сорные примеси).

Применяются два типа воздушных сепараторов: РЗ-БАБ и РЗ-БСД.

Основным параметром, определяющим возможность разделения зерновой смеси по аэродинамическим свойствам, является скорость витания. При средней скорости воздушного потока 7...8 м/с возможно достаточно четкое разделение зерна пшеницы и примесей. Зерновая смесь разделяется в вертикальном канале, где воздушный поток

взаимодействует с движущимся слоем зерна. Воздушные сепараторы, в которые исходная смесь подается пневмотранспортом, выполняют две функции: выделение легких примесей из зерна и вывод в аспирационную сеть транспортирующего воздуха.

На эффективность работы воздушных сепараторов влияют: удельная нагрузка, состав зерновой смеси (степень различия аэродинамических свойств зерна и примесей), средняя скорость воздушного потока, равномерность распределения скоростей воздушного потока в поперечном сечении канала в рабочей зоне.

С увеличением скорости витания примесей эффективность их отделения снижается. Так, при изменении средней скорости воздушного потока с 4,4 до 5 м/с эффективность очистки повышается с 25,3 до 44,8 %, а дальнейшее увеличение скорости вызывает увеличение количества зерна в отходах.

Воздушный сепаратор РЗ-БАБ (рис. 8.36) предназначен для очистки зерна от легких примесей. Приемная камера 12 сепаратора сварной конструкции имеет отверстие в верхней части для поступления зерна в смотровое окно. Корпус изготовлен из листовой стали в виде вертикального прямоугольного канала. Его основание сварено из уголков.

На боковинах сепаратора по всей высоте расположены смотровые окна 1. Задняя стенка имеет жалюзи 8 для поступления воздуха в пневмосепарирующий канал. Внутри корпуса установлена подвижная стенка 5, которая с передней стенкой корпуса образует пневмосепарирующий канал 6. Подвижная стенка состоит из верхней и нижней частей, шарнирно соединенных между собой. Положение обеих частей регулируют штурвалами 4 и 9 так, что можно устанавливать различную скорость воздуха в верхней и нижней частях пневмосепарирующего канала.

В верхней части пневмосепарирующего канала установлена дроссельная заслонка 2 для регулирования расхода воздуха. Ее положение фиксируют штурвалом 3. Вибролоток 11 сварной конструкции обеспечивает подачу зерна в пневмосепарирующий канал. Резиновая накладка вибrolотка служит днищем приемной камеры. С корпусом лоток соединен резиновыми подвесками и пружинами 7, которые обеспечивают необходимый подпор зерна в приемной камере независимо от нагрузки, что предотвращает подсос воздуха в пневмосепарирующий канал. Для установления начального зазора между вибrolотком и приемной камерой служит ось с ограничителем хода 13. Это винтовое устройство, на которое опирается вибrolоток.

Вибролоток приводится в колебательное движение инерционным вибратором 10, который представляет собой электродвигатель с дебалансными грузами. Изменяя их положение, увеличивают или уменьшают амплитуду колебаний вибrolотка в пределах 1,5...2,5 мм. На боковой стенке корпуса расположена люминесцентная лампа,

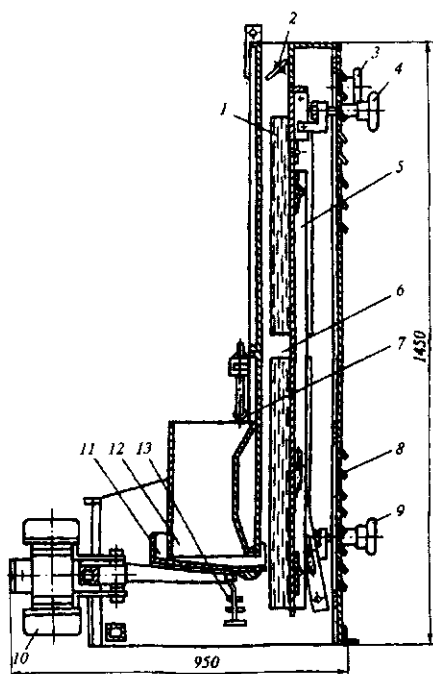


Рис. 8.36 Воздушный сепаратор РЗ-БАБ

освещающая пневмосепарирующий канал, что облегчает визуальный контроль и регулирование рабочего процесса. Сепаратор устанавливают на подставке, которую крепят к перекрытию этажа.

Технологический процесс в воздушном сепараторе происходит следующим образом. Зерно поступает в приемную камеру 12, затем на вибрлоток 11. Подпор зерна препятствует подосу воздуха в приемную камеру. Вибрлоток не только выравнивает слой зерна по всей длине пневмосепарирующего канала, но и способствует расслоению зерновой смеси так, что легкие примеси перемещаются в верхний слой. Это способствует более эффективному их выделению воздухом. Кроме того, подвижную стенку 5 в нижней части устанавливают в такое положение, чтобы слой зерна, сходящего с вибрлотка 11, был практически горизонтальным. Все это создает оптимальные условия для пневмосепарирования.

Основное количество воздуха, проходя под вибрлотком 11, объединяется с воздухом, поступающим через жалюзи задней стенки, и пронизывает слой зерна. Дополнительное поступление воздуха через жалюзи препятствует оседанию пыли в пневмосепарирующем канале. Легкие примеси вместе с воздухом поднимаются вверх по каналу и уносятся в аспирационную систему, а очищенное зерно выводится через выпускной патрубок.

Отличительная особенность воздушного сепаратора РЗ-БАБ – это наличие вибрлотка, обеспечивающего надежное распределение и расслоение зерна по длине пневмосепарирующего канала, а также возможность регулирования сечения и формы пневмосепарирующего канала, что существенно повышает эффективность очистки зерна от легких примесей.

Техническая характеристика сепаратора РЗ-БАБ

Производительность, т/ч	10,5
Эффективность, %	65...75
Расход воздуха, м ³ /ч.....	4800
Частота колебаний вибрлотка, кол/мин	1420
Мощность, кВт:	
электровибрагора	0,12
светильника	0,04
Размеры пневмосепарирующего канала, мм.....	1005×180×1450
Габаритные размеры, мм	1130×950×1450
Масса, кг	270

Перед пуском воздушного сепаратора следует обратить внимание на крепление вибратора. Амплитуду его колебаний регулируют, изменяя взаиморасположение грузов, установленных на концах вала. С увеличением расстояния между грузами амплитуда уменьшается и наоборот. Для регулирования амплитуды колебаний снимают верхний и нижний кожухи вибратора, открущают болты крепления крайних грузов. Далее приближают или удаляют свободные грузы относительно закрепленных. Необходимо следить за тем, чтобы положение грузов в верхней и нижней частях вибратора строго совпадало. Затем закрепляют грузы и устанавливают кожухи.

Вибролоток должен свободно вибрировать (от руки), а его амплитуда не должна превышать 3 мм. Недопустимо касание вибролотка стенок приемной камеры. Примерное расстояние между приемной камерой и резиновой пластиной вибролотка 3...4 мм. Вибролоток устанавливают строго параллельно кромке камеры так, чтобы размер щели был одинаковым по всей длине; его регулируют, изменяя натяжение пружины.

Пневматический сепаратор РЗ-БСД (рис. 8.37) предназначен для разгрузки зерна, перемещаемого в нагнетающей сети пневмотранспорта, а также для выделения аспирационных отбросов: тяжелых (щуплых, изъеденных и битых зерен) и легких (оболочек, соломистых частиц, пыли).

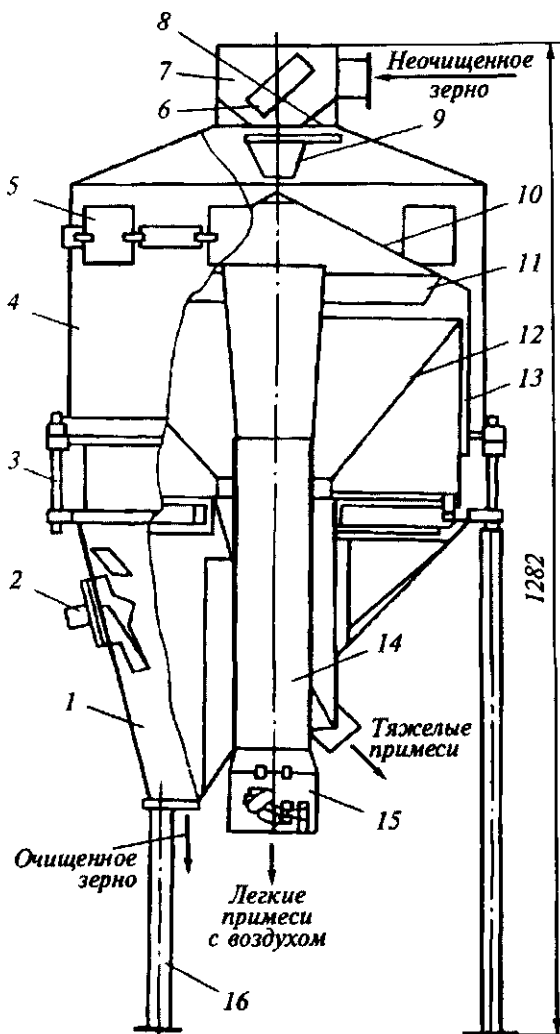


Рис. 8.37 Пневматический сепаратор РЗ-БСД

Цилиндрический корпус сепаратора представляет собой сварную конструкцию. В его верхней части установлены винты для крепления направляющей воронки 9, а в нижней части расположены стойки 3, соединяющие корпус 4 с выпускным патрубком 1 для очищенного зерна и опорами 16. Корпус надевают на распределительный конус и устанавливают на направляющее кольцо. В нем сделаны три окна 5, предназначенные для регулирования направляющей воронки 9 и наблюдения за равномерностью распределения зерна.

Приемный патрубок 7 закреплен сверху на корпусе поворотным фланцем 8. Внутри патрубка расположен отрагатель 6, направляющий поток зерна в воронку. Для обслуживания предусмотрена съемная крышка.

Распределительный конус 10 представляет собой сварную конструкцию, состоящую из конусной и цилиндрической частей. Здесь происходит равномерное распределение зерна по всей окружности воздушного канала. Конус 10 надевают на внутренний кожух 13 и по всей его окружности приваривают козырек 11, способствующий направлению вниз крупных отбросов. Кожух 13 образует цилиндр,

внутри которого приварен перевернутый усеченный конус 12. Они образуют осадочную камеру, где осаждаются тяжелые отбросы (частицы зерна). Диаметр отсасы-

вающего патрубка 14 неодинаков по высоте, что позволяет более плавно изменять скорость. Его монтируют внутри сепаратора. Поток воздуха, проходящий через патрубок и дроссельную наставку 15, уносит легкие отходы (легкие примеси), которые осаждаются в фильтре-циклоне аспирационной сети.

Выпускной патрубок 1 выполнен в виде неправильного конуса. К нему фланцем прикреплен электросигнализатор 2, имеющий следующие узлы: педаль, стержень, клапан, микровыключатель, пружину, две стойки и электрокабель. Накапливаясь, зерно давит на педаль, которая через стержень нажимает на микровыключатель, заблокированный с подачей зерна. Одновременно подается сигнал на пульт управления и отключается подача зерна. После устранения подпора в конусе выпускного устройства пружина возвращает клапан в первоначальное положение, подача зерна автоматически возобновляется.

Технологический процесс проходит следующим образом. Зерно вместе с транспортирующим воздухом из нагнетающего продуктопровода поступает через приемный патрубок 7 в сепаратор, ударяется об отражатель и падает в направляющую воронку 9. Из нее оно попадает в конус 10 и, равномерно распределяясь по окружности, сыпается через внешнее кольцевое пространство на направляющее кольцо. Далее зерно поступает в кольцевой канал, где пронизывается встречным потоком воздуха. Очищенное зерно падает вниз, а легкие частицы уносятся в осадочную камеру. Там они дополнительно разделяются на тяжелые и легкие отходы. Тяжелые отходы выводятся из осадочной камеры через шлюзовую затвор, а легкие уносятся воздушным потоком в аспирационную сеть.

Техническая характеристика сепаратора РЗ-БСД

Производительность, т/ч	7
Эффективность, %	50...60
Расход воздуха, м ³ /ч.....	3250
Диаметр наружного цилиндра, мм	1174
Размеры пневмосепарирующего канала, мм.....	2800×60×400
Габаритные размеры, мм.....	1174×1174×2182
Масса, кг	335

Расход воздуха регулируют дроссельным клапаном, установленным в нижней части отсасывающего воздуховода. Если в нем обнаруживают целые зерна, то скорость воздуха уменьшают дроссельным клапаном. Наблюдая в цилиндрическое прозрачное окно, можно заметить неравномерность поступления зерна. В этом случае открывают продольные отверстия для забора воздуха. Дополнительный приток воздуха в верхней части способствует более равномерному распределению зерна.

Аспирационную колонку А1-БКА (рис. 8.38) относят к устройствам с каскадным принципом пневмосепарирования. Она предназначена для выделения примесей из зерна злаковых культур, разделения продуктов шелушения крупяных культур, отличающихся аэродинамическими свойствами, а также для контроля крупы и лузги.

Над питающим валиком 12 размещен грузовой клапан 14, регулирующий толщину слоя продукта. Под валиком 12 расположены наклонные скаты 15 и четыре поворотных клапана, образующих каскады сепарирования. Клапаны 16 позволяют

регулировать направление воздушного потока и прохождение продукта в зоне сепарирования. В нижней части корпуса на выходе из машины установлено магнитное устройство 17, представляющее собой набор малогабаритных магнитных дуг, соединенных полюсными накладками.

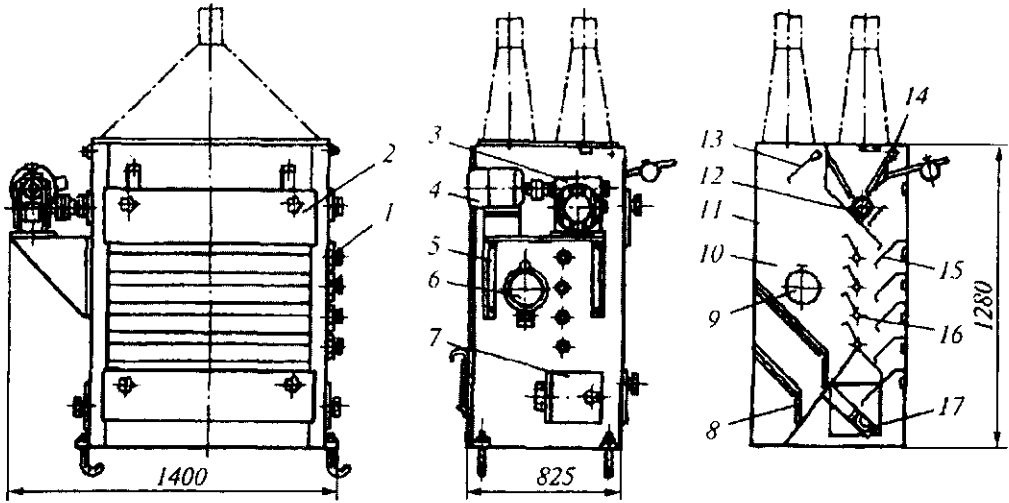


Рис. 8.38 Аспирационная колонка А1-БКА

Осадочная камера 10 имеет сверху клапан 13 для регулирования расхода воздуха и соответственно скорости воздуха в зоне сепарирования. В нижней части камеры расположены два ряда разрезных клапанов 8, которые в процессе работы в результате образующегося вакуума прижимаются к наклонному скату и по мере накопления продукта силой его тяжести открываются, выпуская продукт (легкие примеси), не нарушая герметичности. Для регулирования положения клапанов 16 служат рукоятки 1, установленные на наружной боковой поверхности колонки. Здесь же находятся смотровые окна 6, 7 и 9.

Колонка имеет два прямоугольных отверстия, предназначенных для присоединения самотечной трубы и патрубков для аспирации, к которому подсоединяют воздуховод аспирационной сети. На передней стенке колонки сделаны два люка со съемными фортками 2, которые обеспечивают доступ к питающему валу и магнитному устройству. Электродвигатель 4 и редуктор 3 устанавливают на кронштейне 5, прикрепленном к корпусу 11 колонки.

Продукт через приемное отверстие попадает на питающий валик диаметром 70 мм и равномерной лентой через грузовой клапан поступает на первый неподвижный наклонный скат. Далее, перемещаясь с одного ската на другой, продукт каждый раз изменяет направление движения, образуя четыре каскада. На всем пути перемещения продукт продувается воздушным потоком, который увлекает и уносит в осадочную камеру легкие примеси (лузгу, пыль, мелкий сор и т. д.).

Зерно (или ядро), пройдя все каскады пневмосепарирования, поступает в нижнюю часть корпуса на наклонную плоскость магнитного устройства и, пройдя по ней, выводится из машины, а металломагнитные примеси удерживаются на полюс-

ных накладках. Эти примеси периодически удаляют, очищая рабочую поверхность магнитного устройства. Легкие примеси осаждаются в камере 10 и по мере накопления выводятся из машины.

В период пуска колонки необходимо отрегулировать подачу продукта с помощью грузового клапана 14. Общий расход воздуха на колонку (клапан 13) и по каскадам (клапаны 16) регулируют, ориентируясь на максимально достигнутую технологическую эффективность. Воздушный режим в процессе эксплуатации необходимо периодически регулировать.

Техническая характеристика аспирационной колонки А1-БКА

Производительность, т/ч:	
для зерна	5
для продуктов шелушения крупяных культур	3,3
для крупы	3,8
Эффективность, %:	
для зерна	80
для продуктов шелушения крупяных культур	75
для крупы	95...97
Расход воздуха, м ³ /ч.....	2900...4800
Частота вращения питающего валика, мин ⁻¹	42
Мощность электродвигателя, кВт	0,4
Габаритные размеры, мм	1400×825×1280
Масса, кг	300

Инженерные расчеты. Эффективность работы воздушных сепараторов определяют совокупностью показателей: производительностью; технологической эффективностью выполняемой операции; стабильностью (с точки зрения эффективности работы отдельных рабочих органов и устойчивости показателей производительности и качества обрабатываемого продукта).

Производительность воздушных сепараторов Π (т/ч) определяют по формуле

$$\Pi = 60G/(1000 \tau),$$

где G – масса зерна, поступающего в машину, кг; τ – время снятия баланса, мин.

Технологическую эффективность выполняемой операции оценивают снижением содержания примесей, подлежащих удалению в конкретной машине, и содержанием основного зерна в отходах.

Снижение засоренности E (%) определяют по формуле

$$E = (A - B)100/A,$$

где A и B – содержание примесей до и после очистки, %.



На клад можно наткнуться совершенно случайно, но гораздо чаще успеха достигают кладовскатели. Так и в науке. Не надейся на то, что блестящая идея осенит вас во время игры даже в шахматы. Больше всего шансов на успех у того, кто держит руку на бьющемся пульсе научной жизни.
*ГИНЗБУРГ ВИТАЛИЙ ЛАЗАРЕВИЧ (р. 1916),
физик-теоретик, академик РАН*

8.8 МАГНИТНЫЕ СЕПАРАТОРЫ

В зерновой смеси, как правило, содержатся металломагнитные примеси, которые не удается полностью выделить в зерноочистительных сепараторах. Наличие таких примесей может привести к искрообразованию и повреждению рабочих органов машин при переработке зерна. Особенно опасно попадание металломагнитных примесей в готовую продукцию, где их содержание строго нормируется. Рабочий процесс в магнитных сепараторах основан на различии магнитных свойств зерновых продуктов и примесей. Для извлечения металломагнитных частиц необходимо, чтобы сила притяжения магнита, действующая на них, была бы не менее проекции равнодействующей всех механических сил, испытываемых частицами, на направление силы притяжения.

Эффективность извлечения металломагнитных примесей зависит в основном от соотношения сил притяжения металломагнитных частиц к магнитному экрану, удерживающих их в магнитном поле, и смывающих сил потока продукта. Эффективность выделения металломагнитных примесей определяют по содержанию примесей в зерне до и после очистки.

Магнитные сепараторы У1-БМЗ и У1-БМЗ-01 (рис. 8.39, а, б) предназначены для выделения металломагнитных примесей из зерна, а также для извлечения металломагнитных примесей из аспирационных отсосов, промежуточных продуктов размола и муки.

Магнитные сепараторы этого типа имеют одинаковое устройство. Корпус 1 представляет собой сварной короб с отверстиями для приемки и выпуска продукта. В зависимости от технологического назначения и места установки его изготавливают в двух исполнениях.

В передней стенке корпуса расположен люк, через который по направляющим 2 вставляют основной рабочий орган сепаратора – блок магнитов 3. Он выполнен в виде сварного кронштейна, в котором горизонтально установлены два цилиндрических магнита. К кронштейну крепится заслонка 4, перекрывающая отверстие люка корпуса, для герметизации снабженная прокладками и ручкой.

Цилиндрический магнит (рис. 8.39, в) состоит из десяти постоянных дисковых магнитов 1 с вставками 2 и кожуха 3.

Магнитный сепаратор У1-БМП (рис. 8.40) предназначен для выделения металломагнитных примесей из зерна, его также используют для выделения металломагнитных примесей из промежуточных продуктов размола зерна.

Устройство сепараторов этого типа одинаково. Корпус 1 обоих сепараторов представляет собой сварной короб с отверстиями для приемки и выпуска продукта. Он изготовлен в двух исполнениях в соответствии с технологическим назначением и местом установки. В передней стенке корпуса расположен люк, закрываемый крыш-

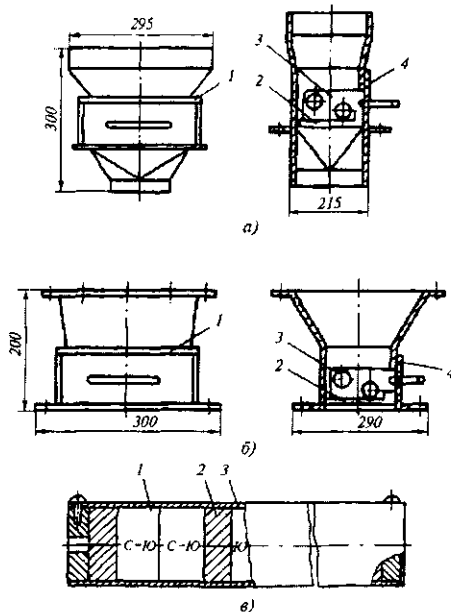


Рис. 8.39 Магнитный сепаратор: а - У1-БМЗ; б - У1-БМЗ-01; в - цилиндрический магнит

кой 8. Для предотвращения выделения пыли установлены прокладки 7. Внутри корпуса смонтированы оси 5 и 13. На них расположены магнитодержатель 3 и ограничитель 2. Ребро 12 для направления потока продукта на плоскость блока магнитов и направляющие накладки 6 крепят к корпусу сепаратора.

Магнитодержатель представляет собой сварной кронштейн из нержавеющей стали с вставленным в него блоком магнитов 4. Для удобства очистки магнитов весь магнитодержатель можно вынуть через люк корпуса, а затем снова установить по направляющим накладкам. Магнитный блок представляет собой шесть плоских магнитов, собранных в комплект.

Отличительная особенность магнитного сепаратора У1-БМП-01 – заслонка 11, представляющая сварной кронштейн, свободно висящий на оси 10. Заслонка обеспечивает равномерную подачу продукта. В зависимости от количества продукта положение заслонки (угол наклона) регулируют грузом 9.

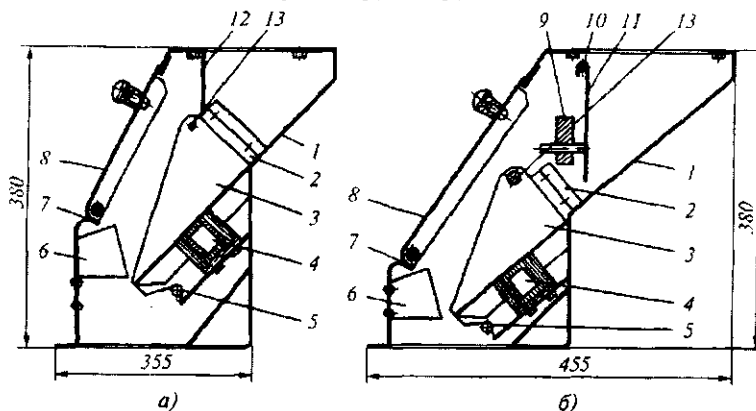


Рис. 8.40 Магнитный сепаратор: а - У1-БМП; б - У1-БМП-01

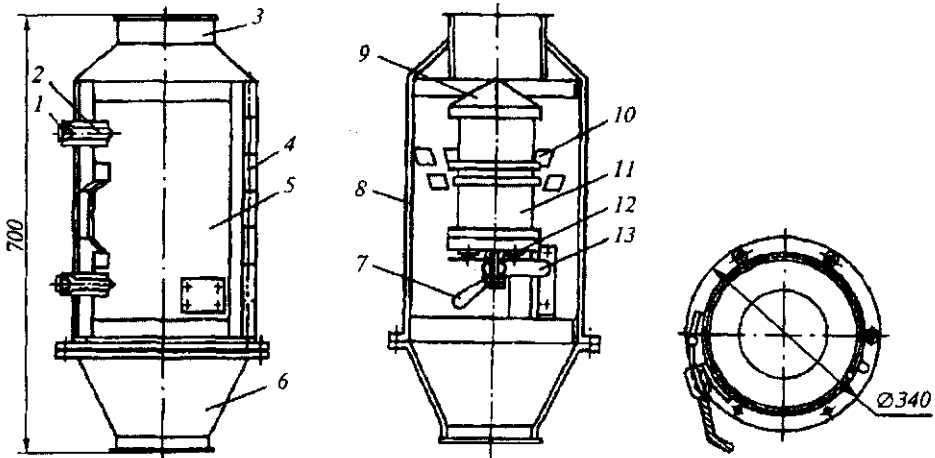


Рис. 8.41 Магнитный сепаратор У1-БММ

Магнитный сепаратор У1-БММ (рис. 8.41) предназначен для выделения металломагнитных примесей из муки. Корпус 8 представляет собой сварной полый вертикальный цилиндр. В верхней его части расположен приемный патрубок 3 с отбортовкой, которая позволяет соединять при помощи хомута сепаратор с самотечной трубой. К нижней части корпуса приварен фланец с отверстиями для установки и закрепления сепаратора. Внутри корпуса сделаны козырьки 10, направляющие поток продукта на блок магнитов 11. Козырьки расположены по окружности корпуса двумя рядами в шахматном порядке. На боковой стороне находится люк для очистки блока магнитов от задержанных примесей.

Дверка 5 одной стороной связана с корпусом шарнирной петлей 4, а другой – двумя замками 2, герметично закрывающими ее во время работы. Плотность закрывания дверки регулируют выдвижным захватом 1. На внутренней стороне дверки приварены направляющие козырьки. В нижней части двери смонтирована подставка 13 для установки блока магнитов. Она выполнена в виде скобы с приваренным диском.

Блок магнитов – основной рабочий орган сепаратора. Он состоит из кольцевых постоянных магнитов, собранных в два комплекта, между которыми находятся два диамагнитных диска, закрытых обечайкой.

Для равномерного распределения муки в верхней части блока установлен конус. Для удобства очистки магнитов предусмотрены шариковые опоры 12. На них магнитный блок может поворачиваться. Если поворот блока затруднен, ручкой 7 ослабляют его прижатие к подставке.

Продукт по конусу 9 поступает в кольцевой канал сепаратора, где при помощи козырьков направляется на блок магнитов. Металломагнитные примеси притягиваются к магнитам, а очищенный продукт выводится через выпускной патрубок 6.

Чтобы сепараторы работали нормально, поверхность магнитного блока очищают один раз в 7...10 дней. Периодичность очистки зависит от количества металломагнитных примесей в исходном продукте и производительности сепаратора. Во время его работы не рекомендуется открывать крышку и очищать блок магнитов, регулировать или ремонтировать. После каждой очистки во избежание выделения пыли проверяют плотность прилегания крышки (типа У1-БМП), магнитной заслонки (типа У1-БМЗ) или дверки (У1-БММ). Запыленность в рабочей зоне не должна

превышать 2 мг/м³. При необходимости заменяют прокладки, подтягивают резьбовые соединения или регулируют захваты замков дверок.

При снижении эффективности выделения металломагнитных примесей проверяют производительность сепаратора и регулируют слой продукта. Если магнитная индукция становится ниже установленных норм, то блоки магнитов перемагничивают.

В работе магнитных сепараторов могут возникать неисправности. Чрезмерное выделение пыли в зоне работы сепаратора (свыше 2 мг/м³) чаще всего возникает вследствие износа прокладок, ослабления резьбовых соединений. В магнитном сепараторе У1-БММ запыление возникает также по причине неплотного прилегания двери, которое устраняется регулированием положения захватов замков.

Если не проворачивается блок магнитов в сепараторе У1-БММ, то он сильно прижат к подставке, и для устранения неисправности ослабляют затяжку ручки.

Техническая характеристика магнитных сепараторов представлена в табл. 8.5.

Таблица 8.5 Техническая характеристика магнитных сепараторов

Показатели	У1-БМЗ-01	У1-БМЗ	У1-БМП-01	У1-БМП	У1-БММ
Производительность, т/ч	11	2	11	11	8
Число:					
блоков	2	21	1	2	
магнитов в блоке	10	10	6	6	7
Габаритные размеры, мм	300×290× ×200	295×215× ×300	455×370× ×380	355×370× ×380	700×340× ×340
Масса, кг	6	8	30	25	56

В **однобарабанном сепараторе А1-ДЭС** (рис. 8.42) электромагнитная система сепаратора неподвижна, с чередующейся полярностью полюсов поперек движения продуктов. Зерно поступает через загрузочный патрубок 4, в котором смонтированы клапан 2 и задвижка 1. Клапан поворачивается относительно оси, на которой жестко закреплен противовес 3. Поступающее на сепаратор зерно преодолевает действие противовеса и открывает клапан. В закрытом положении рычаг противовеса нажимает на конечный выключатель и тем самым обеспечивает отключение электромагнитной системы в случае прекращения поступления зерна.

Задвижка, выполненная в виде шибера, предназначена для перекрытия подачи зерна в случае возникновения опасности завала сепаратора. Об опасности завала дает сигнал измерительный преобразователь уровня 13, смонтированный в разгрузочном патрубке 14. Кроме того, задвижкой можно регулировать подачу зерна, обеспечивая работу дробилки в автоматическом режиме, в случае установки промежуточного бункера между сепаратором и дробилкой с двумя измерительными преобразователями уровня.

Питающий бункер 5 снабжен клапаном 6, который под действием противовеса прижимается к барабану. Поступающий продукт отжимает клапан.

Электромагнитный барабан 8 состоит из вращающейся обечайки 7 и неподвижной электромагнитной системы. Обечайка выполнена из немагнитного материала. При помощи планки на обечайке металломагнитные примеси извлекаются из магнитного поля. Обечайка смонтирована на шариковых подшипниках.

Электромагнитная система включает в себя сердечник 10, выполненный в виде оси, четыре катушки на сердечнике, два боковых полюса и три промежуточных полюса. В нерабочей зоне барабана смонтирован экран 16, уменьшающий магнитное поле. Обечайка в нерабочей зоне очищается от металломагнитных примесей скребком 15.

На границе магнитного поля снизу барабана смонтирована щетка 11 для очистки обечайки от налипших частиц продукта.

В рабочей зоне барабана фартук 9 предотвращает разбрызгивание продукта при его движении по обечайке.

Сборник выполнен в виде выдвигного ящика. В случае необходимости вместо ящика можно подключить самотек, для которого на патрубке, выводящем металломагнитные примеси, предусмотрен фланец.

Корпус 12 сепаратора выполнен в виде двух боковых алюминиевых стенок, соединенных между собой стяжками. Поперечный разъем корпуса позволяет монтировать электромагнитную систему. Дверки сзади и спереди корпуса открываются на шарнирах.

Электромагнитный барабан приводится во вращение от индивидуального электродвигателя через червячный редуктор и цепную передачу. Для изменения скорости вращения электромагнитного барабана предусмотрены сменные звездочки.

Пульт управления вмонтирован в переднюю стенку корпуса сепаратора. Слева на нем расположены кнопки включения и отключения привода и электромагнитной системы, справа – кнопки открытия и закрытия задвижки; в центре – переключатель режима работы сепаратора: либо автоматический, либо с ручным управлением.

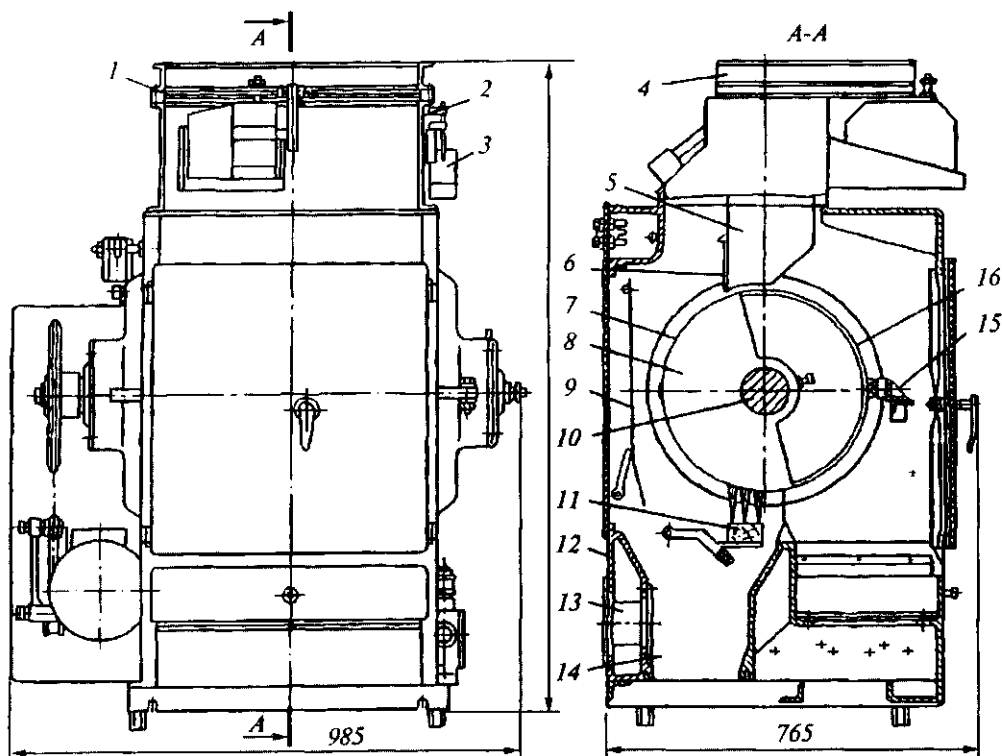


Рис. 8.42 Электромагнитный однобарабанный сепаратор А1-ДЭС

Две горящие сигнальные лампы на пульте свидетельствуют о том, что электродвигатель привода барабана включен (верхняя) и включена электромагнитная система (нижняя).

Пульт управления 8 вмонтирован в переднюю стенку корпуса сепаратора.

Техническая характеристика электромагнитного сепаратора А1-ДЭС

Производительность, т/ч	20,2
Диаметр электромагнитного барабана, мм	400
Рабочая ширина барабана, мм	510
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	22, 41
Напряженность магнитного поля, А/м	80 000
• Мощность привода, кВт	0,6
Масса, кг	800

Электромагнитный сепаратор ЭМ-101 (рис. 8.43) состоит из устройств для подачи продукта, выделения металломагнитных примесей, очистки магнитных полюсов от примесей, охлаждения магнитов и привода.

Устройство для подачи продукта включает рифленый питающий валик 6, воршитель 4, расположенные в приемной коробке 5, и заслонку 3. Толщину слоя продукта, поступающего на наклонный магнитный экран, регулируют заслонкой. Электромагнит состоит из 14 катушек 7, расположенных в четыре ряда и надетых на стальные сердечники. Два ряда верхних и два ряда нижних катушек соединены между собой последовательно.

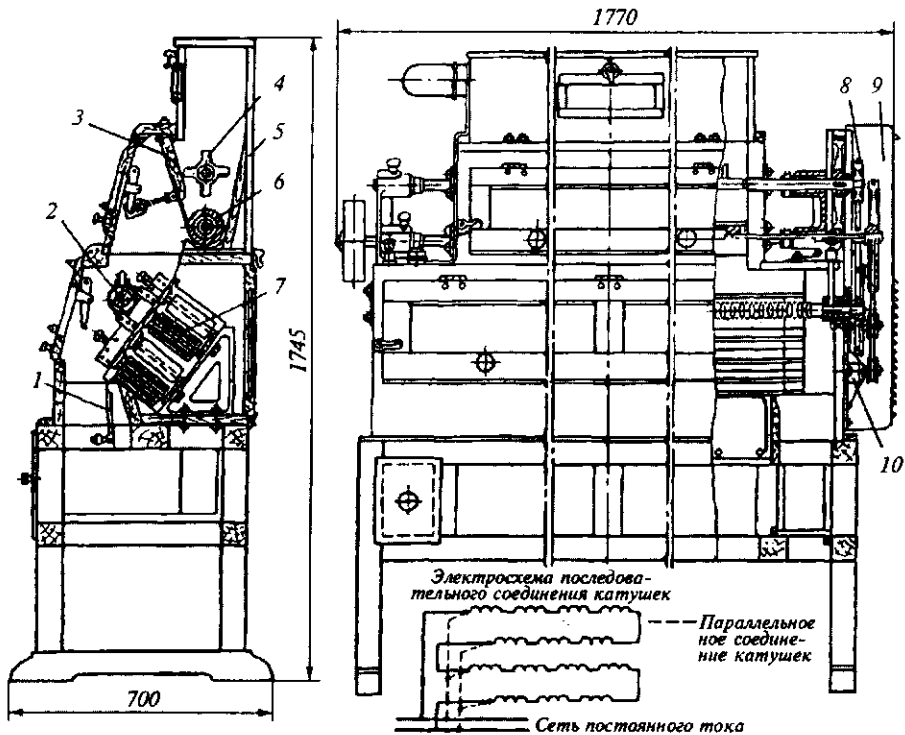


Рис. 8.43 Электромагнитный сепаратор ЭМ-101

Рабочая часть ползуна механизма 2 очистки магнитных полюсов от примесей выполнена из войлока и соединена с валиком, имеющим правую и левую нарезки. При его вращении ползун непрерывно движется вдоль экрана и перемещает металломагнитные примеси к концам экрана, где установлены ящики для сбора этих примесей.

Сепаратор приводится в действие от электродвигателя. Движение отдельным рабочим органам сообщается через зубчатую и клиноременную передачи. Механизм передачи 8 и натяжные ролики закрыты ограждениями 9.

Зерно или продукты его переработки подают в приемную коробку. Здесь они несколько разрыхляются ворошителем и питающим валиком направляются на магнитный экран. Металломагнитные примеси задерживаются на нем и подаются механизмом 2 в сборные ящики, откуда их периодически удаляют. Очищенный продукт с экрана поступает в вертикальный канал и далее через сборный конус в самотечную трубу. В вертикальном канале помещен перекидной клапан 1, позволяющий изменить направление движения потока продукта.

В процессе работы магниты охлаждают потоком воздуха от вентилятора, колесо которого смонтировано на валу 10. Для управления электродвигателем и его защиты предусмотрены магнитный пускатель и панель управления.

Техническая характеристика электромагнитного сепаратора ЭМ-101

Производительность, кг/с.....	1,4
Ширина магнитного поля, мм.....	1080
Напряженность магнитного поля, А/м.....	150 000
Потребная мощность, кВт:	
электропривода.....	1,0
электромагнитов.....	0,8
Масса, кг.....	415

Инженерные расчеты. Силу притяжения P (Н) в сепараторах с постоянными магнитами, имеющими намагничивающую силу 250...300 кА/м, можно определить по формуле

$$P = 4 \cdot 10^5 b^2 F,$$

где b – магнитная индукция, Тл; F – площадь сечения полюса, м².

Сила притяжения $P_{r \max}$ (Н) для выделения металломагнитных примесей в сепараторах с вращающимся барабаном равна

$$P_{r \max} = (G / \sin \varphi) + P_{ц},$$

где G – сила тяжести притягиваемой частицы, Н; φ – угол, определяющий положение частицы на барабане в зоне намагничивания, град; $P_{ц} = m\omega^2 r$ – центробежная сила, действующая на частицу, Н; m – масса частицы, кг; ω – угловая скорость вращения барабана, с⁻¹; r – радиус барабана, м.

Производительность магнитного сепаратора Π (т/ч)

$$\Pi = 10^{-3} bh\nu\rho,$$

где b – ширина рабочей зоны магнитного экрана, м; h – толщина слоя, м; ν – скорость транспортирования продукта, м/ч; ρ – плотность продукта, кг/м³.



...наука, и прекрасны будут ее достижения на пороге нового мира, когда из того, что сейчас называем мы *homo sapiens* (человек разумный), создается *homo stietins* (человек знающий).
ФЕРСМАН АЛЕКСАНДР ЕВГЕНЬЕВИЧ (1883–1945),
минералог, геохимик, академик АН СССР

8.9 ТЕХНИКА БУДУЩЕГО: НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Сепаратор (Пат. № 2165802 РФ, В07 В1/06) предназначен для разделения сыпучих материалов по крупности составляющих их частиц и может быть использован при очистке зерна и продуктов его переработки.

На рис. 8.44 показан вид сбоку сепаратора в разрезе, на рис. 8.45 – фрагмент конической разделяющей поверхности, на рис. 8.46 – клиновидные каналы, образованные стержнями конической формы и профилированными уголками с переменной шириной полок. Сепаратор включает корпус 1, стержни 2, шарнирно соединенные с втулкой 3, которая посажена на вертикально установленный вал 4, приемное устройство 5 и конический распределительный колпак 6, регулируемую гайку 7, упругие элементы 8 и 9, шкив 10 с закрепленными на нем направляющими 11, сборники проходовой 12 и сходовой 13 фракций.

Разделяемая смесь через приемное устройство 5 подается на конический распределительный колпак 6, в результате чего распределяется по ширине и поступает на разделяющую поверхность, имеющую форму усеченного конуса и образованную стержнями 2. Частицы смеси, размер которых меньше клиновидных просеивающих отверстий, образованных стержнями, проходят в них, образуя проходовую фракцию, и выводятся через приемник проходовой фракции 12. Непросеившиеся частицы поступают в приемники сходовой фракции 13.

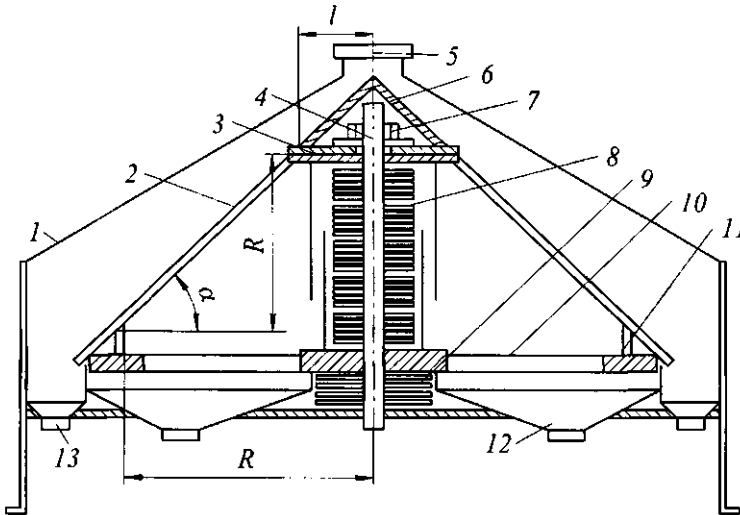


Рис. 8.44 Сепаратор

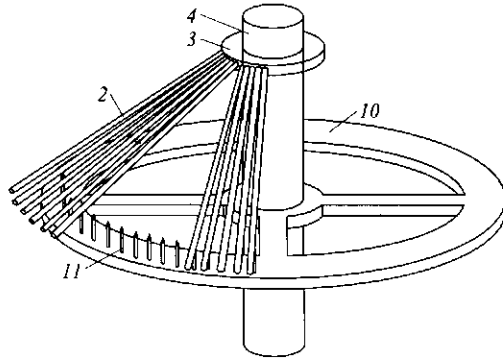


Рис. 8.45 Фрагмент конической разделяющей поверхности

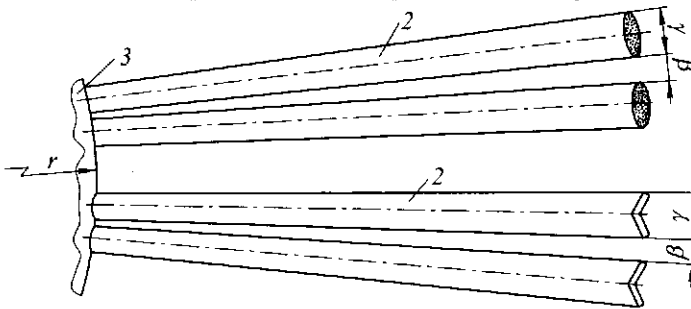


Рис. 8.46 Клиновидные каналы

Сепаратор *отличается* тем, что разделяющая поверхность имеет форму усеченного конуса и образована стержнями или профилированными уголками, которые одним своим концом шарнирно соединены с втулкой, а другим контактируют с направляющими, установленными с определенным шагом на шкиве, при этом втулка и шкив посажены на вертикально закрепленный вал с возможностью изменения своего положения вдоль него, а шкив соединен с втулкой и корпусом посредством упругих элементов, кроме того, исходное верхнее положение втулки на валу определяют регулирующей гайкой; сепаратор *отличается* тем, что диаметр стержней увеличивается в направлении сходящего конца разделяющей поверхности; сепаратор *отличается* тем, что стержни выполнены из профилированных уголков, ширина полок которых увеличивается в направлении сходящего конца разделяющей поверхности.

Триер (А.с. № 555919, В07 В13/02) предназначен для повышения производительности и относится к машинам для разделения зерновых смесей по длине частиц.

Триер (рис. 8.47) содержит вращающийся цилиндр 1 с ячеистой поверхностью, внутри которой расположен улавливающий лоток 2 с транспортирующим шнеком 3 и дополнительная рабочая поверхность, образованная пластинчатыми секторами 4 с ячейками 5. Секторы установлены по винтовой линии с углом наклона к оси цилиндра $\alpha = 4...5^\circ$ и расположены друг от друга на расстоянии, составляющем 80...100 мм. Высота секторов превышает среднюю толщину слоя зерновой смеси на 10...20 мм.

Триер работает следующим образом. Зерновая смесь поступает внутрь цилиндра 1 (путь I). В процессе вращения цилиндра 1 его ячейки, а также ячейки 5 секторов 4 забрасывают в лоток короткую или длинную фракцию смеси (в зависимости от того,

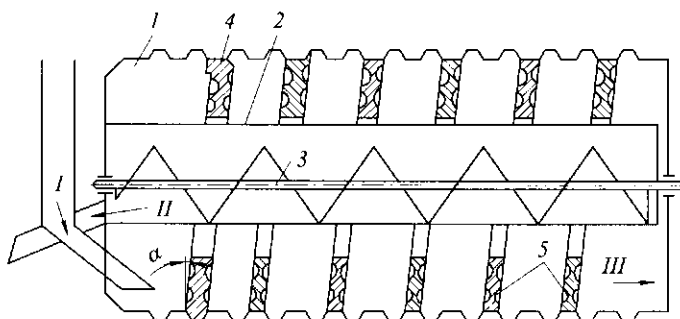


Рис. 8.47 Гриер

какие ячейки имеет цилиндр и секторы), а остальная фракция идет сходом с цилиндра. При этом ячеистые секторы перемещают материал по цилиндру триера к выходу (путь III). Частицы смеси, попавшие в лоток 2, транспортируются шнском 3 (путь II).

Триер для разделения зерновой смеси по длине частиц *отличается* тем, что с целью повышения производительности триера на внутренней стороне цилиндра установлена дополнительная рабочая поверхность, образованная пластинчатыми ячеистыми секторами, размещенными по винтовой линии на расстоянии один от другого.

Триер *отличается* тем, что угол винтовой линии, образованной секторами, к оси цилиндра составляет $\alpha = 4 \dots 5^\circ$.

Пневматический сепаратор (Пат. № 2165313 РФ, В07 В4/02) относится к устройствам для очистки сыпучих материалов, различающихся по аэродинамическим свойствам.

Пневматический сепаратор (рис. 8.48) содержит пневматический канал 1, снабженный в нижней части сеткой 2, входным 3 и выходным 4 окнами, осадочную камеру 5, вентилятор 6, нагнетательный патрубок 7, который примыкает к нижней части пневмосепарирующего канала 1, устройства 8, 9 и 10 ввода очищаемого материала, вывода тяжелой и легкой фракции, трубу 11 для отвода отработанного воздуха, поперечно-поточный ротационный пылеуловитель 12, входной патрубок 13 которого соединен с верхней частью пневмосепарирующего канала 1, а выходной 14 – с трубой 11 для отработанного воздуха.

Внутри корпуса пылеуловителя 12 установлен вращающийся ротор 15, выполненный в виде колеса с лопатками, образующий каналы для перемешивания воздуха из входного патрубка 13 в выходной патрубок 14. Устройство 8 ввода очищаемого материала, выполненное в виде приемного бункера 16 с наклонным дном, примыкает к входному окну 3 пневмосепарирующего канала 1. Входное окно 3 снабжено шиберной заслонкой 17. Устройство 9 вывода тяжелой фракции, выполненное в виде материалопровода, примыкает к выходному окну 4 канала 1. Устройство 10 вывода легкой фракции, выполненное в виде материалопровода, сообщено с нижней частью осадочной камеры 5. Верхняя часть осадочной камеры 5 сопряжена с выходным окном 18 пылесуловителя 12. При необходимости осадочная камера 5 может иметь общую стенку с пневмосепарирующим каналом 1.

Пневматический сепаратор *отличается* тем, что он снабжен поперечно-поточным ротационным пылеуловителем, входной патрубок которого соединен с верхней частью пневмосепарирующего канала, выходной патрубок – с трубой для отвода отработанного воздуха, а выходное окно – с осадочной камерой.

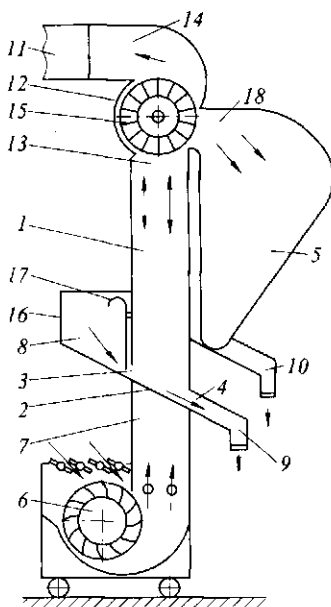


Рис. 8.48 Пневматический сепаратор

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей (Пат. № 2166384 РФ, В07 В4/00) предназначен для очистки зерновых смесей воздушным потоком, позволяет уменьшить длину воздушного тракта, что обуславливает снижение металлоемкости машины и его аэродинамического сопротивления.

На рис 8.49 представлен продольно-вертикальный вид замкнутого пневматического сепаратора, который состоит из диаметрального вентилятора 1, имеющего колесо 2, всасывающий патрубок 3 и выхлопной диффузор 4, соединенный с воздухоподводящим каналом 5, осадочной камеры 6 с приспособлением 7 вывода легких фракций, наклонного пневмосепарирующего канала 8.

Пневмосепарирующий канал 8 в верхней части непосредственно соединен с всасывающим патрубком 3 диаметрального вентилятора 1. На внутренней стенке сепарирующего канала 8 выполнено загрузочное окно 9, в котором установлено питающее устройство 10 (например, шнек, зерновая смесь к которому подводится с боковой стороны пневмосепаратора). В нижней части пневмосепарирующий канал 8 имеет отверстие с установленными в нем делителями 11, образующими приспособ-

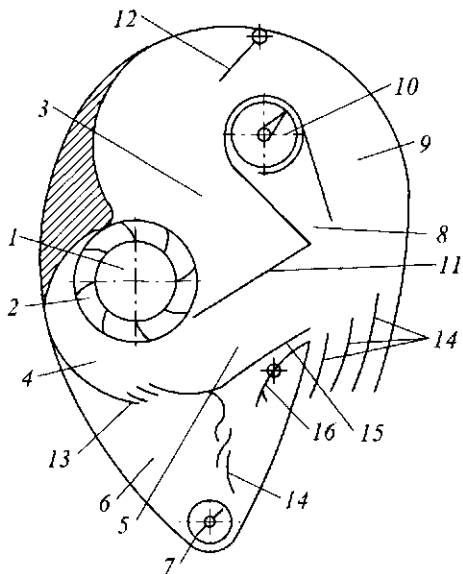


Рис. 8.49 Замкнутый пневматический сепаратор

ления для вывода очищенного зерна, а в верхней части – регулирующее устройство 12. Осадочная камера 6 сообщается с выхлопным диффузором 4 вентилятора 1 через входное жалюзийное окно 13, расположенное в зоне его криволинейной стенки. Для более эффективного осаждения легких примесей в осадочной камере 6 установлена жалюзийная плоскость 14. Осадочная камера 6 через перепускной канал 15, имеющий регулятор расхода воздуха 16, сообщается с нижней частью пневмосепарирующего канала 8.

Замкнутый пневматический сепаратор, отличающийся тем, что пневмосепарирующий канал соединен с всасывающим патрубком диаметрального вентилятора, а осадочная камера сообщается с выхлопным диффузором вентилятора через входное жалюзийное окно, расположенное в зоне его криволинейной стенки, и через перепускной канал, имеющий регулятор расхода воздуха, с нижней частью пневмосепарирующего канала 8.

Устройство для сепарации и разделения тонкодисперсных минеральных смесей (Пат. № 2159156 РФ, В03 С1/24), относится к магнитному обогащению тонкодисперсных минеральных смесей в сухом порошковом продукте и предназначено для повышения эффективности процесса сепарации за счет увеличения магнитной силы и получения дополнительной возможности проводить селективное разделение минералов, входящих в магнитную фракцию.

Устройство (рис. 8.50) включает магнитопровод 1, на котором закреплены полюсные наконечники 2, выполненные из листового электротехнического железа, на которые надеты токовые обмотки 3 и разгрузочный лоток 5. Полюсные наконечники закрыты прокладкой 4 из диамагнитного материала толщиной 5 мм. Вся магнитная система может поворачиваться с изменением угла δ от 0 до 45°. Под сепаратором расположены емкости приема немагнитных 6 и магнитных продуктов 7...10. Загрузочное устройство 11 снабжено дозатором и вентилятором, обеспечивающим подачу сепарируемого продукта равномерно по всей ширине полюсных наконечников.

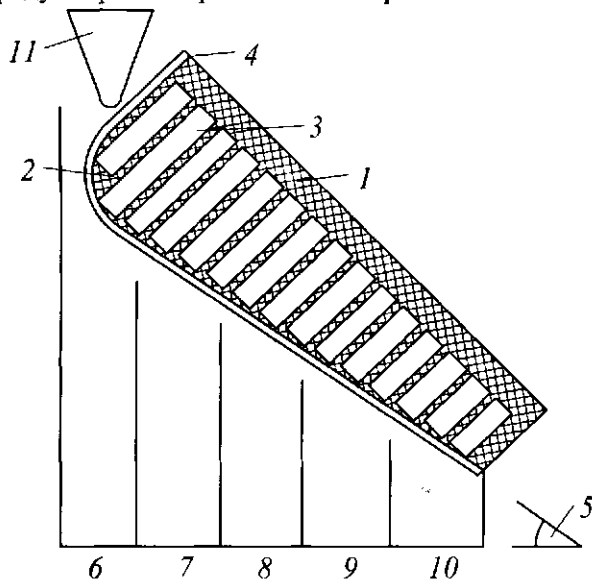


Рис. 8.50 Устройство для сепарации и разделения тонкодисперсных минеральных смесей

Устройство для сепарации и разделения тонкодисперсных минеральных смесей отличается тем, что полюсные наконечники электромагнитной системы установлены перпендикулярно сепарирующей поверхности и выполнены с уменьшающейся длиной от загрузочного устройств, а токовые обмотки, надетые на них, выполнены с уменьшающимся количеством витков.

* * *

В этой главе наиболее важными являются следующие моменты.

1. Механизм отделения крупных и мелких примесей от зерна; виды и свойства примесей определяют способ очистки и сепарирования зерна с учетом факторов, влияющих на интенсивность процесса очистки сырья.

2. Классификация зерноочистительных машин и описание устройства и принципа действия их основных типов позволяют правильно выбрать необходимый вид машины и наиболее рационально организовать процесс очистки зерна в зависимости от его свойств.

3. Факторы, влияющие на производительность зерноочистительных машин и энергоёмкость процесса сепарирования, в значительной мере определяют режимы эксплуатации, ремонта и обслуживания зерноочистительных машин, что способствует определению основных направлений повышения эффективности их работы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. По каким признакам осуществляется очистка зерновых в зерноочистительных сепараторах?
2. В чем заключается основное условие просеивания?
3. Почему необходимо уравнивать решетчатые станы зерноочистительных сепараторов? Какие способы уравнивания Вы знаете?
4. Из каких стадий состоит процесс сепарирования движущегося по сити сыпучего продукта?
5. В чем заключается сущность пневмосепарирования сыпучих продуктов?
6. Как устроен и как работает зерноочистительный сепаратор?
7. Каким образом определяется предельная частота вращения кривошипа, приводящего сито в колебательное движение?
8. Каковы регулируемые параметры камнеотделительных машин и каков порядок их установки.
9. По какому признаку триеры классифицируются на тихоходные и быстроходные?
10. От каких факторов зависит угол подъема зерна ячэйкой триера?
11. Каково устройство дискового триера и каков принцип его действия?
12. Каков принцип разделения зерновой смеси по длине вращающимися ячеистыми поверхностями?
13. Какие факторы влияют на производительность и эффективность работы триеров?
14. Какие виды магнитов применяют в магнитных сепараторах?
15. Как рассчитать производительность магнитного сепаратора?
16. Каково устройство сепаратора У1-БММ и каков принцип его действия?
17. Как определить технологическую эффективность воздушного сепаратора?
18. Каковы регулируемые параметры воздушного сепаратора РЗ-БАБ? Порядок их установки.
19. Какие требования предъявляют к эффективности очистки в воздушном сепараторе?
20. Каким образом протекает технологический процесс в воздушном сепараторе РЗ-БСД?

УПРАЖНЕНИЯ

Предложите в виде эскизов Ваши решения инженерных задач, связанных с развитием конструкций:

- скальператоров и камнеотделительных машин;
- воздушно-ситовых сепараторов и просеивателей;
- триеров;
- падди-машин;
- воздушных сепараторов;
- магнитных сепараторов.

Эти решения должны предполагать совершенствование, модернизацию оборудования с целью достижения одного или нескольких следующих результатов:

- повышения производительности;
- повышения качества продукции;
- улучшения условий труда рабочего с точки зрения эргономики, техники безопасности и охраны труда;

- экономии времени на санитарное обслуживание оборудования;
- экономии времени на техническое обслуживание оборудования;
- экономии энергоресурсов;
- экономии конструкционных материалов;
- повышения технологичности конструкции с точки зрения изготовления и ремонта;
- улучшения дизайна оборудования;
- снижения себестоимости продукции другими, кроме перечисленных выше, путями.

Вместе с этими, преимущественно машиноведческими, аспектами рассмотрите возможность развития конструкций машин и аппаратов с точки зрения повышения качества самих технологических процессов, которые реализуются этим оборудованием. Речь идет об увеличении точности, устойчивости, надежности, управляемости и стабильности технологических процессов, а также о снижении их чувствительности к возмущающим факторам окружающей среды.

По результатам Вашей работы сделайте заключение о том, в какой мере Ваши предложения повышают готовность машин и аппаратов к эффективной автоматизации данных технологических процессов.

ДВЕ БОЧКИ (басня)

Две Бочки ехали; одна с вином,
Другая
Пустая.
Вот первая — себе без шуму и шажком
Плетется,
Другая вскачь несется;
От ней по мостовой и стукотня, и гром,
И пыль столбом;
Прохожий к стороне скорей от страху жметя,
Ее заслышавши издалека.
Но как та Бочка ни громка,
А польза в ней не так, как в первой, велика.

Кто про свои дела кричит всем без умолку,
В том, верно, мало толку,
Кто делов истинно, — тих часто на словах.
Великий человек лишь громок на делах,
И думает свою он крепку думу
Без шуму.

*Крылов Иван Андреевич
(1749 – 1844),
русский писатель,
баснописец, журналист, сатирик*



Каждый человек может заблуждаться,
но упорствовать в заблуждении может
только глупец.
*ЦИЦЕРОН МАРК ТУЛЛИЙ (106–43 до н.э.),
римский политический деятель, оратор и писатель*

Глава 9

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНСПЕКЦИИ, КАЛИБРОВАНИЯ И СОРТИРОВАНИЯ ШТУЧНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Инспекция – удаление загнивших и поврежденных плодов и овощей, а также посторонних примесей и предметов.

Калибрование – разделение продукта на группы с приблизительно одинаковыми размерами по формам и массе.

Сортирование – разделение продукта на группы приблизительно одинакового качества и степени зрелости.

Машины при выполнении вышеперечисленных операций осуществляют разделение плодов и овощей на партии приблизительно одинакового гранулометрического состава, что позволяет при дальнейшей обработке обеспечить равномерное и качественное протекание последующих стадий обработки пищевого сырья.



Не смотри на ученость, как на корону, чтобы ею
красоваться, ни как на корову, чтобы кормиться ею.
*ТОЛСТОЙ ЛЕВ НИКОЛАЕВИЧ (1828–1910),
русский писатель*

9.1 НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ИНСПЕКЦИИ, КАЛИБРОВАНИЯ И СОРТИРОВАНИЯ ШТУЧНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

В основу инспекции, калибрования и сортирования штучного сельскохозяйственного сырья положено различие его технологических свойств. Так, при созревании зеленого горошка, кукурузы, арбузов и т. д. меняется их плотность. Это свойство и используется при сортировке в гидравлических классификаторах.

Инспекцию проводят иногда на столах, а в большинстве случаев выполняют вручную на полотне ленточных или роликовых конвейеров, по которым движется сырье в один слой, т. к. при многослойной загрузке верхние плоды закрывают нижние и их трудно осмотреть. Работники располагаются с обеих сторон конвейера через каждые 0,8...1,2 м, отбирают негодные экземпляры и сбрасывают их в специальные сборники (карманы) для отходов. Доброкачественное сырье остается на ленте конвейера и после ополаскивания из душа передается на дальнейшую переработку.

Нормальные условия работы обеспечиваются при линейной скорости ленты 0,08...0,10 м/с, равномерной загрузке ленты сырьем в один слой и хорошей освещенности помещения. При большой скорости движения ленты конвейера трудно контролировать качество сырья и правильно сортировать его.

При сортировании и калибровании зерновых смесей учитывают различие в коэффициентах трения, упругости.

Одновременно с сортированием проводят инспекцию сырья, при которой удаляют дефектные экземпляры (загнившие, поврежденные, битые, заплесневелые, сильно загрязненные), посторонние примеси и предметы, а также вырезают поврежденные участки.

Принцип работы многих калибровочных машин основан на перемещении калибруемого продукта вдоль щели переменного сечения, причем конструктивные решения этой идеи весьма разнообразны.

Самый простой путь – когда продукт медленно продвигается по наклонному колеблющемуся сити с отверстиями переменного сечения.

Несколько видоизменив это решение, т. е. выполнив из сетки переменного сечения цилиндрический барабан и сообщив ему вращательное движение, придем к барабанной калибровочной машине.

Другой путь – стационарная щель переменного сечения; продукт перемещается вдоль нее. В машинах, реализующих эту идею, щель создается работающими в паре рабочими органами и зависит от их относительного положения. Различаются эти машины видом калибровочного устройства.

Тросовое калибровочное устройство (рис. 9.1) состоит из двух движущихся непараллельно расходящихся тросов. Продукт выпадает на транспортер при условии $s > d$. Тросовая калибровочная машина имеет шесть пар тросов. Сверху показано положение плода, когда он лежит на движущихся тросах, расстояние между центрами которых меньше размера плода. Когда расстояние между тросами превышает диаметр плода, плод падает в сборник.

Шнековое калибровочное устройство (рис. 9.2) состоит из вращающихся в противоположные стороны двух шнеков, имеющих постоянный шаг и уменьшающийся диаметр. Щель в форме набора сферических поверхностей возрастающего радиуса обеспечивает ориентирование продукта шаровидной формы.

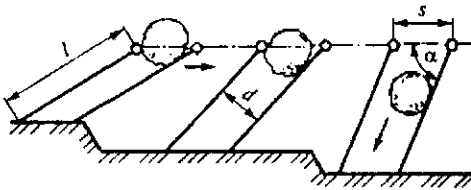


Рис. 9.1 Тросовое калибровочное устройство

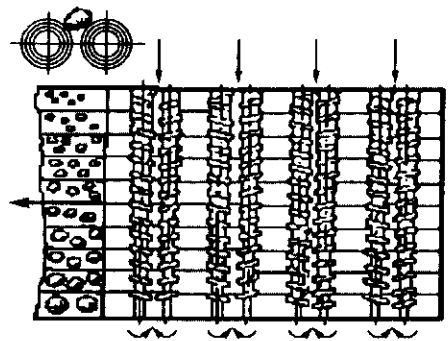


Рис. 9.2 Шнековое калибровочное устройство

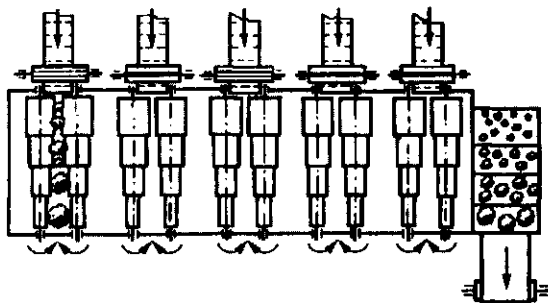


Рис. 9.3 Ступенчатое калибровочное устройство

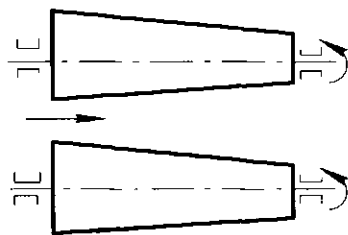


Рис. 9.4 Конусное калибровочное устройство

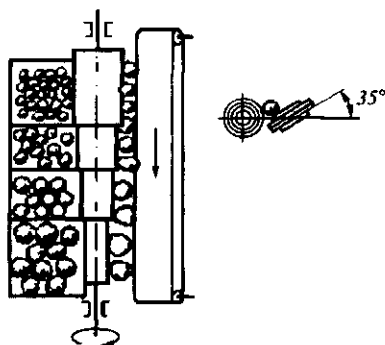


Рис. 9.5 Валико-ленточное калибровочное устройство

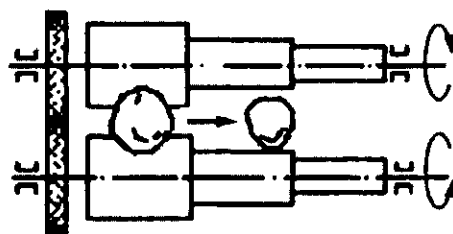


Рис. 9.6 Валиковое калибровочное устройство

Ступенчатое калибровочное устройство (рис. 9.3) состоит из двух вращающихся в противоположных направлениях валиков. Для обеспечения поступательного движения калибруемого продукта валики можно наклонить на угол до 15° . Комплект, состоящий из пяти пар ступенчатых или шнековых валиков разных размеров, обеспечивает калибровку плодов и овощей, различных по форме и величине.

Конусное калибровочное устройство (рис. 9.4) состоит из двух вращающихся навстречу друг другу гладких конических валиков. Калибрующий эффект обеспечивается двумя коническими валиками, расстояние между которыми постоянно увеличивается. Последовательная установка калибровочных устройств позволяет калибровать по двум размерам: не только по толщине, но и по длине, что требуется при калибровке огурцов.

В валико-ленточных калибровочных устройствах (рис. 9.5) отверстие образуется между параллельно смонтированным вращающимся ступенчатым валиком и наклонно смонтированным ленточным транспортером. Оно состоит из вращающегося вокруг оси ступенчатого валика и расположенного к нему под углом 35° ленточного транспортера.

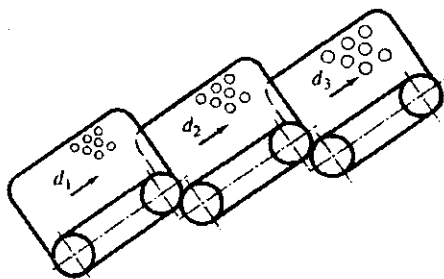


Рис. 9.7 Ленточное калибровочное устройство

В валиковых калибровочных устройствах (рис. 9.6) отверстие образуется между двумя параллельно смонтированными вращающимися ступенчатыми валиками.

Ленточные калибровочные устройства (рис. 9.7) представляют собой последовательно смонтированные под наклоном ленточные транспортеры с отверстиями разных диаметров. Продукт, попадая на ленту транспортера в отверстия своего диаметра, разделяется на 3 группы. Вместо ленты могут использоваться вибрационные полотна или одно полотно, разделенное по ширине на зоны с различными отверстиями.

Валико-ленточные машины получили наибольшее распространение в пищевой промышленности. Они применяются для калибровки шарообразных плодов, таких как яблоки, сливы, абрикосы, персики, томаты и лук. Благодаря наклону ленты плоды в один ряд скатываются в зазор между валиком и переносятся лентой транспортера вдоль зазора, который расширяется из-за ступенчатости валика. По мере расширения зазора продукт выпадает в один из отсеков, на которые разделен перегородками стол.

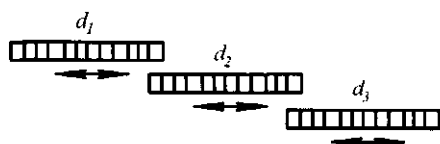


Рис. 9.8 Вибрационное калибровочное устройство

Вибрационные калибровочные устройства (рис. 9.8) применяются для калибровки картофеля и других твердых плодов.

Принцип работы этих устройств основан на просивании плодов через отверстия в ситах, совершающих колебательное движение.

Барабанные калибровочные машины (рис. 9.9) представляют собой вращающиеся барабаны с отверстиями на поверхности. Ось барабанов может быть наклонена к горизонтали, а внутри приварена винтовая направляющая для более равномерного распределения продукта по сетчатому цилиндру. Поверхность разделена на зоны с отверстиями возрастающих размеров, имеющими различную форму: круглую, овальную. Плод попадает в отверстия барабана и падает в сборный лоток, а затем отводится на дальнейшую переработку. Более крупные плоды попадают на следующий барабан и т. д.

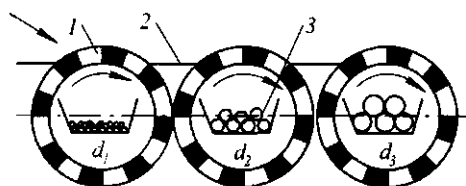


Рис. 9.9 Схема барабанного калибровочного устройства

Плод попадает в отверстия барабана и падает в сборный лоток 1 внутри барабана, а затем отводится на дальнейшую переработку. Более крупные плоды попадают на следующий барабан и т. д. Сетчатые барабаны медленно поворачиваются с частотой не более $1,2 \text{ с}^{-1}$.

Барабанные калибровочные машины предназначены для разделения овощей и плодов, в основном имеющих твердую консистенцию, например картофеля на несколько размеров.

Разновидностью барабанных калибровочных машин являются параллельно смонтированные вращающиеся перфорированные барабаны 3, между которыми имеется плоская наклонная поверхность

Однако барабанные калибровочные машины нельзя применять для плодов, имеющих мягкую и нежную консистенцию (вишен, слив, помидоров и т. п.), из-за больших повреждений продукта.

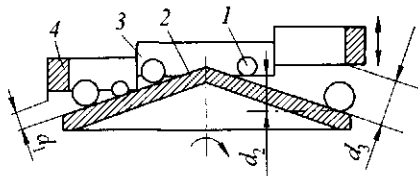


Рис. 9.10 Дискное калибровочное устройство

Плод 1, попадая на поверхность диска, гравитационно и под действием центробежной силы, образующейся при вращении диска, выталкивается в отверстия между ребром и поверхностью диска.

В весовых калибровочных машинах калибрующее устройство состоит из призмной чаши и весового механизма.

В зависимости от принципа действия весового устройства весовые калибровочные машины подразделяются на два типа.

В машинах первого типа (рис. 9.11) чаша 6 крепится шарнирно к двухцепному транспортеру 4. Вдоль транспортера стационарно установлены весовые устройства в виде двухплечного рычага с грузом 2 на одном конце и ножом 1 – на другом. При движении опорный палец 3 чаши 6 скользит по направляющей 5. В разрывах направляющей 5 помещены ножи 1 весового устройства. Если момент силы, создаваемый чашей с плодом, превысит момент груза, нож вместе с пальцем опускается, чаша опрокидывается, плод выпадает в приемник.

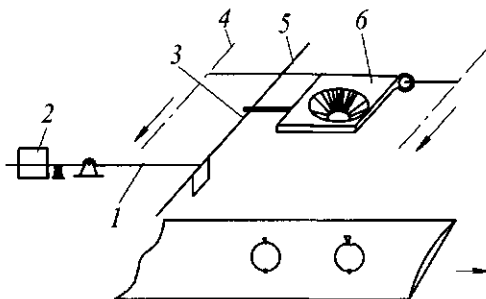


Рис. 9.11 Схема весового калибровочного устройства со стационарными весовыми механизмами

В машинах второго типа (рис. 9.12) весы и чаша объединены в один подвижной узел, выполненный в виде рычага коромысла. Груз неподвижной направляющей перемещается по рычагу, создавая переменный уравнивающий момент, и при достижении определенного соотношения чаша опрокидывается, плод выпадает в лоток. Вдоль неподвижной направляющей установлены лотки для откалиброванного продукта. Угол, под которым располагается направляющая, определяется из расчета $\alpha = \arctg a/L$, где L зависит от количества фракций, на которые нужно разделить плоды.

Весовые калибраторы обеспечивают высокую производительность и универсальность деления сырья на партии.

Весовые калибровочные устройства пригодны для калибровки плодов любой геометрической формы: плоской, округлой, шарообразной и удлиненной. Кроме того, их производительность теоретически не ограничена.

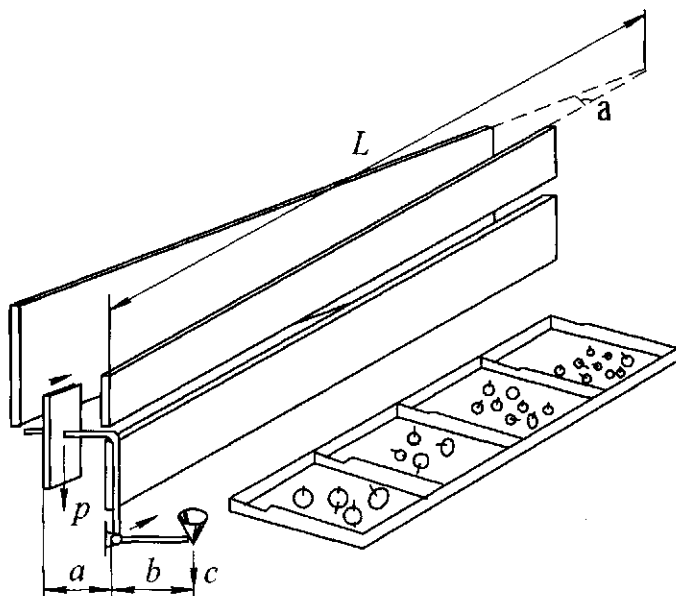


Рис. 9.12 Схема весового калибровочного устройства с перемещающимся весовым механизмом



Учись, мой сын: наука сокращает
Нам опыты быстротекущей жизни.
*ПУШКИН АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ (1799 -1837),
русский поэт*

9.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Факторы, перечисленные в § 9.1, определяют классификацию оборудования на инспекционные, калибровочные и сортировочные машины (рис. 9.13). Выбор конкретного типа машины зависит от сортируемого сырья и технологической задачи.

Существующие калибраторы по конструкции калибровочных устройств разделяются на следующие типы: барабанные, ленточные, шнековые, вибрационные, дисковые, валиковые, тросовые, весовые и комбинированные.



Общаясь с людьми, ум человеческий достигает
изумительной ясности
*МОНТЕНЬ МИШЕЛЬ де КОЛЬЕ (1533 -1592),
французский философ и писатель*

9.3 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНСПЕКЦИИ ПИЩЕВОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Инспекционные ленточные конвейеры состоят из каркаса и прорезиненной ленты шириной 0,6...0,8 м, натянутой между двумя барабанами. По сторонам конвейера имеются спуски для удаления отходов. Отходы собираются в приемники и перемещаются гидравлическими, скребковыми, шнековыми, ковшовыми конвейерами или насосами в сборники для утилизации или для вывоза за пределы цеха. Иногда вместо прорезиненной ленты применяют металлическую сетку. На таком

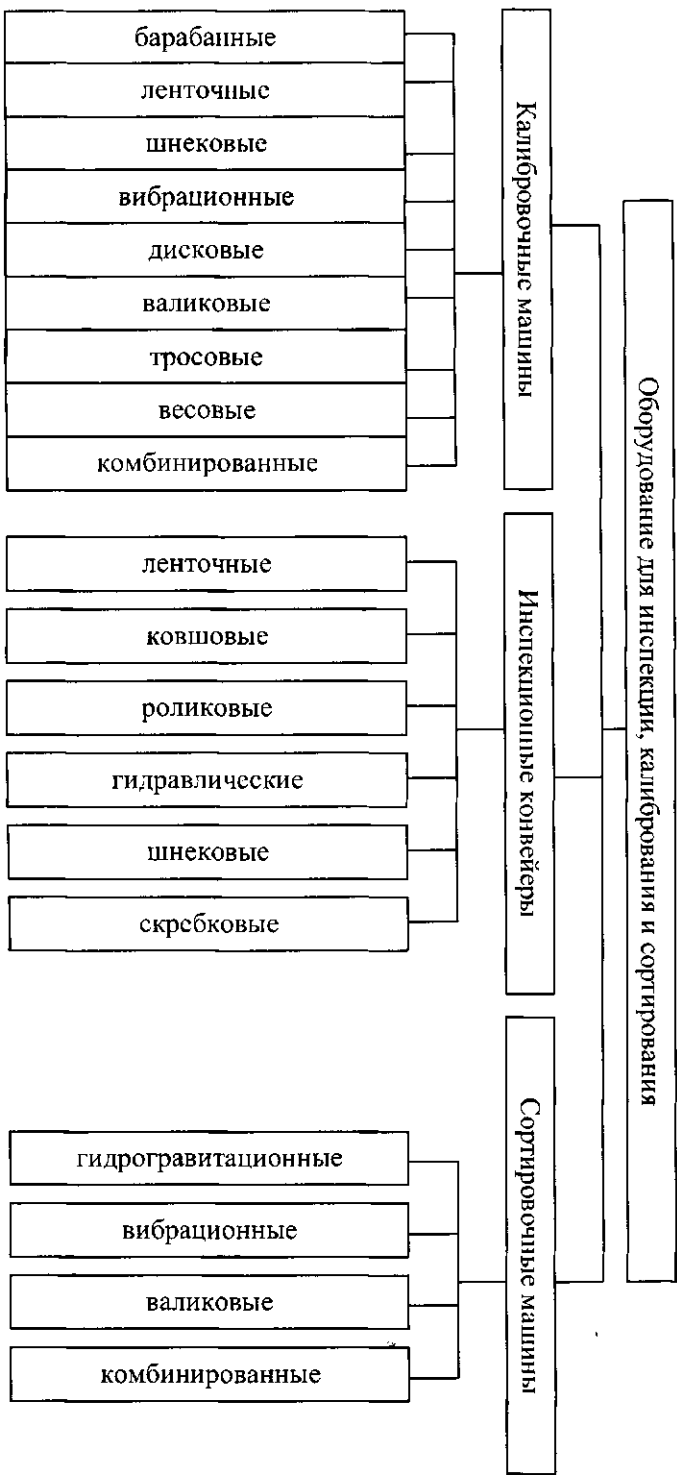


Рис. 9.13 Классификация оборудования для инспекции, калибрования и сортирования

конвейере вода не задерживается, что создает определенные удобства при работе. После сортировки сырье промывается водой из душа.

Для сортировки и инспекции овощей и плодов применяют также роликовые конвейеры. Рабочее полотно такого конвейера состоит из медленно вращающихся роликов. Благодаря этому плоды и овощи поворачиваются во время продвижения, что помогает их осмотреть со всех сторон.

Для визуальной инспекции и ополаскивания водой овощей и фруктов в технологических линиях предусмотрены конвейеры инспекционные ленточные Т1-КИ2Т, роликовые КТО и КТВ, сортировочно-инспекционные ТСИ и др.

Конвейер инспекционный ленточный Т1-КИ2Т (рис. 9.14) предназначен для инспекции и сортировки овощей и фруктов.

Горизонтальная часть конвейера соединяется с элеватором с помощью болтов. При необходимости она может использоваться в работе самостоятельно. Горизонтальная часть включает переднюю стойку, две промежуточные секции и натяжную стойку. Такая конструкция позволяет (при необходимости) удалить одну из промежуточных секций и укоротить конвейер на 2 м. Рабочим органом горизонтальной части конвейера является транспортная лента 1 с бортами по бокам.

На горизонтальной части укреплено шесть карманов 3 для сброса некондиционного продукта. Для централизованного удаления некондиционного продукта используется нерабочая часть нижней ветви конвейера.

На задней стойке конвейера установлен под углом отражатель, который направляет отходы продукта в боковое окно промежуточной секции. Для загрузки продукта на задней стойке укреплен бункер 2.

Элеватор представляет собой наклонный конвейер, полотно которого состоит из дюралюминиевых пластин, размещенных на специальных цепях. Для ополаскивания продукта на элеваторе укреплено душевое устройство 5. Для санитарной обработки элеватора на боковине его имеются два штуцера.

Привод конвейера состоит из электродвигателя 4 и червячного редуктора, закрепленных рядом с конвейером на отдельной раме. Передача от привода к конвейеру осуществляется с помощью цепной передачи.

Продукт из лотка предыдущей машины или из ящиков засыпается в бункер 2. Толщина слоя продукта регулируется специальной заслонкой. Отобранный вручную с транспортной ленты некондиционный продукт сбрасывается в карманы 3 и попадает на нижнюю ветвь ленты, а с нее – в ящики или другую тару. Оставшийся на ленте продукт попадает на полотно элеватора, где ополаскивается водой из душевого устройства 5, и через разгрузочный лоток подается в следующую машину.

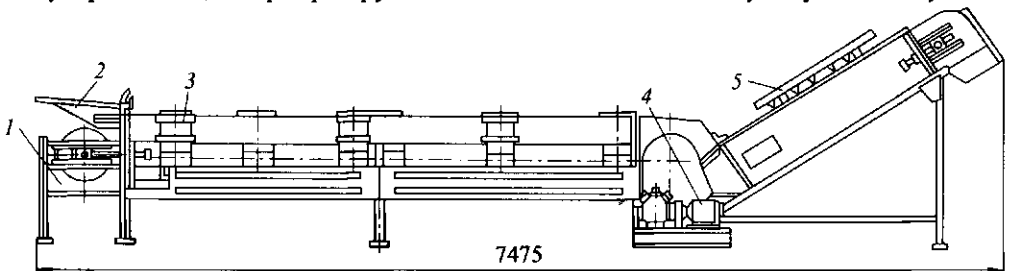


Рис. 9.14 Ленточный инспекционный конвейер Т1-КИ2Т

Техническая характеристика инспекционного ленточного конвейера Т1-КИ2Т приведена в табл. 9.1.

Конвейеры инспекционные роликовые КТО и КТВ (рис. 9.15) предназначены для инспекции и сортировки плодов и ягод.

Конвейеры аналогичны по конструкции и состоят из каркаса 3, транспортерного полотна 1, загрузочного бункера 2, карманов 4 и душевого устройства 6.

Каркас конвейера представляет собой сварную конструкцию из уголков и швеллеров. На каркасе укреплены подшипники ведущего и натяжного валов со звездочками. Звездочки перемещают тяговую цепь с транспортерным полотном, выполненную из дюралюминиевых роликов диаметром 70 мм.

При движении полотна ролики перекатываются по резиновым направляющим, заставляя поворачиваться находящийся на них продукт, что обеспечивает лучшие условия инспекции. Транспортерное полотно по бокам ограничивается дюралюминиевыми бортами, предотвращающими попадание продукта на цепь.

На полотно продукт поступает через загрузочный бункер с заслонкой, регулирующей толщину слоя продукта. Для удаления отходов по длине конвейера с обеих сторон расположены специальные карманы.

Продукт, прошедший инспекцию, ополаскивается водой из душевого устройства, установленного над наклонной частью конвейера. Выгрузка продукта производится через регулируемый по высоте лоток.

Привод 5 конвейера осуществляется от электродвигателя через редуктор, клиноременную и цепную передачи.

В случае перестройки технологической линии конструкция конвейера КТО предусматривает возможность установки и перекатывания его на катках.

Техническая характеристика инспекционных роликовых конвейеров КТО и КТВ приведена в табл. 7.1.

Конвейер сортировочно-инспекционный ТСИ (рис. 9.16) предназначен для сортировки плодов и ягод на два вида в три емкости, а также для их инспекции.

Привод конвейера осуществляется от электродвигателя через червячный редуктор и цепную передачу.

При использовании конвейера в качестве сортировочного он снабжается съемными желобами и лотком из нержавеющей стали. В этом случае разгрузка производится одновременно в три емкости.

При использовании конвейера в качестве инспекционного желоба могут сниматься и разгрузка осуществляется только в одну емкость.

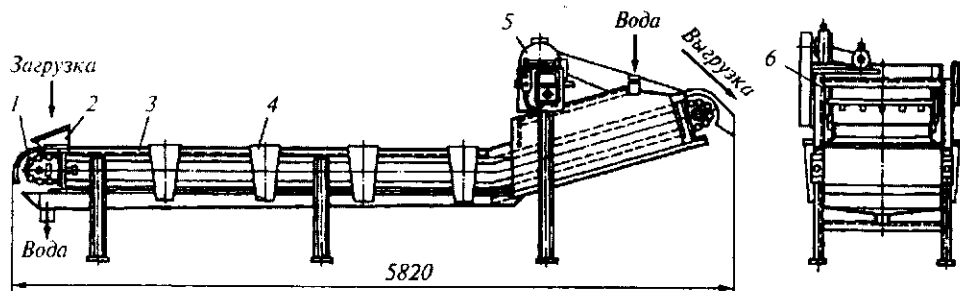


Рис. 9.15 Инспекционный роликовый конвейер КТВ

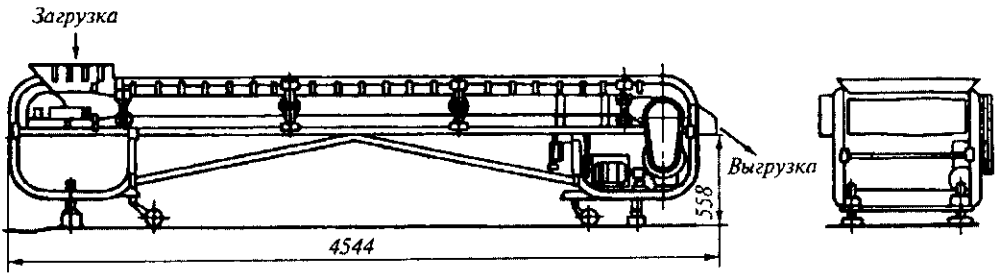


Рис. 9.16 Сортировочно-инспекционный конвейер ТСИ

Для передвижения конвейер снабжен колесами на резиновом ходу. Высота конвейера может регулироваться.

Техническая характеристика сортировочно-инспекционного конвейера ТСИ приведена в табл. 9.1.

Таблица 9.1 Техническая характеристика инспекционных конвейеров

Показатель	Т1-КИ2Т	КТО	КТВ	ТСИ
Производительность, т/ч	10	3	10	1,5
Скорость движения ленты, м/с	0,15	0,12	0,163	0,10
Ширина ленты, мм	800	550	900	800
Расход воды, м ³ /ч	10	3	10	–
Мощность электродвигателя, кВт	1,1	0,6	1,1	0,6
Габаритные размеры, мм	7475×1475× ×1975	4250×1212× ×1700	5820×1445× ×1850	4544×1142× ×948
Масса, кг	1140	694	904	552

Инженерные расчеты. Производительность инспекционных ленточных конвейеров для сыпучих продуктов Π (т/ч)

$$\Pi = K(0,9B - 0,05)^2 v \rho_m c,$$

где K – коэффициент, учитывающий влияние угла естественного откоса продукта; B – ширина ленты, м; v – линейная скорость ленты, м/с; ρ_m – плотность материала, т/м³; c – коэффициент, учитывающий влияние угла наклона конвейера к горизонту.

Производительность конвейера для штучных продуктов Π (кг/с)

$$\Pi = 3,6Gv / a,$$

где G – масса штучного груза, кг; a – расстояние между грузами на ленте, м.

Мощность электродвигателя конвейера N (кВт)

$$N = [(k_1 v L_2 + 0,00014 Q L_2 \pm 0,0024 Q H) k_2] / \eta_{np},$$

где L_2 – длина конвейера по горизонтали, м; H – высота подъема груза, м; η_{np} – КПД привода; k_1 – коэффициент, зависящий от ширины ленты; k_2 – коэффициент, зависящий от длины конвейера.



Познание, подобно морю: тот, кто барахтается и плещется на поверхности, всегда больше шумит и потому привлекает к себе больше внимания, чем искатель жемчуга, без лишнего шума проникающий в поисках сокровищ до самого дна неизведанных глубин.
ИРВИНГ ВАШИНГТОН (1783–1859), американский писатель

9.4 КАЛИБРОВОЧНЫЕ МАШИНЫ

Универсальная калибровочная машина (рис. 9.17) со сменными рабочими органами предназначена для калибровки почти всех видов плодов и овощей.

Машина состоит из станины 1, загрузочного устройства 5, калибровочной головки 2, сборников 8 для вывода продукта из машины и привода 6. Привод включает в себя электродвигатель, червячный редуктор и цепные передачи, вращающие ступенчатые валики или шнеки.

В калибровочной головке расположено пять пар ступенчатых валиков 7, вращающихся навстречу друг другу. Продукт поступает в пять потоков, что значительно повышает производительность машины.

Комплект, состоящий из ступенчатых и шнековых валиков разных размеров, калибрует плоды и овощи, различающиеся по форме и размеру. Подача продукта в калибровочную головку осуществляется вращающимися сбрасывателями 3, установленными над пятью наклонными ленточными конвейерами 4. В зависимости от формы продукта ступенчатые валики можно наклонить на угол до 18° , обеспечивая при этом поступательное движение продукта.

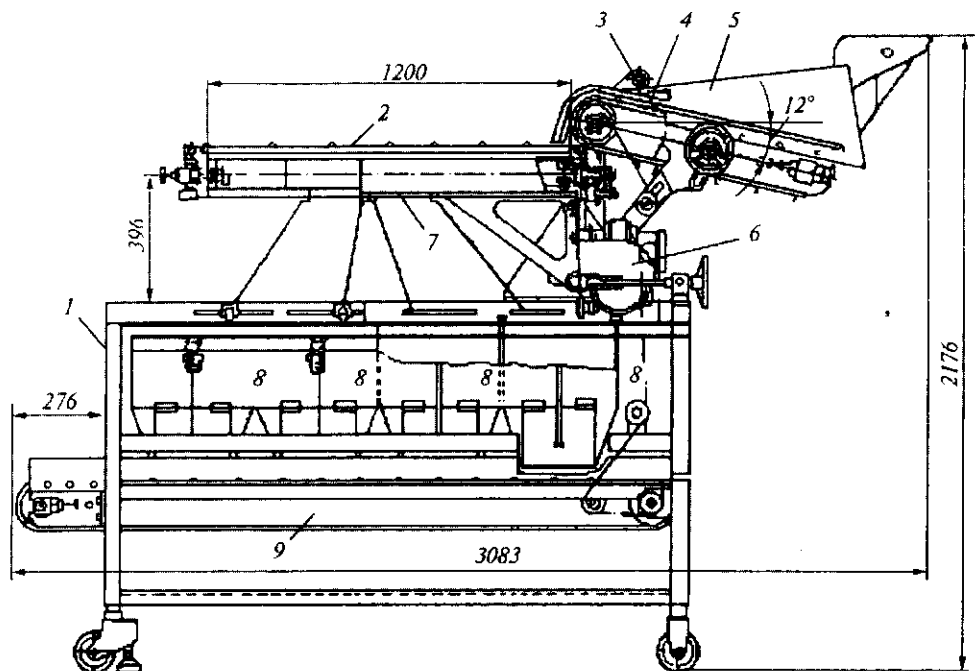


Рис. 9.17 Универсальная калибровочная машина

Из калибровочной головки плоды выпадают в сборники 8. По мере заполнения сборников плоды одного размера ленточным конвейером 9 направляют на дальнейшую переработку.

Техническая характеристика универсальной калибровочной машины

Производительность машины, кг/ч.....	1000...1400
Частота вращения, мин ⁻¹ (с ⁻¹):	
ступенчатых валиков	38 (3,8)
шнковых	55 (5,5)
Мощность электродвигателя, кВт.....	1
Габаритные размеры, мм	3038×1792×2176
Масса, кг	1190

Калиброватель А9-ККБ (рис. 9.18) предназначен для калибровки почти всех видов плодов и овощей. Машина состоит из станины 1, узла калибровки 2, фракционного конвейера 3, конвейера отходов 4, элеватора 5 и привода 6. Узел калибровки 2 состоит из роликовой калибровочной цепи и копира, который регулирует зазор между роликами на различных участках калибрователя. Рабочая ветвь ленточного полотна фракционного конвейера 3 разделена перегородками, отделяющими одну фракцию от другой.

Элеватор 5 имеет загрузочный бункер и транспортерную ленту с резиновыми скребками для равномерной загрузки сырьем калибровочной машины.

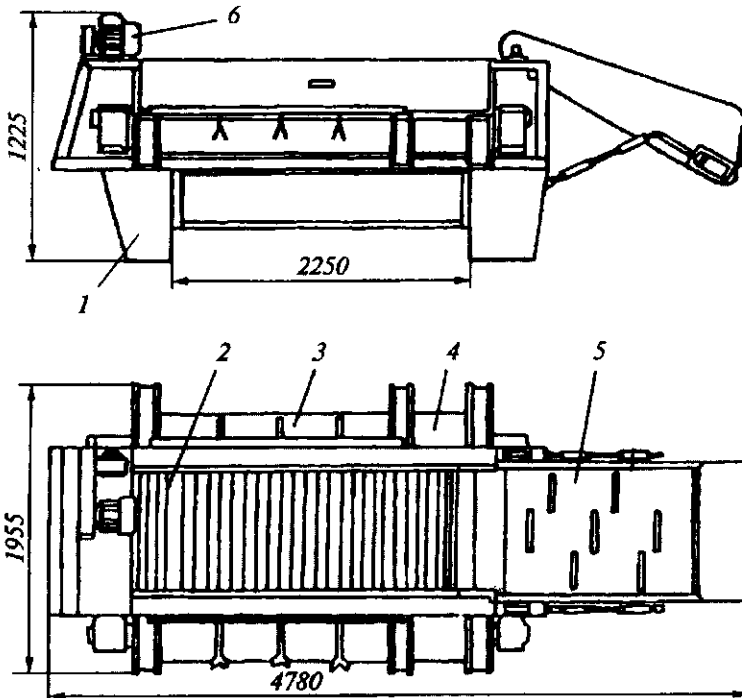


Рис. 9.18 Калиброватель А9-ККБ

Машина работает следующим образом. Сырье засыпается в бункер элеватора, а оттуда скребковым конвейером подается на калибровочное полотно.

На первом участке калибровки проводится ориентация продолговатых овощей или фруктов осью вдоль роликов калибровочной цепи и удаление отходов, имеющих размеры меньше минимальных. Эти отходы проваливаются в зазоры между роликами и удаляются конвейером отходов 4. На втором участке калибровки ролики постепенно раздвигаются, зазор между ними увеличивается, овощи или плоды проваливаются в эти зазоры, делясь на определенные фракции по размерам, и удаляются из машины фракционным конвейером 3.

Техническая характеристика калибратора А9-ККБ

Производительность машины, кг/ч	до 3000
Скорость движения калибрующей цепи, м/с	0,15...0,21
Длина, мм:	
калибрующего участка	1700
отсортировывающего участка	400
Мощность электродвигателя, кВт	2,2
Габаритные размеры, мм	4780×1955×1725
Масса машины, кг	2125

Шнековый калибратор (рис. 9.19) предназначен для калибровки плодов шаровой формы. Калибровка плодов в нем осуществляется двумя вращающимися в противоположные стороны шнеками с постоянным шагом и уменьшающимся диаметром. Четыре пары калибрующих шнеков 1 смонтированы на станине 2.

Под калибрующими шнеками расположен ленточный конвейер 3, разделенный перегородками 4 на десять ручьев. Продукт в зависимости от размера попадает в один из ручьев и удаляется конвейером 3 к месту дальнейшей переработки. Диаметр вала в каждом последующем витке шнека 1 отличается от диаметра вала в предыдущем витке на 5 мм, поэтому диаметр плодов в каждом ручье ленточного транспортера также отличается на 5 мм.

Техническая характеристика шнекового калибратора

Производительность, кг/ч (кг/с)	600...1000 (0,17...0,28)
Частота вращения калибрующих шнеков, с ⁻¹	5,65
Мощность электродвигателя, кВт	0,7
Количество фракций, шт.	до 10
Габаритные размеры, мм	2210×1700×1100
Масса, кг	470

Барабанный калибровочный сепаратор (рис. 9.20) предназначен для разделения дробленого форпрессо-жмыха на фракции. Одновременно при продувке воздухом обеспечивается охлаждение материала.

Основным рабочим органом является конический ситовый барабан 3, который крепится на горизонтальном валу 5. Каркас барабана из уголков обшит ситами двух видов. Первое сито 6 имеет длину примерно 1/3 длины барабана и расположено со стороны подачи исходного материала, оно имеет продолговатые отверстия 2,5×25 мм.

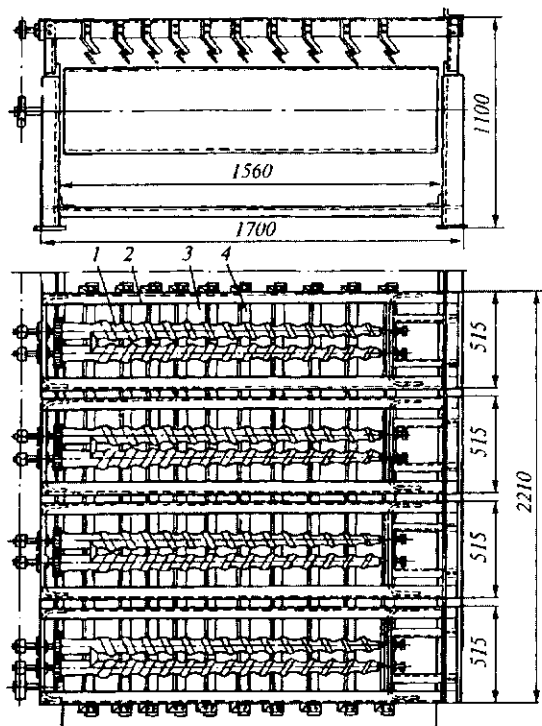


Рис. 9.19 Шнековый калибратор

Оставшиеся $2/3$ длины барабана занимает второе сито 4 с круглыми отверстиями диаметром 10 мм.

Горизонтальный вал сепаратора установлен в подшипниках и приводится во вращение от электродвигателя 11 через редуктор 10.

Барабан помещен в кожух 7, который имеет сварную конструкцию с коническим дном 14. В нижней части кожуха установлен горизонтальный шнек 1, который приводится во вращение через цепную передачу 12 от звездочки на главном валу

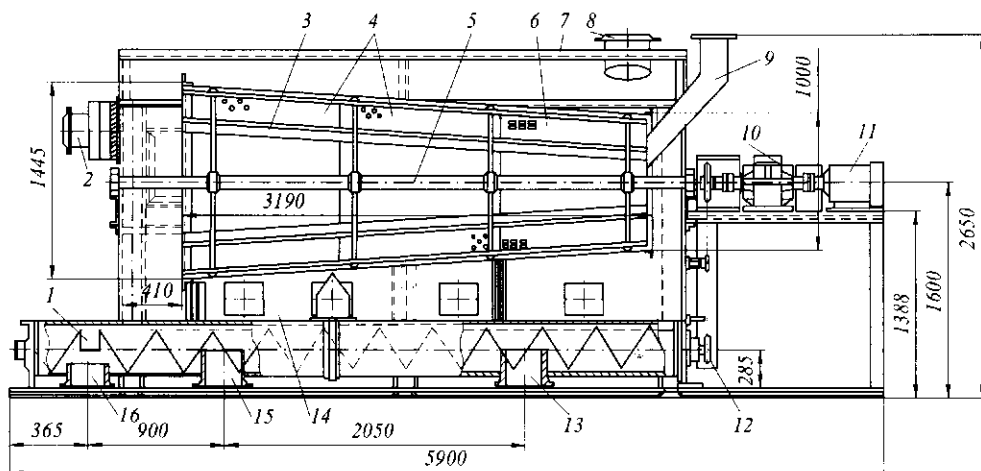


Рис. 9.20 Барабанный калибровочный сепаратор

сепаратора. Горизонтальный сборный шнек 1 имеет три выводных патрубка 13, 15, 16. Через эти патрубки отводят различные получаемые фракции при сепарировании дробленого жмыха. Через патрубок 13 отбирают проход через первое сито. Это наиболее мелкие частицы (размер менее 2,5 мм), которые направляют обратно в прессовый цех и подмешивают в свежую мятку для повторной обработки. Излишне крупные частицы, которые идут сходом со второго сита, попадают в шнек, выводятся через патрубок 16 и направляются на повторное измельчение. Основной фракцией при сепарировании является та, что идет проходом через второе сито и имеет размер частиц 3...10 мм. Эта фракция через патрубок 14 может быть направлена на экстракцию как крупка или на вальцы, после которых она превращается в лепесток толщиной 0,3...0,4 мм и также может быть направлена на экстракцию. Подача исходного материала в сепарирующий барабан производится через питающий патрубок 9.

При необходимости охлаждения материала выходной воздушный патрубок с жалюзи 2 может быть подключен к всасывающему патрубку вентилятора. Окружающий воздух на охлаждение засасывается через входной воздушный патрубок 8.

Техническая характеристика барабанного калибровочного сепаратора

Производительность, т/сут (жмыха)	до 300
Площадь ситовой поверхности, м ²	8
Конусность ситового барабана, град	8
Частота вращения вала барабана, об/мин	23,7
Мощность привода, кВт	5,5
Габаритные размеры, мм	5900×1830×2650
Масса, кг	2620

Инженерные расчеты. Производительность валикового калибрователя П (кг/с)

$$P = v \varphi g z / d ,$$

где v – линейная скорость рабочих поверхностей, м/с; φ – коэффициент использования производительности конвейера ($\varphi = 0,60 \dots 0,65$); g – средняя масса плода, кг; z – число ручьев конвейера, шт.; d – средний диаметр плода, м.

Производительность шнековых калибрователей П (кг/с)

$$P = \varphi F v \rho ,$$

где φ – коэффициент заполнения; F – площадь поперечного сечения продукта в машине, м²; v – скорость движения продукта, м/с; ρ – плотность калибруемого продукта, кг/м³.

Мощность электродвигателя N (кВт) калибрователей

$$N = (\mu / \eta_m) (K_1 v L + 0,0055 P g L + P g H) K_2 ,$$

где μ – коэффициент, зависящий от нагрузки конвейера; η_m – КПД передающего механизма; K_1 – коэффициент, зависящий от ширины конвейера; g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²; L – длина конвейера, м; H – высота подъема, м; K_2 – коэффициент, зависящий от длины конвейера.



...тайна успеха - не торопиться.
СКЛОДОВСКАЯ-КЮРИ МАРИЯ (1867-1934),
польский и французский физик

9.5 МАШИНЫ ДЛЯ СОРТИРОВАНИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ

Машина для сортировки салаки (рис. 9.21) предназначена для сортировки на четыре размерные группы (длиной до 70 мм, от 70 до 90 мм, от 90 до 110 мм и свыше 110 мм) и состоит из станины 1, привода 2, сита 3, питателя 4 и оросителя 5.

В нижней части станины крепится приемник 6, представляющий собой наклонный лоток, разделенный тремя передвижными перегородками на четыре отсека. В каждый отсек приемника поступает отсортированная рыба одного размера.

Сито машины приводится от индивидуального электродвигателя 7 через клиноременную передачу 8, эксцентриковый вал 9 и два эксцентрика 10 с тягами, сообщающими ситу колебательное движение. Сито – главная часть машины, представляющая собой набор нержавеющей труб 11 диаметром 31 мм с полированной поверхностью. Трубы снабжены вертикальными пальцами, обеспечивающими разворот рыбы вдоль сита, и имеют по концам бобышки для крепления к гребенкам.

Гребенки поставляются сменными с различным шагом, что позволяет регулировать зазор между трубами. Они подвешиваются к станине с помощью четырех пластинчатых пружин, причем все сито располагается наклонно под углом 8° к горизонтальной плоскости. Трубы в гребенках устанавливаются веерообразно и расстояние между ними постепенно увеличивают к нижней части сита.

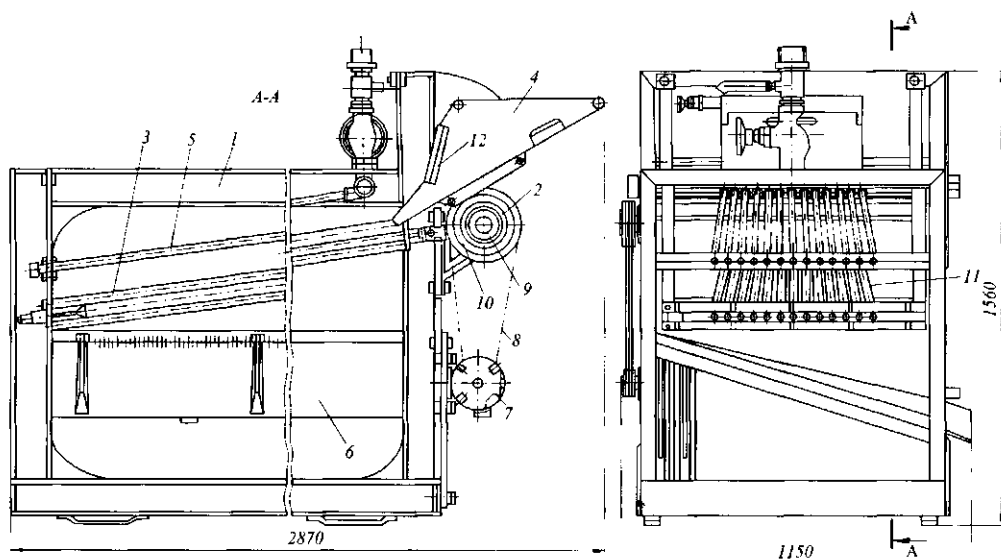


Рис. 9.21 Машина для сортировки салаки

Питатель 4, расположенный в передней части станины, представляет собой наклонный лоток с гофрированным днищем. В передней его части укреплен барботер для смачивания рыбы. Угол наклона питателя можно менять от 28 до 35°. Для регулировки количества рыбы, подаваемой на сито, питатель имеет заслонку 12, которую можно передвигать в вертикальном направлении.

Ороситель 5, предназначенный для орошения рыбы водой, состоит из тринадцати перфорированных труб диаметром 13 мм и крепится над ситом.

Машина работает следующим образом: рыба из питателя попадает на колеблющееся сито и, обильно орошаясь водой, сползает вдоль него. По мере увеличения зазора между трубами рыба (сначала более мелкая) проваливается в соответствующий отсек приемника.

Техническая характеристика машины для сортировки салаки

Производительность, шт/мин	до 600
Частота колебаний сита, кол/мин	550
Величина эксцентриситета, мм	5,5
Мощность электродвигателя, кВт.....	0,6
Габаритные размеры, мм	2870×1150×1560
Масса, кг	600

Инженерные расчеты. Расход воды на орошение сита Q_1 (м³/с)

$$Q_1 = z_1 s \mu \sqrt{2gH},$$

где z_1 – количество отверстий в оросительных трубах, шт.; s – площадь одного отверстия в оросительной трубе, м²; μ – коэффициент расхода; H – напор воды, м; g – ускорение свободного падения, м/с².

Расход воды на смачивание рыбы в питателе Q_2 (м³/с)

$$Q_2 = z_2 s \mu \sqrt{2gH},$$

где z_2 – количество отверстий в трубе питателя, шт.; s – площадь одного отверстия в трубе питателя, м²; μ – коэффициент расхода; H – напор воды, м; g – ускорение свободного падения, м/с².

Общий расход воды Q (м³/с)

$$Q = Q_1 + Q_2.$$

Мощность электродвигателя N , (кВт)

$$N_s = 0,1835 \cdot 10^{-6} n^3 r^2 M f / \eta_{np},$$

где n – скорость вращения эксцентрикового вала, мин⁻¹; r – величина эксцентриситета, м; M – масса сита и рыбы, кг; f – коэффициент трения рыбы по стальным трубам; η_{np} – КПД привода.



Сила и богатство народов не в обилии земли, лесов, скота и ценных руд, – а в количестве и качестве образованных людей, в любви к знанию, в остроте и гибкости разума, – сила народа не в материи, а в энергии.
ГОРЬКИЙ МАКСИМ (1868–1936).
русский писатель, публицист

9.6 ТЕХНИКА БУДУЩЕГО: НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Центробежный сепаратор (Пат. № 2170626 РФ, В07 В1/08) предназначен для разделения сыпучих материалов по крупности.

На рис. 9.22 изображен общий вид центробежного классификатора. Центробежный классификатор содержит вертикальный корпус 1, внутри которого соосно с ним установлена сепарирующая поверхность 2. Корпус 1 соединен верхней частью с загрузочным патрубком 3, а нижней – с патрубками 4 и 5 для выгрузки отобранных фракций. Сепарирующая поверхность 2 состоит из разгонного диска 6, по периферии которого жестко с ним установлены стержни 7, образующие расширяющиеся в радиальном направлении клиновидные щели 8. При этом максимальный размер щели 8 не превышает наибольшего размера частиц обрабатываемого материала. Внутри корпуса установлен сквозной цилиндр 9 для отбора нужных фракций, который с помощью тяг 10 может совершать возвратно-поступательное движение в вертикальном направлении. Под сепарирующей поверхностью 2 внутри цилиндра 9 соосно с ним установлен неподвижно вертикальный набор усеченных конусов 11, выполненных с углом конусности, превышающим угол трения обрабатываемого материала, и расположенных в порядке уменьшения их меньших оснований от сепарирующей поверхности к выгрузным патрубкам.

При установившемся вращении сепарирующей поверхности 2 обрабатываемый сыпучий материал из загрузочного патрубка 3 равномерно поступает на сепарирующую поверхность 2, где на разгонном диске 6 под действием центробежных сил вовлекается в движение по направлению к поверхности, образованной стержнями 7 и расширяющимися щелями 8.

По мере продвижения к периферии сепарирующей поверхности 2 частицы обрабатываемого материала под действием силы гравитации проходят через расширившиеся щели 8, образуя проходовую фракцию.

Не прошедшие через щели 8 частицы образуют сходовую фракцию, которая поступает в кольцевое пространство между корпусом 1 и цилиндром 9, а затем отводится через выгрузной патрубок 5. Частицы проходовой фракции поступают на внешние поверхности соответствующих конусов набора 11 и вследствие того, что угол конусности конусов больше угла трения обрабатываемого материала, продолжают движение по ним. При этом, поскольку размер прошедших частиц увеличивается по мере удаления от разгонного диска 6, по поверхности верхнего конуса движутся наиболее крупные из прошедших через щели частицы, а по мере снижения места установки конусов размеры частиц, движущихся по их поверхности, уменьшаются.

Изобретение решает задачу интенсификации процесса разделения сыпучих материалов за счет совершенствования конструкции классификатора.

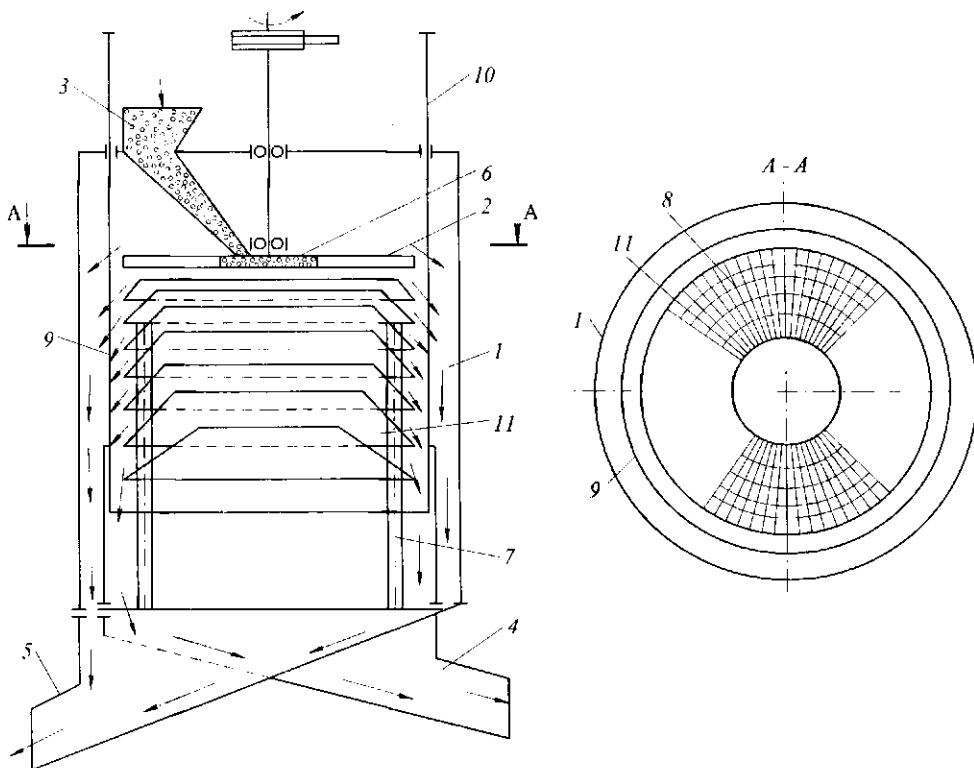


Рис. 9.22 Центробежный классификатор

Центробежный классификатор *отличается* тем, что он снабжен установленным с возможностью возвратно-поступательного движения сквозным цилиндром для отбора нужных фракций и соосно установленным внутри цилиндра распределительным устройством в виде вертикального набора усеченных конусов, ориентированных меньшим основанием к сепарирующей поверхности и расположенных в порядке уменьшения их меньших оснований в направлении от сепарирующей поверхности к выгрузным патрубкам, причем рабочая сепарирующая поверхность классификатора выполнена в виде разгонного диска, по периферии которого жестко с ним установлены стержни, образующие в радиальном направлении клиновидные щели.

Вихре-акустический классификатор (Пат. № 2171720 РФ, В07 В7/086) относится к технике разделения тонкодисперсных материалов.

Вихре-акустический классификатор (рис. 9.23) состоит из корпуса 1 с полуторной поверхностью 2 в верхней части, загрузочного 3 и разгрузочных 4, 5, 6, 11 патрубков, конусообразного матерчатого пылеуловителя 7, заключенного в металлический корпус 8. В верхней части классификатора установлен торовый осадитель 9, соединенный с помощью гофрированных патрубков 10 с матерчатым пылеуловителем 7. В нижней части торового осадителя установлены выгрузочные патрубки 11. Гофрированные патрубки входят в матерчатый пылеуловитель тангенциально.

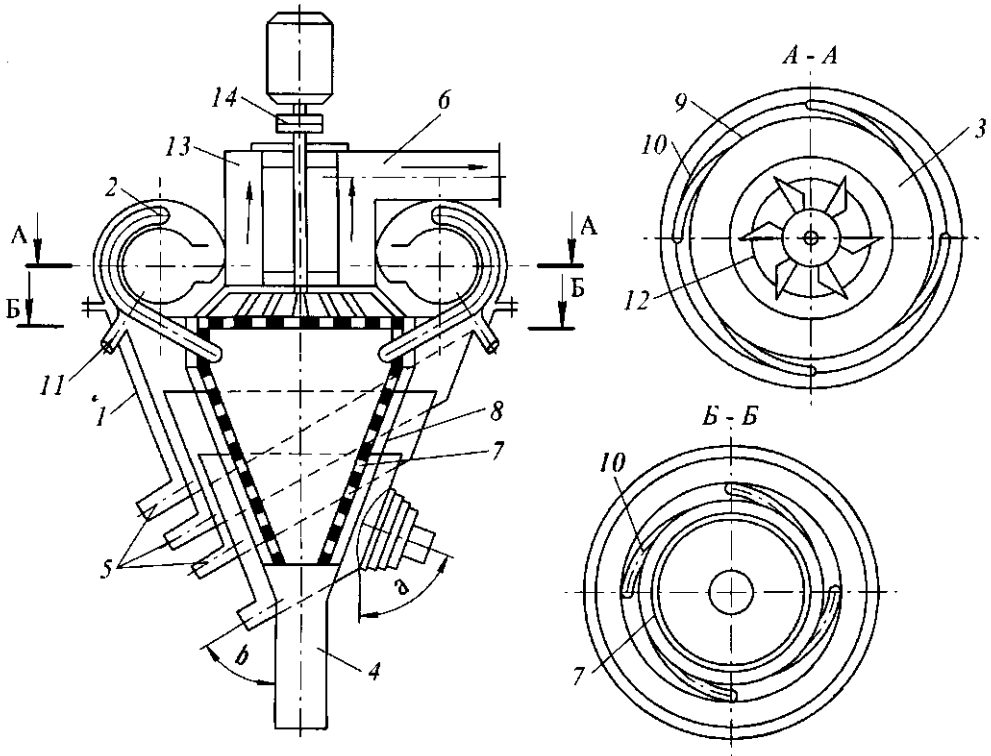


Рис. 9.23 Вихре-акустический классификатор

Матерчатый пылеуловитель в своей верхней части соприкасается с улиткой 12, внутри которой под торцевой поверхностью пылеуловителя закреплен ротор 13 в виде крыльчатки с лопастями. На улитке закреплен электропривод 14 ротора. Исходная воздушная смесь поступает тангенциально в нижний усеченный корпус по входному патрубку 3, который, при необходимости, позволяет варьировать угол подачи смеси в диапазоне $\alpha = 45 \dots 70^\circ$ к вертикальной оси. При несоблюдении указанного условия наблюдается либо проброс воздушной смеси в верхнюю часть классификатора (при $\alpha < 45^\circ$), либо (при $\alpha > 70^\circ$) – значительное лобовое сопротивление от стенок корпуса, что ухудшает классификацию частиц смеси.

Поднимаясь по спирали по восходящей линии, частицы смеси прижимаются под действием центробежной силы к внутренней поверхности усеченных конусов, и, теряя свою скорость, ввиду увеличивающегося сечения классификатора, выпадают в желобообразные каналы и выгружаются через разгрузочные патрубки 5. Через нижний разгрузочный патрубок 4 удаляются самые крупные частицы, через верхний патрубок 6 – наиболее мелкие частицы. Степень классификации смеси может регулироваться за счет изменения угла подачи материала и за счет давления воздуха. Для обеспечения свободного истечения частиц через выгрузочные патрубки 4, 5 угол их наклона к вертикальной оси должен совпадать с углом естественного откоса материала и может составлять $\beta = 30 \dots 45^\circ$. При несоблюдении условия процесс самопроизвольной выгрузки частиц затруднен.

В верхней части классификатора тонкодисперсные частицы по спиралевидным каналам поступают в торообразный осадитель 9, в котором часть частиц за счет изменения направления вращения потока оседает на дно торообразного осадителя, а оставшаяся часть с воздушным потоком направляется через гофрированные патрубки 10 в матерчатый пылеуловитель 7. Выгрузка осевших частиц материала осуществляется через разгрузочные патрубки 11. Гофрированные патрубки закреплены в верхней части торообразного осадителя и входят в матерчатый пылеуловитель, создавая при этом вихревой поток. Использование гофрированных патрубков при достаточно мощном потоке воздуха обеспечивает в пылеуловителе акустический эффект (звуковые волны), который способствует постоянной регенерации матерчатого фильтра пылеуловителя. Для исключения дополнительного сопротивления воздушному потоку направлению входа гофрированных патрубков 10 в матерчатый пылеуловитель 7 может быть выполнено по винтовой линии противоположно направлению входа запыленного воздуха через загрузочный патрубок 3. Изобретение направлено на повышение эффективности классификации за счет увеличения траектории движения пылеобразной смеси и расширения функциональных возможностей устройства.

Классификатор *отличается* тем, что меньшие основания усеченных конусов выполнены под углом к горизонтальной оси, совпадающим с углом естественного откоса материала, причем конусы меньшими основаниями закреплены на каждом последующем конусе, образуя желобообразные каналы, переходящие в выгрузочные патрубки; внутри полуторовой поверхности, закрепленной на верхнем усеченном конусе, установлен сопряженный с ней торообразный осадитель, с расположенными в его нижней части выгрузочными патрубками, соединенный с помощью закрепленных в его верхней части гофрированных патрубков с конусообразным матерчатым пылеуловителем, установленным в металлическом корпусе, расположенном внутри усеченных конусов, при этом в нижней части матерчатого пылеуловителя расположен выгрузочный патрубок. Соотношение диаметров тора и гофрированных патрубков составляет

$$d_{г.п.} = (0,05 \dots 0,15) D_m$$

где $d_{г.п.}$ - диаметр гофрированного патрубка; D_m - диаметр торового осадителя.

Наверху металлического корпуса пылеуловителя установлен ротор в виде крыльчатки с лопастями и улитка, на которой закреплен электропривод. Загрузочный патрубок установлен с возможностью изменения угла, а к вертикальной оси классификатора в пределах: $\alpha = 45 \dots 70^\circ$.

Классификатор *отличается* тем, что углы наклона усеченных конусов и корпуса пылеуловителя совпадают друг с другом.

Способ гидросортировки корнеклубнеплодов (Пат. № 2165685 РФ, А01 С1/00) предназначен для использования в сельском хозяйстве при сортировке, обработке ядохимикатами и микроудобрениями семенных клубней.

На рис. 9.24 изображена установка для реализации способа гидросортировки семенного картофеля. Установка содержит бак 1 для гидросортировки, установленный на платформе 2 для перемещения установки, разделенный перегородкой 3 на две емкости 4 для гидросортировки и емкость 5 для обработки клубней ядохимикатами, на дне емкости 4 расположен транспортер 6 для транспортирования здоровых клубней в емкость 5, а также для подгребания механических примесей к шнековому транспортеру 7, который вварен в нижней части емкости 5 по всей ее

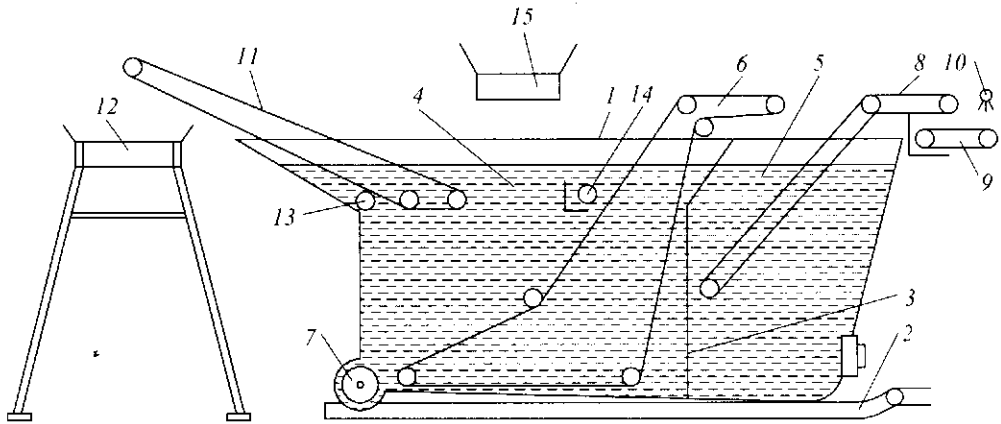


Рис. 9.24 Установка для реализации способа гидросортировки семенного картофеля

ширине, в емкости 2 расположен транспортер 8, служащий для подачи обработанных ядохимикатами клубней на выгрузной транспортер 9, над транспортером 9 располагаются распылители 10 для опрыскивания клубней микроудобрениями, в верхнем левом углу емкости 4 расположен транспортер 11, предназначенный для сбора и подачи гнилых и больных клубней картофеля на выгрузной транспортер 12, под транспортером 11 располагается всасывающий трубопровод 13, а в правом углу около транспортера 6 расположен нагнетательный трубопровод 14, клубни картофеля подаются в гидросортировку транспортером 15 в емкости.

Данный способ сортировки состоит в том, что клубни помещают в емкость с водой, создают направленный поток воды для отвода больных и поврежденных клубней, затем здоровые клубни подают транспортером в емкость с ядохимикатами, после чего обработанные клубни транспортируют на выгрузной транспортер, на котором проводят обработку микроудобрениями и загружают в транспортные средства.

Способ гидросортировки корнеклубнеплодов *отличается* тем, что клубни помещают в емкость с водой, создают направленный поток воды для отвода больных и поврежденных клубней, затем здоровые клубни подают транспортером в емкость с ядохимикатами, после чего обработанные клубни транспортируют на выгрузной транспортер, на котором проводят обработку микроудобрениями и загружают в транспортные средства.

В этой главе наиболее важными являются следующие моменты.

1. Конструкции машин для инспекции, калибрования и сортирования штучного сельскохозяйственного сырья полностью определяются его технологическими свойствами, знание и постоянное уточнение которых – основа создания прогрессивной техники.

2. Предлагаемая классификация инспекционных, сортировочных и калибровочных машин по функционально-технологическому принципу позволяет не только понять устройство и принцип действия основных типов машин, но и

выбрать ту из них, которая наиболее полно учитывает особенности процесса сортирования и калибрования сырья.

3. В зависимости от особенностей эксплуатации, ремонта и обслуживания инспекционных, сортировочных и калибровочных машин и с учетом факторов, влияющих на производительность калибровочных машин, определяются основные направления повышения эффективности их работы.

4. Приведенные методики инженерного расчета инспекционных, сортировочных и калибровочных машин позволяют правильно организовать проектирование, конструирование, изготовление, монтаж и наладку машин, что, в свою очередь, повышает надежность оборудования при реализации технологических функций.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется процессом калибрования?
2. Что называется процессом сортирования?
3. В чем состоит отличие процессов калибрования и сортирования?
4. Какие основные принципы заложены в основу калибрования плодов и овощей?
5. Какова классификация калибровочных машин?
6. Каково устройство каждого типа калибровочной машины? Принцип их работы.
7. Какими факторами следует руководствоваться при выборе типа калибровочной машины для конкретного вида сырья?
8. Какие факторы влияют на мощность привода калибровочных машин?
9. Каковы основные направления повышения эффективности работы калибровочных машин?
10. Каковы недостатки и преимущества ленточных калибровочных машин?
11. Каковы недостатки и преимущества барабанных калибровочных машин?
12. Каковы недостатки и преимущества шнековых калибровочных машин?
13. Каковы недостатки и преимущества вибрационных калибровочных машин?
14. Каковы недостатки и преимущества дисковых калибровочных машин?
15. Каковы недостатки и преимущества валиковых калибровочных машин?
16. В чем заключается инспекция плодов и овощей?
17. Как устроены и работают инспекционные ленточные и роликовые конвейеры?
18. Какие факторы определяют мощность привода инспекционных конвейеров?
19. Как устроена и работает машина для сортировки рыбы?
20. От каких параметров зависит производительность машин для сортировки рыбы?

УПРАЖНЕНИЯ

Предложите в виде эскизов Ваши решения инженерных задач, связанных с развитием конструкций:

- оборудования для инспекции пищевого растительного сырья;
- калибровочных машин;
- машин для сортировки рыбы.

Эти решения должны предполагать совершенствование, модернизацию оборудования. Они направлены на:

- повышение производительности;
- повышение качества продукции;
- улучшение условий труда рабочего с точки зрения эргономики, техники безопасности и охраны

труда:

- экономию времени на санитарное обслуживание оборудования;
- экономию времени на техническое обслуживание оборудования;
- экономию энергоресурсов;
- экономию конструкционных материалов;
- повышение технологичности конструкции с точки зрения изготовления и ремонта;
- улучшение дизайна оборудования;
- снижение себестоимости продукции другими, кроме перечисленных выше, путями.

Вместе с этими, преимущественно машиноведческими, аспектами рассмотрите возможность развития конструкций машин и аппаратов с точки зрения повышения качества самих технологических про-

цессов, которые реализуются этим оборудованием. Речь идет об увеличении точности, устойчивости, надежности, управляемости и стабильности технологических процессов, а также о снижении их чувствительности к возмущающим факторам окружающей среды.

По результатам Вашей работы сделайте заключение о том, в какой мере Ваши предложения повышают готовность машин и аппаратов к эффективной автоматизации данных технологических процессов.

ЩУКА И КОТ

(басня)

Беда, коль пироги начнет печи сапожник,
А сапоги тачать пирожник,
И дело не пойдет на лад.
Да и примечено стократ,
Что кто за ремесло чужое браться любит,
Тот всегда других упрямей и вздорней:
Он лучше дело все погубит,
И рад скорей
Посмешищем стать света,
Чем у честных и знающих людей
Спросить иль выслушать разумного совета.

Зубастой Щуке в мысль пришло
За кошачье приняться ремесло.
Не знаю: завистью ль ее лукавый мучил,
Иль, может быть, ей рыбный стол наскучил?
Но только вздумала Кота она просить,
Чтоб взял ее с собой он на охоту,
Мышей в анбаре половить.
«Да, полно, знаешь ли ты эту, свет, работу? —
Стал Щуке Васька говорить. —
Смотри, кума, чтобы не осрамиться:
Недаром говорится,
Что дело мастера боится». —
«И, полно, куманек! Вот невидаль: мышей!
Мы лавливали и ершей». —
«Так в добрый час, пойдем!» Пошли, засели.
Натешился, наелся Кот,
И кумушку проведать он идет:
А Щука, чуть жива, лежит, разинув рот, —
И крысы хвост у ней отъели.
Тут видя, что куме совсем не в силу труд,
Кум замертво стащил ее обратно в пруд.
И дельно! Это, Щука,
Тебе наука:
Вперед умнее быть
И за мышами не ходить.

*Крылов Иван Андреевич
(1749 – 1844),
русский писатель,
баснописец, журналист, сатирик*



Истинный ученый – это мечтатель, а кто им не является, тот называет себя практиком.
*БАЛЬЗАК ОНОРЕ ДЕ (1799–1850),
французский писатель*

Глава 10

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗБОРКИ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО СЫРЬЯ

Разборка – это процесс разделения малоценных в пищевом отношении частей растительного и животного пищевого сырья на составные части.

Разборка связана с очисткой сырья от наружного покрова (плодовой оболочки, кожуры корнеплодов, кожи животных, пера птицы и т. п.), удалением несъедобных и малоценных в пищевом отношении частей (скелетных структур, косточек плодов, крови, костей и сухожилий животных и т. п.), а также с извлечением полезных компонентов (сока, сахара, жира и т. п.). Качественное осуществление процесса разборки пищевого сырья во многом определяет эффективность протекания последующих процессов его обработки.



Кто хочет правильно рассуждать ... должен считать равно возможными противоположные мнения и отказываться от предубеждений.
*БРУНО ДЖОРДАНО (1548–1600),
итальянский мыслитель*

10.1 НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА РАЗБОРКИ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО СЫРЬЯ

Для разборки пищевого сырья растительного и животного происхождения применяются следующие способы очистки от наружного покрова: физический (термический), пароводотермический, механический, химический, комбинированный и обжиг воздухом.

Физический (термический) способ очистки. Сущность парового способа очистки овощей и картофеля заключается в кратковременной обработке (картофеля в течение 60...70 с, моркови в течение 40...50 с, свеклы в течение 90 с и т. д.) паром (под давлением 0,30...0,50 МПа и при температуре 140...180 °С) для проваривания поверхностного слоя ткани с последующим резким снижением давления.

В результате обработки паром кожица и тонкий поверхностный слой мякоти (1...2 мм) сырья прогреваются, под действием перепада давления кожица вспучивается, лопается и легко отделяется от мякоти. Затем овощи поступают в моечно-очистительную машину, где в результате трения клубней между собой и гидравлического действия струй воды под давлением 0,2 МПа кожица смывается и удаляется. Содержание потерь и отходов зависит от глубины гидротермической обработки и степени размягчения подкожного слоя. Отходы при паровом способе очистки составляют, %: для свеклы – 9...11, картофеля – 15...25, моркови – 10...12.

Паровой способ очистки сырья имеет следующие преимущества по сравнению с другими способами очистки: овощи любых форм и размеров хорошо очищаются, что устраняет необходимость их зрительного калибрования; обработанные овощи имеют сырую мякоть, что особенно важно при дальнейшем измельчении на реза-

тельных машинах; минимальные потери вследствие малой глубины обработки подкожного слоя овощей; минимальные изменения качества по цвету, вкусу и консистенции; сведение к минимуму возможных механических повреждений.

Пароводотермический способ очистки предусматривает гидротермическую обработку (водой и паром) овощей и картофеля. В результате гидротермической обработки ослабляются связи между клетками кожицы и мякоти, и создаются условия для механического отделения кожицы.

Пароводотермическая обработка сырья состоит из следующих стадий:

- тепловой обработки сырья паром в четыре этапа: 1) нагревание, 2) бланширование, 3) предварительная и 4) окончательная доводка;
- водяной обработки, которая осуществляется частично в автоклаве за счет образующегося конденсата, а в основном – в термостате в течение 5...15 мин в зависимости от вида и размеров сырья и моечно-очистительной машины;
- механической обработки, которая проводится в моечно-очистительной машине за счет трения клубней между собой;
- охлаждения под душем после обработки в моечно-очистительной машине.

Пароводотермическая обработка сырья приводит к физико-химическим и структурно-механическим изменениям сырья: коагуляции белковых веществ, клейстеризации крахмала, частичному разрушению витаминов и др. При этом происходит размягчение ткани, увеличивается водо- и паропроницаемость клеточных оболочек, форма клеток приближается к шарообразной, что увеличивает клеточное пространство.

Режимы пароводотермической обработки овощей и картофеля устанавливаются в зависимости от размеров сырья. Для улучшения и ускорения очистки моркови применяют комбинированную обработку с добавлением в термостат щелочного раствора в виде гашеной извести из расчета 750 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$ на 100 л воды (0,75 %).

Содержание отходов и потерь зависит от сорта сырья, его размеров, качества, продолжительности хранения и составляет в среднем, %: при обработке картофеля – 30...40, моркови – 22...25, свеклы – 20...25.

Большие потери и отходы при пароводотермическом способе обработки являются его основным недостатком.

Механический способ очистки заключается в удалении кожицы продуктов животного и растительного происхождения путем стирания ее шероховатыми (абразивными) поверхностями, а также в удалении несъедобных или поврежденных тканей и органов овощей и фруктов, извлечении семенных камер или косточек у фруктов, срезаании донца и шейки у лука, удалении листовой части и тонких корешков у корнеплодов ножами, высверливании кочерыжки у капусты. Очистка методом истирания кожицы проводится при непрерывной подаче воды для смывания и удаления отходов.

Качество очистки и количество получаемых отходов зависят от способа очистки, конструктивных особенностей оборудования, сорта, условий и длительности хранения сырья и других факторов. В среднем содержание отходов при механической очистке составляет 35...38 %.

Необходимо следить за состоянием насечки на абразивной поверхности. Перегрузка или недогрузка ухудшают качество очистки. При перегрузке увеличивается продолжительность пребывания клубней в машине, что приводит к большим потерям корнеплодов за счет излишнего истирания и неравномерной очистки всей загружаемой порции сырья. При недогрузке происходит снижение производительности

сти и частичное разрушение тканей корнеплода от ударов клубней о стенки машины, что вызывает потемнение продукта после очистки.

В качестве рабочих органов используют не только абразивные поверхности, но и рифленные резиновые ролики.

Очистка лука заключается в обрезке верхней заостренной шейки и нижнего коричневого донца (корневой мочки), как правило, вручную и снятии шелухи с помощью сжатого воздуха.

У луковок предварительно обрезают шейку и донце, а затем помещают в цилиндрическую очистительную камеру, дно которой сделано в виде вращающегося диска с волнистой поверхностью. Одновременно в камеру подают сжатый воздух. При вращении дна и ударе о него и стенки камеры кожица отделяется от луковок и сжатым воздухом выносится в циклон, а очищенный лук выгружается из камеры. Иногда вместо сжатого воздуха используется вода, подаваемая под давлением.

Количество полностью очищенных луковок может достигать 85 %.

Сжатый воздух также используется для очистки чеснока от кожицы.

Химический способ очистки заключается в том, что овощи, картофель и некоторые фрукты и ягоды (сливы, виноград) обрабатывают нагретыми растворами щелочей, преимущественно растворами едкого натра (каустической соды), реже – едкого калия или негашеной извести.

Сырье, предназначенное для очистки, загружают в кипящий щелочной раствор. В процессе обработки протопектин кожуры подвергается расщеплению, связь кожицы с клетками мякоти нарушается, и она легко отделяется и смывается водой в щеточных, роторных или барабанных моечных машинах в течение 2...4 мин под давлением 0,6...0,8 МПа.

Продолжительность обработки сырья щелочным раствором зависит от температуры раствора и его концентрации, а также от сорта сырья и времени (сезона) переработки.

Для уменьшения расхода щелочи и моечной воды и для обеспечения наиболее тесного контакта щелочного раствора с поверхностью овощей и облегчения последующей отмывки щелочи в рабочий раствор добавляют поверхностно-активные вещества (ПАВ). Применение ПАВ, понижающего поверхностное натяжение щелочного раствора, позволяет уменьшить концентрацию щелочного раствора в два раза и сократить отходы сырья при очистке на 10...45 %.

Оборудование для проведения щелочной обработки выполняется в виде специальной ванны с перфорированным вращающимся барабаном или с барабаном с вращающимся шнеком.

Комбинированный способ очистки предусматривает сочетание двух и более факторов, воздействующих на обрабатываемое сырье (пара и щелочного раствора, щелочного раствора и механической очистки, щелочного раствора и инфракрасного нагрева и др.).

При щелочно-паровом способе очистки картофель подвергают комбинированной обработке щелочным раствором и паром в аппаратах, работающих под давлением или при атмосферном давлении. При этом применяют более слабые щелочные растворы (5 %), что позволяет снизить расход щелочи и уменьшить отходы по сравнению со щелочным способом.

При щелочно-механическом способе очистки обработанное в слабом щелочном растворе сырье подвергают кратковременной очистке в машинах с абразивной поверхностью.

Сущность щелочно-инфракрасно-механического способа очистки заключается в обработке клубней в щелочном растворе концентрацией 7...15 % при температуре до 77 °С в течение 30...90 с. Затем клубни направляют в перфорированный вращающийся барабан, где они подвергаются инфракрасному обогреву. При этом происходит испарение воды из кожицы клубня и увеличивается концентрация находящегося в поверхностном слое щелочного раствора.

Механическая очистка производится в очистительной машине с гофрированными резиновыми валиками.

Комбинированные способы очистки позволяют уменьшить содержание отходов и потерь. Однако значительные энергозатраты не позволяют в полной мере реализовать их преимущества. Отходы при комбинированных способах очистки составляют 7...10 %, расход воды в 4...5 раз меньше, чем при химической (щелочной) очистке.

Сырье после очистки нуждается в инспекции и доочистке. При этом у корнеплодов и картофеля удаляют остатки кожицы, больные, поврежденные и подгнившие места, глазки у картофеля, ботву у моркови и свеклы, шейки и донца у луковиц. До настоящего времени эта трудоемкая операция осуществляется вручную на специальных инспекционных транспортерах. При механической доочистке разрушается большое количество клеток, в результате на поверхности корнеплода выделяется некоторая часть крахмала, свободных аминокислот, ферментов и других легкоокисляющихся веществ, которые взаимодействуют с кислородом воздуха и вызывают потемнение продукта. Для предотвращения этого инспекционные транспортеры оборудуют специальными ванночками.

Обжиг воздухом производится при температуре 800...1300 °С в течение 8...10 с, в подкожном слое картофеля влага почти мгновенно превращается в пар, который и отделяет кожицу от мякоти клубня и разрывает ее. Обжиг ведется во вращающихся футерованных барабанах, обогреваемых продуктами сгорания природного газа или жидкого топлива. Он может быть осуществлен в печах с электронагревом при перемещении продукта в лотках цепным транспортером.

Очистка поверхности зерна от пыли, надорванных в процессе обработки плодовых оболочек, а также частичное отделение зародыща и бородки производится в обоечных машинах.

Технологическую эффективность очистки зерна оценивают снижением зольности, при этом нормируют его дробление. Обработка зерна в обоечных машинах считается эффективной, если снижение зольности будет не менее 0,02 %, а количество битых зерен увеличивается не более чем на 1 %.

Коэффициент снижения зольности η (%)

$$\eta = z_1 - z_2,$$

где z_1 и z_2 – зольность зерна соответственно до и после машины.

Зольность зерна z (%)

$$z = 100m / [q(100 - w)],$$

где m – абсолютная масса золы, г; q – масса навески, г; w – влажность зерна, %.

Основными факторами, влияющими на технологическую эффективность и производительность обоечных машин, являются окружная скорость бичевого ротора, нагрузка, расстояние между кромкой бичей и ситовым цилиндром, характер и состояние ситовой поверхности, влажность зерна и др.

Щеточные машины предназначены для очистки поверхности и бородки зерна от пыли и снятия надорванных оболочек, образующихся после пропуска зерна через обоечные машины.

В технологическом процессе переработки крупяных культур с зерна удаляют цветковые пленки, плодовые и семенные оболочки. В зависимости от структурно-механических, физико-химических свойств и особенностей зерна, его биологических особенностей шелушение проводят в шелушильных и шлифовальных машинах различных конструкций.

Процесс шлифования заключается в окончательном удалении с поверхности ядра (семени) оставшихся после шелушения оболочек (и частично зародыша), а также в обработке крупок до установленной формы (округлой, шаровидной) и требуемого внешнего вида.

Основными показателями эффективности шелушения в крупяном производстве служат коэффициенты шелушения и цельности ядра (кроме ячменя, кукурузы и пшеницы). Коэффициент шелушения $K_{ш}$ определяется по формуле

$$K_{ш} = ([K_1 - K_2] / K_1) \cdot 100,$$

где K_1, K_2 – количество нешелушеного зерна в смеси до и после шелушения, %.

Коэффициент цельности ядра $K_{ц}$

$$K_{ц} = B / B + D + M,$$

где B – выход целого ядра на данной системе шелушения за вычетом количества шелушеного зерна в исходной смеси, %; D – выход дробленого ядра на данной системе шелушения за вычетом количества дробленого ядра в исходной смеси, %; M – выход муки на данной системе шелушения за вычетом количества муки в исходной смеси, %.

Гребнеотделительные машины предназначены для дробления винограда и отделения гребней. Причем под дроблением понимается разрушение кожицы ягод и их клеточной структуры, облегчающее получение сока. Степень измельчения винограда существенно влияет на выход сусла-самотека и скорость суслоотделения.

Процесс дробления винограда проводится с отделением или без отделения гребней. В первом случае в сусле меньше дубильных веществ, зато во втором – процесс ускоряется за счет того, что гребни препятствуют спрессовыванию мезги и улучшают дренаж.

Протирочные машины используются в производстве пюреобразных продуктов, соков, концентрированных томатопродуктов и других растительных полуфабрикатов. Они служат для разделения растительного сырья на две фракции: жидкую с мякотью, из которой изготавливаются консервированные продукты, и твердую, представляющую собой отходы (кожице, семена, косточки, плодоножки и т. п.).

Протирание – это процесс отделения массы плодовоовощного сырья от косточек, семян, кожуры путем продавливания на ситах через отверстия с диаметром 0,7...5,0 мм.

Финиширование – это дополнительное, более тонкое измельчение протертой массы путем пропуска через сито с диаметром отверстий менее 0,4 мм.

В процессе протирания или финиширования перерабатываемая масса попадает на поверхность движущегося бича. Под действием центробежной силы она прижимается к рабочему сити. Полуфабрикат через отверстия проходит в сборник, а отходы под действием силы, обусловленной углом опережения бичей, продвигаются к выходу рабочего сита.

Снятие шкур и перьевого покрова с туш. Отделение шкуры возможно механическим, тепловым, химическим или комбинированным способами. На предприятиях мясной промышленности наибольшее распространение получили машины для механического отделения шкуры. В зависимости от вида туш их подразделяют на установки для крупного и мелкого рогатого скота и для свиных туш.

Съемка шкур – физико-механический процесс разрушения связей между шкурой и нижележащими слоями. Применяют механическую съемку шкур путем разреза и разрыва подкожного слоя. При разрезании снимают шкуру минимальной толщины. Удельная сила при разрезании подкожного слоя составляет $0,7 \dots 1,0$ кН на 1 м линии разреза при расходе энергии $30 \dots 40$ кДж/м². Для разрыва подкожного слоя требуется удельная сила $2 \dots 5$ кН/м, но работа разрушения равна $4 \dots 10$ кДж/м². Метод разрыва легче механизировать; при этом получают хорошее качество поверхности туши и шкуры.

При проектировании установок для механического съема шкур крупного рогатого скота необходимо учитывать следующие требования: перед съемом шкуры туша должна быть зафиксирована с предварительным натяжением $20 \dots 100$ % от натяжения при отделении шкур. Съем ведут в определенной последовательности. Сначала шкуру снимают с лопаток, шеи, грудной клетки, боков и частично со спины со скоростью $8 \dots 10$ м/мин, а затем отделяют остальную часть шкуры, чтобы исключить ее загрязнение в процессе съема. При отвесной фиксации угол наклона туши к горизонту принимают 70° . Съем шкур с мелкого рогатого скота осуществляют в той же последовательности, что и для крупного рогатого скота. Съем шкур свиней проводят с использованием электрического тельфера или лебедки.

Снятие оперения с тушек кур, цыплят, индеек и водоплавающей птицы является одной из трудоемких операций.

Принцип работы большинства машин и автоматов, снимающих оперение с тушек птицы, основан на использовании силы трения резиновых рабочих органов по оперению. При этом необходимо, чтобы сила трения, возникающая при соприкосновении поверхности рабочего органа с оперением, превышала силу сцепления оперения с кожей тушки.

Силу трения вызывает сила нормального давления рабочих органов, действующая на оперение. Так, в пальцевой машине сила нормального давления рабочих органов на тушку возникает под действием массы тушки. При обработке на этой же машине частей тушки – крыльев, головы, шеи, масса которых незначительна, приходится прижимать их к рабочим органам, чтобы увеличить силу трения при скольжении их по оперению.

В автоматах бильного типа сила нормального давления возникает в результате энергии удара бил о тушку, в автоматах центробежного – за счет центробежной силы и массы тушки. Имеются автоматы, где сила нормального давления возникает за счет сил упругой деформации рабочих органов.

На разных участках тушки оперение удерживается с различной силой. В машинах и автоматах для снятия оперения сила трения строго ограничена, т. к. она наряду

с удалением оперения, повреждает кожный покров тушки в тот момент, когда рабочие органы воздействуют на участки тушки без оперения.

Иногда на птицеперерабатывающих предприятиях сталкиваются с необходимостью переработки водоплавающей птицы в период линьки. При этом на автоматах для ошипки на тушках после обработки остаются неудаленные пеньки. Пеньки с тушек такой птицы удаляют воскованием, во время которого с тушек удаляются и другие остатки оперения.

Воскование положительно влияет на качество обработки: сглаживаются дефекты технологической обработки, улучшаются цвет и товарный вид тушек птицы благодаря образованию тонкого глянцевого слоя воскомассы на поверхности. При восковании удаляется волосовидное перо и отпадает необходимость газовой опалки тушек.

Чешуеъемные машины делятся на две группы: для групповой и поштучной обработки рыбы. Групповая обработка производится в барабанах, внутренняя рабочая поверхность которых снабжена различными скребками или просечками с зубчатыми краями. Поштучная обработка рыбы производится барабанами, на наружной поверхности которых имеются скобы, насечки или рифли. Очистка рыбы осуществляется путем механического воздействия вращающихся поверхностей на чешую.

Чешуеочистительные барабаны для групповой обработки рыбы более производительны, чем барабаны для поштучной обработки. Однако после обработки в них на теле рыбы остается 5...10 % чешуи, что вызывает необходимость ручной доработки.



Несчастны те люди, которым все ясно.
ПАСТЕР ЛУИ (1822–1895).
французский микробиолог и химик

10.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

На рис. 10.1 приведена классификация способов очистки пищевого сырья от наружного покрова. Выбор способа для очистки сырья определяется видом поступающих на обработку овощей и фруктов и видом выпускаемой продукции.

В соответствии с приведенной классификацией способов очистки пищевого сырья дана и классификация оборудования для очистки растительного и животного сырья от наружного покрова (рис. 10.2).

По расположению основного рабочего органа различают обочные и щеточные машины с вертикальной и горизонтальной осями вращения барабана.

Конструкция, материал и форма рабочих органов машины определяют принцип ее действия при шелушении и шлифовании.

По принципу действия машины классифицируют следующим образом.

1. Нагружение зерновок, в результате которого происходят деформации сжатия и сдвига, вызывающие скалывание и разрушение цветковых оболочек проса, риса, овса и плодовых оболочек гречихи путем воздействия на зерновку двух рабочих поверхностей: подвижной и неподвижной. К таким машинам относят вальцеведческие станки, шелушительные поставы и т. д.

2. Нарушение связи ядра с оболочкой путем скалывания, способствующего разрушению наружных покровов проса, риса, гречихи в результате воздействия вращающихся навстречу друг другу с различными скоростями валков, которые имеют эластичные рабочие поверхности (шелушители типа ЗРД с обрешиненными валками).

3. Нарушение связи ядра с оболочкой путем трения, вызывающего истирание (соскабливание) оболочек в результате многократного интенсивного воздействия абразивной и перфорированной поверхностей рабочих органов машин, а также взаимного трения частиц. К таким машинам относят шлифовальные и полировальные поставы. На этих машинах перерабатывают пшеницу, ячмень, семена гороха.

Гребнотделительные машины в зависимости от типа рабочего органа классифицируются на валковые, лопастные, молотковые и комбинированные, в которых возможна комбинация тех или иных конструктивных особенностей.

Протирачные машины классифицируются по следующим признакам: по числу барабанов – одинарные, двойные и стропные; по принципу действия – бичевые и безбичевые; по форме барабанов – с цилиндрическим или коническим барабаном; по назначению – для семечковых плодов, для косточковых плодов и универсальные; по способу регулирования производительности – с изменяющимся углом опережения бичей, изменяющимся зазором между бичами и барабаном, изменяющейся частотой вращения ротора (рис. 10.3).

В зависимости от вида обрабатываемого животного оборудование подразделяют на установки для съема кожи с крупного и мелкого рогатого скота и свиней.

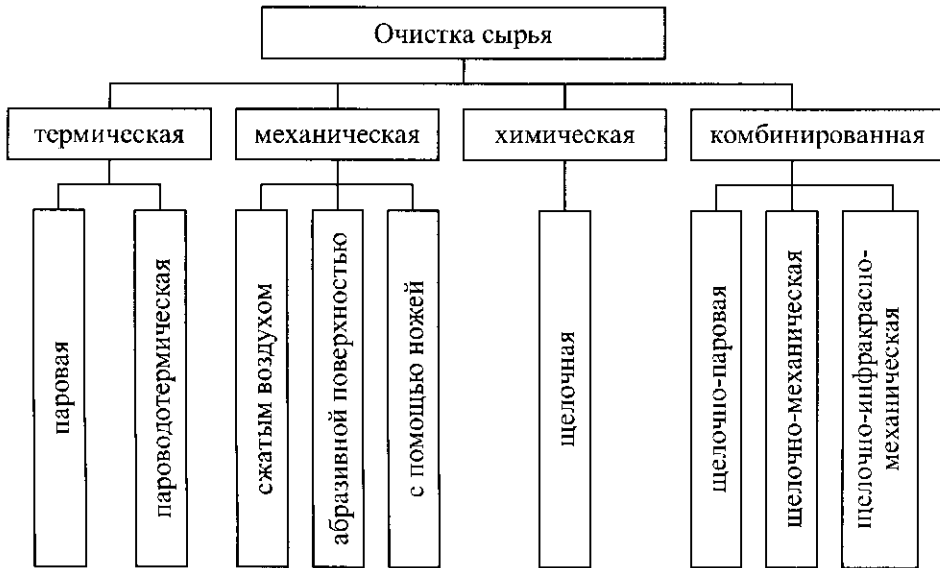


Рис. 10.1 Классификация способов очистки сы-

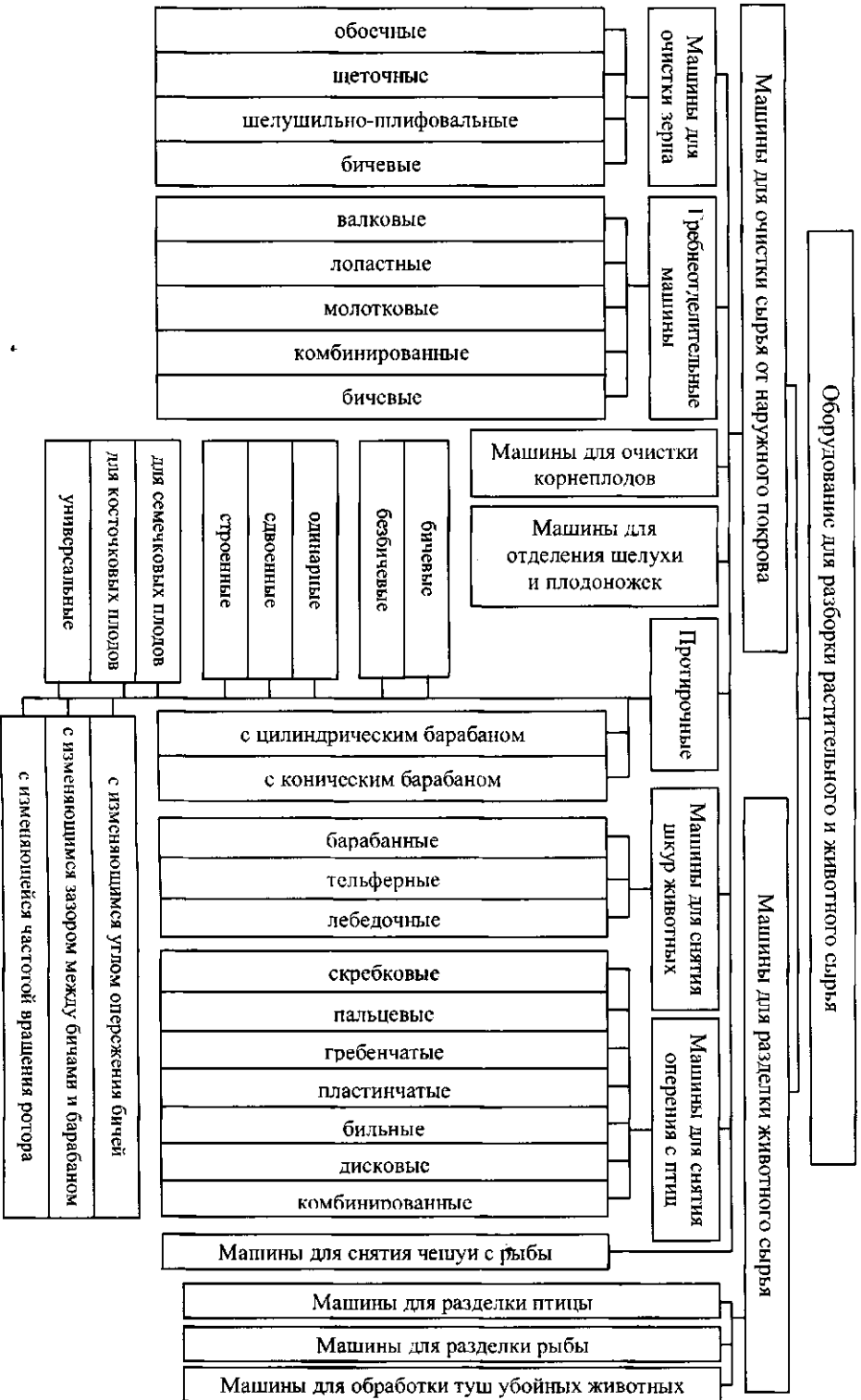


Рис. 10.2 Классификация оборудования для разборки растительного и животного сырья

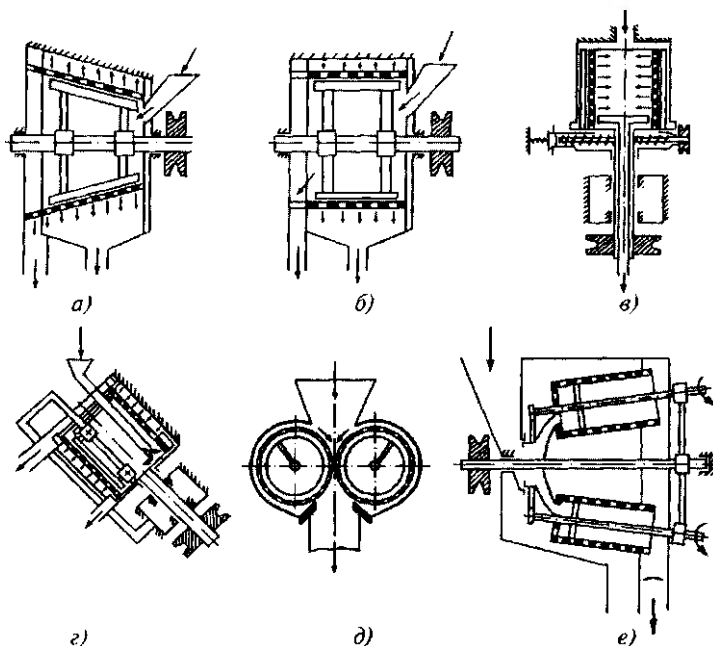


Рис. 10.3 Основные конструктивные схемы протирочных машин:

a – с коническим ситчатым барабаном; *б* – с цилиндрическим ситчатым барабаном; *в* – с вращающимся вертикальным ситчатым барабаном при наружной подаче сырья; *г* – с наклонным вращающимся ситчатым барабаном и внутренней подачей сырья; *д* – двухбарабанная безбичевая протирочная машина; *е* – трехбарабанная безбичевая протирочная машина

Установки для съема шкур с крупного рогатого скота периодического и непрерывного действия бывают вертикальными и горизонтальными. В установках периодического действия туша фиксируется неподвижно, а при непрерывном съеме шкуры туша движется по подвесному пути.

Для снятия оперения с тушек кур, цыплят, индеек и водоплавающей птицы применяют дисковые, бильные и центробежные автоматы, машины валкового и барабанного типов.

Для съема щетины, волоса и оперения применяют скребковые, пальцевые, гребенчатые, пластинчатые, бильные, дисковые и другие машины. Извлечение щетины, волоса и оперения выполняют путем одностороннего контакта рабочего органа с объектом извлечения.



Держать – этой ценой дается прогресс.
ГЮГО ВИКТОР МАРИ (1802–1885),
французский писатель, поэт, публицист

10.3 ОБОЕЧНЫЕ И ЩЕТОЧНЫЕ МАШИНЫ

Основным рабочим органом обоечных машин является вращающийся бичевой ротор, находящийся в неподвижном сетчатом цилиндре. Между бичами и цилиндром устанавливают определенный зазор. Зерно под действием центробежных сил вращающегося бичевого ротора отбрасывается к сетчатому цилиндру и подвергается многократному механическому воздействию со стороны бичей в результате уда-

ров, трения о ситовую поверхность и между зерновками. В результате пыль, песок, частицы плодовых оболочек, зародыша и бородки отделяются от зерна и проходят через отверстия сита. В зависимости от вида обоечной машины зерно и продукты шелушения объединяются или выводятся раздельно.

Окружную скорость бичевого ротора следует выбирать в зависимости от обрабатываемой культуры. Например, для ржи, обладающей более вязкой структурой, чем пшеница, скорость должна быть 15...18 м/с, для мягкой пшеницы – 13...15 м/с, для твердой, более хрупкой пшеницы – 10...11 м/с. При уменьшении рабочего зазора интенсивность воздействия увеличивается, т. к. возрастает сила удара и взаимного трения. Удельная нагрузка зависит от особенностей обрабатываемой культуры, режима работы обоечной машины, типа бичевого ротора и от материала ситчатого цилиндра.

Горизонтальная обоечная машина РЗ-БГО-6 (рис. 10.4) состоит из приемного устройства, корпуса 1, бичевого ротора, ситчатого цилиндра, привода, выпускных устройств и станины.

Приемное устройство состоит из патрубка 2, подающего зерно в магнитный аппарат 3. Последний снабжен грузовым клапаном. Приемное устройство установлено со стороны привода машины. Блок магнитов расположен в лотке, который можно легко снять и удалить металломагнитные примеси.

Корпус 1 сварен из листового материала и установлен на станине.

С одной его стороны сделана плотно прилегающая дверка с запорными ручками. В корпусе предусмотрены отверстия для приемного устройства, аспирационного патрубка 5 и выпуска прохода. Бичевой ротор 6 состоит из пустотелого вала, с торцов которого приварены полуоси, установленные в шарикоподшипниках. На консольной части полуоси расположен приводной шкив. На кон-

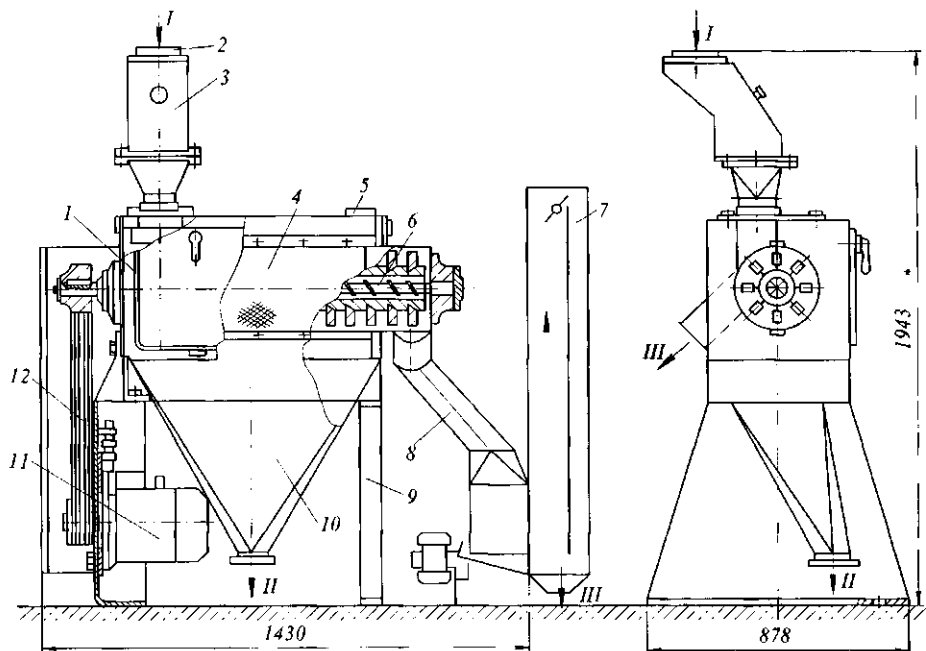


Рис. 10.4 Горизонтальная обоечная машина РЗ-БГО-6

На пустотелом валу по образующей закреплены винтами восемь бичей, представляющих собой продольные стальные пластины. К каждому бичу приварены короткие гонки, причем на четырех бичах гонки установлены под углом 80° , а на остальных – под углом 60° к оси ротора. Гонки каждого бича имеют разную высоту: пять крайних гонков с обеих его концов короче средних. В результате этого зерно в различных зонах имеет неравномерную скорость. Относительное движение потоков увеличивает интенсивность трения и соответственно повышает эффективность очистки зерна.

Сетчатый цилиндр 4 состоит из двух половин, соединенных в вертикальной плоскости. Сетка прикреплена к деревянной раме винтами с увеличенной головкой. Сетчатый цилиндр зажимают на цилиндрических патрубках питателя и выпускного устройства.

Привод машины осуществляется от электродвигателя 11 через клиноремennую передачу 12. Клиновые ремни натягивают винтовым устройством. Фланец электродвигателя закреплен на вертикальной опоре машины болтами. Между фланцем и опорой установлена плита, жестко связанная с фланцем и имеющая вертикальные прорезы для перемещения электродвигателя при натяжении клиновых ремней.

Выпускные устройства предназначены для вывода частиц, отделенных от зерна, проходя через сито и очищенного зерна – сходом с него. Для вывода частиц, отделенных от зерна, под сетчатым цилиндром установлен выпускной бункер 10, прикрепленный к корпусу машины. Очищенное зерно выводится через выпускной патрубок 8 (типа улитки), установленный в торце сетчатого цилиндра со стороны, противоположной приему. Выпускной патрубок повернут так, что зерно из машины поступает на вибропитатель вертикального пневмосепаратора 7.

Станина представляет собой две опоры, на которых установлена машина. Со стороны привода расположена сплошная опора, а с противоположной – две стойки 9. Они соединены вверху поперечиной. В нижней части опор сделаны отверстия для крепления машины к полу.

Обоечная машина РЗ-БГО-8 аналогична обоечной машине РЗ-БГО-6 по устройству основных рабочих органов, но отличается компоновкой, расположением приемных и выпускных устройств, размерами и производительностью.

Технологический процесс обработки зерна в горизонтальных обоечных машинах происходит следующим образом. Исходное зерно поступает через приемный патрубок и равномерно распределяется в зазоре между сетчатым цилиндром и бичевым ротором, затем подхватывается бичами и подвергается интенсивному трению о бичи и внутреннюю поверхность сетки цилиндра, а также межзерновому трению.

Отличительная особенность машин такого типа заключается в том, что полый вал бичевого ротора занимает до $1/4$ рабочего объема сетчатого цилиндра. В результате в кольцевом зазоре, заполненном зерном, под действием планок бичей, имеющих различный угол наклона и высоту, возникает сложная разноскоростная циркуляция зерна. Высокую эффективность обработки поверхности зерна обеспечивают также высокоскоростным режимом работы бичевого ротора.

Техническая характеристика горизонтальных обоечных машин приведена в табл. 8.1.

Вертикальная обоечная машина РЗ-БМО-6 (рис. 10.5) состоит из следующих основных узлов: приемного устройства, корпуса, сетчатого цилиндра, бичевого ротора, привода, выпускного устройства.

Приемный патрубок 1 состоит из прозрачного цилиндрического стакана, нижняя часть которого установлена на крышке корпуса, а к верхней – прикреплен гибкий рукав. Он соединяет стакан с самотечной трубой, подающей зерно. Загрузочная воронка имеет два конуса 2 и 3, концентрично установленных один над другим, что предотвращает излишнее накопление зерна.

Питающий цилиндр 4 приварен к нижнему конусу 3 воронки. К его нижней части примыкает распределительный диск 5, подвешенный к конусу на трех пружинах 12. Натяжение пружин отрегулировано так, чтобы при отсутствии зерна обеспечивалось прижатие диска к цилиндру.

Цилиндрический корпус 8 – это сварная неразборная конструкция из листового металла. В нижней части корпуса предусмотрено четыре отверстия для крепления его к перекрытию. Почти по всей высоте корпуса с противоположных сторон расположены съемные двери с запорными ручками.

Вертикальный сетчатый цилиндр 11 собран из трех секторов. Они соединены между собой болтами через три продольные деревянные накладки. Вверху и внизу сетчатый цилиндр установлен на внутренние кольца корпуса машины. Верхняя его часть для предохранения от преждевременного износа закрыта с внутренней стороны на высоту 250 мм сплошным металлическим листом. Цилиндр выполнен из металлотканой сетки. Площадь сетчатой поверхности $12,8 \text{ м}^2$.

Бичевой ротор смонтирован на вертикальном валу 9 при помощи четырех крестовин 6, которые прикреплены к валу центрирующими штифтами. На крестовинах вертикально установлено восемь плоских стальных бичей 7. Верхние их концы отогнуты в направлении вращения ротора. На бичах сделана нарезка для крепления их болтами к крестовинам и регулирования зазора между рабочей кромкой бичей и сетчатым цилиндром в пределах 22...28 мм.

Вал бичевого ротора вращается в двух самоустанавливающихся подшипниках. Верхний подшипник роликовый, радиальный, сферический, двухрядный. Он установлен в чугунном корпусе с крышкой и закреплен на валу втулкой и гайкой со стопорной шайбой. Нижний подшипник шариковый, радиальный, сферический, двухрядный. Он расположен на закрепленной втулке в стальном корпусе с крышкой.

Привод бичевого ротора осуществляется от электродвигателя 13 через клиноременную передачу 14. Электродвигатель установлен в верхней части машины на вертикальной стальной плите, шарнирно соединенной с кронштейном корпуса. Приводные ремни натягиваются поворотом плиты, положение которой фиксируется двумя откидными натяжными болтами с гайками.

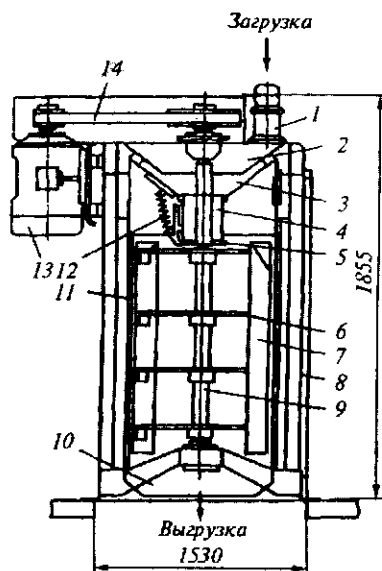


Рис. 10.5 Вертикальная обочная машина РЗ-БМО-6

Выпускное устройство 10 выполнено в виде конической сварной воронки с патрубком.

Вертикальную обоечную машину аспирируют через нижнее выпускное устройство, расположенное перед шлюзовым затвором.

Обоечная машина РЗ-БМО-12 по конструкции аналогична машине РЗ-БМО-6. Отличием является исполнение бичевого ротора, имеющего пять крестовин. Кроме того, выпускное устройство обоечной машины РЗ-БМО-12 выполнено в виде двух конических воронок: большой и малой, установленных одна в другой.

Технологический процесс сухой обработки поверхности зерна в вертикальных обоечных машинах происходит следующим образом. Исходное зерно самотеком подают через патрубок и загрузочную воронку в питающее устройство. Здесь оно равномерно распределяется по всей окружности цилиндра и через кольцевой зазор попадает в рабочую зону. Там зерно подхватывается отогнутыми концами бичей и движется по спирали вниз между ситовым цилиндром и кромками бичей.

Под действием центробежной силы инерции, создаваемой ротором, зерно многократно отбрасывается к внутренней поверхности ситового цилиндра. В результате интенсивного трения зерновок между собой и о ситовой цилиндр поверхность зерна очищается от пыли, надорванных оболочек и частично от зародыша и бородки.

В вертикальной обоечной машине РЗ-БМО-6 частицы зерна и оболочек, прошедшие через отверстия ситового цилиндра, падают вниз и вместе с очищенным зерном через разгрузочную воронку выводятся из машины. Смесь зерна с оболочками дополнительно обрабатывают в пневмосепараторах, где легкие примеси уносит воздух.

В вертикальной обоечной машине РЗ-БМО-12 очищенное зерно и проходовая фракция выводятся раздельно соответственно через малый и большой конусы разгрузочной воронки. Аспирацию машины осуществляют отсосом воздуха из верхней части корпуса.

Техническая характеристика вертикальных обоечных машин приведена в табл. 10.1.

Таблица 10.1 Техническая характеристика обоечных машин

Показатель	РЗ-БМО-6	РЗ-БМО-12	РЗ-БГО-6	РЗ-БГО-8
Производительность, т/ч	6	12	6...9	8...12
Размеры сетчатого цилиндра, мм:				
диаметр	650	650	300	300
высота (длина)	1080	1380	635	1500
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	480	480	1130	1130
Расход воздуха, м ³ /мин	6	6	6	6
Мощность электродвигателя, кВт	11	15	5,5	15
Габаритные размеры, мм	1530×1075× ×1855	1530×1075× ×2105	1430×878× ×1943	2530×878× ×2443
Масса, кг	865	950	406	680

Щеточная машина А1-БЩМ-12 (рис. 10.6) предназначена для очистки поверхности и бороздок зерна пшеницы и ржи от пыли, отделения надорванных оболочек и выделения легких и металломагнитных примесей. Станина 1 щеточной машины представляет собой цельнометаллическую сварную конструкцию и предназначена для компоновки на ней всех узлов.

Горизонтальный щеточный барабан 6 – основной рабочий орган машины, состоит из восьми колодок, набранных щеточным волокном и закрепленных на ступицах, ус-

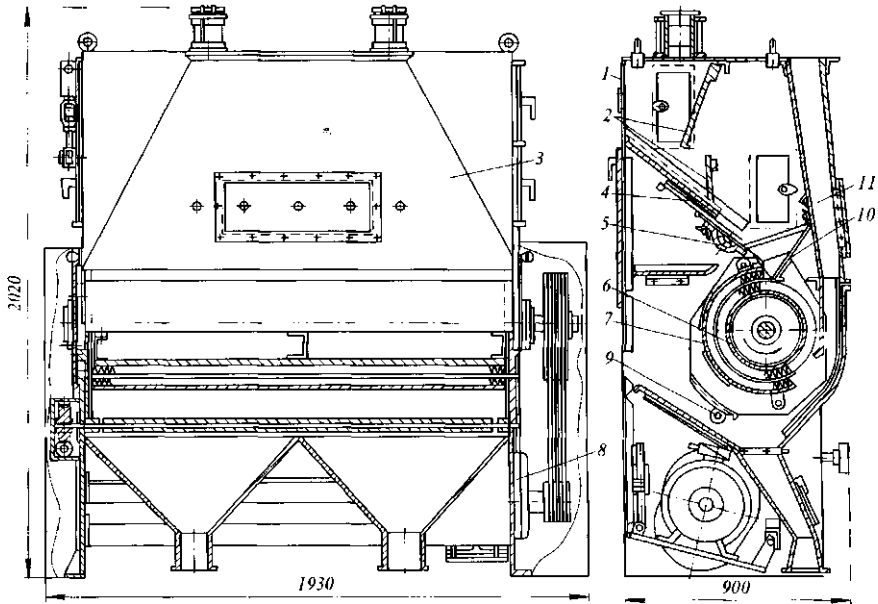


Рис. 10.6 Щеточная машина А1-БШМ-12

тановленных на валу. Щеточная дека 7 имеет три колодки, набранные щеточным волокном и шарнирно соединенные между собой с помощью петель.

Радиальный зазор между щеточными поверхностями барабана и деки регулируют механизмом 9 прижима деки, червячная передача которого передает усилие двум парам зубчатых передач, закрепленных на одном валу с червячным колесом. Зубчатая передача состоит из шестерни и зубчатого сегмента, нарезанного на подвижной щеке прижима деки.

Конструкция механизма прижима (рис. 10.7) позволяет прижимать деку к барабану параллельно по всей длине и обеспечивает установку зазора 4...8 мм между рабочими поверхностями барабана и деки. Основными деталями, входящими в состав механизма прижима, являются винт 1 поджима деки, шкала 2, указатель 3 и штурвал 4.

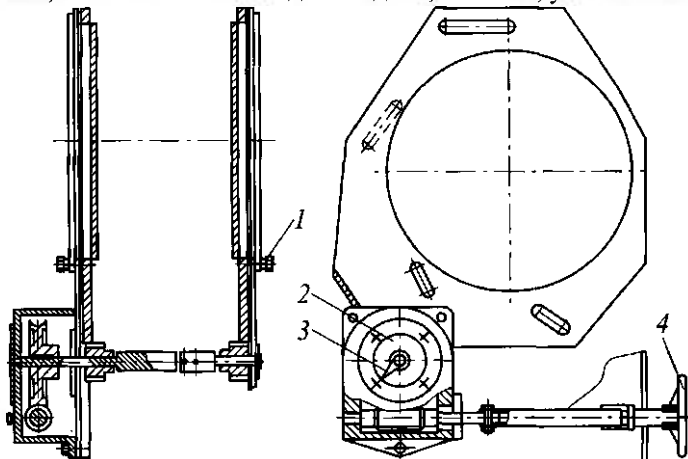


Рис. 10.7 Механизм прижима деки щеточной машины А1-БШМ-12

Для улавливания металломагнитных примесей из зерна установлен магнитный аппарат 5 (см. рис. 10.6), состоящий из набора постоянных магнитов, расположенных в один ряд под питающим устройством. Заслонку 4 используют при очистке магнитного аппарата. Шибер 10 служит для направления потока зерна по ходу вращения щеточного барабана 6. Зазор между шибером 10 и щеточным барабаном должен быть 2 мм. Шибер 11 служит для регулирования воздушного режима машины. Привод щеточного барабана 6 осуществляется от электродвигателя 8 через клиноременную передачу, состоящую из трех ремней.

Равномерное распределение зерна по длине щеточного барабана осуществляет питающее устройство 2, состоящее из верхнего грузового клапана и нижнего клапана, сблокированных между собой регулируемой тягой. Питающее устройство 2 автоматически поддерживает равномерный слой зерна по всей длине щеточного барабана независимо от количества его поступления в машину. Далее зерно, увлекаемое вращающимся щеточным барабаном 6, направляется в зазор между щеточными поверхностями барабана и деки, где, подвергаясь интенсивному воздействию щеток, очищается от пыли и надорванных оболочек. Затем зерно поступает в нижнюю часть аспирационного канала 3, где от зерна отделяются воздухом легкие примеси (частицы оболочек, шуплые зерна и др.) и по аспирационному каналу уносятся из машины.

Очищенное зерно выводится из машины самотеком через сборник, расположенный в нижней части.

При наличии нормального зерна в отношениях необходимо отрегулировать режим аспирации шибером воздуховода или аспирационной трубы (приподнять вверх шибер). Если не выделяются металломагнитные примеси, необходимо в магнитном аппарате поднять заслонку и установить ее на фиксаторе, а также очистить магнитный аппарат.

Очистку магнитного аппарата осуществляют следующим образом. Его заслонку надо установить в нижнее положение (перекрывать магнитный аппарат), отвернуть барашки крепления и открыть магнитный аппарат, поворачивая его вокруг нижней оси. Затем удалить металломагнитные примеси с помощью щетки в лоток.

Контролировать прижим деки (зазор) необходимо не реже одного раза в два месяца по шкале 2 механизма прижима (см. рис. 10.7). Смещение указателя 3 при помощи маховика 4 на половину деления по шкале соответствует уменьшению (или увеличению) зазора между щеточными поверхностями барабана и деки на 1 мм. Деление 16 на шкале соответствует пределу, после которого использование щеточного барабана или щеточной деки нецелесообразно.

Техническая характеристика щеточной машины А1-БЩМ-12

Производительность, т/ч	12
Снижение зольности зерна, %	0,02
Увеличение битого зерна, %	0,9
Частота вращения щеточного барабана, мин ⁻¹	325
Размеры щеточного барабана, мм:	
диаметр	362
длина	1575
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	3500
Мощность электродвигателя, кВт	4,0
Габаритные размеры, мм	1930×900×2020
Масса, кг	855

Щеточная машина ЩМА с вертикальной осью вращения (рис. 10.8) предназначена для вымола сходовых продуктов драных и размольных систем. Принцип действия машины заключается в интенсивном протирании щетками продукта через поверхность цилиндрического сита. Через отверстия сита проходит мелкая фракция, состоящая в основном из отделившихся частиц эндосперма.

Машина выполнена в виде вертикального корпуса (станины), в котором вращается обечайка, состоящая из верхней розетки 9, нижней розетки 18 и соединяющих их деревянных вертикальных планок 17.

На внутренней поверхности планок укреплено сито 16, образующее цилиндрическую ситовую поверхность. Внутри обечайки на вертикальном валу 15 вращается барабан с расположенными равномерно по окружности десятью щетками 14. Концы волос щеток находятся вблизи ситовой поверхности обечайки. По мере износа щетки поджимают к обечайке вращением трубы 13, которая через систему рычагов связана со щеточными колодками.

Труба по концам имеет резьбу: с одной стороны левую, а с другой правую. На резьбовые части трубы накручены специальные гайки 12, шарнирно соединенные через распорки 11 с деревянными планками 10, на которых укреплены щетки 14. При вращении трубы ключом гайки 12, сближаясь или удаляясь друг от друга, уменьшают или увеличивают расстояние между щетками и ситовой поверхностью обечайки.

Вращение барабану передается через клиноременную передачу от электродвигателя, установленного в верхней части машины. Обечайка получает вращение от вала барабана через редуктор, состоящий из двух пар цилиндрических шестерен. Для очистки сита обечайка периодически встряхивается. На стойках корпуса машины установлены специальные пружинные устройства – встряхиватели. На планках обечайки укреплены металлические упоры – пластины 5. Встряхивание планок и укрепленного на них сита происходит благодаря контакту пластин с встряхивателями во время вращения обечайки. Силу встряхивающего удара регулируют винтом 3, сжимающим пружину 2. После регулирования положение винта фиксируют гайкой 4.

Электродвигатель крепят к угольнику, который при помощи натяжных винтов 7 и 8 можно удалять от оси барабана, чем достигается необходимое натяжение ремней.

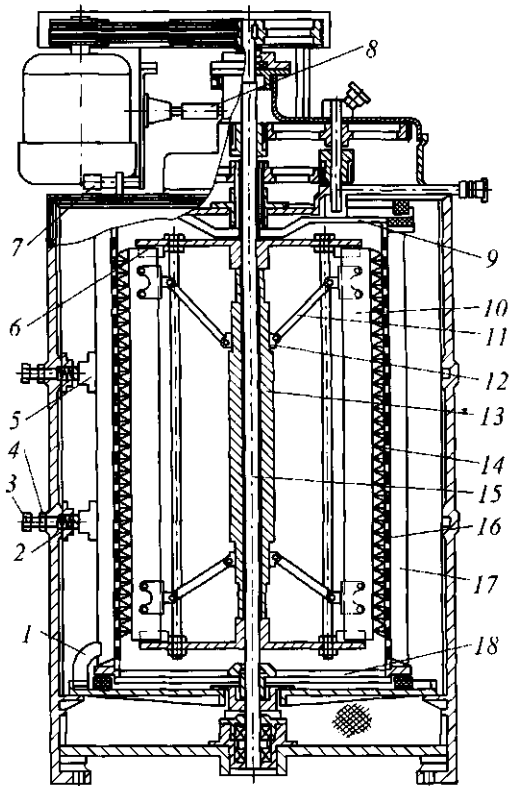


Рис. 10.8 Щеточная машина ЩМА

Продукт поступает через окно в верхнем диске щеточной машины и полагает на вращающиеся части барабана: верхний диск *6*, планки *10* и щетки *14*. Под влиянием центробежной силы продукт разбрасывается по цилиндрической поверхности сита и протирается щетками. Отделившиеся мучнистые частицы просеиваются через сито и внизу удаляются скребками *1*. Оставшиеся непросеянные частицы выпадают в окна в нижнем диске корпуса машины.

Техническая характеристика машины ЩМА

Производительность, кг/с.....	1.0
Площадь ситового барабана, м ²	3
Диаметр ситового барабана, мм.....	800
Частота вращения щеточного барабана, мин ⁻¹	300
Частота вращения ситовой обечайки, мин ⁻¹	8
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /с.....	0.14
Электродвигатель:	
мощность, кВт.....	2.8
частота вращения ротора, мин ⁻¹	950
Масса, кг.....	870

Щеточная машина БЩО-1,5 с горизонтальной осью вращения (рис. 10.9) предназначена для извлечения мучнистых частиц из отрубей, получаемых при переработке пшеницы в торговую муку. В технологическом процессе машину устанавливают на обработке сходовых продуктов последних драных систем.

Машина состоит из следующих основных узлов: станины *18*, щеточного барабана *8*, щеточно-ситового барабана *15*, привода *1* и контрпривода *2*. Станина, на которой монтируют все узлы машины, состоит из двух чугунных боковин *6* и *13*, связанных между собой стяжками *11*, кожуха *3* и подмоторной рамы. К боковинам станины крепят приемный *5* и выпускной *16* патрубки.

Щеточный барабан *8* имеет вал, на котором укреплены разборные чугунные розетки *10* и *12*. К розеткам параллельно оси машины прикреплено пять щеток (бичей) *9*, а в промежутках между ними расположено пять гребенок с гонками. Щеточно-ситовой барабан *15* включает две чугунные розетки *7*, к которым прикреплены три ситовых рамы с расположенными на них гонками и три щетки *14*, регулируемые по мере износа. Щеточно-ситовой барабан приводится во вращение от вала щеточного барабана через контрпривод, клиноременную *4* и зубчатую передачи.

Принцип работы машины заключается в нарушении сил сцепления эндосперма и оболочки вследствие растирания обрабатываемого продукта щетками. Поступивший на обработку продукт благодаря наличию относительной скорости щеток, создаваемой разностью вращения щеточного и щеточно-ситового барабанов, растирается щетками обоих барабанов, после чего мелкие частицы (в основном эндосперм) проходят через отверстия сита (проход), а крупные частицы (оболочки) остаются на сите (сход).

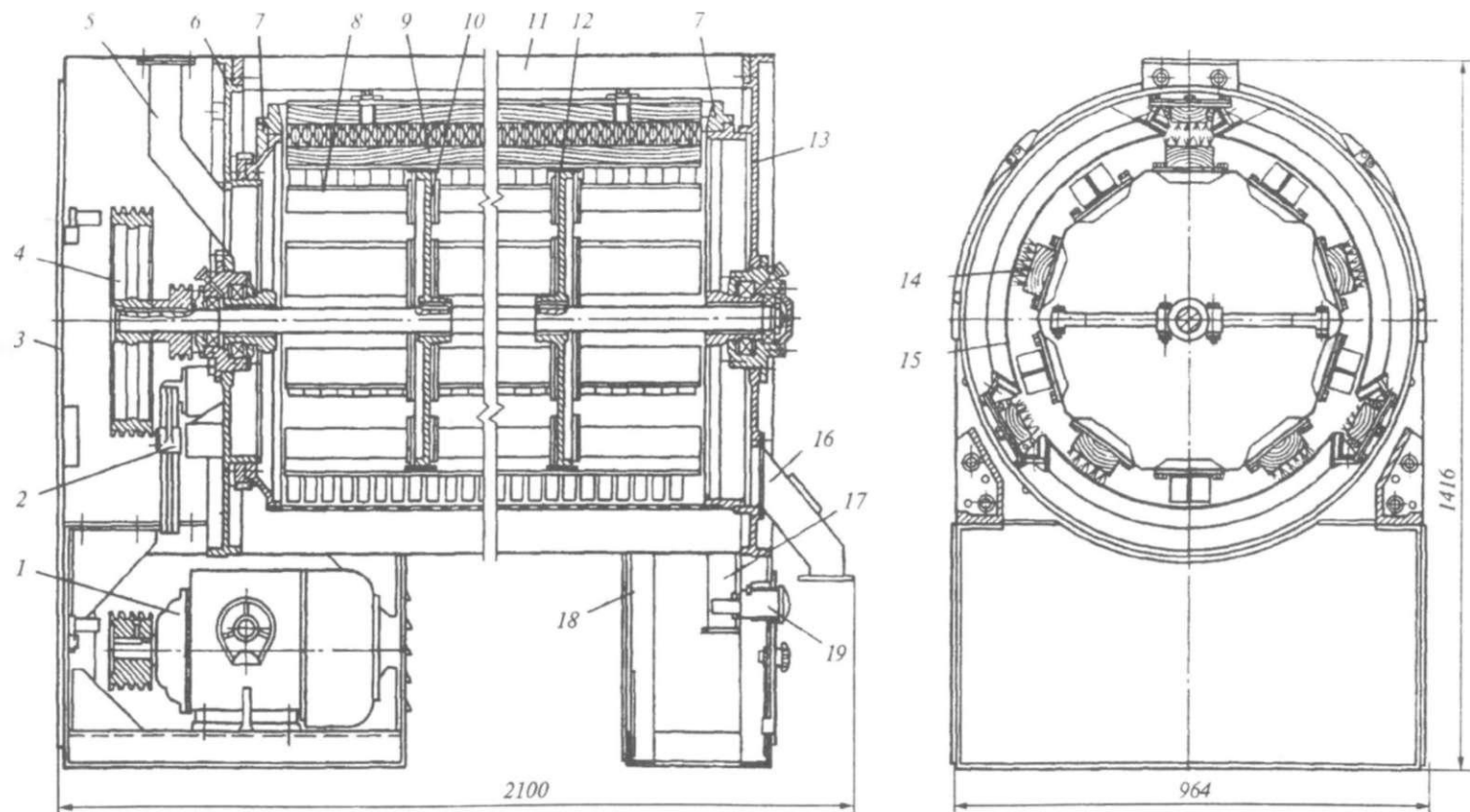


Рис. 10.9 Щеточная машина БЩО-1,5 для обработки отрубей

Каждая отсортированная фракция транспортируется вдоль машины гонками, установленными на обоих барабанах, и выводится через соответствующие патрубки из машины.

В приемном патрубке установлена задвижка, управляемая электромагнитом. При остановке машины задвижка перекрывает приемный патрубок, питание машины прекращается, что предохраняет ее от завалов.

Сходовый продукт из машины выводится через патрубок 16, проходовой – через патрубок 17, в котором установлен пробоотборник 19.

Техническая характеристика машины БЩО-1,5

Производительность (на продукте, поступающем после V драной системы – верхние сходовые продукты), кг/с.....	0,45
Частота вращения щеточного барабана, мин ⁻¹	300
Частота вращения ситового барабана, мин ⁻¹	18
Диаметр ситового барабана, мм.....	750
Площадь просеивающей поверхности, м ²	2,75
Электродвигатель:	
мощность, кВт.....	5,5
частота вращения ротора, мин ⁻¹	950
Масса, кг.....	930

Инженерные расчеты. К основным расчетным параметрам обочных машин относят: производительность, окружную скорость бичевого барабана, размеры цилиндра (диаметр и длину) и потребную мощность электродвигателя.

Производительность Π (т/ч) обочной машины

$$\Pi = \pi K D L q,$$

где K – коэффициент, учитывающий размеры рабочей поверхности цилиндра, $K = 0,8...0,95$; D – диаметр цилиндра, м; L – длина рабочей части цилиндра, м; q – удельная зерновая нагрузка, т/(ч·м²).

Удельная нагрузка зависит от особенностей обрабатываемой культуры, режима работы машины, типа бичевого барабана и материала цилиндрической обечайки.

Потребная мощность N (кВт) электродвигателя обочной машины

$$N = \Pi n,$$

где Π – производительность, т/ч; n – удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т.

К основным расчетным параметрам щеточных машин относят производительность, окружную скорость щеточного барабана и потребную мощность.

Производительность Π (т/ч) щеточных машин с горизонтальной осью вращения определяют в зависимости от нагрузки на единицу внутренней поверхности щеточной деки, соприкасающейся с наружным диаметром щеточного барабана, по формуле

$$\Pi = K \pi R L q,$$

где K – коэффициент, учитывающий длину дуги деки; R – внутренний радиус деки, м; L – длина деки, м; q – удельная нагрузка на деку, т/(ч·м²).

В щеточных машинах типа БЩМ дуга деки имеет центральный угол 201° , соответственно $K = 1,1$. В этом случае формулу можно записать как

$$P = 3,5RLq.$$

Потребную мощность N (кВт) для привода щеточного барабана ориентировочно можно определить по формуле

$$N = qP,$$

где P – производительность, т/ч; q – удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т.



...избегать догматизации и исключать гипотезы,
которые недостаточно обоснованы
и не подтверждены опытом.
ГУК РОБЕРТ (1635–1703),
английский естествоиспытатель

10.4 МАШИНЫ ДЛЯ ШЕЛУШЕНИЯ И ШЛИФОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Вальцедековый станок СВУ-2 (рис. 10.10) предназначен для шелушения гречихи и проса. Имеет одну деку. Зерно шелушится между абразивным барабаном и неподвижной абразивной или резиновой декой.

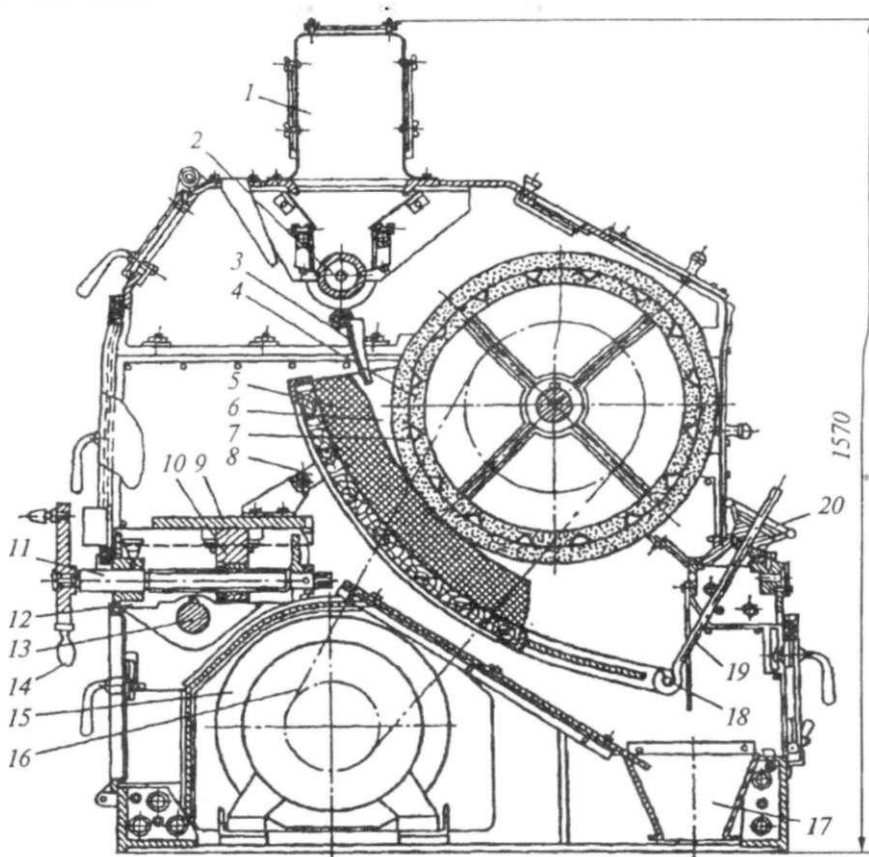


Рис. 10.10 Вальцедековый станок СВУ-2

Из приемного бункера 1 посредством питающего вала 2 и шарнирной заслонки 3 зерно, распределяясь по длине вращающегося барабана 4 и деки 5, попадает в рабочую зону 6. Основа барабана – цилиндр из листовой стали с угольниками 7, расположенными по образующим. Размер и форму рабочей зоны регулирует механизм, состоящий из декодержателя 8 и подвижной части 9 суппорта, которые посредством гайки 10 и винта 11 могут перемещаться по суппорту 12. Поворачивая винт штурвалом 14, можно изменять размер и форму рабочей зоны станка. Это необходимо, например, для шелушения гречихи, когда требуется придать рабочей зоне серповидную форму.

В нижней части декодержателя установлены с обеих сторон штыри 18, соединенные с винтовой тягой 19. Поворачивая маховик 20, можно изменять положение деки и придавать рабочей зоне клиновидную форму – оптимальную для шелушения проса. Продукты шелушения удаляются из машины через патрубок 17. Машина приводится в движение от электродвигателя 15 через клиноремennую передачу 16. Для того чтобы снять деку, суппорт 12 вместе с декой поворачивают на соответствующий угол вокруг оси 13. Достаточно высоких технологических показателей достигают, применяя для шелушения гречихи песчанниковый барабан и деку, а для шелушения проса – абразивный барабан и эластичную деку из специальных резинотканевых пластин марки РТД.

Для шелушения гречихи необходимо через 24...36 ч насекать песчанниковый барабан и деку бороздками глубиной 1,0...1,2 мм с наклоном 4...5° к образующей. Число бороздок принимают 4...6 на 1 см окружности барабана в зависимости от крупности обрабатываемых зерен. При шелушении проса нужно каждые 3...4 дня восстанавливать шероховатую поверхность абразивного барабана и притирать к валу прорезиненную деку. Рабочая поверхность барабана при обработке гречихи – песчанниковая, проса – абразивная. Рабочая поверхность деки при обработке гречихи – песчанниковая, проса – резиновая. Форма рабочей зоны станка при шелушении: гречихи – серповидная, проса – клиновидная.

Техническая характеристика вальцедекового станка СВУ-2

Производительность (кг/с) на первой системе при обработке:	
гречихи	1,2...1,4
проса	1,40...1,66
Размеры барабана, мм:	
диаметр	600
длина при обработке:	
гречихи	600
проса	650
Частота вращения барабана (мин ⁻¹) при обработке:	
гречихи	440
проса	485
Мощность электродвигателя, кВт	10
Масса, кг	1980

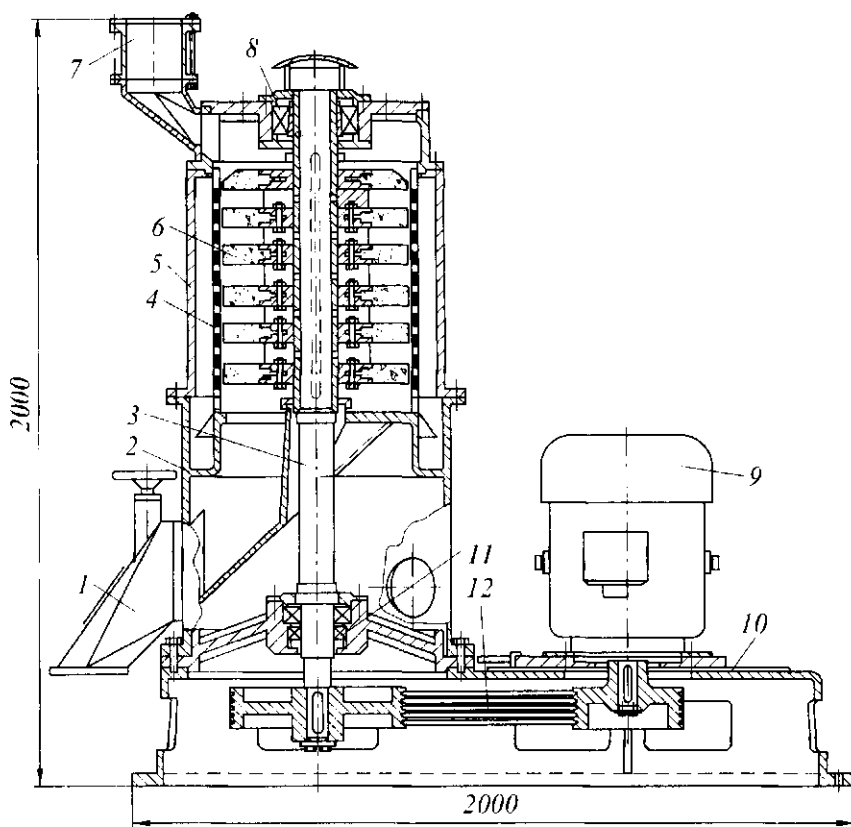


Рис. 10.11 Шелушильно-шлифовальная машина А1-ЗШН-3

Шелушильно-шлифовальная машина А1-ЗШН-3 (рис. 10.11) предназначена для шелушения ржи и пшеницы при обойных помолах и ржаных сортовых помолах на мукомольных заводах, шлифования и полирования ячменя при выработке перловой крупы, шелушения ячменя на комбикормовых заводах. Ситовой цилиндр 4 машины установлен в корпусе 5 рабочей камеры, вал 3 с абразивными кругами 6 вращается в двух подшипниковых опорах 8 и 12. В верхней части он пустотелый и имеет шесть рядов отверстий, по восемь отверстий в каждом ряду.

На машине установлены приемный 7 и выпускной 1 патрубki. Последний снабжен устройством для регулирования продолжительности обработки продукта. Отводящий трубопровод крепят к фланцу патрубка, установленного в зоне кольцевого канала (для вывода мучки) корпуса 2. Привод машины осуществляется от электродвигателя 9 через клиноременную передачу 11. Корпус 5 рабочей камеры присоединен к корпусу 2, который, в свою очередь, устанавливается на станине 10.

Зерно, подлежащее обработке, через приемный патрубок поступает в пространство между вращающимися абразивными кругами и неподвижным перфорированным цилиндром. Здесь, благодаря интенсивному трению при продвижении зерна к выпускному патрубку, происходит отделение оболочек, основная масса которых через отверстия перфорированного цилиндра и далее через кольцевую камеру удаляется из машины.

С помощью клапанного устройства, размещенного в выпускном патрубке, регулируют не только количество выпускаемого из машины продукта, но и одновременно время его обработки, производительность машины и технологическую эффективность процесса шелушения, шлифования и полирования. Воздух засасывается через пустотелый вал и имеющиеся в нем отверстия, проходит через слой обрабатываемого продукта. Вместе с оболочками и легкими примесями через ситовой цилиндр он поступает в кольцевую камеру и далее в аспирационную систему.

Одна из наиболее часто встречающихся неисправностей – повышенная вибрация машины, которая происходит из-за износа абразивных кругов. Большой износ кругов приводит также и к уменьшению интенсивности обработки. Поэтому за состоянием кругов необходимо тщательно следить и своевременно заменять их. При замене перфорированного цилиндра необходимо освободить от крепления только одну крышку, снять ее, а затем через образовавшуюся кольцевую щель вынуть цилиндр.

Шелушильно-шлифовальные машины А1-ЗШН-3 выпускают в четырех исполнениях с абразивными кругами для различных размеров зерен.

Техническая характеристика машины А1-ЗШН-3

Производительность, кг/с:	
при шелушении ржи и пшеницы	0,85...1,2
при шлифовании и полировании ячменя	0,85
при шелушении ячменя	0,5
Частота вращения, мин ¹	850
Окружная скорость абразивных кругов, м/с	20
Количество абразивных кругов	6
Диаметр абразивных кругов, мм	450
Площадь ситового цилиндра, м ²	0,9
Мощность электродвигателя, кВт	22,0
Расход воздуха, м ³ /с	0,36
Габаритные размеры, мм	2000×1000×2000
Масса, кг	1700

Шлифовальная машина А1-БШМ-2,5 (рис. 10.12) предназначена для шлифования риса-крупы. Шлифованию подвергается шелушенный рис с содержанием нешелушенных зерен не более 2 %. Шлифовальная машина состоит из двух шлифовальных секций 15 и 19, смонтированных в корпусе, и рамы 4. Каждая шлифовальная секция имеет питатель 18, приемный патрубок 12, откидную крышку 16, ситовой барабан 9, шлифовальный барабан 8, разгрузитель и электродвигатель 20.

Машина снаружи закрыта стенками 1 и 7. Под шлифовальными секциями 15 и 19 установлен бункер 2 для сбора и вывода мучки из машины. Привод имеет защитное ограждение 13 и дверцу 14 для технического обслуживания.

В питателе 18 установлены две заслонки, одна из которых 17 открывает или перекрывает доступ продукта в машину, вторая 11 служит для регулирования количества подаваемого в машину продукта. Ситовой барабан 9 состоит из двух полуци-

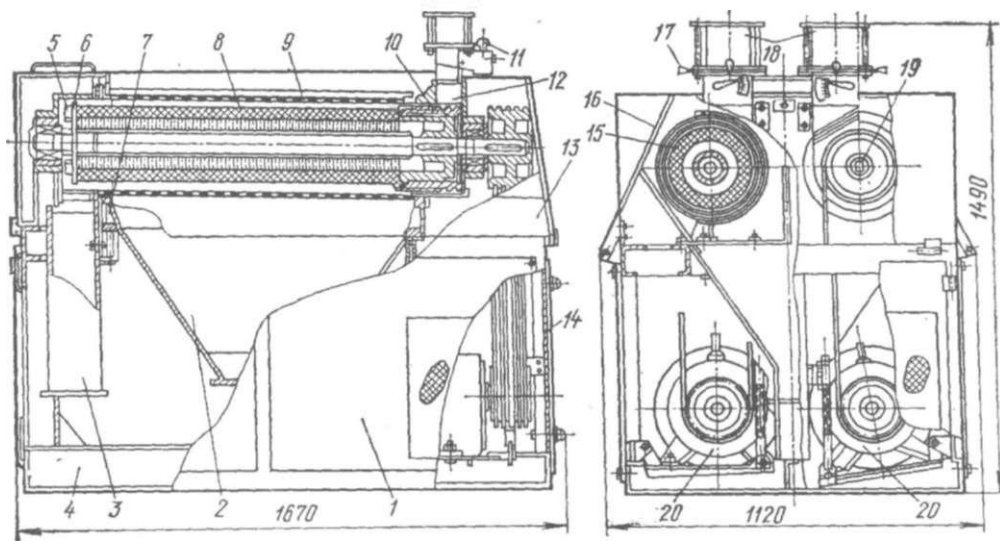


Рис. 10.12 Шлифовальная машина А1-БШМ-2,5

линдров. К каркасу каждого цилиндра крепят сито при помощи двух рядов гонков и винтов. Оба полуцилиндра стягивают между собой четырьмя лентами.

Шлифовальный барабан 8 набран из абразивных кругов. Со стороны поступления продукта он имеет шнековый питатель 10, а со стороны выхода – крыльчатку 5. Разгрузитель 6 представляет литой стакан с отверстием, которое перекрывается грузовым клапаном. На рычаге клапана по резьбе перемещается груз.

Рисовая крупа через питатель поступает в шлифовальную секцию и шнеком подается в рабочую зону, где, проходя между вращающимися шлифовальным и ситовым барабанами с гонками, подвергается шлифованию. Мучка при этом через сито просыпается в бункер 2 и выводится самотеком из машины. Шлифованная крупа, преодолевая усилие грузового клапана, поступает в патрубок 3 и также выводится из машины.

Настройка шлифовальной машины заключается в выборе оптимальной продолжительности обработки рисовой крупы. Для этого, как указано выше, разгрузители снабжены грузовыми клапанами, позволяющими путем изменения положения грузов на рычагах регулировать усилие подпора в рабочей зоне. Наблюдая визуально через люк разгрузочного патрубка за выходящим продуктом, а также за нагрузкой электродвигателя по показанию амперметра, подбирают требуемое усилие грузового клапана и положение нижней заслонки питателя.

Техническая характеристика шлифовальной машины А1-БШМ-2,5

Производительность, кг/с	0,97...1,22
Размеры барабана, мм:	
диаметр	250
длина	1000
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	1200
Окружная скорость, м/с	15,7
Количество секций	2
Мощность электродвигателя, кВт	17
Габаритные размеры, мм	1670×1120×1490
Масса, кг	1400

Инженерные расчеты. Производительность вальцедекового станка Π (кг/с)

$$\Pi = L h v \rho k,$$

где L – длина барабана, м; h – средний размер рабочего зазора, м; v – скорость перемещения зерна в рабочей зоне, $v = 1,5 \dots 2,5$ м/с; ρ – насыпная плотность зерна, кг/м³; k – коэффициент заполнения рабочей зоны станка, $k = 0,4 \dots 0,5$.

Производительность Π (кг/ч) шелушителя непрерывного действия типа ЗШИ определяют по формуле

$$\Pi = 3600 \rho v_{cp} F \varphi,$$

где ρ – насыпная плотность продукта, кг/м³; v_{cp} – средняя скорость продукта в рабочей зоне, м/с; $v_{cp} = H/t$; H – высота рабочей зоны машины, м; t – время обработки продукта в рабочей зоне, с, $t = 12 \dots 18$ с; F – площадь рабочего кольца, м²; $F = \pi(D^2 - d^2)/4$; D – диаметр перфорированного цилиндра, м; d – диаметр абразивных кругов, м; φ – коэффициент заполнения рабочей зоны, $\varphi = 0,92 \dots 0,96$.



Отсутствие фантазии ничем не может быть
заменено в техническом деле.

КИРПИЧЕВ МИХАИЛ ВИКТОРОВИЧ (1879–1955).
теплотехник и теплофизик, академик АИ СССР

10.5 БИЧЕРУШКИ

Бичевая машина ЗВО-1 (рис. 10.13) предназначена для вымола частиц отрубей.

Основной ее рабочий орган – ротор, образованный вертикальными бичами 5 и валом 6. В состав машины входят: электродвигатель 1, гибкая муфта 2, приемный патрубок 3 для исходного продукта, лопатки 4 для разбрасывания продуктов, вертикальные бичи 5, вал 6, розетка 7 для крепления бича к валу, ситовой цилиндр 8 и выпускной патрубок 9.

Лопатки 4 распределяют поступающий продукт по периметру цилиндра 8. Затем продукт попадает под ударное действие вращающихся бичей. В результате удара и истирания эндосперм отделяется от оболочек.

Продукт, полученный сходом с сетчатого цилиндра 8, удаляется в нижней части машины через боковой патрубок 9. Продукт, просеянный через сито, выходит из машины через центральную коническую воронку. Чтобы обеспечить эксплуатационную надежность, необходимо: исходный продукт до поступления в машину пропускать через магнитную защиту; равномерно загружать машину в пределах установленной производительности. Бичи должны вращаться по часовой стрелке. Аспирируется машина присоединением к аспирационной сети.

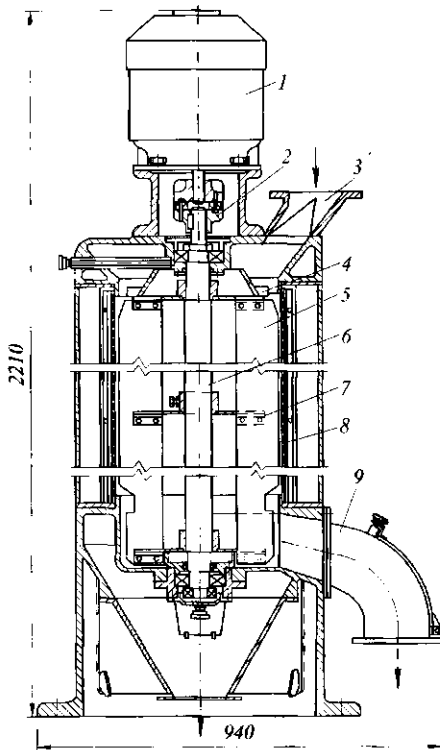


Рис. 10.13 Вертикальная бичевая машина ЗВО-1

Техническая характеристика машины ЗВО-1

Производительность, кг/с	0,3...0,5
Удельная нагрузка ситовой поверхности, кг/(м ² ·с):	
для крупных продуктов	0,35...0,45
для мелких продуктов	0,22...0,35
Размеры ситового цилиндра, мм:	
длина	1000
диаметр	400
Окружная скорость бичей, м/с	28,5
Рабочий зазор, мм	10
Мощность электродвигателя, кВт	4,5
Масса, кг	400

Бичевая машина А1-БВУ (рис. 10.14) предназначена для отделения частиц эндосперма зерна от оболочек в верхних сходовых продуктах дражных систем (III драная крупная и III драная мелкая) при переработке пшеницы в сортовую муку.

Машина состоит из металлического корпуса 9, разделенного на две одинаковые по конструкции секции, и электродвигателя 14. Каждая секция включает неподвижный ситовый цилиндр 8, внутри которого расположен вертикальный бичевой ротор 2, приемное устройство 4, выпускной патрубков 11 и дверка 10.

Бичевой ротор представляет собой пустотелый цилиндр, закрепленный на вертикальном валу 1 шпонкой и хомутом; по наружной поверхности ротора равномерно и поочередно расположены вертикально три регулируемых бича 7 и три ряда гонков 3. Подвижный бич состоит из двух прямоугольных металлических полос, одна из которых является несущей и приварена к наружной поверхности цилиндра под углом 20° к его радиусу, а другая закреплена на ней болтовыми соединениями. Увеличивают или уменьшают высоту бича, переставляя полосы на соответствующие отверстия.

Гонки представляют собой плоские прямоугольные пластины, приваренные под углом 20° к оси стержня, который крепят к наружной поверхности цилиндра резьбовым соединением и фиксируют контргайкой, что позволяет увеличивать или уменьшать высоту и угол наклона гонка. Впереди каждого ряда гонков под углом 20° к радиусу цилиндра приварен нерегулируемый бич, аналогичный несущей полосе регулируемого бича.

В нижней части цилиндра на валу расположен однозаходный винтовой шнек 5, служащий для подачи исходного продукта в рабочую зону, образуемую наружной поверхностью бичевого барабана и внутренней поверхностью ситового цилиндра. Бичевой ротор вращается в нижнем 6 и верхнем 12 подшипниковых узлах.

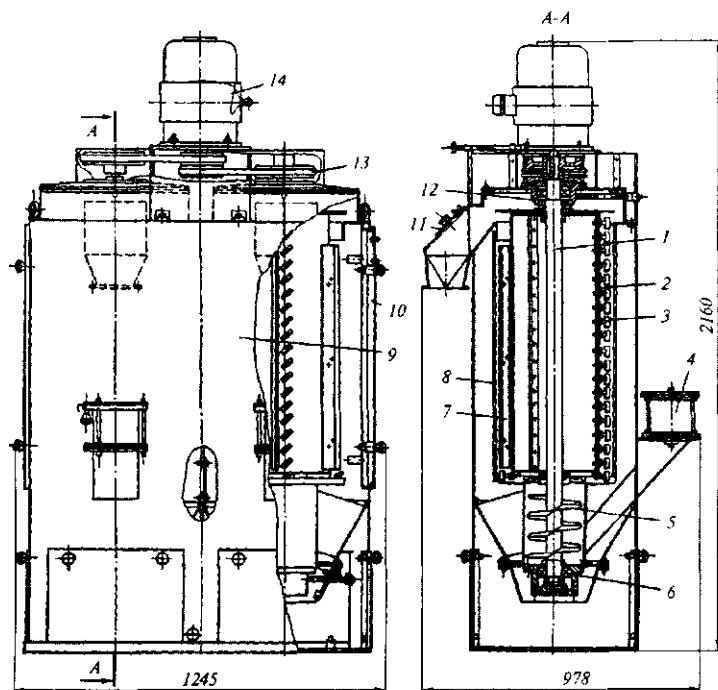


Рис. 10.14 Бичевая вымольная машина А1-БВУ

Нижний подшипниковый узел состоит из корпуса, радиального и упорного шарикоподшипников с подкладными кольцами и крепится к корпусу шнека. Исходный продукт подают в рабочую зону через наклонный патрубок приемного устройства. Для предотвращения попадания продукта и пыли в нижний подшипниковый узел предусмотрена уплотнительная манжета и на валу установлена специальная втулка.

Верхний подшипниковый узел состоит из корпуса, радиального подшипника, крышки и крепится к верхней съемной крышке корпуса машины. Вращение обоих роторов происходит от фланцевого электродвигателя 14 через клиноременную передачу 13. Ситовой цилиндр выполнен из разъемного ситового полотна. В рабочем состоянии он охватывает специальные основания в корпусе машины и закрепляется болтовыми соединениями по линии разбема.

Для очистки от завалов в ситовом цилиндре предусмотрено отверстие, которое закрывается задвижкой, выполненной из ситового полотна. На верхнем основании корпуса машины имеются четыре отверстия с заглушками, которые предназначены для очистки пространства между наружной поверхностью цилиндра и внутренними стенками корпуса в случае завала проходным продуктом. Дверки крепят к корпусу машины на петлях и в рабочем положении фиксируют ручками.

Принцип работы бичевой вымольной машины заключается в следующем. Исходный продукт через приемное устройство самотеком поступает в цилиндр и шнеком подается в рабочую зону. В результате ударного действия вращающихся бичей и угла наклона гонков происходит интенсивное перемешивание, истирание и перемещение исходного продукта по винтовой линии вверх от приема к выходу. При этом происходит отделение частиц эндосперма от оболочек.

Продукт, полученный сходом с ситового цилиндра, выводится из машины через верхний патрубок, а продукт, просеявшийся через отверстия ситового цилиндра, выходит через нижний патрубок. Изменением угла наклона и высоты гонков, уменьшением или увеличением зазора между подвижными бичами и внутренней поверхностью ситового цилиндра можно регулировать время пребывания исходного продукта в рабочей зоне и интенсивность вымола частиц отрубей.

Техническая характеристика машины А1-БВУ

Производительность, кг/с	0,7
Частота вращения бичевого барабана, мин ⁻¹	1065
Внутренний диаметр ситового цилиндра, мм	400
Площадь ситовых цилиндров, м ²	2,2
Диаметр отверстий сит цилиндра, мм	1,1
Мощность электродвигателя, кВт	4
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /с	0,11
Масса, кг	615

Центробежная семенорушка А1-МЦП (рис. 10.15) предназначена для центробежного обрушивания масляных семян однократным ориентированным ударом семян о деку.

Центробежная семенорушка представляет собой агрегат, состоящий из ротора, деки, подшипниковой опоры, станины, кожуха, обечайки. Собственно семенорушка состоит из корпуса 7, смонтированного на станине 2, распределительного устройства 3, рабочих дисков 4 с радиальными направляющими каналами 5, футерованными вкладышами из износостойкой керамики, кольцевой деки 6. Диски в сборе представляют собой ротор, который крепится на вертикальном валу 13. Вал с ротором вращается в подшипниках 12.

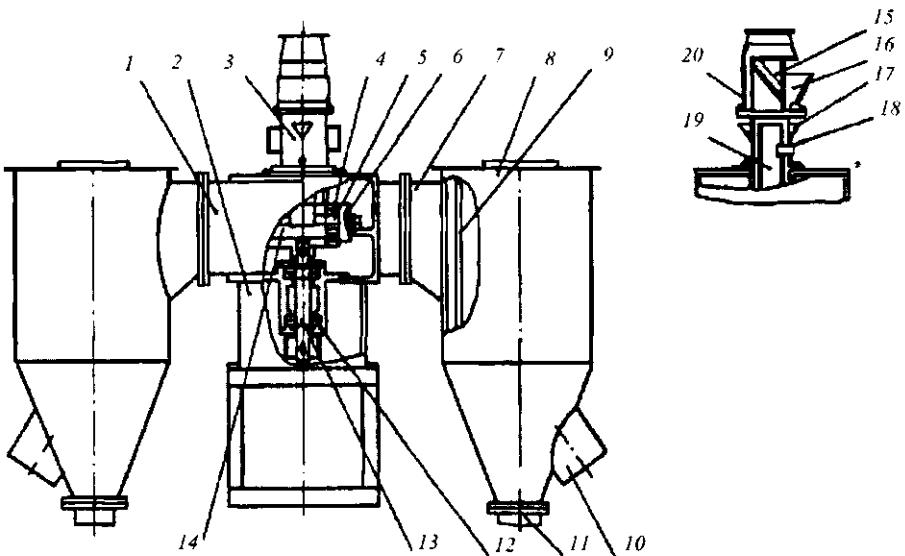


Рис. 10.15 Центробежная семенорушка А1-МЦП

Два патрубка корпуса 1 при монтаже соединяются с двумя циклонами 8, имеющими внутри цилиндрическое сито 9, отводящие течки 11 маслянистой пыли и рушанки. Распределительное устройство 3 включает в себя цилиндрическую камеру 20 с расположенной в ней предохранительной решеткой 15, цилиндрический патрубок 19, к внешней поверхности которого прикреплена кольцевая перегородка 14, отделяющая верхнюю рабочую зону ротора от нижней. Цилиндрический патрубок снабжен трубками 18 для всасывания воздуха в нижнюю рабочую зону. В верхней части цилиндрической камеры 20 имеются отверстия для всасывания воздуха в верхнюю рабочую зону, прикрытые карманами 17. Для извлечения крупных примесей, задержанных решеткой 15 камеры 20, против нее выполнено отверстие, которое сбоку прикрывается шарнирно прикрепленным карманом 16.

Рушка работает следующим образом. Семена подсолнечника непрерывным потоком поступают на предохранительную наклонную решетку, где равномерно распределяются тонким слоем по всей ее площади, быстро просыпаются через нее, чему способствует дополнительно всасываемый воздух, поступающий через отверстие в цилиндрической камере, расположенной против предохранительной решетки.

Крупные однородные примеси, задержанные решеткой, скапливаются вниз, собираясь в кармане 16.

Затем семена движутся в направлении каналов 5 рабочих дисков 4 верхней и нижней рабочих зон вместе со всасываемым воздухом через трубки 18 и отверстия, прикрытые карманами 17. Из радиальных каналов 5, футерованных вкладышами из износостойкой керамики, семена подсолнечника выбрасываются на кольцевую деку 6. При этом происходит обрушивание их за счет однократного направленного удара вдоль большой оси семени. Рушанка по тангенциальным патрубкам 7 из корпуса 1 поступает в цилиндрическое сито 9, расположенное внутри циклона 8. При движении рушанки нисходящей спиралью по цилиндрическому сити 9 происходит отделение из нее части маслянистой пыли. Затем она, просеиваясь через сито, поступает в кольцевое пространство между ним и циклоном 8, откуда отводится по течке 11 в линию ядра. По течке 10 рушанка поступает на аспирационную веюку.

Для эффективной работы центробежной рушки необходимо, чтобы ротор был тщательно отбалансирован и отцентрирован (расстояние между ротором и декой должно быть одинаковым по всей окружности). Семена, подаваемые на обрушивание, должны быть очищены, и подача их должна быть равномерной. Качество обрушивания весьма чувствительно к скорости вращения ротора и ее надо тонко регулировать.

Техническая характеристика рушки А1-МЦП

Производительность (по семенам подсолнечника), т/сут.....	не менее 200
Номинальная установленная мощность, кВт.....	15
Частота вращения ротора, с ⁻¹	38,3; 40,0; 41,6; 43,3
Диаметр диска ротора, мм	380
Число параллельно работающих дисков, шт.	4
Число радиальных каналов в диске, шт.	15
Габаритные размеры, мм	не более 1430×850×1310
Масса, кг	не более 550

Бичевая семенорушка МРН (Кудрявцева–Васильева) состоит из четырех основных узлов: питающего устройства, бичевого барабана, деки и корпуса (рис. 10.16).

В состав питающего устройства входят питающий бункер 4, рифленый валик 3 и регулируемая заслонка 2.

Назначение питающего устройства – обеспечить равномерное распределение семян по ширине рабочей зоны машины (она равна длине бича и составляет в бичевой рушке 972 мм) и подачу семян со стабильной и требуемой интенсивностью. Ширина питающей точки (650 мм) от транспортера семян к рушке меньше ширины рабочей зоны, и распределение семян происходит за счет работы рифленого питающего валика. В бичевой рушке вращается с частотой 98...110 об/мин питающий валик диаметром 110 мм. Слой семян над валиком под действием толчков со стороны рифлей переходит в виброоживленное состояние и «растекается» по всей ширине валика. Интенсивность подачи семян в рабочую зону рушки регулируется положением заслонки относительно поверхности валика (ширина щели) с помощью рукоятки, выведенной на торце питающего бункера и снабженной барашком для фиксации ее положения.

Конструкция бичевого барабана представляет собой вал с укрепленными на нем тремя дисками 10 со ступицами и 16 стойками бичей 5. Жесткость дисков обеспечивается приваренными с обеих сторон ребрами 7. На наружной кромке каждого диска приварено 16 пар уголков 6 под углом 55° к осевой линии. К этим уголкам на болтах прикреплены 16 бичей 8. Бичи изготовлены из полосовой стали толщиной 10...12 мм и шириной 100 мм. Бичевой барабан установлен в машине горизонтально в подшипниках и при работе приводится во вращение с частотой 550...630 об/мин, что при диаметре барабана по наружной кромке бичей 800 мм соответствует окружной скорости 23...27 м/с.

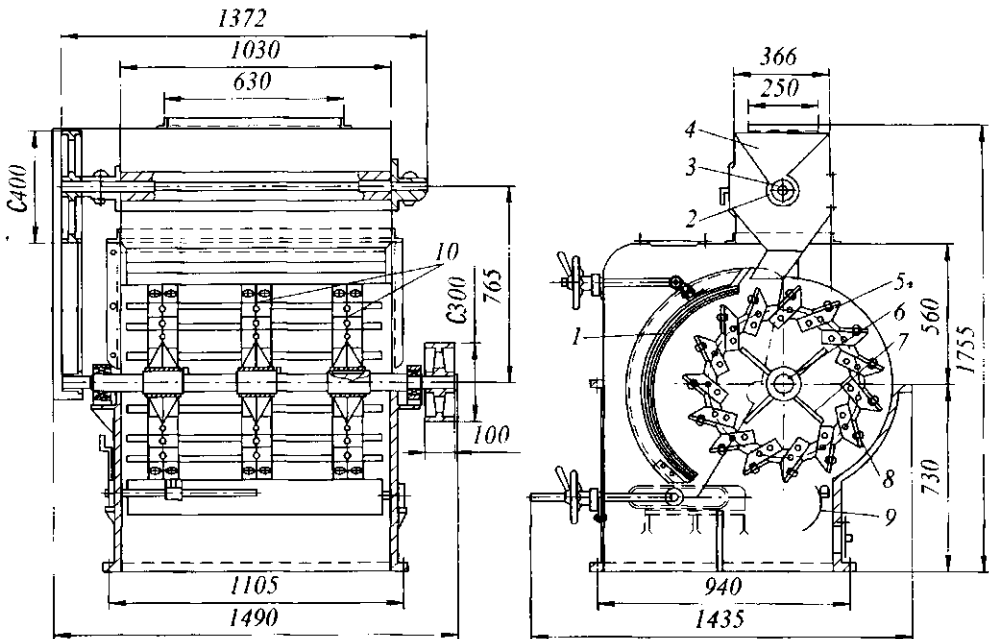


Рис. 10.16 Бичевая семенорушка МРН (Кудрявцева–Васильева)

Бичевой барабан снаружи сбоку на дуге 110° окружен волнистой поверхностью, называемой декой. Деку *1* набирают из чугунных колосников, отливаемых отдельными секциями, содержащими четыре-пять рифлей диаметром 25 мм. Положение деки относительно бичевого барабана (зазор между бичами и декой) влияет на силу удара семян о деку, и в машине предусмотрена регулировка зазора в пределах 8...80 мм в зависимости от влажности и размера семян. Регулировка осуществляется оператором с помощью специальных регулировочных механизмов (верхнего и нижнего).

Верхний регулировочный механизм (рис. 10.17) представляет собой винт *4*, шарнирно связанный с декой через кронштейн *5* и тем самым закрепленный в отношении вращательного движения. Вращательное движение при вращении маховичка *6* совершает гайка *3*, вставленная своим буртиком в кольцевую выточку полукольца *2* (зафиксированного в кронштейне *1* болтами), прикрепленного к стенке бичерушки. Таким образом, гайка будет иметь вращательное движение без осевого перемещения, ввинченный в нее винт, наоборот, будет совершать только осевое перемещение. При этом связанная с винтом шарнирно верхняя часть деки будет придвигаться или отодвигаться от бичевого барабана в зависимости от направления вращения маховичка и связанной с ним гайки. Конструкция нижнего регулировочного устройства аналогична конструкции верхнего регулировочного устройства в части взаимодействия винта и гайки. Особенностью является фиксация шарнира, соединяющего конец винта и нижнюю часть деки, в горизонтальных направляющих (см. рис. 9.16).

Станина рушки состоит из трех частей, собираемых по разьемам в горизонтальной плоскости на уровне вала бичевого барабана и в вертикальной плоскости над валом бичевого барабана. В выводной точке станины помещен козырек-отражатель *9*, регулируемый ручкой, выведенной на торец бичерушки.

Привод бичевого барабана и связанного с ним ременной передачей питающего валика осуществлен от электродвигателя через ремennую передачу. Основное требование к приводу бичерушки – варьирование частоты вращения бичевого барабана при необходимости изменения силы удара бичей по обрушиваемым семенам. Причем наиболее эффективным может быть плавное регулирование частоты вращения бичевого барабана, что обеспечивается применением вариатора. В настоящее время регулирование частоты вращения бичевого барабана в семенорушках упрощено применением сменных или ступенчатых шкивов в ременной передаче от электродвигателя к бичевому барабану, такой привод нельзя признать удовлетворительным.

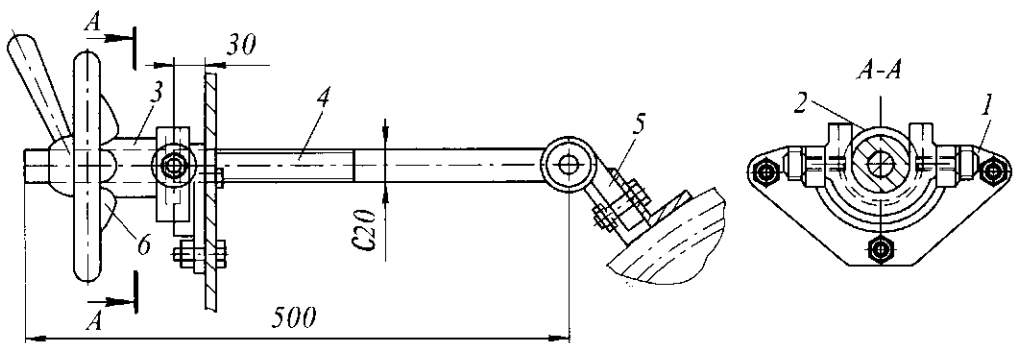


Рис. 10.17 Верхний регулировочный механизм

Бичерушка работает следующим образом. Семена, поступающие в питающий бункер, валиком равномерно распределяются по ширине рабочей зоны. Поток семян, регулируемый заслонкой, попадает на наклонную плоскость в питающем бункере и далее, соскальзывая, попадает на бичи вращающегося барабана.

При достаточной скорости вращения бичевого барабана сила удара бичей по семенам обеспечивает их обрушивание. Так как отдельные семена различаются между собой свойствами, в частности прочностью, то для части семян сила удара недостаточна для обрушивания, а для некоторой части семян сила удара настолько велика, что происходит не только разрушение оболочки, но и разрушение ядра.

После удара бичами образовавшаяся рушанка (смесь ядра, оболочек, целых семян и сечки ядра) отбрасывается на деку многократно из-за проявляемой частицами упругости при ударе. Таким образом, рушанка ударяется о деку, и при этом происходят обрушивание целых семян и разрушение ядра. Частицы рушанки, отскакивая после удара от деки, попадают вновь на бичи вращающегося бичевого барабана. Далее описанная картина повторяется, и из-за достаточно протяженной деки происходит многократный удар. В зазоре между бичевым барабаном и декой существует хаотически движущаяся совокупность частиц рушанки. Столкновения между частицами неизбежны и это сопровождается потерей ими кинетической энергии, что мешает обрушиванию.

В конструкции машины заложены и другие элементы, приводящие к неоднородности обрушивания. Так, на бичевом барабане внешняя кромка бичей находится на диаметре 800 мм, а внутренняя – на диаметре 640 мм. Окружная скорость прямо пропорциональна диаметру, и, следовательно, семена, попадающие на бичи в разные точки между диаметрами 800 и 640 мм, подвергаются удару разной силы. Волнистая дека также создает условия для неоднородности обрушивания при ударе семян о нее. Напряжение при ударе семени о выпуклость деки выше, чем о впадину, т. к. площадь контакта меньше. В результате семя легче обрушится, если оно попадет на выпуклость. Кроме того, усилия, необходимые для разрушения семени, прикладываемые вдоль различных направлений, неодинаковы, а условий для ориентированного удара в конструкции машины не создано.

Техническая характеристика семенорушки МРН

Производительность по семенам, т/сут	50...60
Габаритные размеры, мм	1490×1435×1755
Мощность, кВт.....	5,1
Масса, кг	1380

Инженерные расчеты. Энергию E (Дж), отдаваемую билом при ударе, определяют из уравнения

$$E = m(v_n^2 - v_k^2) / 4 = E_0 K_1 Z,$$

где m – масса била, кг; v_n, v_k – начальная и конечная скорости била, м/с; E_0 – энергия, необходимая для отделения эндосперма от оболочек, Дж; K_1 – коэффициент, учитывающий потери; Z – количество объектов, извлекаемых за один удар бича.

Мощность двигателя бичевых машин N (кВт) находят по формуле

$$N = 2(N_1 + N_2 + N_3) \eta_m / \eta,$$

где η_m – КПД механических передач; η – КПД привода; N_1 – мощность, расходуемая на возмещение энергии бил, кВт;

$$N_1 = 10^{-3} E_o \varphi Z n,$$

здесь φ – доля одновременно работающих бил; Z – количество бил на каждом роторе; n – частота вращения ротора, с^{-1} ; N_2 – мощность, расходуемая на преодоление сопротивления бил о воздух, кВт,

$$N_2 = 1,25 \cdot 10^{-4} C_p d \omega^3 Z_2 (R_1^4 - R_2^4),$$

здесь C^* – коэффициент обтекания рабочих органов; ρ – плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$; d – размер стороны квадрата, м; ω – угловая скорость вращения ротора, с^{-1} ; Z – количество бил; R_1, R_2 – внешний и внутренний радиусы, описываемые билами, м; N_3 – мощность, расходуемая на преодоление сопротивления о воздух пластин, поддерживающих била, кВт,

$$N_3 = 10^{-3} C_o \rho Z S v^3,$$

здесь C_o – коэффициент обтекания пластины; Z – количество пластин на роторе; S – лобовая поверхность опорной пластины, м^2 ; v – окружная скорость вращения центра тяжести пластин, м/с; ρ – плотность материала пластины, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Расчет производительности центробежной семенорушки П (т/сут) производим по формуле

$$П = 6,65 n z (r_2 - r_1) m_c / [l_c \ln(r_2 / r_1)],$$

где n – частота вращения ротора, мин^{-1} ; r_2, r_1 – радиусы, соответственно начала и конца лопатки, м; m_c, l_c – масса и длина одного семени подсолнечника (можно принять $m_c = 0,00071$ кг и $l_c = 0,011$ м); z – число лопаток на роторе центробежной рушки, которое ограничено соотношением

$$z \leq 2\pi r_1 / (k l_c + \delta),$$

здесь $k \approx 2$ – коэффициент запаса по стесненности прохода семени в канал; δ – толщина лопатки, м ($\delta \approx 0,002 \dots 0,003$ м).

Расчет затрат мощности (кВт) на работу центробежной рушки складывается из определения составляющих:

N_1 – мощность, необходимая на сообщение семенам кинетической энергии

$$N_1 = П W / 1000 = 0,0005 П (c^2 - c_1^2),$$

где $П$ – производительность рушки, кг/с; W – кинетическая энергия, приобретенная 1 кг семян при прохождении по ротору, Дж/кг; c и c_1 – абсолютная скорость семян на выходе и входе на роторе, м/с;

N_2 – мощность, необходимая на преодоление трения семян о нижний диск ротора

$$N_2 = 0,304 \cdot 10^{-2} П n (r_2^2 - r_1^2);$$

N_3 – мощность, необходимая на преодоление трения семян о лопатки ротора

$$N_3 = 0,32 \cdot 10^{-4} \Pi n (r_2^2 - r_1^2) / r_1^2;$$

N_4 – мощность, необходимая на вентиляцию

$$N_4 = 0,12 \cdot 10^{-4} \rho_a (2\pi r_1 - z\delta) h v_1 r_2^2 n^2 / \eta,$$

где $\eta = 0,4$ – гидравлический КПД вентилятора; h – высота лопаток (можно принять $h = 0,03$ м); ρ_a – плотность воздуха, кг/м³;

N_5 – мощность, необходимая на преодоление трения ротора о воздух

$$N_5 = M_{тр} n / 9750,$$

где $M_{тр}$ – момент трения, Н·м.

Общая мощность для работы центробежной семенорушки N (кВт)

$$N = (N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5) / \eta_{мех},$$

где $\eta_{мех}$ – механический КПД центробежной семенорушки, $\eta_{мех} = 0,5 \dots 0,7$.



Исследователю знакомы разочарования
... неудачи. Но и неудачи бывают полезными, если
их хорошенько проанализировать,
они могут помочь добиться успеха.
ФЛЕМИНГ АЛЕКСАНДЕР (1881-1955).
английский микробиолог

10.6 ГРЕБНЕОТДЕЛИТЕЛИ

Дробилки-гребнеотделители валкового типа ВДГ-20 (рис. 10.18) с восьмипастьными валками состоят из приемного бункера 2, цилиндра гребнеотделителя 4, вала 5 с бичами 6 и выходного лотка 7. Их используют при обработке винограда.

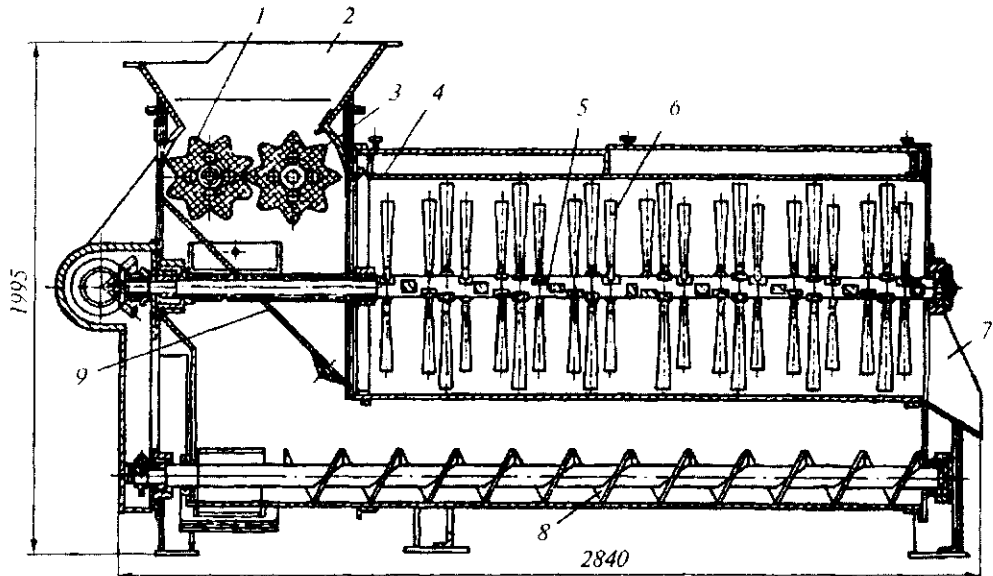


Рис. 10.18 Дробилка-гребнеотделитель ВДГ-20

Чаще всего применяют профильные валки, геометрия и кинематические условия действия которых способствуют целесообразному приложению внешних сил к перерабатываемым гроздьям винограда. При попадании между выступами и впадинами валков гроздья приобретают значительно меньшие относительные скорости и подвергаются меньшему перетиранию. Рабочий процесс дробления приближается к наиболее рациональному варианту – раздавливанию гроздьев в результате параллельного сближении плоских дробящих поверхностей.

В дробилке предусмотрены механизм, позволяющий регулировать зазор между валками 1 и 3, а также блокирующее устройство в виде фрикционной или кулачковой муфты, разрывающей кинематическую цепь привода валков при возникновении аварийной ситуации.

Измельченное сырье по наклонному лотку 9 подается в гребнеотделитель. Гребнеотделитель представляет собой горизонтальный перфорированный цилиндр 4, внутри которого по оси смонтирован ротор-вал 5 с бичами 6, закрепленными на одно- или двухзаходной прямой винтовой поверхности. Основные достоинства этого рабочего органа – высокая технологическая эффективность, простота конструкции, компактность, эксплуатационная надежность и др. Кроме того, его конструктивные особенности позволяют использовать относительно невысокие скорости воздействия на виноград при отделении гребней, что благоприятно отражается на качестве получаемого сула.

Количество бичей на длине шага витка ротора при расположении их по однозаходной винтовой поверхности в известных конструкциях принято 8, 12, 16 или 20, при этом межбичевое расстояние меняется в пределах от 25 до 31 мм, а шаг витка – от 200 до 570 мм. Важнейший кинематический параметр – частота вращения ротора – также изменяется в широком диапазоне – от 120 до 200 мин⁻¹, а в некоторых случаях достигает и еще большей величины.

Полученный сок с мякотью шнеком 8 выводится из дробилки-гребнеотделителя. Прочность ягод винограда при ударном воздействии бича дробильно-гребнеотделяющей машины может быть охарактеризована величиной относительной скорости соударения, вызывающей разрушение ягоды. Ее значение в зависимости от степени зрелости винограда колеблется в пределах 4...9 м/с. В результате удара с такой скоростью все ягоды разрушаются настолько, что обеспечивается свободный выход из них сока.

Установлено, что наиболее эффективный способ гребнеотделения состоит в сочетании ударного воздействия на продукт с протирающим его по сепарирующей поверхности рабочих органов.

Эффективность работы гребнеотделителя во многом зависит от конструкции гребнеотделяющего устройства. Применение двухзаходных бичей повышает их захватывающую способность и линейную скорость продукта.

Дальнейшее увеличение производительности ограничивается условиями захвата продукта на входе гребнеотделяющего устройства, которые ухудшаются с повышением частоты вращения ротора.

Техническая характеристика дробилки-гребнеотделителя ВДГ-20

Производительность, т/ч	20
Диаметр валков, мм	317
Длина валков, мм	500
Частота вращения валков, мин ⁻¹	62,5
Диаметр разгрузочного шнека, мм	200
Шаг шнека, мм	190
Частота вращения шнека, мин ⁻¹	147
Установленная мощность, кВт	4,0
Габаритные размеры, мм	2840×1870×1995
Масса, кг	1425

Ударно-центробежная дробилка-гребнеотделитель ЦДГ-30 (рис. 10.19) предназначена для дробления винограда за счет удара по нему бичей гребнеотделяющего устройства и истирания его о стенки этого устройства.

Окружная скорость вращения лопастей должна обеспечить разрушение ягоды в момент удара. Особенностью дробилок-гребнеотделителей такого типа является совмещение дробления и гребнеотделения в одном рабочем органе и использование независимых приводов вала с бичами и гребневыносных лопастей.

Основной рабочий орган машины – ротор – представляет собой вертикальный вал *б* с дробильными бичами *7*, на нижнем конце которого закреплена крестовина *1*. Каждая пара бичей, смонтированных на вертикальном валу *б*, расположена под прямым углом к соседней. На крестовине *1* установлены вертикальные гребневыносные лопасти *9*, изогнутые по спирали. Эти лопасти крепятся к цилиндру *8*. Назначение гребневыносных лопастей – тщательное отделение остатков кожицы и ягод от гребней, поступивших в кольцевое пространство между перфорированным стаканом *4* и малым сплошным цилиндром *8*; транспортировка гребней к выходной горловине и удаление их из машины. Внутренняя поверхность цилиндра *8* выполнена гладкой. В состав дробилки-гребнеотделителя входят также корпус *2*, труба *3* и бункер *5*.

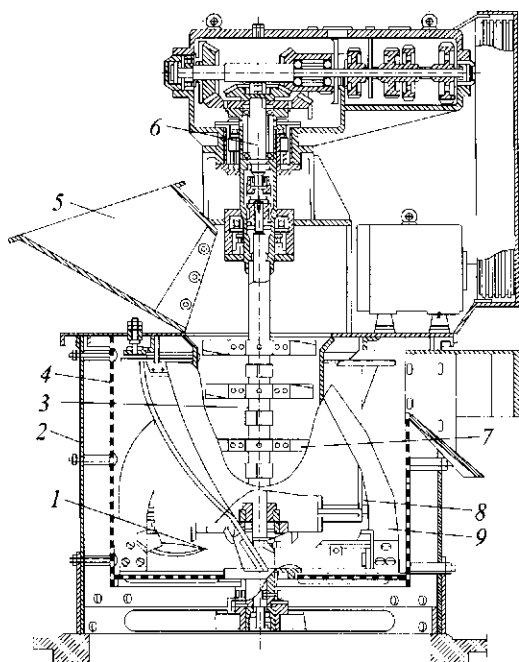


Рис. 10.19 Ударно-центробежная дробилка-гребнеотделитель ЦДГ-30

После удара бича гроздь приобретает значительную скорость и выходит

из дробильной камеры, минуя остальные бичи. Основная работа по разрушению ягод и гребнеотделению осуществляется в процессе транспортирования гроздей спиральными лопастями к выходному отверстию для гребней, которое сопровождается интенсивным истиранием гроздей по поверхности перфорированного барабана.

Сравнительные испытания валковых и ударно-центробежных дробилок-гребнеотделителей показали, что последние обеспечивают более высокий выход сусле-самотека, т. к. степень измельчения винограда в них значительно выше, однако более интенсивное механическое воздействие на виноград сопровождается образованием мельчайших частиц кожицы и гребней, которые переходят в сусло, образуя трудноосаждаемые взвеси. Это снижаст качество виноматериалов и является недостатком ударно-центробежных машин.

К недостаткам этих машин следует отнести также повышенное содержание дубильных веществ в сусле, что особенно нежелательно при выработке высококачественных виноматериалов, и большое окисление сусла. Эти машины следует применять для переработки винограда красных сортов с недостаточным содержанием красящих и дубильных веществ, а также при переработке винограда для приготовления ординарных вин.

Техническая характеристика дробилки-гребнеотделителя ЦДГ-30

Производительность, т/ч	30
Частота вращения дробильных бичей, мин ⁻¹	62,5
Установленная мощность, кВт	10,0
Габаритные размеры, мм	1240×970×1990
Масса, кг	1725

Инженерные расчеты. Производительность Π (кг/с) валковых дробилок определяется пропускной способностью валков. Для цилиндрических валков

$$\Pi = v_{cp} d l \rho \varphi,$$

где v_{cp} – средняя скорость продукта через зазор между валками, м/с; d – зазор между валками, м; l – длина валка, м; ρ – насыпная плотность винограда, кг/м³; φ – поправочный коэффициент, учитывающий неравномерность питания валков продуктом, заполнение щели и т. п. ($\varphi = 0,7 \dots 0,8$).

Энергия в валковой дробилке-гребнеотделителе расходуется на преодоление сопротивления вращению валков и отделение ягод от гребней.

Мощность привода N (кВт) валковой дробилки-гребнеотделителя

$$N = (M_p + M_{mp}) n / (9740 \eta),$$

где M_p – момент для преодоления сопротивления деформации продукта, Н·м;

$$M_p = P D \sin \alpha / 2,$$

здесь P – распорное усилие, Н; D – диаметр валков, м; α – угол захвата, град; M_{mp} – момент сопротивления трения в подшипниках с учетом силы тяжести валков и распорных усилий, Н·м;

$$M_{np} = \mu(P + G_k) d,$$

здесь μ – коэффициент трения в подшипниках; G_k – сила тяжести вала, Н; d – диаметр цапфы вала, м.

Мощность, затрачиваемая на отделение гребней N (кВт)

$$N = 10^{-3} P a$$

где P – производительность гребнеотделителя, кг/с; a – удельная работа гребнеотделения, П·м/кг, определяемая по формуле

$$a = A e^{B\delta},$$

здесь δ – зазор между валами, мм; A и B – экспериментальные коэффициенты.

Для расчета производительности пользуются лишь формулой для определения пропускной способности Q (кг/с) выгрузочных лопастей для гребней

$$Q = \frac{\pi(D_d^2 - d^2) h \sin \alpha}{4} n \rho \psi \varphi + q,$$

где D_d – условный диаметр наклонных лопастей, м; d – наружный диаметр среднего цилиндра дробилки, м; h – средняя высота наклонных лопастей, м; α – угол наклона лопастей, град; n – частота вращения лопастей, с⁻¹; ρ – плотность мезги с гребнями, кг/м³; ψ – коэффициент заполнения мезгой рабочего пространства ($\psi = 0,85$); φ – коэффициент, учитывающий снижение окружной скорости и неравномерность подачи винограда в дробилку ($\varphi = 0,7$); q – доля мезги и сусла, уходящая через отверстия в дне большого цилиндра в месте подачи винограда шнеком, кг/с.



А главное все-таки: люби, люби и люби свое
Отечество! Ибо любовь эта даст тебе силу,
и все остальное без труда совершишь.
САЛТЫКОВ-ЩЕДРИН МИХАИЛ ЕВГРАФОВИЧ
(1826-1889), русский писатель

10.7 МАШИНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ КАРТОФЕЛЯ И КОРНЕПЛОДОВ

Картофелечистка КНА-600М (рис. 10.20) предназначена для удаления кожуры с клубней картофеля.

Картофелечистка состоит из рамы 1, ванны 2, наружного каркаса 3, привода рабочих валиков 4, внутреннего каркаса 5 и душевого устройства 6.

Рама является основанием, на котором крепятся все узлы машин. На раме установлена ванна, имеющая форму четырехгранной усеченной пирамиды.

Наружный каркас образуется из боковины, привода валов, передней и задней стенок, закрепленных на раме.

Привод рабочих валиков включает электродвигатель, клиноременную и зубчатую передачи. Рабочие валики состоят из стальных стержней и посаженных на них абразивных роликов. Валики расположены так, что образуют четыре секции.

Внутренний каркас сварен из листовой нержавеющей стали и состоит из двух стенок с поперечными перегородками, в которых предусмотрены окна, ширину кото-

рых можно изменять с помощью выдвижной заслонки. Такая же заслонка установлена перед разгрузочным окном. Над каждой секцией расположено душевое устройство.

При работе машины откалиброванный картофель непрерывно загружается через окно в первую секцию и попадает на быстровращающиеся абразивные валики.

Клубни картофеля, вращаясь вокруг собственной оси, поднимаются по валикам секции, наталкиваются на перегородку и падают обратно во впадину секции. Совершая такое движение, клубни продвигаются вдоль валиков к окну, т. к. поджимаются вновь поступающим картофелем. Пройдя к окну, клубни попадают во вторую секцию, где совершают такой же путь в противоположную по ширине машины сторону. Пройдя через все четыре секции, клубни подходят к разгрузочному окну и по лотку выходят из машины. Продвигаясь к машине, клубни непрерывно трутся об абразивные ролики и отмываются водой из душа, благодаря чему кожура с клубней сдирается и смывается. Картофель выходит из машины полностью очищенным, исключение составляют глазки и глубокие впадины.

После выхода картофеля из машины проводят доочистку глазков.

Для снижения процента отходов, расхода воды и увеличения срока службы абразивных роликов картофель должен быть предварительно вымыт.

Для получения качественной очистки необходимо регулировать время пребывания картофеля в машине, что осуществляется изменением ширины окон в перегородках и ширины разгрузочного окна. При наладке также регулируется расход воды, который устанавливается минимальным, но достаточным для получения чистого картофеля.

В процессе работы машины абразивные ролики истираются, в результате чего зазор между ними увеличивается до 10...12 мм. В этом случае необходимо произвести замену роликов на каждом нечетном валу, благодаря чему зазор уменьшается до 5 мм. При повторном увеличении зазора до 10...12 мм ролики заменяются уже на четных валах, и машина снова работает до предельного зазора, после чего меняются ролики на нечетных валах и т. д.

Техническая характеристика картофелечистки КНА-600М приведена в табл. 10.2.

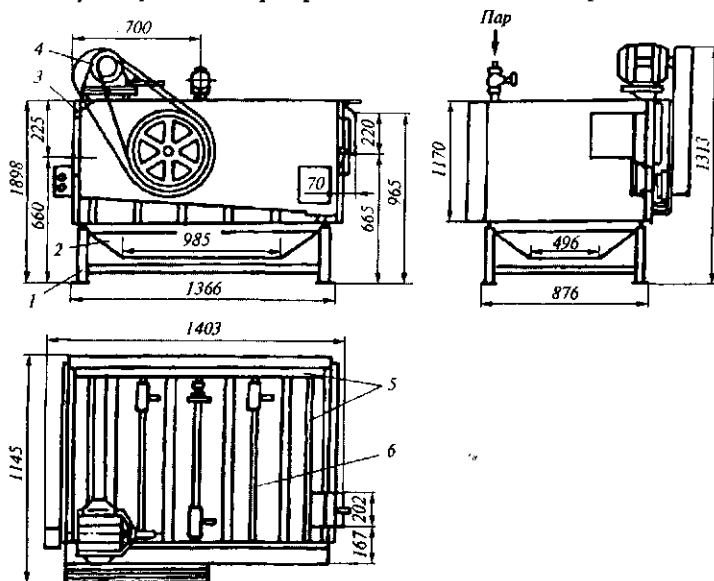


Рис. 10.20 Картофелечистка КНА-600М

Таблица 10.2 Техническая характеристика машин для очистки сырья

Показатель	КНА-600М	МОК-125	МОК-250	А9-КЧП	М8-КЗП
Производительность, кг/ч	600...800	125	250	3000	1500...2000
Частота вращения рабочих органов, с ⁻¹	104,7	37,7	37,7	—	88,9
Установленная мощность, кВт	3,0	0,40...0,37	0,55...0,60	1,37	2,05
Габаритные размеры, мм:					
длина	1490	530	630	1740	2100
ширина	1145	380	440	690	860
высота	1315	835	920	1500	1300
Масса, кг	480	85	105	322	460

Машина МОК-250 (рис. 10.21) предназначена для очистки картофеля и корнеклубнеплодов от кожуры.

Основными узлами машины являются рабочая камера б с абразивными сегментами 7 и разгрузочной дверцей 4, вращающийся рабочий орган 8, привод 2, крышка загрузочная 5, станина 1 и стойки.

Рабочая камера представляет собой литой цилиндрический корпус с верхним фланцем для установки корпуса на стойках и крепления облицовок, с внутренним дном-чашей для сбора отходов. Конический рабочий орган представляет собой литой алюминиевый корпус, на внутренней поверхности которого установлена абразивная чаша 3. Дно чаши имеет три радиальных выступа для улучшения перемешивания клубней. Дно корпуса имеет бобышку с коническим отверстием и шпоночными пазами для крепления конуса на вертикальном валу привода, а с нижней стороны две лопасти для удаления отходов из рабочей камеры.

Загрузочная крышка 5 выполнена в виде конического бункера с отверстием для загрузки картофеля, закрываемым откидной крышкой.

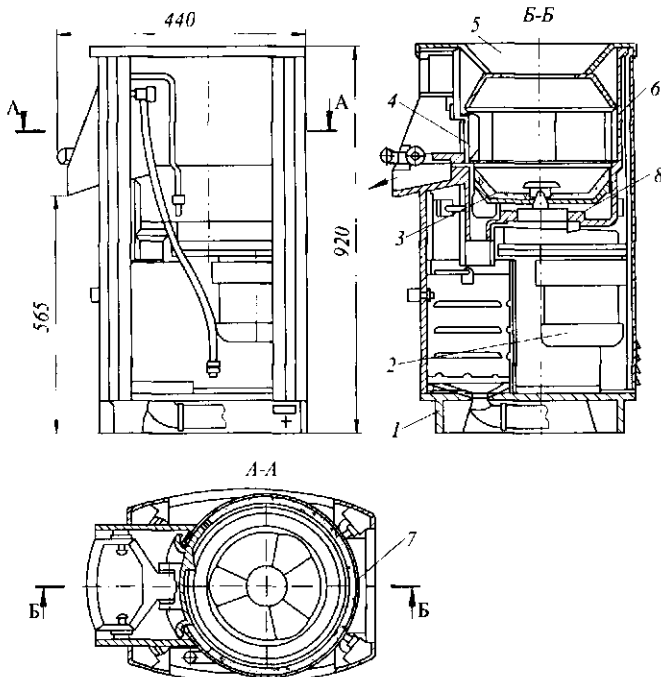


Рис. 10.21 Машина МОК-250

Крышка 5 имеет кольцевой конический отбойник для направления движения клубней от боковых стенок камеры к ее центру. В отбойнике имеется отверстие для подачи воды в камеру.

Привод машины состоит из электродвигателя и клиноременной передачи. С целью предотвращения попадания воды из рабочей камеры в привод и электродвигатель применены армированные резиновые манжеты, установленные на вертикальном валу привода. Основание машины – литое, в виде плиты на ножках.

Работа машины зависит от ряда факторов. Наилучшими условиями для работы машины являются: использование предварительно отсортированного, откалиброванного и вымытого картофеля. На поверхности абразивного инструмента не должно быть резко выраженных острых выступов и впадин, выкрашивания зерен, гладких засаленных поверхностей; места стыков отдельных абразивных сегментов не должны иметь острых выступающих граней.

Техническая характеристика картофелечисток типа МОК приведена в табл. 10.2.

Инженерные расчеты. Пропускная способность картофелечисток непрерывного действия P (кг/с)

$$P = v\alpha_0\rho F,$$

где v – скорость движения клубней в машине, м/с; α_0 – коэффициент использования максимальной производительности; ρ – плотность клубней, кг/м³; F – площадь рабочей зоны камеры, м².

Мощность двигателя картофелечисток N (кВт) определяют для максимальной их загрузки по формуле

$$N = 2 \cdot 10^{-3} K_m R P_y Z n_c v / \eta,$$

где K_m – коэффициент трения скольжения клубней об абразивную поверхность; R – радиус абразивной чаши, м; P_y – удельное давление, Н/м; Z – количество клубней, одновременно находящихся в машине; n_c – количество скребков; v – окружная скорость абразивной чаши, м/с; η – КПД привода.



Мне не нужно ни лошадей, ни яхт, на все это у меня нет времени. Мне нужна мастерская!
ЭДИСОН ТОМАС АЛВА (1847-1931),
американский электротехник, изобретатель

10.8 МАШИНЫ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ШЕЛУХИ И ПЛОДНОЖЕК

Машина А9-КЧП (рис. 10.22) предназначена для разделения головок чеснока на дольки, очистки их от шелухи и отвода ее в специальный сборник.

Машина представляет собой агрегат непрерывного действия роторного типа, состоящий из установленных на станине загрузочного бункера 2, узла очистки 3, устройства 1 для отвода и сбора шелухи и выносного инспекционного транспортера 4. Передняя стенка загрузочного бункера 2 выполнена в виде плоского шибера, с помощью которого регулируется подача продукта в приемник.

Дно бункера состоит из двух частей: неподвижной и подвижной, которая качается вокруг оси, обеспечивая непрерывную подачу продукта из бункера в приемник. Узел очистки 3 состоит из четырех вращающихся рабочих камер, каждая из которых

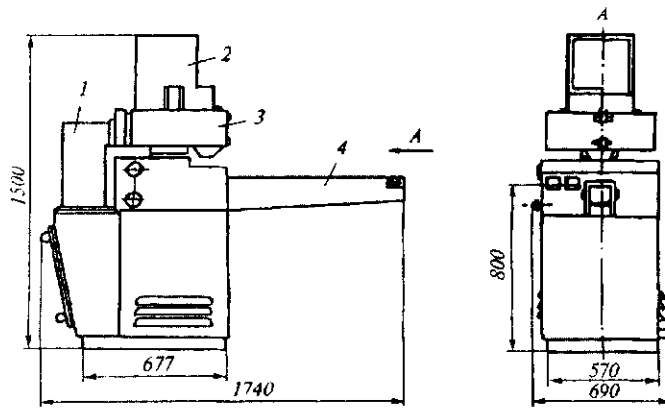


Рис. 10.22 Машина А9-КЧП для очистки чеснока

представляет собой цилиндр, состоящий из алюминиевого корпуса и внутренней сменной вставки. Вставка устанавливается по направляющему штифту в корпус, что обеспечивает совпадение отверстий для подачи сжатого воздуха в корпусе и во вставке, и удерживается в корпусе фиксатором. Днищем камеры служит нижний неподвижный диск, а крышкой – средний неподвижный диск из текстолита. Каждая камера имеет свой объемный дозатор, с которым сообщается через отверстие в среднем неподвижном диске.

Сжатый воздух в рабочие камеры подается с помощью сопел, обеспечивающих достижение сверхзвуковых скоростей струи воздуха. Отсечка и подача сжатого воздуха в камеры осуществляются цилиндрическим золотником на полом валу.

Устройство для отвода и сбора шелухи состоит из воздуховода и вентилятора, посредством которых осуществляется отсос шелухи из узла очистки. Удаляемая шелуха собирается в мешке, установленном в герметичной камере станины, соединенной со всасывающим патрубком вентилятора.

Машина работает следующим образом. Чеснок в головках подается в загрузочный бункер вместимостью 8...10 кг, днище которого совершает колебательные движения и обеспечивает равномерное поступление продукта в питатель, а оттуда в дозаторы. Полностью загруженный бункер обеспечивает 10...12 мин непрерывной работы машины. Вращающиеся с диском четыре дозатора, периодически проходя под питателем, заполняются чесноком. После выхода из-под загрузочного отверстия камера перекрывается сверху диском, образуя замкнутую полость, в которую подается сжатый воздух. Удовлетворительная очистка сухих головок чеснока производится при рабочем давлении сжатого воздуха $(2,04...2,55) \cdot 10^5$ Па. Увлажненный чеснок требует давления до $(3,06...4,08) \cdot 10^5$ Па. Очищенный в камере чеснок через выгрузочное отверстие подается на инспекционный ленточный транспортер 4. В зависимости от сорта чеснока, поступающего на очистку, цикл работы каждой камеры по времени составляет 10...12 с. Из указанного времени цикла 6...8 с расходуется непосредственно на очистку, в остальное время воздух в камеру не поступает, а производится выгрузка очищенного чеснока и затем загрузка новой дозы чеснока для очистки.

Техническая характеристика машины А9-КЧП для очистки чеснока приведена в табл. 10.2.

Машина М8-КЗП (рис. 8.23) предназначена для отделения плодоножек вишен, черешен, слив. Машина состоит из тележки 9, рамы 8, привода рабочих валиков 7, ворошителя 5.

Тележка 9 имеет три колеса 10, а в рабочем положении дополнительно устанавливается на двух выдвигных пятах 11. В верхней части тележки на качающихся опорах подвешена рама 8, на которой установлены коробка передач 3, обрезанные рабочие валики в подшипниковых узлах и ворошитель 5. Привод рабочих валиков включает в себя электродвигатель 1, клиноременную передачу 2 и коробку передач 3. Коробка передач состоит из корпуса, в котором установлены три приводных вала с ведущими шестернями и тридцать ведомых шестерен. Ворошитель 5 состоит из ползуна и привода. Ползун представляет собой сварную конструкцию из двух вертикальных стенок, жестко соединенных между собой, установленную на четырех роликах. В нижней части ползуна имеются три лопатки для ворошения и перемещения обрабатываемых плодов. Привод ворошителя состоит из электродвигателя 12, клиноременной передачи 13, редуктора 14 и цепиной передачи. Для изменения числа колебаний ползуна на валах электродвигателя и редуктора установлены три ступенчатых шкива.

Машина работает следующим образом. Обрабатываемые плоды выгружаются в бункер 4, затем скатываются по рабочей поверхности валиков, вращающихся в противоположные стороны. Плодоножки захватываются вращающимися валиками, отрываются и падают в корыто, откуда удаляются потоком воды. Ползун совершает возвратно-поступательное движение, перемешивает обрабатываемые плоды, перемещая их к разгрузочному лотку 6.

Техническая характеристика машины М8-КЗП для отделения плодоножек приведена в табл. 10.2.

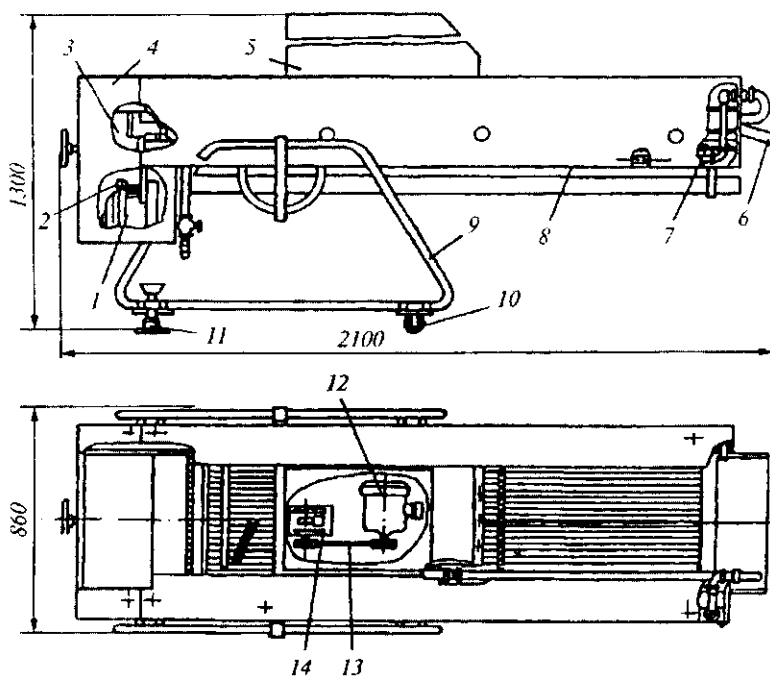


Рис. 10.23 Машина М8-КЗП для отделения плодоножек

Инженерные расчеты. Производительность Π (кг/ч) машины для отделения плодоножек определяют по формуле

$$\Pi = \pi k d l q,$$

где k – коэффициент, учитывающий размеры рабочей поверхности валика; d – диаметр валика, м; l – длина рабочей части валика, м; q – удельная нагрузка, кг/(ч·м²).

Потребная мощность N (кВт) электродвигателя машины для отделения плодоножек

$$N = \Pi n,$$

где Π – производительность, кг/ч; n – удельный расход электроэнергии, кВт·ч/кг.



Счастливы, кто первые идут по новому пути:
хотя бы они сделали несколько шагов,
их имена превозносятся.
ВОЛЬТЕР (1694–1778),
французский писатель, философ, просветитель

10.9 ПРОТИРОЧНЫЕ МАШИНЫ

Протилочные машины должны обеспечивать качественное разделение протираемой массы на полуфабрикат и отходы, высокую удельную производительность, минимальное количество отходов, низкий удельный расход энергии, однородный и достаточно тонкий дисперсный состав протертого полуфабриката, максимальную степень измельчения.

К недостаткам протилочных машин следует отнести невысокую эксплуатационную надежность, обусловленную неравномерным износом и быстрым выходом из строя сеток; неравномерные нагрузки на ротор вследствие неодинакового зазора между бичом и сеткой цилиндра; низкую удельную протилочную способность. Перспективными конструкциями протилочных машин являются машины с вращающимся ситчатым барабаном и неподвижными бичами.

Машина КПУ-М (рис. 10.24) предназначена для протирания томатов, семечковых и косточковых плодов.

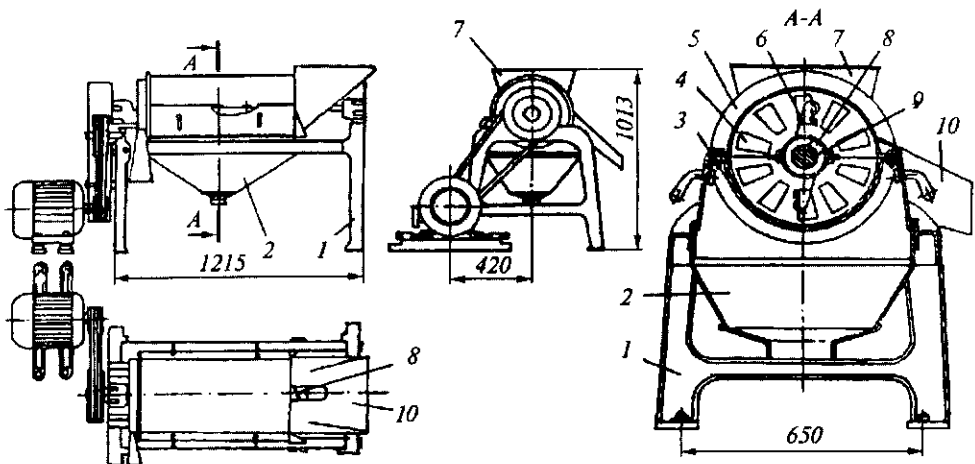


Рис. 10.24 Универсальная протилочная машина КПУ-М

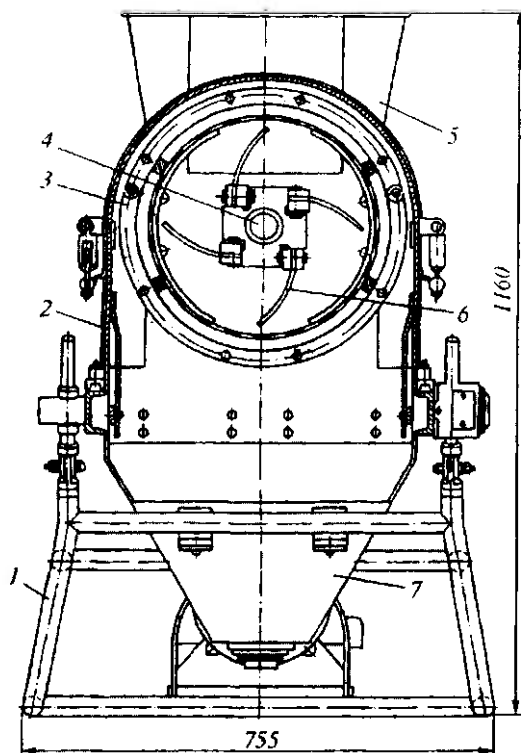


Рис. 10.25 Протирачная машина 1П31

Основными рабочими органами машины являются бичи 4 и корзина 3, смонтированные на станине 1. Корзина представляет собой цилиндрический барабан, состоящий из двух половин: верхней – сплошной и нижней – ситовой. Подающий шнек 8 и винтовая лопасть 6 находятся на общем валу 9. Бичи 4 закреплены на вращающемся валу. С торцов корзины имеются закрытые стойки: входная, закрывающаяся загрузочным бункером, и выходная, прикрепленная к задней ножке. Сверху корзина закрыта кожухом 5, а снизу корзины имеется бункер 2 для протертой массы.

Перерабатываемый продукт поступает в бункер 7 и шнеком продвигается вдоль оси к лопастям. Под действием быстровращающихся лопастей масса превращается в тестообразную смесь и в таком виде поступает сквозь секторное кольцо в корзину. Бичи захватывают тестообразную массу, приводят ее во вращательное движение, и под действием

центробежной силы и давления бичей мякоть продавливается через сито и попадает в сборочный бункер.

Кожица, семечки или косточки удаляются через боковой люк 10.

Техническая характеристика универсальной протирачной машины КПУ-М приведена в табл. 10.3.

Машина 1П31 предназначена для протираания мякоти вишен, слив, абрикосов и персиков с отделением косточек от мякоти. Она состоит (рис. 10.25) из корпуса 2, станины 1, петельного вала 4, загрузочного бункера 5, сборника 7 и привода.

Корпус 2 машины представляет собой две боковины, закрепленные на раме станины 1 и покрытые легкосъемной обечайкой. На двух подшипниках скольжения, установленных на передней крышке и задней боковине, вращается петельный вал с четырьмя рядами петель 6. Внутри корпуса установлена сетка 3 с отверстиями диаметром 5 мм, укрепленная для жесткости в каркасе. На передней крышке имеется лоток для выхода отходов. Рабочий орган машины приводится во вращение от электродвигателя через редуктор.

Машина работает следующим образом. Плоды поступают в машину через загрузочный бункер. Попав в полость, образуемую ситом, плоды разбиваются петельным валом и отбрасываются на сетку. Мякоть и жидкая фаза плодов проходят сквозь сито в полость между ситом и корпусом, откуда стекают в сборник.

Из сборника 7 протертую массу откачивают насосом. Косточки продвигаются к выходному лотку и по нему сходят в приготовленную тару. Регулирование произво-

длительности машины в зависимости от вида и сорта продукта осуществляется за счет изменения угла наклона верхней части машины.

Техническая характеристика протирочной машины ППЗ1 приведена в табл. 10.3.

Протирочная машина Т1-КП2Т (рис. 10.26) предназначена для последовательного трехкратного протирания томатов и фруктов с целью получения тонкой однородной консистенции протертой массы.

Машина состоит из верхней 3, средней 9 и нижней 13 протирок и площадки обслуживания 10.

Станина 11 средней протирки крепится к станине 14 нижней протирки, а станина 8 верхней протирки – к станине средней протирки. Шахты отходов 7 и 12 шарнирно крепятся к станинам. Электродвигатель 1 установлен на специальной плите 2 станины 8 верхней протирки.

Протирки представляют собой четырехбичевой ротор, помещенный внутри ситчатого барабана. Основной подшипниковый узел вала ротора состоит из двух подшипников, которые находятся на некотором расстоянии друг от друга для ликвидации возможного прогиба вала при снятии подшипникового узла, вмонтированного в откидную крышку 5. Крышка 5 крепится к корпусу протирки через подвеску 6, что дает возможность повернуть ее вокруг оси подвески, не снимая с машины. Крышка прижимается к фланцу корпуса протирки двумя хомутами 4, которые стягиваются одним откидным болтом.

У верхней протирки между подшипниками основного подшипникового узла на валу установлен механизм регулирования угла опережения бичей на ходу. Он состоит из двух гильз-кулачков, находящихся в замковом зацеплении. Замковые элементы гильз выполнены как часть витка винтовой линии.

Бичи представляют собой пластины, установленные на бичедержателях. Ситовые барабаны протирок состоят из двух крайних и одного среднего кольца, связанных между собой стяжками. Между кольцами с помощью зажимных планок натягиваются участки сита. У средней и нижней протирок механизмы регулирования угла опережения бичей и зазора между бичом и ситом отсутствуют.

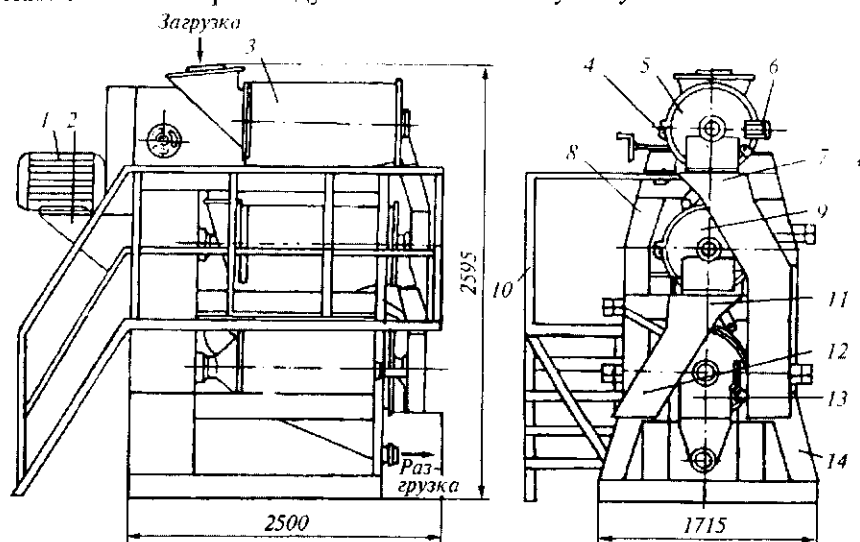


Рис. 10.26 Протирочная машина Т1-КП2Т

Привод валов трех протирок осуществляется от одного электродвигателя через клиноременные передачи.

Машина работает следующим образом. Предварительно обработанный продукт поступает в верхнюю протирку через бункер. Конусом-отражателем и заходной частью бичей продукт забрасывается внутрь протирочного барабана к ситам. Здесь он подхватывается бичами, вращающимися с большой скоростью, и за счет центробежной силы прижимается к поверхности ситового барабана. За счет центробежной силы жидкая фаза проходит через отверстия сит и стекает в приемный бункер. Отходы остаются на сите и удаляются за счет угла опережения бичей из протирки через отверстие в крышке в шахту отходов. Протертый продукт через отводящий бункер верхней протирки поступает в приемный бункер средней протирки, где подвергается вторичному протиранию. Затем он поступает в нижнюю протирку, где подвергается протиранию в третий раз. Отходы после протирания могут собираться вместе или удаляться после каждой шахты отдельно.

Техническая характеристика универсальной протирочной машины Т1-К112Т приведена в табл. 10.3.

Таблица 10.3 Техническая характеристика протирочных машин

Показатель	КПУ-М	1ПЗ1	Т1-К112Т
Производительность, т/ч	5,0...7,0	1,0	10,0
Частота вращения рабочего вала, с ⁻¹	46,6...73,3	28,7	83,7
Количество бичей, шт.	10	4	4
Угол опережения бичей, град.	1,0	1,5	+1,5
Диаметр протирочного барабана, мм	388	-	388
Длина протирочного барабана, мм	816	-	856
Диаметр отверстия в ситах, мм	1,0	0,8...5,0	0,4...5,0
Живое сечение сетки, %	64	37	17...34
Мощность электродвигателя, кВт	4,0	1,1	17,0
Габаритные размеры, мм:			
длина	1940	1570	2500
ширина	1130	755	1715
высота	1015	1214	2595
Масса, кг	270	315	1500

Инженерные расчеты. Диаметр трубопровода для подвода обрабатываемой массы в машину d_3 (м)

$$d_3 = \sqrt{4\Pi / (\pi \rho v_{np})},$$

где Π – производительность машины, кг/с; ρ – плотность перерабатываемой массы, кг/м³; v_{np} – скорость массы в загрузочной трубе машины, м/с.

Угловая скорость вращения бичевого вала ω (рад/с)

$$\omega = \sqrt{Fr g / R},$$

где Fr – фактор разделения; g – ускорение свободного падения, м/с²; R – радиус бичей, м.

Безразмерная производительность

$$q = 0,0905\Pi / (\varphi_6 \varphi_c \rho R^2 \sqrt{Rg}),$$

где φ_6 – живое сечение каркаса ситового барабана; φ_c – живое сечение сит.

Длина зоны активного отделения жидкой фазы при протирании томатов L_1 (м)

$$L_1 = R \cdot 30,4q^{0,29} Fr^{0,53} z^{0,31},$$

где z – количество бичей, шт.

Продолжительность пребывания продукта в протирочной машине τ (с)

$$\tau = L/v_1,$$

где L – длина бича, м; v_1 – скорость перемещения продукта вдоль бича, м/с;

$$v_1 = 2R\omega \operatorname{tg} \alpha,$$

здесь α – угол опережения бича, град ($\alpha = 1,5 \dots 6,0$).

Мощность привода протирочной машины (Вт) складывается из следующих величин:

N_1 – мощности, затрачиваемой на сообщение продукту скорости,

$$N_1 = 0,5\Pi\omega^2 R^2;$$

N_2 – мощности, затрачиваемой на трение массы о сито,

$$N_2 = zm\omega^3 R^2 f,$$

где f – коэффициент трения массы о сито; m – масса сырья, вращающегося совместно с бичом, кг;

$$m = \gamma\rho lR^2,$$

здесь γ – эмпирический коэффициент ($\gamma = 0,05$); l – длина барабана, м;

N_3 – мощности, затрачиваемой на измельчение сырья,

$$N_3 = QWF_1,$$

где W – энергия, затрачиваемая на образование 1 м^2 новой поверхности, Дж/м²; F_1 – площадь вновь образованной поверхности при переработке 1 кг сырья, м²/кг;

$$F_1 = (2/\rho d_2 - 2/\rho d_1)\Theta \cdot 10^{-2},$$

здесь d_1 – средний размер частиц до обработки, м; d_2 – средний размер частиц после обработки, м; Θ – массовая доля мякоти в продукте, %.

Общая мощность привода, НВт,

$$N = k(N_1 + N_2 + N_3) / \eta_m,$$

где k – коэффициент запаса мощности; η_m – механический КПД привода.



А понимать по-настоящему науку и технику может только тот человек, который понимает и искусство, увлекается литературой.
КЕДРОВ БОНИФАТИЙ МИХАЙЛОВИЧ (1903–1985).
философ, химик, историк науки, академик АН СССР

10.10 УСТАНОВКИ ДЛЯ СНЯТИЯ ШКУР С ЖИВОТНЫХ

Установки для снятия шкур по виду рабочего органа делятся на тросовые, цепные и барабанные. Рабочий орган цепных установок – замкнутая цепь, непрерывно движущаяся по специально спрофилированной направляющей, обеспечивающей боковую, а затем продольную съемку. Цепные установки бывают периодического и непрерывного действия.

Установка ФУАМ периодического действия (рис. 10.27) состоит из шкуроръемного агрегата и поворотного фиксатора. Основные узлы шкуроръемного агрегата – вертикальная рама 4, четырехскоростной электродвигатель 15, натяжная станция 6, тяговая цепь 7. На стороне рамы, обращенной к фиксатору, имеется направляющая 10 изогнутой формы для изменения направления движения тяговой цепи и лоток 11 для направления движения снимаемой шкуры. В верхней части рамы агрегата укреплен полуцилиндрический кожух 1, соединенный с прямоугольной трубой 3, примыкающей к лотку 5 для спуска снятой шкуры на приемный стол. Приводная станция смонтирована в верхней части агрегата и состоит из четырехскоростного электродвигателя 15, муфты 14, червячного редуктора 13 и цепной передачи 12, передающей вращение приводной звездочке 2. Натяжная станция винтового типа расположена в нижней части рамы 4. На горизонтальном участке рамы установлена отклоняющая звездочка 8, служащая для изменения направления движения тяговой цепи 7.

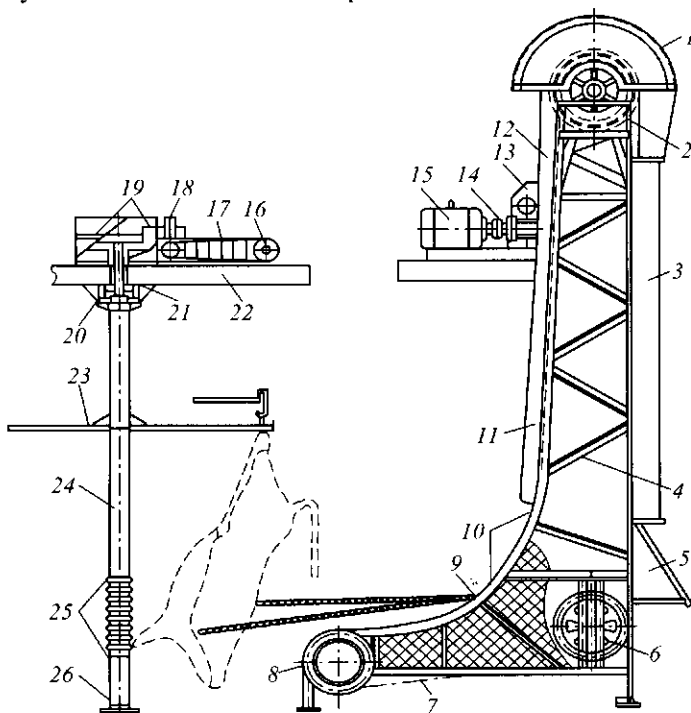


Рис. 10.27 Установка ФУАМ для съемки шкур с туш крупного рогатого скота

Ролики тяговой цепи перекатываются по неподвижной криволинейной направляющей 10, изготовленной из двух уголков и имеющей в середине прорезь для прохода крюка. Цепь движется непрерывно и за счет конфигурации направляющей обеспечивает сначала боковую, а затем продольную съемку. В конце процесса шкура перекидывается через барабан, установленный на валу приводной звездочки 2, проходит под кожухом 1 и по трубе 3 и лотку 5 попадает на стол.

Поворотный фиксатор состоит из вращающейся прямоугольной стойки 24, которая опирается на пластмассовый упорный подшипник 26. В верхней части стойка заканчивается хвостовиком, установленным в подшипнике скольжения 21 на балке 22. В нижней части стойки 24 приварены скобы 25 для фиксации передних конечностей, в верхней части стойки укреплены четыре рычага 23, перемещающие троллей с тушей по кольцевому подвесному пути. Для автоматической остановки рычага напротив шкуроеъемного агрегата установлен конечный выключатель 20.

Фиксатор приводится во вращение от электродвигателя 16 через клиноременную передачу 17, червячный редуктор 18 и открытую зубчатую коническую передачу 19. Туши фиксируются за передние ноги специальным приспособлением в виде соединенных между собой звеньями цепи трех крючков 9. Скорость съема шкуры (от 0,05 до 0,15 м/с) зависит от пола, возраста, упитанности животного.

Недостатки установок ФУАМ – большая высота, что не позволяет располагать их в пределах одного этажа, и съемка шкуры снизу вверх, при которой может произойти загрязнение поверхности туши. Техническая характеристика установки ФУАМ периодического действия для съема шкур с туш приведена в табл. 10.4.

Установка «Москва-4» непрерывного действия (рис. 10.28) состоит из рамы 2, конвейеров фиксации передних ног 1 и съемки шкур 6, транспортера отвода снятых шкур 8, площадки 7 для обслуживания и натяжной станции 12. Конвейер фиксации передних ног имеет две параллельно движущиеся тяговые штыревые цепи с шагом 150 мм с ходовыми роликами.

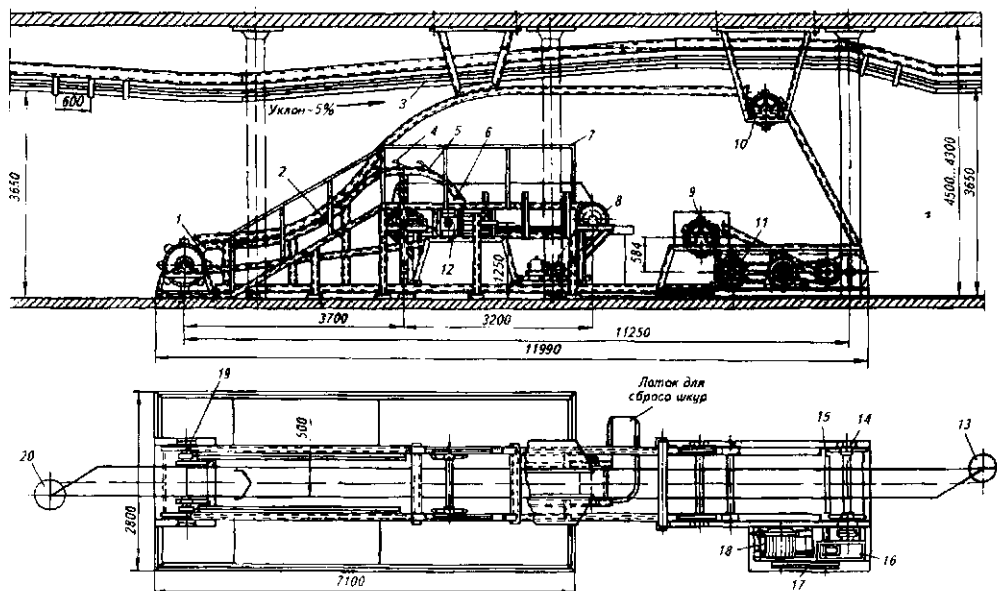


Рис. 10.28 Установка «Москва-4» съема шкур с туш крупного рогатого скота

Профиль конвейера обеспечивают неподвижные направляющие 5 и оборотные звездочки 10. Конвейер приводится в движение валом 14 от электродвигателя 18 через клиноременную передачу 17 и редуктор 16. Для натяжения цепей установлена натяжная станция винтового типа 11 и оборотные звездочки 9. Цепи конвейера соединены поперечными скалками 15. В передней части конвейера расположены две оборотно-приводные станции 19, состоящие из двух звездочек: оборотной конвейера фиксации передних ног и приводной конвейера съемки шкур. Звездочки жестко закреплены на валу, и, таким образом, оба конвейера имеют один привод. Цепи конвейера съемки шкур снабжены крюками 4, установленными с шагом 0,3 м. Для осуществления съемки туша переводится с одного подвешенного пути, на котором она перемещается на двух ходовых роликах, на два параллельных 3, расположенных над установкой, а затем возвращается на один. Для выполнения этих операций предназначены автоматические входная 20 и выходная 13 стрелки.

Применение трехскоростного двигателя позволяет получить три скорости движения (м/с) конвейера фиксации ног: 0,087; 0,116; 0,177. Соответственно скорости (м/с) конвейера фиксации шкур: 0,032; 0,043 и 0,065. При этом производительность установки составляет (голов в 1 ч): 65; 87 и 132.

Преимущества установок типа «Москва-4» – непрерывность работы, возможность монтажа на одном этаже из-за небольшой высоты, удобство обслуживания и хорошие санитарные условия, т. к. в процессе съемки туши все время находятся над шкурами, что исключает возможность их загрязнения.

Техническая характеристика установки «Москва-4» непрерывного действия для съема шкур с туш приведена в табл. 8.5.

В трехконвейерной установке ФСН (рис. 10.29) съемка шкуры происходит в направлении от головы к хвосту при фиксации передних ног. Установка включает технологический транспортный конвейер А, конвейер фиксации ног В и конвейер съемки шкуры В.

Конвейер фиксации ног смонтирован на раме 17 и состоит из тяговой цепи 18 со скобами 16, приводной и натяжной 25 станций. Скобы установлены с шагом 0,3 м. Цепь приводится в движение от электродвигателя 22 мощностью 1,7 кВт через муфту 23, червячный редуктор 24 и цепную передачу 20. Конвейер устанавливают параллельно технологическому на расстоянии 0,85 м по горизонту. Конвейер съемки шкур монтируют с наклоном в вертикальной плоскости под углом 50° и под углом 10° в плане к оси технологического конвейера. Он состоит из рамы 12, на которой с помощью подвесок 11 монтируется направляющая 15. Рама 12 крепится к направляющей 15 с помощью оребренного корпуса 2 и соединения 1. По направляющей на ходовых роликах перемещается тяговая цепь с крюками 14. Приводится в движение цепь от электродвигателя 9 мощностью 4,5 кВт через муфту 8, червячный 7 и конический 6 редукторы, звездочки 3 и 5 и две цепные передачи 4 и 28. В нижней, повернутой к оси конвейера на 60° части конвейера установлены натяжная станция 26 винтового типа и оборотная звездочка 27. Управление осуществляется с пульта 13.

Туши с забелованной шкурой поступают по технологическому конвейеру. Передние ноги вставляют в скобы 16, а концы забелованной шкуры фиксируют цепью, которую накидывает на крюки 14 непрерывно движущейся цепи конвейера съемки. Вследствие изгиба конвейера фиксации происходит натяжение туши и обеспечиваются оптимальные углы съемки шкуры. Снятая шкура поступает на площадку обслуживания 10, где рабочий освобождает ее от цепей и по спуску направляет на

дальнейшую обработку. Передние ноги отрезаются пилой 19, установленной в конце конвейера, и автоматически освобождаются из скоб при прохождении ведущей звездочки 21. Недостатки установки – необходимость фиксации передних ног и возможность загрязнения поверхности туши.

Техническая характеристика цепной установки ФСН для съема шкур с туш приведена в табл. 10.4.

Таблица 10.4 Техническая характеристика установок для съемки шкур

Показатель	ФУАМ	«Москва-4»	ФСН
Производительность, туш в час	75	65...132	375
Скорость движения конвейера, м/с	0,17...0,50	0,032...0,177	0,08...0,11
Установленная мощность, кВт	3,3	4,6	1,7
Габаритные размеры, мм	7000×2600×7550	11990×2800×4500	7580×3200×4700
Масса, кг	2300	9600	4700

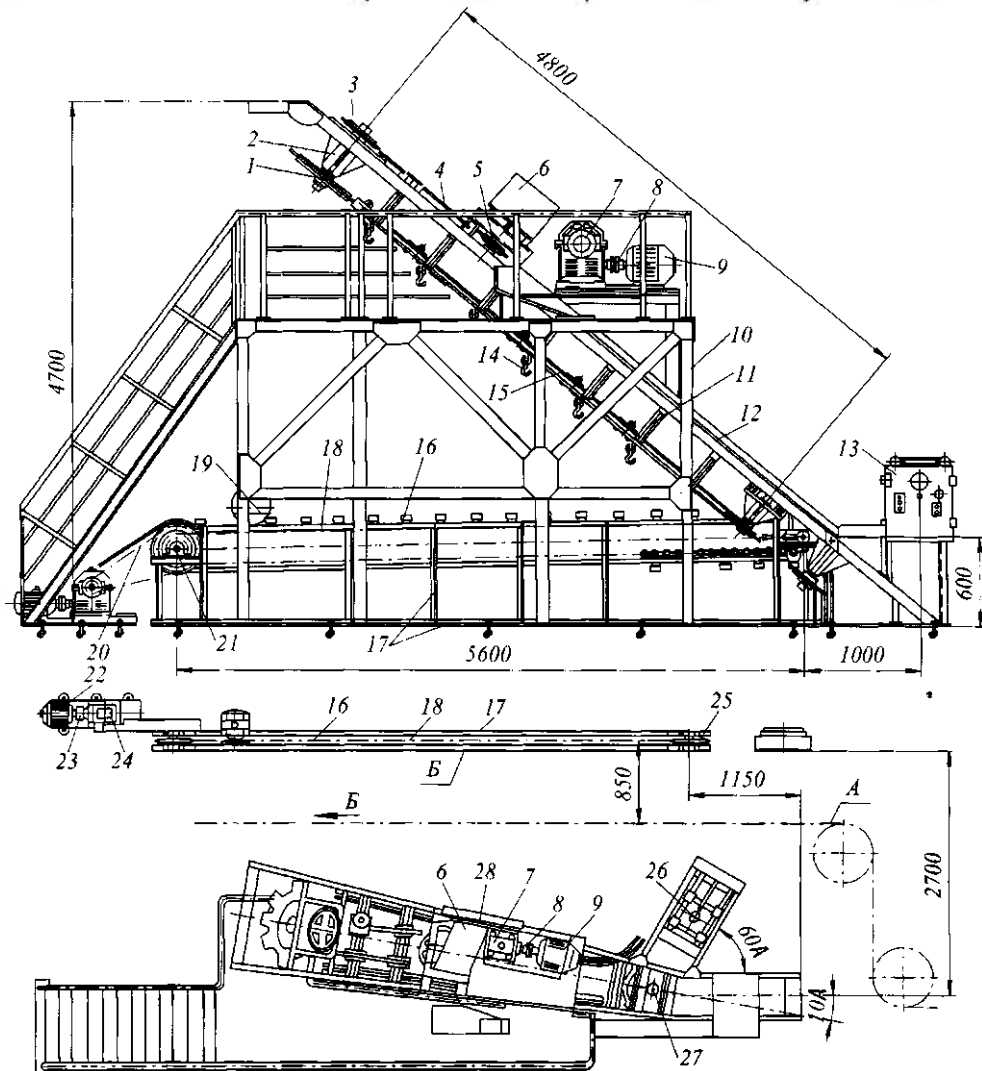


Рис. 10.29 Цепная установка ФСН для съемки шкур с туш мелкого рогатого скота

Машины для удаления щетины и нагара с туш свиней. Машины для удаления щетины называют скребмашинами, а для удаления нагара после опалки – полировочными. В зависимости от расположения туши различают поперечно-горизонтальные, продольно-горизонтальные и продольно-вертикальные скребмашины.

В поперечно-горизонтальных машинах туши находятся в горизонтальном положении на скребковых барабанах, расположенных перпендикулярно к технологическому потоку. В продольно-горизонтальных машинах барабаны, на которых лежит туша, расположены горизонтально вдоль потока. В продольно-вертикальных машинах туша, перемещаясь в подвешенном состоянии на конвейере, обрабатывается с двух сторон горизонтальными скребковыми барабанами. Поперечно-горизонтальная машина имеет периодический цикл работы, а два других типа – непрерывный. Скребмашины могут быть однооперационными, когда выполняется только операция удаления щетины, и многооперационными. Во втором случае в определенном порядке следуют операции: шпарка – обезвошивание, обезвошивание – опалка, опалка – полировка.

По количеству скребковых барабанов поперечно-горизонтальные скребмашины бывают одно-, двух- и трехбарабанными.

Однобарабанная скребмашина фирмы «Бек и Хенкель» (Германия) состоит из шкафа управления 21, сварного корпуса 1 (рис. 10.30), на котором в подшипниках установлен скребковый барабан 20, снабженный сборными эластичными скребками. Барабан приводится во вращение мотор-редуктором 18 через клиноременную передачу 7. Над барабаном смонтирована поддерживающая решетка 23, на которой находится туша в процессе обработки. Туша удерживается в машине решеткой ограждения 14, которая закрепляется на оси 8 и фиксируется в закрытом положении стопором 10, соединенной с сердечником соленоида 13. Туши подаются в машину загрузочными граблями 3, вал 19 которых поворачивается в подшипниках 4. Поворот грабель осуществляет мотор-редуктор 16 через цепные передачи 2 и 22. Цепь 2 перскинута через верхнюю и нижнюю звездочки и прикреплена к рычагу 5. Рычаг жестко установлен на валу 19 грабель. Между цепью и рычагом предусмотрен пружинный амортизатор 6. Во время обезвошивания туша орошается горячей водой, которая подается по трубам 11. Данная машина комбинированная и может выполнять операции обезвошивания, опалки и полировки. Для опалки служат десять верхних 17 и две боковые горелки 12. Газ подается через штуцер 9. Обработанная туша удаляется по решетке-склизу 15.

В машине можно обрабатывать свиные туши массой до 400 кг.

Техническая характеристика скребмашины фирмы «Бек и Хенкель» (Германия) приведена в табл. 10.5.

Двухбарабанная поперечно-горизонтальная скребмашина К7-ФУ2-Щ (рис. 10.31) имеет раму 10 и два скребковых барабана 4. Барабаны состоят из вала 12, к которому приварены кронштейны 13 по шесть штук в ряду. К кронштейнам прикреплены сборные скребки 11, усиленные дополнительно пружиной 14. Передний барабан вращается с частотой $1,73 \text{ с}^{-1}$, задний – $2,03 \text{ с}^{-1}$. Над-барабанами расположена поддерживающая решетка 8, на которой в процессе обработки помещается туша. Туша удерживается в рабочей зоне решеткой ограждения 3, установленной на оси 1. Обезвоживание происходит при подаче горячей воды из душа 2. Туша загружается в машину по склизу 6, а обработанная туша удаляется по склизу 15.

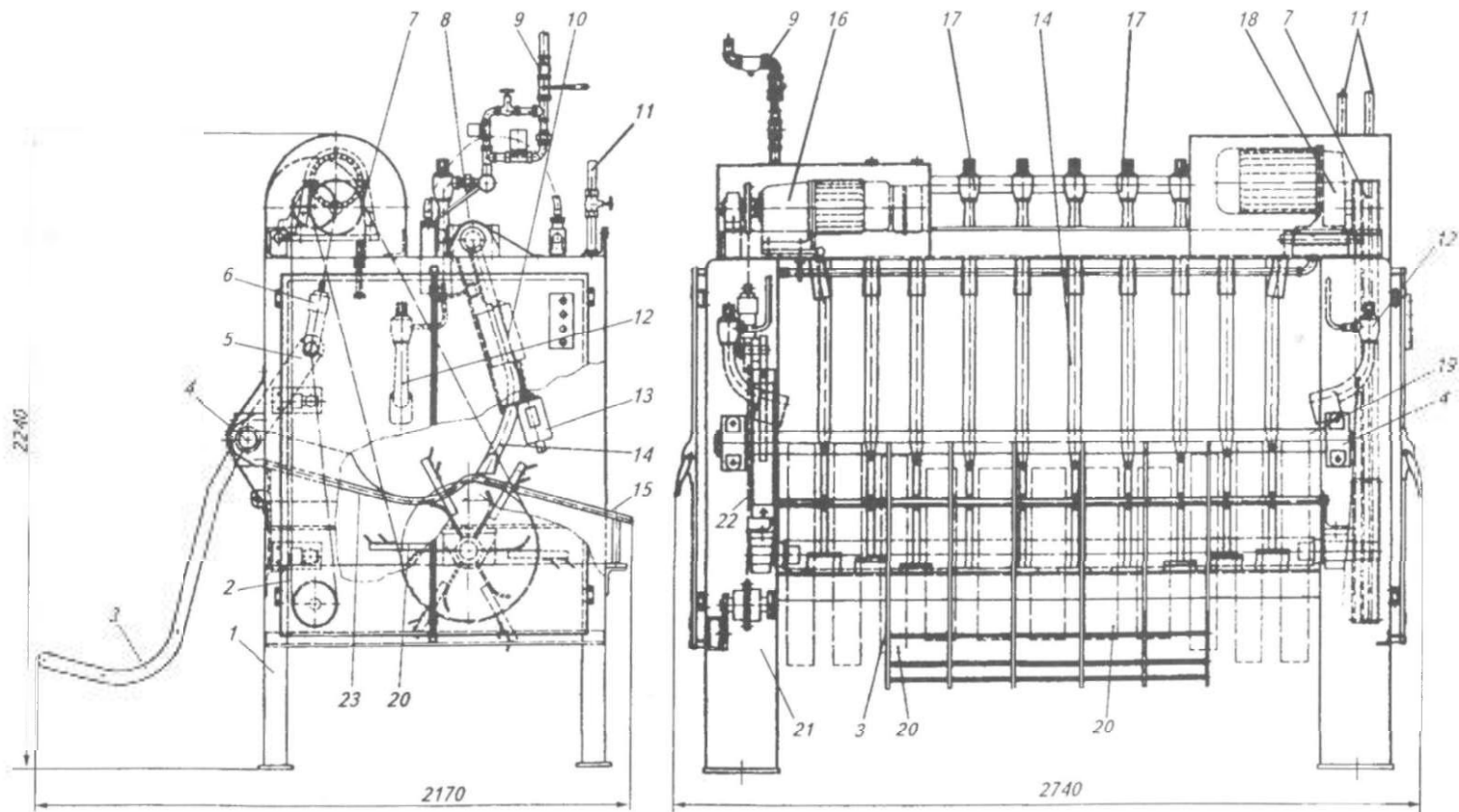


Рис. 10.30 Однобарabanная поперечно-горизонтальная скребмашина фирмы «Бек и Хенкель» (Германия)

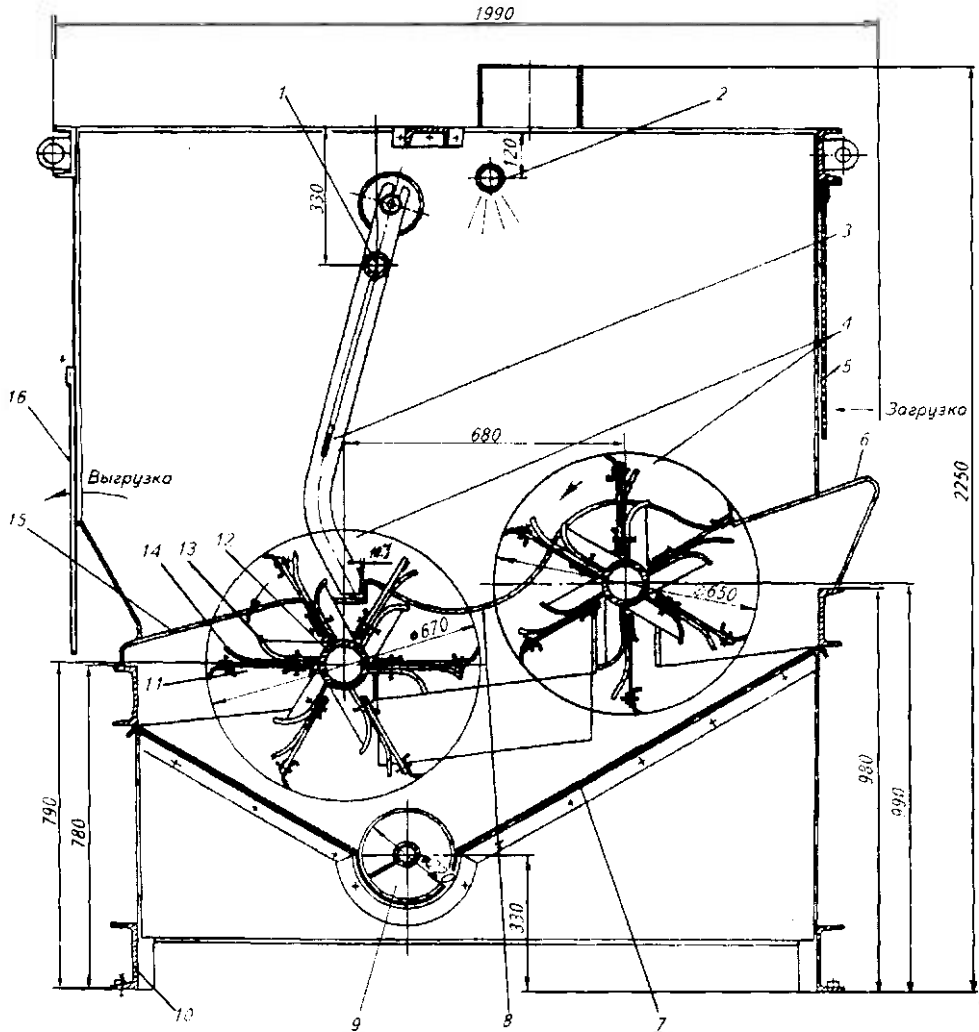


Рис. 10.31 Двухбарабанная поперечно-горизонтальная скребмашина К7-ФУ2-Щ

Вода стекает в поддон 7 и далее в шнек 9, который выводит щетину и воду из машины. Люки загрузки и выгрузки закрыты резиновыми шторками 5 и 16.

Техническая характеристика двухбарабанной поперечно-горизонтальной скребмашины К7-ФУ2-Щ приведена в табл. 10.5.

В комбинированной скребмашине фирмы «Бек и Хенкель» (Германия) (рис. 10.32) сохранены основные конструктивные признаки, которые позволяют отнести ее к группе поперечно-горизонтальных машин, но она имеет непрерывный цикл работы, в котором совмещены процессы шпáрки и обезвоживания.

Корпус 18 машины разделен в вертикальной плоскости на две зоны: верхняя А – зона шпáрки и нижняя Б – обезвоживания. Перемещение туш, которые располагаются горизонтально поперек машины, осуществляется конвейером 19, две цепи которого соединены прутками.

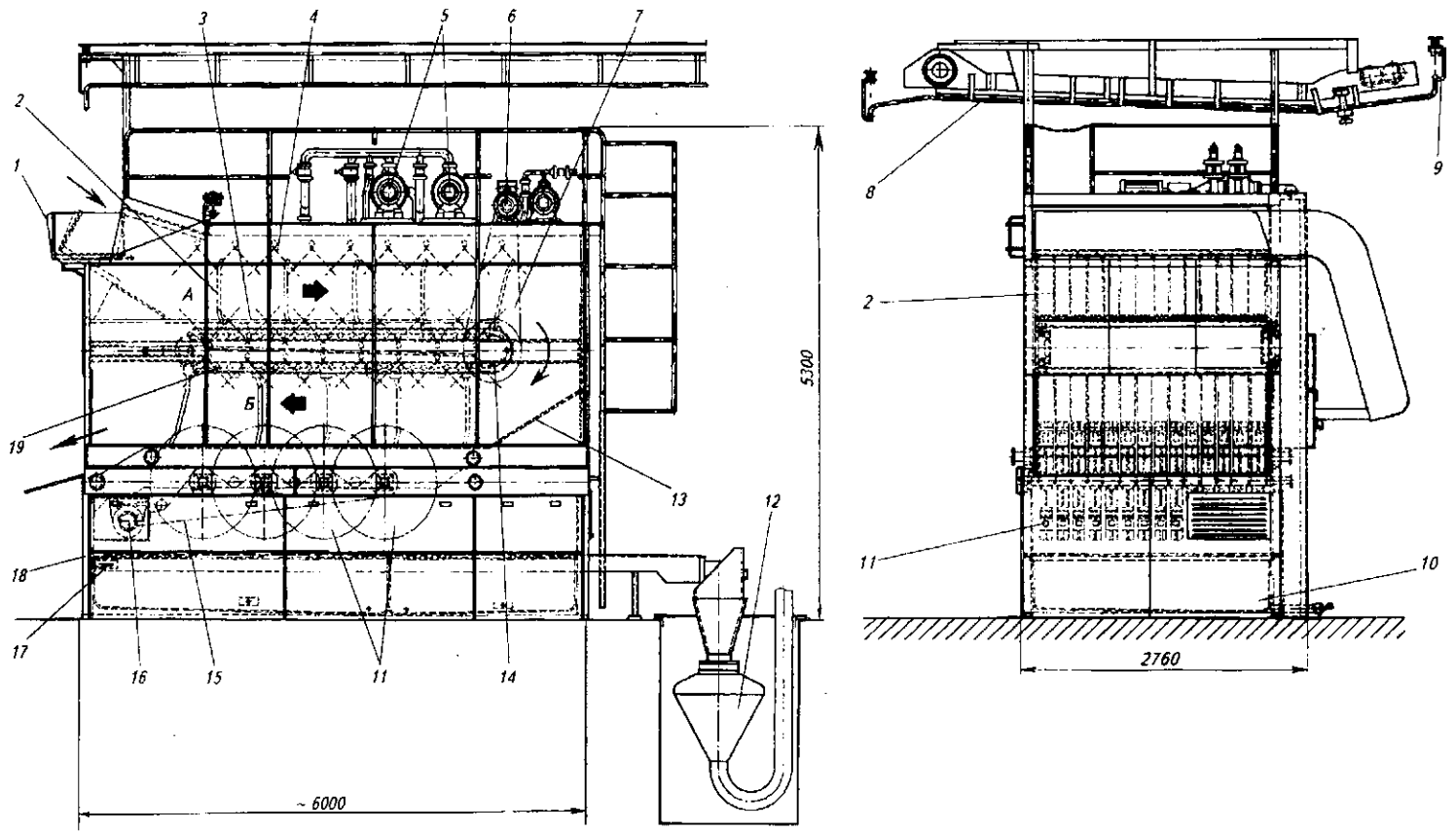


Рис. 10.32 Комбинированная скрепмашина фирмы «Бек и Хенкель» (Германия)

На прутках по нормали к цепям крепятся металлические стержни, образующие решетку 2, которая разделяет конвейер на камеры. В камеры из лотка загрузки 1 поступают туши. Туши скользят по разделительной горизонтальной решетке 3 и омываются горячей водой, поступающей из форсунок 4. В форсунки вода подается под давлением насосами 5 как из магистрали свежей воды, так и из системы рециркуляции, состоящей из конвейера для удаления щетины 17 и бака 10, в котором собирается и подогревается вторичная вода. Щетина попадает в передувочный бак 12.

После шпарки туши по склизу 13 попадают на поддерживающую решетку 14 и тем же конвейером 19 продвигаются через четыре горизонтальных скребковых барабана 11. Барабаны имеют сборные скребки с резиновыми упругими элементами. Скребковые барабаны приводятся во вращение от мотор-редуктора 16 через цепную передачу 15, а конвейер шпарки – от мотор-редуктора 6 и цепную передачу 7. Конструкция привода обеспечивает возможность бесступенчатого регулирования скорости конвейера для изменения длительности процесса. Средняя продолжительность процесса около 180 с. К машине туши поступают по технологическому конвейеру 9 и переходят на поперечный наклонный путь 8, где происходит автоматическое освобождение их от фиксирующих цепей. Далее весь цикл осуществляется в автоматическом режиме. Рециркуляция горячей воды уменьшает затраты энергии. Техническая характеристика комбинированной скребмашины фирмы «Бек и Хенкель» (Германия) приведена в табл. 10.5.

Таблица 10.5 Техническая характеристика машин для удаления щетины и волоса

Показатель	Однобарабанная скребмашина «Бек и Хенкель»	К7-ФУ2-Щ	Комбинированная машина «Бек и Хенкель»
Производительность, туш/ч	60...120	80...120	600
Установленная мощность, кВт	3,0	5,0	75,0
Габаритные размеры, мм:			
длина	2740	1990	6000
ширина	2170	2380	2700
высота	2240	2250	5300
Масса, кг	2480	2600	18000

Инженерные расчеты. Производительность установок периодического действия для съема шкур P (туш/ч) определяется по формуле

$$P = 3600 / (\tau_c + \tau_{всп}),$$

где τ_c , $\tau_{всп}$ – продолжительность съемки и подготовительно-вспомогательных операций, с.

Производительность установок непрерывного действия для съема шкур P (туш/ч) определяется по формуле

$$P = 3600 \alpha_o v / l,$$

где α_o – коэффициент использования максимальной производительности установки; v – скорость движения туш по конвейеру, м/с; l – расстояние между тушами, м.

Скорость движения туш v (м/с) определяют по формулам:
для установок съема верхнего крутона и шкур

$$v = v_n \operatorname{ctg} \alpha,$$

где v_n – максимально допустимая скорость продольного съема шкуры, м/с;

$$v_n = B e^{\delta P \cos^2 \alpha_1 / 2},$$

здесь $B = 0,00025$ – экспериментальный коэффициент; δ – коэффициент неучтенных факторов (для крупного рогатого скота $\delta = (2,5 \dots 4,6) \cdot 10^{-3}$; для мелкого рогатого скота $\delta = (5 \dots 15) \cdot 10^{-3}$; для кроликов $\delta = (18 \dots 43) \cdot 10^{-3}$; P – прочность поверхностей фасции, Н/м; α_1 – угол отделения шкуры, град; α – угол наклона конвейера к горизонту, град;
для установки типа «Москва-4»

$$v = 3B e^{\delta P \cos^2 \alpha_1 / 2} \operatorname{ctg} \alpha,$$

для установки продольного съема шкур

$$v = v_o \cos \alpha - v_n \cos(\alpha + \beta),$$

где v_o – скорость движения цепи конвейера для съема шкур, м/с; β – угол между векторами скоростей движения цепи конвейера и продольного съема, град;
для установок барабанного типа

$$v = Lv_n / (2L_1),$$

где L – расстояние между тушами, м, L_1 – длина шкуры, снимаемой на установке, м.

Мощность двигателя N (кВт) к установкам для съема шкур определяют по формулам:

для установок периодического действия

$$N = 10^{-3} F_{max} v \eta_a / (\eta \eta_1),$$

где F_{max} – максимальное усилие съема шкуры, Н; v – скорость движения тягового органа, м/с; η_a – коэффициент запаса мощности ($\eta_a = 1,2 \dots 1,5$); η – КПД передачи от двигателя до ведущей звездочки или барабана ($\eta = 0,75$); η_1 – КПД установки ($\eta_1 = 0,85$);

для установок непрерывного действия

$$N = 10^{-3} F_c Z v \eta_a / (\eta \eta_1)$$

где F_c – среднее значение усилия съема, Н; Z – количество туш, одновременно подвергаемых съему шкуры

$$Z = \Pi t,$$

здесь t – продолжительность съема шкуры, с.

Усилия съема F (Н) принимают: для крупного рогатого скота $F_{max} = 10^4$, $F_c = 6 \cdot 10^3$; для мелкого рогатого скота $F_{max} = 1,5 \cdot 10^3$; $F_c = 10^3$; для свиней $F_{max} = 0,5 \cdot 10^3$, $F_c = 5 \cdot 10^3$; для кроликов $F_{max} = 0,8 \cdot 10^3$, $F_c = 0,5 \cdot 10^3$.

Нормальную силу, вызывающую трение и обеспечивающую съём шкуры (Н), определяют по формулам:

для жестких шкур и прочных нижележащих слоев

$$F_n = K(1 + \psi_n)ZLF_y / (K_{ms} - K_{mi}),$$

где ψ_n – коэффициент инерции ($\psi_n = F_u / F_y$); K_{ms} , K_{mi} – коэффициенты трения скольжения объекта по рабочей поверхности валика и шкуры; Z – количество туш, одновременно находящихся в машине, шт.; L – длина шкуры, м; K – коэффициент, учитывающий тип туши (свиньи, крупного рогатого скота и т.д.); F_y – реакция близлежащих слоев шкуры при ее съеме, Н;

для эластичных шкур

$$F_n = (K(1 + \psi_n)ZLF_y + F_p) / (\lambda K_{ms} - \gamma K_{mf}),$$

где F_p – усилие растяжения шкуры, Н; λ – доля нормального усилия, приходящаяся на извлекаемые объекты (при съёмке щетины $\lambda = 0,20 \dots 0,25$; при изъятии крупного и среднего оперения $\lambda = 1$; при съеме пуха $\lambda = 0,10 \dots 0,15$); γ – коэффициент, учитывающий ослабление реакции F_n близлежащими слоями шкуры; K_{mf} – коэффициент трения скольжения шкуры по поверхности фасции ($K_{mf} = 6,05 \dots 0,08$).

Производительность машин для удаления щетины и волоса периодического действия

$$P = \varphi \tau_u^{-1},$$

где φ – коэффициент равномерности подачи, $\varphi = 0,8 \dots 0,9$; τ_u – продолжительность цикла обработки, с.

Производительность машин для удаления щетины и волоса непрерывного действия

$$P = v\varphi / l,$$

где v – скорость движения туши или скорость несущего конвейера, м/с; φ – коэффициент равномерности подачи, $\varphi = 0,8 \dots 0,9$; l – расстояние между тушами, м (для предварительных расчетов $l = 1,6 \dots 1,8$ м).

Производительность скребмашин непрерывного действия P (туш/с)

$$P = v\alpha_o / L,$$

где v – скорость движения туш вдоль машины (скорость конвейера), м/с; α_o – коэффициент использования максимальной производительности; L – расстояние между тушами (в горизонтально-продольных машинах $L = 1,6$ м, в вертикально-продольных $L = 0,45 \dots 0,6$ м).

Мощность двигателя скребмашин N (кВт) определяют для максимальной их загрузки по формулам:

для горизонтально-поперечной скребмашины

$$N = 10^{-3} (F_s v_s + F_n v_n) \eta_a / (\eta \eta_1)$$

где F_s , F_n – периферическое усилие верхнего и нижнего барабанов, Н;

$$F_a = K_m [R_1 + R_2 (K + \cos \gamma - \sin \gamma)],$$

здесь K_m – коэффициент трения скребка о поверхность туши ($K_m = 0,6 \dots 0,8$); R_1, R_2 – сила реакции на барабаны, Н; γ – угол [$\gamma = 90 - (\alpha_1 + \alpha_2)$]; $v_в$ и $v_н$ – скорости движения верхнего и нижнего конвейсров, м/с; η, η_1 – соответственно КПД привода верхнего и нижнего конвейсров; η_a – КПД цехового конвейера;

для вертикально-продольной скребмашины

$$N = 2 \cdot 10^{-3} K_m L P_y Z n_c v \eta_a / \eta,$$

где K_m – коэффициент трения скольжения скребка о поверхность туш ($K_m = 0,6 \dots 0,8$); L – длина рабочей кромки скребка, м; P_y – удельное давление ($P_y = 2 \cdot 10^3$ Н/м); Z – количество туш, одновременно находящихся в машине; n_c – угловая скорость вращения барабана, c^{-1} ; v – окружная скорость скребка, м/с.



Ближайшая и в определенном смысле важная задача нашего сознательного познания природы заключается в том, чтобы найти возможность предвидеть будущий опыт и в соответствии с этим регулировать наши действия в настоящем.
ГЕРЦ ГЕНРИХ РУДОЛЬФ (1857–1894),
немецкий физик

10.11 УСТАНОВКИ ДЛЯ СНЯТИЯ ОПЕРЕНИЯ С ПТИЦЫ

Машины для удаления оперения с тушек птицы предназначены для удаления оперения с крыльев водоплавающей птицы. Они имеют следующие по конструкции рабочие органы: вальцовые, пластинчатые, гребенчатые, пальцевые и бильные. Разнообразие машин обусловлено различием в силах удержания оперения у птиц разных видов. Пальцевые машины делятся на барабанные и дисковые.

Машина 326-А (рис. 10.33, а) имеет опоры 1 с регулировочным винтом 2, рабочий орган, которым служат два пластинчатых барабана 6, вращающихся навстречу друг другу с частотой $5 c^{-1}$.

Барабан (рис. 10.33, б) состоит из трубы 21, к которой приварены две цапфы 20. К трубе планками 24 и болтами 22 прикреплены семь пластин 23, образующих рабочую часть барабана. Пластины прорезями разделены на десять поперечных полос для лучшего захвата пера. Цапфы установлены в шариковом 25 и коническом роликовом 19 подшипниках. Корпуса подшипников смонтированы на раме 17 машины.

Барабаны приводятся во вращение от электродвигателя 3 через клиноременную передачу 4. Ведомый шкив передачи установлен на промежуточном валу 14, который соединен с цапфами валов зубчатой передачей 18. Клиноременная передача одновременно приводит в движение насос 12 гидравлической системы выталкивающего механизма, который состоит из двух штанг 15, перемещающихся в направляющих и соединенных сверху поперечиной. Давление масла в системе контролируется манометром 16. К штанге прикреплены два рычага 8, соединенные двумя скобами 5 и 7. Поперечина соединена со штоком гидроцилиндра 9, а одна из скоб – с тягой золотника 10.

При загрузке машины скобы 5 и 7 приближены к барабанам, и рабочий, расправив перья крыла птицы, вводит их в зазор. Пластины барабана захватывают перо и втягивают его до тех пор, пока тушка не коснется пластин выталкивателя,

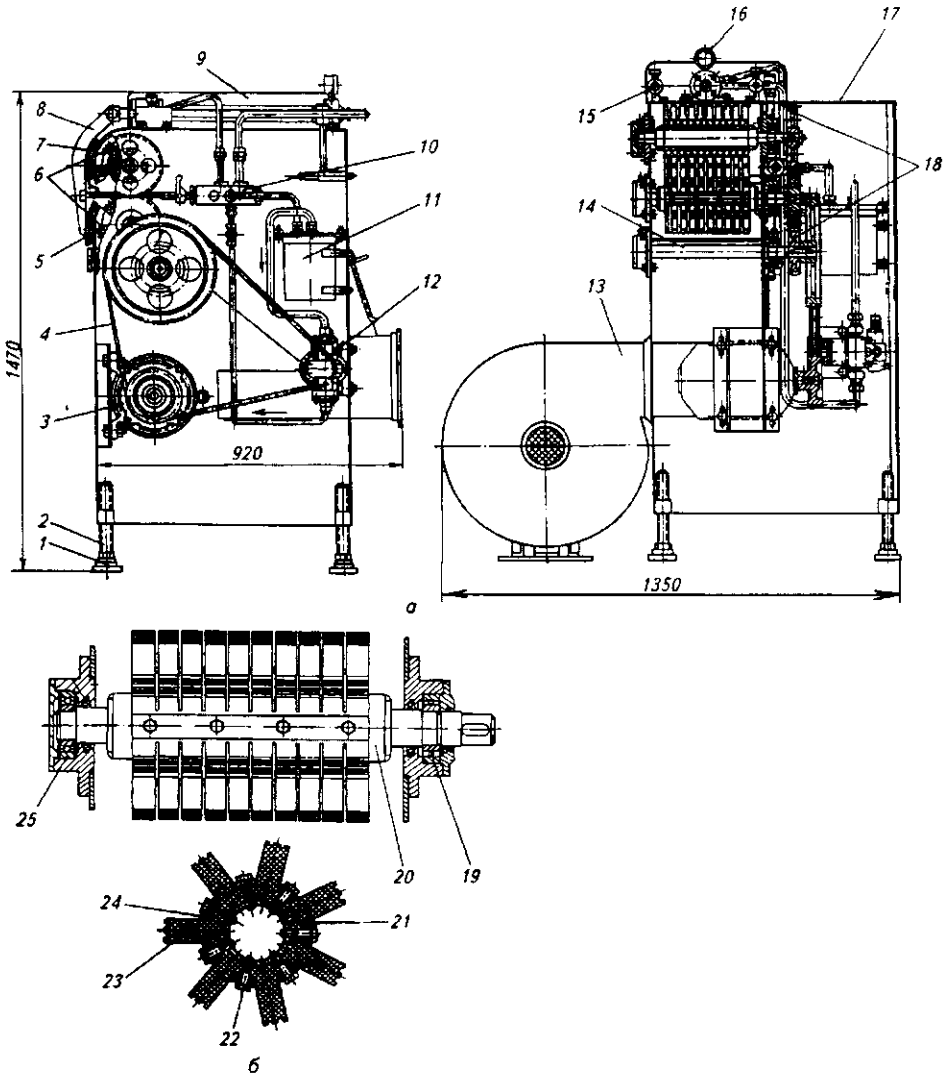


Рис. 10.33 Пластинчатая машина 326-А для удаления оперения с крыльев водоплавающей птицы:
а – общий вид; б – пластинчатый барабан

которые тягой воздействуют на золотник. Золотник включает подачу жидкости в подпоршневое пространство, шток гидроцилиндра перемещает скобы 5 и 7 и с ними вытягивает крыло. При этом перо выдергивается. Ход механизма выталкивания 0,38 м, а время хода 2,5 с. После того как шток цилиндра передвинется на всю длину, золотник переключает подачу масла в другую полость и возвращает механизм в исходное положение.

Плунжер золотника достигает нейтрального положения, поршень останавливается, а масло сливается в бак 11. Время обратного хода 1,1 с. Удаленное перо отсасывается вентилятором 13, имеющим индивидуальный привод мощностью 0,6 кВт.

Техническая характеристика пластинчатой машины 326-А

Производительность, тушек/ч	350
Частота вращения пластинчатых барабанов, с ⁻¹	5,0
Установленная мощность, кВт	1,6
Габаритные размеры, мм	1350×920×1470
Масса, кг	1625

Гребенчатые машины предназначены для удаления мелкого пера и пуха с тушек водоплавающей птицы на предприятиях малой производительности. Рабочий орган гребенчатой машины – цилиндрический барабан 3 (рис. 10.34), который состоит из обечайки 8 и двух ступиц 9 и 14.

Ступица 14 одновременно служит ведомым шкивом клиноременной передачи. На обечайке по восемь в ряд закреплены гребенки 11, рабочая часть которых представляет собой рифленую поверхность. Гребенки изнутри вставлены в обечайку и прижаты к ней уголками 10, установленными в пазах 15 основания. Барабан вращается в подшипниках качения 12, смонтированных на оси 13. Ось жестко зафиксирована на раме 5. Привод барабана состоит из электродвигателя 1 мощностью 1 кВт и клиноременной передачи 7. Частота вращения барабана 4,83 с⁻¹. От ведущего шкива 2 клиноременной передачи 6 приводится во вращение вентилятор 4 системы удаления снятого пера.

Рабочий вручную прижимает тушку птицы к гребенкам, вращает ее и выдерживает до полного удаления пера.

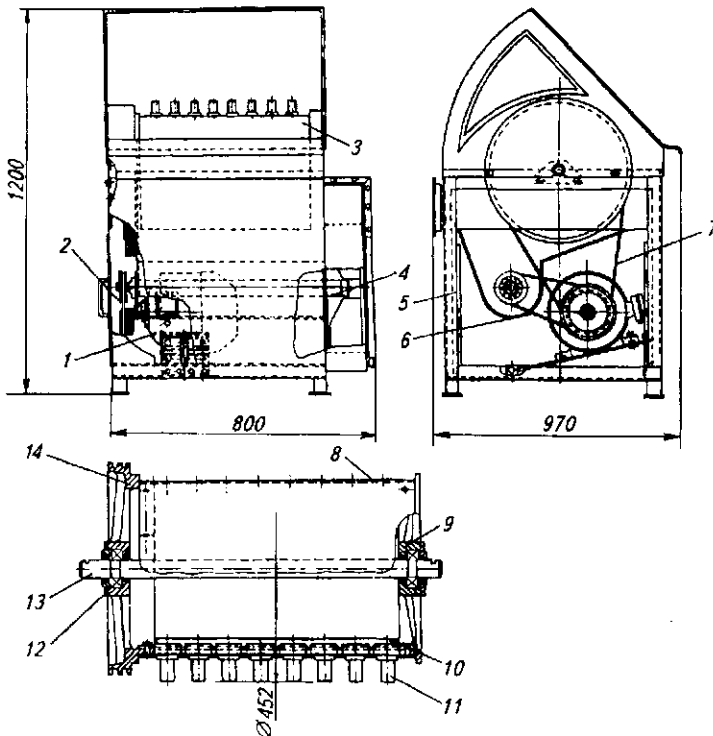


Рис. 10.34 Гребенчатая машина для обработки водоплавающей птицы

Техническая характеристика гребенчатой машины

Производительность, тушек/ч	600...700
Частота вращения барабана, c^{-1}	4,83
Установленная мощность, кВт	1,0
Габаритные размеры, мм	970×800×1200
Масса, кг	1250

Барабанная машина «Ротоматик», предназначенная для удаления пера с кур и цыплят, а также с туловища уток, имеет другую конструкцию рабочих барабанов (рис. 10.35). В двух корпусах 8 машины под кожухом 3 установлено по два вала: рабочий 9 и приводной 12. На каждом рабочем валу чередуются одиннадцать жестко закрепленных 4 и девять свободно вращающихся 10 дисков.

На дисках наружным диаметром 0,23 м, изготовленных из алюминия, укреплены восемь полуовальных резиновых пальцев 13 длиной 0,13 м. Всего в машине 320 пальцев. Свободно вращающиеся диски установлены на подшипниках качения 7 и имеют зубчатый обод, который входит в зацепление с резиновыми зубьями венца шестерни 11. Венец смонтирован на металлическом диске, неподвижно зафиксированном на приводном валу 12. Рабочий и приводной валы приводятся во вращение от электродвигателей 16 и 17 и клиноременных передач 6 и 1. Ремни передач натягиваются роликами 5. Соседние диски на рабочем валу вращаются в противоположных направлениях, что способствует более полному удалению пера. Свободные диски имеют частоту вращения $7,0 c^{-1}$, а закрепленные – $8,3 c^{-1}$. В процессе обработки по трубе 2 подается горячая вода, которая одновременно служит смазкой для зубчатой передачи от резинового

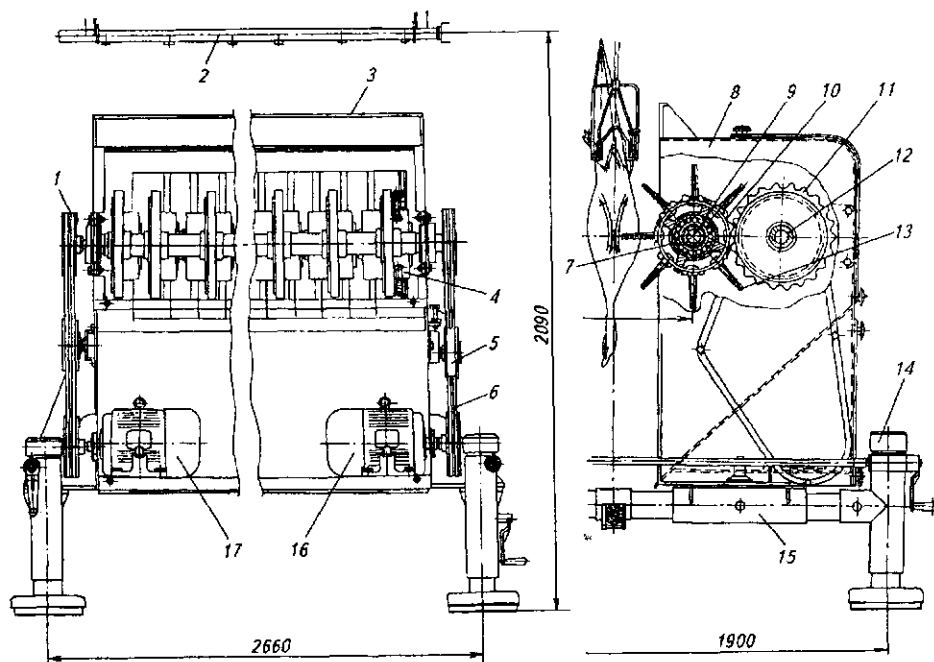


Рис. 10.35 Барабанная пальцевая машина «Ротоматик»

венца к металлическому. В машине предусмотрена регулировка по высоте с помощью опор 14, по расстоянию между барабанами винтовым механизмом 15. Работает машина в автоматическом режиме.

Техническая характеристика автомата типа «Ротоматик»

Производительность, шт/ч.....	2000...3000
Установленная мощность, кВт.....	4,0...2,2
Габаритные размеры, мм.....	2270×2200×1840
Масса, кг.....	1610

Машина Ф-105 фирмы «Сторк» (Голландия) (рис. 10.36) предназначена для удаления и дощипки пера с тушек бройлеров, кур-несушек, уток и индюшат. Перосъемные диски 6 с подшипниковой опорой смонтированы на несущих балках 3, сваренных из нержавеющей стали. На балках закреплены и электродвигатели 10, от которых диски приводятся во вращение плоским ремнем. При этом соседние диски вращаются навстречу один другому, что обеспечивает оптимальные условия удаления пера. На балках установлено по десять дисков с восемью пальцами на каждом диске. Мощность электродвигателя на каждой балке 1,5 кВт.

Боковые ряды 11 укрепляют шарнирно на кронштейнах 4, которые, в свою очередь, неподвижно устанавливаются на правой и левой рамах 2. Рамы, смонтированные на основании 1, могут смещаться в горизонтальном направлении винтовым механизмом 9. Предусматривается возможность вертикальной регулировки машины в зависимости от высоты конвейера и размера птицы.

Нижний ряд 7, расположенный горизонтально, укреплен на раме с помощью опоры 8 и кронштейнов. Для фиксирования положения тушек птицы относительно пальцев служат направляющие 5, по которым скользят подвески конвейера. Путем регулирования расстояний между пальцами и поверхностью тушки, а также установки необходимых углов наклона дисков можно подобрать оптимальные условия удаления пера и исключить ручную дощипку. По обеим сторонам подвесок размещают трубы-опрыскиватели, через которые подается горячая вода температурой 45...50 °С.

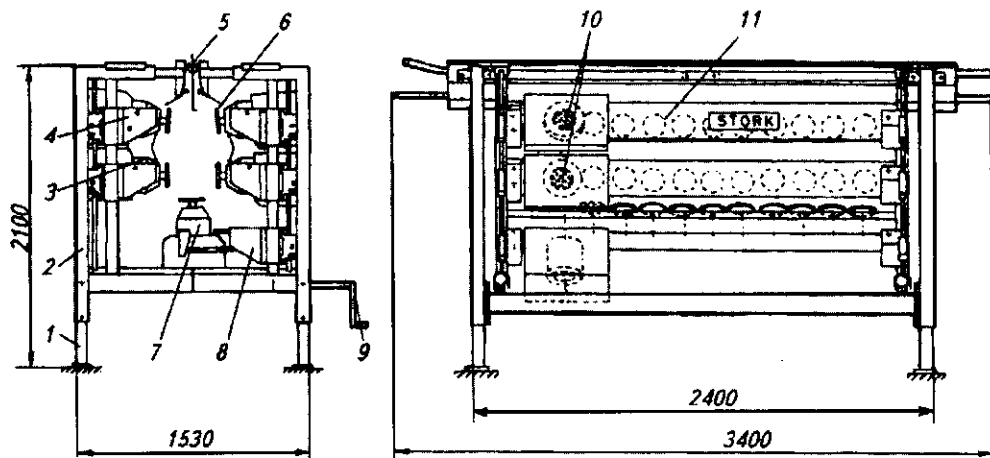


Рис. 10.36 Перосъемная машина с пятью рядами дисков фирмы «Сторк» (Голландия)

Техническая характеристика машины Ф-105 фирмы «Сторк» (Голландия)

Производительность, тушек/ч	2000
Установленная мощность, кВт	7,5
Объемный расход горячей воды, м ³ /ч	0,5... 2
Габаритные размеры, мм.....	3400×1530×2100
Масса, кг.....	940

В комбинированной машине 270 (рис. 10.37), предназначенной для снятия оперения с кур и цыплят, обработку проводят вначале билами, а затем пальцами. Машина (рис. 10.37, а) состоит из двух корпусов 8 и 11, в которых на двухрядных сферических шариковых подшипниках установлены барабаны 9 и 10.

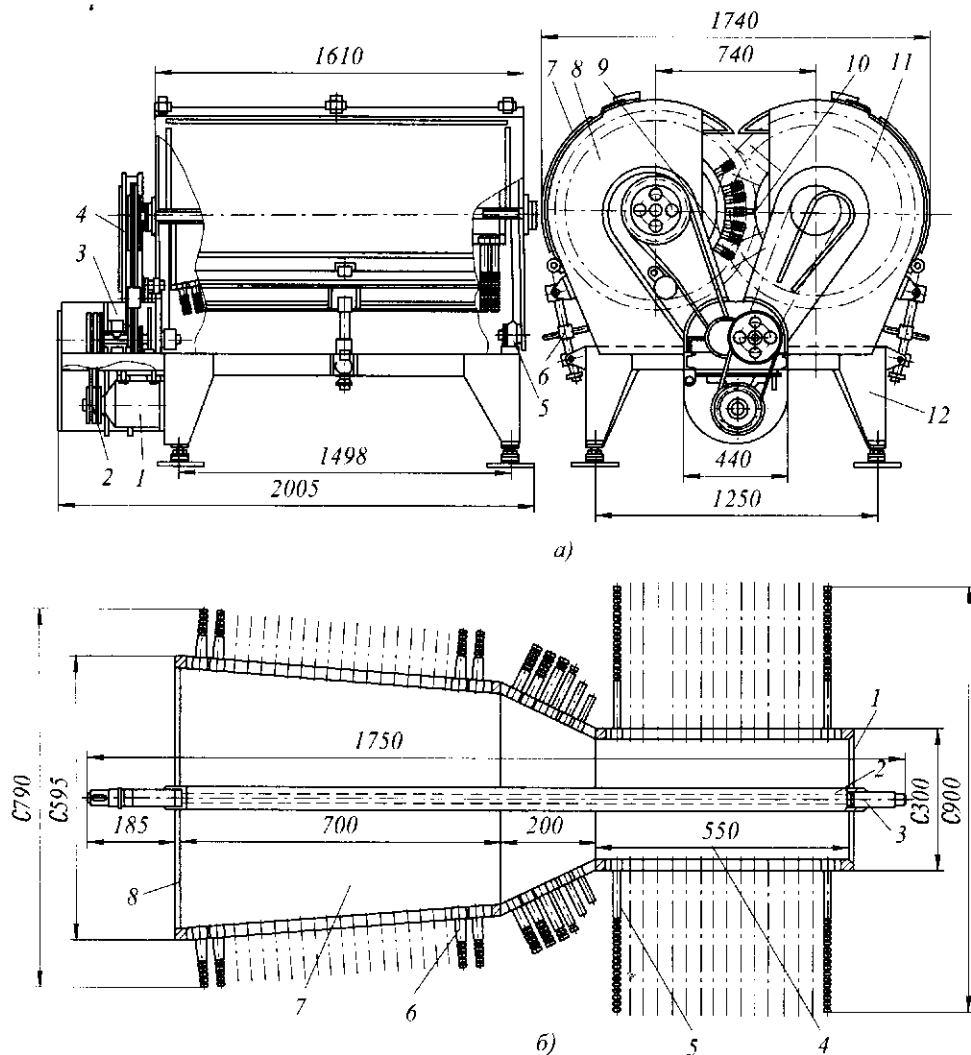


Рис. 10.37 Комбинированная пересъемная машина 270:
а — общий вид; б — барабан

Бараны приводятся во вращение от одного электродвигателя 1 мощностью 1 кВт через клиноременные передачи 2 и 4 и цилиндрический редуктор 3. Частота вращения барабанов изменяется с помощью двухступенчатого шкива передачи 4 и равна 3 или 3,3 с⁻¹. Корпуса укреплены на станине 12 осями 5 и могут поворачиваться регулировочным винтом 6, что позволяет изменять расстояние между барабанами на 40 мм. Барабан (рис. 10.37, б) состоит из трубчатого вала 2, к которому приварены цапфы 3 и фланцы 1 и 8 цилиндрической 4 и конической 7 обечасок. На цилиндрической части крепятся 400 бил, а на конической – 616 пальцев. Била и пальцы закреплены с помощью двух полуобечасок. Резиновыми билами снимается оперение с ног, гузки и частично с корпуса тушки, а пальцами – с остальной части тушки.

Техническая характеристика комбинированной пересъемной машины 270

Производительность, тушек/ч:	500
Частота вращения барабанов, с ⁻¹	3,0...3,3
Габаритные размеры, мм	2005×1740×1680
Масса, кг	1115

Автоматическая установка Г8-МОП-2 предназначена для удаления оперения с тушек сухопутной и водоплавающей птицы (рис. 10.38). В состав установки входят: корпус 2, дверь 1, лоток 3, поддон 4, станина 8, пневмопровод 9, пневмоцилиндры 13 и 14, привод, диск 7, сливное окно 6 и резиновые кольца 5.

Перед пуском установки подаются вода для обмывания птицы и сжатый воздух под давлением 0,2...0,3 МПа для питания пневмосистемы. Диск получает вращение от электродвигателя 12 через муфту 11 и редуктор 10.

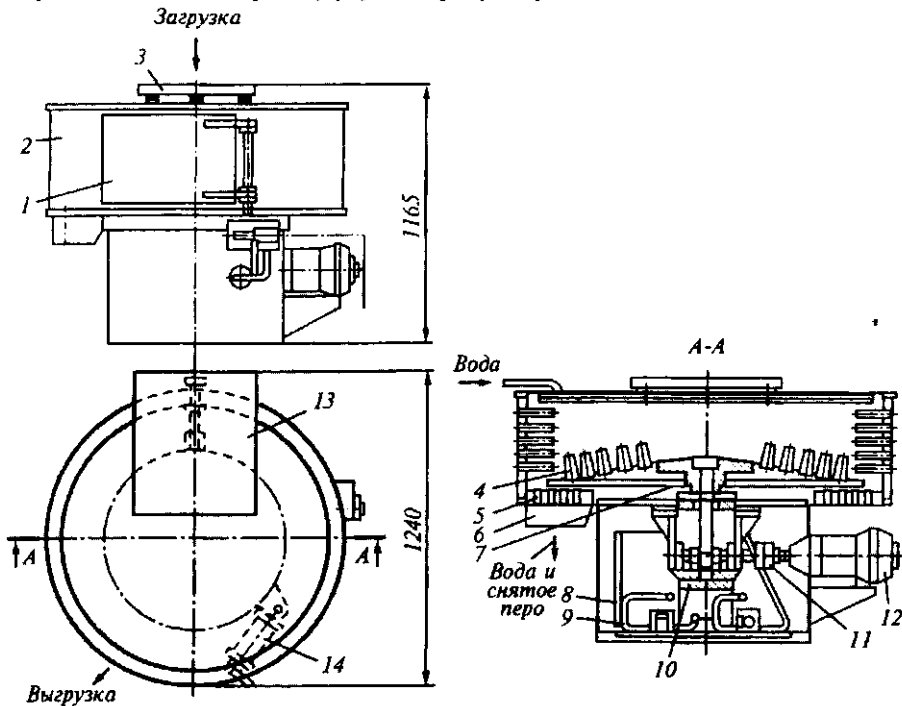


Рис. 10.38 Автоматическая установка для снятия оперения с птицы Г8-МОП-2

Время на обработку птицы и температура воды устанавливаются в зависимости от вида птицы. После тепловой обработки птица собирается на лотке, который поворачивается пневмоцилиндром через систему рычагов.

Загрузка установки происходит через определенное время, отсчитываемое реле времени. Обработанная птица под действием центробежной силы выбрасывается через дверь, которая открывается с помощью пневмоцилиндра. Снятое перо смывается водой в поддон и резиновыми кольцами, вращающимися вместе с диском, удаляется через сливное окно. Затем цикл обработки птицы в установке повторяется.

Техническая характеристика установки Г8-МОП-2

Производительность, шт/ч:	
кур, цыплят-бройлеров	720...1000
уток, утят.....	210
индеек, индюшат	180
гусей, гусят	450...540
Частота вращения диска, мин ⁻¹	145
Расход:	
воды, м ³ /ч	1,5
сжатого воздуха, м ³ /ч.....	0,12
электроэнергии, кВт ч	3
Габаритные размеры, мм	1312×1240×1165
Масса, кг	385

Инженерные расчеты. Производительность машин Π (кг/с) для удаления оперения периодического действия

$$\Pi = \varphi \tau_{ц}^{-1},$$

где φ – коэффициент равномерности подачи, $\varphi = 0,8...0,9$; $\tau_{ц}$ – продолжительность цикла обработки, с.

Производительность Π (кг/с) машин для удаления оперения непрерывного действия

$$\Pi = v\varphi / l,$$

где v – скорость движения туши птицы или скорость несущего конвейера, м/с; φ – коэффициент равномерности подачи; l – расстояние между тушами, м.

Для съема оперения применяют кольцевые гребенчатые и пластинчатые машины. Энергию E (Дж), отдаваемую билом при ударе, определяют из уравнения

$$E = G(v_n^2 - v_k^2) / 4 = E_o K_1 Z,$$

где G – масса била, кг; v_n, v_k – начальная и конечная скорости била, м/с; E_o – энергия, необходимая для извлечения одного объекта, Дж;

$$E_o = KhF_y/2,$$

здесь K – коэффициент отношения пути изъятия к глубине залегания очина ($K = 2 \dots 5$); h – глубина залегания очина, м; K_1 – коэффициент, учитывающий потери ($K_1 = 2 \dots 4$); Z – количество объектов, извлекаемых за один удар бича; F_y – реакция близлежащих слоев шкуры при ее съеме, Н.

Мощность двигателя бильных машин N (кВт) находят по формуле

$$N = 2(N_1 + N_2 + N_3) \eta_a / \eta,$$

где N_1 – мощность, расходуемая на возмещение энергии бил, кВт;

$$N_1 = 10^{-3} E_o \phi Z n,$$

здесь ϕ – доля одновременно работающих бил ($\phi = 0,2 \dots 0,4$); Z – количество бил на каждом барабане; n – частота вращения барабана, с^{-1} ; N_2 – мощность, расходуемая на преодоление сопротивления бил о воздух, кВт;

$$N_2 = 1,25 \cdot 10^{-4} C_p d \omega^3 Z_2 (R_1^4 - R_2^4),$$

здесь C – коэффициент обтекания рабочих органов; ρ – плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$; d – размер стороны квадрата, м; ω – угловая скорость вращения барабана, с^{-1} ; Z – количество бил; R_1, R_2 – внешний и внутренний радиусы, описываемые билами, м; N_3 – мощность, расходуемая на преодоление сопротивления о воздух пластин, поддерживающих била, кВт;

$$N_3 = 10^{-3} C_o \rho Z S v^3,$$

здесь C_o – коэффициент обтекания пластины; Z – количество пластин на барабане; S – лобовая поверхность опорной пластины, м^2 ; v – окружная скорость вращения центра тяжести пластин, $\text{м}/\text{с}$.



Человек без самолюбия ничтожен. Самолюбие – архимедов рычаг, которым землю с места можно сдвинуть.
ТУРГЕНЕВ ИВАН СЕРГЕЕВИЧ (1818 - 1883),
русский писатель

10.12 УСТАНОВКИ ДЛЯ СНЯТИЯ ЧЕШУИ С РЫБЫ

Машина ЧБ-1 барабанного типа периодического действия (рис. 10.39) предназначена для снятия чешуи с частичковых видов рыб всех промысловых размеров.

Основными узлами машины являются загрузочный лоток 1, чешуесъемный барабан 2, привод, разгрузочный лоток 3 и корпус.

Чешуесъемный барабан 2 представляет собой стальной перфорированный цилиндр, внутри которого имеются скребки. Барабан имеет небольшой наклон – до 4° в сторону крышки. Под действием силы тяжести и нажимного ролика барабан прижат к роликам приводных валов, передающих ему вращение от индивидуального электродвигателя, редуктора и цепной передачи. В зависимости от длины обрабатываемой рыбы устанавливается цикл работы барабана с помощью реле времени.

Крышка барабана для выгрузки очищенной рыбы автоматически открывается с помощью электромагнита. При этом электродвигатель привода выключается.

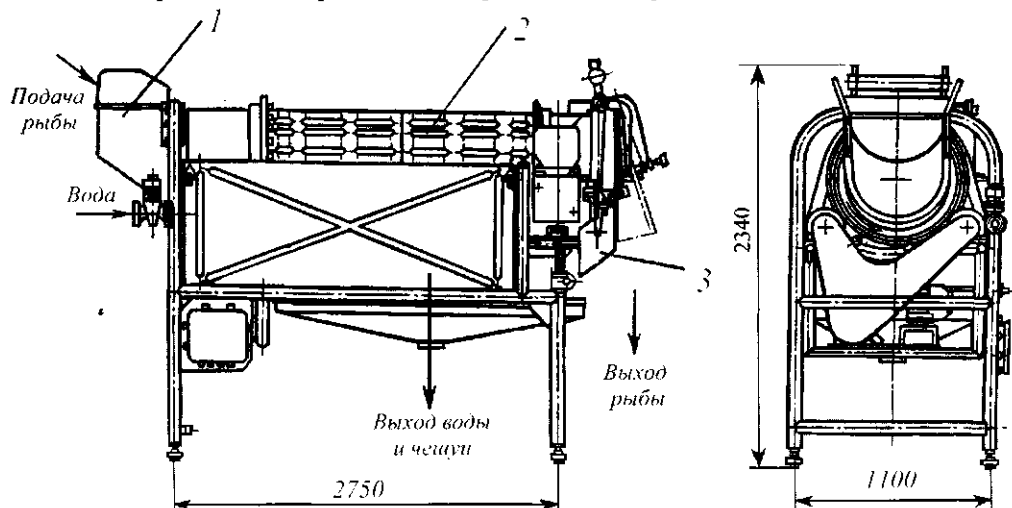


Рис. 10.39. Чешуеъемная машина ЧБ-1

Для мойки рыбы и машины барабан снабжен трубопроводом с щелевидными отверстиями. Под барабаном установлен поддон для сбора чешуи, которая отводится из машины вместе с обработанной водой.

Рыба подается в барабан подъемником ПС-1 через загрузочный лоток партиями. Единовременная загрузка 80...160 кг. Поскольку ось вращения барабана наклонена, рыба распределяется по всей его длине. По окончании цикла обработки, который продолжается 2,5...5,0 мин, крышка открывается и рыба выгружается из барабана.

Машина эксплуатируется в комплексе с одноковшовым подъемником ПС-1. При установке машины в линию с ковшовым подъемником ПС-1 электродвигатели чешуеочистительной машины и подъемника автоматически блокируются.

Техническая характеристика машины ЧБ-1

Производительность, кг/ч.....	1200
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	25
Длина барабана, мм.....	2500
Мощность электродвигателя, кВт.....	1,7
Габаритные размеры, мм.....	3160×1270×2340
Масса, кг.....	850

Инженерные расчеты. Критическая частота вращения чешуеъемного барабана n , (мин⁻¹), определяется из условия нескольжения рыбы относительно стенки барабана

$$n_{кр} = 42,3 / \sqrt{D},$$

где D – диаметр чешуеъемного барабана, м.

Рабочую частоту вращения чешуеъемного барабана следует принимать равной $n_{раб} = 0,75 n_{кр}$.

Производительность чешуеъемной машины барабанного типа периодического действия Π (кг/с) определяется по формуле

$$\Pi = G / (\tau_p + \tau_{всп}),$$

где G – масса рыбы, загружаемой в барабан, кг; τ_p – продолжительность очистки рыбы от чешуи, с; $\tau_{всп}$ – продолжительность вспомогательных операций (загрузки, выгрузки), с.

Мощность электродвигателя N , (кВт), чешуеъемной машины

$$N = R_x \sin \beta G / (i_{общ} \eta),$$

где R_x – расстояние от центра барабана до центра тяжести сегмента барабана, занятого рыбой, м; β – угол естественного откоса рыбы в барабане, ($\beta = 30^\circ$), град; G – масса рыбы, загружаемой в барабан, кг; $i_{общ}$ – общее передаточное число привода; η – КПД привода.



Все честные и настоящие ученые никогда не поддаются до такой степени зависти или раздражению, чтобы не выслушать хладнокровно того, кто высказаться ради истины, и чтобы не понять правильно освещенного факта. Они не считают позором менять свое мнение, если правдоподобность и явное доказательство этого требуют. Они не считают постыдным отказаться от заблуждения, будь это даже самое древнее, так как им хорошо известно, что заблуждение свойственно человеку и что открытия могут быть сделаны случайно и любой может учить другого: юноша – старика, простец – разумного.
*ГАРВЕЙ УИЛЬЯМ (1578–1657),
английский врач и физиолог*

10.13. МАШИНЫ ДЛЯ РАЗДЕЛКИ ПТИЦЫ

Роторная машина-автомат НПО «Комплекс» (рис. 10.40) предназначена для вырезания клоаки и вскрытия брюшной полости тушек бройлеров. Управление процессом осуществляется механически с помощью копиров. Машина состоит из рамы 1 с неподвижной осью 19, закрепленной шпонкой 37, направляющей 6 и форсунки 26. На шпонках 21, 29 и 36 установлены неподвижно копиры (средний 5, верхний 8 и нижний 34), а также рабочие и фиксирующие органы.

Верхний копир 8 состоит из двух дисков 16 и 20, соединенных в центре ступицей и на периферии планками. К планкам крепятся направляющие, по которым перекатываются ролики 7 рабочих органов. Средний 5 и нижний 34 копиры приварены к дискам 28 и 35. Рабочий орган машины состоит из двух дисков 15 и 24, установленных на оси 19 на подшипниках качения 12, 13, 25 и 31. Диски жестко соединены наклонными стержнями-носителями 9, по которым перемещаются ползуны 17 и 18. К нижнему ползуну 18 прикреплена прямоугольная труба-штырь 39, на конце которой имеется фреза для вырезания клоаки и плоский нож для вскрытия брюшной полости. Нож закреплен на оси в прорези штыря и связан тягой 38 с верхним ползуном 17. Штырь и тяга перемещаются продольно с помощью ползунов 18 и 17, ролики

которых 7 перемещаются по направляющей верхнего копира 8. На штырях свободно установлены звездочки 22, входящие в зацепление с роликами 40, закрепленными на части окружности среднего неподвижного диска 23. В той части, где на диске нет роликов, звездочки скользят по его внешней окружности лысками 42 и фиксируются в определенном положении. Звездочки вращаются в подшипниках 41, которые консольно прикреплены к нижнему диску 24.

Фиксация тушки осуществляется с помощью фиксатора гузки, установленного на ползуне 4, и прижима 32, закрепленного на диске 33. Ползун 4 перемещается вдоль носителей 27, укрепленных между дисками 24 и 30, а диск 33 связан с диском 30 вертикальными стойками. Поэтому все диски с рабочими органами и органами фиксации вращаются в одну сторону с одинаковой скоростью. Движением фиксирующих и прижимающих органов управляют копиры 5 и 34, по которым перекатываются ролики 2 и 3. Вся система приводится в движение от звездочки 10 подвесного конвейера 14, которая соединена с верхним диском 15 пальцем 11.

Технологическая схема работы автомата показана на рис. 10.41. Тушка птицы 3 (рис. 10.41, а), закрепленная в подвеске, по подвесному пути подается в машину. При этом через звездочку конвейера приводятся в движение все механизмы машины. При входе в машину подвески 2 упираются в направляющую 1, и петля 9 фиксатора гузки 8 оказывается сверху между ногами тушки. При дальнейшем движении ротора ползун, на котором закреплен фиксатор 8, опускается под действием ролика и среднего копира и вместе с ними опускается фиксатор гузки 5, фиксируя тушку.

После этого прижим 11 (рис. 10.41, б) под действием нижнего копира поворачивается на оси и прижимает тушку к упору 10 фиксатора гузки, в результате чего вспучивается живот тушки. Далее ролики, перекатываясь по направляющим верхнего копира, перемещают ползуны по носителям вниз, перемещая одновременно прикрепленные к ним штырь 4 и тягу 5. В прорези штыря на оси закреплен нож 6, который не выходит за габариты штыря. В этот момент звездочка, через которую проходит штырь, входит в зацепление с роликами неподвижного среднего диска, начинает вращаться и приводит во вращение штырь, на конце которого установлена фреза 7. Вращаясь и перемещаясь одновременно вниз, фреза вырезает клоаку.

В самом нижнем положении штыря с фрезой на среднем диске заканчивается участок с роликами, звездочки выходят из зацепления, перестают вращаться и фиксируются лыской. При этом фиксация осуществляется так, что плоский нож своим лезвием располагается в сторону брюшка. Далее ползун, связанный с тягой 5 ножа (рис. 10.41, в), начинает подниматься вверх при неподвижном штыре 4, за счет чего нож 6 поворачивается на оси. Затем штырь и тяга ножа ползунами перемещаются одновременно вверх и нож разрезает брюшную полость.

Техническая характеристика роторной машины-автомата НПО «Комплекс»

Производительность, тушек/ч	до 4000
Число рабочих органов, шт.	16
Потребление:	
воды, м ³ /ч	1,0
электроэнергии, кВт·ч	0,15
Габаритные размеры, мм	2000×1400×2600
Масса, кг	750

После подъема рабочего органа в исходное положение он проходит через зону форсунок, вода из которых очищает ножи и вымывает из фрезы клоаку. Фиксатор 8 и прижим 11 отходят, освобождая тушку, которая выходит из машины.

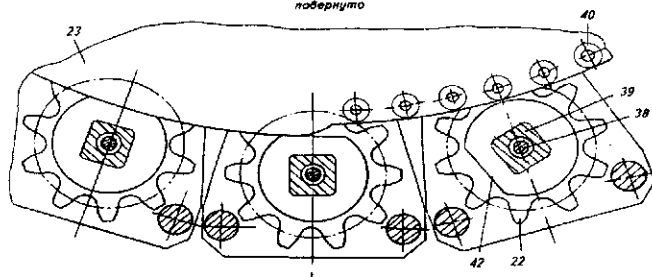
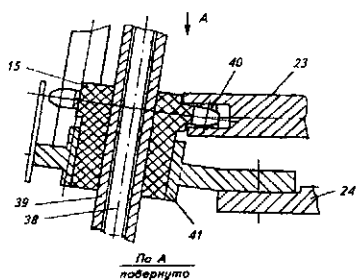
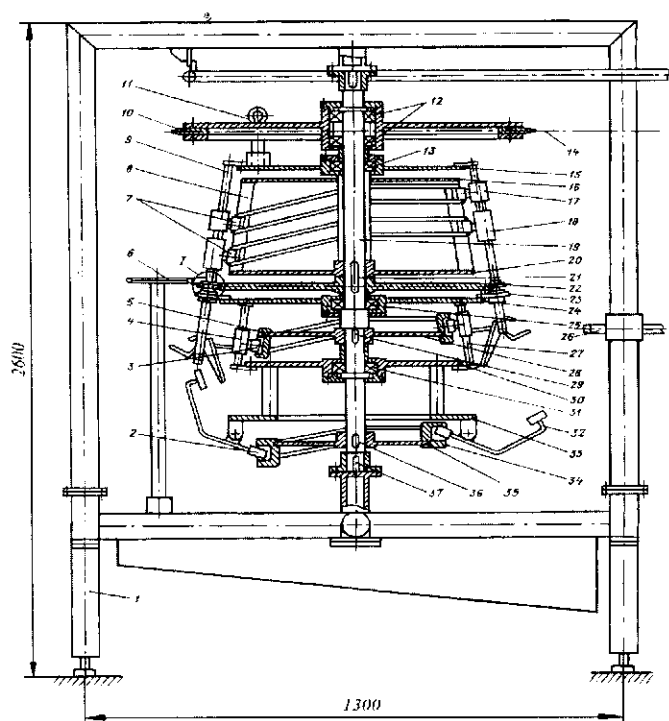


Рис. 10.40. Роторная машина-автомат НПО «Комплекс» для вырезания клоаки и вскрытия брюшной полости тушек птицы

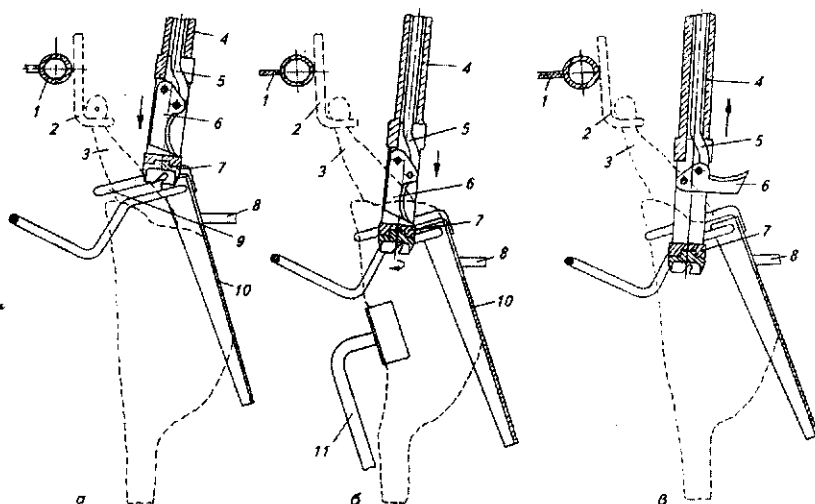


Рис. 10.41. Технологическая схема роторной машины-автомата для вырезания клоаки

Роторная машина-автомат НПО «Комплекс» (рис. 10.42) состоит из рамы 14, на которой в опорах неподвижно закреплена ось 11. На оси также неподвижно установлены копиры 20, 28 и 29, которые управляют рабочими и фиксирующими механизмами. Рабочий механизм, извлекающий внутренности, состоит из штанги 31 с прижимом 1 и петли 2, изготовленных в виде двуплечих рычагов и закрепленных на оси несущего ползуна 5. Второе плечо рычагов выполнено в виде проушины 8 с фигурным пазом 9, который надет на ролик, закрепленный в управляющем ползуне 7. Ползуны 5 и 7 являются втулками, которые перемещаются по цилиндрическим направляющим 10, закрепленным наклонно в верхнем 13 и нижнем 3 дисках, установленных на оси в подшипниках качения.

Диски с направляющими образуют рабочий ротор.

Фиксирующие органы состоят из верхних 23 и нижних 24 фиксаторов. Верхние фиксаторы выполнены в виде петли и прикреплены к ползунам 25, перемещающимся по вертикальным направляющим 26, которые закреплены между нижним диском 3 и кольцом 27. Ползуны перемещаются с помощью копира 28, по которому перекатываются ролики 6 и 30. Нижние фиксаторы крепятся на оси, установленной в кронштейне ползуна 25. Они перемещаются вертикально вместе с ползуном и поворачиваются на оси за счет копира 29.

Тушки птицы 22, подвешенные за ноги в подвески 21, подаются в машину конвейером 16, тяговая цепь которого 17 охватывает оборотную звездочку 12, одновременно являющуюся приводной звездочкой машины. Для этого она соединена пальцем 15 с верхним диском 13 рабочего ротора. Тушки птицы заходят в машину спиной к ее центру, верхние фиксаторы попадают между ногами, а направляющая 4 ограничивает перемещение подвесок 21 в радиальном направлении, что улучшает условия фиксации.

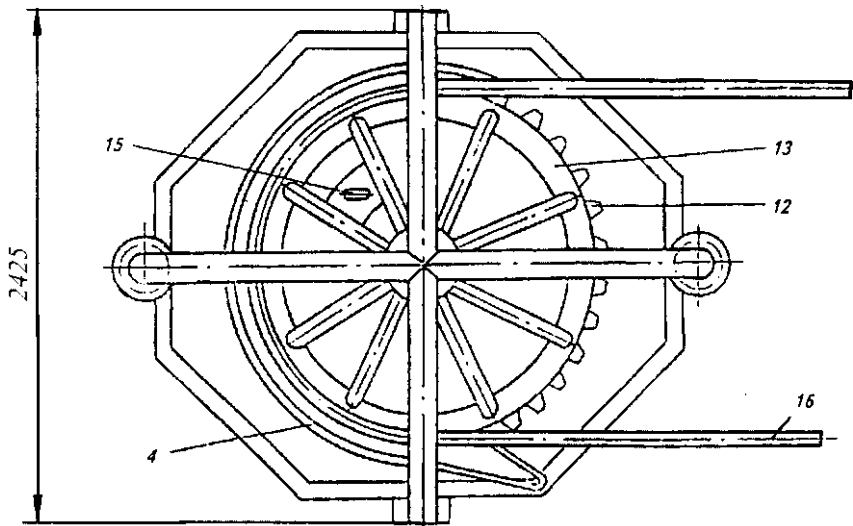
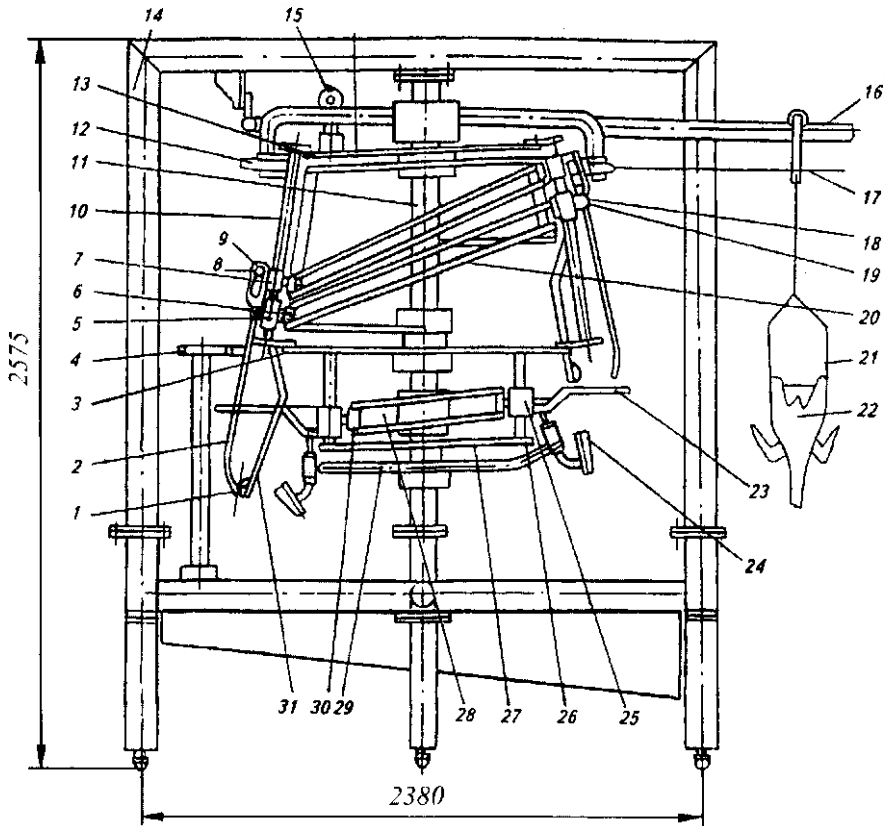


Рис. 10.42. Роторная машина-автомат НПО «Комплекс» для извлечения внутренностей из тушек птицы

В этот момент ползун 24 (рис. 10.43, а) фиксирующего органа перемещается вниз копиром 25, по которому перекатываются ролики 26, и верхний фиксатор 3 ложится на тушку. Одновременно поворачивается на оси нижний фиксатор 1, ролик которого 29 упирается в копиру 28 и ориентирует тушку 2 относительно рабочих органов (штанги 5 и петли 7), находящихся в крайнем верхнем положении. Происходит фиксация и ориентирование тушки.

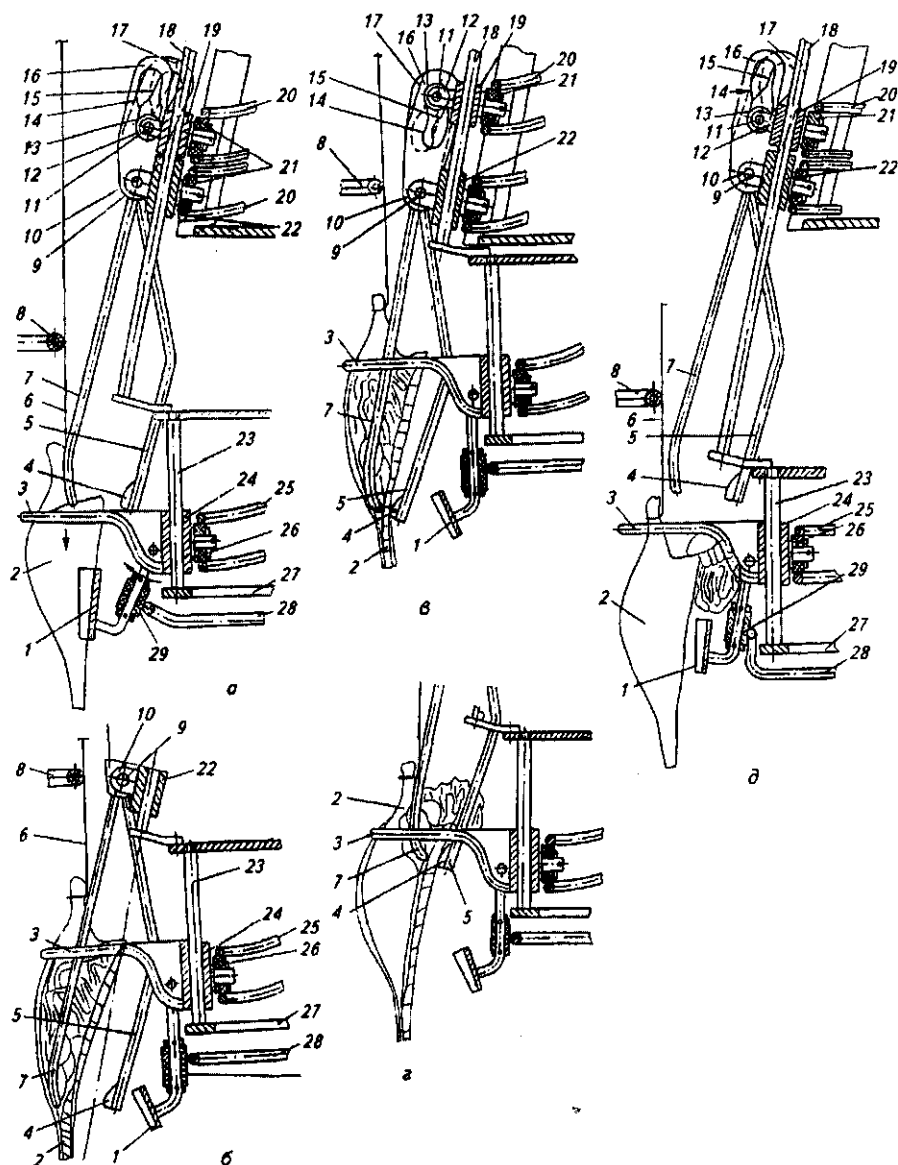


Рис. 10.43. Технологическая схема процесса в роторной машине-автомате НПО «Комплекс» для извлечения внутренностей из тушек птицы

После этого приводятся в движение по направляющей 18 несущий 22 и управляющий 19 ползуны, ролики 21 которых перемещаются в пазах копилов 20. Управляющий ползун приближается к несущему, и ролики 13, перемещаясь по фигурным пазам 14 и 15 проушин 16, 17 и 18, поворачивают петлю и штангу на оси, раздвигая их. После этого несущий и управляющий ползуны начинают перемещаться по направляющей 18 вниз, не меняя взаимного положения, и петля 7, находящаяся на оси 9 в проушине 10 (рис. 10.43, б), входит в разрез брюшной полости тушки 2, протыкает ее в районе ключицы и располагается между кожей шеи и самой шеей. Во время перемещения петли нижний фиксатор 1 копилом 28 отводится в первоначальное положение, что позволяет штанге 5 с прижимом 4 опуститься вниз снаружи тушки. Затем управляющий ползун 19 (рис. 10.43, в) начинает подниматься вверх относительно неподвижного несущего ползуна 22 и ролики 13 на оси 11 в проушине 12, двигаясь в пазах 14 и 15 управляющих проушин 16 и 17, сближают петлю 7 и штангу 5. Позвоночник тушки оказывается сжатым изнутри петлей 7 и снаружи прижимом 4. Далее начинают подниматься одновременно оба ползуна 19 и 22 (рис. 10.43, г), не меняя взаимного положения. Внутренности тушки отрываются и выводятся наружу петлей 7. При выходе из тушки петля и прижим соединяются, удерживая вынутые внутренности. Подвеска 6 движется по направляющей 8. Кольцо 27 закреплено на направляющей 23.

После полного извлечения внутренностей управляющий ползун 19 (рис. 10.43, д) вновь приближается к несущему ползуну 22 и петля 7 расходится с прижимом 4, освобождая внутренности, которые оказываются снаружи на спине тушки и в таком виде поступают на ветеринарный контроль. В этот момент ролик 26, перемещаясь по копиру 25, поднимает ползун 24 и вместе с ним верхний фиксатор 3. Тушка освобождается и выводится из машины. Рабочие органы и фиксаторы промываются горячей водой.

Техническая характеристика роторной машины-автомата НПО «Комплекс»

Производительность, тушек/ч	до 4000
Число рабочих органов, шт.	25
Потребление:	
воды, м ³ /ч	0,5
электроэнергии, кВт·ч	0,11
Габаритные размеры, мм	2425×2075×2575
Масса, кг	550

Инженерные расчеты. Производительность машины для разделки птицы Π , (кг/с), определяется по формуле

$$\Pi = mna,$$

где m – средняя масса одной птицы, кг; n – частота вращения рабочего ротора, с⁻¹; a – число птиц на роторе, шт.

Мощность электродвигателя N , (кВт), машины для разделки птицы

$$N = (N_1 + N_2 + N_3 + N_4) / \eta,$$

где N_1 – мощность, затрачиваемая на вырезания клоаки бройлеров, кВт; N_2 – мощность, затрачиваемая на вскрытие брюшной полости тушек бройлеров, кВт; N_3 – мощность, затрачиваемая на извлечение внутренностей из тушек птицы, кВт; N_4 – мощность, затрачиваемая на преодоление трения в опорных роликах ротора, кВт; η – КПД привода.



О заблуждении тех, кто пользуется практикой без науки. Влюбленные в практику без науки - словно кормчий, ступающий на корабль без руля или компаса; он никогда не уверен, куда плывет. Всегда практика должна быть воздвигнута на хорошей теории, вождь и врата которой - перспектива...

ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ (1452-1519),
итальянский живописец, скульптор,
архитектор, ученый и инженер

10.14. МАШИНЫ ДЛЯ РАЗДЕЛКИ РЫБЫ

Рыборазделочная машина ИРА-103М (рис. 10.44) предназначена для разделки сельди, ставриды, скумбрии и сардинеллы при производстве пресервов, соленой и мороженой продукции.

На машине осуществляются следующие технологические операции: отрезается прямым резом голова, удаляются внутренности и остатки внутренностей без вскрытия брюшка гидроструей.

Машина состоит из следующих основных узлов: станины 1, внутри которой размещены все механизмы, операционного транспортера 2 с лотками 3, ленты сопровождения голов 4, ограничительной планки 5 для фиксации голов под экономичный рез, ножевого механизма 6 с индивидуальным приводом, гидроголовки 7 с двенадцатью насадками, узла дозачистки внутренностей 17, привода операционного транспортера 9, привода 10 узла дозачистки внутренностей 8, лотков отвода голов 11 и 12, поддона 13.

Рыбу вручную загружают в лотки 3 операционного транспортера 2, при этом голова располагается на транспортере сопровождения голов 4 с упором в ограничительную планку 5, брюшком в сторону движения транспортера.

Положение ограничительной планки регулируется и обеспечивает экономичный рез голов. Операционным транспортером рыба подается к ножевому механизму 6, где головы отрезаются вращающимся дисковым ножом. Лотки 11 и 12 выводят головы из машины.

Дно лотка операционного транспортера 3 (рис. 10.44, а) имеет подвижную часть – прижимную призму 14, укрепленную на штоках 15 с упорами. Штоки имеют ролики 16, которые обкатываются по копирам 7. После отрезания головы ролики сходят с копиров, прижимная призма лотка 14 под воздействием пружины 18 поднимается и прижимает рыбу к поверхности направляющей 19 (рис. 10.44, в). Вместе со штоком поднимается жестко закрепленный на нем упор 20, который фиксирует толщину находящейся в кассете рыбы, при этом происходит автоматическая настройка гидронасадка. Упор 20 в зависимости от толщины рыбы занимает определенное положение по высоте и входящий с ним в контакт рычаг 27 выполняет роль обмерного устройства.

Пружина 22 обеспечивает прижатие рычага 21 к упору 20, благодаря чему гидронасадок 23 при любой толщине рыбы перемещается до положения, соответствующего положению продольной оси тушки рыбы. На поворотном участке транспортера после совмещения осей гидронасадка и обрабатываемой тушки происходит совмещение отверстий барабана 24 гидроголовки с пазом 25 распределительного устройства 26, в гидронасадок 23 поступает вода и под ее напором внутренности удаляются.

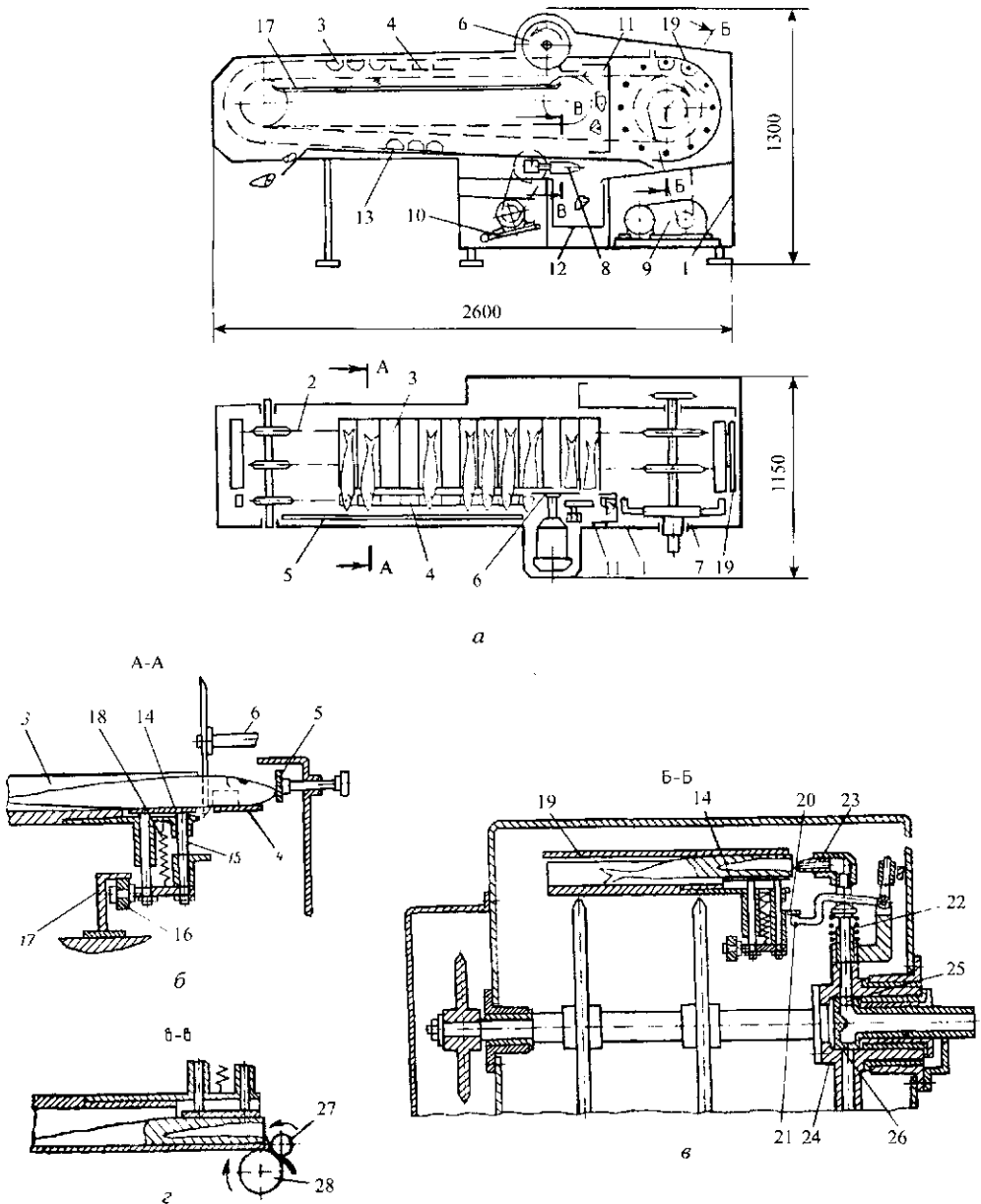


Рис. 10.44. Рыбразделочная машина ИРА-103М

Если дополнительно требуется удалить почки, насадок 23 устанавливают под некоторым углом к хребтовой кости. В случае неполного удаления внутренностей (при зависании их на прямой кишке) дозачистка производится вращающимися валиками 27 и 28 (рис. 10.44, з) узла дозачистки. Обработанная тушка перемещается лотками транспортера по поддону 13 и выносятся из машины.

Техническая характеристика рыбразделочной машины ИРА-103М

Производительность, рыб/мин	120
Длина обрабатываемых рыб, мм	250...400
Расход воды, м ³ /ч	10,0
Давление воды, Н/м ²	(3...4)·10 ⁵
Мощность электродвигателя, кВт	1,9
Габаритные размеры, мм	2600×1150×1300
Масса, кг	850

Рыбразделочный полуавтомат ИРА (рис. 10.45) предназначен для разделки лососевых (горбуша, кета) и других рыб. Он отсекает головы; отрезает хвостовые, спинные, жировые, анальные и брюшные плавники, вскрывает и распластывает брюшную полость, удаляет внутренности, вскрывает почки и удаляет сгустки крови вдоль позвоночника, окончательно очищает и моет брюшную полость и обмывает тушки с внешней стороны водой.

Полуавтомат состоит из следующих основных узлов: станины 1; операционного барабана 2; головоотсекающего стола 3; загрузочного лотка 4; механизмов для отрезания плавников: 5 – хвостовых, 6 – анальных и брюшных, 7 – жировых и спинных; механизма 8 для вскрытия брюшной полости, распластывателя 9, механизмов: 10 – для удаления внутренностей, 11 – для вскрытия почек и удаления сгустков крови вдоль позвоночника, 12 – для окончательной зачистки и мойки брюшной полости; конвейера 13 для выноса разделанных тушек; водопроводной сети и привода.

Станина выполнена в виде двух вертикальных чугунных рам, покоящихся на чугунной плите. В верхней ее части установлены стойки, на которых укреплен электродвигатель и главный вал привода.

Операционный барабан состоит из двух чугунных кольцеобразных половин, вращающихся совместно. Внутри барабана неподвижно установлены правый и левый кулачки, в пазах которых катятся ролики, укрепленные на ползунах, обеспечивающих роликам возвратно-поступательное движение. Ползуны снабжены иглами двух видов: простыми для захвата рыбы за спинную часть и фасонными, захватывающими рыбу за хвостовой плавник. Ползуны смонтированы в окнах операционного барабана, причем каждый из них покоится на двух направляющих валиках и имеет по три простых иглы или по одной фасонной. В операционном барабане имеется 90 простых и 10 фасонных игл. Таким образом, обе половины операционного барабана несут 10 ползунов (пять пар) с фасонными иглами и 30 ползунов (15 пар) с простыми иглами. Ползуны с различными видами игл размещены в операционном барабане следующим образом: между каждыми двумя ползунами с фасонными иглами размещено по три пары ползунов с простыми иглами. За один оборот операционного барабана вокруг кулачков каждая пара ползунов по одному разу сближается (при захвате рыбы) и расходится (освобождает ее). Разделенные тушки падают на цепной транспортер, выносящий их из машины. Барабан опирается на шесть опорных роликов, свободно насаженных на три оси, укрепленные в подшипниках станины.

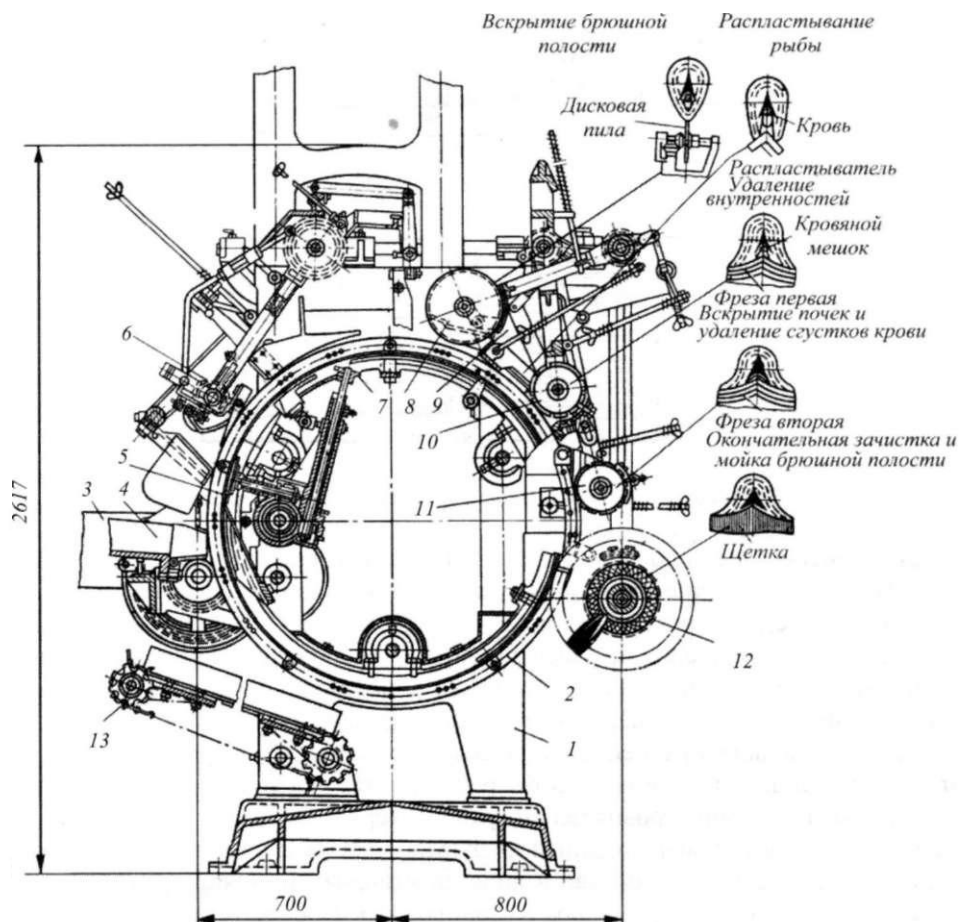


Рис. 10.45. Рыборазделочный полуавтомат ИРА

Зазор между правой и левой половинами барабана в зависимости от величины обрабатываемой рыбы и ее конфигурации регулируют путем перемещения опорных роликов барабана по их осям. С наружной стороны операционного барабана имеются чугунные цилиндрические шестерни, с помощью которых барабан приводится в движение. Фигурные и простые иглы выступают в щели между половинами барабана. Профиль этих щелей соответствует форме спинной части лососевых рыб.

Головоотсекающий стол (рис. 10.46) представляет собой чугунную раму 1, один конец которой крепится к станине, а второй – покоится на двух стойках. Поперек стола в двух подшипниках укреплен приводной вал 5, на котором расположены четыре звездочки цепных транспортеров 6 и пять двухлопастных пальцев 4. Один из этих пальцев является фасонным и имеет на концах фигурные щели, позволяющие ему проходить через плоскость головоотсекающего ножа 3.

Помимо четырех основных цепей транспортера, стол оборудован пятой цепью, обеспечивающей правильную подачу головы рыбы к пальцам головоотсекающего ножа. Над приводным валом укреплен кронштейн 2, который придает рыбе определенное направление в процессе ее обезглавливания.

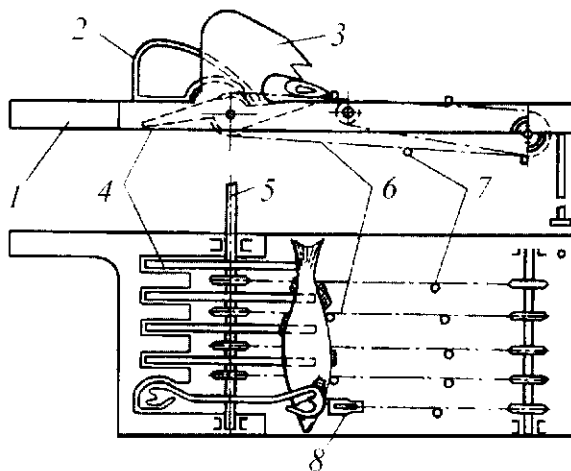


Рис. 10.46. Головоотсекающий стол рыбоборазделочного автомата ИРА

Цепи транспортера снабжены шпильками 7, с помощью которых рыба подается к ножу. Рабочее положение контрольной цепи должно соответствовать положению, при котором очередная шпилька ее опускалась бы в прорезь 8 зеркала стола. Добиваются этого путем смещения ведущей звездочки контрольной цепи относительно ее ступицы. На остальных четырех цепях звенья с выступающими шпильками вместе со шпилькой на контрольной цепи должны располагаться по контуру рыбы.

На столе неподвижно укреплен чугунный держатель, к которому болтами плотно прикреплен головоотсекающий нож; режущая кромка ножа имеет кривой профиль и расположена выше уровня цепей транспортера.

Загрузочный лоток, выполненный из чугуна, укреплен на чугунной раме стола. На конце лотка имеется устройство в виде двустворчатой воронки, центрирующее рыбу по отношению к центру зазора фасонных игл. Обе части воронки шарнирно укреплены на двух осях, связанных между собой зубчатыми секторами и пружиной. Наклон загрузочного лотка должен быть таким, чтобы при подаче рыбы в барабан фасонные иглы захватывали хвостовой плавник по линии позвоночника. Наклон лотка регулируют упорным болтом.

Механизм для обрезания хвостовых, спинных и жировых плавников состоит из дисковой пилы, обрезающей хвостовые плавники, и тарельчатой пилы, обрезающей жировые и спинные плавники. Оба рабочих инструмента приводятся в движение от одной цилиндрической шестерни со спиральным зубом посредством соединения с дополнительными цилиндрическими шестернями, расположенными в чугунном корпусе.

Механизм расположен на горизонтальном валу, укрепленном в подшипниках станины. С помощью тяги его можно поднимать или опускать относительно операционного барабана, регулируя тем самым глубину и чистоту реза.

Зазор между направляющими ушками, расположенными на планке, регулируют в зависимости от величины обрабатываемой рыбы.

Механизм для обрезания анальных и брюшных плавников состоит из дисковой пилы, нажимной лапы, двух пар конических и одной пары цилиндрических шестерен, расположенных в чугунном корпусе. Корпус подвешен на тяге, позволяющей

регулировать пилы по отношению к операционному барабану. Для нормальной работы механизма нижняя плоскость направляющих крыльев должна отстоять от поверхности операционного барабана на расстоянии 15...20 мм, а дисковая пила – располагаться перпендикулярно радиусу барабана. При этом крылья сжимаются под действием спиральной пружины, которая должна достаточно крепко захватывать брюшко рыбы, но не затруднять проход ее к дисковой пиле. Рыба не должна вырываться из операционного барабана.

Механизм дополнительно снабжен двумя парами вспомогательных крыльев, установленных до и после дисковой пилы и центрирующих подачу рыбы в процессе ее движения вдоль рабочего инструмента.

Механизм для вскрытия брюшной полости состоит из чугунного кронштейна (внутри него проходит валик, передающий вращение пиле через пару конических шестерен), дисковой пилы, нажимной лапы, сектора и тяги. В зависимости от размера обрабатываемой рыбы пилу устанавливают с помощью тяги на расстоянии 20...25 мм от щитка операционного барабана. Глубину реза регулируют сектором с помощью болтов, а начало реза – нажимной лапой.

Механизм для распластывания тушек состоит из распластывателя, укрепленного на трех тягах, позволяющих регулировать его положение по отношению к операционному барабану. Распластыватель представляет собой сошник, снабженный стальными пластинками для срезки пленок с внутренних стенок брюшной полости, наматывающихся на распластыватель. Пластинки устанавливают на 1,5...2,0 мм ниже распластывателя.

Механизм, удаляющий внутренности из брюшной полости и вскрывающий почки и удаляющий сгустки крови вдоль позвоночника, конструктивно выполнен одинаково, за исключением второй фрезы, имеющей более удлиненную форму у механизма, вскрывающего почки.

Эти механизмы представляют собой качающиеся рамы, нижний конец которых покоится на тягах, снабженных для амортизации спиральными пружинами. Рабочим инструментом является комбинированная фреза, состоящая из двух фасонных полужез, между которыми устанавливают дисковую пилу. Степень прилегания фрезы к операционному барабану, зависящую от величины обрабатываемой рыбы, регулируют натяжением пружин барашком. Для защиты тканей брюшной полости от повреждения ребрами фрезы и для обрезания внутренностей, захватываемых фрезой, имеется предохранительный щиток – плоский нож.

Рабочим инструментом механизма для окончательной зачистки и мойки брюшной полости является фасонная круглая щетка из капроновых волокон (в старых моделях щетки были травяные и резиновые), расположенная на нижнем конце дающей рамы и приводимая во вращательное движение через конические шестеренчатые передачи. Щетка снабжена предохранительным щитком, защищающим ворс при сильном нажатии от чрезмерного износа, а ткани рыбы от повреждения. Качающаяся рама, несущая щетку, подвешена на двух тягах. Щетку прижимают к полости рыбы спиральными пружинами с помощью гаек. Сила действия пружин устанавливается практически.

Для выноса разделанных тушек из-под операционного барабана предусмотрен цепной конвейер, представляющий собой прямоугольный желоб. Вдоль конвейера движется денной скребковый транспортер, приводимый в движение от общего привода машины.

Ко всем рабочим инструментам, а также к местам, где скопляются отходы, подается водопроводная вода. Для нормальной работы полуавтомата она должна подаваться под давлением до 0,2 МПа.

Полуавтомат снабжен двухскоростной зубчатой передачей. Производительность полуавтомата при включении на первую скорость составляет 40 рыб в минуту. Частота вращения операционного барабана при этом составляет 8 об/мин. При включении на вторую скорость производительность увеличивается до 60 рыб в минуту, а частота вращения операционного барабана – до 12 об/мин.

Из бункера рыба через течку подается к столу полуавтомата. Ее поштучно укладывают поперек пятилинейного цепного транспортера головоотсекающего стола, спинкой к операционному барабану, а головой к головоотсекающему ножу. Одновременно с укладкой фиксируют линию отделения головы от тушки по шпилькам контрольной цепи или по специальному указателю, расположенному вдоль контрольной цепи.

Рыба, уложенная поперек стола, захватывается и подается к пальцам головоотсекающего ножа, которые снимают рыбу с цепного транспортера и подают ее к головоотсекающему ножу, обрезающему голову по линии жаберных крышек. Отделенная голова скатывается вниз, а обезглавленная тушка поступает на дальнейшую обработку.

Ввиду того, что фреза, удаляющая внутренности и половые продукты, сильно повреждает ястыки и резко снижает качество икры, в настоящее время ястыки вынимают из брюшной полости вручную. При этом стол полуавтомата отделяют от загрузочного лотка и устанавливают между ними ленточный транспортер длиной 2 м и шириной 600 мм. Обезглавленная рыба поступает со стола на транспортер, где через головной срез вручную вынимают ястыки. После этого рыба поступает на загрузочный лоток.

Техническая характеристика рыборазделочного полуавтомата ИРА

Производительность, рыб/мин.....	40...60
Расход воды, м ³ /ч.....	1,0...1,5
Мощность электродвигателя, кВт.....	4,5
Габаритные размеры, мм.....	4180×1835×2617
Масса, кг.....	2100

Инженерные расчеты. Производительность рыборазделочного полуавтомата P , (кг/с), определяется по формуле

$$P = tna,$$

где t – средняя масса одной рыбы, кг; n – частота вращения операционного барабана, с⁻¹; a – число пар фасонных игл на операционном барабане, шт.

Мощность электродвигателя N , (кВт), рыборазделочного полуавтомата

$$N = (N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_{11}) / \eta,$$

где N_1 – мощность, затрачиваемая на обрезание хвостового плавника, кВт; N_2 – мощность, затрачиваемая на обрезание анальных плавников, кВт; N_3 – мощность, затрачиваемая на обрезание спинного плавника, кВт; N_4 – мощность, затрачиваемая

на обрезание хвостового плавника, кВт; N_5 – мощность на валу первой фрезы, кВт; N_6 – мощность на валу второй фрезы, кВт; N_7 – мощность на валу щетки, кВт; N_8 – мощность на валу выносного транспортера, кВт; N_9 – мощность на валу пальцев, подающих рыбу на головоотсекающий нож, кВт; N_{10} – мощность, затрачиваемая на преодоление трения в опорных роликах барабана, кВт; N_{11} – мощность, затрачиваемая на зажим рыбы иглами, кВт; η – КПД привода.



Ваша идея, конечно, безумна. Весь вопрос в том, достаточно ли она безумна, чтобы оказаться верной.
БОР НИЛЬСЕН (1885–1962), датский физик

10.15. ТЕХНИКА БУДУЩЕГО: НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Шелушильно-шлифовальная машина (Пат. № 2159679 РФ, В02 В3/02) относится к устройствам для обработки зерна.

Шелушильно-шлифовальная машина (рис. 10.47) состоит из корпуса 1, загрузочного патрубка 2, выпускного патрубка 3, привода 4, установленного в корпусе 1 соосно с ним ситового цилиндра 5 с внутренней шероховатой поверхностью, заключенного в нем полого вала 6 с отверстиями, на котором под загрузочным патрубком 2 установлен подающий шнек 7 и закреплены по ходу вала 6 вертикально абразивные круги 8, между которыми установлены нагнетатели воздуха 9, по наружной поверхности которых расположены обечайки 10. Ситовый цилиндр 5 имеет перфорацию в виде пазов 11, расположенных наклонно к его образующей.

Привод 4 через клиноременную передачу сообщает вращение валу 6, установленному на нем подающему шнеку 7 и закрепленным абразивным кругам 8. Через загрузочный патрубок 2 загружают зерно, которое затем подающим шнеком 7 доставляется в рабочую зону шелушения или шлифования, преимущественно попадая в нижнюю часть кольцевого зазора между ситовым цилиндром 5 и абразивными кругами 8 под действием силы тяжести. Перемещение зерна происходит в направлении вращения полого вала 6, т. е. снизу вверх. В зазоре зерно контактирует с одной стороны с вращающимися поверхностями абразивных кругов 8, а с другой стороны – с шероховатой перфорированной поверхностью неподвижного ситового цилиндра 5.

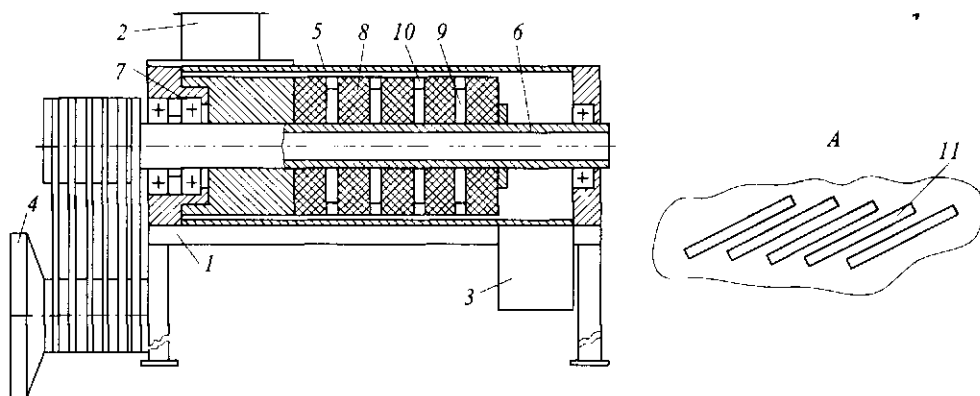


Рис. 10.47. Шелушильно-шлифовальная машина

Таким образом, происходит шелушение или шлифовка зерна в зависимости от вида, зернистости поверхности абразивных кругов 8. По мере прохождения зерна в рабочем пространстве от одного абразивного круга к другому 8 происходит многократное проскальзывание зерна, т. е. многократное небольшое падение под действием силы тяжести, направленной против основного движения зерна, таким образом, увеличивается время нахождения зерна в кольцевом зазоре. Одновременно зерно подвергается активной продувке воздухом от нагнетателей воздуха 9, расположенных между абразивными кругами 8, через щели между кольцами, составляющими обечайки 10, установленные по поверхности абразивных кругов 8. Благодаря этому процессу обрабатываемый продукт интенсивно перемешивается, частицы отшелушенных оболочек с большей скоростью улаляются через перфорацию в форме пазов 11 ситового цилиндра 5, изготовленного в данном случае из высокопрочной стали, из рабочего зазора попадают в поддон, который по мере надобности очищается с помощью удаленной автономной аспирационной системы, например вентилятора.

Пройдя весь этот цикл обработки, зерно попадает в выпускной патрубок 3, откуда и происходит его выгрузка.

Предложенная шелушильно-шлифовальная машина при установленной электрической мощности 22 кВт и частоте вращения абразивных кругов 1200 об/мин имеет производительность порядка 1500 кг/ч и коэффициент шелушения (например, по пшенице) – 0,9.

Шелушильно-шлифовальная машина *отличается* тем, что ситовый цилиндр имеет перфорацию в форме пазов, расположенных наклонно к образующей ситового цилиндра. Шелушильно-шлифовальная машина *отличается* тем, что внутренняя поверхность ситового цилиндра выполнена шероховатой. Шелушильно-шлифовальная машина *отличается* тем, что обечайки представляют собой наборы колец.

Устройство для шелушения зерновых материалов (Пат. № 2160636 РФ, В02 В3/00) относится к устройствам для шелушения (снятия оболочек) зерна различных культур.

Устройство для шелушения зерна (рис. 10.48) содержит питатель для подачи зерна 1 и воздуховод, выполненный в виде вихревой трубы 2, включающей тангенциальное сопло 3, трубу 4, внутренняя поверхность которой покрыта наждачной массой, и диафрагму 5, через которую зерно поступает в вихревую трубу. К выходу вихревой трубы присоединена приемная камера 6 с эжекторами 7 для подачи сепарирующего потока воздуха. Приемная камера 6 имеет бункер 8 для сбора отшелушенного ядра зерна и шлюзовой затвор 9 для его вывода, а также бункер 10 для сбора снятых пленок и шлюзовой затвор 11 для их выхода. Для выхода воздуха служит патрубок 12. Для регулирования четкости воздушного разделения ядра и пленки в приемной камере имеется поворотный клапан 13.

При подаче воздуха от компрессора в тангенциальное сопло 3 вихревой трубы 2 (вихревая труба работает в режиме вихревого эжектора) движение воздушного потока вдоль трубы 4 происходит по спирали, из-за чего по оси трубы образуется область низкого давления. В результате этого зерно засасывается из подающего питателя 1, проходит через диафрагму, подхватывается воздушным потоком, контактирует со стенками трубы, покрытой наждачной массой, и таким образом осуществляется процесс шелушения. В результате того, что движение зерна происходит вдоль стенок трубы по спирали, значительно увеличивается интенсивность шелушения. Окончательное разделение ядра и пленки завершается в приемной камере 6 потоком воздуха, поступающего через эжекторы 7 (в которые воздух также поступает от ком-

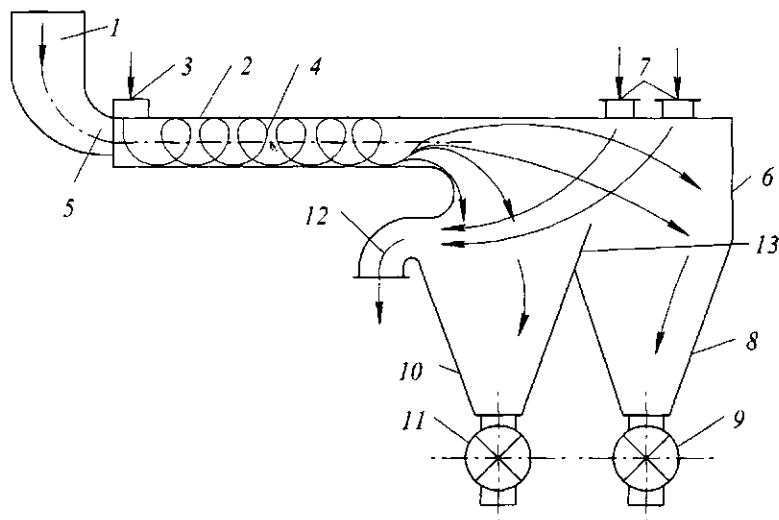


Рис. 10.48. Устройство для шелушения зерновых материалов

прессора) и пересекающего струю продуктов шелушения в полете. Ядро летит в бункер 8 и выводится через шлюзовой затвор 9, а пленки увлекаются потоком воздуха и поступают в бункер 10, из которого выводятся через шлюзовой затвор 11. Четкость воздушного разделения ядра и пленки осуществляется поворотом клапана 13.

Устройство для шелушения зерновых материалов отличается тем, что воздуховод выполнен в виде вихревой трубы, включающей установленное на входе тангенциальное сопло и диафрагму.

Устройство для шелушения зерна (Пат. № 2174443 РФ, В02 В3/12) относится к мукомольно-крупяной, пищевой и комбикормовой промышленности.

Устройство для шелушения зерна (рис. 10.49) содержит корпус 1, внутри которого расположены наклонные опоры 2. Корпус 1 в нижней части оканчивается цилиндрическим зерносорбником 3 и выгрузным затвором 4. Под выгрузным затвором 4 внизу корпуса 1 размещен патрубок 5 для всасывания воздуха в корпус 1. К конической части корпуса 1 прикреплены стойки 6 в качестве опор корпуса 1. Внутри корпуса 1 на наклонных опорах 2 установлена (или приварена) опорная плита 7 для крепления на ней электродвигателя 8, к которому присоединена защитная электроизолированная от корпуса 1 труба 9 для размещения в ней электропровода. Электродвигатель 8 с помощью эластичной соединительной муфты 10 соединен с зернопроводом 11 с соплами 12 на концах для сообщения ему вращательного движения, а сверху зернопровод 11 соединен с загрузочным патрубком 13 (бункером) с дозатором 14. Сверху на корпусе 1 расположен по меньшей мере один патрубок 15 для отвода шелухи. К зернопроводу 11 снизу прикреплены лопасти 16 всасывающего вентилятора. При подаче электрического напряжения на электродвигатель 8 его вал вместе с муфтой 10 и соосно расположенным загрузочным патрубком 13 (бункером) приводится во вращательное движение с частотой вращения n , вследствие чего зерно за счет действия центробежной силы перемещается из загрузочного патрубка 13 через зернопровод 11 к соплам 12, выполненным, например, в виде сопла Лавала.

За счет создаваемого в нем разрежения и движения самого сопла 12 со скоростью порядка до 300...500 м/с и более зерно (зерновка) выходит из него и на выходе попадает в зону резкого перепада давления, вследствие чего зерновая оболочка слетает и в виде шелухи (лузги) подхватывается восходящим потоком воздуха и удаляется из корпуса 1 через патрубок (патрубки) 15. Очищенное зерно, продолжая движение по винтовой кривой по внутренней поверхности корпуса 1, попадает в зерносорбник 3 и по мере накопления очищенного зерна удаляется через выгрузной затвор 4. Восходящий поток воздуха (циклонирование) создается за счет лопастей 16, закрепленных на зернопроводе 11. Дозатор 14 позволяет подавать в загрузочный патрубок 13 дозированный поток неочищенного (исходного) зерна (не показано), обеспечивая требуемую производительность установки. Охлаждение обмоток электродвигателя 8 осуществляется входящим воздухом, всасываемым через патрубок 5 для всасывания воздуха. Для обеспечения более жесткого крепления двигателя 8 к корпусу 1 и снижения вибраций последнего в силу недостаточной балансировки вращающихся элементов возможна дополнительная установка растяжек между корпусом электродвигателя 8 (не показано) и корпусом 1 или установка упорного подшипника между бункером 13 и верхней (плоской) частью корпуса 1 (не показано). Внутренний диаметр d зернопровода (сечение А-А) конструктивно подбирается в зависимости от размеров очищаемого зерна (для гречки $d = 6,0...7,0$ мм), а внешний диаметр D рассчитывают в зависимости от заданной частоты вращения n и материала зернопровода. Внутренний диаметр d_c сопловой головки (сопла) 12 подбирают также (сечение С-С) в зависимости от размеров зерна, а наружный диаметр D_c — из условия минимизации массы сопловой головки.

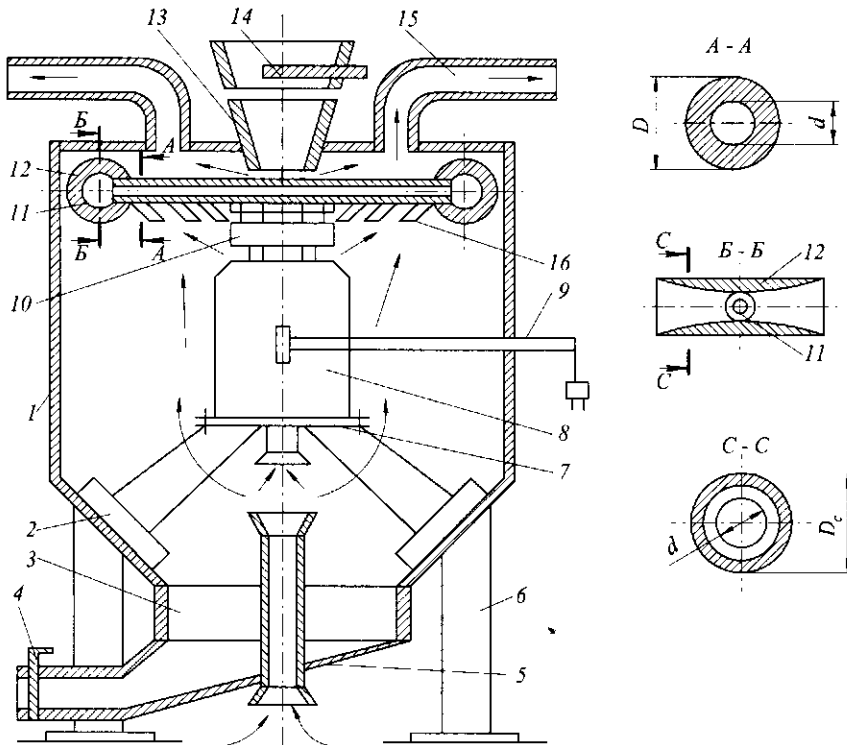


Рис. 10.49. Устройство для шелушения зерна

Устройство для шелушения зерна *отличается* тем, что загрузочный патрубок снабжен зернопроводом с соплами на концах и связан с валом электродвигателя для сообщения ему вращательного движения, а на зернопроводе смонтированы лопасти всасывающего вентилятора, кроме того, внизу корпуса выполнен патрубок для всасывания воздуха в корпус, а сверху, по меньшей мере, один патрубок для отвода шелухи, при этом электродвигатель расположен в корпусе на опорах и соединен муфтой с зернопроводом.

Очиститель головок корней свеклы (Пат. № 2172088 РФ, А47 J17/00) относится к области сельского хозяйства, в частности может быть использован для очистки головок корнеплодов от ботвы на корню.

На рис. 10.50 представлена схема очистителя головок корней свеклы; на рис. 10.51 – очистительный ножевой барабан; на рис. 10.52 – шариковая направляющая.

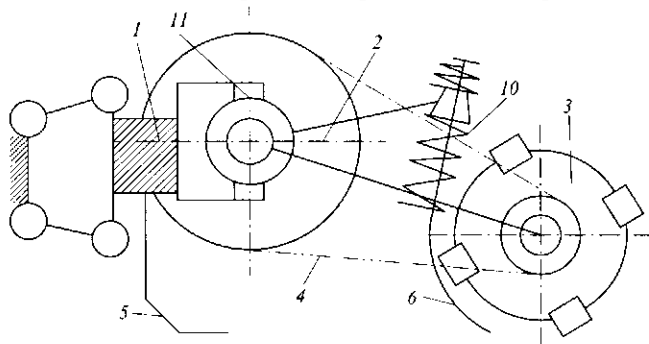


Рис. 10.50. Схема очистителя головок корней свеклы

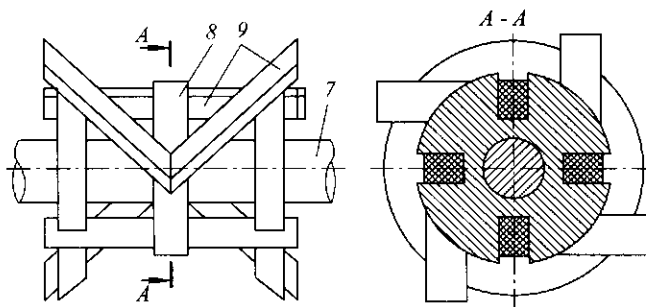


Рис. 10.51. Очистительный ножевой барабан

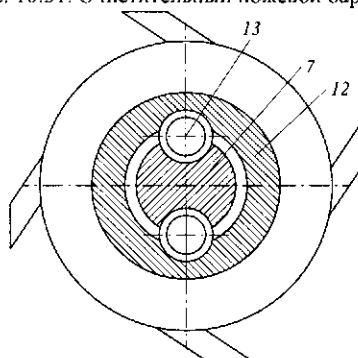


Рис. 10.52. Шариковая направляющая

Очиститель содержит раму 1 с навеской, обеспечивающей ее горизонтальное перемещение, радиальную подвеску 2 очистительно-ножевого барабана 3, привод 4 очистительно-ножевого барабана 3, прикрепленный к раме полозовидный копир 5 и ограничитель – лыжу 6 подвески 2. Барабан 3 состоит из вала 7 и жестко прикрепленных к нему опорно-копирующим диском 8 с V-образными ножами 9 в виде улавливающей вилки и установлен на радиальной подвеске 2 с пружинной системой 10 с возможностью поперечно-горизонтального перемещения вместе с подвеской 2 посредством карданного подвеса 11, причем вертикальная ось последнего принадлежит раме 1, или относительно радиальной подвески 2 посредством по крайней мере двух шариковых направляющих, включающих обойму 12 с желобом и жестко прикрепленный к ним хотя бы один опорно-копирующий диск 8, вал 7 с желобом и шариком 13. Диаметр опорно-копирующего диска 8 больше или равен диаметру описанных окружностей внутренних концов ножей и меньше диаметра описанных окружностей наружных концов ножей.

Очиститель работает следующим образом. При поступательном перемещении очистителя полозовидный копир 5 центрирует раму 1 относительно ряда свеклы. Очистительные барабаны 3 прижаты опорно-копирующими дисками 8 к головкам корней радиальной подвеской 2 с пружинной системой 10. Опорная поверхность диска 8 предотвращает его врезание в корень и обеспечивает вертикальное копирование головки корня. Осевые составляющие силы резания со стороны корня на V-образные ножи 9 в виде улавливающей вилки перемещают очистительный барабан 3 таким образом, что их действие на один и другой ножи выравнивается. Эти силы центрируют очистительный барабан 3, направляя опорно-копирующий диск 8 по середине головки корня, перемещая его или вместе с подвеской 2 посредством карданного подвеса 11, или относительно подвески 2 по шариковой направляющей 12, 13, что обеспечивает поперечно-горизонтальное копирование каждого корня. Вращающиеся прямолинейные лезвия ножей 9 перемещаются по поверхности однополостного гиперboloида, что вместе с опорно-копирующим диском 8 обеспечивает близкую к сферической форму очищенной головки корня. Толщину срезаемого слоя головки корня определяет величина выступания ножей 9 над опорно-копирующим диском 8, который исключает чрезмерное врезание ножей 9 в головку корня, уменьшая потери сахароносной массы. Ограничитель-лыжа 6 предотвращает врезание ножей 9 очистительного барабана 3 в почву при отсутствии под опорно-копирующим диском 8 головки корня, ограничивая амплитуду вертикальных колебаний очистительного барабана 3.

Очиститель головок корней свеклы *отличается* тем, что барабан оснащен хотя бы одним опорно-копирующим диском, к которому прикреплены V-образные ножи в виде улавливающей вилки, причем диаметр опорно-копирующего диска больше или равен диаметру описанных окружностей внутренних концов ножей и меньше диаметра описанных окружностей наружных концов ножей, а барабан установлен с возможностью горизонтального перемещения относительно подвески или вместе с подвеской относительно рамы. Очиститель головок корней свеклы *отличается* тем, что *ножевой* барабан соединен с его валом привода посредством хотя бы двух шариковых направляющих. Очиститель головок корней свеклы *отличается* тем, что подвеска соединена с рамой посредством карданного подвеса.

Устройство для очистки от кожуры картофеля, овощей и плодов (Пат. № 2146489 РФ, А47 J17/00) относится к устройствам по переработке продуктов.

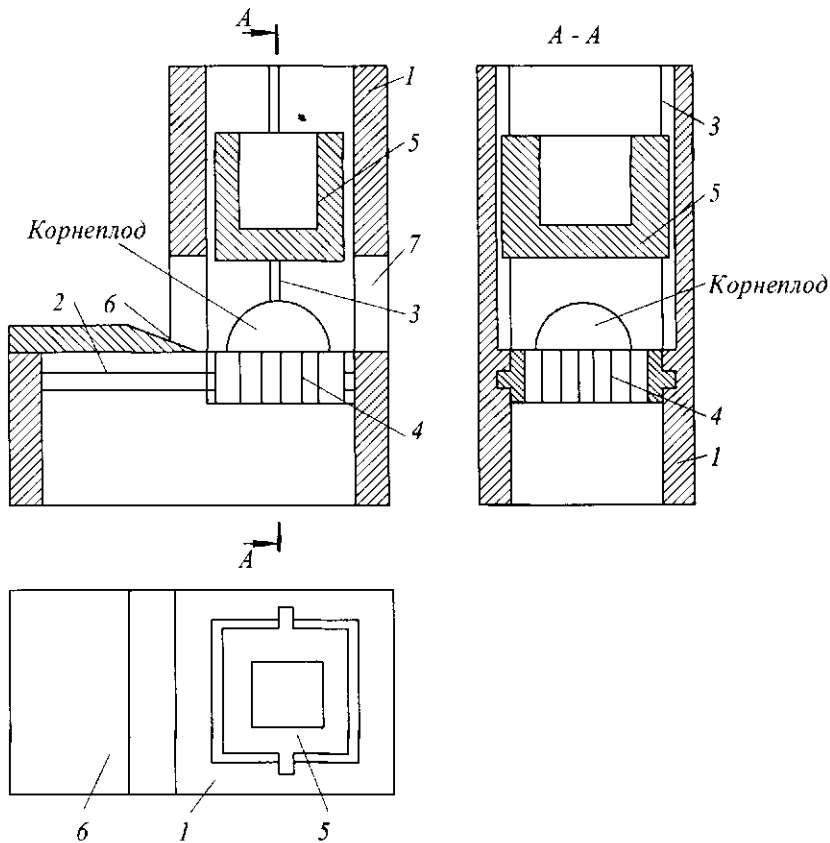


Рис. 10.53. Устройство для очистки от кожуры картофеля, овощей и плодов

На рис. 10.53 изображен основной вид устройства в разрезе по оси симметрии. Устройство содержит корпус 1 и отрезной нож 6. В корпусе сделаны взаимно перпендикулярные пазы 2 и 3. Кроме того, имеется сотовый нож 4, расположенный в пазах 2; столик 5, расположенный в пазах 3; а отрезной нож 6 закреплен в корпусе 1 параллельно рабочей поверхности сотового ножа 4 и прилежит режущей кромкой к этой поверхности; загрузочное отверстие 7.

Устройство работает следующим образом. Сотовый нож 4 в пазах 2 устанавливается в крайнее положение, напротив столика 5. Столик 5 в пазах 3 отходит от сотового ножа 4 в крайнее положение и в образовавшейся полости, срезом на рабочую поверхность сотового ножа 4 устанавливается половинка картофелины. Столик 5 перемещается навстречу сотовому ножу 4, вдавливая в него картофель, и останавливается, не доходя до поверхности сотового ножа на заданное расстояние. Затем сотовый нож 4 в пазах 2 перемещается в сторону отрезного ножа 6, режущая кромка которого срезает выступающую из сотового ножа 4 часть картофеля вместе с кожурой.

После срезания сотовый нож 4 и столик 5 передвигаются в исходное положение, и процесс повторяют. Каждая последующая картофелина выталкивает из сот сотового ножа 4 кусочки очищенного перед этим картофеля.

Устройство для очистки от кожуры картофеля, плодов и овощей, содержащее корпус и отрезной нож, отличается тем, что в корпусе расположены сотовый нож для разрезания продукта на кусочки и столик для выравнивания кусочков по поверхности, имеющие возможность перемещения рабочими поверхностями навстречу друг другу и обратно, при этом режущая кромка отрезного ножа прилегает к рабочей поверхности сотового ножа, который установлен с возможностью перемещения в сторону отрезного ножа.

Устройство для обрушивания подсолнечных семян (Пат. № 2162880 РФ, С11 В1/04) относится к масложировой промышленности.

Устройство для обрушивания подсолнечных семян (рис. 10.54) состоит из двух вертикального расположенных секций, в которых происходит обрушивание семян и разделение рушанки на фракции.

Верхняя секция рушки состоит из цилиндрических корпусов 1 и 2, крышки 3 с патрубком 4 для засыпки семян и вертикального вала 5 с закрепленным на нем быстровращающимся диском 6 с лопатками 7.

На внутренней стороне поверхности корпусов 2 и 8 на уровне лопаток 7 закреплены сегменты 9, которые одновременно являются соединительными звеньями между корпусами. К сегментам крепится амортизирующий материал, например ткань, служащая декой 10. Нижний край материала не закреплен и свободно свисает для лучшего гашения скорости ударяющихся о него семян. Привод вала 5 осуществляется клиноременной передачей от электродвигателя, шарнирно закрепленного на корпусе 1.

Внутри цилиндрических корпусов 1, 2 и 8 находится питатель в виде установленных по оси на различной высоте конусов 11, 12 и 13, разделяющих поток семян равномерно по окружности, и механизм регулирования точки попадания семян на лопатки диска, состоящего из четырех подвижных секторов 14 (см. рис. 10.54) с сужающимися конусными пазами 15, которыми через рычажную систему 16 осуществляется изменение точки попадания семян на лопатки диска. Регулируют механизм вращения рукоятки 17.

Нижняя секция рушки состоит из корпуса 8, внутри которого на трех шаровых опорах установлен подвижный ситовой корпус 18 сита 19 и 20, и вала 21, который получает вращение от вала 5 через гибкий элемент – пружину 22. На нижнем конце вала 21 на шлицах закреплены эксцентриковые диски 23, перестановкой которых устанавливается нужная амплитуда колебаний сит.

На сите 20 установлено дополнительное устройство для отделения лузги от ядер семян, состоящее из ограничительного кольца и отсекателя 24. К нижней части корпуса 8 присоединен разделитель 25, отводящий разделенные фракции от рушки.

Семена, поступающие через патрубок 4, попадают сквозь конусные пазы 15 секторов 14 на лопатки 7. После удара о лопатки семена отскакивают на тканевую деку, где происходит гашение скорости обрушенных семян о ткань. Обрушенная и отраженная вниз от деки масса по конусу 13 поступает на верхнее сито 19. Недоруш, двигаясь по поверхности сита, попадает во внутренний отсек разделителя 25 и возвращается на повторную загрузку. Основная масса рушанки поступает на второе сито 20 и, двигаясь по нему, с помощью отсекателя 24 разделяется на лузгу и ядра, которые через соответствующие отсеки разделителя 25 поступают в отход и аспиратор, а вся маслянистая пыль и мелко разрушенные ядра, попавшие сквозь сито на дно корпуса 8, подаются на дальнейшую переработку.

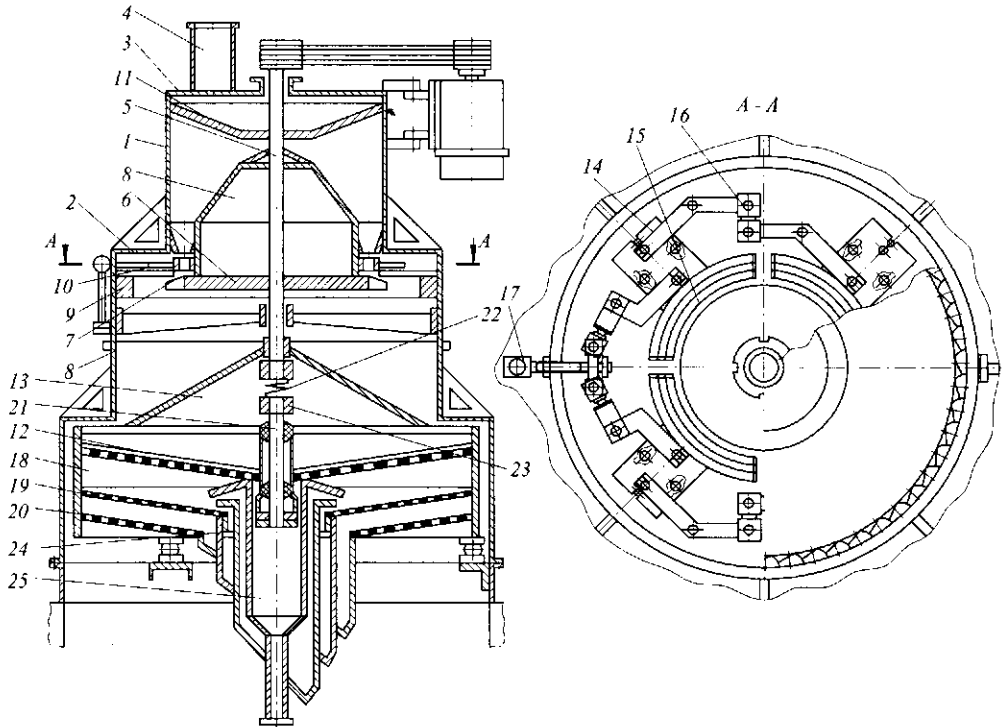


Рис. 10.54. Устройство для обрушивания подсолнечных семян

Устройство для обрушивания подсолнечных семян *отличается* тем, что питатель выполнен в виде конусов и механизма регулирования точки попадания семян на лопатки диска, дека выполнена из амортизирующего материала, дополнительно установлен ситовый корпус на шаровых опорах с устройством для отделения лузги от ядер семян.

В этой главе наиболее важными являются следующие моменты.

1. Знание механизма удаления покрова с растительного и животного сырья позволяет правильно выбрать способы его очистки и разделки.

2. Комплексное рассмотрение оборудования, имеющего одно и то же функциональное назначение, но предназначенное для сырья разных видов, дает возможность систематизировать знания в области процессов очистки пищевого сырья от наружного покрова и разделки, что создает научную основу для разработки новых технологий.

3. Анализ факторов, влияющих на производительность машин для очистки исходного сырья от наружного покрова и разделки, позволяет определить основные направления повышения эффективности работы оборудования.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что Вы понимаете под процессом очистки?
2. Какие способы очистки растительного и животного сырья от наружного покрова Вы знаете?
3. В чем состоит механизм каждого способа очистки растительного и животного сырья от паружного покрова?
4. Как классифицируется оборудование для очистки растительного и животного сырья от наружного покрова?
5. Как оценивается технологическая эффективность очистки в обочных машинах?
6. Какие факторы влияют на производительность обочных и щеточных машин?
7. В чем заключается принцип действия шелушильных и шлифовальных машин?
8. Каково устройство бичевых машин и каков их принцип работы?
9. Каково устройство гребнеотделительных машин и каков их принцип работы?
10. Как рассчитать производительность гребнеотделительных машин?
- 11.* От каких факторов зависит производительность картофелеочистки КНЛ-600М?
12. Каково устройство машин для отделения шелухи и плодоножек? Принцип их работы.
13. Как классифицируются протирочные машины?
14. Какие требования предъявляются к разделочным машинам?
15. Какие факторы влияют на производительность и эффективность работы протирочных машин?
16. Какие виды машин применяют для снятия шкур животных?
17. Как рассчитать производительность машин для снятия шкур животных?
18. Какие факторы влияют на технологическую эффективность машин для снятия оперения птиц?
19. Как обрабатывают тушки птицы для того, чтобы ослабить удерживаемость оперения в коже тушек птицы?
20. Каковы особенности эксплуатации и обслуживания машин для снятия оперения птиц?

УПРАЖНЕНИЯ

Предложите в виде эскизов Ваши решения инженерных задач, связанных с развитием конструкций:

- обочных и щеточных машин;
- машин для шелушения и шлифования зерновых культур;
- бичерушки;
- гребнеотделителей;
- машин для очистки картофеля и корнеплодов;
- машин для отделения шелухи и плодоножек;
- протирочных машин;
- установки для снятия шкур животных;
- машины для снятия оперения с птиц;
- машины для снятия чешуи с рыбы;
- разделочных машин.

Эти решения должны предполагать совершенствование и модернизацию оборудования. Они направлены на:

- повышение производительности;
- повышение качества продукции;
- улучшение условий труда рабочего с точки зрения эргономики, техники безопасности и охраны труда;
- экономию времени на санитарное обслуживание оборудования;
- экономию времени на техническое обслуживание оборудования;
- экономию энергоресурсов;
- экономию конструкционных материалов;
- повышение технологичности конструкции с точки зрения изготовления и ремонта;
- улучшение дизайна оборудования;
- снижение себестоимости продукции другими, кроме перечисленных выше, путями.

Вместе с этими, преимущественно машиноведческими, аспектами рассмотрите возможность развития конструкций машин и аппаратов с точки зрения повышения качества самих технологических процессов, которые реализуются этим оборудованием. Речь идет об увеличении точности, устойчивости, надежности, управляемости и стабильности технологических процессов, а также о снижении их чувствительности к возмущающим факторам окружающей среды.

По результатам Вашей работы сделайте заключение о том, в какой мере Ваши предложения повышают готовность машин и аппаратов к эффективной автоматизации данных технологических процессов.



Важнейшая задача цивилизации –
научить человека мыслить.
ЭДИСОН ТОМАС АЛВА (1847–1931),
американский электротехник, изобретатель

Глава 11

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Измельчение – процесс механического воздействия на продукт рабочими органами, который приводит к преодолению сил взаимного сцепления и увеличению поверхности твердых материалов.

В пищевой промышленности измельчение применяют для увеличения поверхности твердых материалов с целью повышения скорости биохимических и диффузионных процессов при переработке фруктов, овощей и т. д., а также в процессах переработки пищевых отходов. Измельчение широко используют в мукомольном, мясном, свеклосахарном, спиртовом, пивоваренном, консервном и других производствах.



Тому, кто не постиг науки добра,
всякая иная наука приносит лишь вред.
МОНТЕНЬ МИШЕЛЬ де (1533–1592),
французский философ и писатель

11.1 НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Измельчение материалов осуществляют путем раздавливания (рис. 11.1, а), раскалывания (рис. 11.1, б), истирания (рис. 11.1, в) и удара (рис. 11.1, г).

При измельчении обычно имеют место несколько сопутствующих видов измельчения. Например, истирание сопровождается раздавливанием, раскалыванием, измельчением при ударе. При истирании материалов образуется большое количество пыли и в ряде случаев имеет место переизмельчение, что иногда недопустимо. Выбор метода измельчения зависит от крупности и прочности кусков измельчаемых материалов. Прочные и хрупкие материалы измельчают раздавливанием и ударом, прочные и вязкие – раздавливанием, вязкие материалы средней прочности – истиранием, ударом и раскалыванием.

Процессы измельчения разделяются на дробление (крупное, среднее и мелкое), измельчение (тонкое и очень тонкое) и резание. Резание применяют, когда требуется не только уменьшить размер кусков, но и придать им определенную форму. Изрезанию подвергаются овощи и фрукты, конфетная и тестовая масса, мясо и другие продукты.

Результат измельчения характеризуется степенью измельчения, равной отношению среднего характерного размера D куска материала до измельчения к среднему характерному размеру d куска после измельчения

$$i = D/d.$$

Измельчение осуществляется под действием внешних сил, преодолевающих силы взаимного сцепления частиц материала. При дроблении куски твердого материала сначала подвергаются объемной деформации, а затем разрушаются по ослабленным дефектам (макро- и микротрещинами), сечениям с образованием новых поверхностей. Куски продукта дробления ослаблены трещинами значительно меньше исход-

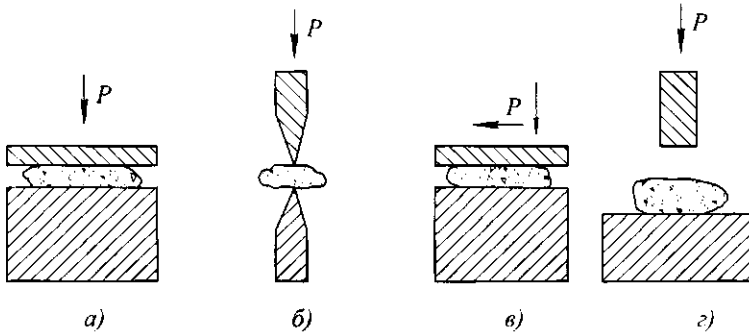


Рис. 11.1 Способы измельчения продуктов:
а – раздавливанием; б – раскалыванием; в – истирением; г – ударом

ных. Поэтому с увеличением степени измельчения возрастает расход энергии на измельчение.

Согласно гипотезе П.А. Ребиндера, затраты энергии A (Н·м) на измельчение какого-либо продукта для получения конечного продукта, состоящего из частиц определенной дисперсности, могут быть выражены формулой

$$A = K + \left(\sigma_p^2 V / 2E \right) m_y + k_p \Delta S \alpha,$$

где K – энергия, расходуемая на процессы деформации и образования продуктов износа рабочих органов измельчающей машины, Н·м; σ_p – разрушающее напряжение измельчаемого материала, Н/м²; V – объем измельчаемого материала, м³; E – модуль упругости измельчаемого материала, Н/м²; m_y – число циклов деформаций частиц измельчаемого материала; k_p – энергия на образование 1 м² новой поверхности для данного материала, Н/м; $\Delta S = S_k - S_n$ – вновь образованная поверхность (S_k , S_n – соответственно общая поверхность материала после и до измельчения), м²; α – безразмерный коэффициент, характеризующий для машины данной конструкции процесс образования новой поверхности:

$$\alpha = (S_k / S_n)^n = i^n,$$

здесь n – показатель степени, зависящий от условий измельчения.

Коэффициент полезного действия процесса измельчения определяется выражением

$$\eta_i = k_R \Delta S \alpha / \left[K + (m_y \sigma_p^2 V / 2E) + k_R \Delta S \alpha \right].$$

Анализ этих уравнений показывает, что для уменьшения энергозатрат следует стремиться к уменьшению упругих деформаций рабочих органов дробилок и повышению их износостойкости, к уменьшению числа циклов деформаций (m_y) частиц измельчаемого материала и к снижению разрушающих напряжений измельчаемого продукта.

Разрушение твердых зерен злаков происходит в результате сочетания деформаций сжатия и сдвига. Причем преобладание того или иного типа деформации зависит от отношения скоростей валцов и взаимного расположения несимметричных рифлей на поверхности валцов. Измельчение зерна и промежуточных продуктов в валцовых станках осуществляется в клиновидном пространстве, образованном ци-

линдрическими поверхностями двух параллельных валцов, вращающихся навстречу друг другу с различными скоростями.

Степень измельчения характеризуется уменьшением размера частиц и оценивается коэффициентом извлечения. Коэффициент извлечения k_n (%) определяют просеиванием навески продукта массой 100 г на ситах определенного номера до и после вальцового станка и рассчитывают по формуле

$$И = [(c - a)/(100 - a)] \cdot 100,$$

где a – масса проходовой фракции в продукте до вальцового станка (недосев), кг;
 c – масса проходовой фракции в продукте после вальцового станка, кг.

Зазор между вальцами устанавливают в зависимости от физико-механических свойств измельчаемого продукта и места в технологической схеме (процессы драный, плифовочный и размольный). Он колеблется в сравнительно широких пределах – от 0,05 до 1 мм. Так, например, на I драной системе номинальный зазор между приваленными невращающимися вальцами должен быть 0,8...1,0 мм; на II драной – 0,6...0,8; на III драной крупной – 0,4...0,6; на III драной мелкой – 0,2...0,4; на IV драной – 0,2...0,3; на размольных системах с рифлеными вальцами – 0,1...0,2 мм, а на остальных размольных системах – 0,05 мм.

Например, удельная нагрузка на I драную систему составляет 32...35 кг/(см·ч), а на I-ю размольную – 7...8 кг/(см·ч).

Резание – процесс механического расчленения продукта по линии его соприкосновения с острой кромкой лезвия путем сжатия и сдвига. Резание пищевых продуктов осуществляют для того, чтобы отделить от массива продукта определенную его часть, для разделения продукта на частицы заданных формы и размеров и для измельчения продукта без предъявления требований к форме частиц (рис. 11.2).

Нарезанные куски имеют правильную, заранее выбранную форму с ровными краями и обычно в дальнейшем подвергаются только тепловой обработке. При дроблении частицы продукта имеют неправильную форму и в большинстве случаев подвергаются дальнейшему тонкому измельчению.

Резание происходит в поле гравитационных, центробежных, втягивающих или толкающих сил, создаваемых режущими или специальными рабочими органами машины. Эти силы используются для обеспечения подачи продукции в зону измельчения и отвода ее из машины.

Сила сопротивления, воспринимаемая ножом при резании продукта, является равнодействующей следующих составляющих:

$$P = P_{рез} + P_{упр} + P_{тр},$$

где $P_{рез}$ – сопротивление продукта резанию, т. е. разделению его с образованием новых поверхностей, Н; $P_{упр}$ – сопротивление продукта упругим деформациям, которые вызываются внедрением в него ножа, Н; $P_{тр}$ – сила трения продукта о нож, связанная с обжатием его деформированным продуктом, Н.

Карпов В.И. предлагает определять $P_{рез}$ для всех форм и видов движения лезвия так

$$P_{рез} = q_b l \cos \beta,$$

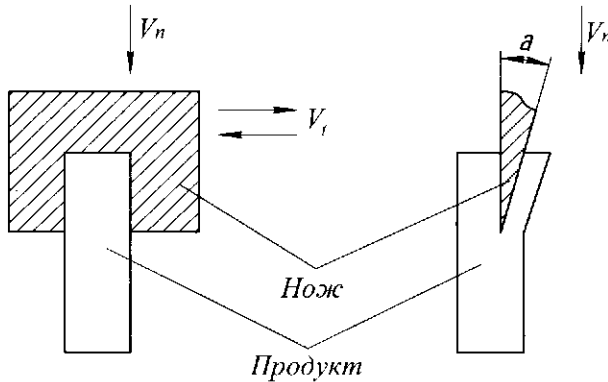


Рис. 11.2 Схема поступательного и параллельного движения ножа

где l – проекция достаточно малого участка лезвия на направление, перпендикулярное скорости его средней точки в продукте, м; q_b – удельное сопротивление нормальному резанию, Н/м; β – угол скольжения лезвия в этой точке, град.

Сила трения на рассматриваемом единичном участке лезвия составит

$$P_{mp} = f q_b \cos^2 \beta,$$

где f – приведенный коэффициент трения, учитывающий и заклинивание ножей в продукте.

Проекция силы трения на направление скольжения скорости ножа будет равна

$$P_{mp} \sin \beta = f q_b \cos^2 \beta \sin \beta.$$

Тогда сумма удельных сил собственно резания и составляющей силы трения, действующих против скорости лезвия относительно продукта, выразится уравнением

$$P = q_b \cos^2 \beta [l + 0,5 f \sin(2\beta)].$$

Мощность, обусловленная затратой энергии в единицу времени на преодоление сопротивлений, непосредственно связанных с выполнением резания продуктов, называется полезной, или технологической. Она определяется по формуле

$$N = A_{yo} \Pi_m F' / \eta_n,$$

где A_{yo} – удельная работа резания, отнесенная к единице вновь образованной поверхности продукта, Дж/м²; Π_m – теоретическая производительность механизма, кг/с; F' – вновь образованная площадь поверхности, отнесенная к единице массы продукта, м²/кг; η_n – КПД ножа, учитывающий трение его о продукт.

Гомогенизацией называется процесс измельчения жидких и пюреобразных пищевых продуктов за счет пропускания под большим давлением с высокой скоростью через узкие кольцевые щели. В результате воздействия на продукт различных гидродинамических факторов происходит дробление твердых частиц продуктов и их интенсивная механическая обработка. После гомогенизации количество диспергированных частиц увеличивается примерно в 200...500 раз, а их суммарная поверхность – в 6...8 раз. Гомогенизация не только изменяет дисперсность белковых компонентов продукта, но и влияет на физико-химические свойства продукта (плотность, вязкость, однородность состава и др.).

Основными рабочими органами гомогенизирующей головки являются седло и клапан, от конструкции которых в известной мере зависит степень дисперсности частиц при гомогенизации. Разнообразие конструкций гомогенизирующих устройств обусловлено стремлением повысить гомогенизирующий эффект за счет повышения турбулентности потока гомогенизируемой жидкости, усиления явлений кавитации, повышения скорости движения жидкости на входе в клапанную щель. Клапанная щель может быть гладкой и волнообразной с постоянным или переменным сечением.

Для преодоления сопротивления при прохождении через узкую щель продукт подается под высоким давлением (15...30 МПа).

Сила P , прилагаемая при подаче продукта, поднимает клапан, и между ним и седлом образуется узкий канал высотой h , через который протекает жидкость. Клапан остается над седлом в плавающем состоянии, и вследствие изменения гидродинамических условий (давления, вибрации) высота канала постоянно меняется.

Сила, с которой клапан прижимается к седлу, создается часто пружиной, в некоторых конструкциях – маслом под давлением, и может регулироваться. Ее величина определяется давлением, с которым осуществляется подача продукта. Тонкость измельчения (гомогенизация) зависит от давления, конструкции гомогенизирующего органа, равномерности подачи, состояния и предварительной обработки продукта.

Средний диаметр твердых частиц в плодовоовощном пюре или соке определяют по формуле

$$d_{cp} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^n d_i^3 n_i / n_i},$$

где d_{cp} — средний диаметр частиц для каждой группы, м; n_i — количество частиц в каждой группе, шт.



Молодость счастлива тем, что у нее есть будущее.
ГОГОЛЬ НИКОЛАЙ ВАСИЛЬЕВИЧ (1809–1852),
русский писатель

11.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Классификация измельчающих машин приведена на рис. 11.3. Измельчение пищевых сред реализуется в дробилках, вальцовых станках, жерновах, валковых мельницах, волчках, куттерах и т. д. Именно эти машины во многом определяют качественное протекание последующих стадий обработки пищевого сырья, формируя качество готового продукта.

Измельчение проводят в один или несколько приемов, в открытых или замкнутых циклах.

При измельчении в открытом цикле куски материала проходят через измельчающую машину один раз. Если в исходном материале имеется примесь мелочи, то ее предварительно отсеивают. В открытом цикле проводят, как правило, крупное и среднее дробление.

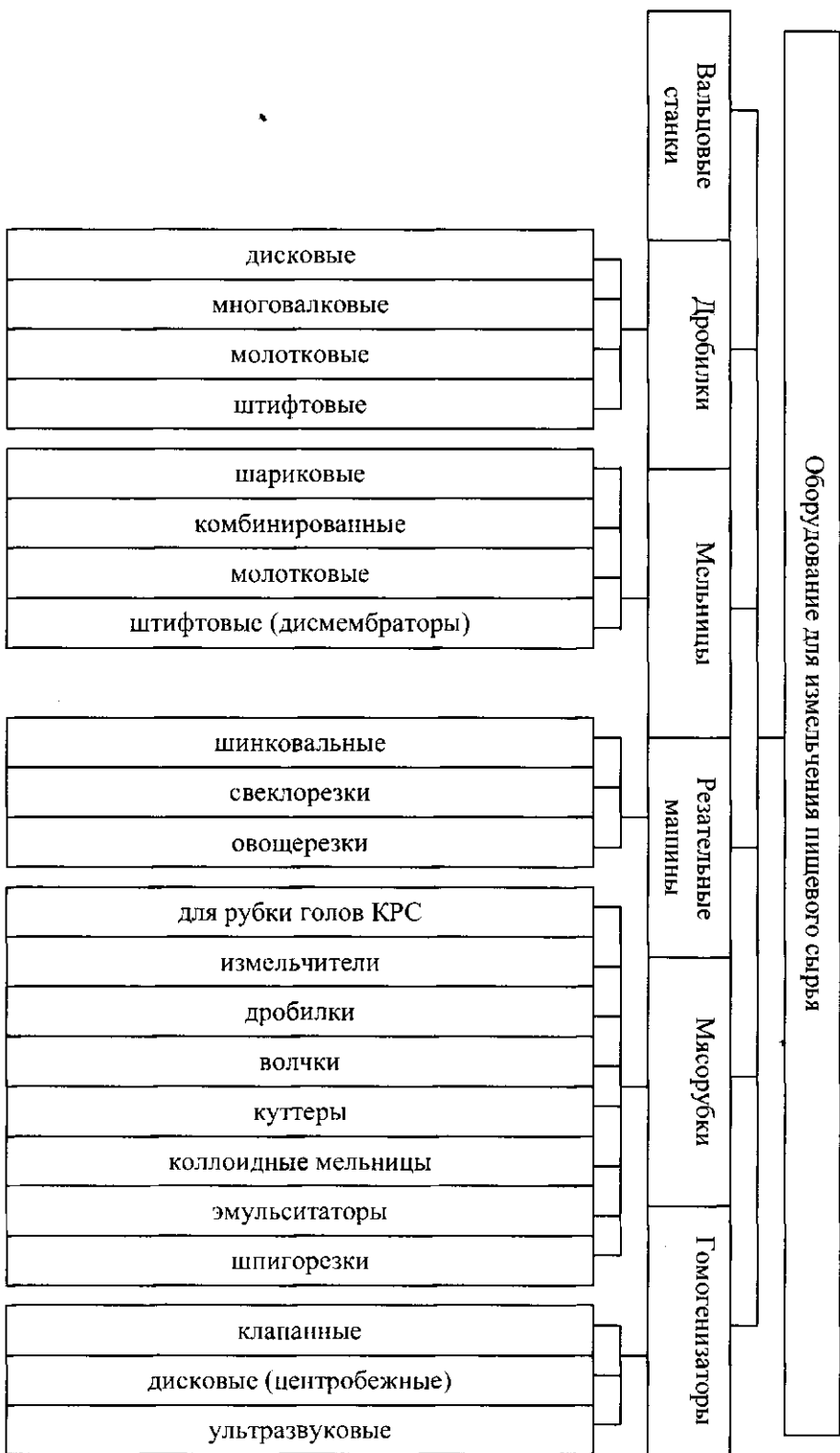


Рис. 1.3. Классификация оборудования для измельчения пищевого сырья

При измельчении в замкнутом цикле после измельчающей машины устанавливают классифицирующее устройство, с помощью которого куски, превышающие установленный конечный размер, вновь транспортируются в измельчающую машину на повторное дробление.

Вальцовые станки применяют на мукомольных заводах для размола зерна и продуктов его переработки. Эффективность работы вальцовых станков определяется степенью измельчения зерна или его частиц, производительностью каждой пары вальцов и удельным расходом электроэнергии.

Дробилки используют для дробления зерна, бобов, кристаллического сахара и других компонентов при приготовлении пищевых смесей.

Валковые мельницы предназначены для тонкого измельчения жиросодержащих рецептурных смесей при производстве кондитерских изделий.

Резательные машины предназначены для измельчения растительного сырья на частицы правильной формы (столбики, кружки, кубики) и определенных размеров для соблюдения одинаковых режимов при дальнейшей обработке и дозировке. Качество резки зависит от конструктивных особенностей машины, режима ее эксплуатации, от вида и состояния сырья.

Резка сырья осуществляется стальными ножами различной формы (пластинчатыми, дисковыми, треугольными, трубчатыми, серповидными, винтовыми), которые совершают вращательное или колебательное движения.

Волчки предназначены для среднего и мелкого измельчения сырья. За основную техническую характеристику волчка принимают диаметр решетки. Наибольшее применение для измельчения мягкого мясного сырья нашли волчки с диаметрами решетки 112, 114, 120, 160 и 200 мм.

В настоящее время получили распространение волчки, которые наряду с измельчением выполняют и другие технологические операции – смешивание, жиловку, посол, наполнение фаршем оболочек при производстве колбасных изделий. Для их выполнения в приемном бункере волчка монтируют детали, которые одновременно перемешивают и нагнетают сырье в механизм измельчения; на горловине волчка устанавливают дополнительные насадки для наполнения колбасных оболочек.

Куттеры предназначены для тонкого измельчения мясного мягкого сырья и превращения его в однородную гомогенную массу. До поступления в куттер сырье предварительно измельчают на волчке, но отдельные конструкции куттеров имеют приспособления для измельчения кускового сырья. Куттеры бывают периодического и непрерывного действия.

Гомогенизаторы подразделяются на клапанные, дисковые или центробежные и ультразвуковые. Основным фактором, определяющим конструкцию гомогенизаторов, является количество плунжеров. По этому признаку выпускаемые гомогенизаторы можно разделить на одно-, трех- и пятиплунжерные.



...из всех способов, какие только можно придумать, природа следует наиболее простому и ближайшему.
БЭР КАРЛ МАКСИМОВИЧ (1792-1876),
русский зоолог

11.3 ВАЛЬЦОВЫЕ СТАНКИ

При производстве муки процесс измельчения зерна и промежуточных продуктов является одним из главных, так как в значительной мере влияет на выход и качество готовой продукции. Измельчение зерна – одна из наиболее энергоемких операций. Технологические приемы и машины, применяемые для измельчения, в значительной степени определяют технико-экономические показатели мукомольного завода.

При выборе оборудования и общей характеристики процесса измельчения на вальцовых станках вводится нормативный показатель средней удельной нагрузки, который определяют отношением суточной производительности размольного отделения мукомольного завода к общей длине мелющей линии. Для вальцовых станков А1-БЗН эта нагрузка составляет 70...75 кг/(см·сут).

Расход электроэнергии не может быть определен аналитически, но установлены определенные практические нормативы удельного расхода электроэнергии на 1 т готовой продукции в целом по заводу.

На основные показатели эффективности вальцового станка влияют отношение окружных скоростей вальцов (дифференциал), состояние поверхности, точность зазора по длине вальцов. Увеличение окружных скоростей вальцов при постоянном дифференциале значительно повышает производительность, несколько увеличивает расход энергии и практически не влияет на гранулометрический состав измельченного продукта. Окружная скорость быстровращающихся рифленых вальцов составляет 5,5...6,0 м/с, а микрошероховатых – 5,2...5,4 м/с.

Существенное влияние на производительность и характер измельчения оказывает дифференциал. При увеличении дифференциала преобладает разрушение частиц за счет деформации сдвига, при уменьшении – возрастает роль деформации сжатия.

Большое влияние на качество и производительность вальцового станка оказывает не только величина зазора, но постоянство его размера по всей длине вальцов. Правильную цилиндрическую форму вальцов обеспечивают при шлифовке на специальных шлифовально-рифельных станках. На постоянство величины зазора может оказывать влияние состояние подшипников, пружин-амортизаторов и шарнирных соединений.

На качество измельчения отрицательно влияет радиальное биение вальцов, которое может быть следствием неправильной геометрической формы отклонений при запрессовке полуосей, дефектов литья, вызывающих дебаланс. Чем меньше радиальное биение вальцов, тем стабильнее рабочий зазор, выше качество размола, больше износостойкость вальцов. Поэтому технология обработки вальцов обязательно включает их динамическую балансировку на специальном станке.

Важным условием выполнения всех последовательных технологических этапов измельчения зерна является обеспечение заданных параметров рифленой микрошероховатой поверхности вальцов, которые для каждой технологической системы рекомендованы «Правилами» и учтены в форме исполнения вальцовых станков. Рифли нарезают на шлифовально-рифельном станке, а микрошероховатую поверхность

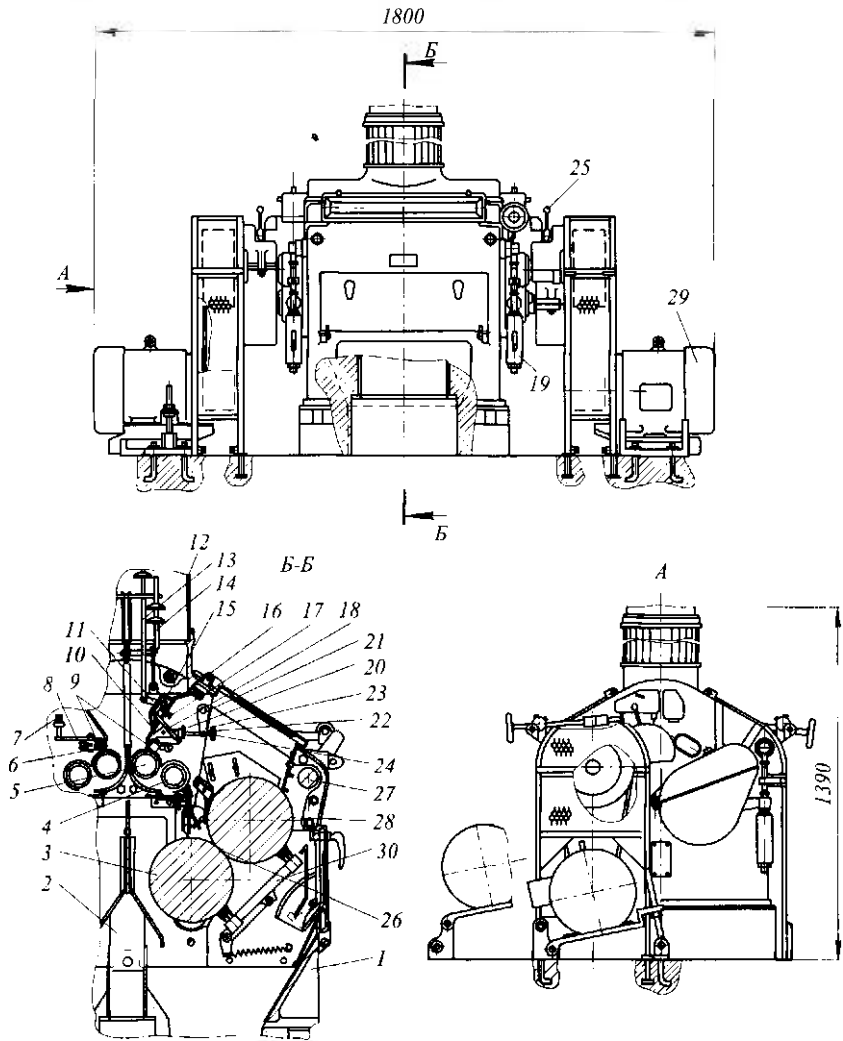


Рис. 11.4 Вальцовый станок 3М2

получают воздействием струи сжатого воздуха и абразивного материала на станке со специальным пескоструйным устройством.

Вальцовый станок 3М2 двухсекционный (рис. 11.4) с автоматическим регулированием производительности предназначен для измельчения зерна и промежуточных продуктов размолы на мукомольных заводах.

Станок включает: станину 1; вальцы 3 и 28; распределительный 4 и дозирующий 5 валики; аспирационное устройство 2; рычаги 6, 11, 15, 23; винты 7, 17, 24; планку 8; секторную заслонку 9; пружины 10, 22; питающую трубу 12; датчики 13 и 14; механизм грубого привала 19; механизм 25 настройки и выравнивания подвижного вальца; межвальцовую передачу 26; эксцентриковый вал 27 и электродвигатель 29.

Мелющие вальцы – это две стальные полуоси и рабочий барабан, изготовленный из никель-хромистого чугуна, наружная поверхность которого отбелена. Вальцы 3 и 28 в станине 1 устанавливают на роликовых подшипниках так, чтобы между

линией, соединяющей оси валцов, и горизонталью был угол 45° . Один из каждой пары валцов имеет только вращательное движение (быстровращающийся), второй (медленновращающийся), кроме вращательного, может иметь и поступательное движение в направлении, перпендикулярном оси. Этим обеспечиваются регулирование зазора между валцами, его равномерность по длине валцов, быстрое сближение (привал) и удаление (отвал), а также прохождение между валцами твердых посторонних предметов без поломки деталей станка и повреждения валцов. Валцы связаны между собой шестеренчатой передачей. Очищают валцы щетками 30.

Настройку валцов на параллельность проводят винтовыми механизмами. Для параллельного сближения валцов служит эксцентриковый механизм. Твердые посторонние предметы проходят между валцами благодаря кратковременному увеличению зазора при сжатии пружины амортизатора, установленного под рычагом подвижного вальца.

Питающий механизм станка двухваликовый. Распределительный валик 4 имеет разнонаправленные (левые и правые) винтовые рифлы, а дозирующий 5...35 продольных рифлей на окружности на драных системах и 59 рифлей на размольных. Механизм регулирования питания позволяет автоматически изменять подачу продукта дозирующим валиком в зависимости от поступления его в питающую трубу.

Питающий механизм приводится в движение плоскоременной передачей от ступицы быстровращающегося вальца, а дозирующий – от распределительного посредством шестеренчатой передачи. Щель между секторной заслонкой и распределительным валиком регулируют вручную.

Вальцовые станки типа ЗМ2 выпускают с механическим автоматом, который обеспечивает выполнение следующих операций:

- отвал и привал подвижного вальца;
- выключение и включение вращения питающих валиков;
- закрытие и открытие секторной заслонки.

Отвал и привал валцов сопровождаются световой сигнализацией. При отвале загораются красные сигнальные лампы. При холостом ходе станка сигнальные лампы включены, при рабочем режиме выключены.

Для регулирования подачи продукта над дозирующим валиком 5 на рычаге 6 шарнирно закреплена секторная заслонка 9, которая соединена тягой 18 и рычагами 11 и 15 с датчиком питания 13, находящимся в питающей трубе станка. Для возврата заслонки в нижнее (закрытое) положение служит пружина 10, усилие которой можно изменять перестановкой ее ушка в отверстиях опорной планки на клапане 16. Для регулирования величины перемещения (хода) секторной заслонки служит винт 17, закрепленный на клапане 16.

Правый кривошип рычага 6 соединен через серьгу 20, винт 24, амортизационную пружину 22, рычаг 23, вал 21 с рычагом автомата управления. Левый кривошип рычага 6 через планку 8 опирается на винт 7, закрепленный на станине, который ограничивает движение секторной заслонки при закрытии ее и исключает поломку деталей.

Предварительную установку величины питающей щели осуществляют вращением винта 24. Дополнительно питающую щель во время работы станка (при очистке питающего бункера) увеличивают путем оттяжки винта 24 за маховичок «на себя».

Включение грубого привала валцов, вращение валиков 4 и 5, а также перемещение секторной заслонки 9 выполняются автоматически при наполнении продук-

том питающей трубы. Обратные процессы протекают также автоматически при прекращении поступления продукта в питающую трубу станка.

Техническая характеристика станков типа 3М2

Производительность, т/сут.....	60...100
Частота вращения быстровращающихся валцов, мин ⁻¹ :	
рифленых.....	490
гладких.....	390
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч.....	600
Мощность электродвигателя привода	
валцов одной половины, кВт.....	15,0...22,0
Габаритные размеры, мм.....	1800×470×1390
Масса, кг.....	2550...3350

Вальцовый станок А1-БЗН (рис. 11.5) применяют в составе комплектного оборудования на мукомольных заводах с увеличенным выходом муки высоких сортов и устанавливают группами по четыре и пять машин с общими капотами.

Вальцовый станок состоит из следующих основных узлов: мелющих валцов; привода валцов; механизмов настройки и параллельного сближения валцов 4; системы привала-отвала валцов; приемно-питающего устройства; станины; корпуса 2 устройства охлаждения быстровращающегося вальца.

Мелющие валцы 8 установлены парами в обеих половинах станка. Их вращение осуществляется с помощью зубчатых колес 3 и 5. С уменьшением этого угла улучшаются условия питания вальцовой пары, и увеличивается коэффициент запол-

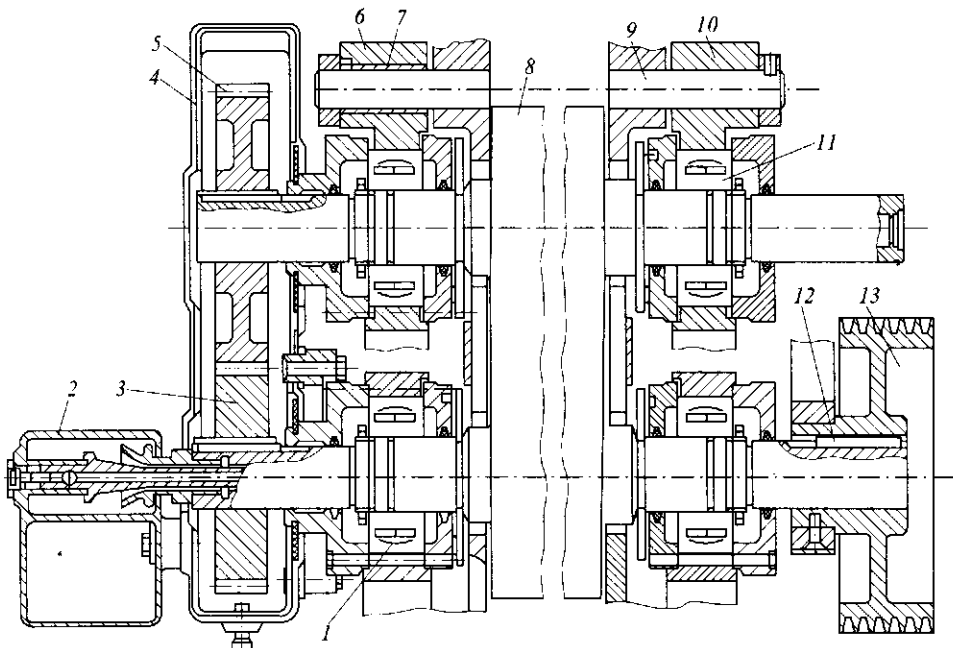


Рис. 11.5 Мелющие валцы с подшипниковыми узлами, приводом и межвальцовой передачей

нения зоны измельчения.

Мелющие валцы выполнены в виде бочки с запрессованными в нее с обеих сторон пафтами. Бочки и цапфы полые. Глубина верхнего отбеленного слоя бочек 10...20 мм. Номинальный размер бочек 250x1000 мм. Валцы в станке располагают под углом 30° к горизонтали.

Радиальную и осевую нагрузки, действующие на рифленые валцы при измельчении продукта, воспринимают подшипники 1 и 11. Подшипники 1 двух верхних валцов (в каждой половине станка по одному) прикреплены к боковине болтами, причем два из них призонные. Нижний валец каждой половины станка может перемещаться относительно верхнего. Это дает возможность регулировать величину зазора между валцами, а также обеспечить мгновенный отвал нижнего валца при прекращении подачи продукта, что позволяет избежать опасной работы валцов «рифлей по рифлям». Для этого корпуса подвижных подшипников 6 и 10 установлены на цапфах 9, запрессованных в отверстиях боковины. Корпуса подвижных подшипников имеют разъемные крышки. Один из корпусов этих подшипников сопрягается с цапфой через эксцентриковую втулку 7, вращением которой изменяют взаимное расположение мелющих валцов и добиваются параллельности.

Крутящий момент от электродвигателя передается клиноременной передачей на ведомый шкив 13 верхнего быстровращающегося валца. Для привода применяют узкие клиновые ремни УА-4500-6. Шестерни и шкив закреплены на цапфах шпонками 12. Диаметр ведущего шкива для рифленых валцов 150 мм, для гладких – 132 мм.

К кожуху межвалцовой передачи прикреплен корпус 2 (рис. 11.6) устройства охлаждения быстровращающегося валца. Консольная трубка 1 введена в пустотелый валец и одним концом жестко прикреплена к корпусу. Внутри корпуса (в подводящей магистрали) смонтирован пробковый кран 3, с помощью которого регулируется подача воды во внутреннюю полость валца. Отвод воды из валца в корпус обеспечивает насадка 5, ввернутая в резьбовое отверстие цапфы.

При замене валцов подачу воды переключают вентилем 4, закрепленным на подводящей вертикальной трубе.

Охлаждение валца происходит следующим образом. Вода через кран, регулирующий подачу, попадет в изолированную камеру, откуда через радиальное отверстие поступает в трубку и из нее разбрызгивается в полость валца. Центробежные силы инерции, возникающие при вращении валца, способствуют хорошему омыванию внутренней его полости и отводу тепла. При нормальной работе системы охлаждения температура быстровращающегося валца не должна превышать 60 °С. По дан-

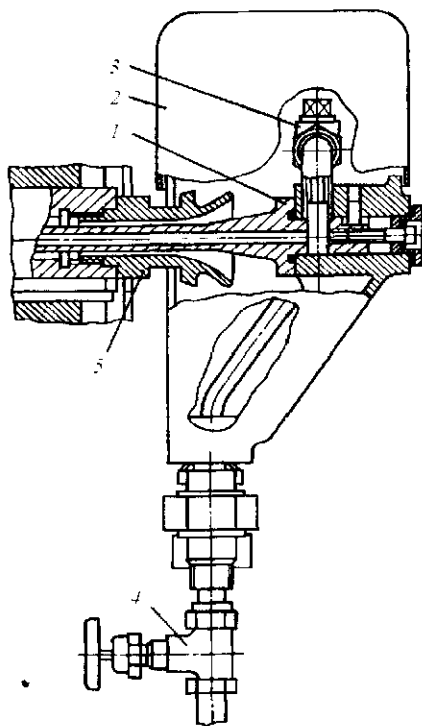


Рис. 11.6 Устройство охлаждения валца станка 3М2

ным испытаний, температура поверхности вальца не превышает 36°C , а продукта после измельчения – 25°C .

Охлаждение валцов оказывает положительное влияние на технологические показатели помола. Снижение температуры в зоне измельчения предотвращает подсушивание оболочек и перегрев продуктов размола. Уменьшение влагоотдачи стабилизирует влажность продуктов измельчения, соответственно снижается накопление зарядов статического электричества. В охлажденных продуктах меньше вероятность конденсации влаги в самотечных трубах и на ситах рассевов. Снижение теплового расширения охлаждаемых валцов обеспечивает стабильность рабочего зазора. Для улучшения теплообмена внутренняя поверхность вальца должна быть обработана так, чтобы не было глубоких раковин, заусениц и других неровностей.

Устройство подачи зерна выполнено: для I драной системы в виде дозирующего и промежуточного валиков, для остальных систем с рифлеными вальцами (кроме 12-й размольной) в виде сочетания дозирующего валика и шнека; для размольных систем в виде сочетания распределительного и дозирующего валиков. Привод устройства подачи зерна обеспечивает плоскоремennая передача.

Изменения передаточного числа редуктора и, следовательно, частоты вращения дозирующего валика у станков драных систем (кроме первой) и 11-й, 12-й размольных систем достигают применением механизма с вытяжной шпонкой, управляемого рукояткой через реечную шестерню. Другие исполнения устройств подачи продукта не имеют шпонки в редукторах. Вращение от ведомого шкива плоскоремennой передачи редукторам передается через кулачковую муфту, включение которой заблокировано с грубым привалом валцов посредством рычагов и вилки.

Для автоматического регулирования подачи зерна (рис. 11.7) над дозирующим валиком 5 на шарнирах подвешена заслонка 1. Она соединена через рычаги, ролик, кронштейн и валик с датчиком 3 питания, выполненным в виде двух шторок.

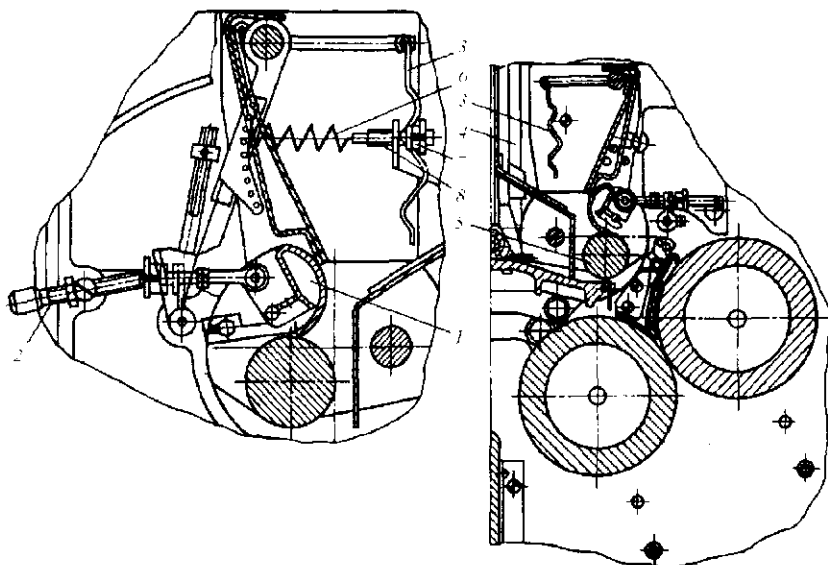


Рис. 11.7 Устройство автоматического регулирования подачи зерна

Для регулирования воздействия зерна и, следовательно, чувствительности сигнализатора предназначена пружина 6. Деформация последней изменяется перемещением гайки 7 относительно винта 8. Для станков драных систем (кроме I и IV мелкой) кромка заслонки зубчатая, для станков остальных систем – гладкая. Диапазон автоматического перемещения заслонки регулируют ограничительным винтом 2. В зоне поступления зерна (в горловине станка) установлен зонд 4.

Механизм настройки параллельности валцов состоит из маховика 25, соединенного шпонкой с втулкой 26 (рис. 11.8). В ее резьбовое отверстие ввернут винт 27. Одним из торцов, имеющим прямоугольные направляющие, винт контактирует с роликом рычага 24, установленного на шипе эксцентрикового вала. К рычагу шарнирно закреплена подвеска 1.

На ней смонтированы предохранительные пружины 33, обеспечивающие безопасный проход между валцами инородных тел диаметром до 5 мм. На верхний торец предохранительных пружин опирается свободный конец корпуса подвижных подшипников 31.

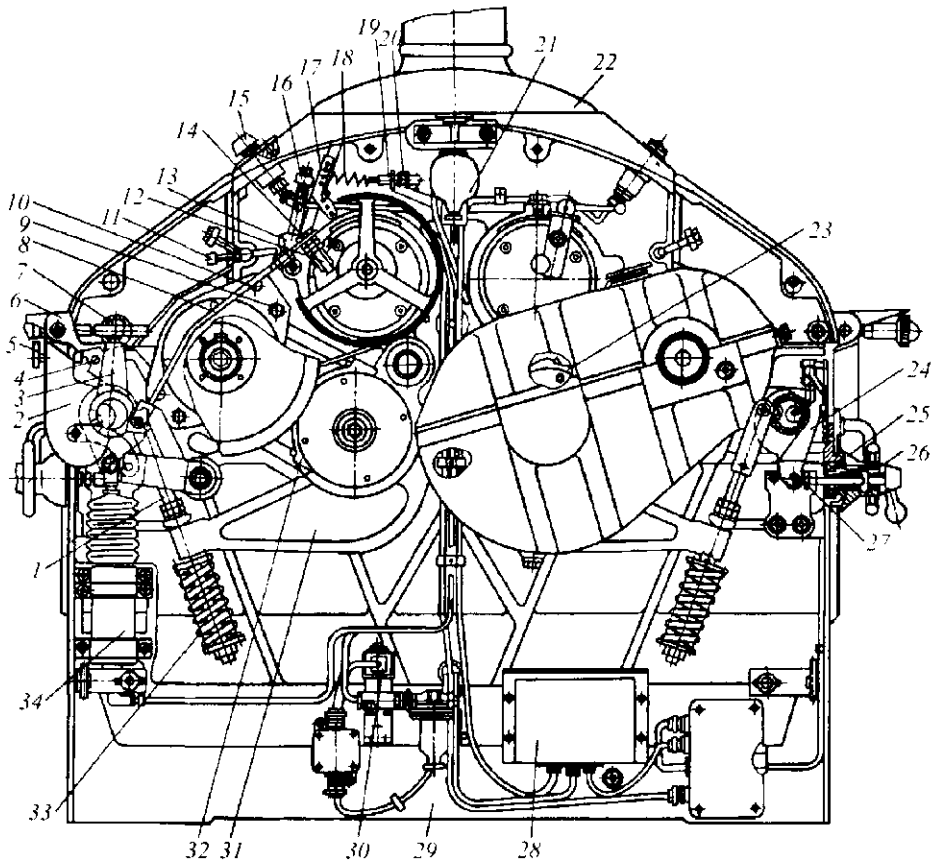


Рис. 11.8 Механизм настройки параллельности валцов в валцовом станке А1-БЗН

В состав устройства также входят: болты 9 и 10; ограничительный винт 11; рычаги 2, 3, 8, 13, 14, 24; воздухораспределитель 15; ролик 16; кронштейн 17; винты 7, 19, 27; гайка 20, горловина 22 станка; подшипники 23, 32; боковина 29 станины.

Механизм обеспечивает параллельное сближение валцов после их настройки. Грубого привала валцов достигают вращением эксцентрикового вала вручную (за рукоятку винта 7, соединенного с рычагами 2 и 3, образующими механизм параллельного сближения) или от штока пневмоцилиндра 34.

В первом случае защелка 6 на рычаге 2 зацепляется с упором 4 и обеспечивает приваленное положение валцов. Во втором случае вращением эксцентрика 5 исключают зацепление защелки 6 с упором 4, а привал валцов обеспечивают сжатым воздухом с номинальным давлением $5 \cdot 10^{-5}$ Па. Рабочая полость пневмоцилиндра через электропневматический клапан 30 может соединяться с магистралью сжатого воздуха или атмосферой. Давление сжатого воздуха в цилиндре контролируют по манометру на пульте управления. Грубый отвал валцов обеспечивают пружиной и массой нижнего вальца.

Сигнализатор уровня состоит из зонда, головки 21 и релейного блока 28. При наполнении зерном питающей трубы сигнализатор уровня позволяет обеспечить автоматическое включение грубого привала валцов и вращение питающих устройств. Обратные процессы происходят также автоматически при прекращении поступления зерна в питающую трубу. Местное управление грубым привалом осуществляют двухходовым распределителем воздуха, рукоятка которого расположена на лицевой панели станка.

Сигнализацию холостого хода обеспечивает автоматическое загорание лампочки, находящейся на лицевой панели.

В процессе поступления зерна в питающую трубу изменяется электрическая емкость зонда 4. Емкость зонда преобразуется электрической схемой головки 21 в напряжение, которое управляет работой реле блока 28. Это обеспечивает срабатывание электропневматического клапана, приводной механизм которого соединяет магистраль сжатого воздуха с рабочей плоскостью пневмоцилиндра. Поршень перемещает шток вверх, а от него (через винт 7 и рычаги 2, 3) поворачивается эксцентриковый вал. Шипы последнего перемещают вверх рычаг 24, подвеску 1, предохранительную пружину 33 и свободные концы подвижных подшипников 32. Происходит привал валцов. Одновременно рычаг 8 освобождает рычаг 14 и вилку 12.

Под действием пружины ведомая полумуфта кулачковой муфты входит в зацепление с ведущей полумуфтой и вращение через редукторы начинает передаваться следующим образом: в станках I драной системы – через промежуточный валик дозирующему; в станках с рифлеными вальцами остальных систем – шнеку и дозирующему валику; в станках с гладкими вальцами – дозирующему и распределительному валикам для подачи зерна на измельчение.

Под действием массы зерна, преодолевая сопротивление пружины 18, датчик 3 питания перемещает валик, рычаги, ролик. В результате через гайку и винт проворачивается заслонка 1 и в зазор между ней и дозирующим валиком поступает зерно. При уменьшении массы зерна, поступающего в питающую трубу, уменьшается давление на датчик. В результате под действием пружины 18 и собственной массы заслонка 1 опускается к дозирующему валику 5, уменьшая подачу зерна.

Если измельчение по концам валцов неодинаковое, то вращением маховика 25 поднимают или опускают свободные концы корпусов подвижных подшипников, т. е. выравнивают рабочий зазор между вальцами. При прекращении поступления

зерна в питающую трубу емкость зонда изменяется. При этом головка зонда и рележный блок размыкают цепь электропневматического клапана. В результате прекращается подача сжатого воздуха в пневмоцилиндр, и под действием пружины через эксцентриковый вал соответствующие рычаги и винт происходит отвал вальцов.

На различных системах вальцы отличаются друг от друга по параметрам нарезки рифлей. Это обеспечивает высокую технологическую эффективность.

Кроме того, исполнение вальцовых станков отличается устройством подачи зерна, учитывающим его особенности, мощностью электродвигателей, типом очистителей. Наиболее нагружен электродвигатель вальцового станка на I драной системе. Его мощность 18,5 кВт. На последующих системах мощность электродвигателей уменьшается в соответствии с уменьшением количества измельчаемого продукта. К отличительным особенностям следует отнести разницу в конструкции капотов и диаметр приводных шкивов.

В процессе размола к рабочей поверхности вальцов прилипают лепешки измельченных частей зерна. Для очистки рифленых вальцов всех систем, кроме I, II драных и 12-й размольной, установлены щетки 30 из полимерного материала. Микрошероховатые вальцы и вальцы 12-й размольной системы очищаются ножами. Для улучшения условий запуска приводного электродвигателя необходимо, чтобы ножи соприкасались с поверхностью вальцов только после привала. Это достигается блокировкой перемещения ножей с поворотом эксцентрикового вала посредством троев. Зазор между вальцами и ножами не должен превышать 0,02 мм.

Величину зазоров между приваленными вальцами проверяют на расстоянии 50...70 мм от их торцов (величина зазора должна составлять для I драной системы, мм: 0,8...1,0; для II драной – 0,6...0,8; для III драной крупной – 0,4...0,6; для драной мелкой – 0,2...0,4; для рифленых вальцов размольных систем – 0,1...0,2; для гладких вальцов – 0,05). Зазоры между заслонкой и дозирующим валиком должны быть на драных системах не более 0,35 мм, на размольных – не более 0,15 мм. Зазоры между вальцами и ножами не должны превышать 0,02 мм.

Форма исполнения вальцовых станков включает следующие переменные параметры:

- сочетание половин станка для определенной технологической системы;
- характер рабочей поверхности мелющих вальцов (параметры рифления или микрошероховатости);
- отношение окружных скоростей мелющих вальцов – дифференциал (2,5 или 1,25);
- способ очистки мелющих вальцов (нож, щетки);
- варианты устройства механизма подачи исходного продукта (тип валкового питателя, наличие редуктора, кромка заслонки, диаметры шкивов плоскоременной передачи);
- мощность электродвигателя каждой половины станка;
- диаметры приводных шкивов (150 и 132 мм);
- вариант установки электродвигателя (на перекрытие или под ним);
- способ капотирования вальцовых станков (групповой, индивидуальный).

Настройка и регулирование станка заключаются в следующем. До пуска вальцового станка проверяют: наличие смазки; работу привально-отвального механизма; отсутствие заклинивания вальцов (при вращении их вручную); крепление резьбовых и других соединений; правильность установки и равномерность рабочего зазора между приваленными неподвижными вальцами на расстоянии 50...70 мм от их торцов; перемещение очистителей вальцов при привале-отвале; состояние приводных ремней.

При работе вальцового станка под нагрузкой проверяют: работу привала привально-отвального механизма от пневмопереключателя, от системы местного и дистанционного управления, в автоматическом режиме; блокировку включения питающих валков и перемещения заслонки; нагрев подшипников (температура не более 60 °С); работу электросхемы и аппаратуры; подачу воды; работу подводящих и отводящих коммуникаций и транспортных устройств.

Настройка и оперативное регулирование режима размола каждой половины станка под нагрузкой сводится в основном к регулированию системы питания и рабочего зазора между мелющими вальцами.

У станков, имеющих в механизме питания редуктор, устанавливают вначале минимальную скорость дозирующего валка и далее подбирают оптимальную скорость вращения. Не допускается переключение скоростей на ходу.

В соответствии с распределением нагрузок по технологическим системам с помощью регулятора вручную устанавливают минимальную величину питающего зазора между заслонкой и дозирующим валком: на драных системах – 0,35 мм, на размольных – 0,15 мм. Максимальный питающий зазор, устанавливаемый ограничительным винтом, должен обеспечивать верхний предел подачи исходного продукта, при котором токовая нагрузка электродвигателя по показаниям амперметра не превышала бы 80 % номинальной. Если это условие не соблюдается, то питающий зазор должен быть уменьшен.

Регулирование системы питания и рабочего зазора следует проводить с постоянным контролем нагрузки электродвигателя, а также подводящих и отводящих транспортных систем.

На станках размольных систем визуально проверяют равномерность распределения продукта по длине распределительного валка. На каждой половине вальцового станка проверяют извлечение, которое должно соответствовать действующим правилам.

При настройке режима размола проверяют чувствительность автоматической системы регулирования подачи исходного зерна в установленном диапазоне, расположение конуса продукта в приемной трубе относительно чувствительного элемента сигнализатора уровня.

После настройки режима размола должны быть затянуты контрольные устройства органов регулирования. В дальнейшем для данной помольной партии не следует корректировать режим помола, который должен обеспечивать стабильные результаты в течение длительного времени.

Отличительные особенности вальцовых станков типа А1-БЗН от ранее выпущенных отечественных моделей следующие:

- изготовление пустотелых вальцов снижает металлоемкость станков; улучшение условия питания;
- наличие водяного охлаждения быстровращающихся вальцов создает стабильный тепловой режим в зоне измельчения, что благоприятно сказывается на количественно-качественных показателях процесса измельчения, одновременно охлаждаются подшипники;
- совокупность конструктивных особенностей, высокая точность обработки, применение износостойкого рабочего слоя вальцов существенно повышают их долговечность: рифленых – до трех лет, гладких – до десяти лет;

- автоматическая система привала-отвала нижнего вальца заблокирована с системой управления подачей исходного продукта, что позволяет дистанционно управлять станком, обеспечивая стабильность и надежность его работы;
- применение конической посадки подшипников позволяет производить их демонтаж гидравлическим съемником. Наличие горизонтального разъема в корпусе подшипников дает возможность снимать его вместе с подшипниками. Значительно снижается трудоемкость этой операции;
- специфика каждой технологической системы максимально учтена в формах исполнения вальцовых станков с большим количеством переменных параметров;
- наличие трех моделей вальцовых станков: А1-БЗН, А1-БЗ-2Н и А1-БЗ-3Н – повышает их универсальность и расширяет область использования.

Техническая характеристика станков типа А1-БЗН

Производительность, т/сут.....	84
Расход воды на охлаждение половины станка, м ³ /ч, не более.....	0,3
Частота вращения быстровращающихся вальцов, мин ⁻¹ :	
рифленых.....	420...460
гладких.....	395...415
Давление сжатого воздуха, МПа.....	0,5
Расход воздуха на аспирацию для вальцового станка А1-БЗ-2Н, м ³ /мин, не более.....	10
Расход воздуха на пневмотранспорт для половины вальцового станка А1-БЗ-3Н, м ³ /мин, не более.....	27
Мощность электродвигателей, кВт, для систем:	
I драной.....	18,5
II драной, 1-й и 2-й размольных.....	15
III драной, 1-й и 2-й шлифовочных, 3, 4, 6, 8, 9, 10-й размольных.....	11
IV драной, 5...12-й размольных.....	7,5
Габаритные размеры, мм, не более.....	1800×1700×1400
Масса, кг (без электропривода, капотов и электроаппаратуры).....	2700

Инженерные расчеты. Производительность пары вальцов зависит от их длины, зазора между ними, скорости прохождения измельчаемого продукта и его объемной массы, а также от степени использования зоны измельчения.

Производительность P_m (кг/ч) одной пары вальцов вальцового станка теоретически определяется формулой

$$P_m = 3,6 \cdot 10^{-6} b L v_{np} \rho \psi,$$

где b – зазор между вальцами, мм; L – длина вальца, мм; v_{np} – условная средняя скорость продукта в зоне измельчения, м/с;

$$v_{np} = (v_b + v_m) / 2,$$

здесь v_b и v_m – соответственно скорость быстро- и медленно вращающегося вальца, м/с; ρ – плотность измельчаемого продукта, кг/м³; ψ – коэффициент заполнения зоны измельчения.

Для определения фактической производительности P_ϕ (кг/ч) пары вальцов пользуются формулой

$$P_\phi = qL,$$

где q – удельная нагрузка на единицу длины мелющей линии, кг/(м·ч); L – длина вальца, м.



Ученому иногда, как и спортсмену,
для достижения хорошего результата необходимы
соперники. Наедине с истиной быть так же
трудно, как одному на длинной марафонской
дистанции.

*ПОНТЕКОРВО БРУНО МАКСИМОВИЧ (р. 1913),
физик, академик РАН*

11.4 ДРОБИЛКИ

Измельчающие машины предназначены для размола сырья, полуфабрикатов и отходов до очень малого размера частиц, обычно не более 12...20 мкм.

Все измельчающие машины разделены на следующие группы: дисковые, многовалковые, молотковые, штифтовые, шариковые и комбинированные дробилки.

Дробилка А1-КДО (рис. 11.9) предназначена для измельчения сушеных овощей, картофеля, прямой зелени, а также других продуктов в линии производства пищевых концентратов производительностью 2,5 т/ч.

Дробилка состоит из транспортера 9, рушителя 7, измельчителя 2.

Транспортер выполнен в виде бесконечной ленты 8, охватывающей ведущий и ведомый барабаны. Лента снабжена скребками для подачи монолитных кусков, попадающих в исходном сырье, на вращающийся ротор рушителя, а также для зачистки днища транспортера при реверсивном движении ленты.

Рушитель предназначен для предварительного разрушения крупных монолитных кусков с последующей их подачей в измельчитель. Основной рабочий орган рушителя – ротор – представляет собой вал 6, выполненный в средней части из трубы с закрепленными на ней четырьмя планками 5 со штифтами.

Измельчитель предназначен для измельчения исходного продукта до требуемой крупности и подачи его к выпускному патрубку 4. Рабочими органами измельчителя являются ротор 3 и две деки 1. Ротор выполнен в виде цилиндрического вала, опирающегося на два радиальных шарикоподшипника, которые закреплены в торцевых крышках сварного корпуса. Ротор приводится во вращение от фланцевого электродвигателя.

Деки выполнены в виде гнутых кронштейнов из уголка с прикрепленными к ним обечайками, охватывающими ротор.

Деки установлены в корпусе шарнирно и подпружинены для удобства регулирования зазора между ними и ротором, а также для предотвращения поломки рабочих органов при попадании в измельчитель посторонних твердых предметов.

Корпус измельчителя снабжен дверками для удобства обслуживания. Исходный продукт высыпается на транспортер и подается к измельчителю. В случае обнаружения в исходном продукте крупных монолитных кусков необходимо включить рушитель для предварительного разрушения их на более мелкие. Далее продукт рушителя и мелкий поступает в клиновидное входное отверстие измельчителя, увлекается вращающимся ротором измельчителя в зазор между ротором и деками измельчителя и выбрасывается в выпускное отверстие, где подхватывается пневмотранспортером.

Техническая характеристика дробилки А1-КДО приведена в табл. 11.1.

Дробилка А1-КДП предназначена для измельчения пряностей и других продуктов в линиях производства пищевых концентратов (рис. 11.10).

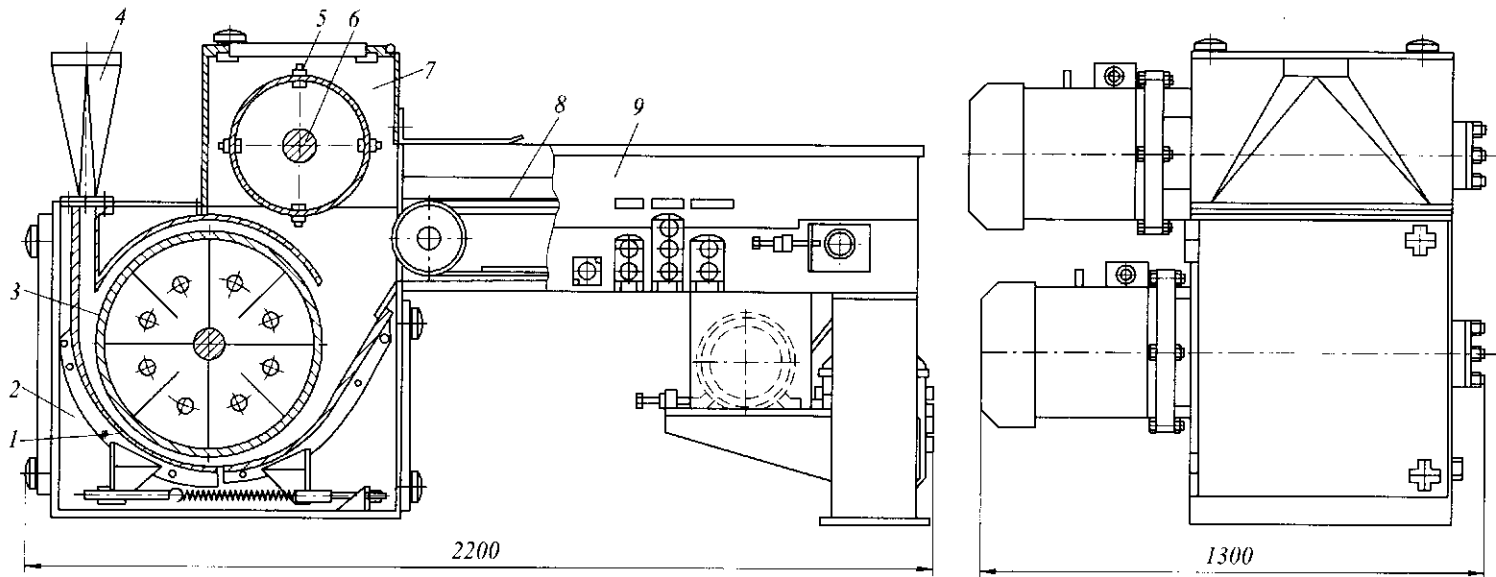


Рис. 11.9 Дробилка А1-КДО

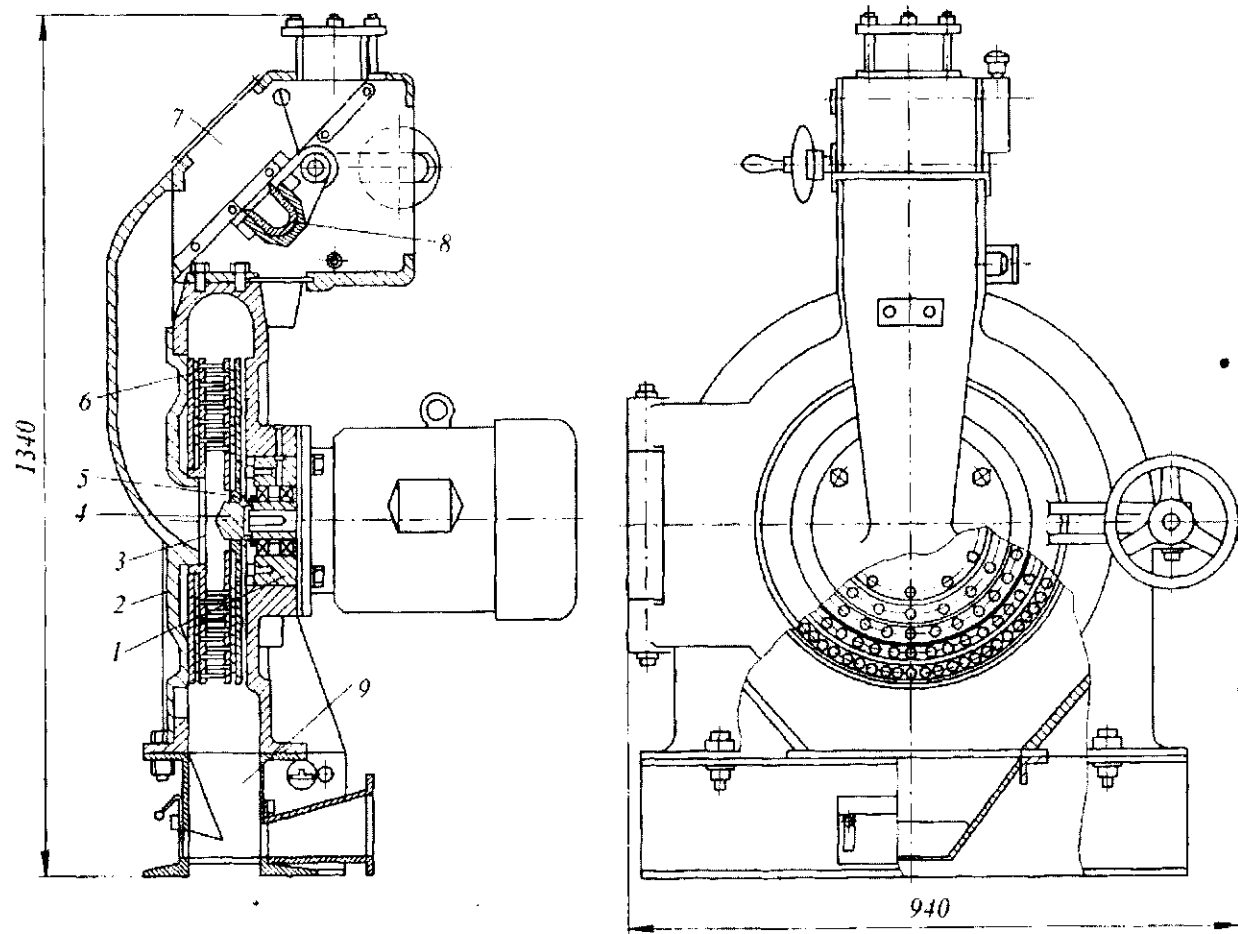


Рис. 11.10 Дробилка А1-КДП

Дробилка состоит из литого корпуса 1, образующего вместе с откидной крышкой 2 рабочую камеру 3, ротора 4 со съёмным штифтовым диском 5, неподвижного диска 6 со штифтами, закрепленного на крышке, питателя 7 с магнитной защитой, металло-сборника 8 и пневмоприемника 9. Продукт по самотеку поступает в питатель 7, где происходит отбор металломагнитных примесей, после чего по каналу полой крышки он попадает в центр рабочей камеры 3. В камере происходит измельчение продукта при проходе его через зазоры между штифтами. Измельченный продукт попадает в пневмоприемник 9 и удаляется из дробилки пневмотранспортером.

Производительность дробилки регулируется при помощи заслонки в питателе. Техническая характеристика дробилки А1-КДП приведена в табл. 11.1.

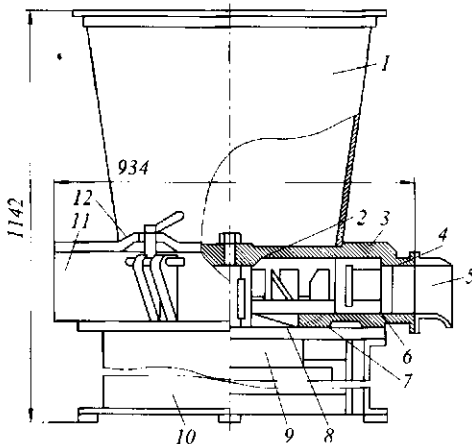


Рис. 11.11 Дробилка ВДР-5

Дробилка ВДР-5 предназначена для измельчения плодов. Она состоит (рис. 11.11) из ротора, бункера 1, камеры измельчения и дек с механизмом регулирования. Ротор состоит из ступицы 7, на которой крепятся два диска 2 и 6 с ножами для грубого и мелкого измельчения, и лопасти. Камера измельчения включает в себя корпус 11 и крышку 12. К корпусу 11 крепится бункер 1, выгрузочный рукав 5, фланцевый электродвигатель 9 и сварная станина 10. В корпусе установлены защитная воронка 8, предохраняющая электродвигатель от попадания влаги, и две деки 3 и 4, одна из которых имеет возможность перемещаться относительно другой.

Дробилка работает следующим образом. В бункер загружаются плоды, которые падают на вращающийся верхний диск 2. Два ножа, закрепленные на этом диске, производят грубое измельчение. Далее предварительно измельченная масса падает на нижний диск 6, который своими внутренними лопастями прижимает ее к подвижной диске и окончательно измельчает ножами. Измельченная масса под действием центробежной силы и наружных лопастей удаляется через выгрузочный рукав. Степень измельчения продукта регулируется изменением площади щелей дек путем поворота подвижной деки относительно неподвижной.

Техническая характеристика дробилки ВДР-5 приведена в табл. 11.1.

Таблица 11.1. Техническая характеристика дробилок

Показатели	А1-КДО	А1-КДП	ВДР-5
Производительность, кг/ч	500	500	5000
Частота вращения ротора, с ⁻¹	25	48,6	150,7
Мощность электродвигателя, кВт	22,5	7,5	10,0
Габаритные размеры, мм	2200×1300×1260	655×940×1340	934×644×1142
Масса, кг	1200	450	250

Перцемолка Я4-ФБЦ (рис. 11.12) предназначена для измельчения специй (перца). Она состоит из бункера 1, дозировочного механизма 2, корпуса 3, емкости для сбора измельченного перца 11, электродвигателя 12, кожуха и рамы.

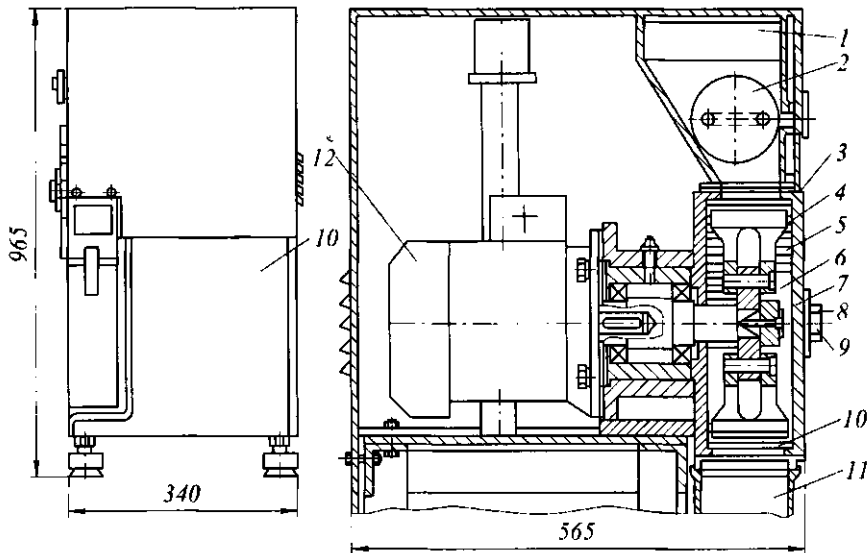


Рис. 11.12 Перемолка Я4-ФБЦ

Перец дробится и отбрасывается к внутренней поверхности дек 5, которые способствуют его быстрому измельчению. Часть раздробленного перца, отлетая от дек, вновь падает в рабочую зону помола, где под ударами вращающихся молотков 4 дополнительно измельчается. Часть перца, оказавшегося вне зоны активного помола, захватывается потоком воздуха, созданным крыльчаткой 6, получает дополнительное ускорение и вновь падает в активную зону. Полученная фракция просеивается сквозь сито 10 и через выгрузочное отверстие в корпусе поступает в емкость.

Крышка 7 обеспечивает быстрый доступ в рабочую зону при ее обслуживании и ремонте. Заслонка 8 крепится на крышке 7 с помощью винта 9.

Техническая характеристика измельчителя специй Я4-ФБЦ

Производительность, кг/ч	60...70
Установленная мощность, кВт	1,5
Габаритные размеры, мм	565×340×965
Масса, кг	132

Инженерные расчеты. Чтобы на вал и подшипники дробилки не передавались ударные импульсы от молотков, квадрат радиуса инерции молотка r_c относительно точки его подвеса к диску должен быть равен расстоянию от центра тяжести молотка до оси подвеса c , умноженному на расстояние l от той же оси подвеса до конца молотка, т. е.

$$r_c^2 = cl.$$

Для соблюдения этого условия координату точки подвеса пластинчатого молотка прямоугольной формы с одним отверстием (рис. 11.13) определяем по уравнению

$$c = (a^2 + b^2) / 6a,$$

где a , b – длина и ширина молотка, м.

Квадрат радиуса инерции молотка относительно его центра тяжести

$$r_{ц.м.}^2 = (a^2 + b^2) / 12.$$

Квадрат радиуса инерции молотка относительно его оси подвеса

$$r_o^2 = r_{ц.м.}^2 + c^2.$$

Расстояние от конца молотка до его оси подвеса

$$l_1 = c + 0,5a.$$

Проверка обеспечения безударной работы молотка

$$r_c^2 = cl_1.$$

Конструктивное назначение расстояния от оси подвеса молотка до оси ротора (во избежание нарушения устойчивой работы молотковой дробилки это расстояние должно быть больше расстояния от конца молотка до его оси подвеса)

$$l_0 > l_1 \text{ или } l_0 = l_1 + (3 + 6) \cdot 10^{-3}.$$

Радиус наиболее удаленной от оси ротора точки молотка l_0 (м)

$$l_0 + l_1 = R_1.$$

Частота вращения ротора ω (с⁻¹)

$$\omega \geq v / R_1,$$

где v – минимальная окружная скорость молотков, м/с.

Центробежная сила инерции молотков F (Н)

$$F = m_m \omega^2 R_c,$$

где m_m – масса молотка, кг; $m_m = V_m \rho_m$; ρ_m – плотность материала молотка, кг/м³; V_m – объем молотка, кг/м³; $R_c = (l_0 + c)$ – радиус окружности расположения центров тяжести молотков, м.

Диаметр оси подвеса молотка d (м)

$$d = 1,36 \sqrt[3]{(F\delta) / [\sigma]_n},$$

где $[\sigma]_n$ – допускаемое напряжение при изгибе, МПа; δ – толщина молотка, м.

Толщина ротора δ (м)

$$\delta \geq F / (d[\sigma]_{см})^2,$$

где $[\sigma]_{см}$ – допускаемое напряжение при смятии, МПа.

Минимальный размер перемычки между отверстиями для оси подвеса и наружной кромкой диска h_{min} (м)

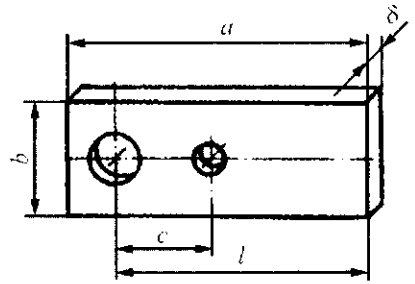


Рис. 11.13. Молоток прямоугольной формы с одним отверстием

$$h_{\min} \geq 0,5F / [\delta[\sigma]_{\text{ср}}],$$

где $[\sigma]_{\text{ср}}$ – допускаемое напряжение на срез, МПа.

Наружный радиус диска R_g (м)

$$R_g = l_0 + 0,5d + h_{\min}.$$

Диаметр вала в опасном сечении у шкива d_0 (м)

$$d_0 = 0,052\sqrt[3]{N/\omega}.$$

Производительность молотковой дробилки Π (кг/с)

$$\Pi = K_1 \rho_n D^2 L \omega,$$

где K_1 – эмпирический коэффициент, который зависит от типа и размеров ячеек ситовой поверхности, физико-механических свойств сырья (вид, прочность, крупность и др.); $K_1 = (1,3 \dots 1,7) \cdot 10^{-4}$ – для сит с размером отверстий до 3 мм; $K_1 = (2,2 \dots 5,25) \cdot 10^{-4}$ – для чешуйчатых сит с размером отверстий от 3 до 10 мм; ρ_n – плотность измельчаемого продукта, кг/м³; L – длина ротора дробилки, м; $L = (0,32 \dots 0,64)D$; D – диаметр ротора дробилки, м.

Мощность электродвигателя молотковой дробилки

$$N = K_1 K_2 \rho_n D^2 L \omega,$$

где $K_2 = (6,4 \dots 10,5)$ – эмпирический коэффициент, учитывающий степень измельчения продукта (меньшее значение K_2 принимают при грубом измельчении, а большее – при тонком).



Моя единственная сила – это мое упорство.
ПАСТЕР ЛУИ (1822–1895),
французский микробиолог и химик

11.5 МЕЛЬНИЦЫ

Мельницы служат для измельчения различных пищевых продуктов в порошок. Они являются универсальными машинами, пригодными для дробления самых различных продуктов.

Мельница П-47-1 (рис. 11.14) Основной конструкции мельницы служит литой чугунный корпус 6, к которому прикреплены передняя 7 и задняя 3 крышки. В задней крышке на двух сферических подшипниках 5 установлен вал 4, на консольном конце которого с помощью шпонки и гайки закреплен диск 2, который вращается с частотой $16,7 \text{ с}^{-1}$. На боковой поверхности диска имеется два концентрических ряда движущихся пальцев 10, а на внешней окружности – Т-образные лопасти 11. В корпусе мельницы установлен перфорированный барабан 1 с отверстиями диаметром 2 мм. Вал и диск приводят вращение от электродвигателя через ременную передачу. На внутреннюю боковую поверхность передней крышки привинчивают два ряда неподвижных пальцев 8, которые входят в зазоры между рядами пальцев диска.

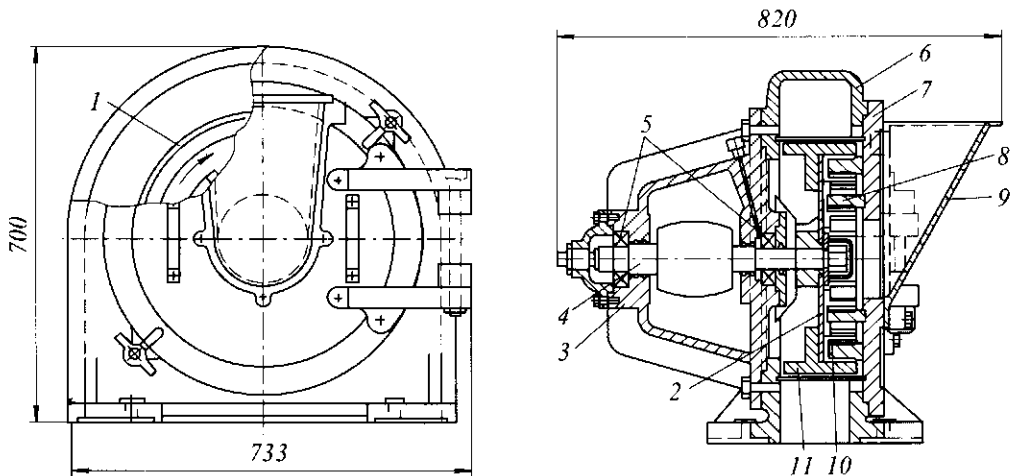


Рис. 11.14 Мельница П-47-1

Кровь загружают через воронку 9 в корпус, где она измельчается в зазорах между подвижными и неподвижными пальцами, лопастями продавливается через отверстия барабана и отводится через отверстие внизу корпуса.

Техническая характеристика мельницы П-47-1

Производительность, кг/ч	750
Установленная мощность, кВт	2,8
Габаритные размеры, мм	820×733×700
Масса, кг	425

Штифтовые мельницы имеют штифты, или била, расположенные на одном или двух вращающихся дисках. Дисковые штифтовые мельницы с одним вращающимся диском называются дисембраторами. Они применяются в кондитерском производстве для измельчения крупки в какао тертое и какао-жмыха в какао-порошок. Вследствие особых свойств этих веществ штифтовые мельницы непременно работают совместно с охлаждающими устройствами. Штифтовые мельницы с двумя вращающимися дисками называются дезинтеграторами.

В дисембраторе МАП-800 (рис. 11.15) измельчаемый продукт (крупка или предварительно измельченный жмых) через коническое отверстие 1 крышки 2 поступает вместе с воздухом в пространство между дисками 5 и 7. На дисках по концентрическим окружностям закреплены штифты 6, и штифты одного диска располагаются в кольцевом пространстве другого диска. Диск 5 прикреплен к крышке 2. Диск 7 привернут к планшайбе 8, которая сидит на шпонке на валу 14. Частота вращения вала 6000 мин^{-1} вследствие наличия одноступенчатого редуктора из зубчатых колес 13 и 15. Зубчатое колесо 15 сидит на приводном валу 16 и имеет частоту вращения 3000 мин^{-1} . В пространстве между неподвижным и подвижным дисками продукт благодаря многократным ударам о штифты измельчается, а затем горячим выводится из дробилки через отверстие 20. При измельчении выделяется большое количество теплоты, которое может ухудшить качество продукта и даже вызвать его возгорание. Поэтому крышка 2 и корпус 11 штифтовой мельницы имеют полости 3 и 10,

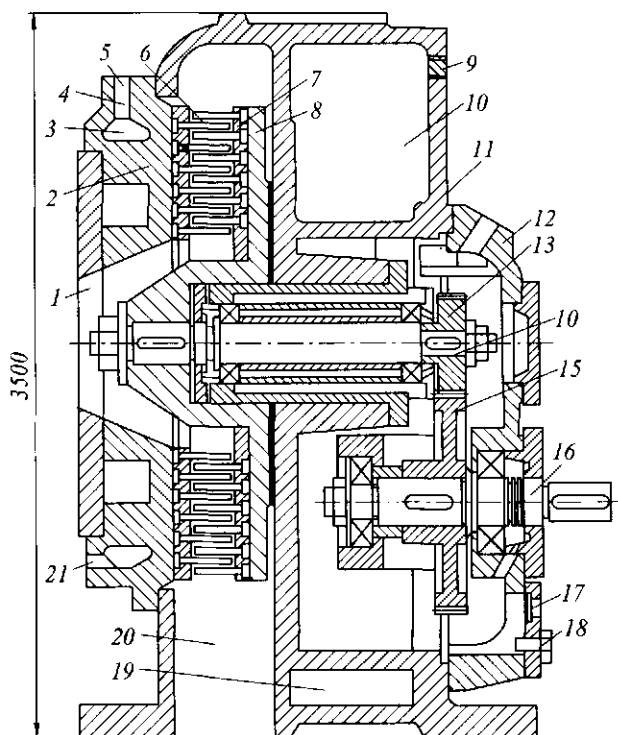


Рис. 11.15 Дисембратор МАП-800

в которые через отверстия 19 и 21 подается охлаждающая вода. Отводится вода через отверстия 4 и 9. Машинное масло для смазки мультипликатора и подшипников заливается через патрубок 12, а сливается через отверстие с пробкой 18. Над пробкой расположено смотровое окно 17. Вследствие большого нагрева измельчаемого вещества такие мельницы имеют холодильники для измельченного продукта.

Техническая характеристика штифтовых мельниц приведена в табл. 11.2.

Таблица 11.2 Техническая характеристика штифтовых мельниц

Показатели	Тип установки			
	для какао тертого «Карле и Монтанари»		для какао-порошка	
	МАП-800	МАП-1000	ИПК 250/1001	«Хайденау» 641-А
Производительность, кг/ч	800	1000	1000	350...550
Температура продукта, выходящего из мельницы, °С	110	110	80	80
Температура охлаждающей жидкости, °С	10	10	3	14
Мощность электродвигателей, кВт	60	117	—	27,7
Габаритные размеры, мм:				
длина	2800	2490	12250	3750
ширина	1750	1880	3100	3490
высота	3500	3550	4450	3400
Масса, кг	—	—	9915	3500

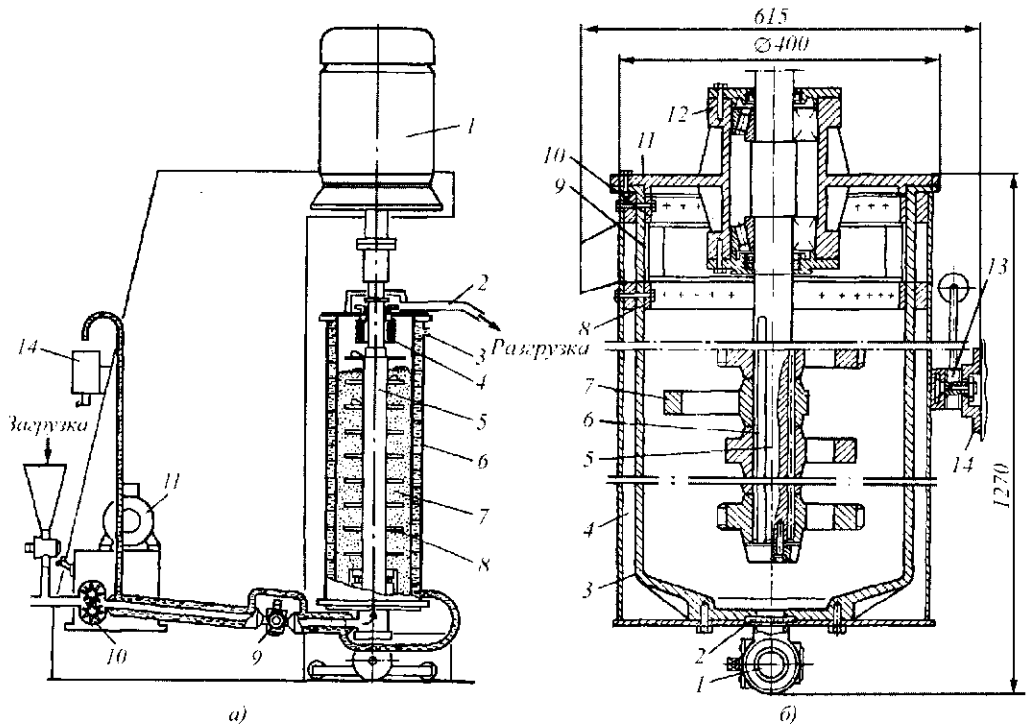


Рис. 11.16 Шариковая мельница фирмы «Хайденау»:
а) общий вид; б) камера измельчения

Шариковая мельница фирмы «Хайденау» типа 292-В представляет собой вертикальный сосуд с двойными стенками 6 (рис. 11.16, а). Камера частично заполнена шарами 7. В камере вращается мешалка, которая состоит из вертикального вала 5 с дисками, кольцами, лопастями 8. В одних мельницах мешалка вращается очень быстро, в других – медленнее. Применяется также и бесступенчатое регулирование скорости.

Мешалка вращается непосредственно от электродвигателя 1. Предварительно измельченное какао тертое подается бесступенчато регулируемым насосом 10 через кран 9 снизу в камеру измельчения. Измельчаемое какао тертое поднимается вверх среди соударяемых шариков к сетке 4 или шели и по патрубку 2 поступает на дальнейшую переработку. Сетка отделяет какао тертое от шариков. Время пребывания какао тертого в камере измельчения обуславливает степень его размола. Вместимость камеры измельчения определяет производительность мельницы. Как правило, каждая фирма в обозначении типа мельницы указывает вместимость камеры измельчения. Камера измельчения снабжена рубашкой, в которую охлаждающая вода поступает через патрубок 3, а сливается в бачок 14.

Грубодисперсное какао тертое поступает к насосу 10 через патрубок 12. Для промывки мельницы какао-маслом служит воронка 13 с краном. Электродвигатель 11 через бесступенчатый вариатор скоростей вращает шестерни насоса 10. Перед началом работы в рубашку камеры измельчения подается теплая вода. По окончании работы массу из камеры измельчения сливают через трехходовой кран 9.

Конструкция камеры измельчения приведена на рис. 11.16, б. В корпусе 3 над пробковым краном 1 расположена металлическая сетка 2. Корпус имеет охлаждающую рубашку 4. Выходное отверстие корпуса имеет решетку 9, которая крепится к внутренней стенке корпуса 3 обечайками 8 и 10. В крышке 11 расположены конические подшипники 12. В них вращается вертикальный вал 5, фиксатором 13 камера крепится к станине мельницы 14. Лопастя 7 закреплены на валу 5 тремя шпонками 6. Лопастя и корпус изготовляют из легированной, а шарики из легированной и термически обработанной износостойчивой стали. В процессе эксплуатации происходит истирание шариков. Лопастя, выполненные в виде колец, уменьшают истирание корпуса.

Шариковые мельницы могут работать только на жидком веществе (суспензии), каким и является какао тертое, поэтому они, как правило, работают в составе агрегата из одной дисковой мельницы типа 306 и двух параллельно установленных шариковых мельниц типа 292-В.

Техническая характеристика мельницы 292-В

Производительность, кг/ч	200...800
Мощность электродвигателей, кВт	23,5
Габаритные размеры, мм	700×800×1900
Масса, кг	1350

Инженерные расчеты. Производительность дисковой мельницы Π (кг/с)

$$\Pi = 1800\pi a k_1^2 k_2 \varphi \rho D^2 \delta \omega,$$

где a – число параллельно работающих зазоров; $k_1 = d_1/d_2$ (d_1 – внутренний диаметр корундовой накладки, d_2 – ее наружный диаметр); $k_1 \approx 0,7$; k_2 – опытный коэффициент, показывающий, какую часть составляет скорость движения продукта в радиальном направлении от окружной скорости на расстоянии $0,5D$ от оси вращения; для дисковой мельницы $k_2 = 0,01$; (φ – коэффициент заполнения щели; $\varphi = 0,7...0,8$; ρ – насыпная плотность какао-крупки, кг/м³; D – наружный диаметр диска, м; δ – зазор между дисками, м; ω – угловая скорость диска, рад/с.

В штифтовой мельнице полезная энергия измельчения превращается в теплоту. Измерив силу тока i и напряжение U , можно вычислить величину мощности (Вт), превращаемой при измельчении в тепловой поток Φ (Вт)

$$\Phi = \sqrt{3}iU \cos \varphi \eta_0,$$

где η_0 – общий коэффициент полезного действия электродвигателя и приводного устройства.

Мельница измельчает Π (кг/с) продукта, который поступает в нее с температурой t_1 (К). Для перемещения измельченного продукта в мельницу подается воздух с температурой t_a (К). Из условия транспортирования воздуха следует подать следующее количество воздуха G_a (кг/с)

$$G_a = \Pi / \mu,$$

где μ – среднее отношение масс продукта и воздуха.

Образующаяся при измельчении теплота нагревает продукт и воздух.

Тепловой баланс этой установки без учета потерь в окружающую среду имеет вид

$$Pct_1 + G_0 c_0 t_0 + \Phi = Pct_2 + G_0 c_0 t_2,$$

где c и c_0 – удельная теплоемкость продукта и воздуха, кДж/(кг·К); Φ – тепловой поток, образующийся при измельчении, кВт.

Температура нагрева продукта t_2 (К)

$$t_2 = (\Phi + Pct_1 + G_0 c_0 t_0) / (Pc + G_0 c_0).$$



Желающий учить того, кто высокого мнения
о своем уме, попусту тратит время.
ДЕМОКРИТ (460–370 до н.э.),
древнегреческий философ

11.6 ПЛЮЩИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Плющильная установка А1-КПК (рис. 11.17) предназначена для плющения круп и зернобобовых после их варки и подсушки.

Установка состоит из станины 8, двух плющильных валцов 11, подшипниковых узлов 3 плющильных валцов, привода валцов 2, межвалцовой передачи, устройства 5 подачи исходного продукта, устройства автоматического регулирования подачи исходного продукта, устройства 6 прижима и разведения валцов, механизма настройки валцов на параллельность, очистителей валцов 10, устройства охлаждения валцов, виброопор 4, ограждения привода 1, питающей трубы 9, сигнализатора уровня исходного продукта, системы управления прижимом и разведением валцов, бункера 7 для сбора плющеного продукта.

Станина выполнена из двух продольных штамповочно-сварных балок, соединенных поперечными опорами, на которые монтируются корпуса подшипников плющильных валцов.

Рабочими органами установки являются плющильные валцы. Каждый плющильный валец выполнен в виде полой бочки с прикрепленными к ней с обоих торцов цапфами. На каждом торце бочки предусмотрены отверстия для балансировки с заглушками. Подшипниковые опоры плющильных валцов выполнены с разъемными корпусами, при этом один валец имеет неподвижную ось вращения, а другой – подвижную. Корпуса валца с подвижной осью вращения соединены с поперечными балками одной шарнирной опорой, при этом одна шарнирная опора выполнена эксцентриковой для регулирования бокового зазора между зубьями шестерен межвалцовой передачи. Привод валцов выполнен двухступенчатым. Вариатор сделан с (ведущим) регулируемым шкивом. Регулирование осуществляется перемещением двигателя по направляющим посредством ходового винта. Вариатор вместе с двигателем смонтирован на поворотной плите, чем обеспечивается натяжение клиновых ремней второй ступени. На противоположных от привода концах плющильных валцов закреплены шестерни межвалцовой передачи, которые закрываются кожухом.

Устройство подачи исходного продукта выполнено в виде двух валиков, один из которых – с подвижной осью вращения, другой – с неподвижной. Привод устройства подачи исходного продукта осуществлен в виде плоскоременной передачи, ведущим звеном которой является ведомый шкив клиноременной передачи привода валцов, и редуктора. Последний через упругую муфту кинематически связан с валиком, имеющим неподвижную ось вращения. Периферийная поверхность валиков

выполнена с винтовыми продольными канавками. Редуктор имеет кулачковую муфту, сцепление (и расцепление) кулачков в которой заблокировано с перемещением опор вальца с подвижной осью вращения.

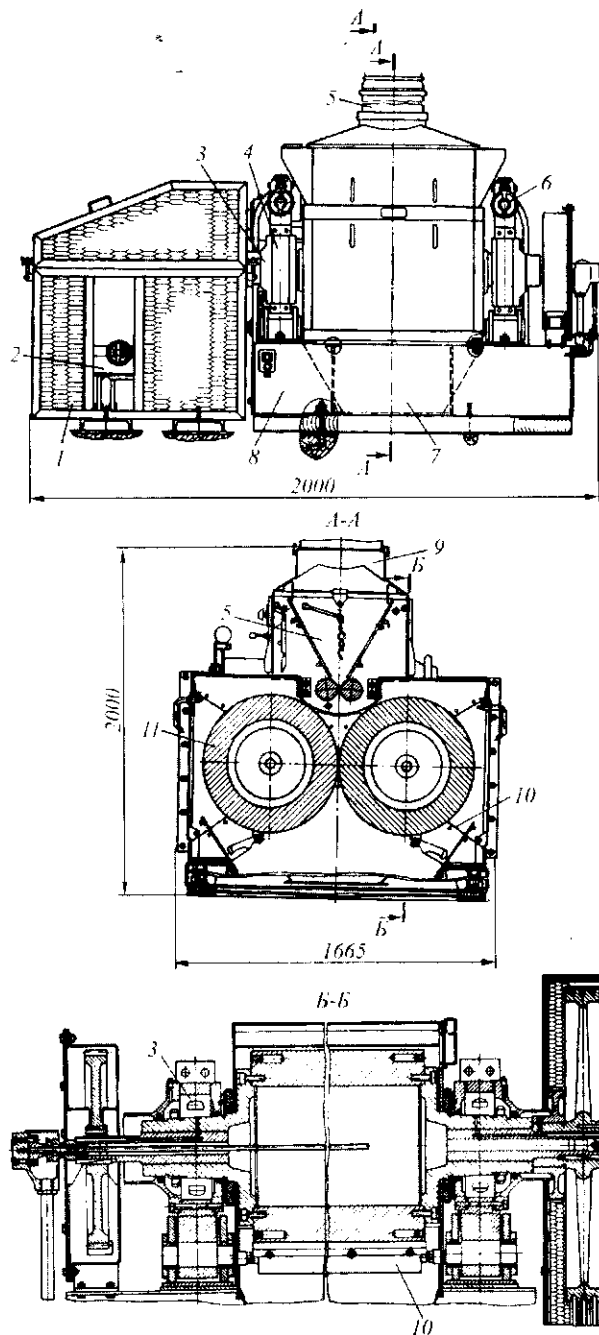


Рис. 11.17 Плоскостная установка А1-КПК

Автоматическое регулирование подачи исходного продукта обеспечивается автоматическим изменением зазора между питающими вальцами. В этих целях валик с подвижной осью вращения заключен в подвижные подшипниковые опоры, движение которых сообщается посредством системы рычагов от сигнализатора уровня исходного продукта. Синхронность перемещения подвижных подшипниковых опор обеспечивается выполнением их шарнира в виде валика. В начальном положении (при отсутствии продукта) валики поджимаются пружиной, находящейся в системе рычагов. Диапазон автоматического изменения зазора между вальцами регулируется ограничительным винтом.

Устройство прижима и разведения вальцов выполнено в виде гидроцилиндра двойного действия, шток и крышка которого откидными болтами соединены с корпусами подшипников плющильных вальцов.

Между подвижными корпусами вальцов и резьбовыми концами стяжного стержня размещены пружинные амортизаторы, обеспечивающие безопасный проход между вальцами инородных тел размером до 5 мм.

Для очистки вальцов от налипшего продукта применяются ножи из углеродистой инструментальной стали, укрепленные на чугунном каркасе. Каркас ножей шарнирно подвешен к цилиндрическим поверхностям специальных витков, свернутых в резьбовые отверстия камеры, и включает грузовую часть, обеспечивающую контакт ножей с поверхностями вальцов.

Устройство охлаждения каждого из вальцов состоит из корпуса, прикрепленного к картеру кожуха межвальцовой передачи, и трубки, жестко прикрепленной к корпусу посредством переходника. К корпусу с помощью переходного штуцера и накидной гайки прикреплен запорный кран, открывающий и закрывающий подачу воды во внутреннюю полость вальца. Отвод воды из вальца в корпус обеспечивается насадкой, свернутой в резьбовое отверстие цапфы.

Для снижения вибрации, создаваемой работой установки, продольные балки монтируются на деревянную раму с резиновыми прокладками.

Питающая труба выполняется прозрачной для удобства контроля за подачей исходного продукта. Соединение питающей трубы с горловиной и подводным самоотком уплотняется резиновыми кольцами.

Бункер для сбора плющеного продукта прикреплен винтами к продольным балкам станины и боковым стенкам камеры.

Аспирация машины обеспечивается выполнением в боковых стенках камеры двух прямоугольных отверстий, соединяемых трубопроводами с расположенным на верхней панели питателя отверстием, предназначенным для подсоединения к трубопроводу системы аспирации цеха.

Работа установки начинается с пуска двигателя насоса, который подаст масло из бака в золотник. Последний в обесточенном состоянии под действием пружины соединит магистральную магистраль с бесштоковой полостью гидроцилиндров. Вытесненные из гидроцилиндров штоки разведут корпуса подшипников вальцов, увеличив тем самым зазор между ними до 6 мм и устранив сопротивление скопившихся между вальцами пыли и продукта. В результате обеспечивается нормальный запуск двигателя привода вальцов. По заполнении системы масло начнет перепускаться предохранительным клапаном на слив в бак.

После запуска двигателя привода вальцов вращение будет передаваться шкивам, шестерням, вальцам и входному валу редуктора питателя.

При поступлении в приемный бункер исходного продукта сигнализатор его уровня передает воздействие продукта на микровыключатель, который замкнет цепь электромагнита золотника. Последний сообщит нагнетательную полость насоса со штоковыми полостями гидроцилиндров. При этом поршни втянут штоки внутрь гидроцилиндров, вследствие чего сблизятся корпуса подшипников валцов и уменьшится зазор между ними.

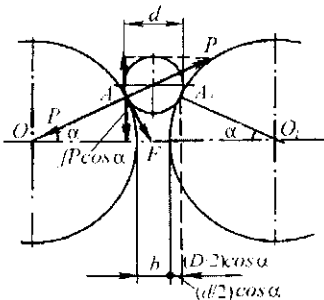
На части хода корпусов подшипников валцов блокировка освободит в редукторе пружину сжатия и под ее действием замкнутся кулачки муфты, обеспечивая передачу вращения валику питателя. Последний своими рифлями станет подавать продукт на плоскости между валцами. Плющенный продукт будет отводиться через воронку на дальнейшую обработку. Примерно через 30 мин после начала работы установки включается подача воды на охлаждение валцов.

Техническая характеристика плющильной установки А1-КПК

Производительность, кг/ч	1500
Толщина хлопьев, мм	0,3...1,5
Размеры валков, мм:	
диаметр	490
длина	800
Частота вращения, мин ⁻¹ :	
валков	161...232
питательного валика	25
Мощность электродвигателя, кВт	18,5
Расход воды на охлаждение, м ³ /ч	0,6
Давление масла в гидроприводе вальца, МПа	10
Габаритные размеры, мм	2000×1665×2000
Масса, кг	4500

Инженерные расчеты. На рис. 11.18 приведена расчетная схема для определения минимально допустимого диаметра валцов, необходимого для захвата измельчаемой частицы при горизонтальном расположении, одинаковой скорости валцов.

Частица диаметром d до начала ее деформирования касается поверхности валцов



в точках A и A_1 и действует на валцы по нормальным к касательным в этих точках с некоторой силой P . В свою очередь, частица испытывает со стороны валцов такую же силу P . Вертикальные составляющие этих сил $2P \sin \alpha$ стремятся вытолкнуть частицу из сферического клина, образуемого цилиндрическими поверхностями валцов, а ее вертикальные составляющие сил трения $2fP \cos \alpha$ затягивают частицу в зазор между валцами b . Отсюда очевидно, чтобы частица была затянута валцами, необходимо выполнение следующего неравенства:

Рис. 11.18 Расчетная схема для определения минимально допустимого диаметра валцов

$$2P\sin\alpha < 2fP\cos\alpha,$$

откуда

$$\sin\alpha/\cos\alpha < f \text{ или } \operatorname{tg}\alpha < \operatorname{tg}\varphi.$$

Следовательно, угол α , называемый углом захвата, должен быть меньше угла трения φ частицы о поверхность вальца.

Так как

$$D + b = D\cos\alpha + d\cos\alpha,$$

то минимально допустимый диаметр вальцов по условию захвата частицы вальцами, т. е. с учетом того, что предельное значение угла захвата должно быть равно углу трения φ , будем определять D_{\min} по формуле

$$D_{\min} = (d\cos\varphi - b)/(1 - \cos\varphi).$$

Производительность плоскостной машины Π (кг/с) определяют по формуле

$$\Pi = \rho L v_3 b k,$$

где ρ – плотность измельчаемого продукта, кг/м³; L – длина вальца, м; b – межвальцовый зазор, м; v_3 – скорость прохождения обрабатываемого продукта между вальцами, м/с; k – коэффициент использования зоны измельчения ($k < 1$).



Конечно, надо уметь преодолевать трудности, но надо уметь и не воздвигать их перед собой...
КАПИЦА ПЕТР ЛЕОНИДОВИЧ (1894-1984),
физик, академик АН СССР

11.7 РЕЗАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Машина А9-КРВ «Ритм» (рис. 11.19) предназначена для измельчения различных видов корнеплодов на кубики, столбики и кружки.

Машина имеет сварную станину 1, на которой смонтированы фланцевый электродвигатель 9 с редуктором 12, питатель 4, угловая приставка 7. Внутри питателя 4 вращается барабан 5, состоящий из двух дисков с тремя лопастями 6 между ними. Барабан 5 соединен с тихоходным валом редуктора 12. С торца к питателю крепится

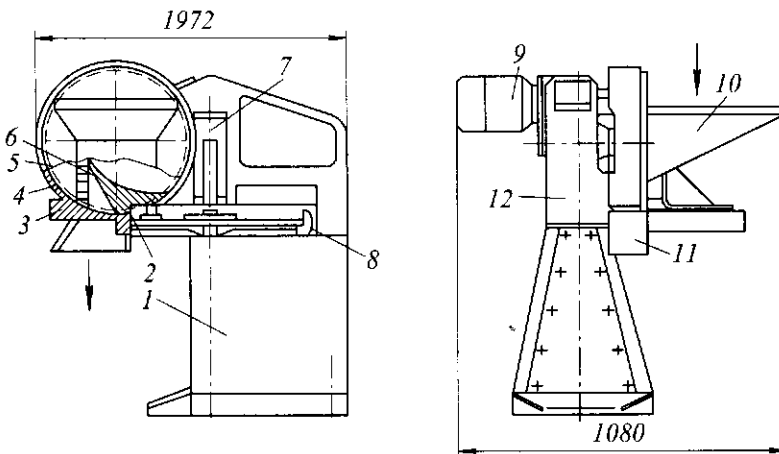


Рис. 11.19 Машина А9-КРВ «Ритм»

загрузочный бункер 10, а в его нижней части установлены неподвижный плоский нож 3, сменная гребенка 2 ножей продольного среза и разгрузочный лоток 11.

На выходной части первой ступени редуктора 12 находится угловая приставка 7, на вертикальный вал 1 которой насажен горизонтальный диск 8 с закрепленными на нем ножами поперечного среза. Приставка 7 устанавливается только при резке сыра на кубики.

Сырье из загрузочного бункера 10 попадает во вращающийся барабан 5, центробежной силой отбрасывается к стенке питателя 4 и лопастями 6 смещается вниз, к гребенчатым ножам 2. Гребенчатые ножи надрезают продукт в продольном направлении на глубину, равную высоте ножа. На ту же глубину, но в поперечном направлении продукт надрезается ножами, находящимися на вращающемся диске 8. Затем надрезанный слой продукта срезается неподвижным плоским ножом 3, и срезанные кубики падают в разгрузочный лоток 11.

При резке продукта на столбики необходимо снять угловую приставку 7, а при резке продукта на кружки снимают еще и сменную гребенку 2 с ножами продольного среза. Для изменения размеров измельчаемого сырья в машине предусмотрены сменные рабочие органы.

Шинковальная машина МШ-10000 (рис. 9.20) предназначена в основном для шинкования капусты, но может использоваться и для резки корнеплодов.

Машина состоит из смонтированной на колесах сварной рамы 8, в верхней части которой установлен корпус шинковки 4 с двумя улиткообразными, открытыми снизу раструбами и с насаженным на вертикальный вал горизонтальным ножевым диском 5. В нижней части рамы 8 находится площадка, на которой закреплен электродвигатель 9, приводящий через ременные передачи 13 и 15 в движение ножевой диск 5 и ленточный транспортер 7. Натяжной барабан 10 транспортера 7 и натяжное устройство 11 размещены на двух направляющих кронштейнах 12. Ножевой диск 5, насаженный на вертикальный вал 2, связан конической зубчатой передачей с горизонтальным валом 3. Снизу под шинковкой укреплен приемный бункер 6 с лотком, предназначенный для подачи нарезанного сырья на ленточный транспортер 7. Для ручного пуска машины служит червячная передача, смонтированная в коробке, укрепленной на раме. Она имеет рычаг 14 с рукояткой.

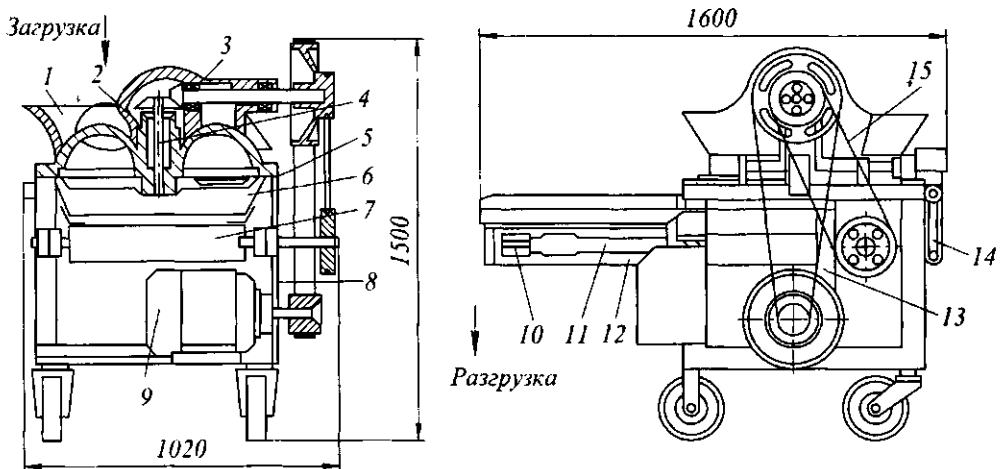


Рис. 11.20 Шинковальная машина МШ-10000

Сырье подается в машину через съемный загрузочный бункер 1 в приемные раструбы корпуса шинковки, с помощью вращающегося ножевого диска 5 затягивается внутрь раструбов и заклинивается между диском и внутренней стенкой раструба. При дальнейшем вращении диска 5 ножи последовательно срезают слой продукта, который проходит под диск через прорези, сделанные перед каждым из одиннадцати ножей, и попадает на ленту транспортера.

Техническая характеристика резательной машины представлена в табл. 11.3.

Таблица 11.3 Техническая характеристика резательных машин

Показатели	А9-КРВ «Ритм»	МШ-10000
Производительность в зависимости от вида сырья и размеров нарезаемого продукта, кг/ч	До 2000	До 10000
Размеры нарезаемых кубиков, мм	10×10×10; 7×7×7	Стружка длиной не менее 5 мм
Частота вращения ножевого диска, мин ⁻¹ , при резке на кубики размером 10×10×10	455	210
7×7×7	655	210
Мощность электродвигателя, кВт	1,5	4,0
Скорость движения ленты транспортера, м/с	—	2,08
Габаритные размеры, мм	1080×1972×1505	1600×1020×1500
Масса, кг	380	500

Машина А8-ИТО линейного типа непрерывного действия (рис. 11.21) предназначена для обезглавливания рыб тресковых видов клиновидным резом с удалением плечевых костей и грудных плавников. Основными узлами машины являются: станина 1, редуктор 2, ножевая головка 3, транспортер 6, загрузочный лоток 5, разгрузочный лоток 7 и регулировочное устройство 4.

Ножевая головка 3 включает вращающиеся ножи, установленные под углом 90° один к другому. Транспортер 6 для подачи рыбы к ножевой головке 3 имеет три параллельно движущиеся ветви, две из которых несут лотки для рыбы, а на третьей крепятся опоры для передвижения голов к разгрузочному лотку.

Регулировочное устройство 4 обеспечивает фиксацию рыбы в момент отрезания головы и установку рыбы по отношению к ножам.

Рыбу вручную укладывают в лоток транспортера брюшком вперед, головой влево. При этом положение головы определяется визуально так, чтобы направляющая перед головоотрезающими ножами была направлена на начало грудных плавников. Ножи отрезают голову клиновидным резом непосредственно за жаберными крышками. При этом у головы отсекается шейная кость. Во время реза голова упирается в заслонку, которая прижимает голову к затылочной опоре, это позволяет сохранить мясо на затылочной части. Отрезанные головы падают, тушки направляются в отводящий лоток. Выход продукции в значительной степени зависит от правильной укладки рыбы в лотки транспортера.

Техническая характеристика головоотрезающей машины А8-ИТО

Производительность, рыб/мин:.....	48
Длина обрабатываемой рыбы, мм.....	300...700
Мощность электродвигателя, кВт.....	1,0
Габаритные размеры, мм.....	1880×1025×1950
Масса, кг.....	560

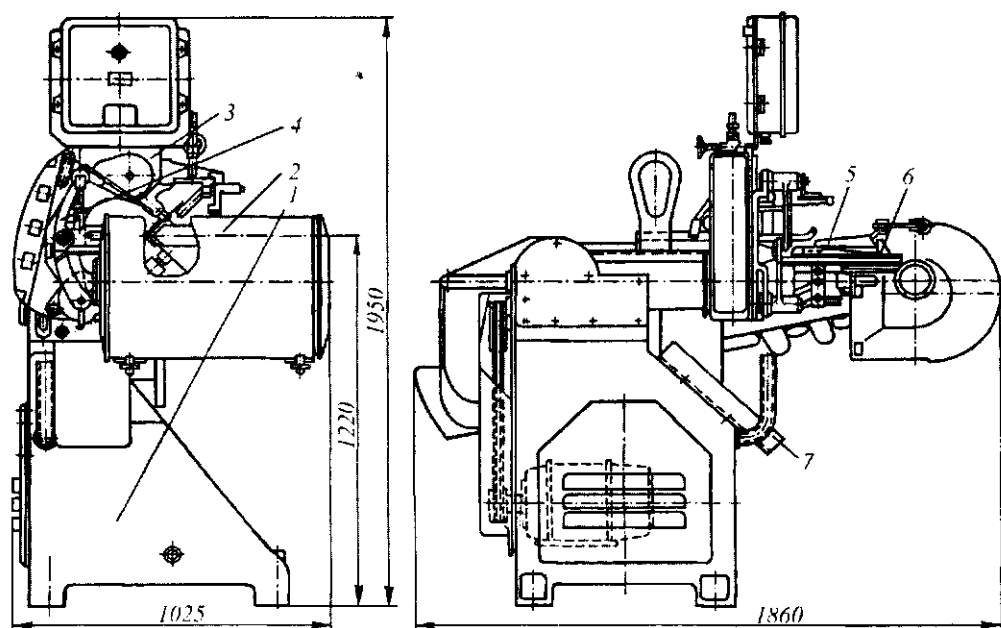


Рис. 11.21 Машина А8-ИТО для обезглавливания тресковых рыб

Инженерные расчеты. *Производительность резательных машин при принудительной подаче продукта Π (кг/с)*

$$\Pi = Fv\varphi\rho,$$

где F – площадь сечения потока продукта, м^2 ; v – скорость потока, м/с ; φ – коэффициент, учитывающий отклонение фактической производительности от расчетной; ρ – плотность продукта, кг/м^3 .

Мощность электродвигателя резательных машин N (кВт)

$$N = WPk\eta / \eta_m\eta_1,$$

где W – удельная работа резания, кДж/м^2 ; k – коэффициент использования режущей способности машины; P – режущая способность машины, $\text{м}^2/\text{с}$; η – коэффициент запаса мощности электродвигателя ($\eta = 1,25 \dots 1,35$); η_m – механический КПД ($\eta_m = 0,75 \dots 0,80$); η_1 – коэффициент, учитывающий расход энергии на подачу и отвод продукта ($\eta_1 = 0,90 \dots 0,95$).

Площадь F (м^2), приходящаяся на разрезание 1 кг продукта, определяется по формуле

$$F = (zf - z_0f_0) / 2,$$

где z, z_0 – соответственно число кусочков до измельчения и после, шт.; f, f_0 – площадь боковой поверхности кусочков до измельчения и после него, м^2 .

При проектировании машин размеры и число ножей, их скорость определяют по режущей способности ножей, которая находится из формулы:

для многодисковых или многоленточных машин

$$P = 60 \sum_{i=1}^n h_i v_i x_i,$$

где h_i – толщина разрезаемого продукта, м; v_i – скорость подачи продуктов, м/с; x_i – число ножей в одной группе, шт;

для машин с серповидными ножами

$$P = 1800 S z_0 \omega / \pi,$$

где S – площадь среза слоя продукта, находящегося в чаше или желобе машины, м²; ω – частота вращения ножей, с⁻¹; z_0 – число ножей, шт;

для машин с плоскими ножами, совершающими поперечные разрезы продукта, движущегося со скоростью v_n

$$P = abv_n / c,$$

где a, b – поперечные размеры сечения продукта, подаваемого на резание, м; c – расстояние между ножами по длине продукции, м.

Производительность головоотрезающей машины Π (кг/с) определяется по формуле

$$\Pi = 60nq\eta,$$

где n – число обрабатываемых рыб в минуту, шт.; q – средняя масса одной рыбы, кг; η – коэффициент использования машины ($\eta = 0,85 \dots 0,90$).

Мощность электродвигателя N (кВт) головоотрезающей машины

$$N = N_{уд} l / \eta,$$

где $N_{уд}$ – удельная мощность резания рыбы (для скорости подачи рыбы $v_n = 0,1 \dots 1,0$ м/с и окружной скорости ножа $v_{нож} = 5 \dots 20$ м/с $N_{уд} = 0,01 \dots 0,06$ кВт/м), кВт/м; l – длина резания, м; η – КПД привода.



Быть человеком – значит не только обладать знаниями, но и делать для будущих поколений то, что предшествовавшие делали для нас.
ЛИХТЕНБЕРГ ГЕОРГ КРИСТОФ (1742–1799),
немецкий писатель, литературный
и театральный критик, ученый-физик

11.8 СВЕКЛОРЕЗКИ

Свеклорезки предназначены для измельчения корнеплодов сахарной свеклы в виде стружки. Такое измельчение необходимо для эффективного извлечения сахара диффузионным способом. Принцип действия свеклорезок основан на относительном движении свеклы и ножей.

В зависимости от конструкции режущих устройств резательные машины разделяют на следующие группы:

– центробежные (с неподвижными режущими устройствами), в которых ножевые рамы закреплены в пазах вертикального корпуса, а продукт прижимается к ножам за счет центробежной силы и заклинивающего действия лопастей вращающегося ротора;

– дисковые (с подвижными режущими устройствами), в которых ножи крепятся к вращающемуся диску, а продукт прижимается к ножам специальными прижимами и под действием собственной массы;

– барабанные (с подвижными режущими устройствами), в которых ножевые рамы крепятся в пазах стенки горизонтального вращающегося барабана, а продукт прижимается к ножам специальными устройствами;

– комбинированные, в которых имеются две и более группы ножей, причем одна группа ножей совершает вращательное движение, а другая, как правило, неподвижная и находится в перпендикулярной плоскости.

В настоящее время наиболее распространенными в отечественной промышленности являются *центробежные свеклорезальные машины*. В них рамы с ножами закреплены в пазах вертикально установленного корпуса. Свекла, поступающая в свеклорезку, перемещается относительно ножей с помощью ротора и прижимается к ножам при помощи центробежной силы и заклинивающего действия лопастей улитки.

Центробежные свеклорезки позволяют заменять ножи на ходу, регулировать производительность как путем изменения частоты вращения ротора, так и количеством работающих ножей, контролировать качество стружки от каждого ножа. Но они имеют довольно сложную конструкцию, дают повышенное содержание брака в стружке и потребляют много электроэнергии.

Дисковые свеклорезки серийно выпускают и широко применяют за рубежом. В этих машинах ножи с рамами устанавливаются в пазах горизонтально вращающегося диска, свекла же находится в неподвижном состоянии и прижимается к ножам под действием собственной массы и при помощи специальных прижимов.

Дисковые свеклорезки потребляют существенно меньше энергии, чем центробежные и барабанные, на них получают хорошую свекловичную стружку хорошего качества, но требуют остановки электродвигателей при смене ножей. Поэтому при низком качестве мойки свеклы из-за частой смены ножей дисковые свеклорезки имеют значительную трудоемкость при ремонте и обслуживании. Эффективность работы таких свеклорезок обеспечивается только при хорошей очистке свеклы.

Барабанные свеклорезки более просты по конструкции, дают хорошую стружку, но потребляют большое количество электроэнергии, смена ножей осуществляется только при остановке свеклорезки.

Центробежная свеклорезка СЦБ-16М (рис. 11.22) состоит из цилиндрического корпуса 2, вращающегося ротора 3, конического редуктора, привода 8, верхнего 5 и нижнего 4 кожухов, загрузочного бункера 1, ножевых рам 6, лебедки 7 и гидравлического шибера. Ротор 3 выполнен в виде трехлопастной улитки и установлен на вертикальном валу, соединенном через пару конических зубчатых колес с приводом.

Принцип действия свеклорезки заключается в следующем. Загрузка свеклы в свеклорезку производится через загрузочный бункер. В корпусе свеклорезки свекла увлекается вращающимся ротором и под действием центробежной силы прижимается к режущей кромке ножей, скользя по которым постепенно превращается в стружку. Готовая стружка через проемы ножевых рам выпадает в пространство между корпусом свеклорезки и кожухом и затем через отверстие нижнего корпуса поступает на дальнейшую переработку.

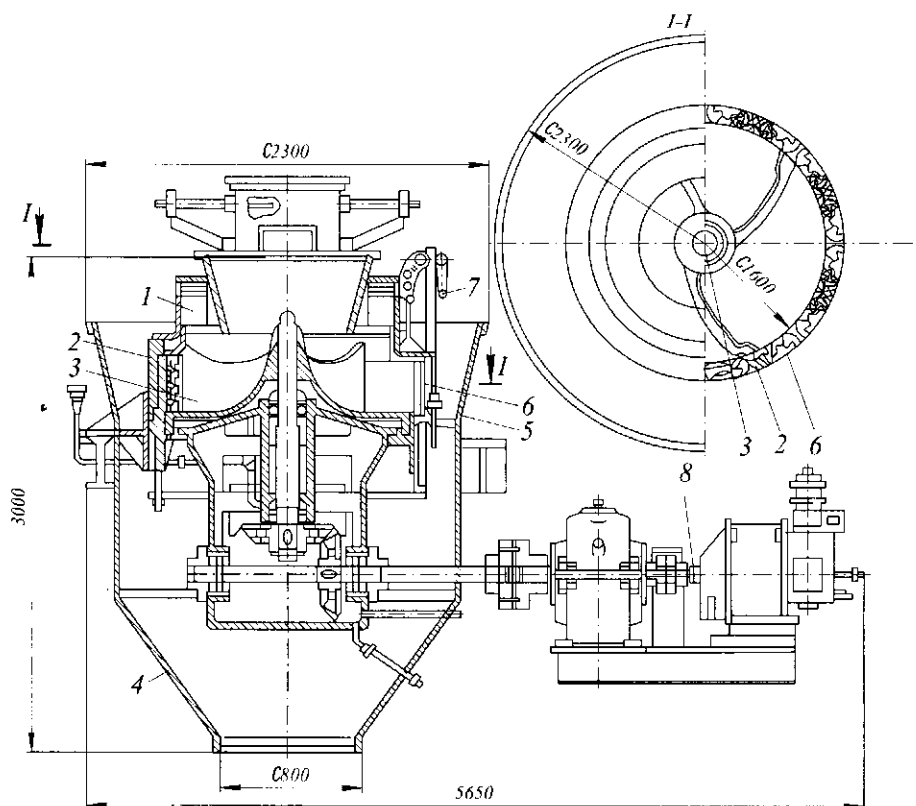


Рис. 11.22 Центробежная свеклорезка СЦБ-16М

Ножевые рамы с набором ножей устанавливают в гнезда корпуса свеклорезки плотно. Для того чтобы рамы составляли с корпусом свеклорезки внутреннюю поверхность одного радиуса, после установки их протачивают вместе с корпусом. Корпус свеклорезки имеет ремонтные накладки, которые позволяют неоднократно протачивать его. Обычно запасные и рабочие рамы вместе с корпусом свеклорезки протачиваются один раз в сезон сахароварения. Для замены ножей в рабочем состоянии свеклорезка снабжена реечным механизмом, поднимающим ножевую раму из своего гнезда, а на ее место вставляют глухую раму, которая отличается от рабочей отсутствием отверстий для установки ножей.

Ножи при переработке волокнистой свеклы часто забиваются волокнами, поэтому для получения стружки хорошего качества их очищают продувкой паром или сжатым воздухом с избыточным давлением 0,7 МПа. Пар и воздух к ножам необходимо подводить так, чтобы они сдували волокна с ножей, а не прижимали их к режущей кромке.

Для резания свеклы в сахарной промышленности применяют свеклорезательные ножи, фрезерованные из углеродистой и инструментальных сталей (ножи Чижека и кенигсфельдские), и ножи Голлера, штампованные из листовой высокоуглеродистой стали. Предусматривается изготовление ножей двух типов: безреберные (тип 1) и ребристые (тип 2) в трех исполнениях: А – левый; В – правый; О – обозначенный. Ножи типа 1 имеют шаг 6, 7, 8, 9, 10, 12 мм, а типа 2 – шаг 5 и 6 мм.

На отечественных сахарных заводах наибольшее распространение получили свеклорезальные ножи Чижека, которые изготавливают для центробежных и дисковых свеклорезок. Ножи закрепляются в рамах, конструкции которых зависят от типа свеклорезки и конструкции ножей: существуют ножевые рамы для центробежных свеклорезок и рамы для дисковых свеклорезок. Техническая характеристика центробежной свеклорезки СЦБ-16М приведена в табл. 11.4.

Дисковая свеклорезка (рис. 11.23) с верхним приводом состоит из следующих основных узлов: рамы 1, крышки 2, корпуса 21, диска 10 со ступицей 14 и ножевыми рамами 12 и ножами, фиксатора 20, бункера для свеклы 22, привода и устройства 17 для предохранения ножей от порчи при попадании тяжелых примесей в свеклорезку.

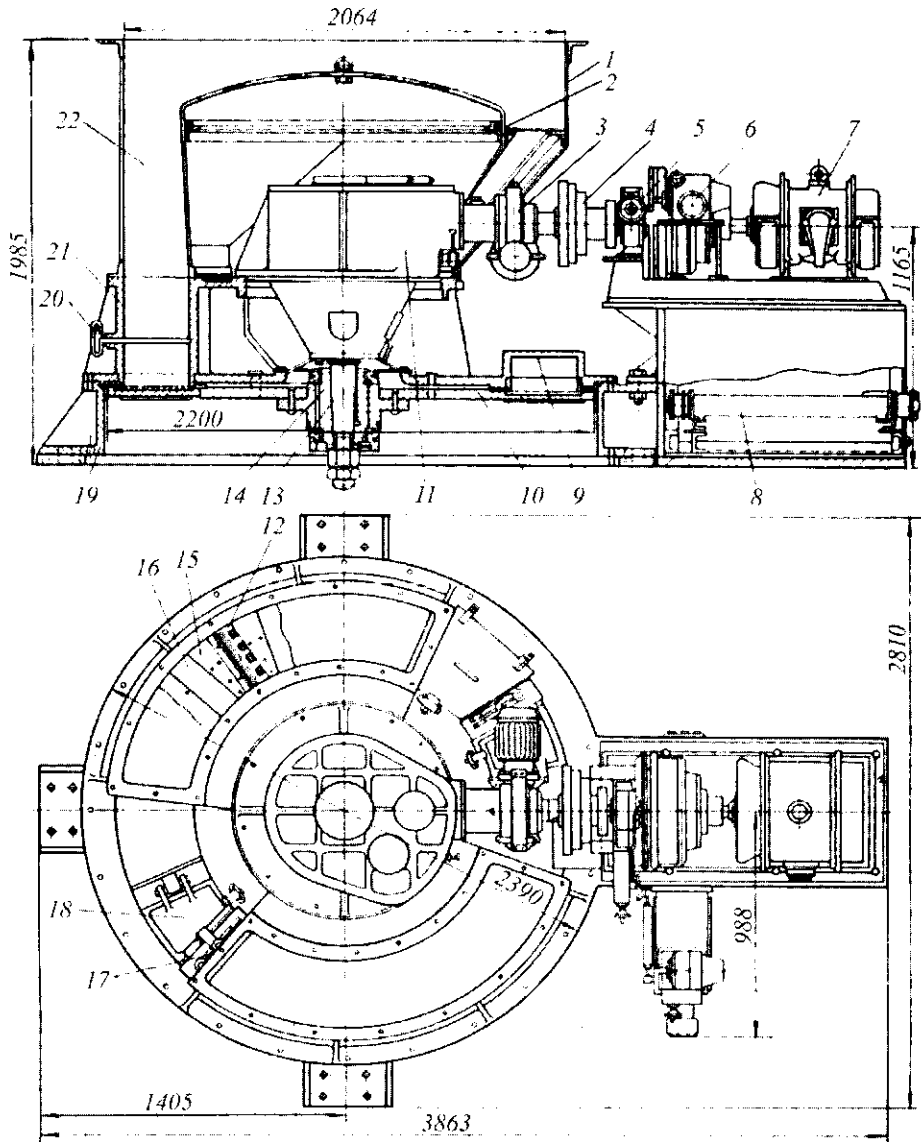


Рис. 11.23 Дисковая свеклорезка

Корпус свеклорезки 21 установлен при помощи опор 19 на металлическом каркасе. Он представляет собой литую чугунную деталь, имеющую два направленных лотка. Лотки образованы двумя стенками, расположенными концентрически, и двумя торцевыми стенками, одна из которых вертикальная, а другая наклонная; эти стенки образуют пространство переменного сечения (зажим), в которое поступает свекла при ее изрезывании. На горизонтальной площадке зажима устанавливаются устройство 17 для предохранения ножей от порчи при попадании тяжелых примесей, люк 18 для замены ножевых рам, окно 15 и ребро 16.

К корпусу свеклорезки крепится бункер 22 для свеклы. На внутренних приливах корпуса установлен угловой редуктор 11. На конце вала 13 редуктора закрепляется диск 10, в отверстия которого вставлены ножевые рамы 12 с ножами.

Диск свеклорезки приводится во вращательное движение от привода с регулируемой или постоянной частотой вращения. Привод с регулируемой частотой вращения диска включает в себя электродвигатель 7, гидромуфту 6, устройство 5 для ручной и дистанционной регулировки количества поступающего масла в гидромуфту, электромагнитную муфту 4 и устройство 3 для вращения диска во время замены ножевых рам.

Привод с постоянной частотой вращения диска состоит из тех же узлов, что и привод с регулируемой частотой, только не имеет гидромуфты.

Устройство 8 для вращения диска во время замены ножевых рам состоит из электродвигателя мощностью 1,5 кВт и червячного редуктора, червячное колесо которого установлено на выходном валу углового редуктора при помощи подшипника и обгонной муфты. Обгонная муфта позволяет при выключенном приводе свеклорезки периодически вращать диск с меньшей частотой вращения. При работе привода свеклорезки обгонная муфта выключает устройство для периодического вращения диска.

Принцип действия свеклорезки заключается в следующем. Свекла из автоматических весов поступает в бункер 22 и затем в прижимы 9. Загрузочный бункер и прижимы предназначены для постоянной подачи свеклы на диски 10 под таким давлением, которое способствовало бы получению стружки одинаковой толщины. Для лучшего заполнения корпуса свеклорезки свеклой делают не более двух прижимных каналов. Для получения хорошей стружки высота слоя свеклы в бункере должны составлять 1,5...2,0 м. При слое 0,8 м свекла недостаточно прижимается к диску и вращается вместе с ним. Для предупреждения вращения свеклы вместе с диском в самом низком месте канала устанавливают контрножки 20 на расстоянии не более 4 мм над верхней кромкой ножей. Так как контрножки задерживают попавшие в свеклорезку посторонние примеси, над ними устанавливают люк для свободного доступа к ним. Поступившая на диск свекла изрезывается ножами, установленными в рамы 12, на свекловичную стружку. Средняя скорость изрезывания свеклы составляет около 8 м/с. Наличие гидромуфты в системе привода свеклорезки позволяет изменять эту скорость в пределах 1 : 3. Однако регулирование скорости резания имеет свои пределы. Оказывается, что при меньшей скорости изрезывания уменьшается содержание мезги в свекловичной стружке, но зато толщина ее увеличивается.

Свеклорезка обычно оборудуется продувочным устройством для ножей, которое устанавливается за люком для замены ножей таким образом, чтобы направление продувки совпало с направлением резания свеклы. Это устройство представляет собой газовую трубку, перфорированную по всей длине. Для продувки применяется пар или воздух под давлением 0,7 МПа.

Т а б л и ц а 11.4 Техническая характеристика свеклорезок

Показатели	Центробежная СЦБ-16М	Дисковая с верхним приводом
Производительность, т/сут: при желобчатой стружке	2100	до 2000
при пластинчатой стружке	1500	–
Количество ножевых рам	16	26
Скорость резания, м/с	6,0...9,5	8,0
Частота вращения ротора или диска, с ⁻¹	7,1...11,4	0,7...1,1
Диаметр корпуса, мм	1600	2200
Мощность электродвигателя, кВт	100	35
Габаритные размеры, мм	5650×2440×3000	3863×2810×1985
Масса, кг	11400	–

Инженерные расчеты. Производительность свеклорезки П (т/сут)

$$P = 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot L \cdot a \cdot v \cdot \rho \cdot K_k \cdot K_3 / 1000,$$

где L – общая длина режущей кромки ножей, м; a – высота подъема ножей в свеклорезке, м; v – скорость резания, м/с; ρ – насыпная плотность свеклы в корпусе свеклорезки, кг/м³; K_k – конструктивный коэффициент учитывает степень использования ножей в свеклорезке; K_3 – эксплуатационный коэффициент, равен отношению продолжительности работы свеклорезки без остановок за сутки в часах к общему времени в сутках.

$$L = l_1 m n,$$

где l_1 – длина режущей кромки одного ножа, м; m – число ножевых рам в свеклорезке; n – количество ножей в одной ножевой раме;

$$v = \pi D_8 n_c / 60,$$

где D_8 – диаметр корпуса свеклорезки, м; n_c – частота вращения улитки свеклорезки, мин⁻¹.

Мощность N , потребляемая на привод свеклорезки, затрачивается на изрезывание свеклы N_1 , на преодоление сил трения свеклы о ножи и ножевые рамы N_2 , на разгон свеклы до скорости изрезывания N_3 и на преодоление сил трения между корнями подвижного и неподвижного слоев при поступлении в центробежную свеклорезку N_4 (кВт)

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4.$$

Мощность, потребляемая на изрезывание свеклы, N_1 (кВт)

$$N_1 = M_1 \omega / 1000,$$

где M_1 – момент при резании свеклы относительно оси вращения, Н·м; ω – угловая скорость вращения улитки, рад/с;

$$\omega = \pi n_c / 30,$$

здесь n_c – частота вращения улитки, мин⁻¹;

$$M_1 = FR,$$

здесь F – общее усилие резания, Н; R – радиус резания;

$$F = 100 f \cdot 2 l_1 m \eta_{отн} K_k,$$

здесь f – удельное усилие резания, Н/м; $\eta_{отн}$ – безразмерная величина, учитывающая воздушные промежутки между свекловичными корнями ($\eta_{отн} = 0,55...0,60$);

$$\eta_{отн} = \rho / \rho_m,$$

здесь ρ – насыпная плотность свеклы, кг/м³; ρ_m – плотность свекловичной мякоти.

Мощность, необходимая на преодоление сил трения свеклы о ножи и ножевые рамы N_2 (кВт)

$$N_2 = M_2 \omega / 1000,$$

где M_2 – крутящий момент, необходимый для преодоления сил трения свеклы о ножи и ножевые рамы, Н·м.

Крутящий момент, необходимый для преодоления сил трения M_2 (Н·м)

$$M_2 = F_n \mu R,$$

где μ – коэффициент трения скольжения свеклы о сталь.

Полное усилие прижатия свеклы к ножам и рамам F_n (Н)

$$F_n = f_y \cdot 2\pi R \cdot 2l_1 K_k = 4,18 \rho \omega^2 R^3 l_1 K_k.$$

Удельное давление на внутреннюю стенку корпуса центробежной свеклорезки f_y (Н/м²)

$$f_y = \rho \omega^2 R^2 / 3.$$

Момент для преодоления сил трения свеклы о диск M'_2 (Н·м)

$$M'_2 = 2\pi R_n \cdot 2l_1 H \rho g \mu R K_k,$$

где R_n – средний радиус режущей кромки ножей, м; H – высота слоя свеклы в бункере, м; g – ускорение свободного падения, м/с².

Мощность, необходимая для разгона свеклы до скорости изрезывания N_3 (кВт)

$$N_3 = P \omega^2 R^2 / 2000,$$

где P – производительность свеклорезки, кг/с.

Мощность N_4 , необходимая для преодоления сил трения между корнями подвижного и неподвижного слоев при поступлении свеклы в центробежную свеклорезку, определяется в зависимости от производительности свеклорезки:

Производительность, тыс. т/сут	1,0	1,1...2,0	2,1...3,0	3,1...4,0
Мощность N, кВт	8,0	7,0	6,0	5,0

Для дисковой свеклорезки суммарная мощность на привод свеклорезки N (кВт)

$$N = N_1 + N_2.$$

К общей мощности, необходимой для привода свеклорезок, необходимо добавить мощность, потребную на механические потери в свеклорезке и редукторе. Приращение мощности на преодоление сил от механических трений составляет примерно 3 % от суммарной мощности N .



Ученость – единственно, что в нас божественно и бессмертно; величайшие преимущества, которыми одарена человеческая природа, это разум и речь.

ПЛУТАРХ (46-127).

древнегреческий писатель, историк и философ

11.9 МЯСОРУБКИ, ВОЛЧКИ И КУТТЕРЫ

К оборудованию для измельчения мягкого животного сырья относят мясорубки, волчки, шпигорезки, куттеры, коллоидные мельницы, центробежные измельчители, эмульсаторы, гомогенизаторы.

Основные части волчка – механизмы подачи, измельчения и привод. Механизм подачи имеет загрузочный бункер, в котором либо смонтирован питатель (принудительная подача), либо его нет (сырье загружается самотеком). По конструкции питатели бывают одно- и двухшнековыми, спиральными, лопастными, пальцевыми, их расположение относительно механизма подачи может быть верхним параллельным или боковым параллельным, перпендикулярным, угловым и соосным (рис. 11.24).

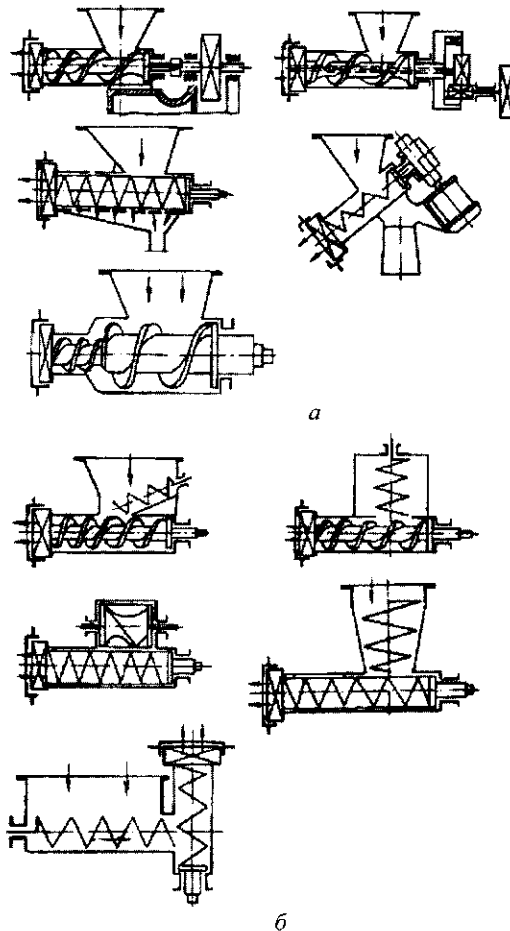


Рис. 11.24 Схема волчков без принудительной (а) и с принудительной (б) подачи сырья

Волчки используют для среднего и мелкого измельчения сырья. Широкое распространение волчков в мясной промышленности связано с их достоинствами: высокой производительностью, простотой конструкции основных механизмов, легкостью сборки и разборки для санитарной обработки и последующей работы, снабжением передаточных механизмов предохранительными устройствами на случай перегрузки, удобством в обслуживании и эксплуатации, надежностью в работе и возможностью включения в поточно-механизированные линии.

Машина Г6-ФРА для разрубки голов (рис. 11.25) предназначена для разрубки голов, обрубки рогов и т. п.

В корпусе 7 машины установлены гидроцилиндр 10, стол 8, нож 13 и электрооборудование 3, на гидробаке – привод гидростанции 2 и гидрораспределительный блок 1. Устройство для перемещения фиксаторов 9 состоит из гидроцилиндра 10, специальных кулачков с тягами и планками. Гидрораспределительный блок 1 включает металлическую плиту, гидрораспределители и предохранительный клапан. Привод гидростанции состоит из электродвигателя и насоса, соединенных между собой муфтой. Осветитель 4 и светоприемник фотоэлектронного реле 6 служат для ограждения рабочей зоны. Ограждение 12 и щиток 5 из органического стекла предохраняют рабочего от разбрызгиваемой крови и раздробленных частей. Педаль 11 изготовлена из трубы и служит для включения гидрораспределителя с целью перемещения фиксаторов.

После пуска машины берут голову животного за челюсть, нажимают ногой на педаль (при этом должны разойтись прижимы) и укладывают ее на стол до упора в стенку. Мозговая полость должна находиться под вырезом ножа. При отпускании педали прижимы сходятся, голова захватами фиксируется на столе. Двумя руками одновременно нажимают кнопки на корпусе машины, стол с головой движется вверх под нож, голова разрубается, стол автоматически опускается в нижнее положение. Нажимают на педаль, разрубленная голова освобождается, ее снимают со стола и укладывают на стол следующую голову.

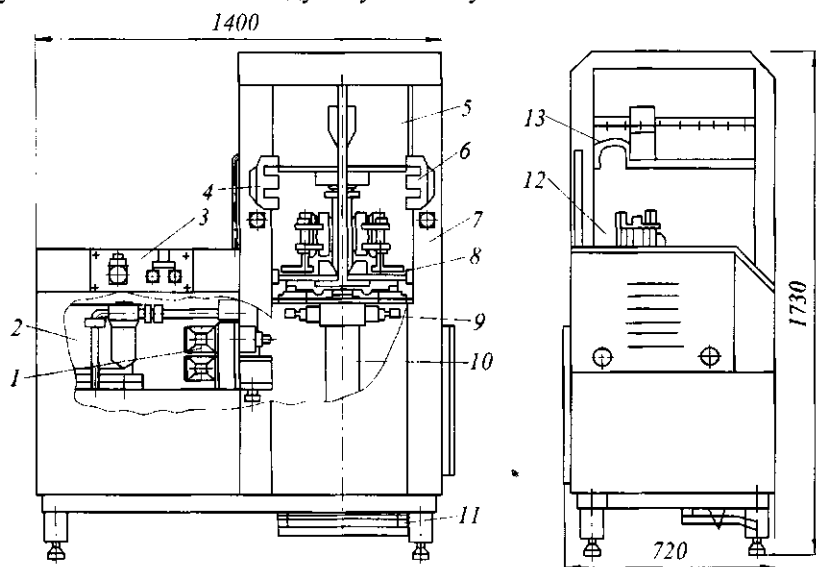


Рис. 11.25 Машины для разрубки голов Г6-ФРА

Техническая характеристика машины Г6-ФРА для разрубки голов приведена в табл. 11.4.

Машина А-48-10М для разрубки голов (рис. 11.26) состоит из станины 4 со столом, режущего механизма с ножевой траверсой 3, шатуна 12 с головками 2, 9, 11, привода, состоящего из электродвигателя 7, редуктора 5, шкива 6 с клиновыми ремнями 8 и эксцентрика 10.

Для разрубки голову укладывают на стол и ножом 1 продольно разрезают. Нож 1 машины совершает до 20 кол/мин и имеет высоту подъема 420 мм. При разрубке крупных голов нож иногда не прорубает их и останавливается. Это происходит в результате несогласованности работы ножа и шатуна.

Техническая характеристика машин А-48-10М для разрубки голов приведена в табл. 11.5.

Таблица 11.5 Техническая характеристика машин для разрубки голов

Показатель	Г6-ФРА	А-48-10М
Производительность, голов в час	160	120
Установленная мощность, кВт	4,0	4,5
Габаритные размеры, мм	1400×720×1730	1400×700×1450
Масса, кг	640	780

Волчок-дробилка В2-ФД2-Б (рис. 11.27) предназначен для среднего и мелкого измельчения твердых конфискатов, кости, смеси твердых и мягких конфискатов, а также подтаявших блоков замороженного мяса.

Он состоит из рамы 2, шнека 3, редуктора 4, электродвигателя 5, клиноремной передачи 6, кожуха 7, блокировки 8, бункера 9. Основной исполнительный орган волчка-дробилки – измельчительное устройство 1, представляющее собой набор матриц и измельчителей, чередующихся в определенном порядке: матрица с большими треугольными отверстиями, измельчитель, матрица с малыми треугольными отверстиями, матрица с круглыми отверстиями. Матрицы устанавливают в насадке и фиксируют стопорами. Измельчители надевают на передний конец шнека.

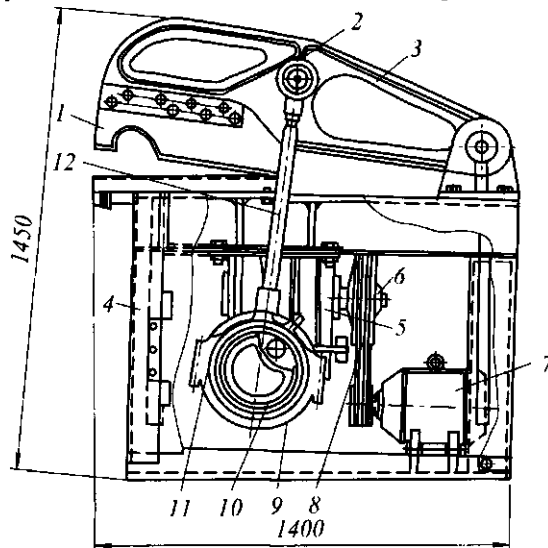


Рис. 11.26 Машины для разрубки голов А-48-10М

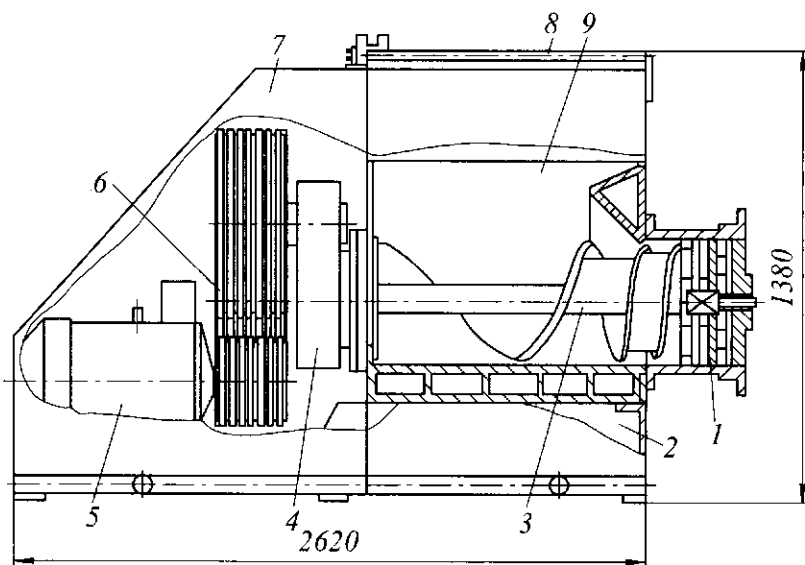


Рис. 11.27 Волчок-дробилка В2-ФД2-Б

Куски сыря размерами до 700 мм загружают в бункер, они подхватываются шнеком и перемещаются к измельчительному устройству. Измельчение сыря происходит неподвижными матрицами и вращающимися измельчителями. Шнек приводится в движение электродвигателем через клиноремennую передачу и редуктор.

Техническая характеристика волчка-дробилки В2-ФД2-Б

Производительность, кг/ч.....	7500
Размер кусков сыря, мм:	
до измельчения	700×350×200
после измельчения.....	40
Установленная мощность, кВт.....	45
Габаритные размеры, мм	2620×1040×1380
Масса, кг	2100

Волчок К6-ФВП-120 (рис. 11.28) предназначен для среднего и мелкого измельчения мясного сыря.

Он установлен на станине 1 сварной конструкции и включает механизм подачи сыря, режущий механизм 5, привод 2 и загрузочный бункер 8.

В механизм подачи сыря к режущему механизму 5 входят рабочий шнек 4, вспомогательный шнек 3 подачи сыря к рабочему шнеку и рабочий цилиндр 7 с внутренними ребрами. Режущий механизм 5 – ножи, установленные на хвостовик рабочего шнека 4, ножевые решетки и прижимное устройство 6. Откидной стол служит для санитарной обработки режущего механизма, откидная площадка 10 обеспечивает удобство обслуживания. Управление приводом волчка осуществляют кнопками 9.

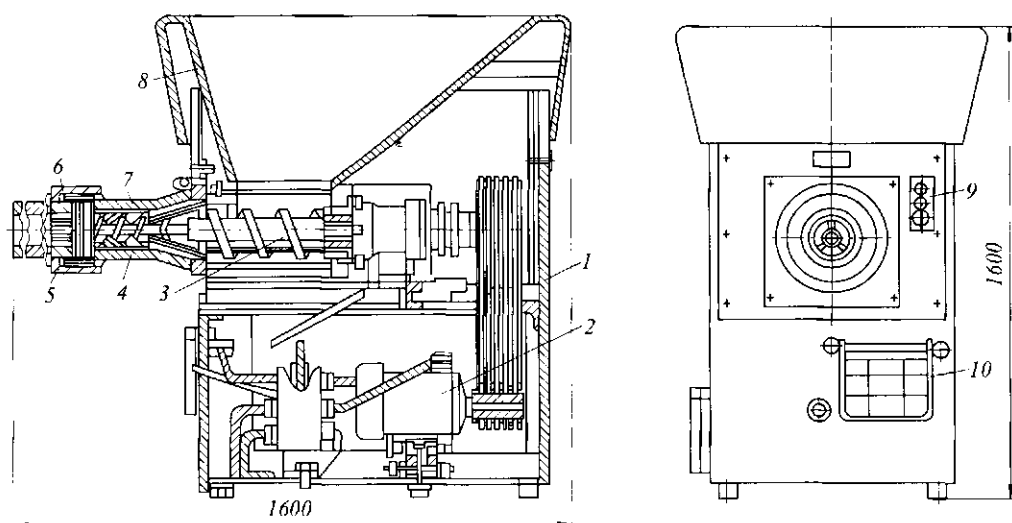


Рис. 11.28 Волчок К6-ФВП-120

Мясо (температура не ниже $1\text{ }^{\circ}\text{C}$) подается в загрузочный бункер волчка по вертикальным спускам, откуда захватывается вспомогательным и рабочим шнеками и направляется к режущему механизму.

На нем сырье измельчается до заданной степени, что обеспечивается установкой ножей и соответствующих ножевых решеток. При переработке шрота порция загружаемого сырья не должна превышать 90 кг, в противном случае возможно зависание продукта в чаше.

Техническая характеристика волчка К6-ФВП-120 приведена в табл. 11.6.

Волчок К7-ФВП-160-2 (рис. 11.29, а) предназначен для среднего и мелкого измельчения мясного сырья.

Он состоит из четырех основных механизмов: питающего, режущего 2, привода и станины, на которой монтируются все сборочные единицы, детали, электродвигатель 9 и пусковая электроаппаратура. Волчок включает также подпорную решетку 1, ножевой вал 3, одновитковую лопасть 5, клиноремennую передачу 8 ножевого вала, площадку 10 для санитарной обработки, желоб 11 и трубчатую насадку 12.

Питающий механизм включает бункер 6 и шнеки 4. Режущий механизм (рис. 11.29, б) состоит из подпорной решетки 1, выходной ножевой решетки 2, ножей 3, промежуточной 4 и приемной 5 решеток, а также цилиндра с внутренними ребрами и гайкой-маховиком с трубчатой насадкой. Ножи выполнены из двух частей и имеют криволинейные зубья, между которыми расположены проходные каналы для продукта. Частота вращения ножей ($8,3\text{ с}^{-1}$) превышает частоту вращения рабочего шнека ($3,3\text{ с}^{-1}$).

Это достигается тем, что вал, приводящий во вращение ножи, проходит внутри рабочего шнека и имеет самостоятельный привод. Рабочий шнек в месте загрузки имеет впадины для заполнения продуктом, а загрузочный бункер под шнеком – отсекающие ребра. Эта конструкция обеспечивает равномерную и непрерывную подачу продукта в рабочую зону.

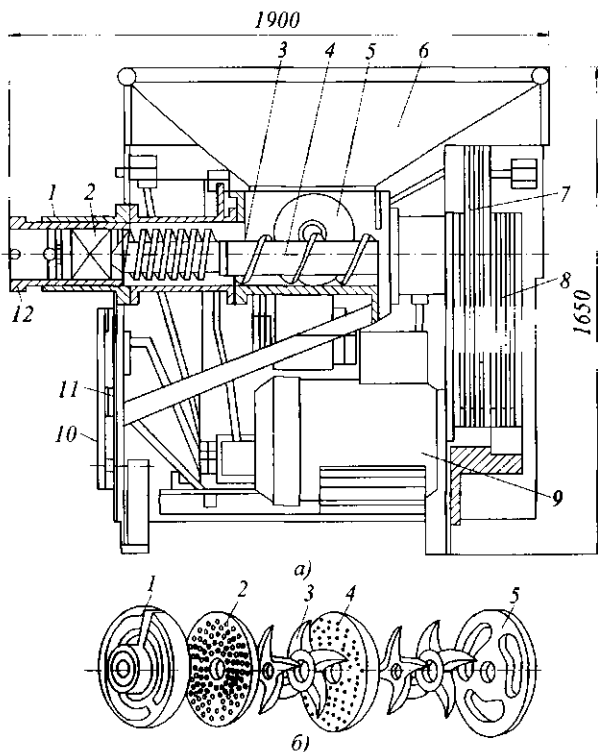


Рис. 11.29 Волчок К7-ФВП-160-2: а – схема волчка; б – режущий механизм

Число спиральных ребер превышает в два раза число ребер со стороны загрузочного бункера, в результате чего исключается возврат продукта в бункер. Выходная решетка толщиной 8 мм поджимается жесткой подпорой с радиальными заостренными ребрами. Конструкция этой подпоры позволяет применять решетки толщиной до 3,0 мм, тогда как ранее решетки заменяли на новые при износе до толщины 8,0 мм.

Привод состоит из электродвигателя 9, редуктора цилиндрического и клиноременной передачи 7.

Волчок работает следующим образом: жилованное мясо в кусках массой до 0,5 кг подается в бункер, откуда захватывается рабочим и вспомогательным шнеками и направляется в зону режущего механизма. В нем сырье измельчается до заданной степени, которая обеспечивается путем установки ножей и ножевых решеток с соответствующими диаметрами отверстий.

Техническая характеристика волчков (без загрузочных устройств) приведена в табл. 11.6.

Таблица 11.6 Техническая характеристика волчков

Показатели	К6-ФВП-120	К7-ФВП-160-1
Производительность, кг/ч	2500	5000
Диаметр решеток режущего механизма, мм	120	160
Установленная мощность, кВт	12,5	32,2
Габаритные размеры, мм	1600×900×1600	1900×1000×1650
Масса, кг	800	1200

В настоящее время осваивается выпуск модульных агрегатов для малых частных предприятий и фермерских хозяйств. Эти агрегаты представляют собой устройства, в которых на базе универсального привода монтируют волчок, шприц, мешалку, куттер и др.

Куттеры предназначены для тонкого измельчения мясного мягкого сырья и превращения его в однородную гомогенную массу. Мясное сырье в куттерах измельчается при помощи быстро вращающихся серповидных ножей, установленных на валу. Ножи попеременно погружаются во вращающуюся с частотой до $0,3 \text{ с}^{-1}$ чашу.

Измельчение ведется в открытых чашах или под вакуумом. Кроме того, в куттерах совмещают процессы измельчения и смешивания.

На рис. 11.30 показана схема куттера периодического действия. Он состоит из открытой чаши 5, режущего механизма, включающего приводной вал 2 и серповидные ножи 4, из гребенки 3 и крышки 1, закрывающей рабочую зону куттера. К крышке 1 прикреплены скребки 6, располагающиеся по внешней и внутренней частям продукта, находящегося в чаше. Они направляют продукт под режущий механизм при вращении чаши, который представляет собой комплект серповидных ножей, закрепленных в ножевой головке.

Число ножей в комплекте для куттеров периодического действия составляет не менее двух, и вращаются они с частотой до 100 с^{-1} и более. Нож куттера может иметь режущую кромку в виде прямой линии с заточкой в виде клина или малоизогнутой линии и сложной геометрической формы (ломаная линия).

Выбор ножа с первой или второй формой заточки режущей кромки определяется требованиями качества измельчения продукта и энергетическими затратами. При существующих формах заточки ножей предпочтение отдается асимметричному клину с углом при вершине от 15 до 30° .

Ножи закрепляют способом открытого и закрытого гнезда. В первом случае крепление ножей с вилкообразной посадочной частью применяют для куттеров малой производительности.

Ножи укрепляют на валу гайкой, и они удерживаются силой трения. Второй способ применяется для высокоскоростных куттеров. Ножи изготовляют с отверстиями в посадочной части.

Конструкцию ножей и ножевой головки (рис. 11.31) выбирают такой, чтобы обеспечить их легкую балансировку и поддерживать минимальный зазор между внутренней поверхностью чаши и режущей кромкой ножа.

В его состав входят нож 1, посадочная часть 2, втулка 3, вал 5, штифт 6, гайка 8 и диск 9. Отверстия 4 и 7 предназначены для входа исходного продукта и удаления измельченного.

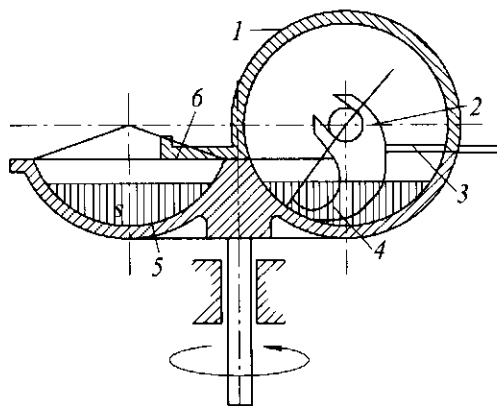


Рис. 11.30 Схема работы куттера периодического действия

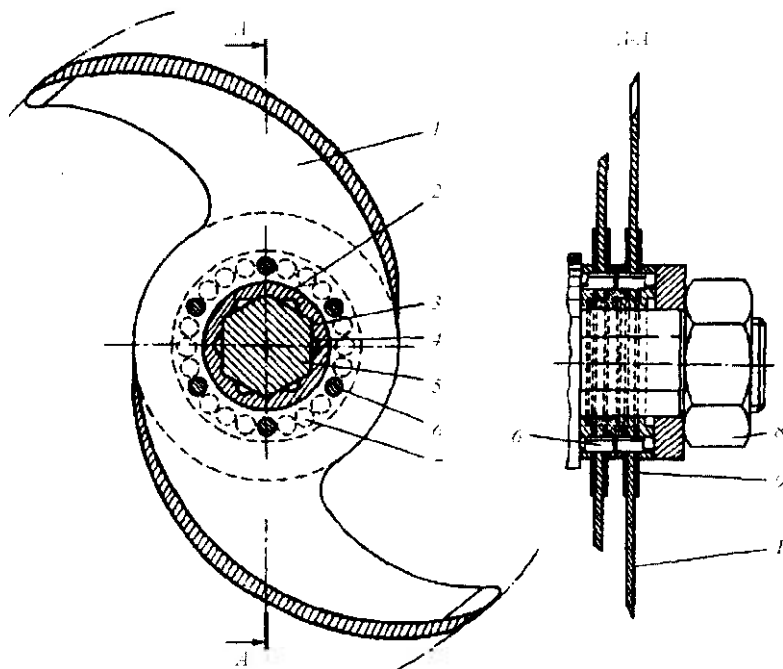


Рис. 11.31 Конструкция ножей и ножевой головки

Чашу куттера загружают либо вручную, либо загрузочными устройствами (подъемниками с напольными тележками). Измельченный продукт выгружают из куттеров периодического действия вручную в напольную тележку, опрокидывая чашу, или при помощи разгрузочных тарелок и скребков через борт чаши или через центральное отверстие в ней, закрываемое пробкой. Откидную крышку куттера открывают и закрывают специальными устройствами. В вакуумных куттерах крышка закрывает чашу герметично благодаря резиновой прокладке.

Основной показатель технической характеристики куттера – вместимость чаши. Для малых предприятий применяют куттеры с чашей вместимостью от 15 до 125 л, на крупных – более 125 л.

Куттер Л5-ФКМ (рис. 11.32, а) предназначен для окончательного тонкого измельчения мяса и приготовления фарша при производстве варено-копченых, полукопченых, сырокопченых, вареных, ливерных колбас, сосисок и сарделек. Допускается измельчение охлажденного от -1 до $+5$ °С мяса в кусках массой не более 0,5 кг, а также блоков замороженного мяса размерами $190 \times 190 \times 75$ мм температурой не ниже -8 °С.

Он состоит из станины 1 с электродвигателями приводов ножевого вала и чаши, чаши ножевого вала 6, защитной крышки, выгрузателя 4 с тарелкой 5, механизма загрузки 3, тележки 2, дозатора воды и электрооборудования с пультом управления.

Станина 1 изготовлена из двух отдельных частей. В нижней части на качающихся плитах установлены электродвигатели приводов ножевого вала и чаши, в верхней части на подшипниках качения – ножевой вал, на консоли которого расположены ножевые головки. Механизм выгрузки – редуктор, к которому с одной стороны фланцем присоединен электродвигатель, с другой – труба выгрузателя с проходя-

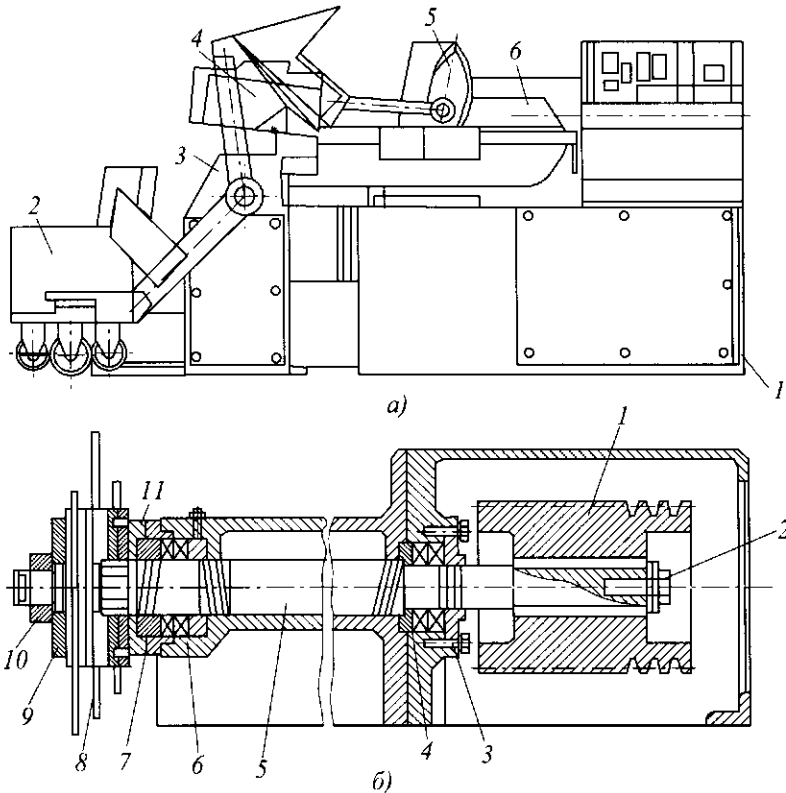


Рис. 11.32 Куттер Л5-ФКМ: а – общий вид; б – ножевой вал

щим через нее валом привода тарелки. Исполнительный орган выгрузителя – тарелка. В момент начала выгрузки продукта она получает вращение, а так как одновременно включается муфта червячной пары, то медленно опускается в чашу – фарш выгружается. При достижении тарелкой дна чаши муфта отключается, движение тарелки вниз прекращается, она продолжает вращаться до полной выгрузки продукта, а затем включается реверс и тарелка поднимается вверх.

Ножевой вал (рис. 11.32, б) состоит из шкива 1, болта 2, крышки 3, подшипников 4 и 6, вала 5, ножевой головки 8, кольца 9, гайки 10. Наружный 7 и внутренний 11 лабиринты обеспечивают заданную траекторию движения продукта.

Зона куттерных ножей закрыта защитной крышкой из нержавеющей стали, заполненной внутри звукопоглощающим материалом, снизу к ней крепится скребок для удаления с наружной поверхности фарша и направления его в лоток, установленный на ограждении чаши. Механизм загрузки – тележка для транспортирования продукта к куттеру и механизм ее опрокидывания, смонтированный в чугунной станине. Дозатор воды включает в себя бак с датчиками доз, центробежный насос с электродвигателем для подачи воды в чашу и соленоидный клапан. Принцип работы дозатора основан на объемном измерении. Бак его постоянно наполнен водой доверху. Для выдачи дозы включается насос подачи воды в чашу на определенное количество литров. Когда уровень воды понизится на заданную величину, насос автоматически отключается, клапан открывается и вода из магистрали поступает в бак.

Техническая характеристика куттера Л5-ФКМ

Производительность, кг/ч.....	1200
Вместимость чаши, м ³	0,125
Установленная мощность, кВт.....	30,6
Занимаемая площадь, м ²	5,5
Масса, кг	2200

Силовой измельчитель К7-ФКЕ-1 (рис. 11.33), предназначенный для измельчения смеси мягкого сырья с костью, имеет сварную раму 1, на которой закреплены привод и корпус. Корпус 11 выполнен из стальной трубы 6, к которой с торцов приварено два фланца. К передней части трубы приварена загрузочная горловина 4, к которой винтами 14 прикреплен бункер 5. К торцевым фланцам привинчены крышки с подшипниковыми опорами 3 и 7. В подшипниках установлен вал 12, на котором с помощью шпонок закреплены втулки 15 подвижных ножей 13. Ножи приварены к втулке попарно. В нижней части трубы корпуса приварены две стальные пластины-держатели 10. Через пластины и стенки труб выфрезерованы отверстия, в которых установлены плоские неподвижные ножи 8. Ножи фиксируются цилиндрическими пальцами и крепятся крышками 9. В первом (по ходу вращения вала) ряду установлены по всей длине трубы тринадцать ножей, а во втором ряду только на горловине – шесть. Зазоры между подвижными и неподвижными ножами не более 2 мм. Приводится во вращение ножевой вал от электродвигателя 2 мощностью 7,5 кВт через клиноременную передачу 18, цилиндрический редуктор 17 и муфту 16. Частота вращения ножевого вала 0,6 с⁻¹.

Техническая характеристика силового измельчителя К7-ФКЕ-1

Производительность, кг/ч	1500
Установленная мощность, кВт	7,5
Габаритные размеры, мм	1905×1420×1210
Масса, кг.....	720

Коллоидные мельницы и измельчители применяют для обработки мягкого мясного сырья. Сырье в режущий механизм подают вручную, оно может поступать самотеком, при помощи насосов или под вакуумом. Измельченный продукт вытесняется деталями режущего механизма или перемещается вращающимися дисками, лопастями, шнеками.

Например, режущий механизм коллоидной мельницы «Кошта» (Германия) представляет собой горизонтальные корундовые круги. Нижний размольный круг (ротор) вращается с частотой 50 с⁻¹, а верхний (статор) остается неподвижным. Сырье подается через питающую воронку и под воздействием центробежной силы поступает к периферии размольных кругов, где измельчается. Дальнейшая обработка происходит в так называемых зонах завихрения под воздействием кавитационных сил.

Машины оснащены также устройством для охлаждения или нагрева. Зазор между размольными кругами регулируется маховичком во время работы машины; заданная величина зазора определяется по шкале. Мельницу можно дополнительно укомплектовать автоматическим термoeлектрическим устройством для регулирования зазора между размольными кругами.

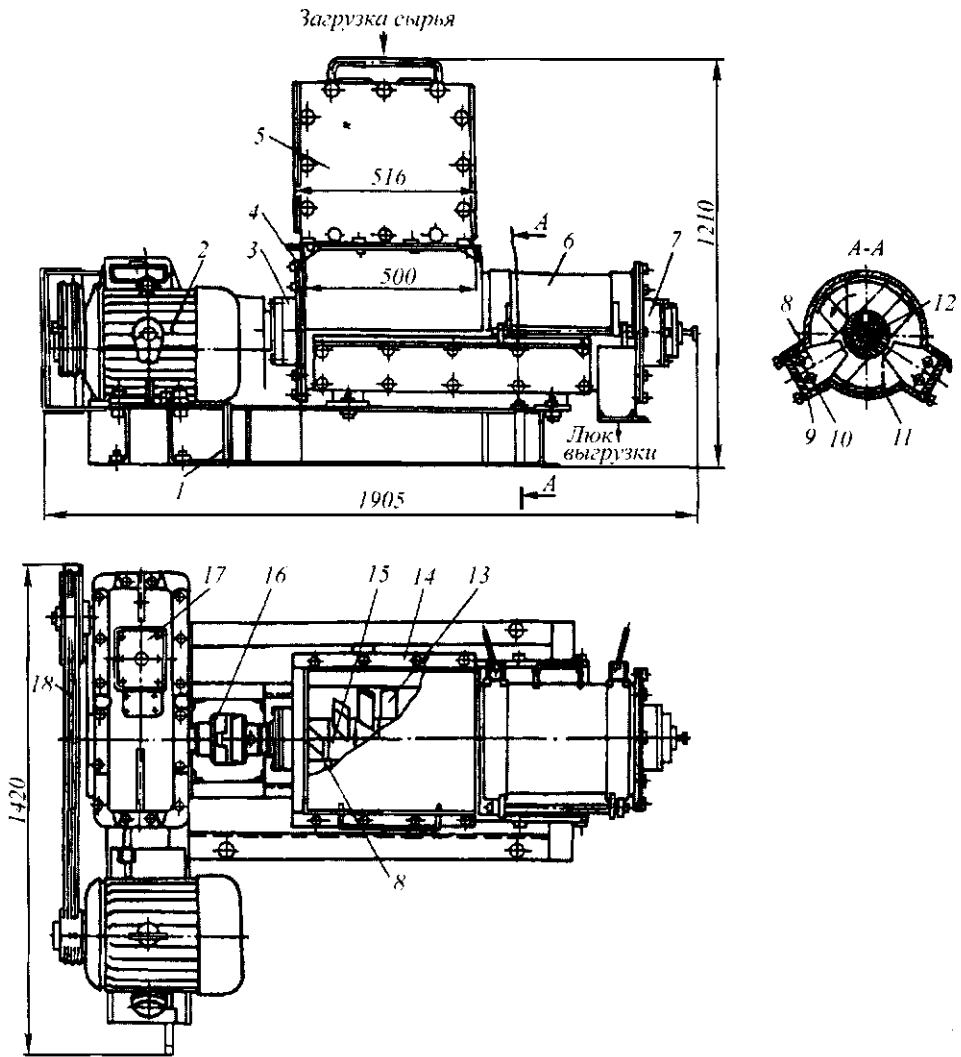


Рис. 11.33 Силовой измельчитель К7-ФКЕ-1

Коллоидная мельница К6-ФКМ (рис. 11.34) предназначена для тонкого измельчения мягкого мясного сыря.

Она состоит из загрузочного бункера 1, винтовой лопатки, накидной гайки 7, измельчающего механизма 2, патрубков и привода. Загрузочный бункер 1 имеет конусообразную форму. Накидная гайка 7 соединяет загрузочный бункер 1 с измельчающим механизмом 2, который состоит из ротора и статора. Ротор включает верхний, средний и нижний диски.

На станине 5 установлен также разгрузочный бункер 3 и корпус измельчителя 6. Производительность мельницы зависит от степени измельчения сыря. Ее регулируют, изменяя кольцевой зазор между ротором и статором. Пределы регулирования зазора между ротором и статором составляют 0,05...1,50 мм. Привод осуществляется от электродвигателя 4.

Продукт загружают в бункер. Под действием силы тяжести он попадает в режущий механизм, проходит через зазор между ротором и статором, измельчается и через патрубок выходит.

Техническая характеристика коллоидной мельницы К6-ФКМ

Производительность, кг/ч.....	1000...2000
Установленная мощность, кВт.....	22,0
Габаритные размеры, мм.....	1200×1235
Масса, кг.....	450

Измельчитель непрерывного действия А1-ФКЕ/3 (рис. 11.35, а) предназначен для тонкого измельчения мягкого мясного сырья.

Его основные сборочные единицы – электродвигатель 1, станина 13, механизм измельчения 2. Последний включает в себя: вращающийся распределительный цилиндр и спаренные серповидные ножи 11 – первая ступень измельчения; вращающийся подрезной нож 10, неподвижный ножевой диск 9 и вращающийся ножевой диск 8 – вторая ступень измельчения; вращающийся подрезной нож 7, неподвижный ножевой диск 6 и вращающийся ножевой диск 5 – третья ступень измельчения; разгрузочный диск 4 с гайкой-регулятором 3. Ножевые диски третьей ступени в отличие от ножевых дисков второй ступени имеют большее число зубьев и большие размеры. Первая ступень механизма измельчения размещена в сварном цилиндрическом корпусе из нержавеющей стали. Корпус имеет охлаждающую рубашку, в которую подается холодная вода температурой не более 2 °С.

Движущиеся части машины закрыты кожухом 12.

Вторая и третья ступени измельчения и разгрузочный диск размещены в литом корпусе, который крепится к станине и фланцу электродвигателя. Распределительный цилиндр, спаренные серповидные ножи, вращающиеся ножевые диски и разгрузочный диск соосно смонтированы через промежуточные кольца на втулке, которая с помощью винта закрепляется на валу электродвигателя.

Измельчитель мяса ЯЗ-ФИД (рис. 11.35, б) предназначен для тонкого измельчения мяса, предварительно измельченного на волчке с диаметром отверстий решетки 3 мм.

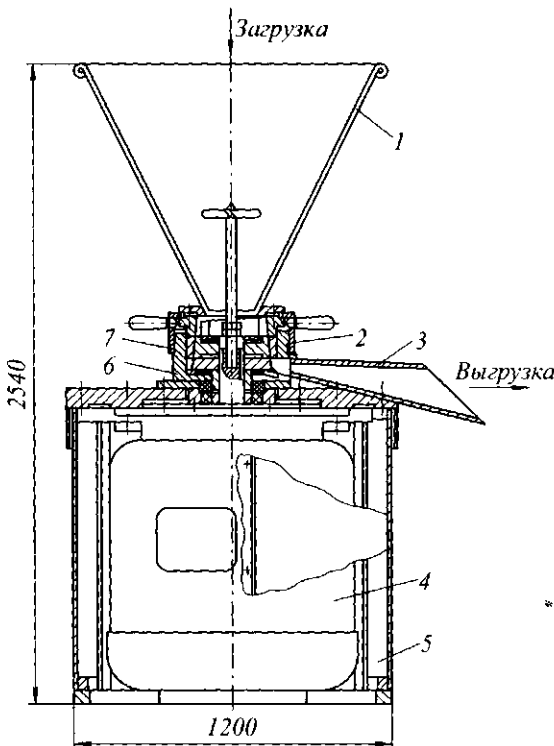
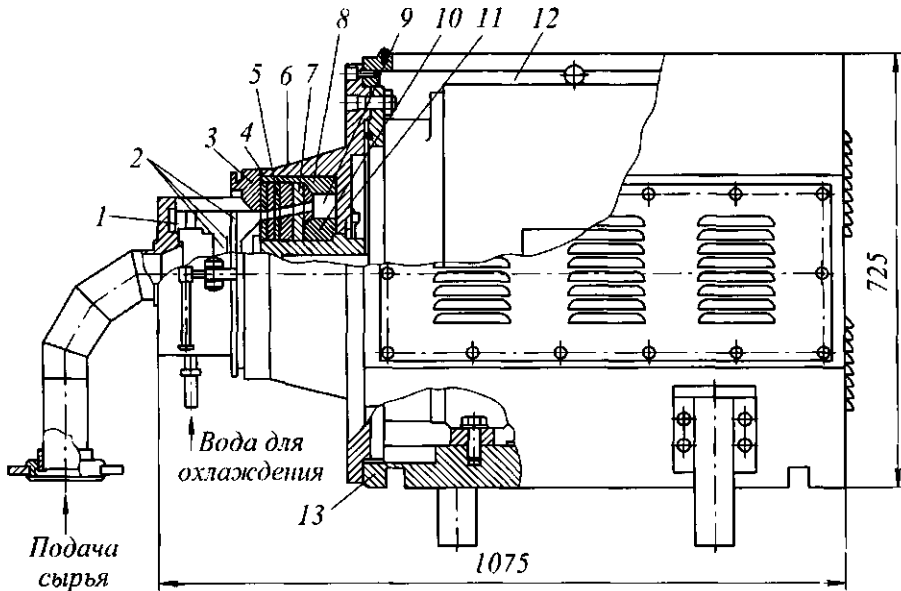
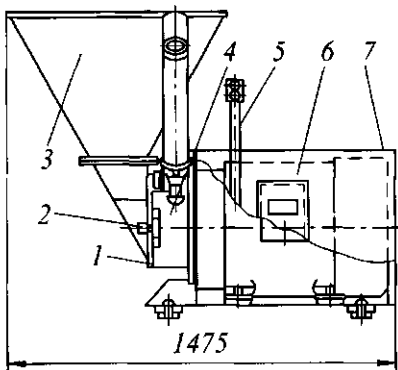


Рис. 11.34 Коллоидная мельница К6-ФКМ



а)



б)

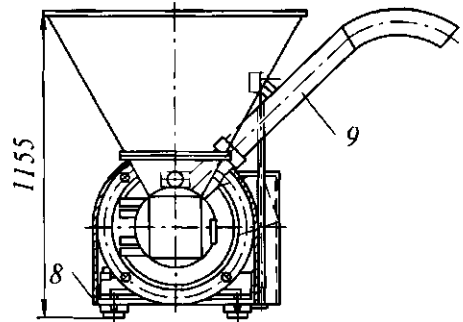


Рис. 11.35 Измельчители непрерывного действия:
а – измельчитель А1-ФКЕ/3; б – измельчитель ЯЗ-ФИТ

На корпусе 4 измельчителя смонтированы открывающийся в сторону приемный бункер 3 вместимостью $0,15 \text{ м}^3$ и выходной патрубок 9. С помощью зажима 2 крышка 1 крепится к корпусу 4. Для управления работой электродвигателя б измельчитель снабжен колонкой 5 с кнопками «Пуск-стоп». Корпус 4 закрыт кожухом 7.

В корпус собран комплект режущего инструмента, состоящий из чередующихся вращающихся и неподвижных кольцеобразных ножей; частота вращения ножей около $49 \pm 2 \text{ с}^{-1}$. Резцы вращающихся ножей заточены под противоположными углами, при этом грани резцов вращающихся ножей наклонены относительно оси в сторону вращения двигателя. Неподвижные и вращающиеся ножи чередуются с промежуточными кольцами.

Основание 8 измельчителя имеет колеса, что позволяет проводить загрузку различного оборудования, эксплуатируемого в цехе, например фаршемешалок или шприцев. К преимуществам измельчителя по сравнению с традиционными куттерами относятся непрерывность работы и возможность механической загрузки последующего оборудования через выходной патрубок с помощью лопастного выгрузателя. Фарш загружают в приемный бункер для окончательного измельчения. Включают электродвигатель. Под действием собственной массы и разрежения, получаемого при работе выгрузателя, фарш поступает на лопастное колесо, которое транспортирует его в зону измельчения. Измельчение выполняется режущими кромками резцов подвижных и неподвижных ножей. Лопастями фарш вытесняется в выходной патрубок и выгружается в технологическую емкость, бункер шприца или колбасного автомата. Техническая характеристика измельчителей приведена в табл. 11.7.

Таблица 11.7 Техническая характеристика измельчителей

Показатель	А1-ФКЕ/3	ЯЗ-ФИД
Производительность, кг/ч	4500	6000
Частота вращения ножей, с ⁻¹	48,3	49±2
Установленная мощность, кВт	55	55
Габаритные размеры, мм	1075×820×725	1475×1490×1155
Масса, кг	725	650

Инженерные расчеты. Производительность Π (голов/ч) машин для рубки голов

$$\Pi = 3600\varphi n,$$

где $\varphi = 0,75...0,8$ – коэффициент подачи; n – частота ходов рабочего органа (ножа), Гц.

Мощность электродвигателя $N_{эд}$ (кВт) машины с механическим приводом для рубки голов

$$N_{эд} = 0,001 P v \eta_a / \eta,$$

где P – сила рубки, Н; v – скорость ножа, м/с; $\eta_a = 1,2...1,3$ – коэффициент запаса мощности; $\eta = 0,75...0,8$ – КПД привода.

Для расчетов принимают силу P при рубке голов: крупного рогатого скота – 26...30 кН, мелкого рогатого скота – 12...15 кН, свиней – 20...24 кН.

При расчете машин с гидравлическим или пневматическим приводом определяют диаметр рабочего цилиндра, давление рабочей среды и ее расход.

Необходимый диаметр D (м) цилиндра без учета потерь на трение

$$D = \sqrt{4P / (\pi p)},$$

где P – сила рубки, Н; p – давление жидкости (газа), Па.

В этой формуле две неизвестные величины: диаметр D и давление. Значение D определяют, как правило, при выбранном значении давления в системе, которое зависит от конструкции насосной станции.

Рабочий объем цилиндра V (м³)

$$V = 0,24\pi D^2 H,$$

где H – ход поршня цилиндра, соответствующий глубине разреза, м.

Объемный расход Q (м³/с) жидкости в системе

$$Q = 0,25 v \pi D^2,$$

где v – скорость движения поршня, определяемая из частоты колебаний n (Гц) и длины хода рабочего органа H (м), м/с,

$$v = H / 2n.$$

Производительность шнекового измельчителя Π_m (кг/с)

$$\Pi_m = mk \left[\pi (d_n^2 - d_a^2) / 4 \right] \left\{ \lambda - [(b_1 - b_2) / 2 \cos \alpha] \right\} n \rho k_1 k_2 k_3,$$

где m – число заходов шнека; k – количество шнеков; d_n – наружный диаметр шнека, м; d_a – диаметр вала шнека, м; λ – шаг винтовой лопасти шнека, м; b_1, b_2 – ширина винтовой лопасти в сечении по внутреннему радиусу и по наружному радиусу шнека, м; α – угол подъема винтовой линии по среднему диаметру шнека; n – частота вращения шнека, с⁻¹; ρ – плотность прессованного продукта при выходе из отверстия матрицы, кг/м³; k_1, k_2, k_3 – коэффициенты наполнения межвинтового пространства, прессования, степени уменьшения подачи.

Мощность двигателя N (кВт) шнекового измельчителя

$$N = E \Pi_m (1 + K_m) \eta_a / 1000 \eta,$$

где E – удельный расход энергии на измельчение, Дж/кг; Π_m – производительность шнекового измельчителя, кг/с; K_m – коэффициент потери энергии на трение; η_a – коэффициент запаса мощности ($\eta_a = 1,2 \dots 1,5$); η – КПД передачи от двигателя к валу шнека.

Производительность шнекового измельчителя Π_m (кг/с) периодического действия

$$\Pi_m = V \rho \alpha_o / (\tau_z + \tau_n + \tau_p)$$

где V – вместимость измельчителя, м³; α_o – коэффициент заполнения измельчителя; τ_z – продолжительность загрузки, с; τ_p – продолжительность разгрузки, с; τ_n – продолжительность измельчения, с;

$$\tau_n = 3600C / n^{\alpha z},$$

где C – постоянный коэффициент, зависящий от вида процесса, определяемый экспериментально; n – частота вращения лопастей, с⁻¹; α – коэффициент, учитывающий наличие элементов турбулизации; z – параметр, зависящий от вида и состояния измельчаемого сырья, определяемый экспериментально.

Объемная производительность куттера Π (м³/с)

$$\Pi = V / \tau (1 + \tau_0 / \tau),$$

где τ – длительность процесса измельчения, с; τ_0 – длительность вспомогательных операций, с; V – объем загружаемого продукта;

$$V = \alpha 2 \pi R S_0,$$

здесь α – коэффициент заполнения чаши продуктом ($\alpha = 0,5 \dots 0,6$); R – расстояние от оси вращения до оси ножевого вала, м; S_0 – площадь сегмента, при помощи которого образована чаша, м².

Размеры и число ножей, их скорость определяют по режущей способности ножей, которая находится из формулы:

для машин с серповидными ножами

$$P = 1800Sz_0\omega / \pi ,$$

где S – площадь среза слоя продукта, находящегося в чаше или желобе машины, м^2 ;
 ω – частота вращения ножей, с^{-1} ; z_0 – число ножей, шт.;

для волчков

$$P = (\pi D^2 / 240)n(\varphi_1 k_1 + \varphi_2 k_2 + \dots + \varphi_z k_z),$$

где φ_z – коэффициент использования площади решетки под отверстия ($\varphi_z = 0,2 \dots 0,5$);
 D – диаметр решетки (матрицы), м; n – число оборотов ножей, мин^{-1} ; k_z – число лезвий на каждом ноже, шт.

Мощность электродвигателя привода гильотинной машины N (кВт)

$$N = P_{уд} l_p v \eta_a / (1000 \eta),$$

где $P_{уд}$ – сила резания, приведенная к единице длины ножа, Н/м ; l_p – длина разрезаемого участка, м; v – наибольшая скорость ножа, м/с ; $\eta_a = 1,2 \dots 1,3$ – коэффициент запаса мощности; η – КПД приводного механизма.

При резании туш крупного рогатого скота $P_{уд} = 26 \dots 30$ кН/м . Наибольшая ширина разрезаемого участка $0,8 \dots 1,0$ м.

Производительность фрезерной машины N (кг/с)

$$\Pi = \varphi V \rho z n ,$$

где φ – коэффициент загрузки; $\varphi = 0,7 \dots 0,8$; V – объем продукта, срезанного одним ножом за 1 оборот, м^3 ; ρ – плотность продукта, кг/м^3 ; z – число ножей на рабочем органе; n – частота вращения рабочего органа, с^{-1} .

Объем V (м^3) срезанного продукта

$$V = L b h ,$$

где L – длина отрезаемой стружки, м; b – ширина ножа, м; h – высота выступания ножа, м.

Мощность электродвигателя привода фрезерной машины $N_{уд}$ (кВт)

$$N_{уд} = P_{уд} b z v_{ок} \eta_a / (1000 \eta),$$

где $P_{уд}$ – сила резания материала, приведенная к единице длины ножа, Н/м ; b – ширина ножа, м; z – число одновременно режущих ножей; $v_{ок}$ – окружная скорость на лезвии ножа, м/с ; $\eta_a = 1,2 \dots 1,3$; η – КПД приводного механизма.

Приведенная сила резания кости $P_{уд} = 20 \dots 30$ кН/м .

Производительность силового измельчителя Π (кг/с), в котором продукция перемещается вдоль корпуса благодаря скосам на подвижных ножах

$$\Pi = S v_{ок} \rho ,$$

где S – площадь поперечного сечения слоя перемещаемого материала, м^2 ; v_{oc} – осевая скорость движения продукции, м/с ; ρ – насыпная плотность продукции, кг/м^3 .

Осевая скорость v_{oc} (м/с)

$$v_{oc} = \frac{bz\omega}{2\pi}(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) \sin\alpha \cos\alpha,$$

где b – ширина скоса ножа, м ; z – число ножей, соприкасающихся с продуктом; ω – угловая скорость вращения вала, рад/с ; α – угол наклона скоса; μ – коэффициент трения материала о нож.

Площадь S (м^2) поперечного сечения продукта

$$S = \varphi \pi (r_a^2 - r_1^2),$$

где φ – коэффициент загрузки; $\varphi = 0,6 \dots 0,8$; r_a – радиус внешней кромки ножа, м ; r_1 – радиус втулки, м .

С учетом этого производительность Π (кг/с)

$$\Pi = 0,5\varphi\varphi_1\rho b r\omega(r_a^2 - r_1^2)(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) \sin\alpha \cos\alpha,$$

где φ_1 – коэффициент потерь производительности из-за сопротивления в зоне резания продукта; $\varphi_1 = 0,7 \dots 0,8$.

Оптимальный угол наклона скосов $\alpha = 50 \dots 60^\circ$. При $\alpha = 60^\circ$ и $\mu = 0,4$ производительность (кг/с)

$$\Pi = 0,5\varphi\varphi_1\rho b z\omega(r_a^2 - r_1^2)0,288.$$

Насыпная масса p в зависимости от вида продукта будет меняться в пределах от 500 до 560 кг/м^3 . Число z определяют по расчетным схемам.

Мощность электродвигателя силового измельчителя $N_{эд}$ (кВт) рассчитывают по удельной мощности $N_{yд}$ измельчения:

$$N_{эд} = N_{yд}\Pi,$$

где $N_{yд}$ – удельная мощность, $\text{кВт}\cdot\text{ч/кг}$; Π – производительность, кг/ч .

При измельчении кости $N_{yд} = (5 \dots 5,5)10^{-3}$ $\text{кВт}\cdot\text{ч/кг}$; мясо-костных концентратов $N_{yд} = (3,2 \dots 3,5)10^{-3}$ $\text{кВт}\cdot\text{ч/кг}$.

Производительность дробилок Π (кг/с) с вертикальным движением продукции

$$\Pi = \varphi V n z \rho,$$

где φ – коэффициент подачи; $\varphi = 0,7 \dots 0,8$; V – объем материала, захватываемый одним ножом за один оборот, м^3 ; n – частота вращения ножей, с^{-1} ; z – число ножей на рабочем органе; ρ – насыпная масса продукции, кг/м^3 .

Мощность дробилки N (кВт) определяют по удельной работе измельчения:

$$N = A_{yд}\Pi\eta_a/(1000\eta),$$

где $A_{уд}$ – удельная работа измельчения, Дж/кг; Π – производительность машины, кг/с;
 η_a – коэффициент запаса мощности, $\eta_a = 1,2 \dots 1,3$; η – КПД привода.

Удельная работа при измельчении кости $A_{уд} = 20,0 \dots 21,7$ кДж/кг.

Производительность молотковой дробилки Π (кг/ч)

$$\Pi = kD^2 n^2 l / [3,6(i-1)],$$

где k – эмпирический коэффициент; $k = 4 \dots 6,2$; D – диаметр ротора, м; l – длина ротора, м; n – частота вращения ротора, мин^{-1} ; i – степень измельчения материала.



Мечтой тоже надо управлять, а то ее,
как корабль без руля, занесет бог весгы куда.
КРЫЛОВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ (1863–1945),
русский кораблестроитель, механик и математик,
академик АН СССР

11.10 ГОМОГЕНИЗАТОРЫ

В гомогенизаторах измельчение происходит в результате течения продукта под большим давлением через узкие кольцевые щели.

Схемы конструкций гомогенизирующих головок, используемых в различных типах гомогенизаторов, приведены на рис. 11.36.

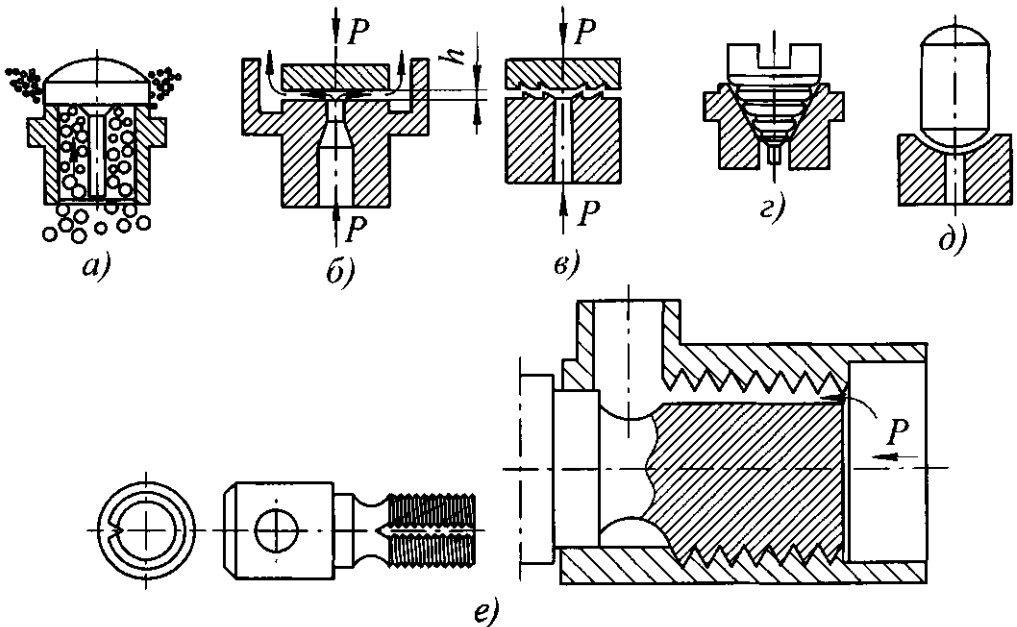


Рис. 11.36 Схемы конструкций гомогенизирующих головок:

a – головка с обыкновенным клапаном; *b* – клапан с отражательными стенками; *в* – клапан с наклонными и концентричными нарезками в горизонтальной плоскости; *г* – клапан с наклонными и концентричными нарезками в наклонной плоскости; *д* – сферический клапан; *е* – резьбовой клапан с продольной прорезью

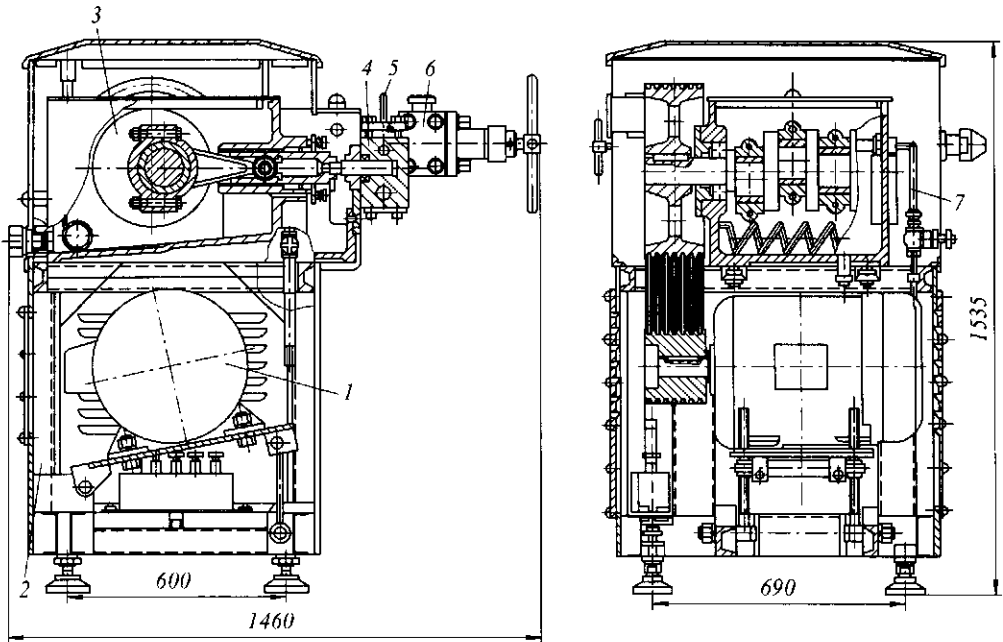


Рис. 11.37 Гомогенизатор А1-ОГМ

Наибольшее распространение получили клапанные гомогенизаторы, основными узлами которых являются насос высокого давления и гомогенизирующая головка.

Гомогенизатор А1-ОГМ (рис. 11.37), предназначенный для получения тонкоизмельченного однородного продукта, состоит из электродвигателя 1, станины 2, кривошипно-шатунного механизма 3 с системами смазки 7 и охлаждения, плунжерного блока 4 с гомогенизирующей 6 и манометрической 5 головками и предохранительным клапаном.

Принцип работы гомогенизатора заключается в нагнетании продукта через узкую щель между седлом и клапаном гомогенизирующей головки. Давление продукта перед клапаном 20...25 МПа, после клапана – близко к атмосферному. При таком резком перепаде давления наряду со значительным увеличением скорости продукт измельчается.

Гомогенизатор представляет собой трехплунжерный насос. Каждый из трех плунжеров, совершая возвратно-поступательное движение, всасывает жидкость из приемного канала, закрытого всасывающим клапаном, и нагнетает ее через нагнетательный клапан в гомогенизирующую головку под давлением 20...25 МПа.

Гомогенизирующая головка является наиболее важной и специфической частью гомогенизатора. Она представляет собой стальной корпус, в котором находится цилиндрический центрируемый клапан. Под давлением жидкости клапан поднимается, образуя кольцевую щель, через которую жидкость проходит с большой скоростью и затем выводится через штуцер из гомогенизатора.

Регулированием давления пружины на клапан достигается оптимальный режим гомогенизации для различных продуктов.

Внутри станины шарнирно закреплена плита, положение которой регулируется винтами. На плите установлен электродвигатель 1, приводящий в движение криво-

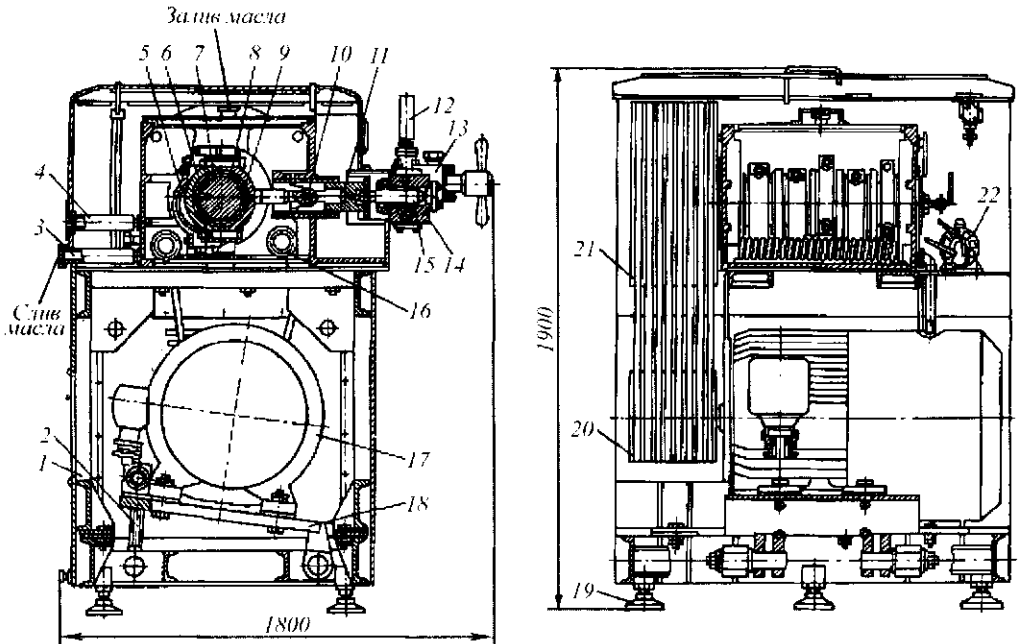


Рис. 11.38 Гомогенизатор К5-ОГА-10

шипно-шатунный механизм 3 через клиноременную передачу. В корпусе 2, представляющем собой резервуар с наклонным дном, размещены кривошипно-шатунный механизм 3, система охлаждения и масляный сетчатый фильтр. Система охлаждения предназначена для подвода холодной воды к плунжерам. Она включает в себя змеевик, уложенный на дне корпуса 2, перфорированную трубку над плунжерами и патрубки для подвода и отвода воды. Система смазки служит для подачи масла к шейкам коленчатого вала для уменьшения трения.

Техническая характеристика гомогенизатора А1-ОГМ приведена в табл. 11.8.

Гомогенизатор К5-ОГА-10 (рис. 11.38) предназначен для дробления и равномерного распределения жировых шариков в молоке и жидких молочных продуктах, а также в смесях для мороженого.

Он представляет собой пятиплунжерный насос высокого давления с гомогенизирующей головкой. Он состоит из станины 1 с приводом, кривошипно-шатунного механизма 5 с системами смазки и охлаждения, плунжерного блока 14 с гомогенизирующей 13 и манометрической 12 головками и предохранительным клапаном. Внутри плунжерного блока 14 имеется плунжер 15, соединенный с ползуном 11. Привод гомогенизатора осуществляется от электродвигателя 17 через ведущий 20 и ведомый 21 шкивы и клиноременную передачу. Внутри станины 1 шарнирно закреплена плита 18, положение которой регулируется винтами 2. Станина установлена на шести варьлируемых по высоте опорах 19.

Кривошипно-шатунный механизм 5 состоит из литого чугунного корпуса, коленчатого вала 7, установленного на двух роликоподшипниках, шатунов 8 с крышками 6 и вкладышами 9, ползунов 11, шарнирно соединенных с шатунами 8 при помощи пальцев 10, стаканов и уплотнений. Внутренняя полость корпуса кривошипно-шатунного механизма является масляной ванной. В задней стенке корпуса смонтированы указатель уровня масла 4 и сливная пробка 3. В корпусе, представляющем

собой резервуар с наклонным дном, размещены кривошипно-шатунный механизм 5, система охлаждения, масляный сетчатый фильтр и маслонасос 22.

Гомогенизатор имеет принудительную систему смазки наиболее нагруженных трущихся пар, которая применяется в сочетании с разбрызгиванием масла внутри корпуса. Охлаждение масла проводится водопроводной водой посредством змеевика 16 охлаждающего устройства, уложенного на дне корпуса, а плунжеры охлаждаются водопроводной водой, попадающей на них через отверстия в трубе. В системе охлаждения установлено реле протока, предназначенное для контроля за протеканием воды.

Регулированием давления пружины на клапан достигается оптимальный режим гомогенизации для различных продуктов.

Техническая характеристика гомогенизатора К5-ОГА-10 приведена в табл. 11.8.

Гомогенизатор А1-ОГ2-С (рис. 11.39) предназначен для механической обработки вязких молочных продуктов типа сливочных, плавящихся и пластических сыров для придания однородности продукту с целью улучшения его качества.

Гомогенизатор представляет собой горизонтально расположенный трехплунжерный насос высокого давления с гомогенизирующим устройством 8.

Привод насоса осуществляется от электродвигателя 4 с помощью клиноременной передачи, ведомого 15 и ведущего 16 шкивов. Гомогенизатор состоит из следующих основных узлов: кривошипно-шатунного механизма 1, привода, плунжерного блока 9, гомогенизирующего устройства 8, предохранительного клапана 7, бункера, кожуха, станины 13.

Кривошипно-шатунный механизм 1 включает литой чугунный корпус, коленчатый вал 14, установленный на двух роликоподшипниках, шатуны 12 с крышками 2 и вкладышами, ползуны 10, шарнирно соединенные с шатунами 12 пальцами 11, стаканы и уплотнение. Внутренняя полость корпуса кривошипно-шатунного механизма является масляной ванной.

В задней стенке корпуса установлены указатель уровня масла и сливная пробка. Смазка трущихся деталей проводится разбрызгиванием масла. Корпус кривошипно-шатунного механизма закрыт крышкой, в которой имеется горловина с фильтрующей сеткой для залива масла. Привод гомогенизатора осуществляется от электродвигателя 4, который установлен на качающейся подmotorной плите 3, укрепленной на корпусе кривошипно-шатунного механизма 1. Натяжение клиновых ремней обеспечивается с помощью натяжных винтов 5.

Кривошипно-шатунный механизм крепится при помощи шпилек к станине 13, которая представляет собой сварную конструкцию, облицованную листовой сталью. На станине имеется съемная крышка 17, предназначенная для ограждения вращающихся и перемещающихся механизмов. В нижней части станины 13 установлена клеммная коробка 18.

Станина устанавливается на четырех регулируемых по высоте опорах 19. К корпусу кривошипно-шатунного механизма при помощи двух шпилек крепится плунжерный блок 9, который предназначен для всасывания продукта из бункера и нагнетания его под высоким давлением в гомогенизирующее устройство 8. Плунжерный блок 9 состоит из блока, плунжеров 6, полых цилиндрических стаканов с отверстиями в стенках. Всасывающие клапаны и уплотнения отсутствуют, в рабочие камеры плунжерного блока продукт непосредственно из бункера засасывается через полые цилиндрические стаканы.

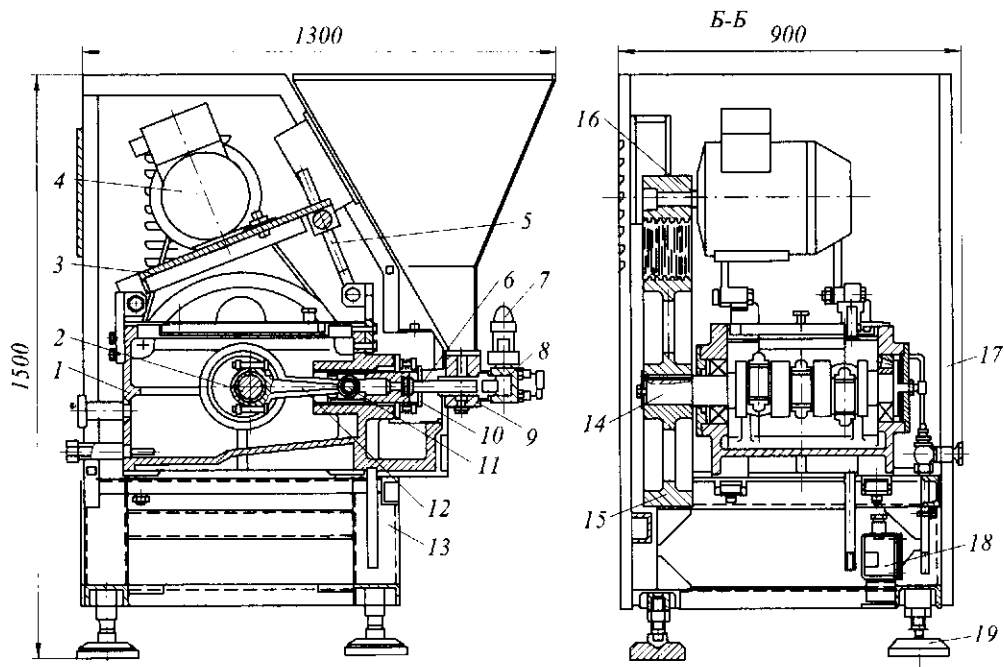


Рис. 11.39 Гомогенизатор А1-ОГ2-С

Уплотнение плунжеров, учитывая малую текучесть расплавленной сырной массы, достигается путем точного изготовления с небольшими допусками сопряженных поверхностей плунжеров и отверстий стаканов.

К плунжерному блоку при помощи шпилек крепится гомогенизирующее устройство, предназначенное для осуществления гомогенизации продукта за счет прохода его с большой скоростью под высоким давлением через щель между клапаном и седлом.

Гомогенизирующее устройство 8 состоит из корпуса, прокладок, нагнетательных клапанов, седел клапанов, пружин, гомогенизирующего клапана с седлом, стакана, рукоятки.

Для контроля давления гомогенизации служит манометр, который крепится к торцу корпуса гомогенизирующего устройства. Сверху на гомогенизирующем устройстве расположен предохранительный клапан 7, предназначенный для ограничения повышения давления выше заданного. Он состоит из стакана, фланца, клапана, седла клапана, пружины, нажимного винта и колпака. Предохранительный клапан регулируется на рабочее давление гомогенизации с помощью винта.

Продукт, подлежащий гомогенизации, подается в бункер гомогенизатора, представляющий собой сварную емкость из нержавеющей стали.

При возвратно-поступательном перемещении плунжеров в рабочей полости плунжерного блока создается разрежение и продукт из бункера засасывается в рабочую полость, а затем плунжеры выталкивают продукт в гомогенизирующее устройство, где он под давлением 20 МПа с большой скоростью проходит через кольцевой зазор, образующийся между притертыми поверхностями гомогенизирующего клапана и его седлом. При этом продукт становится более однородным. Из гомогенизи-

рующего устройства через патрубок он направляется по трубопроводу на дальнейшую обработку. На гомогенизаторе установлен амперметр, с помощью которого контролируются показания манометра.

Техническая характеристика гомогенизатора А1-ОГ2-С приведена в табл. 11.8.

Таблица 11.8 Техническая характеристика гомогенизаторов

Показатели	К5-ОГА-10	А1-ОГМ	А1-ОГ2-С
Производительность, л/ч	1000	5000	500
Рабочее давление, МПа	20	20	20
Температура продукта, поступающего на гомогенизацию, °С	45...85	45...85	70...90
Установленная мощность электродвигателя, кВт	75	37	4
Частота вращения электродвигателя, мин ⁻¹	750	980	1000
Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	360	350	180
Число плунжеров	5	3	3
Ход плунжера, мм	70	60	28
Число ступеней гомогенизации	2	2	—
Габаритные размеры, мм	1800×1500×1900	1480×1110×1640	1300×900×1500
Масса, кг	4000	1710	645

Инженерные расчеты. Производительность плунжерного гомогенизатора P (м³/с)

$$P = 0,25D^2 S \omega z \eta_n,$$

где D и S – диаметр и ход плунжера, м; ω – угловая скорость вращения коленчатого вала, рад/с; z – число плунжеров, шт.; η_n – КПД насоса.

Мощность электродвигателя гомогенизатора N (кВт)

$$N = P p / (3600\eta),$$

где p – давление гомогенизации, Па; η – КПД гомогенизатора.

Толщина тарелки клапана $h_{кл}$ (м)

$$h_{кл} = 0,43 d_{кл} \sqrt{p/[\sigma]},$$

где p – давление гомогенизации, Па; $[\sigma]$ – допускаемое напряжение для материала клапана, Па; $d_{кл}$ – диаметр клапана, м;

$$d_{кл} = \sqrt{1,27(\Delta F + P/6v_d z)},$$

здесь P – производительность гомогенизатора, м³/с; v_d – допускаемая скорость жидкости в седле, м/с (для всасывающего клапана 2 м/с, а для нагнетательного 5...8 м/с); ΔF – площадь сечения хвостовика, м²; z – число плунжеров, шт.

При гомогенизации часть механической энергии превращается в тепло, вследствие чего происходит повышение температуры гомогенизируемого продукта Δt (К)

$$\Delta t = p / c\rho,$$

где p – давление гомогенизации, Па; c – удельная теплоемкость молока, Дж/(кг·К); ρ – плотность молока, кг/м³.

Средний диаметр жировых шариков $d_{ср}$ (м) в диапазоне изменения давления от 2,0 до 20,0 МПа определяется по формуле Н.В. Барановского

$$d_{cp} = 3,8 \cdot 10^6 / \sqrt{p},$$

где p – давление гомогенизации, МПа.

Расчет предохранительных клапанов можно свести к определению проходного сечения седла клапана с учетом вязкости обрабатываемой жидкости. Для маловязких жидкостей (молоко, соки) диаметр D_c (м) проходного сечения седла определяется по формуле

$$D_c = \sqrt{G / \sqrt{(p - p_a) / \delta_a}},$$

где p_a – давление всасывания, МПа; δ_a – отношение массы перекачиваемой жидкости к массе воды.



Нельзя же отрицать истину только потому,
что она лично мне не совсем приятна.
ЧЕРНЫШЕВСКИЙ НИКОЛАЙ ГАВРИЛОВИЧ
(1828–1889), русский революционный демократ,
ученый, писатель, литературный критик

11.11 ТЕХНИКА БУДУЩЕГО: НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Способ и устройство для измельчения материалов (Пат. № 2166367 РФ, В02 С7/08) предназначены для тонкого и сверхтонкого измельчения материалов различной твердости.

Способ измельчения материалов (рис. 11.40) включает формирование струй из измельчаемого материала в каналах, проходящих от оси измельчающего устройства, и последующее попеременное соударение струй материала с обеспечивающими центробежное воздействие измельчающими элементами, установленными на встречно вращающихся роторах. Струи материала подвергаются разгону в каналах между роторами, поперечное сечение каналов представляет собой замкнутый контур.

После соударения с измельчающими элементами измельчение осуществляют в по крайней мере одной дополнительно образованной наружной кольцевой зоне роторов возмущающими аэродинамическими воздействиями при высокоскоростном и высокочастотном соударении частиц материала, при изменении характера и величины силового нагружения.

Устройство для измельчения материалов содержит корпус 1 с осевым входным отверстием 2 и выходным отверстием 3, камеру измельчения 4, горизонтально расположенные и встречно вращающиеся роторы 5 и 6 с измельчающими элементами 8, 9, 10, смонтированными на них в виде кольцевых рядов. Роторы 5 и 6 имеют общий привод (не показан). Между измельчающими элементами 8, 9, 10 расположены каналы 18, 19 и 20, поперечное сечение которых сужается от центра к периферии камеры измельчения 4 за счет уменьшения высоты каналов. Ближайший к оси роторов 5 и 6 кольцевой ряд лопаток 7 каналов 17 между этими лопатками относится к зоне разгона измельчаемого материала.

В этой зоне измельчение материала практически не наблюдается. Верхними и нижними сторонами каналов 17...20 служат поверхность соответствующего ротора и поверхность концентричного ротору кольца 11, 12, 13 или 14, накрывающего каж-

дый кольцевой ряд лопаток 7 и измельчающих элементов 8, 9, 10. Кольца 12...16 жестко и без зазоров соединены соответственно с измельчающими элементами 8...10 и при работе устройства вращаются вместе с ними. Кольца 11...14 могут быть съемными или могут быть выполнены как единое целое вместе с роторами 5 и 6. Они также могут быть выполнены в виде сплошного кольца или в виде набора сегментов, каждый из которых накрывает отдельный канал между лопатками 7 измельчающими элементами. Боковыми сторонами каналов являются плоская фронтальная поверхность каждой лопатки 7 или измельчающего элемента 8, 9, 10 и тыльная сторона соседней лопатки или измельчающего элемента. Измельчающие элементы дополнительного кольцевого ряда представляют собой резонаторы в виде проточек 21, 22 и/или рифлений, выполненных соответственно на плоских, обращенных одна к другой поверхностях роторов 5, 6. Измельчающие элементы следующего дополнительного ряда имеют вид симметрично изгибающихся криволинейных каналов 23, 24, выходные отверстия 25, 26 которых обращены навстречу одно другому.

Еще один кольцевой блок измельчающих элементов представляет собой два цилиндра 27, 28, установленные вертикально на обоих роторах 5, 6 с образованием кольцевого канала 31 между цилиндрами разных роторов, причем на обращенных одна к другой поверхностях цилиндров сделаны проточки 29, 30, выполняющие функцию резонаторов. Цилиндры 27, 28 могут размещаться выше роторов 5, 6 (как на рис. 11.40) или ниже роторов.

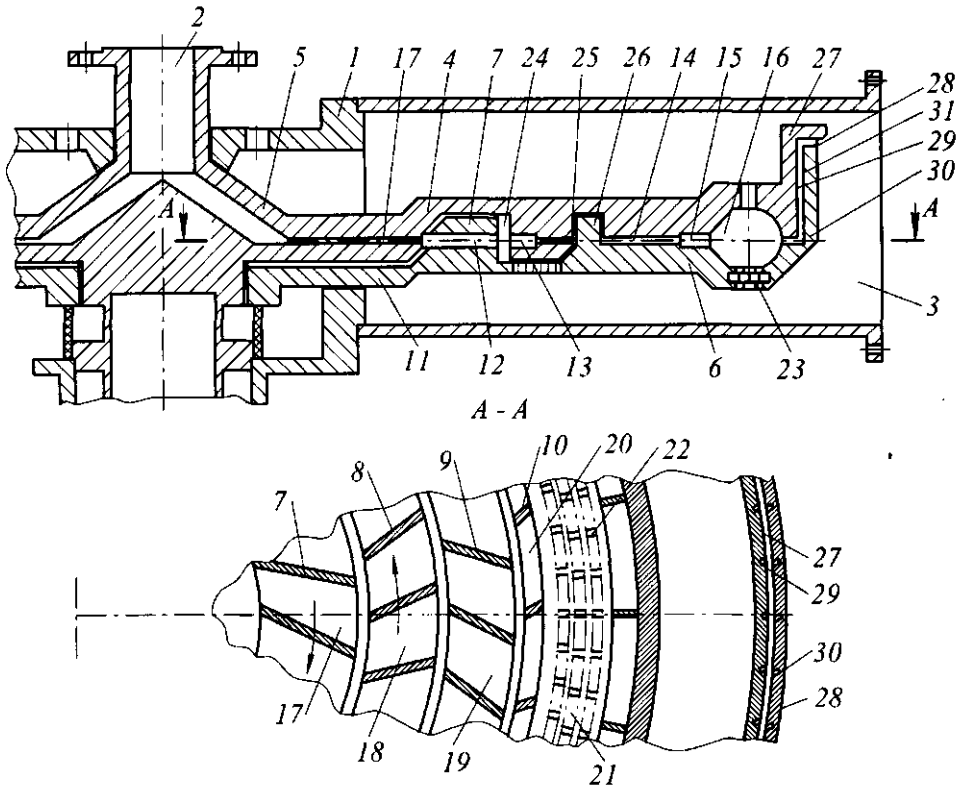


Рис. 11.40 Устройство для измельчения материалов

Устройство для измельчения материалов работает следующим образом. Исходный материал, имеющий начальную крупность, под собственным весом или принудительно через регулируемый питатель подается в разгонную зону верхнего ротора 5 струйно-роторного измельчителя, где за счет вращения частицы материала перемещаются радиально вдоль поверхности разгонной лопатки 7. При достижении максимальной скорости частица имеет скорость вылета, угол вылета и траекторию движения в зону хрупкого разрушения. В этой зоне частица подчиняется законам хрупкого разрушения, сталкиваясь с движущимися навстречу измельчающими элементами 8, при этом происходит частичная потеря кинетической энергии частицы и скорости движения, масса частиц состоит из отдельных осколков, микротвердость их выше, чем у исходной частицы.

Затем в этой зоне за счет вращения ротора осколки разгоняются вдоль измельчающего элемента 8 и при достижении необходимой скорости соударяются с измельчающими элементами 9, развивая и наращивая поверхность материала. Аналогично происходит переход на измельчающие элементы 10 следующего ряда. Далее измельчаемые частицы радиально перемещаются в зону силового объемного нагружения, которая представлена набором аэродинамических устройств (резонаторов 21, 22), меняющих схему нагружения уже частично измельченного материала на скоростное высокочастотное соударение частиц в щели между вращающимися роторами за счет аэродинамических возмущений и рифлений поверхности верхнего и нижнего роторов 5, 6. Размеры частиц, их масса, удельная поверхность значительно отличаются от характеристик этого материала в зоне.

Зона (блок) встречного соударения струй измельчаемого материала расположена дальше от вертикальной оси вращения роторов и имеет более высокие окружные скорости дисков-роторов и материала, находящегося на них. Измененная конфигурация роторов в этой зоне позволяет организовать соударение множества струй воздуха с максимальной концентрацией твердых частиц с верхнего и нижнего роторов. Измельчение частиц происходит от соударения материала, аналогично струйным мельницам, но с неизмеримо более высокими скоростями при минимальных энергетических затратах.

Последующая зона измельчения материала за счет высокочастотного соударения частиц материала представлена узким кольцевым каналом с вращающимися вертикальными стенками-цилиндрами 27 и 28 соответственно верхнего и нижнего роторов. Вращение идет в разных направлениях, при этом цилиндрические стенки снабжены резонаторами-проточками 29, 30. Силовое нагружение частиц – близкое к объемному и дальнейшая транспортировка материала осуществляются за счет вертикальной осевой составляющей скорости. Заборные устройства воздуха (не показаны) с поверхности роторов позволяют изменять конфигурацию двухфазной среды, способствующую взаимодействию резонаторов и скоростного двухфазного потока, за счет чего идет измельчение. Измельченный материал эвакуируется в систему аспирации.

Задачей изобретения является устранение указанных недостатков и обеспечение высокой степени измельчения материала.

Указанная задача достигается в способе измельчения материалов, включающем формирование струй из измельчаемого материала в каналах, проходящих от оси измельчающего устройства, и последующее попеременное соударение струй материала с обеспечивающими центробежное воздействие измельчающими элементами,

установленными на встречно вращающихся роторах, причем струи материала между соударениями разгоняют в осевом направлении в каналах между роторами, при этом поперечное сечение каналов представляет собой замкнутый контур, струи материала подвергают дополнительному разгону в каналах между роторами, после соударения с измельчающими элементами, измельчение осуществляют по крайней мере одной дополнительно образованной наружной кольцевой зоне роторов возмущающими аэродинамическими воздействиями при высокоскоростном и высокочастотном соударении частиц материала путем изменения характера и величины силового нагружения и формы мелющих элементов.

Подача измельчаемого материала может быть произведена принудительно, а его разгон осуществлен за счет центробежной силы вращения ротора и уменьшения высоты каналов в сторону периферии камеры измельчения.

В наружной кольцевой зоне измельчение может быть произведено с помощью резонаторов.

В наружной кольцевой зоне измельчение может быть произведено с помощью попарного встречного соударения множества струй воздуха, несущих частицы измельчаемого материала, причем струи могут быть сформированы в парных криволинейных каналах, симметрично изгибающихся один навстречу другому.

В наружной кольцевой зоне измельчение может быть произведено в кольцевом канале между противоположно вращающимися вертикальными цилиндрами, на обращенных одна к другой поверхностях которых выполнены проточки, выполняющие функцию резонаторов.

Указанная задача достигается в устройстве для измельчения материалов, содержащем корпус с осевым входным отверстием и выходным отверстием и цилиндрической камерой измельчения, в которой соосно установлены с возможностью встречного вращения два горизонтально расположенных ротора с внутренними кольцевыми рядами измельчающих элементов, обеспечивающих центробежное воздействие, причем между измельчающими элементами роторов проходят каналы, поперечное сечение которых имеет замкнутый контур, высота каналов между роторами уменьшается от центра к периферии камеры измельчения, а роторы имеют по крайней мере одну дополнительную наружную зону измельчения, форма измельчающих элементов которой обеспечивает возмущающее аэродинамическое воздействие на материал.

Измельчающие элементы дополнительной кольцевой зоны измельчения могут представлять собой резонаторы в виде проточек и/или рифлений, выполненных на плоских поверхностях роторов, обращенных одна к другой.

Измельчающие элементы дополнительной кольцевой зоны могут быть выполнены в виде встречно изгибающихся криволинейных каналов, выходные отверстия которых обращены друг к другу.

Измельчающие элементы дополнительной кольцевой зоны измельчения могут представлять собой два цилиндра, установленные вертикально на обоих роторах с образованием кольцевого канала между цилиндрами разных роторов, причем на обращенных одна к другой поверхностях цилиндров сделаны проточки, выполняющие функцию резонаторов.

Способ измельчения материалов, отличающийся тем, что струи материала подвергают дополнительному разгону в каналах между роторами, после соударения с измельчающими элементами, измельчение осуществляют по крайней мере одной

дополнительно образованной наружной кольцевой зоне роторов возмущающими аэродинамическими воздействиями при высокоскоростном и высокочастотном соударении частиц материала путем изменения характера и величины силового нагружения и формы измельчающих элементов; *отличающийся* тем, что подачу измельчаемого материала проводят принудительно, а его разгон осуществляют за счет центробежной силы вращения ротора и уменьшения высоты каналов в сторону периферии камеры измельчения; *отличающийся* тем, в наружной кольцевой зоне измельчение производят с помощью резонаторов.

Вихревая мельница (Пат. № 2153937 РФ, В02 С19/06) предназначена для измельчения различных материалов в потоке энергоносителя, преимущественно в воздушном потоке.

На рис. 11.41 представлен в разрезе общий вид вихревой мельницы с кольцевой обоймой, на рис. 11.42 представлен в разрезе общий вид вихревой мельницы в монолитном исполнении помольной камеры с соплами.

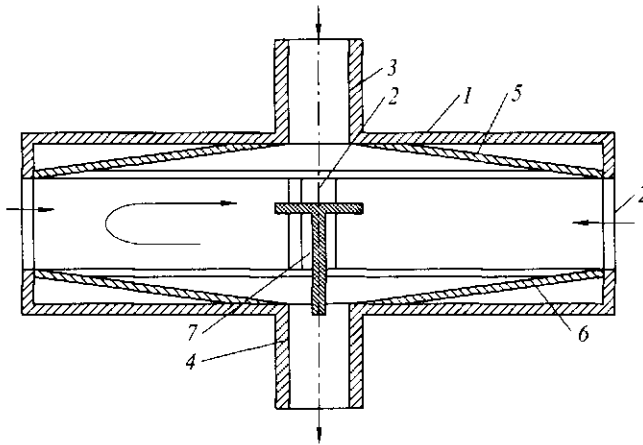


Рис. 11.41 Вихревая мельница

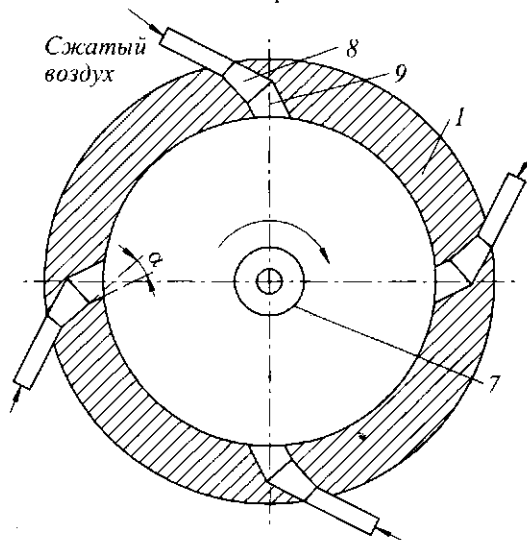


Рис. 11.42 Помольная камера с соплами

Вихревая мельница содержит образованную крышкой и днищем цилиндрическую помольную камеру 1, в боковой стенке которой имеется сопло 2 для подачи энергоносителя. Сопло содержит резонатор и направлено в плане под углом к центральной оси помольной камеры 1. Камера 1 имеет загрузочное 3 и разгрузочное 4 окна. В помольной камере 1 может быть размещена кольцевая обойма с окном для сопла 2. Сменная кольцевая обойма образована в этом случае верхней крышкой 5 и нижним днищем 6. В верхней крышке помольной камеры под загрузочным окном центрально расположен отклоняющий элемент 7 тарельчатой формы, поперечный размер которого превышает соответствующий поперечный размер загрузочного окна 3 не менее чем в 1,1 раза или равен ему. Резонатор выполнен с последовательно расположенными по длине сопла 2 высокочастотной 8 частью и низкочастотной 9 частью. При этом сопло 2 для подачи энергоносителя образовано в виде канала на всю его длину в монолитном теле боковой стенки помольной камеры 1 или отверстием боковой стенки камеры и кольцевой обоймой, для обеспечения подбора оптимального режима измельчения материала путем изменения длины низкочастотной и/или высокочастотной части резонатора или его ширины могут быть установлены сменные вкладыши (не показаны). При этом продольная ось низкочастотной части 9 расположена под углом $\alpha = 10 \dots 20^\circ$ к продольной оси высокочастотной части 8. Отклоняющий элемент 7 может быть смонтирован на штоке, присоединенном к крышке и/или к днищу помольной камеры с возможностью изменения расстояния относительно загрузочного окна.

При подаче подлежащего измельчению материала в загрузочное окно 3 в сопло 2 и через него тангенциально в помольную камеру 1 подают энергоноситель – сжатый воздух, который приводит во вращение попавший в камеру материал. От прямого проскока материала к разгрузочному окну 4 защищает размещенный над ним отклоняющий элемент 7. С помощью резонаторов в помольной камере создаются резонансные процессы в вихревом потоке, в результате чего измельчение происходит бесконтактным способом. Частица измельчаемого материала по мере потери массы удаляется через разгрузочное окно 4. Количество резонаторов может быть выбрано конструктивно в зависимости от длины периметра камеры и технологически – от требуемой интенсивности измельчения. Изменяя угол взаимного наклона резонаторов в указанных пределах, изменяя длину низкочастотной части или ширину резонатора, настраивают технологический процесс на конкретный материал. Например, чем тверже материал, тем более длинной должна быть высокочастотная часть, а ширина резонаторов меньше. Увеличение количества резонаторов приводит к увеличению тонины помола материала.

Задачей изобретения является повышение качества измельчения материала и обеспечение надежности работы вихревой мельницы.

Вихревая мельница *отличается* тем, что она снабжена центрально расположенным под образованным в верхней крышке загрузочным окном отклоняющим элементом тарельчатой формы, поперечный размер которого превышает соответствующий поперечный размер загрузочного окна не менее чем в 1,1 раза или равен ему, а резонатор выполнен с последовательно расположенными по длине сопла высокочастотной частью и низкочастотной частью; *отличается* тем, что сопло для подачи энергоносителя, преимущественно, сжатого воздуха, образовано в виде канала на всю его длину в монолитном теле боковой стенки помольной камеры; *отличается* тем, что сопло для подачи энергоносителя, преимущественно сжатого воздуха, образовано отверстием

боковой стенки камеры и кольцевой обоймой; *отличается* тем, что она снабжена сменными кольцевыми обоймами или вкладышами для обеспечения подбора оптимального режима измельчения материала путем изменения длины низкочастотной и/или высокочастотной части резонатора или его ширины; *отличается* тем, что продольная ось низкочастотной части расположена под углом $10...20^\circ$ к продольной оси высокочастотной части; *отличается* тем, что отклоняющий элемент смонтирован на штоке, присоединенном к крышке и/или к дну помольной камеры, с возможностью изменения расстояния относительно загрузочного окна.

Центробежный гомогенизатор (Пат. № 2086115 РФ, А01 J11/16) относится к устройствам для механической обработки жидких пищевых продуктов, в том числе к устройствам для гомогенизации молочных продуктов, соков, паст и т. п.

На рис. 11.43 изображен общий вид центробежного гомогенизатора, поперечное сечение, на рис. 11.44 – вариант выполнения направляющих рис. 11.43; на рис. 11.45 – вариант обеспечения смещения отдельных частей статора.

Центробежный гомогенизатор содержит корпус 1, на котором расположены входной патрубок 2 и выходной патрубок 3.

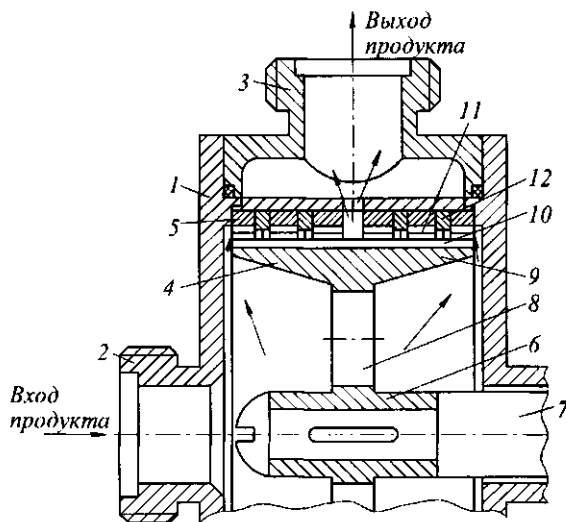


Рис. 11.43 Центробежный гомогенизатор

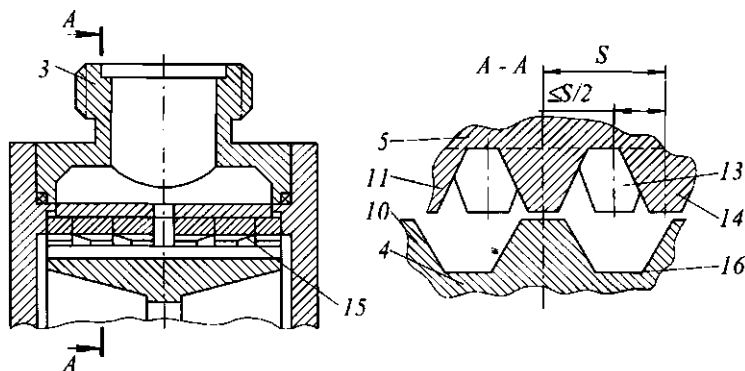


Рис. 11.44 Вариант выполнения направляющих

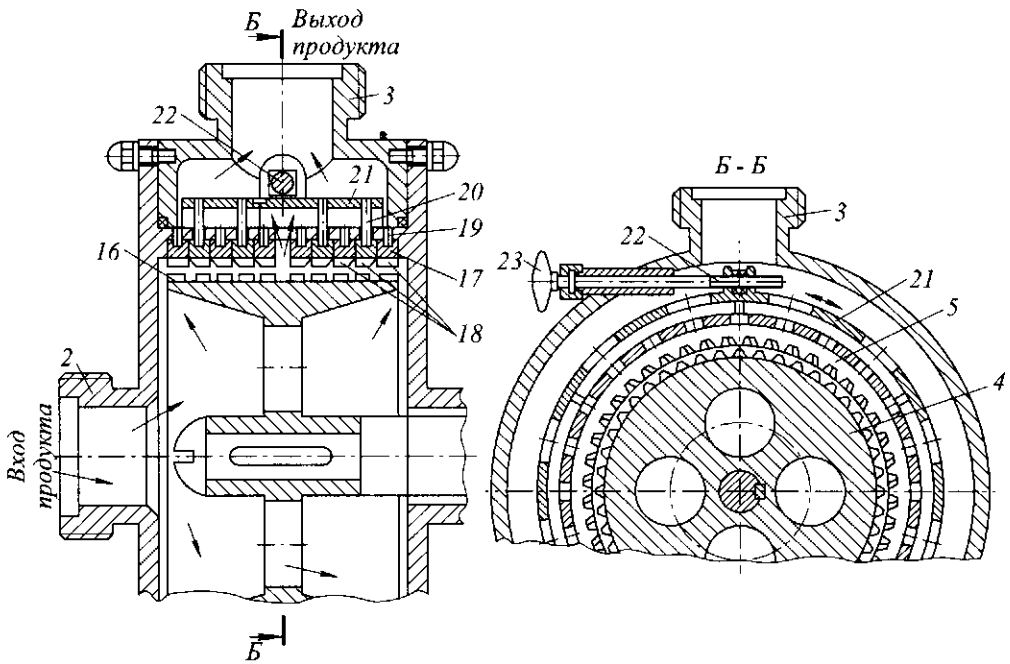


Рис. 11.45 Вариант обеспечения смещения отдельных частей статора

Внутри корпуса 1 расположен подвижный ротор 4 и неподвижный кольцевой статор 5, установленный с радиальным зазором относительно ротора. Ротор 4 содержит ступицу 6, закрепленную на валу 7, диск 8 и обод 9, на наружной поверхности которого выполнены зубья 10 параллельно образующей. Кольцо статора 5 по ширине выполнено составным из отдельных кольцевых секций. На внутренних поверхностях кольцевых секций выполнены зубья 11. На стыках отдельных секций статор имеет средства для изменения направления движения продукта в сторону ротора 4. Средства для изменения движения продукта выполнены в виде шайбы 12 с внутренним диаметром, меньшим диаметром впадин зубьев 11. Внутренняя поверхность шайбы 12 выполнена конической с диаметром, уменьшающимся по ходу движения продукта. Внутренняя поверхность шайбы 12 может быть выполнена цилиндрической (на чертеже не показана). По варианту изобретения отдельные секции статора 5 выполнены с одинаковым числом зубьев 11, а роль средства для изменения направления движения продукта выполняют зубья последующей секции 13 статора по ходу движения продукта, которые смещены относительно зубьев предыдущей секции 14 на угол, не превышающей половину шага зубьев 11. Каждый зуб имеет срез 15, выполненный на передней по ходу движения продукта кромке под острым углом к образующей. Напротив срезанных под углом зубьев статора срезаны зубья 10 ротора до диаметра, меньшего диаметра впадин 16 зубьев ротора.

По варианту изобретения все четные 17 и все нечетные 18 секции статора по ходу движения продукта объединены в группы, причем нечетные секции 18 статора неподвижно закреплены штифтами 19 на корпусе 1, а четные секции 17 закреплены штифтами 20 на обечайке 21, а обечайка 21 имеет возможность поворота относительно корпуса 1 при помощи механизма поворота 22, расположенного на корпусе 1. Ручка 23 служит для управления механизмом поворота. Центробежный гомогенизатор ра-

ботает следующим образом. Обрабатываемый продукт под давлением подается через входной патрубок 2 во внутреннюю полость центробежного гомогенизатора и устремляется к щели, образованной статором 5 и ротором 4. Ротор, вращаясь, диском 8 и обводом 9 сообщает потоку дополнительный прирост давления на входе в зазор между статором 5 и ротором 4. Продукт по щели между зубьями статора и ротора устремляется к входному патрубку 3. Часть продукта, проходящая через впадины 16 на роторе 4, отбрасывается на стенки зубьев 11 статора с большой скоростью и тормозится, в результате чего происходит интенсивный эффект диспергирования и гомогенизации продукта.

Поток устремляется по канавкам между зубьями 11 статора 5 к выходному патрубку 3, а так как кольцо статора 5 по ширине выполнено составным из нескольких секций и имеет средства для изменения направления движения продукта в сторону ротора 4, то часть продукта попадает на стенки зубьев 10 ротора, где резко меняется скорость потока в сторону увеличения, а затем снова отбрасывается ротором на стенки зубьев 11 статора, и вновь тормозится и т. д.

В случае, когда роль средства для изменения направления движения продукта выполняет шайба 12, то часть сечения у основания канавок зубьев 11 перекрывается, и часть продукта, проходящего по канавкам под прямым углом, резко отбрасывается на ротор 4 или плавно – если внутренняя поверхность шайбы 12 выполнена конической. Причем изменение внутреннего диаметра шайбы 12 позволяет изменять количество отклоняемого продукта, а, следовательно, и величину степени гомогенизации.

В случае, когда зубья 11 последующей секции 13 статора смещены относительно зубьев предыдущей секции 14, то часть сечения у стенки зубьев 11 перекрывается, и часть продукта, проходящая по канавкам между зубьями 11 под прямым углом, резко отклоняется на ротор 4 или плавно – если на передней кромке 15 последующей секции срезаны зубья 11 под острым углом. Смещение по углу зубьев 11 двух смежных секций статора 5 позволяет изменить степень гомогенизации в широких пределах.

В случае, когда напротив срезанных под углом зубьев 11 зубья 10 ротора 4 срезаны до диаметра впадин 16, поток обрабатываемого продукта дополнительно расширяется и тормозится.

В случае, когда четные 17 и нечетные 18 секции статора 5 по ходу движения продукта объединены в отдельные группы, при повороте подвижной группы, закрепленной на обечайке 21, относительно неподвижной, закрепленной на корпусе 1, происходит одновременное смещение зубьев 11 каждой последующей секции 13 относительно предыдущей 14 вращением ручки 23 механизма поворота 22. При этом достигается наибольшая степень гомогенизации за счет многоступенчатости разгонов и остановок обрабатываемого продукта, а также возможности плавной регулировки степени гомогенизации в зависимости от перерабатываемого продукта и необходимой величины степени гомогенизации. По сравнению с прототипом изобретение позволяет увеличить степень гомогенизации обрабатываемого продукта и расширяет возможность регулирования величины степени гомогенизации.

Центробежный гомогенизатор *отличается* тем, что кольцо статора по ширине выполнено составным из отдельных секций и имеет средства для изменения направления движения продукта; *отличается* тем, что каждое средство для изменения движения продукта выполнено в виде шайбы с внутренним диаметром, меньшим диаметра впадин зубьев; *отличается* тем, что внутренняя поверхность шайбы выполнена конической с диаметром, уменьшающимся по ходу движения продукта;

отличается тем, что секции статора выполнены с одинаковым числом зубьев и размещены так, что зубья смежных секций смещены по ходу движения продукта на угол, не превышающий половину шага зубьев.

* * *

В этой главе наиболее важными являются следующие моменты.

1. Особенности процесса измельчения продукта в зависимости от его свойств определяют классификацию машин для измельчения пищевого сырья, устройство и принцип действия их основных типов.

2. Механизм и способы измельчения пищевых сред исключительно разнообразны, их сравнение, анализ, совмещение могут привести к созданию принципиально новых машин.

3. Факторы, влияющие на производительность и энергоемкость процесса, в значительной степени определяют основные направления совершенствования конструкций измельчающих машин.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие способы измельчения пищевых сред Вы знаете?
2. Какова классификация видов дробления материалов в зависимости от степени измельчения?
3. Что называется степенью измельчения?
4. Под действием каких сил осуществляется измельчение?
5. На что затрачивается работа, расходуемая на дробление материала?
6. Как классифицируются измельчающие машины? Какова краткая характеристика каждого типа машины?
7. В каких отраслях пищевой промышленности используются дробилки?
8. Какие виды напряжений возникают в молотке дробилки в процессе измельчения?
9. Каково основное условие, устраняющее передачу ударных импульсов от молотков на вал и подшипники дробилки?
10. Как в молотковых дробилках регулируется степень измельчения материала?
11. Каково значение и устройство системы охлаждения валцов?
12. Каковы основные параметры поверхности валцов?
13. Каковы особенности посадки и съема подшипников?
14. Как очищается поверхность валцов в процессе работы?
15. Какова схема привода валцов и механизма подачи продукта?
16. Каким образом определяется условие захвата частицы в плющильной установке?
17. Как регулируются параметры процесса в плющильной установке?
18. Как устроен и работает плунжерный гомогенизатор?
19. От каких факторов зависит степень гомогенизации?
20. Как регулируется производительность гомогенизатора?

УПРАЖНЕНИЯ

Предложите в виде эскизов Ваши решения инженерных задач, связанных с развитием конструкций:

- валцовых станков;
- дробилок;
- мельниц;
- плющильных машин;
- резательных машин;
- свклорезок;
- мясорубок, волчков и куттеров;
- гомогенизаторов.

Эти решения должны предполагать совершенствование и модернизацию оборудования. Они направлены на:

- повышение производительности;
- повышение качества продукции;

- улучшение условий труда рабочего с точки зрения эргономики, техники безопасности и охраны труда;
- экономию времени на санитарное обслуживание оборудования;
- экономию времени на техническое обслуживание оборудования;
- экономию энергоресурсов;
- экономию конструкционных материалов;
- повышение технологичности конструкции с точки зрения изготовления и ремонта; улучшение дизайна оборудования;
- снижение себестоимости продукции другими, кроме перечисленных выше, путями.

Вместе с этими преимущественно машиноведческими, аспектами рассмотрите возможность развития конструкций машин и аппаратов с точки зрения повышения качества самих технологических процессов, которые реализуются этим оборудованием. Речь идет об увеличении точности, устойчивости, надежности, управляемости и стабильности технологических процессов, а также о снижении их чувствительности к возмущающим факторам окружающей среды.

По результатам Вашей работы сделайте заключение о том, в какой мере Ваши предложения повышают готовность машин и аппаратов к эффективной автоматизации данных технологических процессов.

ОБЕЗЬЯНА (басня)

Как хочешь ты трудись;
Но приобрести не лстись
Ни благодарности, ни славы,
Коль нет в твоих трудах ни пользы, ни забавы

Крестьянин на заре с сохой
Над полосой своей трудился;
Трудился так крестьянин мой,
Что градом пот с него катился:
Мужик работник был прямой.
Зато, кто мимо ни проходит,
От всех ему: спасибо, исполать!
Мартышку это в зависть вводит.
Хвалы приманчивы, как их не пожелать!
Мартышка вздумала трудиться:
Нашла чурбан, и ну над ним возиться!
Хлопот
Мартышке полон рот:
Чурбан она то понесет,
То так, то сяк его обхватит,
То поволочет, то покатит;
Рекой с бедняжки льется пот;
И, наконец, она, пыхтя, насилу дышит:
А все ни от кого похвал себе не слышит.
И не диковинка, мой свет!
Трудишься много ты, да пользы в этом нет.

*Крылов Иван Андреевич
(1749 – 1844),
русский писатель,
баснописец, журналист, сатирик*



Будьте настойчивы, упорны, но не упрямы.
Не цепляйтесь за свои выводы. Помните,
что на свете есть много умных людей, которые
могут заметить у вас ошибки, и если они правы,
не стесняйтесь согласиться с ними.
*ОБРУЧЕВ ВЛАДИМИР АФАНАСЬЕВИЧ (1863–1956),
русский геолог, географ и писатель, академик АН СССР*

Глава 12

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОРТИРОВАНИЯ И ОБОГАЩЕНИЯ СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Сортирование сыпучих продуктов – процесс разделения на ситах и триерах неоднородных сыпучих продуктов на фракции, различающиеся по размерам и форме.

Процесс сортирования и обогащения сыпучих продуктов измельчения пищевых сред осуществляется в отсевах ситовеечных и вымольных машин, виброцентрифугалов, деташеров, энталейторов и дробильно-сортировочных машин и т. д. В главе даны не только конструктивные решения реализации этого процесса, но и приведены основные факторы, влияющие на его эффективность.



При философской дискуссии больше выигрывает
побежденный – в том отношении,
что он умножает знания.
*ЭПИКУР (341–270 до н.э.),
древнегреческий философ*

12.1 НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СОРТИРОВАНИЯ И ОБОГАЩЕНИЯ СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Сепарирование разнородных по размерам компонентов осуществляется на основных рабочих органах отсева – плоских ситах из различных материалов с отверстиями соответствующих размеров и форм. Каждое сито делит исходный продукт на две фракции: сходовую (крупную) и проходovou (мелкую).

При круговом поступательном движении отсева процесс ситового сепарирования состоит из двух одновременно протекающих стадий: самосортирования (расслоения) и просеивания. При самосортировании тяжелые и мелкие частицы осаждаются в нижние слои, а крупные и легкие – концентрируются в верхних. Чем быстрее мелкие проходové частицы опустятся вниз и войдут в контакт с ситом, тем эффективнее осуществится процесс просеивания, т. е. прохождение через отверстия сита.

Сравнительная значимость процессов самосортирования и просеивания определяется в основном соотношением сходовой и проходовой фракций. При наличии относительно малого количества проходовой фракции (например, в отсевах первых драных систем) эффективность зависит от ее факторов: физико-механических свойств частиц смеси, температуры и влажности исходного продукта, соотношения компонентов различной крупности, удельной нагрузки на сито (толщина слоя), материала и качества изготовления сита, размеров и формы его отверстий, конструкции отсева, условий транспортирования смеси, кинематических параметров, способа очистки сит, аспирации и др.

Технологическую эффективность сортирования в отсевах оценивают следующими показателями:

Q_0 – нагрузкой (производительностью), т. е. массой исходной смеси, поступающей в машину в единицу времени;

ξ – коэффициентом недосева, т. е. относительным содержанием проходовых фракций в продуктах, полученных сходом с сита;

η – коэффициентом извлечения, т. е. отношением количества извлеченного продукта к количеству того же продукта, содержащегося в исходной смеси.

Недосев характеризует неоднородность фракций, полученных после прохождения через отсева, а коэффициент извлечения показывает, какую часть количества данной фракции удастся выделить из исходной смеси.

При рассмотрении работы одного сита, т. е. при разделении исходной смеси на сход и проход, состав исходной смеси можно охарактеризовать относительным содержанием проходовой фракции δ (%)

$$\delta = (M_0 / Q_0) \cdot 100,$$

где M_0 – масса проходовой фракции, кг; Q_0 – масса исходной смеси, кг.

Если при просеивании получено M (кг) проходовой фракции и G сходовой фракции, то коэффициент извлечения (%) можно выразить так:

$$\eta = M / (M_0 \cdot 100),$$

а коэффициент недосева

$$\xi = (M_0 - M) / G = (M_0 - M) / (Q_0 - M).$$

Взаимосвязь коэффициента извлечения с коэффициентом недосева при данном составе исходной смеси определяется уравнениями:

$$\xi = (1 - M) / (\delta^{-1} - \eta) \quad \text{и} \quad \eta = (1 - \xi / \delta) / (1 - \xi).$$

Четкость сепарирования на ситах отсева в значительной степени зависит от гранулометрического состава исходной смеси и ее физико-механических свойств, удельной нагрузки, размеров ситового канала (площади, отношения длины к ширине, кинематических параметров, частоты и радиуса траектории круговых колебаний), размеров отверстий сита, материала нитей и живого сечения единицы площади сита, способа очистки сит и перемещения продукта по ситам.

При большом содержании проходовой фракции в исходной смеси (например, при контроле муки) общая эффективность сепарирования зависит от процесса просеивания. Для его интенсификации необходимы определенные толщина слоя продукта на сите и кинематические параметры, при которых достигается оптимальная скорость нижнего слоя по ситам.

При незначительном содержании проходовой фракции в исходной смеси (например, на I драной системе) общая эффективность сепарирования зависит от процесса самосортирования, интенсивность которого возрастает с уменьшением толщины слоя продукта и частоты колебаний при соответствующем увеличении радиуса траекторий круговых колебаний.

При среднем содержании проходовой фракции в исходной смеси общая эффективность сепарирования в начале сита зависит от процесса просеивания (если при поступлении исходной смеси на сито проходовая фракция равномерно распределена по толщине слоя), а в конце сита – от процесса самосортирования.

Интенсивность просеивания при увеличении толщины слоя вначале повышает, достигая максимального значения при некоторой критической толщине. Дальнейшее увеличение высоты слоя ведет к уменьшению интенсивности просеивания.

Размеры сит и ситовых каналов в значительной мере определяют эффективность работы отсева. Для любой заданной площади просеивающей поверхности существует оптимальное отношение длины сита к его ширине, при котором достигается минимальная скорость подачи и максимальная эффективность сортирования. Так, для большинства промежуточных продуктов размола зерна при площади сит $0,25 \dots 0,34 \text{ м}^2$ оптимальным является отношение длины сита к ширине, равное двум. При проектировании отсева оптимальную толщину слоя на всех ситах получают путем параллельного и последовательного соединения сит.



Молодость – вот время для усвоения мудрости,
старость – время для ее применения.
РУССО ЖАН ЖАК (1712–1778),
французский писатель и философ

12.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Оборудование для сортирования и обогащения сыпучих продуктов измельчения пищевых сред включает отсева, ситовые машины, энтолейторы, деташеры, виброцентрифугалы, вымольные и дробильно-сортировочные машины (рис. 12.1). Общим для этого вида оборудования является использование в качестве основного рабочего органа перфорированных поверхностей – сит.

В результате поэтапного измельчения зерна образуется смесь частиц, различных по размерам, форме и плотности. Промежуточные продукты размола зерна по размерам сортируются в отсевах. Основная часть отсева – ситовые корпуса, состоящие из уложенных друг на друга деревянных рам с натянутыми горизонтальными ситами.

Ситовые корпуса совершают круговое поступательное движение в горизонтальной плоскости. Продукты измельчения, перемещаясь по ситам отсева, переходят сверху вниз с рамы на раму и постепенно просеиваются, разделяясь на несколько фракций, отличающихся крупностью частиц.

По принципу уравнивания поступательно движущихся масс и по способу подвески балансиров отсева подразделяют на приводы:

- кривошипные, в которых вал балансиров вращается в неподвижных подшипниках станины;
- самобалансирующиеся с жестким приводным валом – вал балансиров жестко соединен с веретеном, подвешенным с помощью сферического и упорного подшипников к перекрытию;
- самобалансирующиеся с инерционным приводом – вал балансиров опирается на подшипник в главной раме.

При движении отсева силы инерции P_k главной рамы и укрепленных на ней ситовых корпусов уравниваются центробежными силами инерции P_c вращаю-

щихся грузов. В нормальных условиях эксплуатации горизонтальные реакции подвесок и веретена практически взаимно уравновешиваются.



Рис. 12.1 Классификация оборудования для сортирования и обогащения сыпучих продуктов измельчения пищевых сред

По числу ситовых корпусов рассевы подразделяют на однокорпусные, двухкорпусные и многокорпусные, по исполнению — на пакетные и шкафные.

В пакетных рассевах корпуса собраны из ситовых рам, уложенных друг на друга и стянутых в вертикальной плоскости стяжными болтами.

В шкафных рассевах ситовые рамы вдвигают по направляющим в ситовой корпус, как ящики в шкаф.



Невежество всегда обладает большею
самоуверенностью, чем знание...
ДАРВИН ЧАРЛЗ РОБЕРТ (1809–1882).
английский биолог и естествоиспытатель

12.3 РАССЕВА

В самобалансирующемся рассеве ЗРШ4-4М (рис. 12.2) корпус рассева четырехприемный, выполнен в виде шкафа и подвешен с помощью кронштейнов 2 на четырех подвесках 9 из стального троса к специальной раме потолочного перекрытия. Концы подвесок с помощью клиньев крепят в замках 11, установленных на несущих балках 10 корпуса рассева.

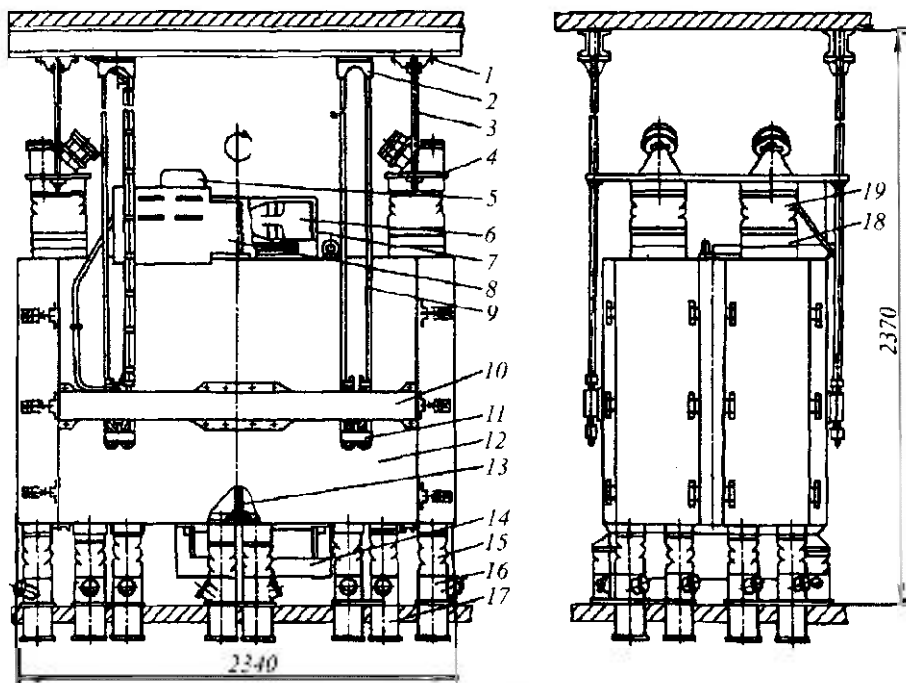


Рис. 12.2 Рассев ЗРШ4-4М

Над корпусом рассева установлены на штангах 3 приемные устройства 4. Штанги крепят к потолочной раме с помощью державок 1.

Под корпусом на полу установлен блок патрубков 16 и 17. Патрубки 18 приемного устройства и напольные патрубки соединяются с патрубками корпуса матерчатыми рукавами 19 и 15, которые крепят на патрубках резиновыми кольцами.

Ситовые корпуса приводятся в круговое поступательное движение от электродвигателя 5, закрепленного на кронштейне 8, и дебалансного колебателя 7 с балансиром 6. Они закрыты ограждением 14. Корпус имеет несущую раму 13 в камере 12.

Шкаф рассева (рис. 12.3) состоит из несущей рамы 12, к которой крепят четыре секции 7, днище 14, крышку 2, обшивку. Рама, днище, крышка, каркасы секций рассева снаружи закрыты дверями 8, а сзади – перепускными коробками 6, 11, 13 и стенками 10. На направляющих в секциях установлены по 18 ситовых рам 5 с поддонами 4. В ячейках рам размещены очистители 3.

Над каждой секцией на крыше шкафа расположены питатели 1. На боковинах шкафа закреплены балки. Внизу со стороны дверей также имеются балки 9, увеличивающие прочность шкафа и одновременно служащие опорами для дверей. На дне корпуса установлены транспортирующие коробки и выпускные патрубки. Рама шкафа сварная, состоит из стальной трубы с фланцами под корпуса подшипников балансирного механизма и четырех перегородок, к которым крепят крышку, днище, каркасы секций, обшивку.

Каркас секции представляет собой две панели, соединенные между собой связями. Каждая панель состоит из двух стоек, к которым привернуты направляющие для рам. К стойкам прикрепаны стальные уголки и лапки для обеспечения прочного крепления секции в шкафу.

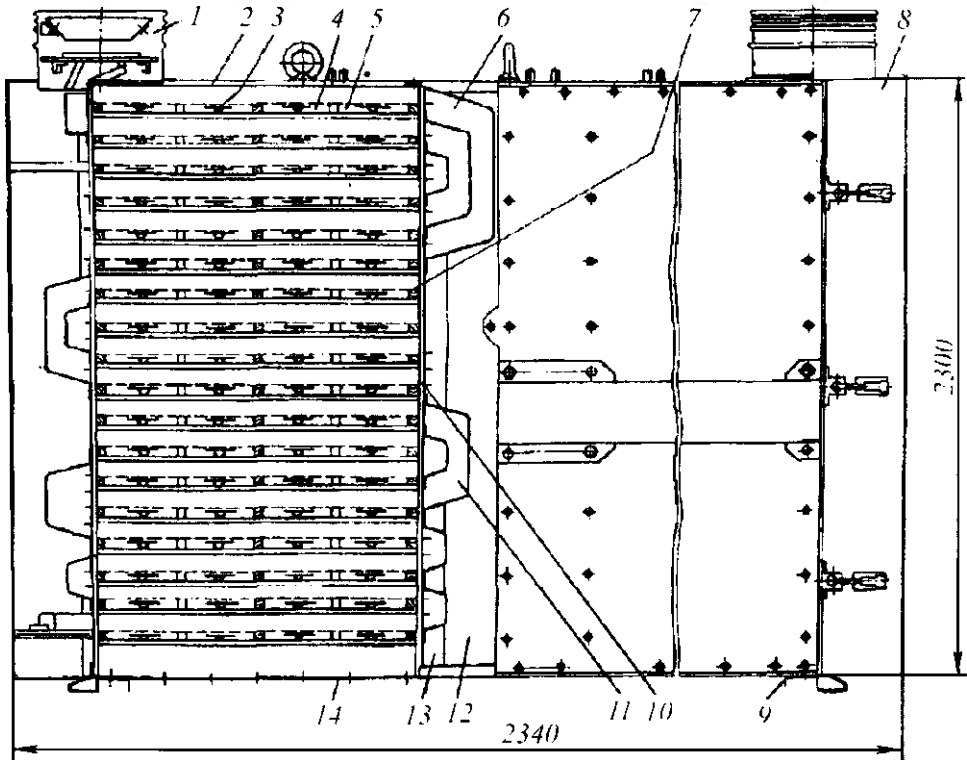


Рис. 12.3 Шкаф рессева ЗРШ4-4М

В стойках установлены также по две деревянные заглушки, которые совместно с перекрышей, располагаемой между двумя стойками, позволяют перекрывать боковой канал секции. В зависимости от исполнения панели перекрыш в панели может несколько, или они отсутствуют вовсе.

Ситовые рамы изготавливают из деревянных брусков. Рама брусками разделена на четыре ячейки. В них вставляют вкладыши, представляющие собой коробку с перфорированным дном. Боковины коробки не имеют отверстий и служат для защиты деревянных частей рамы от износа их очистителями. Вкладыши лапками вставляются в прорези поперечных брусков рамы. Очистители сит вставляют во вкладыши перед набивкой сит на мукомольном предприятии.

Поддоны ситовых рам сделаны в двух исполнениях: односкатные и двускатные. Односкатные поддоны имеют боковые окна с одной стороны, двускатные – с обеих. На нижней плоскости поддона закреплены угольники, служащие для фиксации поддона в секции шкафа, для выемки поддона с рамой из секции, а также для придания ему необходимой жесткости.

Дверь рессева состоит из корпуса, каркаса, перепускных коробок, стенок, перегородок, двух выпускных патрубков и прокладок, уплотняющих стыки элементов двери, между дверью и секцией шкафа. Корпус двери коробчатой формы выполнен из листового алюминиевого сплава. На боковинах каркаса установлены кронштейны для навешивания двери и осуществления поджатия ее к секции шкафа. На верхней стенке сделано полукруглое отверстие, окантованное уголком и прокладкой, предназначенное

для обеспечения плотного прилегания двери к питателю, расположенному на крыше шкафа. Снизу имеются два выпускных отверстия.

Каркас служит для придания двери большей жесткости и крепления на ней съемных элементов двери. Каркас представляет собой раму, выполненную из уголка и трех поясов из швеллеров.

Наборы перепускных коробок и стенок, устанавливаемые в дверях, соответствуют определенным функциональным схемам. Они служат для формирования потоков различных фракций продукта, получающихся в результате просеивания на ситах в отсеке. Коробки и стенки любой двери взаимозаменяемы и могут быть установлены в качестве перепускных коробок и стенок внутри секции. Для уменьшения массы отсека большинство деталей дверей, каркасов, обшивки шкафа выполнены из алюминиевых сплавов.

Привод корпуса отсека осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу, изменение частоты колебаний ситового корпуса – установкой сменного шкива соответствующего диаметра. В комплекте отсека имеется два приводных шкива: с расчетными диаметрами 145 и 160 мм. Шкив диаметром 145 мм установлен на отсеке, а шкив диаметром 160 мм находится в ящике с запасными частями. Натяжение ремней осуществляется перемещением электродвигателя по пазам кронштейна с помощью натяжных болтов. Устройство дебалансного колебателя показано на рис. 11.4. Оно состоит из балансира 1, грузов 2 и 3, шкива 4, верхнего 5 и нижнего 7 подшипников и вала 6.

Питатели, установленные на крыше шкафа, служат для равномерного распределения исходного продукта на три ситовые рамы и состоят из штуцера и закрепленных на нем конуса и диска с тарелкой. На диске сделано 12 отверстий для прохода продукта. С помощью скатов, расположенных на штуцере, площадь отверстий, а следовательно, и поступающий продукт делятся на три равные части.

Приемное устройство предназначено для подачи в корпус отсека продуктов размола зерна и аспирации. Оно состоит из рамы, двух приемных коробок и патрубков.

Исходный продукт из приемных коробок попадает в питатели, которые распределяют его на три потока, каждый из которых поступает на ситовую раму. При движении продукта по ситам, совершающим круговое поступательное движение в горизонтальной плоскости, происходит сортирование продукта по размерам частиц.

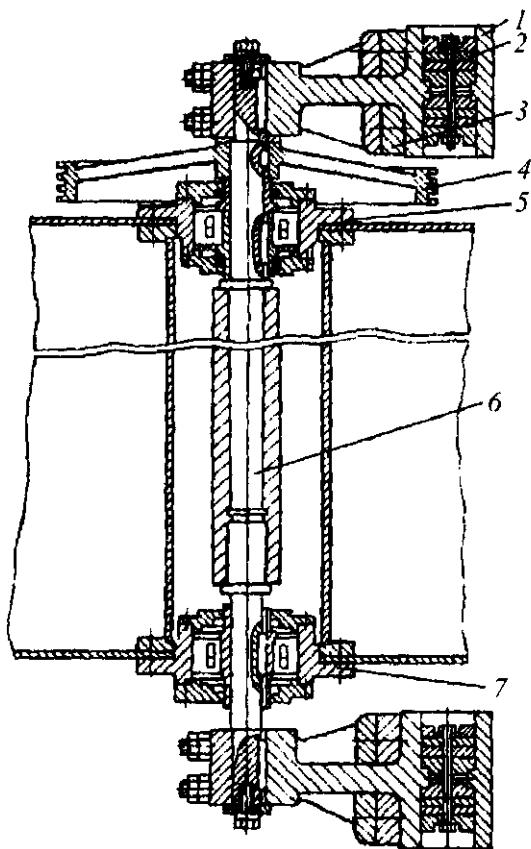


Рис. 12.4 Дебалансный колебатель

Движение продуктов, получаемых в результате сортирования, обусловлено технологической схемой. Фракции продукта выводятся из корпуса через выпускные патрубки.

Секция рассева может быть изготовлена по одной из четырех технологических схем (рис. 12.5), обеспечивающих сортирование всех промежуточных продуктов при сортовом и обойном помолах:

- схема № 1 (рис. 12.5, а) для I...IV драных крупных, 1-й и 2-й шлифовочных систем предусматривает две проходные и три сходовые фракции;
- схема № 2 (рис. 12.5, б) для IV драной мелкой, VI драной, сортировочной, 4...10-й размольных, вымольной, сходовой, 3-й, 4-й шлифовочных систем предусматривает две проходные и две сходовые фракции;
- схема № 3 для 1...3-й размольных систем и контроля муки предусматривает две проходные и одну сходовую фракции;
- схема № 4 для обойного помола предусматривает две проходные и одну сходовую фракции.

В зависимости от порядка расположения секций определенных технологических схем рассевы изготавливают в семи основных исполнениях. Кроме того, по заказу потребителей завод-изготовитель может дополнительно поставить комплект сменных частей, установка которых дает возможность получить требуемое исполнение рассева. Один комплект содержит набор сменных частей на одну секцию.

Во время работы рассева особое внимание следует обратить на равномерную загрузку всех секций, герметичность кузова, отсутствие подсора одной фракции в другой, очистку сит, эффективность аспирации, отсутствие посторонних шумов.

Радиус траектории круговых колебаний в горизонтальной плоскости корпуса рассева изменяют путем снятия или добавления сменных грузов, закрепляемых на балансирах. При этом необходимо, чтобы масса и расположение грузов на верхнем и нижнем балансирах были одинаковыми.

При обслуживании рассева запрещается пускать в работу рассев со снятыми ограждениями, неплотно закрытыми дверями, недостаточно закрепленными балансирами и поврежденными тросовыми подвесками (более 10 % проволочек). Также запрещается останавливать рассев в период разбега, производить снятие или установку

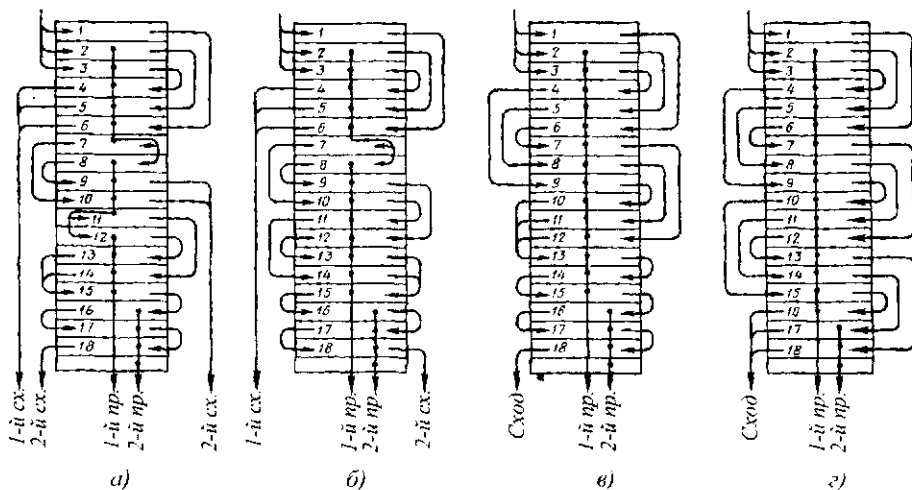


Рис. 12.5 Технологические схемы процесса в расसेве ЗРШ4-4М:

а – схема № 1; б – схема № 2; в – схема № 3; з – схема № 4

балансиров без такелажных приспособлений, выполнять ремонтные работы, очистку движущихся частей до полной остановки рассева, также надевать приводные ремни, находиться на расстоянии менее 0,5 м от корпуса рассева.

Техническая характеристика рассевов типа ЗРШ, РЗ-БРБ и РЗ-БРВ представлена в табл. 12.1.

Таблица 12.1 Техническая характеристика рассевов

Показатель	ЗРШ4-4М	ЗРШ6-4М	РЗ-БРБ	РЗ-БРВ
Средняя удельная нагрузка, кг/(м ² /сут)	—	—	1330	1330
Число секций, шт.	4	6	6	4
Число ситовых рамок в секции, шт.	14	14	22	22
Размеры ситовой рамки, мм	400×800	400×800	404×680	404×680
Общая площадь сит рассева, м ²	18	27	28,2	18,8
Радиус круговых колебаний, мм:				
с продуктом	47	47	37,5	37,5
без продукта	40	40	41	41
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	720...1020	960...1440	—	—
Мощность электродвигателя, кВт	4	4	4	3
Габаритные размеры, мм:				
длина	2340	3090	3730	2770
ширина	1440	2020	1085	1085
высота кузова	—	—	2036	2036
высота до присмной доски	2370	2370	2760	2760
Масса, кг	1920	3050	3200	2600

Во время работы рассева ЗРШ4-4М могут возникнуть неисправности. Нагрев корпуса подшипника вызывается отсутствием смазки или попаданием в подшипник пыли и грязи. Необходимо промыть подшипники и заправить их новой смазкой. Разбрызгивание смазки из корпуса подшипника устраняется заменой манжеты или постановкой на место пружины. Подпор рассева продуктом может быть вызван его перегрузкой или недостаточным радиусом круговых колебаний при данной частоте вращения балансира. Неисправность устраняется увеличением радиуса круговых колебаний рассева или доведением нагрузки до величины, соответствующей паспортному значению.

Наличие в стоках большого количества недосева вызывается перегрузкой рассева, износом очистителей, порывом сит, срывом прокладок. Необходимо снизить нагрузку, заменить изношенные очистители. Подсоры в проходных фракциях устраняются заменой порванных сит новыми ситами. Чтобы избежать пыления рассева, необходимо обеспечить плотное прилегание дверей, улучшить аспирацию рассева. Возможен повышенный нагрев электродвигателя, вызванный его перегрузкой или витковым замыканием в обмотке. В этом случае устраняют перегрузку или заменяют электродвигатель.

Шестиприемный рассев РЗ-БРБ (рис. 12.6) представляет собой сборную конструкцию шкафного типа и состоит из следующих основных узлов: корпуса 8, дверей 9, приемных 7 и выпускных 10 устройств, балансира с приводом 2 и кронштейна 4.

Корпус 8 рассева конструктивно объединяет все основные его узлы. Он подвешен к потолочной раме с помощью тростниковых подвесок 5 и кронштейна 4. Приемные патрубки установлены на плите 6, прикрепленной стержнями 1 к раме 3.

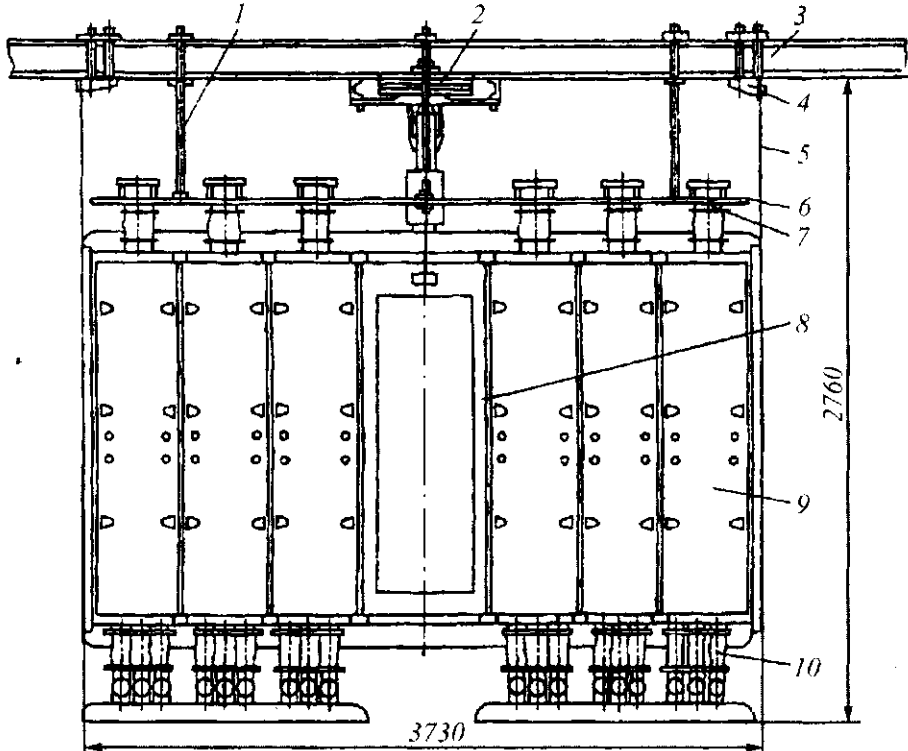


Рис. 12.6 Рассев РЗ-БРБ

Корпус (рис. 12.7) представляет собой стальную несущую конструкцию, в которой смонтированы два каркаса 13 с тремя секциями в каждом. В его состав входят: приемный 1 и выпускной 6 патрубки; короб 4; направляющая 5 для ситовых рам; основание 7; крышка 8 панели 9; петля 11; стенки 12; каркас 13. Между каркасами в центральной части корпуса установлен балансирный механизм 2. Корпус состоит из основания 7, крышек 3 и восьми вертикальных стенок 12. Центральная часть корпуса закрыта панелью 9, в которой имеется съемная крышка 8 для доступа к балансирному механизму.

Панель 9 крепится к основанию, крышке и стенкам корпуса болтами. Основные элементы корпуса соединены между собой с помощью кронштейнов 10 и скреплены болтовыми соединениями. Все угловые соединения закрыты кожухами. Пыленепроницаемость корпуса обеспечивается установкой войлочных прокладок и уплотнительной замазкой.

К внешним стенкам 12 крепятся кронштейны 14 для зажима четырех пакетов гибких подвесок 15. Корпус рассева подвешивают к потолочной раме.

Каркас рассева представляет собой неразборную деревянную конструкцию с левым и правым исполнениями. Каждый каркас состоит из четырех вертикальных стенок, образующих остов трех секций.

В верхней части стенки соединены между собой распорками, перемычками, планками и разделителем. С обеих торцевых сторон стенок болтами закреплены кронштейны 10 для установки дверок.

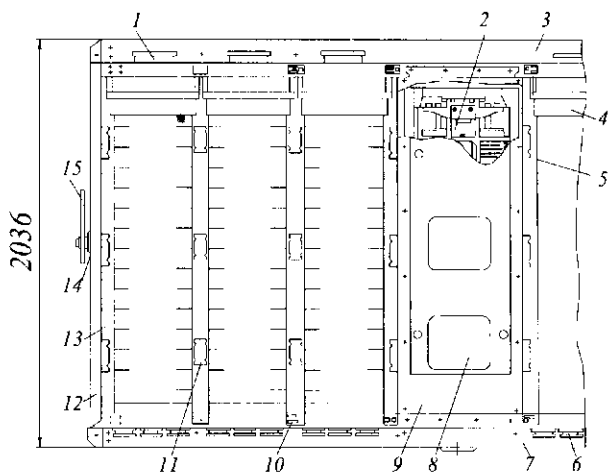


Рис. 12.7 Корпус шестиприемного рессева РЗ-БРБ

Соединение стенок в нижней части каркаса зависит от его технологического назначения, он имеет 24 формы исполнения. Отличие их заключается в конструкции днищ и установке перемычек. В каждой секции к вертикальным брускам с одинаковым шагом шурупами прикреплены направляющие 5 для ситовых рам с поддонами. В зависимости от форм каркасов, лючков и заглушек в днище корпуса и коробов в верхней части каждой секции шестиприемный рессев имеет 12 модификаций.

Двери (рис. 12.8) расположены с обеих сторон каждой секции. В них установлены корпуса трех размеров по вертикали. Причем укороченные корпуса дверей расположены со стороны приемки, где стоят двух- и трехприемные короба, а неукороченные – с противоположной стороны. Нижняя часть корпуса двери также имеет различные исполнения, отличающиеся установкой лотков 7, перемычек 10 и заглушек 2, 6, 9. В остальном конструкция дверей одинакова.

Дверь состоит из корпуса 5, который скреплен с панелью 4 болтами и бугелями 3. Они выполняют не только крепежные функции, в них устанавливают ключи-ручки для открывания и закрывания дверей. В верхней и нижней частях панели расположены два штыря 1 (для установки дверей в шарниры). Снаружи корпуса установлены кронштейны 8. В них вставлены костыли для фиксации дверей на каркасе.

Внутренние поверхности каркаса и панели облицованы металлическим листом. Для обеспечения плотного прилегания к каркасу нижний торец двери оклеен кожей, а все поверхности, прилегающие к

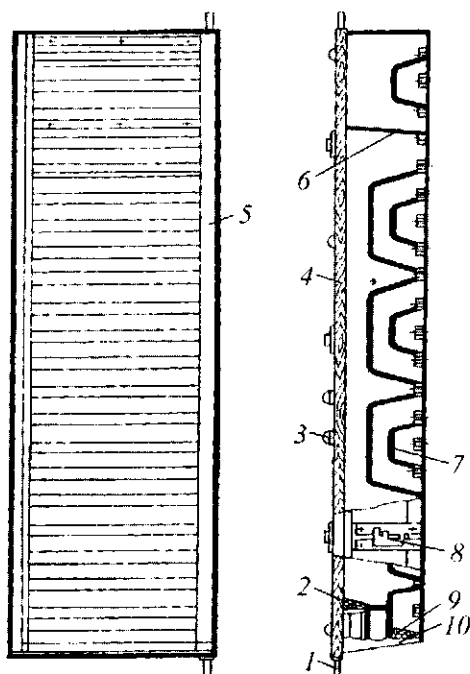


Рис. 12.8 Дверь рессева

ситам, – войлоком. Внутри корпуса двери установлены сменные лотки и заглушки. С их помощью в дверях образуются каналы для передачи сходовых фракций с одних сит на другие в соответствии с технологической схемой и для вывода их из отсева. Лотки имеют различную форму и размеры, они выполнены из листового и профильного алюминиевого сплава. В паз, образованный между лотком и профилем, вставлен уплотняющий материал. Заглушки представляют собой деревянную основу, к которой прикреплен алюминиевый лист, а с торцов – уплотняющий материал. Различные сочетания панелей, корпусов, лотков и заглушек дают 52 варианта исполнения дверей.

Ситовые рамы – основные рабочие органы отсева. Они предназначены для разделения продуктов размола по крупности. Рама представляет собой деревянный каркас, состоящий из трех секций. Размеры всех рам одинаковы. Для повышения износостойкости внутренняя поверхность каркаса каждой секции рамы покрыта металлической лентой.

Сверху к каркасу металлическими скобками прикреплено сито, окаймленное по периметру хлопчатобумажной тесьмой.

Для сепарирования всех продуктов (кроме муки) в отсевах применяют металлотканые сита, а для высеивания муки – синтетические. Сита устанавливают в соответствии с технологической схемой. В комплект отсевов входят 27 типов рам. Кроме ситовых, используют раму, закрытую металлическим листом, – непроходную. К нижней части рам скобами прикреплено днище из металлотканой сетки с крупными фиксированными отверстиями. Для плотного прилегания рамы к направляющим шкафа на нижние продольные планки приклеивается ворсовая ткань.

Для очистки сита в каждую из трех секций рам помещен инерционный очиститель. Он выполнен из прямоугольной текстильной пластины с махровыми краями и металлической кнопкой в центре. Причем каждый очиститель движется по сетчатому днищу кнопкой вниз, очищая сито махровыми краями. По мере изнашивания площадь пластины постепенно уменьшается. Такой очиститель подлежит замене. Срок службы очистителей на капроновых ситах не менее года, на металлотканых – не менее двух лет.

На верхней части рамы установлен поддон для вышележащей рамы. Поддоны предназначены для сбора и транспортирования проходных сит на другие рамы в соответствии с технологической схемой. Поддон представляет собой металлическую конструкцию с пластмассовыми ограничителями. К верхней части ограничителей прикреплены уплотнения из ворсовой ткани. Они способствуют плотному прилеганию поддона к направляющим шкафа. По направляющим уголкам рама продвигается в шкаф вместе с поддоном.

Вертикальные брусья каркаса вместе с рамами и поддонами образуют в секциях шкафа вертикальные каналы для проходных фракций. В зависимости от технологической схемы отсева эти каналы перекрыты по высоте съемными элементами. Все поддоны имеют одинаковые габаритные размеры, но в зависимости от места в схеме отсева различаются по конструктивному исполнению, обеспечивая выход фракции на одну или две стороны.

Приемные устройства (четыре или шесть в зависимости от типа отсева) предназначены для подачи в отсева продуктов размола зерна. Их монтируют на неподвижной металлической приемной доске, подвешенной к потолочному креплению. На приемной доске между двумя фланцами, скрепленными стержнями, установлены прозрачные стаканы для визуального контроля наличия продукта. К фланцам стакан

сверху и снизу прикреплен хомутами через войлочные прокладки. С нижней стороны приемной доски смонтирован стакан с конической воронкой внутри. На фланец стакана надет матерчатый рукав, соединяющий приемное устройство с приспым патрубком корпуса рассева. Коническая воронка подает продукт на дисковый распределитель с круглыми отверстиями. Он установлен в каждой секции рассева.

Выпускные устройства предназначены для вывода фракций из рассева на следующие технологические операции. Устройство представляет собой напольный поддон с выпускными патрубками. На каждый патрубок надет матерчатый рукав, соединяющий его со шкафом рассева. Для отбора контрольных образцов фракций на патрубках установлены съемные резиновые крышки. Число выпускных патрубков соответствует технологической схеме рассева.

Привод рассева (рис. 12.9) передает вращательное движение от электродвигателя ротору балансирующего механизма. Он состоит из электродвигателя 9, смонтированного на раме 10, клиноременной передачи 6 с ведомым 1 и ведущим 7 шкивами, корпуса 13 подшипникового узла, в котором установлен подшипник 4. Для контроля уровня масла в корпусе подшипника установлен уровнемер 2. Две заглушки 5 позволяют заливать и сливать масло. Ремни натягивают двумя натяжными болтами 8.

Вращательное движение передается от вала 3 привода к валу 11 ротора балансирующего механизма жесткой эксцентриковой муфтой 12. Привод смонтирован на раме потолочного крепления, установленного на межэтажном перекрытии.

Балансирный механизм (рис. 12.10) передает рассеvu круговое поступательное движение в горизонтальной плоскости. Он состоит из пластины 6, болтов 7 и 17, пружины 8, прокладок 9, поводков 15 и 21, приводного вала 20, вала балансира 22, осей 5 и 10, корпусов подшипников 14 и 23, балансира 19, крышки 2, уровнемеров 1 и 13. Он установлен в центральной части корпуса рассева в верхнем 11 и нижнем 4 подшипниках, которые закреплены болтовыми соединениями в крышке и его основании. Момент вращения от вала 22 передается балансиру 19 через поводок 15, захват 16 и пружины 8.

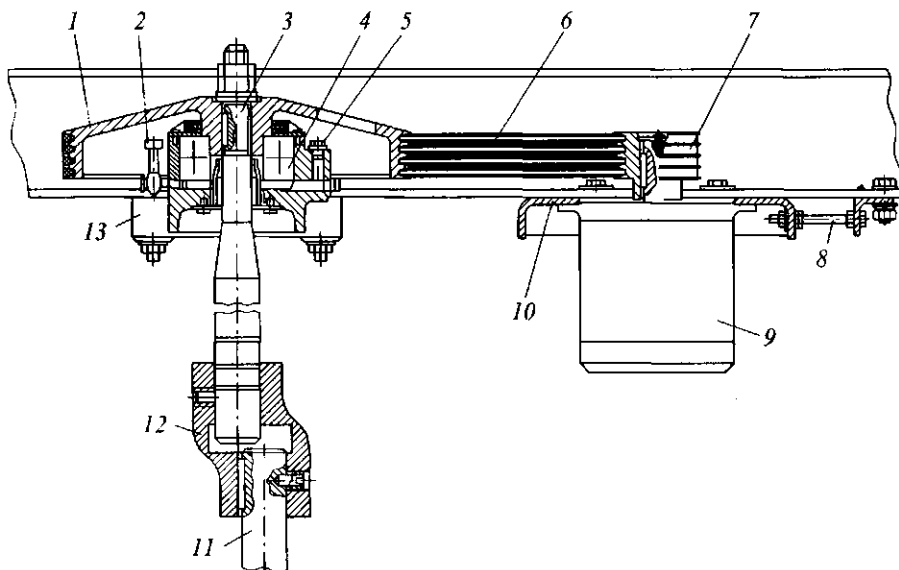


Рис. 12.9 Привод рассева

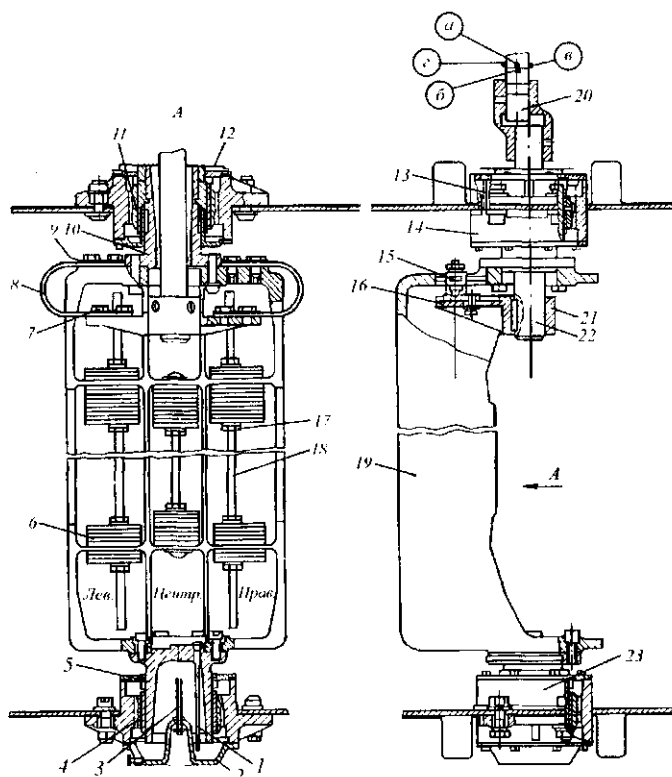


Рис. 12.10 Балансирный механизм

Верхний подшипник – верхняя опора ротора. Он состоит из литого чугунного корпуса 14, закрытого крышками сверху и снизу. Нижняя крышка является масляной ванной верхнего подшипника. Масло в подшипник заливают через отверстие уровнера 13. В верхней части подшипникового узла установлен маслоотражатель 12. Чтобы предотвратить вращение верхнего подшипника в корпусе, он зафиксирован шпонкой. На оси 10 закреплена втулка, которая своим торцом упирается в винт.

Нижняя опора ротора – нижний подшипник. Его устройство аналогично верхнему. Отличие заключается только в конструкции оси 5 и нижней крышки 2. В последнюю вмонтирована трубка 3, предназначенная для выравнивания давления. Уровнер 1 установлен в оси нижнего подшипника и вращается вместе с ней.

Балансир 19 представляет собой чугунную отливку с вертикальными стенками и ребрами, образующими три сектора, которые разделены на горизонтальные секции. В средние секции залит свинец (постоянный груз) – дебаланс, а в верхних и нижних секциях на болтах 17 и шпильках 18 установлены съемные пластины, балансирующие рассев. Они закреплены шайбами и гайками.

Рассев РЗ-БРВ. Используют для контроля муки, он имеет следующие основные узлы: корпус с двумя каркасами, восемь дверей, ситовые рамы, приемные и выпускные устройства, балансирный механизм с приводом. Корпус рассева РЗ-БРВ – стальная несущая конструкция с двумя деревянными каркасами. Состоит из двух центральных и двух боковых стенок, крышки и основания. Боковые стенки с крышкой и основанием образуют два замкнутых силовых пояса.

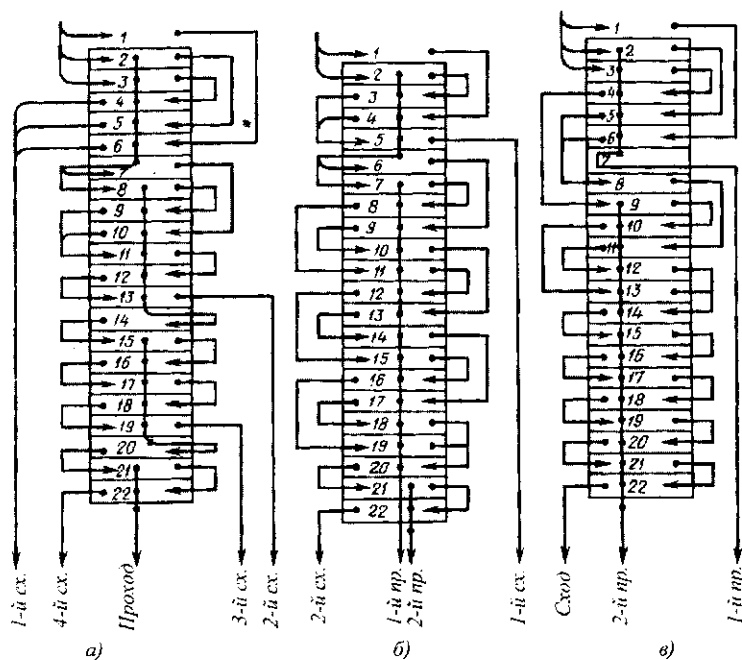


Рис. 12.11 Технологические схемы процессов в рассевах РЗ-БРБ и РЗ-БРВ:
а – схема № 1; б – схема № 8; в – схема № 15

В центральной части корпуса помещен балансирующий механизм, а справа и слева от него расположены каркасы (шкафы). Каждый из них состоит из двух секций. Корпус подвешен к межэтажному перекрытию с помощью четырех пакетов из морского камыша (по шесть прутьев в каждом). Устройство корпуса, каркасов, основания и крышки и т. д. у рассева РЗ-БРВ идентично рассеву РЗ-БРБ. Различие обусловлено числом секций.

Технологические схемы рассевов показаны на рис. 12.11. В рассевах, установленных на мукомольном заводе производительностью 500 т/сут, используют 21 технологическую схему. По структуре эти схемы можно условно разделить на три типа. Причем 19 схем I и II типов обслуживают основной технологический процесс производства муки в рассевах РЗ-БРБ, а две схемы III типа используют для контроля в рассевах РЗ-БРВ. На рис. 12.11 в качестве примера приведены технологические схемы трех типов: № 1 (рис. 12.11, а) для I драной системы, № 8 (рис. 12.11, б) для 1-й размольной системы и № 15 (рис. 12.11, в) для контроля муки.

Технологических схем I типа шесть. Они имеют четыре группы сит и предназначены для получения трех-четырех сходовых и одной-двух проходовых фракций. Первая группа в этих схемах включает шесть сит, три из них, как правило, приемные. Схемы такого типа применяют на I, II, III крупных и мелких, IV крупной драных системах и на 4-й размольной системе.

Технологические схемы II типа включают три группы сит, с которых получают две сходовые и две проходовые фракции. Большинство схем этого типа имеют по два приемных сита. Технологических схем II типа всего 13, их используют на IV мелкой драной системе, а также на всех сортировочных, шлифовочных и размольных (кроме 4-й) системах.

Технологических схем III типа всего две. Они содержат две группы сит и предназначены для получения двух проходowych и одной сходовой фракций. В этих схемах по три приемных сита. Структура технологических схем строго соответствует той операции, которую выполняет каждый рассев.

Все 14 рассевов имеют различные сочетания технологических схем (соответственно форм исполнения). Для мукомольного завода производительностью 500 т/сут рассевы поставляют комплектно. Различия в формах исполнения рассевов по секциям обусловлены специфическими особенностями переработки зерна с различной стекловидностью.

Отличительная особенность рассматриваемых рассевов – шкафная конструкция, которая позволяет значительно снизить трудоемкость сборки и разборки ситового пакета, а также отвечает современным требованиям технической эстетики. Секции рассевов расположены в один ряд и с обеих сторон имеют двери. Возможность обслуживания каждой секции с обеих сторон также, несомненно, является преимуществом этой конструкции. Гибкие подвески из морского камыша предотвращают раскачивание рассевов при резонансе в период пуска и остановки.

Простые и недорогие очистители обеспечивают высокую эффективность очистки сит, не вызывают износа и повреждения ситовой ткани. Сита с фиксированными размерами отверстий обеспечивают высокую четкость сортирования. В широких и сравнительно коротких ситовых рамах осуществляется безгонковое транспортирование продуктов размола в результате естественного подпора, что не нарушает процесса самосортирования. Различные уплотнители обеспечивают герметичность рассева, соответственно отсутствуют пыление и подсоры. Наличие жесткого веретенного привода обеспечивает высокую точность заданной траектории и кинематических параметров. Многообразие технологических схем и форм исполнения рассевов позволяет учитывать специфические особенности отдельных этапов переработки и качества сырья.

Производственную балансировку рассевов проводят в следующих случаях. Если в период разгона приводной вал вращается с биением, а в установившемся режиме работает устойчиво, причина биения – неправильная установка конуса поводка ротора. В этом случае передвигают поводок с конусом по пазу, изменяя расстояние до оси вращения – размер H (см. рис. 12.10).

Если приводной вал в период разгона и на полном ходу вращается спокойно, то нижняя часть его описывает окружность, т. е. имеет радиальное биение. Причина такого явления — неправильное расположение съемных грузов в роторе (несимметричность): перегруз или недогруз. В этом случае ротор балансируют с помощью съемных грузов по следующей методике. Приводной вал покрывают мелом. В рабочем режиме ($n = 220$ об/мин) касаются вала заостренной, неподвижно установленной деревянной планкой. Если ротор вместе с рассевом отбалансирован правильно, то заостренная планка оставляет на приводном валу окружность. При наличии радиального биения получают риски, соответствующие точкам максимального отклонения приводного вала. Если риска образовалась в положении a , добавляют груз в левую часть, в положении b – в правую часть, в положении $в$ – вынимают груз из центральной части, в положении $г$ – добавляют груз в центральную часть (см. рис. 12.10).

Траекторию движения корпуса рассева проверяют при каждой балансировке на полном ходу при частоте вращения 220 об/мин. Для этого выбирают два участка на плоскости крышки и днища. Траектории отбалансированного рассева на крышке и

днище должны быть одинаковыми (с радиусом 41 мм). Для получения графического изображения траектории движения на выбранные свободные участки крышки и днища прикрепляют листы бумаги. Затем касаются вертикально установленным карандашом каждого листа. Карандаш оставляет на бумаге траекторию движения рассева, близкую к окружности. Время соприкосновения карандаша с бумагой должно соответствовать 3...5 оборотам рассева. Нарушение круговой траектории устраняют, изменяя положение грузов в вертикальной плоскости.

Если на крышке рассева траектория представляет собой уменьшенную окружность или овал, а на днище – большой круг или овал, то груз ротора перекалывают сверху вниз. В противном случае балансировку проводят в обратном порядке. Заданный диаметр круговой траектории рассева строго выдерживают. Его уменьшение снижает производительность машины и ухудшает севкость. Чтобы определить радиус траектории рассева, три раза измеряют диаметр полученной окружности и делают среднее значение пополам.

Во время эксплуатации рассева особое внимание обращают на равномерность загрузки всех секций; герметичность кузова (ослабление резьбовых соединений и пыление продуктов недопустимо); подсоры одной конечной фракции в другую; состояние всех подвижных узлов и деталей, ситовой поверхности (забиваемость, целость), подвесок. В работе рассевов РЗ-БРБ и РЗ-БРВ могут быть неисправности. Пыление продукта размола зерна из выпускных патрубков, дверей и приемных коробок рассева чаще всего возникает при наличии зазора между деревянным каркасом и металлическим корпусом. В этом случае необходимо открыть дверь, тщательно очистить от продукта размола нижнюю внутреннюю полость секции и промазать стыки замазкой У-20А.

Возможными причинами пыления из дверей является уплотнение войлока, плохая очистка прилегающей плоскости двери и каркаса с рамами и поддонами, нарушение целостности уплотняющего войлока, отрыв или загиб кожного язычка на приемной коробке. Для устранения неисправности необходимо перед закрытием двери прилегающие ее плоскости и каркаса с рамами и поддонами тщательно очистить от продукта размола зерна, не нарушая целостности войлока и его приклейки. Расправить или приклеить новый язычок. Конец язычка должен быть прижат закрытой дверью.

Поломка пружины балансира чаще всего происходит по причине невыполнения требования монтажа. В этом случае необходимо заменить пружину, обеспечить горизонтальность и параллельность несущих потолочных балок в пределах одного рассева до 2 мм. При расстыкованной коленчатой муфте обеспечить соосность привода и рассева, вертикальность камышовых подвесок и горизонтальность рассева до 2 мм.

Если перегревается или заклинивает подшипник, то его необходимо заменить. Износ и соскальзывание выпускных рукавов вызываются неточностью установки нижних приемников. Необходимо при расстыкованной коленчатой муфте обеспечить соосность приемных и выпускных патрубков.

Инженерные расчеты. Мощность электродвигателя рассева N (кВт) определяют по уравнению

$$N = 1/\eta(N_{np} + N_{mp} + N_n) = \\ = \left[m_{np} g f_{np} \pi n R \sqrt{1 - (g f_{np} / n^2 R)^2} + (m_{mp} g f \pi n d / 2) + N_n \right] / 10^3 \eta,$$

где N_{np} – мощность, необходимая для преодоления трения продукта о сита и сборные днища, кВт; N_{mp} – мощность, необходимая для преодоления трения в нижнем подшипнике приводного механизма, кВт; N_n – мощность, расходуемая на преодоление трения о воздух, трения в деталях и т. п., кВт; η – КПД передачи от электродвигателя к веретену с учетом потерь в верхнем подшипниковом узле; m_{np} – масса продукта, кг; g – ускорение свободного падения, м/с²; f_{np} – средний приведенный коэффициент трения продукта о сита и сборные днища; n – частота вращения кривошипа, об/мин; R – радиус круговых колебаний сит, м; m_{mp} – масса корпуса и рамы, кг; f – коэффициент трения в нижнем подшипнике; d – диаметр пальца кривошипа, м.



Что особенно обидно, это то, что ум человеческий имеет свои пределы, тогда как глупость человеческая беспредельна.
ДЮМА АЛЕКСАНДР (сын) (1824–1895), французский писатель

12.4 СИТОВЕЕЧНЫЕ МАШИНЫ

После сортирования в отсевах получают фракции круподуновых продуктов, однородные по размерам, но в каждой из них содержатся в различных соотношениях частицы эндосперма, оболочек и сростков эндосперма с оболочками, имеющие различную объемную массу

Задачей процесса обогащения, осуществляемого в ситовеечных машинах, является сортирование круподуновых продуктов по качеству для получения однородных по содержанию эндосперма фракций.

В ситовеечные машины поступают практически все круподуновые фракции после отсевов драных систем. После обогащения фракции наиболее добротных частиц, которые практически не содержат оболочек, направляют в вальцовые станки размольных систем для получения потоков муки с наименьшей зольностью. Крупки, представляющие собой сростки эндосперма с оболочками, поступают в вальцовые станки шлифовочных систем, а фракции, содержащие наибольшее количество оболочек, возвращают в вальцовые станки последних драных или сходовых размольных систем. От эффективности процесса обогащения промежуточных продуктов размолла зерна существенно зависят выход и качество муки высоких сортов и манной крупы.

Ситовеечные машины относятся к машинам вибропневматического принципа действия. Рабочий процесс ситовеечных машин – просеивание на колеблющихся плоских ситах в условиях восходящего воздушного потока. При совместном воздействии потока воздуха и колебаний сит происходит расслоение (самосортирование) разнородных компонентов смеси. Более тяжелые частицы, состоящие в основном из эндосперма, опускаются вниз к ситам и просеиваются. Более легкие частицы (сростки эндосперма с оболочками) располагаются в верхних слоях и сходят с сита. Самые легкие частицы оболочек уносятся потоком воздуха. Чем выше содержание эндосперма в продуктах размолла, тем ниже их зольность, и наоборот.

Работа ситовеечной машины считается эффективной, если зольность верхнего схода в 2...3 раза выше зольности исходного продукта, а зольность нижнего схода в 1,5...2,0 раза ниже зольности верхнего схода. В результате обогащения степень снижения зольности проходовой (обогащенной) фракции составляет для крупной крупки 40...50 %, средней – 30...40, мелкой – 20...25 и дунстов – 10...15 %.

На эффективность процесса обогащения в ситовечной машине влияют следующие факторы: гранулометрический состав исходного продукта (крупность и однородность), удельная нагрузка, скорость воздуха, равномерность распределения продукта по сити и стабильность слоя, кинематические параметры и наклон сил, правильность подбора нумерации сит.

Влияние гранулометрического состава исходного продукта на эффективность обогащения характеризуется двумя показателями: крупностью частиц и однородностью, т. е. выравниваемостью по размерам. Чем крупнее частицы, тем выше эффективность обогащения за счет больших различий показателей объемной массы частиц эндосперма, сростков и оболочек. Чем мельче частицы, тем труднее их разделить в виброкипящем слое. Однако удаление даже небольшого количества оболочек и выскозовольных сростков повышает качество муки.

Однородность, выравниваемость частиц по размерам повышают эффективность обогащения. Если в смеси содержатся одновременно частицы различных размеров с соответственно разными скоростями витания, то воздушный поток может вместе с крупными оболочками унести мелкие частицы эндосперма. При снижении скорости воздуха частицы оболочек пройдут через сито вместе с частицами эндосперма.

Для каждой обогащаемой фракции с учетом крупности и зольности устанавливаются соответствующий воздушный режим, отклонение от которого приводит к снижению эффективности. Равномерность распределения продукта по сити и стабильность слоя обеспечивают наряду с другими факторами оптимальные условия самосортирования компонентов смеси. При оголении отдельных участков сита воздух беспрепятственно уходит через них, снижается эффективность самосортирования и соответственно обогащения.

На результаты сортирования в ситовесечных машинах существенно влияют кинематические параметры ситового корпуса и угол направления колебаний. Частота колебаний ситового корпуса машины А1-БСО изменяется в пределах 480...525 кол/мин, а амплитуда – 4,5...6,5 мм. Оптимальные сочетания кинематических параметров неодинаковы для различных по качеству и крупности смесей. С уменьшением угла наклона сит замедляется скорость движения частиц, снижается производительность, но возрастает количество просеивающихся частиц. Обычно угол наклона сит составляет 1,0...1,5° к горизонтали.

В ситовесечных машинах предусмотрена возможность изменения угла направления колебаний в пределах 5...15° к горизонтали. При прочих равных условиях увеличение этого угла повышает скорость транспортирования продукта по сити.

Ситовесечная машина А1-БСО (рис. 12.12) предназначена для сортирования по качеству двух параллельных потоков крупок и дунстов. Она имеет два ситовых корпуса 6, двоянный кузов-сборник 14, две аспирационные камеры 5, две приемные коробки 4, две камеры сходов 9, станину 10, электродвигатель 1, плоскоремennую передачу 2 и колебатель 3. Ситовые корпуса соединены кронштейнами и подвешены к станине на трех подвесках 8: спереди – на двух, сзади – на одной, расположенной посредине ситового корпуса.

Конструкция подвесок представлена на рис. 12.13. Угол наклона подвесок к вертикальной плоскости регулируют ослаблением гаек и перемещением осей 1 в пазах кронштейнов в пределах 5...15°. На задней подвеске установлена пружина сжатия 2. Она настроена на заводе-изготовителе, поэтому регулировать ее в процессе эксплуатации не рекомендуется.

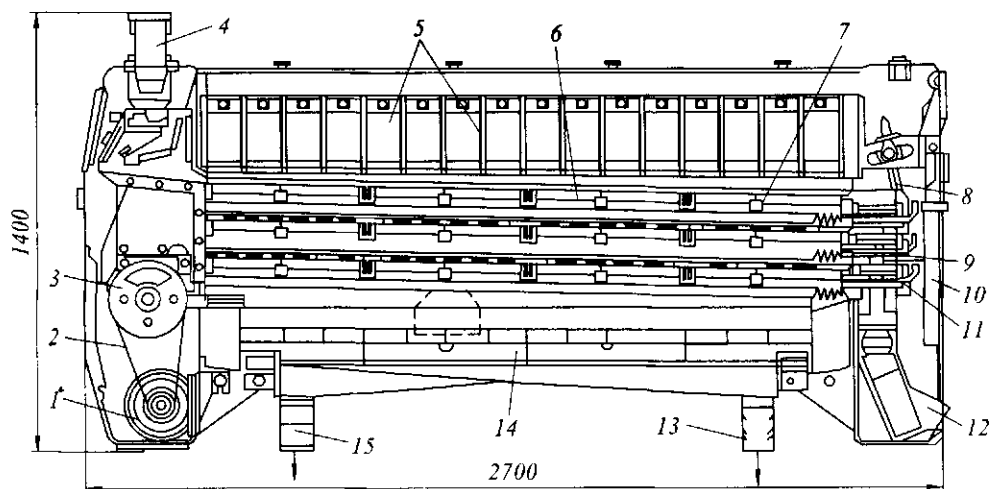


Рис. 12.12 Ситовая машина А1-БСО

В корпусе размещены один над другим три яруса ситовых рам, в каждом по четыре рамы. Все три яруса имеют различные углы наклона к горизонтальной плоскости. Ситовые рамы сварной конструкции изготовлены из алюминиевого профиля. Сита к рамам прикрепляют зацепами. Они входят в зацепление с зубцами профилей рам.

Сита очищают инерционными щетками 7 (см. рис. 12.12). Каждая щетка имеет два ряда пучков, волос которых направлен в противоположные стороны. В рабочем положении щетка одним рядом пучков упирается в сито и под действием сил инерции при колебаниях ситового корпуса может перемещаться только в сторону пучков, не касающихся сита. Одновременно ползуны щетки скользят по направляющим, установленным в рамах. При соприкосновении с упором щетка переключается (опрокидывается) и начинает перемещаться в противоположном направлении.

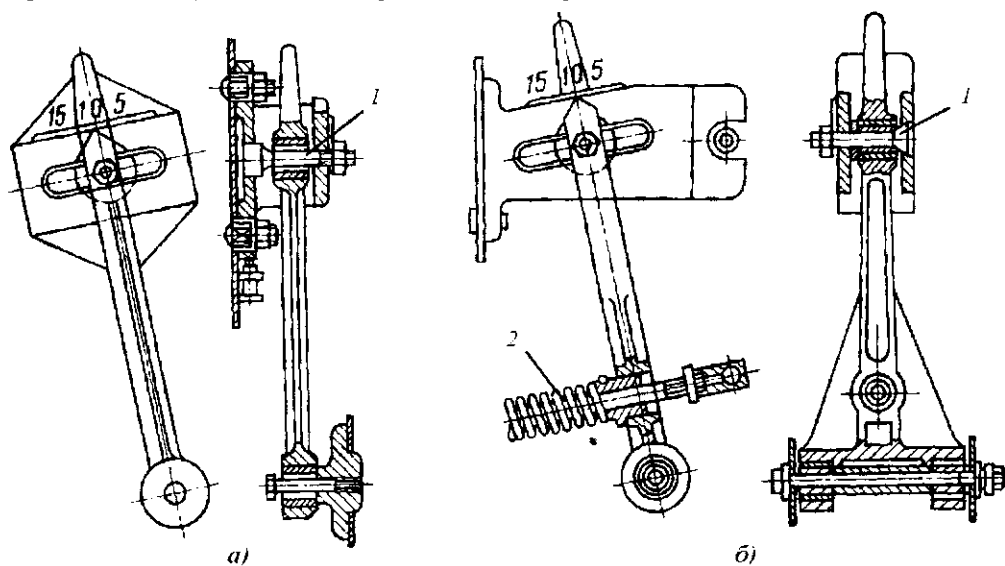


Рис. 12.13 Подвески: а – передняя; б – задняя

Для каждого яруса ситовых рам в корпусе сделан фиксирующий зажим 11. При повороте подпружиненной ручки зажима на 90° в ту или другую сторону ситовые рамы освобождаются и их можно вынуть из корпуса. Внизу в каждой половине ситового корпуса закреплена распределительная коробка, снабженная клапаном 12. Она служит для вывода сходовых фракций со всех ярусов сит.

Сборник предназначен для сбора и вывода из машины проходových фракций продукта нижних ярусов сит. Он установлен стальными салазками на опоры, прикрепленные к станине. Сборник состоит из двух жестко соединенных между собой корпусов, выполненных из листового алюминия и алюминиевого профиля. Внизу каждого корпуса расположено по два лотка с выпускными патрубками 13 и 15 для вывода проходových фракций.

Над лотками по длине сборника установлены два ряда клапанов 12. Поворачивая их вокруг оси в ту или другую сторону до упора, проходovou фракцию продукта с определенного участка ситовой поверхности нижнего яруса направляют в любой из лотков.

Величину щели в каждой приемной коробке между клапаном и скатом регулируют винтом. Клапан на отгибе имеет планку с пазами, с помощью которых ее устанавливают параллельно днищу коробки. По бокам клапана прикреплены еще две планки с пазами, которые служат для регулирования зазора между боковыми стенками присмной коробки и клапаном.

Для обслуживания каждой приемной коробки на станине машины находятся съемные фортки, изготовленные из органического стекла. На торцевых стенах станины, примыкающих к аспирационным камерам, расположены четыре клапана с винтами. Они предназначены для дополнительного регулирования аспирационного режима машины. Станина цельнометаллической сварной конструкции изготовлена из гнутого профиля. Это обеспечивает ее достаточную прочность.

В приводе ситового корпуса и сборника возвратно-поступательное движение осуществляется от эксцентрикового колебателя (рис. 12.14). Он состоит из двух подшипников 3, корпуса которых закреплены болтами 6 к переднему кронштейну ситового корпуса. На подшипники опирается вал 8, на котором с помощью шпонки закреплен эксцентрик 7. Последний помещен в корпусе 4 с радиальным шарикоподшипником.

К корпусу эксцентрика прикрепляется болтами шатун 9, который другим концом крепится с помощью сайлент-блока к кузову-сборнику. Вращательное движение вала 8 колебателя происходит от электродвигателя через плоскоремennую передачу на шкив 1 с дебалансными грузами 2 и 5. Электродвигатель шарнирно закреплен на переднем кронштейне станины. Ремень натягивают поворотом плиты с электродвигателем вокруг оси кронштейна. Электропривод закрыт ограждением.

Технологический процесс (рис. 12.15) сортирования и обогащения продукта в машине происходит в результате взаимодействия движения продукта по ситам при возвратно-поступательном движении ситового корпуса и восходящих потоков воздуха. Воздух II засасывается из ситового пространства, пронизывает все три яруса сит и поступает в аспирационную сеть. Продукт I (смесь крупок), подлежащий сортированию и обогащению, направляют в каждую половину машины отдельными потоками. Затем продукт поступает в приемные коробки, с помощью клапанов равномерно распределяется по ширине и направляется на сита верхних ярусов. По мере разрыхления слоя продукта воздухом частицы с наибольшей плотностью перемещаются в нижний слой (к ситу), а частицы с наименьшей плотностью и наиболее

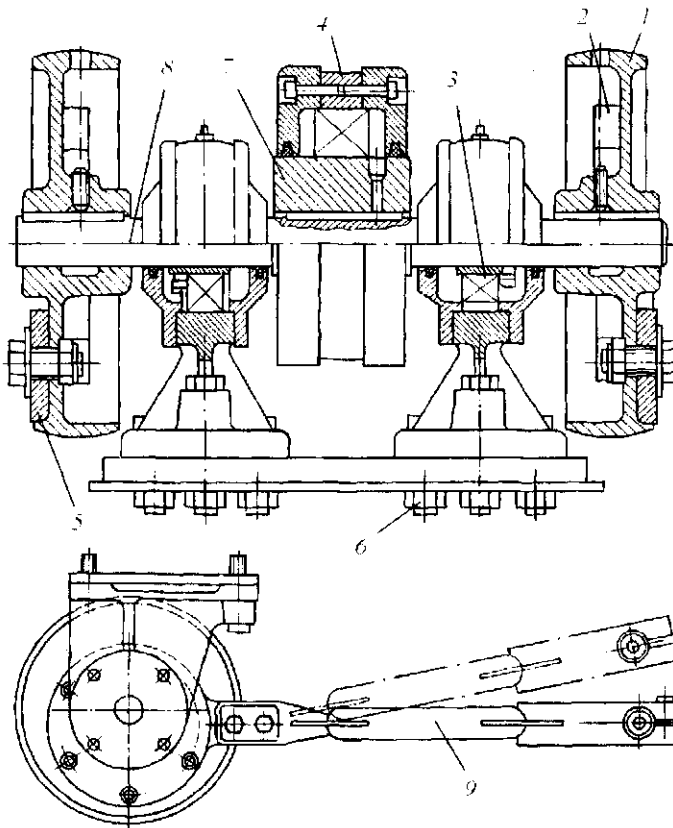


Рис. 12.14 Эксцентриковый колебатель

шероховатые – в верхний слой. Таким образом происходит сортирование и обогащение продукта.

Аспирационная камера установлена над каждой половиной ситового корпуса. Стенки и фортки выполнены из органического стекла. Это позволяет наблюдать за процессом сортирования и обогащения продукта на верхнем ярусе сит. В отсеке между аспирационными камерами установлен светильник.

Сверху аспирационные камеры и отсек между ними закрыты съемными стальными крышками. Аспирационные камеры ситовечной машины подсоединены к аспирационной сети предприятия с помощью коллекторов. Каждая аспирационная камера по длине разделена перегородками на 16 одинаковых отсеков (по четыре отсека над каждой ситовой рамой).

Грубое регулирование расхода воздуха осуществляют дроссельными клапанами, установленными в воздуховодах аспирационной сети. Шиберы служат для точного регулирования воздушного режима. При повороте винтов площадь отверстий между шиберами и решеткой уменьшается или увеличивается, соответственно и количество воздуха, засасываемого в отсек, будет уменьшаться или увеличиваться. Первые два шибера, отстоящие от приемных патрубков, открывают побольше, в этом случае продукт хорошо разрыхляется и быстрее перемещается по ситам. В остальных отсеках воздушный режим регулируют так, чтобы легкие частицы уносились через отверстия решетки в аспирационную сеть, а тяжелые (после их подъема

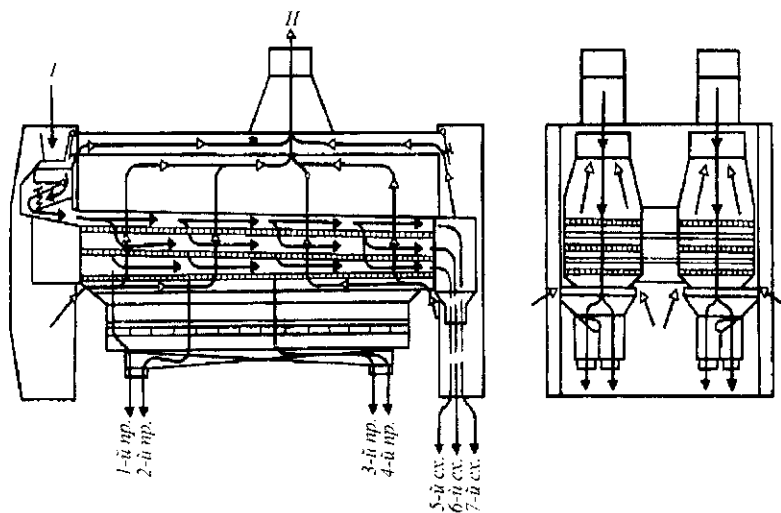


Рис. 12.15 Технологическая схема процесса в ситовечной машине А1-БСО:
1 – продукт; II – воздух

восходящим потоком) падали на сита и продолжали сортироваться. В соприкосновении с ситами частицы с наибольшей плотностью и богатые эндоспермом (с малой зольностью) просеиваются быстрее отрубянистых частиц, имеющих меньшую плотность и большую зольность.

Сита верхних ярусов первых ситовых рам служат для загрузки двух нижележащих ярусов сит. Крупки последовательно просеиваются через сита верхнего, среднего и нижнего ярусов, а затем поступают в сборник. Сходом должен идти продукт, состоящий в основном из оболочек (отрубей). Сходовые фракции крупок со всех трех ярусов сит поступают из ситового корпуса через распределительную коробку в камеру сходов и выводятся из машины. В результате сортирования и обогащения продукта в ситовечной машине можно получить шесть сходовых и несколько проходных фракций (в зависимости от технологической схемы машины).

Чтобы достичь оптимальной производительности и высокой технологической эффективности, продукт в машину подают равномерно, номера сит подбирают в соответствии с качеством поступающего продукта и с учетом равномерной загрузки всех ярусов сит, следя за натяжением сит и их очисткой, регулируют воздушный режим в соответствии с качеством перерабатываемого продукта, поддерживают исправную бесперебойную работу транспортных механизмов и другого оборудования, проверяют состояние и работу инерционных щеток. Кроме того, машину необходимо содержать в чистоте, периодически очищая ее от мучной пыли.

Желаемый угол направленности колебаний ситового корпуса в продольном направлении машины устанавливают при помощи подвесок. При этом обе передние подвески должны быть расположены под одним и тем же углом, например 10° . При изменении угла направленности колебаний ситового корпуса изменяются скорость потока, количество продукта, идущего сходом, и соответственно эффективность сортирования и обогащения. При высокой нагрузке и большом угле получают лучшее распределение продукта по верхнему ярусу сит, чем при малом угле. Воздушный режим в аспирационных каналах регулируют так, чтобы продукт двигался по ситам слегка «бурлящим» потоком и равномерно покрывал всю ситовую поверхность.

Если в сходах идет много высококачественного продукта, причины могут быть следующие: неправильный подбор сит; велик угол наклона подвесок к вертикали; неисправность в работе щеток. Попадание нерассортированной смеси в проход может быть при порыве сит или при наличии зазора между ситовыми рамками или между рамками и направляющими. В этом случае необходимо заменить сита или устранить выявленные зазоры. Если проход и сход содержат много мучнистых частиц, необходимо отрегулировать воздушный режим. При неравномерной толщине слоя продукта на сите необходимо проверить: правильность установки клапанов питателя; наличие перекоса подвесок ситового корпуса; натяжение сит или тонкую регулировку воздушного режима соответствующих секций.

Отличительной особенностью ситовеечной машины является одноступенчатая последовательная трехъярусная схема обогащения круподуновых продуктов, которая обеспечивает высокую эффективность процесса при больших удельных нагрузках. В результате эффективного обогащения ни одна фракция не возвращается после ситовеечной машины на повторное обогащение. Это сокращает протяженность ситовеечного процесса, значительно снижает оборот продукта и подсушивание его. Возможность регулирования направления колебаний ситового корпуса наряду с кинематическими параметрами является действенным фактором повышения эффективности и производительности машины. Конструкция инерционных очистителей способствует восстановлению живого сечения сит, они надежны в работе.

Техническая характеристика ситовеечной машины А1-БСО

Производительность, т/ч	1...2,2
Число ситовых рамок	24
Размеры ситовой рамки, мм	502×432
Число ярусов ситовых рамок	3
Частота колебаний ситового корпуса, кол/мин	480...525
Амплитуда колебаний ситового корпуса, мм	4,5...6,5
Расход воздуха, м ³ /мин	70
Мощность, кВт:	
электродвигателя	1,1
светильника	0,08
Габаритные размеры, мм	2700×1270×1400
Масса, кг	1020

Двухступенчатая ситовеечная машина ЗМС-2-2 (рис. 12.16) сдвоенная, с двумя ярусами сит, состоит из приемной камеры 1 с поплавковым питателем, ситового корпуса 2, корпуса-сборника 6, надситовой камеры 20 и камеры сходов 11, смонтированных на общей станине 8. Поплавковый питатель выполнен в виде П-образной пластинчатой скобы с прямоугольным основанием, у которой торцовая пластина имеет уклон 40...45° внутрь питателя и не*доходит до основания на 2...3 мм. На боковых стенках питателя закреплено два стальных пальца, которыми он свободно подвешивается к двум консольным кронштейнам. Под давлением продукта питатель автоматически всплывает и обеспечивает равномерное распределение продукта по ширине сит.

3180

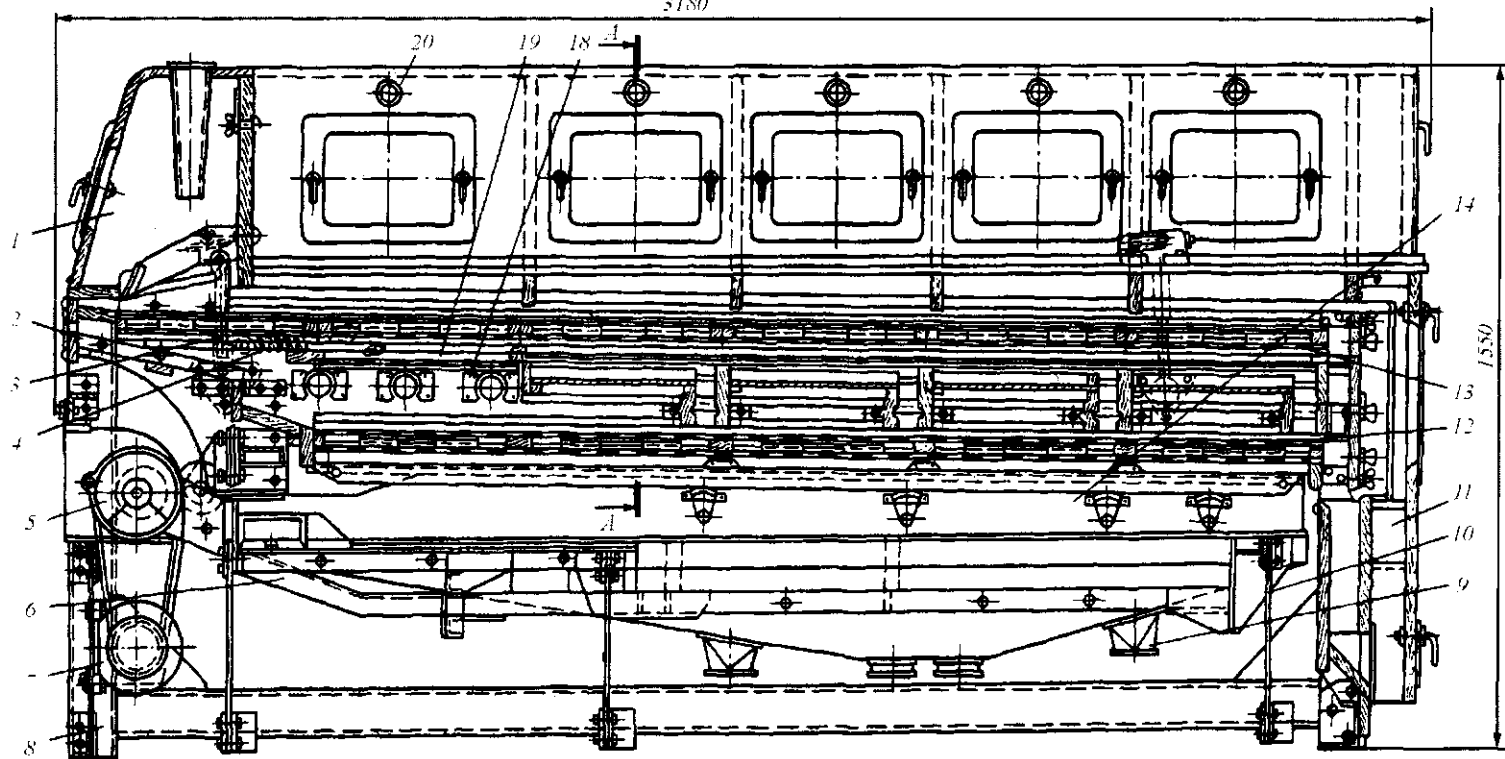


Рис. 12.16 Ситовесечная машина ЗМС-2-2

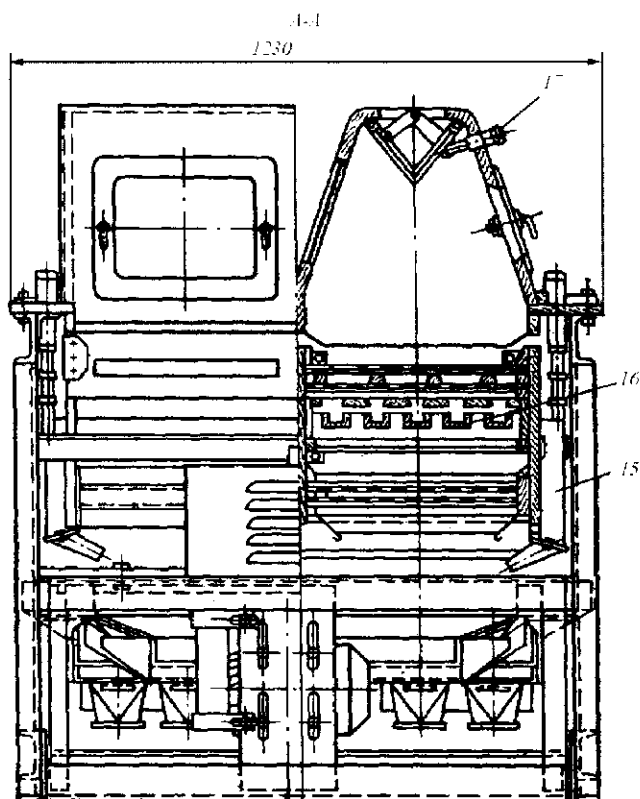


Рис. 12.16 (Продолжение)

Ситовой корпус подвешен к станине на четырех подвесках 3, позволяющих регулировать наклон корпуса по длине в пределах от 1 до 3 %. Наклон подвесок к вертикали можно регулировать в пределах 3...100. Каждая половина ситового корпуса включает верхний 13 и нижний 12 ярусы сит и сборники продукта 14, проходящие через сита последних четырех рам верхнего яруса. Сита очищаются инерционными щетками, которые перемещаются между поддоном и ситом.

Под первыми двумя рамами верхнего яруса сит установлены поперечные воздухораспределительные трубы 18 для дополнительного подвода и распределения воздуха между половинами машины и отдельная рама 19 со штампованным ситом, предназначенная для выравнивания потока воздуха по площади сит. Поступление воздуха регулируют заслонками, расположенными с боковой стороны ситового корпуса.

Секционные сборники продуктов, проходящих через сита четырех последних рам верхнего яруса, представляют собой кассеты 16 из желобков, расположенных вдоль сит.

Собранный в них продукт выводится из кассет за пределы корпуса поперечными лотками и через патрубки 15 на наружной стороне боковых стенок корпуса.

Надситовая аспирационная камера разделена по длине на пять отсеков. В каждом отсеке установлен механизм (клапан) 17, позволяющий регулировать количество воздуха, проходящего через отсек и участок сита. Для вывода схода с верхнего и нижнего ярусов сит в конце машины установлена камера сходов, в каналах которой

имеются лепестковые клапаны для уменьшения подсоса воздуха в камеру. Надситовую камеру подключают раструбом к аспирационной сети.

В каждом корпусе-сборнике имеются патрубки 9 для вывода продукта. Корпус-сборник опирается на вертикальные пружины 10, прикрепленные к станине. Для обеспечения наклонного положения подвесок к передним подвескам ситового корпуса прикреплены оттяжные пружины 4.

Ситовой корпус и корпус-сборник приводятся в возвратно-поступательное движение от эксцентрикового колебателя 5. В привод входят электродвигатель 7 и клиноремennая передача.

На рис. 12.17 изображена технологическая схема двухступенчатой ситовесечной машины, где стрелками указан путь движения обогащаемой смеси крупок, воздуха, сходов, фракций, выделенных из исходной смеси.

Смесь крупок, подлежащая сортированию, поступает по самотечной трубе на скат приема. С него через образовавшийся зазор между основанием и передней наклонной сеткой питателя продукт равномерным слоем по всей ширине ската подается на первое сито верхнего яруса. Далее проход сита первых двух рам поступает на первое сито нижнего яруса. Фракции, просеивающиеся через отверстия сит рам 1В, 2В, 3В, 4В верхнего яруса, выводятся из машины отдельно, не попадая на сита нижнего яруса. По продольным желобкам проход через сита верхнего яруса попадает на поперечные скаты и по патрубкам на боковых стенках корпуса направляется в боковые карманы корпуса-сборника, а оттуда за пределы машины.

Проходы через сита нижнего яруса поступают в другие карманы корпуса-сборника и отдельно выводятся из машины. Обогащение крупок достигается путем комплексного использования действия сил тяжести и различия объемных масс частиц разного качества при колебательном движении сита и наличии восходящих потоков воздуха через сита и постель из крупок на них. Обогащение происходит в две ступени.

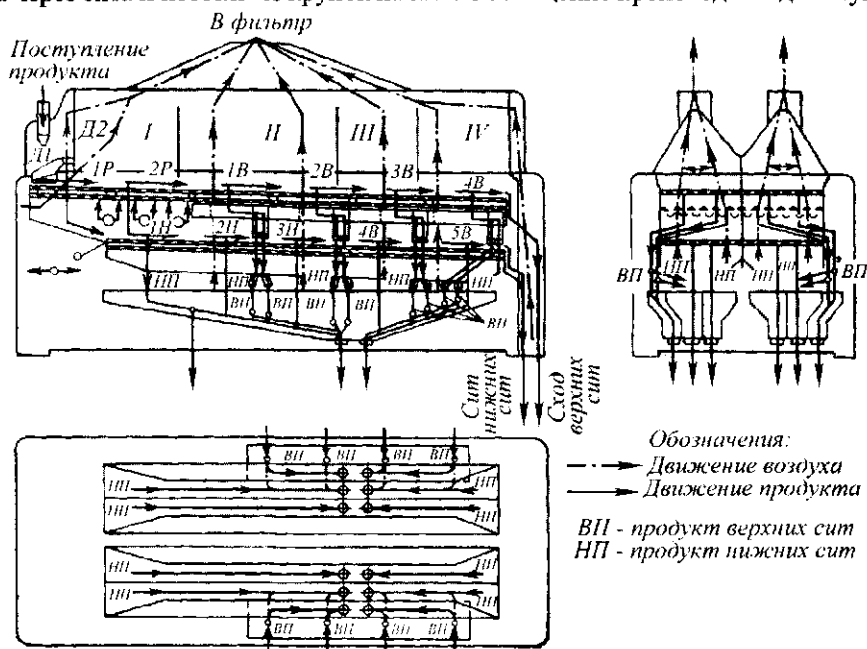


Рис. 12.17 Технологическая схема процесса в ситовесечной машине ЗМС-2-2

Первая ступень – на ситах рам 1Р и 2Р верхнего яруса. Здесь от всего загруженного в машину продукта проходит через два сита в каждой половине корпуса должно выделяться 45...60 % предварительно обогащенной смеси.

Обогащение на второй ступени происходит параллельно на двух ярусах сит:

- на ситах всех пяти рам нижнего яруса обогащается продукт, полученный после прохода сит первых двух рам верхнего яруса;
- на ситах остальных четырех рам (из шести) верхнего яруса обогащается продукт, сходящий с сит первых двух рам этого же яруса.

Указанное распределение продукта между ярусами осуществляется путем подбора сит на рамах 1Р и 2Р.

Окончательное уточнение распределения обогащаемой смеси между верхними и нижними ярусами проводят отбором и взвешиванием поступающего на одну половину машины проходов сит рам 1В, 2В, 3В, 4В и схода с сита 2Р за единицу времени. Воздух проходит последовательно через сита и постель из крупок нижнего яруса, отверстия вышележащих кассет желобковых сборников, через сита и постель из крупок верхнего яруса и поступает в соответствующие секции аспирационной камеры и отсасывающую вентиляционную сеть.

Стальные штампованные днища рам служат опорой щеток для очистки сит и одновременно помогают выровнять воздушный поток по ширине сита. Для выравнивания потока воздуха под ситами рам 1Р и 2Р дополнительно установлена решетка. Равномерность воздушного потока по ширине сита регулируется также равномерностью толщины постели на сите, что достигается хорошим натяжением сита и устранением перекосов ситового корпуса.

Воздушный режим по длине сит настраивают регулировочными клапанами, расположенными над ситами в каждом отсеке аспирационной камеры, шиберами заслонками на боковинах корпуса (для рам 1Р, 2Р) и общим шибером в воздухопроводной сети каждой половины машины.

На рис. 12.18 показана конструкция самоходной щетки, которая движется по замкнутой криволинейной траектории. Она перемещается плоской частью колодки по поддону из штампованного сита. Щетка состоит из корпуса 1, коротких 2 и длинных 3 ворсинок.

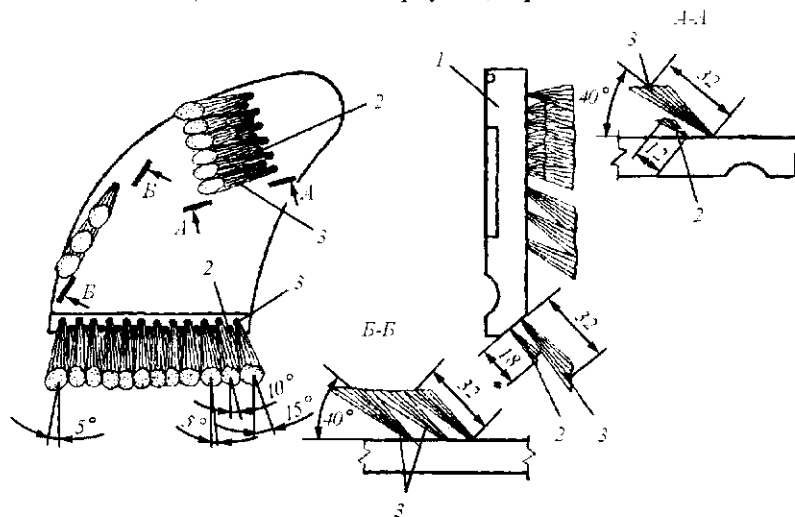


Рис. 12.18 Общий вид самоходной щетки ситовеечной машины ЗМС-2-2

Техническая характеристика ситовеечной машины ЗМС-2-2

Производительность, кг/с	0,60...0,64
Число ярусов ситовых рамок	2
Частота колебаний ситового корпуса, кол/мин	500...550
Амплитуда колебаний ситового корпуса, мм	5
Расход воздуха, м ³ /с	0,018
Мощность электродвигателя, кВт	1,0
Габаритные размеры, мм	3180×1230×1550
Масса, кг	800

Инженерные расчеты. Работу ситовеечной машины оценивают производительностью и эффективностью обогащения.

Производительность Π (т/ч) ситовеечной машины определяют по формуле

$$\Pi = 10^{-3} qB,$$

где B – ширина сита, см; q – удельная нагрузка, кг/(см·ч).

Выход обогащенного продукта определяют по балансу и рассчитывают по формуле

$$M_{об} = \sum_1^n m_i / M_{исх},$$

где m_i – масса каждой фракции проходовых частиц, отобранных за единицу времени, кг; $M_{исх}$ – масса исходного продукта, поступившего в машину за то же время, кг; n – число фракций.

Технологическую эффективность работы ситовеечной машины оценивают выходом обогащенных продуктов и перераспределением зольности сходовых и проходовых (обогащенных) фракций сравнительно с зольностью исходного продукта. Степень снижения зольности (%) обогащенного продукта можно определить по формуле

$$\Delta Z = [(Z_1 - Z_2) / Z_1] 100,$$

где Z_1, Z_2 – зольность соответственно исходного и обогащенного продуктов, %.

Технологическую эффективность работы ситовеечной машины оценивают выходом обогащенных продуктов и перераспределением зольности сходовых и проходовых (обогащенных) фракций сравнительно с зольностью исходного продукта.

Важным фактором процесса сортирования в ситовеечной машине является скорость $v_в$ (м/с) восходящего потока воздуха

$$v_в = Q_в / S,$$

где $Q_в$ – расход воздуха, проходящего через сита, м³/с; S – площадь сита, м².



Изобретать самому прекрасно, но то,
что другим найдено, знать и ценить –
меньше ли чем создавать?
ГЁТЕ ИОХАНН ВОЛЬФГАНГ (1749–1832),
немецкий поэт, мыслитель, естествоиспытатель

12.5 ВЫМОЛЬНЫЕ МАШИНЫ И ВИБРОЦЕНТРОФУГАЛЫ

Вымольная машина А1-БВГ (рис. 12.19) предназначена для отделения частиц эндосперма от оболочек сходовых фракций драных систем при переработке пшеницы в сортовую муку.

Подставка *1* предназначена для установки на ней станины и электропривода. На станине размещены основные рабочие органы машины: люк *2*, крышка *3*, привод *8*, дверка *9*, ротор *4*, приемная камера *5*, приемный патрубок *6*. Приемная камера *5* снабжена двумя спаренными клапанами *7*, регулирующими подачу исходного продукта в рабочую зону машины.

Присмный патрубок *6* выполнен из стекла. Бичевой ротор имеет вал, розетки и бичи. Ротор *4* установлен в подшипниковых опорах, закрепленных на торцовых стенках станины. Привод *8* ротора от электродвигателя через плоскоремennую передачу. Электродвигатель расположен на плите, шарнирно закрепленной на подставке.

Съемное сито *11* представляет собой полотно из нержавеющей стали с круглыми отверстиями. Полотно с помощью винтов прикрепляют к каркасу из алюминиевого сплава. К машине каркас закрепляют зажимами *10*. Металлические съемные дверки предназначены для удобства технического обслуживания и ремонта.

Исходный продукт через патрубок *6* поступает в приемную камеру вымольной машины и через спаренные клапаны направляется в рабочую зону.

Здесь продукту гонками, расположенными на бичах ротора и отогнутыми под углом $50^{\circ}50'$, сообщается как вращательное, так и осевое движение.

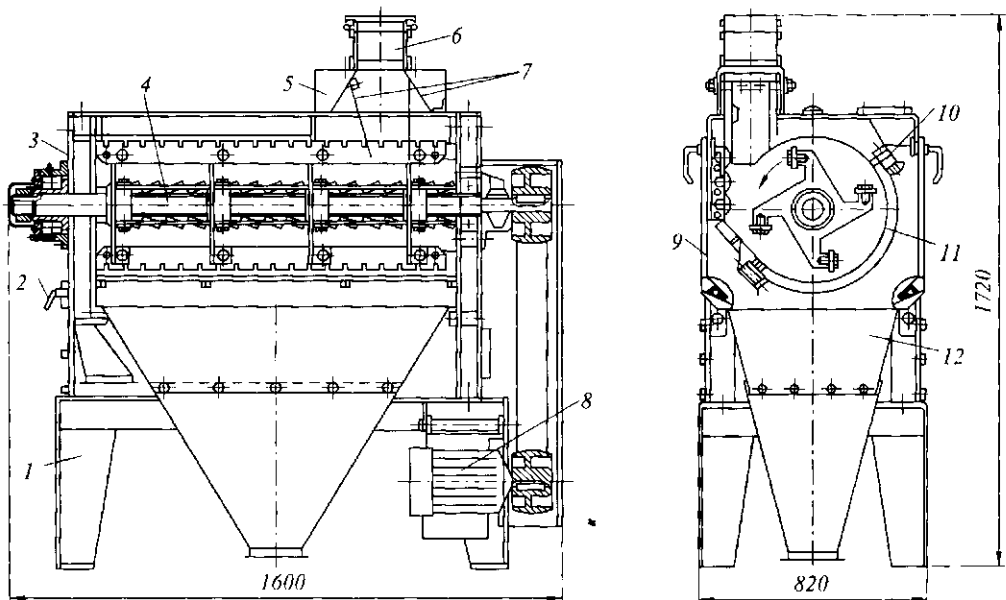


Рис. 12.19 Вымольная машина А1-БВГ

Процесс отделения частиц эндосперма от оболочек происходит в результате интенсивного удара бичей по частицам продукта в рабочей зоне. Вследствие интенсивного удара бичей частицы эндосперма отделяются от оболочек (отрубей) и вместе с последними отбрасываются на ситовую поверхность. Частицы эндосперма проходят через отверстия сита, попадают в конус 12 и далее по самотечной трубе выводятся из машины. Отруби идут сходом с сита, направляются в патрубок и выводятся из машины. Для контроля схода отрубей на выходе из машины сделан люк. Машина комплектуется одним из трех видов сит (с отверстиями 0,75; 1,0 и 1,25 мм).

В крышке станины предусмотрено отверстие размером 90×1060 мм с фланцем для присоединения к аспирационной сети мукомольных заводов с внутрицеховым механическим транспортом. При установке вымольной машины на мукомольных заводах с пневматическим транспортом всасывающий воздухопровод пневмотранспорта подсоединяют к выпускному конусу или специальному патрубку под перекрытием, на котором установлена машина.

Время нахождения исходного продукта в рабочей зоне и производительность машины регулируют поворотом оси одного из спаренных клапанов приемной камеры. При этом изменяется время пребывания продукта в рабочей зоне. Это делают в том случае, если отруби слишком сухие и мука, выходящая из машины, имеет темный цвет или, наоборот, если отруби и мучнистые частицы слишком светлые.

Техническая характеристика вымольной машины А1-БВГ

Производительность, кг/ч.....	900...1600
Бичевой ротор:	
диаметр, мм.....	415
частота вращения, мин ⁻¹	1000...1100
Зазор между ротором и поверхностью сита, мм.....	14
Мощность электродвигателя, кВт.....	5,5
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч.....	432
Габаритные размеры, мм.....	1600×820×1720
Масса, кг.....	600

Виброцентрофугал РЗ-БЦА (рис. 12.20) предназначен для высеивания частиц муки из трудносыпучих промежуточных продуктов размола зерна.

Он состоит из следующих основных узлов: бичевого ротора 5, вибратора 11, траверсы 12, корпуса ситового цилиндра 6 и станины 3.

Ротор представляет собой консольно закрепленный в подшипниках вал, на котором установлена крестовина 14 с продольными бичами 8. Вращение вала ротора осуществляется от электродвигателя 1 через клиноременную передачу 2. Электродвигатель установлен на кронштейне, связанном со станией. Привод имеет ограждение 4.

Вибратор 5 состоит из эксцентрикового вала и гильзы, закрепленной на нем в подшипниках. Эксцентриковый вал приводится во вращение от электродвигателя 1 через клиноременную передачу. Траверса одним концом закреплена на гильзе вибратора и совершает с ней колебательное движение, а другим концом – на оси 15, связанной с амортизаторами. Корпус 13 машины сварной конструкции имеет два люка со съёмными крышками. В нем установлены основные рабочие органы машины.

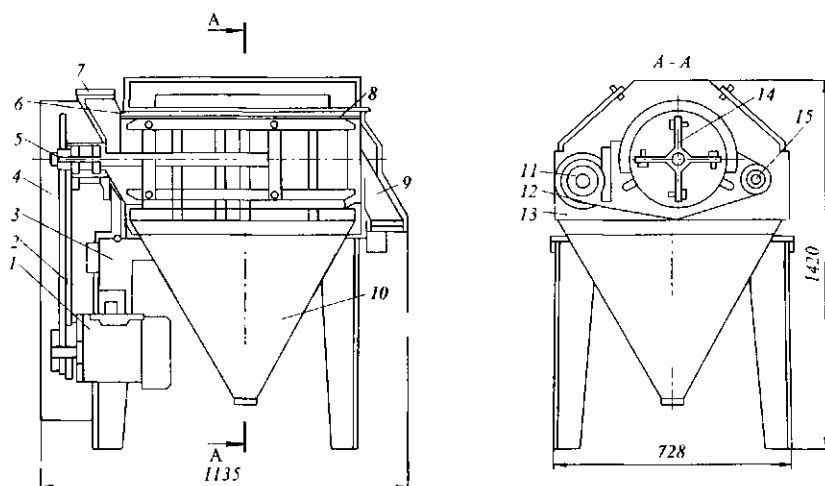


Рис. 12.20 Виброцентрофугал РЗ-БЦА

Ситовой цилиндр *б* выполнен из натянутой на обручи капроновой ткани. Продукт в него поступает через приемный патрубок *7*.

Станина состоит из опорной рамы, на которой с помощью амортизаторов установлены корпус и электродвигатель. Машина аспирируется через самотечную трубу для сходовой фракции.

Технологический процесс протскает следующим образом. Поступающий через приемный патрубок продукт подхватывают вращающиеся бичи и многократно отбрасывают его к поверхности ситового цилиндра. Частицы муки проходят через отверстия сита и сбрасываются с него в результате высокочастотных колебаний ситового цилиндра, создаваемых вибратором *11*. Далее частицы проходовой фракции, попадая на стенки корпуса, стекают с них к выпускному патрубку *10*. Сходовая фракция проходит по ситовому цилиндру к выпускному патрубку *9* и в результате вибрации удаляется из машины.

При работе машины на холостом ходу проверяют: частоту и направление вращения ротора, которое должно соответствовать положению указательной стрелки, закрепленной на корпусе; плавность вращения ротора от руки; температуру нагрева подшипников и вибратора (не более $60\text{ }^{\circ}\text{C}$); затяжку резьбовых соединений; наличие и качество смазки в подшипниковых узлах; натяжение ткани сита; опорные обручи внутри ситового цилиндра должны опираться на колеблющиеся траверсы.

Производительность виброцентрофугала зависит от скорости вращения ротора, которая изменяется при смене шкивов на электродвигателе, а также от зазора между кромкой бичей и ситовой поверхностью. Изменение зазора достигается передвижкой бичей в радиальном направлении в пределах $12\text{...}13$ мм.

Эффективность работы машины оценивают сопоставлением зольности исходного продукта и полученных фракций. Соотношение проходовой и сходовой фракций $1\text{...}1,3$. Зольность сходовой фракции в $2,5\text{...}2,8$ раза выше, чем проходовой.

Отличительные особенности машины заключаются в следующем: высокочастотные колебания ситового цилиндра активизируют просеивание и транспортирование трудносыпучей фракции, а также обеспечивают самоочистку отверстий сит.

Техническая характеристика виброцентрофугала РЗ-БЦА

Производительность, т/ч	0,5...1
Площадь ситовой поверхности, м ²	0,66
Частота вращения, мин ⁻¹ :	
ротора	500; 710
вибратора	2500
Амплитуда колебаний ситового цилиндра, мм	2
Внешний диаметр бичей ротора, мм	250...276
Размеры ситового цилиндра, мм:	
диаметр	300
длина	700
Размер отверстий капроновой ткани сита, мкм	177
Мощность электродвигателя, кВт	2,2
Габаритные размеры, мм	1135×728×1420
Масса, кг	255

Инженерные расчеты. Производительность вымольных машин Π (кг/с) с вращающимся бичевым ротором определяется ориентировочно по эмпирической формуле

$$\Pi = n\rho t g \alpha \sqrt{R^3 h} / 60,$$

где n – частота вращения бичевого ротора, мин⁻¹; ρ – насыпная плотность продукта, кг/м³; α – угол наклона оси гонок, расположенных на бичах ротора, град; R – радиус ротора, м; h – наибольшая высота слоя продукта в роторе, м.

Мощность электродвигателя N (кВт) вымольной машины

$$N = \left\{ \left[(m_p + m_{np}) \mu d + 2,4 m_{np} R \right] n g \right\} / (1000 \cdot 60 \eta),$$

где m_p – масса ротора, кг; m_{np} – масса продукта в роторе, кг; μ – коэффициент трения скольжения в подшипниках; d – диаметр цапфы вала, м; η – КПД привода; g – ускорение свободного падения, м/с².



Гораздо труднее увидеть проблему, чем найти ее решение. Для первого требуется воображение, а для второго только умение.
БЕРНАЛ ДЖОН ДЕСМОНД (1901–1971),
английский физик

12.6 ЭНТОЛЕЙТОРЫ И ДЕТАШЕРЫ

Энтолейтор РЗ-БЭР (рис. 12.21) предназначен для дополнительного измельчения крупок и дунстов после вальцовых станков с шероховатыми вальцами 1...3-й размольных систем.

Энтолейтор представляет собой цельнометаллическую конструкцию и состоит из следующих основных узлов: корпуса 1, приемного 4 и выпускного 6 патрубков, привода, ротора.

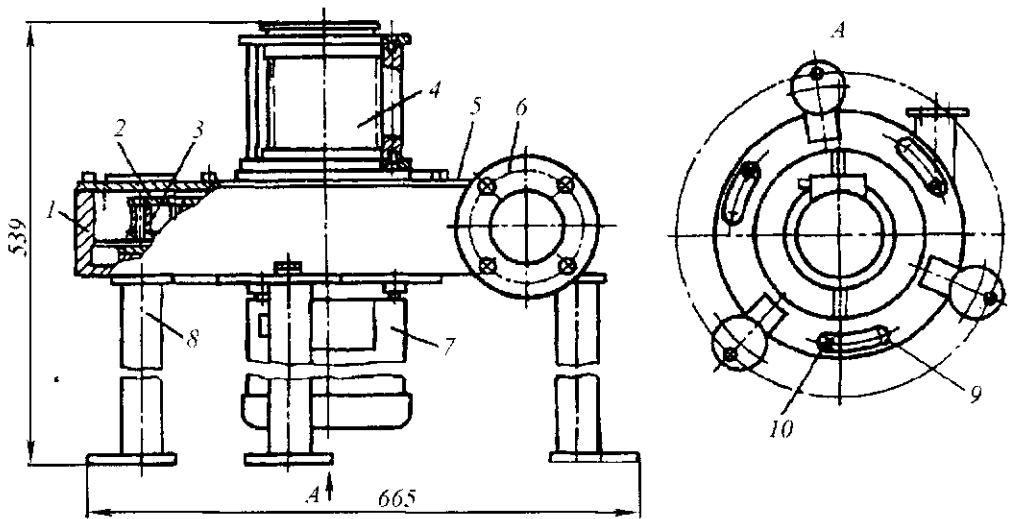


Рис. 12.21 Энтолейтор РЗ-БЭР

Ротор, который состоит из двух стальных дисков 2 диаметром 430 мм, расположен внутри корпуса 1. Между деками расположены два concentрических ряда втулок 3 по 20 в каждом ряду. Диаметр втулок наружного ряда 14 мм, внутреннего – 10 мм. Высота рабочей камеры ротора 35 мм.

Корпус 1 в форме «улитки» изготовлен из серого чугуна. В корпус имеется выпускной патрубок 6 диаметром 80 мм для выхода измельченного продукта. Сверху к корпусу болтами крепится стальная крышка 5, в центре которой установлен приемный патрубок 4 диаметром 120 мм. В нижней части (днище) корпуса имеются три отверстия для очистки рабочей камеры от продукта. Отверстия 9 закрыты крышками, которые поворачиваются рукояткой 10. Корпус с помощью трех стоек 8 подвешивается к потолочному перекрытию или крепится к полу (показан вариант установки на полу).

Привод энтолейтора осуществляется от фланцевого электродвигателя 7.

Технологический процесс в энтолейторе происходит следующим образом. Продукт после измельчения в вальцовом станке по гравитационному и пневмотранспортному трубопроводу поступает в приемный патрубок 4 энтолейтора и попадает через отверстие в верхнем диске ротора в его рабочую камеру. Под действием центробежных сил инерции и воздушного потока продукты размола зерна движутся от центра к периферии ротора. Вследствие многократных ударов о втулки и корпус зернопродукты дополнительно измельчаются, а спрессованные комки разрушаются. Измельченный продукт выводится через патрубок 6 и поступает в продуктопровод пневмотранспортной сети.

По данным испытаний энтолейтора, после вальцового станка 2-й размольной системы, извлечение муки (проход сита № 43) составило 26 %.

При настройке машины на холостом ходу проверяют направление вращения ротора (по часовой стрелке со стороны приема); затяжку резьбовых соединений; наличие и качество смазки в подшипниковом узле электродвигателя; герметичность подсоединения приемного и выпускного патрубков.

Оперативное регулирование под нагрузкой заключается в изменении подсоса воздуха на выхлопе энтолейтора при осевом смещении подсоса резиновой манжеты за счет открытия или закрытия продольных отверстий воздухопровода.

Техническая характеристика энтолейтора РЗ-БЭР

Производительность, т/ч	1,5...2,3
Диаметр ротора, мм	430
Наружный диаметр корпуса, мм	550
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	3000
Зазор между ротором и корпусом, мм	40
Мощность электродвигателя, кВт	4
Габаритные размеры, мм	665×651×539
Масса, кг	130

Дисковый деташер А1-БДГ (рис. 12.22) предназначен для измельчения промежуточных продуктов после вальцовых станков, 2 шлифовочных и 4...10-й размольных систем с микрошероховатой рабочей поверхностью вальцов.

Деташер состоит из следующих основных узлов: корпуса 2, ротора 8 с находящимися на нем диском 10 и шнеком 4, приемного отверстия 3.

Диск 1 отлит вместе с корпусом деташера, а диск 10 может перемещаться вдоль ротора 8 и прижиматься к неподвижному диску 1 при помощи рычажного механизма 7 с противовесом 11 на рычаге 12. Продукт поступает в приемное отверстие 3 и подается шнеком 4 в рабочее пространство между дисками. Здесь под воздействием звездочки 5 продукт перетирается и в разрыхленном виде выходит через зазор 6 между дисками 1 и 10.

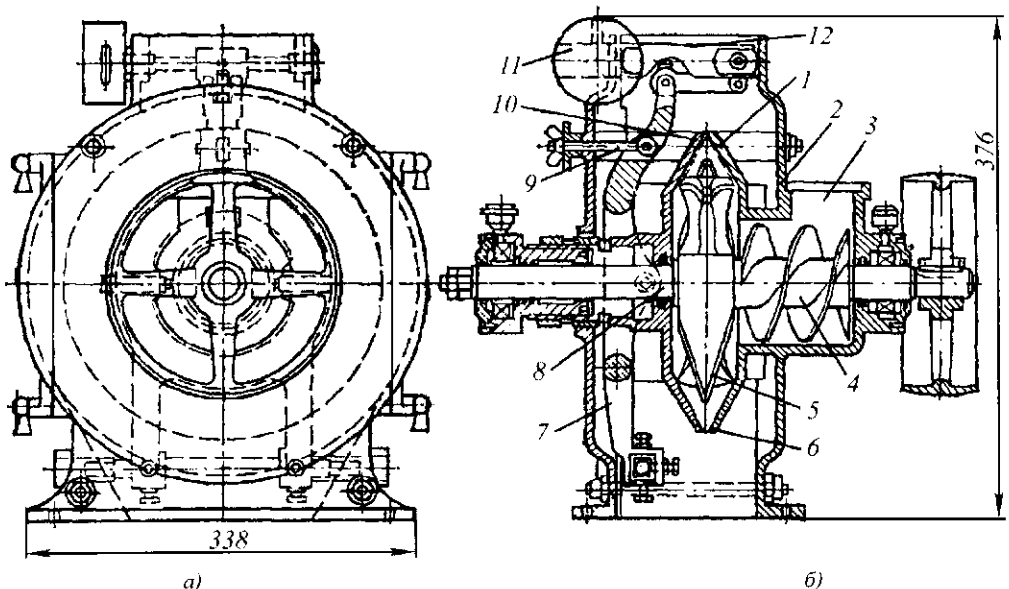


Рис. 12.22 Деташер А1-БДГ: а – общий вид; б – ротор

Положение маховичка 9 фиксируется гайкой. Окружная скорость звездочки дискового деташера при размоле дунстов 7...9 м/с, нагрузка на 1 см длины окружности диска 120...145 кг/(см-сут); при размоле нижних сходов с вымыльных систем соответственно принимают скорость 5...6 м/с и нагрузку 85...95 кг/(см-сут). Расстояние между наружными кромками диска, измеренное вдоль вала, рекомендуется принимать при пропуске дунстов не более 150 мкм и нижних сходов не более 250 мкм.

Привод деташера от электродвигателя (не показан) через упругую муфту, выполненную из двух полумуфт с резиновым вкладышем, обеспечивающим компенсацию небольшой несоосности валов электродвигателя и ротора и передачу необходимого крутящего момента. Муфта закрыта ограждением, электродвигатель установлен на небольшой сварной раме.

Технологический процесс обработки продукта в деташере осуществляется следующим образом. После вальцового станка продукт самотеком или через систему пневмотранспорта направляют через приемное отверстие 3 в рабочую зону. Здесь он подхватывается дисками вращающегося ротора, отбрасывается к внутренней поверхности корпуса и постепенно перемещается к выпускному патрубку. В результате многократных ударов и трения частиц о диски и корпус происходит разрушение агломератов частиц.

По данным испытаний, извлечение муки, полученной при измельчении продукта в вальцовом станке 1-й шлифовочной системы и дисковых деташерах, составляет 14...14,5 %, зольность муки – около 0,44 %.

При настройке машины на холостом ходу проверяют: направление вращения ротора (по часовой стрелке со стороны электродвигателя); наличие и качество смазки подшипниковых узлов; герметизацию всех соединений.

Техническая характеристика дискового деташера А1-БДГ

Производительность, т/ч.....	0,4...0,6
Диаметр цилиндрического корпуса, мм.....	300
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	695
Диаметр ротора, мм.....	290
Мощность электродвигателя, кВт.....	1,5
Габаритные размеры, мм.....	1040×338×376
Масса, кг.....	70

Инженерные расчеты. *Производительность дискового деташера П (кг/ч)*

$$P = 1800\pi k_1^2 k_2 \varphi \rho D^2 \delta \omega,$$

где $k_1 = d/D_{к.н}$ (d – внутренний диаметр корундовой накладки, м; $D_{к.н}$ – ее наружный диаметр, м); $k_1 \approx 0,7$; k_2 – опытный коэффициент, показывающий, какую часть составляет скорость движения продукта в радиальном направлении от окружной скорости на расстоянии $0,5 \cdot D$ от оси вращения; для дискового деташера $k_2 = 0,01$; φ – коэффициент заполнения щели; $\varphi = 0,7...0,8$; ρ – насыпная плотность продукта, кг/м³; D – наружный диаметр диска, м; δ – зазор между дисками, м; ω – угловая скорость диска, рад/с.



«**Всякий принципиальный шаг науки представляется «безумным» с точки зрения установившихся представлений. На то он и принципиальный, преобразующий науку.**

АЛЕКСАНДРОВ АЛЕКСАНДР ДАНИЛОВИЧ (1912–1999), математик, академик РАН

12.7 ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫЕ МАШИНЫ

Дробильно-сортнровочно-очистительные машины (дробильно-очистительные машины) предназначены для дробления обжаренных или полуобжаренных какао-бобов в крупку вместе с какао-веллой, разделения смеси на фракции и отделения какао-веллы от крупки. Эти машины имеют дробящие рабочие органы в виде рифленых валков, дисков, дробилок ударного действия, граненых валков. Деление крупки с какао-веллой на фракции во всех машинах производится на ситах. Имеется два варианта разделения. В первом варианте сначала выделяются мелкие фракции, а затем крупные, т. е. идет выделение от мелких фракций к крупным. Во втором варианте отделяются сначала крупные фракции, а затем мелкие. В первом варианте соблюдается последовательное расположение сит, а во втором – параллельное. Во всех машинах какао-велла от крупки отсасывается воздухом.

К первому типу относится машина «Нагема» (Германия) типа 88/1 (рис. 12.23, а). Обжаренные и охлажденные какао-бобы загружают в воронку 1. Элеватор 4 подает их наверх. В наклонной течке элеватора какао-бобы проходят над магнитом, который задерживает металлопримеси. Затем бобы попадают на шелушитель 5, который разрывает оболочку и дробит ядро в крупку. Смесь оболочки и крупки поступает на наклонное сито, расположенное в корпусе 6 и совершающее продольные колебания от эксцентрикового механизма. Сито состоит из нескольких участков с постепенно увеличивающимися отверстиями, следовательно, оно сортирует смесь от меньшего размера к большему. Количество участков зависит от желаемого числа фракций крупки. Чаще всего сита имеют семь участков со следующими размерами отверстий (мм): 1×1; 2,5×2,5; 3×3; 4×4; 5×5; 6×6; 8×8. Каждая фракция поступает в аспирационную колонку 7.

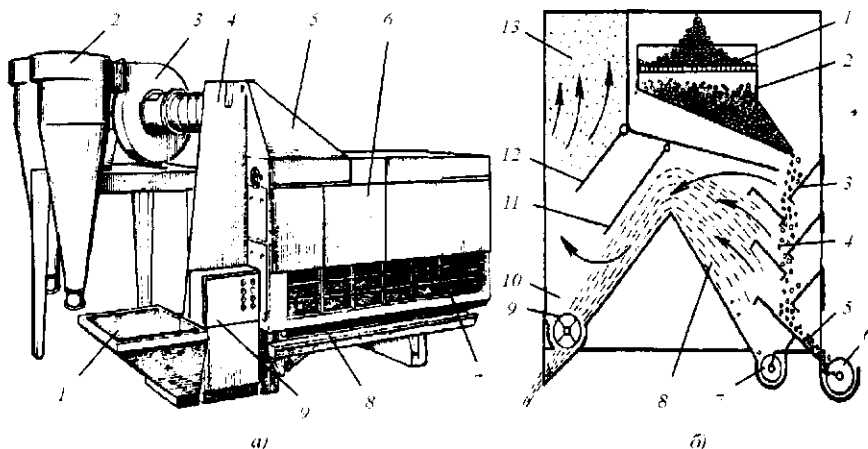


Рис. 12.23 Дробильно-сортнровочно-очистительная машина с последовательно расположенными ситами:

а – общий вид; б – технологическая схема процесса отделения какао-веллы в аспирационном канале

Крупка из всех аспирационных каналов попадает на сборочный шнек 8. Какао-велла собирается с противоположной стороны. Воздух через аспирационные колонки нагнетается вентилятором 3. Очистка отработанного воздуха производится в циклонах 2. Шкаф 9 служит для управления машиной.

Отделение какао-веллы от фракции крупки показано на рис. 12.23, б. На сите 1 крупка с оболочкой делится на несколько фракций. Каждая проходовая фракция 2 поступает в аспирационную колонку 4 и пересыпается с вышерасположенной наклонной полки 3 на нижерасположенную, пока не достигнет отводящего лотка 5 и сборного шнека 6. Продукт в полете продувается воздухом, который движется в направлении, показанном стрелками на рисунке. Скорость воздуха в каждой аспирационной колонке подбирается такой, чтобы отсепаровывалась только оболочка от фракции. Нужную скорость воздуха устанавливают, поднимая или опуская заслонку 11. Заслонка 12 регулирует количество воздуха в воздушном канале 13.

Из аспирационной колонки воздух с оболочкой и небольшими крупинками ядра поступает в расширительную камеру 8. Здесь скорость воздуха уменьшается вследствие увеличения сечения. Захваченные воздухом частицы мелкой крупки оседают на дно. Из этого канала их выводит шнек 7. Оболочка оседает на дно камеры 10, т. к. здесь скорость воздуха значительно уменьшается из-за большого сечения камеры. Заслонка 11 улучшает очистку воздуха от оболочки, заставляя взвешенные частицы уйти вниз под действием центробежной силы, которая появляется при сгибании заслонки. Воздух, почти освобожденный от взвешенных частиц, поступает в канал 13, далее через вентилятор и циклон в атмосферу. Оболочка из камеры 10 выходит через шлюзовую затвор 9. Затвор 9 устраняет подсос воздуха в камеру 10 и не препятствует выходу скопившейся оболочки. Сход с сита в виде недробленных бобов поступает на шнек, который транспортирует их вновь в воронку машины.

Обычно самая мелкая фракция крупки содержит большее количество какао-веллы, а соответствующая фракция какао-веллы имеет значительную примесь крупки. По этой причине в некоторых машинах не предусматривается аспирационная колонка для самой мелкой фракции. Эта фракция собирается с какао-веллой. Ее выход в хорошо отрегулированной машине не превышает 0,5 %. Эту фракцию используют как добавку в низкосортный шоколад и начинку.

В состав данной машины входит ударная дробилка. Другие машины имеют дисковые дробилки.

В дисковой дробилке (рис. 12.24, а) шнек 1 равномерно подает какао-бобы в зазор между двумя дисками 2, которые вращаются в одну сторону, но с разной скоростью. Зазор между дисками не менее 5 мм.

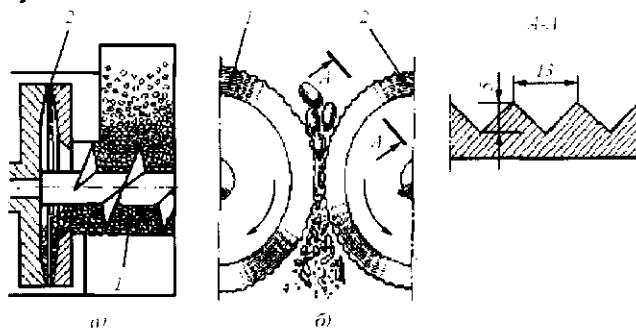


Рис. 12.24 Дробилки: а - дисковые; б - валковые

Валковая дробилка (рис. 12.24, б) состоит из двух валков 1 и 2 с кольцевыми пазами. Валки имеют одинаковый диаметр. Между собой они соединены шестернями с одинаковым числом зубьев. Один валок 2 можно приближать к другому при помощи винтов. Обычно между валками имеется зазор не менее 5 мм.

Дробильно-сортировочно-очистительная машина, в которой сортировка производится от крупной фракции к мелкой, т. е. с параллельно расположенными ситами, показана на рис. 12.25, а. Обжаренные какао-бобы загружаются в воронку 1 нории 2, которая подает их в вибрационный питатель 3. Из питателя бобы равномерно поступают в дробилку 4. Из нее смесь крупки и какаоветлы ссыпается в ситовый корпус 5. Корпус опирается на пружины 11 и колеблется от самобалансного механизма 13. Скорость воздуха в каждом сепарационном канале регулируют рукоятками 6. Для наблюдения за ходом процесса на ситах служат окна 12. Через окна 7 визуальнo наблюдают за процессом в осадительных камерах. Вся отвеенная мелочь какаоветлы оседает в циклоне 8 и собирается в сборнике 10. При смене сборника рукояткой 9 закрывают заслонку в циклоне.

Схема рассмотренной машины приведена на рис. 12.25, б. Загруженные в воронку 1 какао-бобы подаются норией 2 на вибрационный питатель 3.

Он равномерно питает бобами дробилку с шестигранными валками 4, которые вращаются навстречу друг другу с одинаковой скоростью.

Валки лишь раздавливают какао-бобы. Полученная смесь крупки и какаоветлы ссыпается на сито 5. Через его отверстия не проходят только нераздробленные какао-

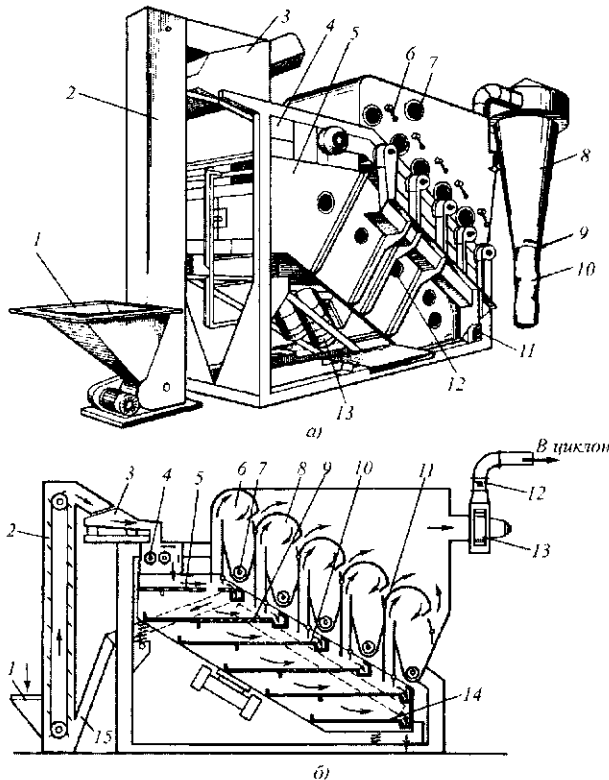


Рис. 12.25 Дробильно-сортировочно-очистительная машина с параллельным расположением сит:
а - общий вид; б - технологическая схема процесса в машине

бобы. Они движутся по сити сходом и по каналу 15 возвращаются в норию, а затем поступают на повторное измельчение. Сходящие с сита раздробленные какао-бобы в конце сита 5 продуваются воздухом, который уносит крупную какаоовеллу в осадительную камеру 6. В осадительной камере в результате снижения скорости какаоовелла оседает на дно, где расположен шнек 7, выводящий ее из камеры в специальную емкость.

Проход с сита 5 попадает на нижерасположенное сито 9. Отверстия в этом сите меньше, чем в предыдущем. На нем отделяется крупная крупка и крупная какаоовелла. Они движутся сходом по сити в течку 10. В конце сита воздух от схода отсоединяет крупную какаоовеллу и уносит ее в осадительную камеру 8. Там она оседает и выводится из камеры в сборник. Проход с сита 9 попадает на следующее сито с еще меньшими размерами отверстий и т. д.

Сход с каждого сита продувается воздухом. Проход с нижнего сита, представляющий собой самую мелкую смесь крупки с какаоовеллой, по лотку 14 направляется в течку, а оттуда в сборник для самой мелкой фракции. Эту фракцию используют для начинок. Процесс отсоединения какаоовеллы от фракции крупки регулируется заслонкой 11 в каждой осадительной камере. Для всех аспирационных каналов установлен один вентилятор 13, производительность которого можно регулировать заслонкой 12.

Техническая характеристика дробильно-сортировочно-очистительных машин приведена в табл. 12.2.

Таблица 12.2 Техническая характеристика дробильно-сортировочно-очистительных машин

Показатель	Тип машины, фирма		
	88/1, «Хайденау» (Германия)	RCM7, «Карле и Монтанари» (Италия)	«Бауэрмейстер» (Швейцария)
Производительность, кг/ч	1000	500	2000
Число фракций	7	7	7
Потребная мощность, кВт	9,8	5,1	11
Габаритные размеры, мм	6125×5500×3320	4000×1700×2800	5600×1700×3940
Масса, кг	2450	1900	2890

Ситовая часть дробильно-сортировочно-очистительной машины рассчитывается так же, как и у воздушно-ситовых сепараторов.

В дробильно-сортировочно-очистительных машинах полного разделения фракций получить невозможно.

Инженерные расчеты. Полному разделения удобно характеризовать коэффициентом извлечения компонента из данной фракции:

$$\eta_{11} = (\varphi_{11} / \varphi_{01}) B_1,$$

где φ_{11} – коэффициент, показывающий доленое содержание первого компонента в первой фракции, %; φ_{01} – коэффициент, показывающий доленое содержание первого компонента в исходной смеси, %; B_1 – относительный выход первой фракции.

Предельная скорость движения боба по сити v (м/с) ориентировочно определяется по эмпирической формуле

$$v = 73,5\sqrt{d},$$

где d – средний диаметр наименьших частиц во фракции, проходящей через сито, мм.



Чтобы пришло вдохновение, необходимо соединение нескольких маловероятных событий: наличие трудной задачи, взволновавшей до глубины души. Ощущение, что именно ты сможешь ее решить, владение техникой, достаточное для решения задачи, опыт решения более легких задач подобного рода в прошлом, безупречное здоровье, чтобы выдержать длительную бессонницу или полубессонницу, и наконец, полное отречение от посторонних забот. Но самое главное, необходимо иметь огромное мужество, чтобы поверить в свои результаты, как бы они ни расходились с общепринятыми, чтобы не испугаться собственных выводов и довести их до конца. Сколько замечательных работ было брошено неоконченными из-за недостатка смелости!
МИГДАЛ АРКАДИЙ БЕЙНУСОВИЧ (1911–1991), физик-теоретик, академик АН СССР

12.8 ТЕХНИКА БУДУЩЕГО: НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Мельничный рассев с многофракционным делением продуктов (Пат. № 2160170 РФ, В07 В1/38) применяется для получения высококачественной муки из продуктов помола. Изобретение относится к области разделения твердых материалов с использованием сит. На рис. 12.26 изображена одна колонка мельничного рассева, на рис. 12.27 – варианты выполнения ситовых рамок.

Предлагаемое изобретение позволяет увеличить число каналов для формирования и деления фракций и обеспечить свободный доступ в подсеточное пространство рамки для очистки.

Это достигается тем, что в расसेве с многофракционным делением продуктов помола, содержащем колеблющийся многосекционный ситовой корпус с выпускными устройствами для входа продуктов помола и фракций, ситовые рамки с очистителем, выпускные окна для выхода проходных фракций и поддон, ситовая рамка выполнена в виде металлического цилиндра, закрепленного в середине наружной части ситовой рамки, в боковых стенках металлического цилиндра выполнены выпускные-выпускные окна, а в его верхней части установлено круглое сито, в прямоугольной наружной части ситовой рамки сформированы вертикальные каналы приема и прохождения фракций, ситовые рамки установлены друг на друга и жестко скреплены прижимным элементом, образуя колонку, в поддоне которой образованы каналы сбора и транспортировки фракций помола.

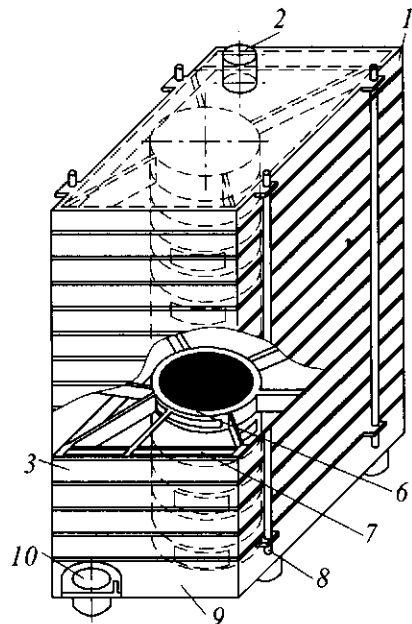


Рис. 12.26 Колонка мельничного рассева

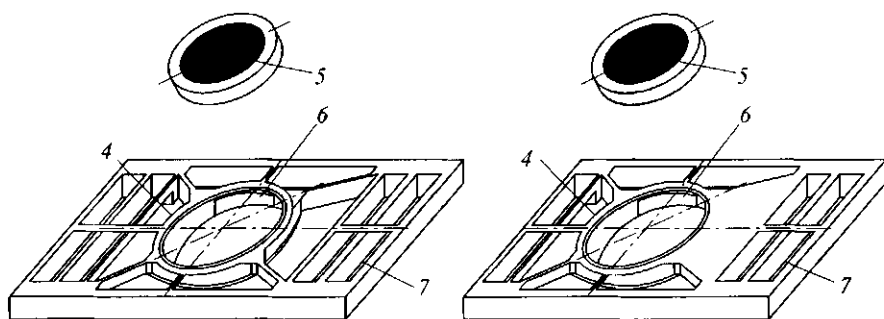


Рис. 12.27 Варианты выполнения ситовых рамок

Мельничный рассев с многофракционным делением продуктов помола содержит колеблющийся ситовой корпус (не обозначен), состоящий из нескольких колонок 1, каждая из которых имеет впускное устройство 2 для входа продуктов помола и фракций, ситовые рамки 3, выполненные в виде металлического цилиндра 4, закрепленного в середине прямоугольной наружной части ситовой рамки, с ситом 5 и впускными-выпускными окнами 6, вертикальные каналы 7, выполненные с каждой стороны прямоугольной наружной части ситовой рамки 3, прижимные элементы 8 для жесткого крепления ситовых рамок 3, поддон 9, в котором оборудованы выпускные устройства 10 для приема фракций отсева и их дальнейшей транспортировки в мельничном комплексе. На поддоне 9 установлены элементы дисбаланса с двигателем (не обозначены).

Основным конструктивным элементом ситовой рамки в предлагаемом мельничном рассеве является металлический цилиндр 4, во внутренней части которого размещается на разных уровнях проходная и сходовая фракции, а прямоугольная наружная часть рамки формирует до восьми каналов приема и прохождения фракций, при этом каждую фракцию можно направить через окна в цилиндре в любой из этих каналов, а просеивание (проход) фракции осуществляется через круглое легкоъемное сито с одним очистителем. При соединении ситовых рамок 3 путем наложения их друг на друга и сжатия прижимным элементом 8 образуется жесткая герметичная конструкция отсева за счет скользящего соединения внутренних металлических цилиндров 4 до упора и заземления сит 5, исключающая их смещение при работе отсева и допускающая формирование отсева с большим количеством ситовых рамок.

Рассев состоит из набора ситовых рамок 3, наложенных друг на друга и соединенных общим прижимным элементом 8, и установлен на поддон 9, в котором оборудованы выпускные устройства 10 приема фракций отсева и их дальнейшей транспортировки в мельничном комплексе. На поддоне также установлены элементы дисбаланса с двигателем, обеспечивающие круговое вращение отсева.

Благодаря движению фракций помола в пространстве при работе отсева, ситовые рамки которого имеют форму цилиндра, ускоряется процесс перемещения фракций, улучшается очистка сит.

В конструкции ситовой рамки в предложенном рассеве отсутствуют замкнутые объемы, затрудняющие доступ в подсеточное пространство, обеспечивается простота замены сит.

Таким образом, увеличение числа каналов для формирования и деления фракций, обеспечение свободного доступа в подсеточное пространство рамки в предло-

женном рассеве позволяют повысить эффективность сортирования продуктов помола и интенсивность очистки сит.

Мельничный рассев с многофракционным делением продуктов помола *отличается* тем, что ситовая рамка выполнена в виде металлического цилиндра, закрепленного в середине прямоугольной наружной части ситовой рамки, в боковых стенках металлического цилиндра выполнены впускные-выпускные окна, а в его верхней части установлено круглое сито, в прямоугольной наружной части ситовой рамки сформированы вертикальные каналы приема и прохождения фракций, ситовые рамки установлены друг на друга и жестко скреплены прижимным элементом, образуя колонку, в поддоне которой образованы каналы сбора и транспортировки фракций помола.

Вибрационное сито (Пат. № 2162006 РФ, В01 D35/20) относится к области оборудования для очистки различных суспензий, эмульсий и пульп от механических примесей.

Вибросито (рис. 12.28) содержит раму 1, приемный коллектор 4 с установленной сверху крышкой 5 с воздухопроводами 6 и 7 и виброкорпус 2, который установлен на четыре пружины 3, выполненные в виде петли со свободными концевыми участками, закрепленными один на раме 1, а другой – на виброкорпусе 2, причем пружина надета на установленный на раме 1 посредством пальца 29 валик 27. Сверху на виброкорпусе размещена прижимная рамка 8 с балкой и плитой 9 вибратора 10. Сбоку виброкорпуса 2 для фиксации краев сетки 15 размещены натяжные валики 11, которые жестко связаны с шайбами 12, необходимое положение которых может быть зафиксировано шпильками, которые своими гладкими концами входят в отверстие стопорной шайбы 14. В виброкорпусе установлена разделительная сетка 15 с образованием одного или нескольких V- или U-образных каналов и в последних размещены рассекатели 16, положение которых по вертикали регулируется винтами 17, расположенными в балке 18. Последняя одновременно служит опорой для приемной

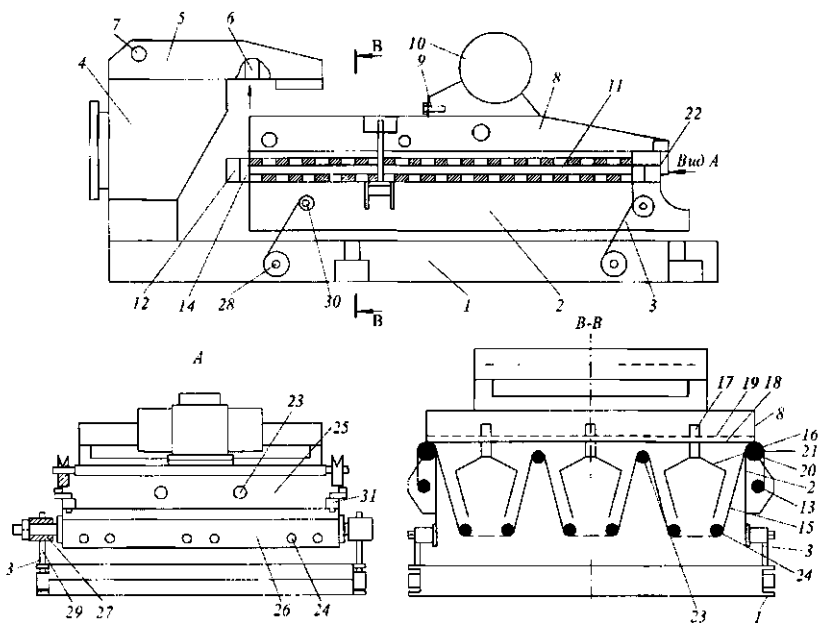


Рис. 12.28 Вибрационное сито

сетки 19. Каналы, образованные сеткой 15, могут быть расположены под углом к горизонтальной оси. На верхней части боковых стенок виброкорпуса 2 размещены опорные планки 20, в выемки которых входят валики 21 откидывающейся прижимной рамки 8, фиксируемой откидными винтовыми стяжками 22. Между задней и передней стенками виброкорпуса 2 размещены верхние 23 и нижние 24 валики. Длина верхних валиков 23 равна ширине разделительной сетки 15.

Верхние валики 23 расположены между задней стенкой и верхней частью 25 передней стенки. Нижние валики 24 длиннее верхних валиков 23 и расположены между задней стенкой и нижней частью 26 передней стенки. За счет этого между разделительной сеткой 15 и нижней частью 26 передней стенки виброкорпуса 2 образован зазор, через который шлам сбрасывается в отвал.

Четыре пружины 3 обеспечивают возможность работы с одним вибратором 10. Верхний свободный концевой участок пружины 3 закреплен посредством втулки 30, которая свободно размещена на пальце виброкорпуса 2. Нижний свободный концевой участок пружины 3 крепится в захвате 28, с помощью которого можно нижнюю ветвь поднимать и опускать, т. е. можно производить тонкую регулировку угла наклона верхнего свободного концевого участка пружины 3 и, следовательно, добиваться необходимого положения виброкорпуса 2 относительно рамы 1. Между верхним и нижним свободными концевыми участками пружины 3 может быть выполнен один или выполнено несколько витков – петля пружины 3. Возможен вариант выполнения петли в пол-оборота пружины 3. Петля пружины 3 надета на резиновый валик 27, который установлен на палец 29 рамы 1. Дополнительные витки петли пружины 3 могут быть необходимы для усиления амортизационного эффекта в нужном направлении. Таким образом, изменяя конфигурацию пружины, поперечное сечение пружины, например диаметр прутка пружины, длину и угол наклона свободных концевых участков пружины 3, выполняя на свободных концевых участках пружины 3 различные амортизационные элементы (различного вида изгибы или петли) можно добиться возможности управлять траекторией движения виброкорпуса 2 и величиной амортизационного эффекта пружины 3.

Как отмечалось выше, с помощью разделительной сетки 15 созданы каналы V-образной или U-образной формы в поперечном сечении. Установка сетки производится следующим образом. В качестве фильтрующей поверхности используется обычная рулонная сетка длиной в 2...3 заправки. Концы разделительной сетки 15 ровно обрезаются и складываются вдвое по утковой проволоке. Подворот должен быть 25...30 мм. После этого один конец сетки вставляется в щель 13 одного из натяжных валиков 11 и фиксируется его положение потайными винтами. Второй конец сетки 15 осторожно заводят вокруг верхних 23 и нижних 24 валиков и также закрепляют в щели второго натяжного валика 11. (В случае выполнения каналов V-образной формы внизу может быть один нижний валик 24) Вращением одного или обоих натяжных валиков 11 производят натяжение разделительной сетки 15. После этого вращением винта натяжного цилиндра 31 поднимают ось поворота прижимной рамки 8 до тех пор, пока нижняя кромка прижимного валика 21 не окажется чуть выше верхней кромки опорной планки 20. Прижимную рамку 8 опускают на предварительно натянутую разделительную сетку 15, заправляют откидные винты 22 и затяжкой последних производят окончательное натяжение сетки 15. В случае необходимости производят регулировку зазора между рассекателями 16 и сеткой 15.

В случае необходимости производят регулировку угла наклона вибратора 10 путем поворота опорной плиты 9.

Включают вибратор 10 и раствор, например буровой раствор из скважины, через приемный коллектор 4 поступает на приемную сетку 19, где происходит первичная очистка раствора от крупных частиц шлама, которые сбрасываются в каналы сетки 15 за пределами рассекателей 16. Кроме того, раствор благодаря ограниченной высоте крышки 5 равномерно распределяется по ширине, а, следовательно, и по каналам сетки 15.

В случае наличия газа в растворе последний по воздухоотводам 6, 7 выводится за пределы рабочей зоны. Таким образом, обеспечивается взрывобезопасность в зоне работы вибрационного сита.

Очищенный от крупных частиц шлама раствор поступает через приемную сетку 19 в зазоры между рассекателями 16 и разделительной сетки 15. Очищенный раствор стекает в поддон и далее в отсек циркуляционной системы, а шлам по нижней поверхности каналов сетки 15 сползает вниз, комкуется и направляется в отвал.

Вибрационное сито *отличается* тем, что разделительная сетка установлена в виброкорпусе с образованием одного или нескольких V- или U-образных каналов, в последних размещены рассекатели, при этом боковые стенки каналов расположены под углом к вертикальной плоскости, края разделительной сетки закреплены в натяжных валиках, и разделительная сетка зафиксирована относительно виброкорпуса откидывающейся прижимной рамкой, а виброкорпус установлен на раме посредством четырех пружин, выполненных в виде петли со свободными концевыми участками, закрепленными один на раме, а другой – на виброкорпусе, причем петля пружины надета на установленный на раме валик. Вибрационное сито *отличается* тем, что рассекатели установлены с возможностью вертикального перемещения относительно разделительной сетки. Вибрационное сито *отличается* тем, что выше разделительной сетки установлена приемная сетка

* * *

В этой главе наиболее важными являются следующие моменты.

1. Механизм процесса сепарирования разнородных по технологическим свойствам компонентов определяет способы сортирования и обогащения сыпучих продуктов измельчения пищевого сырья.

2. Анализ факторов, влияющих на производительность оборудования и энергоемкость процесса сортирования и обогащения сыпучих продуктов измельчения пищевого сырья, показывает пути развития соответствующих систем процессов и систем машин.

3. Эффективная эксплуатация, ремонт и обслуживание машин для сортирования и обогащения сыпучих продуктов измельчения пищевого сырья требует знания не только их устройства и принципа действия, но и особенностей процесса в каждой из них.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие факторы влияют на эффективность и производительность сортирования продуктов в рассевах?
2. Как устроены и какие функции выполняют двери рассева?
3. Каково устройство и каков принцип действия рассева?
4. Чем определяется радиус траектории колебаний рассева и от чего он зависит?
5. В чем заключаются принципы построения различных типов технологических схем?
6. Какие факторы влияют на производительность и эффективность работы рассевов?
7. Как производится балансировка рассева?
8. В чем состоит сущность процесса обогащения в ситовечной машине?
9. Как регулируют воздушный режим в ситовечной машине?
10. Какое влияние на процесс обогащения в ситовечной машине оказывает угол направления колебаний? Как его регулируют?
11. Каково устройство и каков принцип действия ситовечной машины?
12. Каковы основные направления совершенствования конструкций сортирующих машин?
13. Какие функции выполняют сортирующие машины и какое место в машинно-аппаратурных схемах они занимают?
14. Как устроена и работает вымольная машина? Как регулируют ее производительность?
15. Какова схема привода виброцентрофугала РЗ-БЦА и каков характер движения основных рабочих органов?
16. Как регулируют подсос воздуха в энтолейторе РЗ-БЭР?
17. Какие факторы влияют на производительность и эффективность работы энтолейтора?
18. Каково устройство основных узлов деташера А1-БДГ?
19. Каково устройство и каков принцип действия дробильно-сортировочно-очистительной машины для какао-бобов?
20. Какие факторы влияют на повышение эффективности работы дробильно-сортировочно-очистительной машины для какао-бобов?

УПРАЖНЕНИЯ

Предложите в виде эскизов Ваши решения инженерных задач, связанных с развитием конструкций:

- рассева;
- ситовечных машин;
- вымольных машин и виброцентрифугалов;
- энтолейторов и деташеров;
- дробильно-сортировочных машин.

Эти решения должны предполагать совершенствование и модернизацию оборудования. Они направлены на:

- повышение производительности;
- повышение качества продукции;
- улучшение условий труда рабочего с точки зрения эргономики, техники безопасности и охраны труда;

- экономию времени на санитарное обслуживание оборудования;
- экономию времени на техническое обслуживание оборудования;
- экономию энергоресурсов;
- экономию конструкционных материалов;
- повышение технологичности конструкции с точки зрения изготовления и ремонта;
- улучшение дизайна оборудования;
- снижение себестоимости продукции другими, кроме перечисленных выше, путями.

Вместе с этими, преимущественно машиноведческими, аспектами рассмотрите возможность развития конструкций машин и аппаратов с точки зрения повышения качества самих технологических процессов, которые реализуются этим оборудованием. Речь идет об увеличении точности, устойчивости, надежности, управляемости и стабильности технологических процессов, а также о снижении их чувствительности к возмущающим факторам окружающей среды.

По результатам Вашей работы сделайте заключение о том, в какой мере Ваши предложения повышают готовность машин и аппаратов к эффективной автоматизации данных технологических процессов.



Люди перестают мыслить, когда перестают читать.
ДИДРО ДЕНИ (1713–1784),
французский философ, просветитель, писатель

Глава 13

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ЖИДКООБРАЗНЫХ НЕОДНОРОДНЫХ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Разделение жидкообразных неоднородных пищевых сред проводится путем отстаивания, фильтрования, центрифугирования и сепарирования.

Отстаивание – процесс разделения неоднородных жидких смесей на фракции, различающиеся по плотности, в поле гравитационных сил.

Фильтрование – процесс разделения суспензий при помощи пористых, фильтрующих перегородок, которые задерживают осадок и пропускают осветленную жидкость.

Центрифугирование – процесс разделения неоднородных суспензий на фракции в поле центробежных сил. Различают отстойное и фильтрационное центрифугирование.

Сепарирование – процесс разделения неоднородных жидких смесей на фракции, различающиеся по плотности, в поле действия центробежных сил.



Нет ничего страшнее деятельного невежества.
ГЁТЕ ИОГАНН ВОЛЬФГАНГ (1749–1832),
немецкий поэт, мыслитель, естествоиспытатель

13.1 НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ЖИДКООБРАЗНЫХ НЕОДНОРОДНЫХ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Жидкообразные неоднородные пищевые среды представляют собой мутную полидисперсную систему, состоящую из грубых и мелкодисперсных частиц, коллоидных веществ. Для их осветления применяют отстаивание, фильтрование, центрифугирование и сепарирование.

Отстойное центрифугирование используется для разделения плохо фильтрующихся суспензий с малой концентрацией, а также для классификации суспензий по крупности и удельному весу частиц.

Фильтрационное центрифугирование применяется для разделения суспензий, имеющих дисперсионную фазу кристаллической или зернистой структуры, а также для обезвоживания влажных материалов, поры которых целиком или частично заполнены жидкостью.

Фильтрационное центрифугирование получило распространение в сахарной промышленности для фуговки утфеля.

Утфель представляет собой двухфазную вязкую массу, содержащую 45...60 % по объему кристаллов сахара и межкристалльный раствор.

Процесс фуговки осуществляется за счет действия центробежной силы на утфель, загруженный в цилиндрический перфорированный ротор центрифуги, вращающейся с окружной скоростью 50...90 м/с (рис. 13.1). Для лучшего отделения

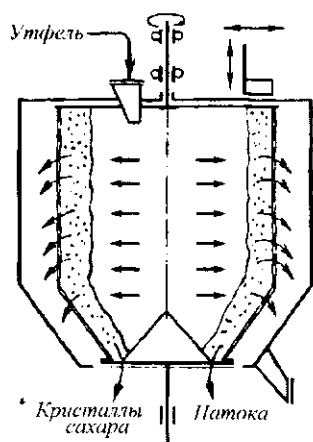


Рис. 13.1 Схема работы центрифуги

межкристального оттока и задержания кристаллов сахара внутри ротора центрифуги устанавливают подкладочные и фильтрующие сита.

Процесс фуговки утфеля делится на три периода: образование осадка, уплотнение и механическая сушка осадка. Первый период – обычная фильтрация, причем давление обуславливается гидравлическим напором под действием центробежных сил.

Во время второго периода центрифугируемая масса представляет собой двухфазную систему, причем вначале твердые частицы имеют минимум точек касания.

В дальнейшем происходит сближение частиц с уменьшением объема пор массы и выжимание жидкой фазы из этих пор. На межкристальную жидкость оказывают давление твердые частицы и центробежные силы. С течением процесса сжатия осадка число точек касания между частицами увеличивается. Одновременно давление на жидкость, вызванное действием поля центробежных сил, падает вследствие уменьшения гидравлического напора по мере удаления межкристального раствора. Когда уровень жидкости опускается до дренающего слоя, начинается третий период.

К началу третьего периода на поверхности кристаллов и в местах их соприкосновения остается межкристальная патока, удерживаемая капиллярными и молекулярными силами. Этот период характеризуется стеканием патоки по незаполненным порам с поверхности кристаллов до тех пор, пока силы молекулярного сцепления оставшейся пленки патоки на кристаллах уравновешиваются центробежными силами. Чтобы удалить оставшийся на поверхности кристаллов раствор, их промывают водой и сушат паром (пробелка).

Одной из характеристик центрифуг является ускорение центробежного поля, создаваемого ими. Отношение центробежной силы к силе тяжести является фактором разделения Φ_p :

$$\Phi_p = F_{ц.б} / P = \omega^2 R / g .$$

Рабочим органом сепаратора, в котором происходит процесс разделения, является барабан.

Принцип действия сепаратора-разделителя (рис. 13.2, а) заключается в следующем. Исходная гетерогенная система по центральной трубке поступит в тарелкодержатель, откуда по каналам, образованным отверстиями в тарелках, поднимается вверх комплект тарелок и растекается между ними. Под действием центробежной силы легкая фракция оседает на верхнюю поверхность нижележащей тарелки. По этой поверхности легкая фракция движется к центру барабана, далее по зазору между кромкой тарелки и тарелкодержателем поднимается вверх барабана и отводится по коммуникациям.

Тяжелая фракция в межтарелочном пространстве оттесняется к нижней поверхности тарелки. По этой поверхности фракция движется к периферии тарелки и

по зазору между разделительной тарелкой и крышкой барабана поднимается вверх барабана, откуда отводится по специальным коммуникациям.

Сущность процесса осветления (рис. 13.2, б) заключается в следующем. Продукт, подвергаемый очистке, по центральной трубке поступает в тарелкодержатель, из которого направляется в шламовое пространство между кромками пакета тарелок и крышкой. Затем жидкость поступает в межтарелочные пространства. По зазору между тарелкодержателем и верхними кромками тарелок поднимается вверх и через прорезь выходит из барабана. Процесс очистки начинается в шламовом пространстве и завершается в межтарелочных. Процесс разделения гетерогенных систем осуществляется, главным образом, в межтарелочном пространстве. При этом траектория частиц дисперсной фазы состоит из двух стадий. Легкая фракция дисперсной фазы движется к оси вращения (рис. 13.3, а), а тяжелая – к периферии (рис. 13.3, б).

Саморазгружающиеся сепараторы разделяются на две основные группы: с непрерывным и пульсирующим отводом осадка.

В сепараторах с непрерывным отводом осадка последний удаляется вместе с частью жидкой фазы через сопла в виде концентрированной тяжелой фракции.

В сепараторах с пульсирующим отводом осадка последний выбрасывается из барабана при перемещении подвижного элемента, открывающего разгрузочные щели на периферии барабана.

При полной разгрузке периодически прекращается поступление продукта на сепарирование, разгрузочные щели барабана открываются и все его содержимое, т. е. выделенный осадок и жидкая фаза, выбрасывается в приемник.

Основные конструктивные факторы, которые оказывают существенное влияние на эффективность процесса сепарирования, вытекают из формул для определения производительности сепараторов. К этим факторам относятся частота вращения барабана, размеры барабана и тарелок, расстояния между тарелками.

Движущей силой фильтрации является разность давлений на входе в фильтр, состоящем из фильтрующей перегородки и слоя осадка, и на выходе из него.

Для создания разности давлений на одной стороне фильтрующего слоя должно быть избыточное давление или вакуум, в любом случае фильтрат (очищенная жидкость) поступает в сторону пониженного давления.

В качестве фильтрующих перегородок используют ткани (хлопчатобумажные, бязь, лавсан, бельтинг, капроновые, нейлоновые), ацетатцеллюлозу, полисульфон, листовой картон, металлокерамику, намывные фильтры (диатомитовые, керамические, грависвые), патронные фильтры.

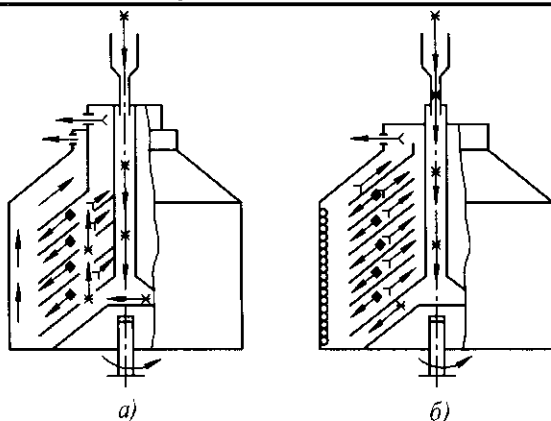


Рис. 13.2. Схема барабанов тарельчатых сепараторов: а - сепаратора-разделителя; б - сепаратора-осветлителя
 ←x - исходный продукт; ↖ - легкая фракция;
 ↗ - тяжелая фракция; oooo - осадок.

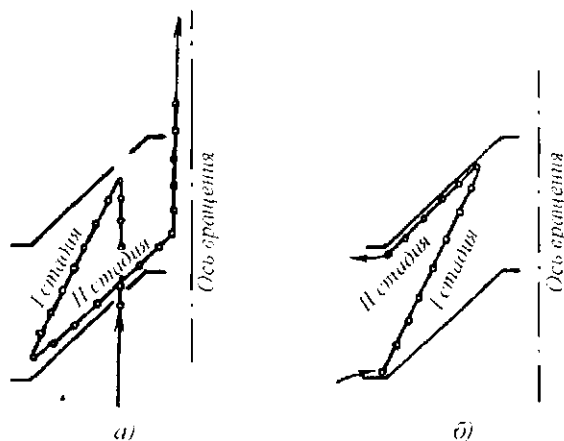


Рис. 13.3 Схема движения частиц дисперсной фазы в межтарелочном пространстве сепараторов с подачей жидкости:

а — в сепараторе-разделителе; б — в сепараторе-осветлителе

Таким образом, процесс фильтрации основан на задержании твердых взвешенных частиц фильтрующими перегородками, способными пропускать только жидкость и задерживать частицы твердой фазы. При прохождении суспензии через пористую перегородку за счет разности давлений до и после перегородки жидкая фаза проходит через поры перегородки и собирается в виде освобожденного от твердых примесей фильтрата, а твердые частицы задерживаются на поверхности фильтрующей перегородки, образуя слой осадка. Образующийся на поверхности пе-

регородки слой осадка используется как фильтрующая среда: исходная суспензия, проходя через пористые каналы слоя осадка, частично освобождается от примесей.

Для уменьшения его гидравлического сопротивления необходимо периодически удалять большую часть осадка с фильтрующей перегородки.

Характер и толщина слоя осадка, отлагающегося на поверхности фильтрующей перегородки, являются важными параметрами, определяющими эффективность фильтрации.

Различают два типа осадков:

- несжимаемые – получаемые из недеформируемых (кристаллических) частиц;
- сжимаемые – получаемые из деформируемых (аморфных) частиц.

Скорость фильтрования суспензий, образующих несжимаемые осадки, растет с увеличением давления на жидкость, а при одном и том же давлении зависит только от толщины слоя осадка.

При образовании сжимаемых осадков с повышением давления осадок сжимается, поры его уменьшаются и скорость фильтрации снижается. Следовательно, в этом случае скорость фильтрации растет не пропорционально разности давлений, а имеет некоторое отставание. Более того, скорость фильтрации при некоторой разности давлений не только не увеличивается, а наоборот, уменьшается вследствие сжатия осадка.

Исходя из этого, процесс фильтрования ведут двумя способами: при постоянном давлении суспензии и уменьшающейся скорости фильтрования; при постоянной скорости фильтрования и переменном возрастающем давлении.

На скорость фильтрации влияют следующие основные факторы: перепад давления, действующего на суспензию; толщина слоя осадка на фильтре; структура и характер осадка; состав, вязкость и температура суспензии.

На основе анализа многочисленных экспериментальных работ можно считать, что движение фильтруемой среды при протекании через поры осадка и через поры фильтрующей перегородки носит ламинарный характер вследствие малого размера пор и небольшой скорости движения жидкости. Поэтому скорость движения жидко-

сти в порах v (м/с) можно определить из известного закона ламинарного течения – уравнения Пуазейля

$$v = \Delta p d^2 / (32 \mu l),$$

где Δp – перепад давления в фильтре, Па; μ – динамическая вязкость суспензии, Па·с; l – длина пор, м; d – диаметр пор, м.

Тогда, объем фильтра V (м³) за время τ рассчитывается по формуле

$$V = v F \tau,$$

где v – скорость движения жидкости в порах, м/с; F – площадь сечения пор фильтра, м².

Если в вышеприведенной формуле принять $F = 1$ м², то уравнение фильтрации запишется в виде

$$V / \tau = \Delta p d^2 / (32 \mu l).$$

Таким образом, скорость фильтруемой среды, проходящей через единицу поверхности фильтрующей перегородки и единицу поверхности несжимаемого осадка на фильтре, выражается уравнением

$$dV / d\tau = F_0 (P_\phi + P_0) / [\mu (\rho_1 h_1 + \rho h)],$$

где F_0 – общая поверхность фильтра, м²; P_ϕ и P_0 – соответственно падение давления при прохождении суспензии через фильтрующую перегородку и через слой осадка, Па; h_1 и h – толщина фильтрующей перегородки и слоя осадка, м; ρ_1 и ρ – коэффициенты сопротивления фильтрации соответственно фильтрующей перегородки и слоя осадка;

$$\rho_1 = 8\alpha_1 / (n_1 \pi r^4), \quad \rho = 8\alpha / (n \pi r^4),$$

здесь α и α_1 – поправочные коэффициенты, учитывающие криволинейность капилляров соответственно фильтрующей перегородки и слоя осадка; r и r_1 – радиус пор фильтрующей перегородки и осадка, м; n и n_1 – число капилляров (пор) на фильтрующей перегородке и в осадке на 1 м² поверхности фильтра.

Применение мембранных методов в пищевой промышленности позволяет проводить очистку и концентрирование растворов без подогрева и выпаривания. Они используются также для подготовки технологической воды, стабилизации, безалкогольных напитков и виноградных вин, концентрирования натуральных соков, пастеризации, извлечения ценных компонентов из технологических стоков различных производств, очистки промышленных стоков и т. д. Применение мембранных процессов в пищевой технологии позволяет значительно снизить энергоемкость процессов обезвоживания фруктовых и овощных соков, сиропов, экстрактов по сравнению с процессами выпаривания или вымораживания, улучшить качество и повысить выход получаемых продуктов.

Мембранные процессы классифицируют по среднему размеру пор на обычную фильтрацию, микрофильтрацию, ультрафильтрацию и обратный осмос (рис. 13.4).

К процессам обычного фильтрования принято относить гидромеханические процессы, не осложненные физико-химическими явлениями. На рис. 13.4 такие процессы проходят на фильтрующих перегородках с диаметром пор от 1 мкм и более.

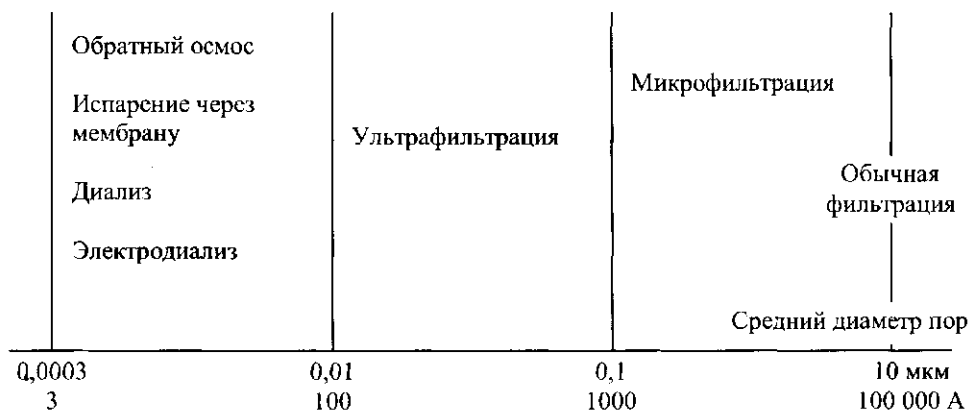


Рис. 13.4 Классификация мембранных процессов

Микрофильтрация. Промежуточное положение между обычной фильтрацией и мембранными процессами занимает микрофильтрация. Принято считать, что поры микрофильтрационных мембран имеют средний размер от 0,1 до 10 мкм. В этих процессах могут отделяться как мельчайшие частицы механической примеси, так и отдельные клеточные организмы и частицы клеток, как, например, дрожжевые клетки в процессах микрофильтрации продуктов брожения. Процессы микрофильтрации осложняются образованием гелеобразных слоев на поверхности фильтрующей перегородки, которую в дальнейшем будем называть микрофильтрационной мембраной.

Ультрафильтрация – это процесс разделения, фракционирования и концентрирования растворов с помощью полупроницаемых мембран. При этом жидкость непрерывно подается в пространство над мембраной под давлением 0,1...1,0 МПа. Процессы ультрафильтрации выполняют на мембранах со средним диаметром пор от 0,01 до 0,10 мкм, называемых ультрафильтрационными мембранами. В процессах ультрафильтрации из исходной смеси отделяют самые мелкие бактерии и сферические вирусы, крупные белковые молекулы и т. п. Эти процессы используют для стерилизации жидких сред.

В отличие от процессов микрофильтрации ультрафильтрация может сопровождаться адсорбцией растворенных веществ на поверхности пор мембраны и даже межмолекулярным взаимодействием. Все это в значительной степени осложняет расчет процессов ультрафильтрации.

При ультрафильтрации исходный раствор разделяется на два принципиально новых продукта: низкомолекулярный (фильтрат) и высокомолекулярный. Фильтрат проходит сквозь мембрану и удаляется через дренажную систему, а высокомолекулярный продукт концентрируется. Ультрафильтрация позволяет выделять молочные белки из вторичных продуктов молочной промышленности и ценные вещества из других пищевых растворов, получать дополнительные резервы производства продуктов питания. Например, выход фруктовых соков из исходного продукта при ультрафильтрации увеличивается до 95...99 %.

Ультрафильтрацией обезжиренного молока получают молочный концентрат, который используют в производстве различных видов сыров, творожных масс и кисломолочных продуктов, что увеличивает выход продукции.

Ультрафильтрация сырого сахарного сока позволяет получить чистый, свободный от коллоидов фильтрат, идущий непосредственно на кристаллизацию сахарозы.

Ультрафильтрация успешно заменяет пастеризацию пива. При этом из пива удаляются бактерии и высокомолекулярные вещества, ухудшающие его качество и снижающие стабильность. Стоимость обработки пива ультрафильтрацией в 2,5 раза ниже, чем пастеризацией.

Обратный осмос. Мембраны для процессов обратного осмоса имеют поры, средний диаметр которых не превышает 0,01 мкм. Так как на практике используют обратноосмотические мембраны с размерами пор значительно ниже указанной границы, принято измерять средний диаметр пор в ангстремах.

Если крепкий раствор соли отделить от слабого раствора полупроницаемой мембраной, то вода немедленно начинает просачиваться сквозь мембрану от слабого раствора к крепкому. Силу, заставляющую воду проникать через микропоры мембраны, называют осмотическим давлением.

Если приложить к сосуду с концентрированным раствором внешнее давление, то перенос воды через мембрану сначала уменьшится, а затем, когда внешнее давление станет равно осмотическому, вообще прекратится. Дальнейшее увеличение давления заставит воду проходить в обратном направлении, т. е. от концентрированного раствора к разбавленному. Это и есть обратный осмос.

Для всех мембранных процессов характерно накопление на поверхности мембраны частиц веществ, которые не проходят через мембрану. Это явление получило название концентрационной поляризации. Образующийся слой часто обладает меньшей проницаемостью, чем сама мембрана. Чтобы разрушить слой, необходимо перемешивать жидкость над поверхностью мембраны. Поэтому подавляющее большинство мембранных аппаратов работает в проточном режиме.

Обработка виноградных вин обратным осмосом позволяет решить вопрос стабилизации. При использовании обратного осмоса через мембрану проходят вода и этиловый спирт, а ионы калия и винная кислота остаются в концентрате, из которого интенсивно выпадает винный камень. После фильтрования концентрата его смешивают с фильтратом, что повышает его стабильность на длительный срок.

Обратным осмосом концентрируют яичный белок. При этом не происходит денатурирования протеинов и получают яичный белок с содержанием протеинов до 30 %.

Разделение методами обратного осмоса и ультрафильтрации принципиально отличается от обычного фильтрования. При обратном осмосе и ультрафильтрации образуются два раствора: концентрированный и разбавленный, в то время как при фильтровании осадок откладывается на фильтровальной перегородке. В процессе обратного осмоса и ультрафильтрации накопление растворенного вещества у поверхности мембраны (вследствие концентрационной поляризации) недопустимо, т. к. при этом резко снижаются селективность (разделяющая способность) и проницаемость (удельная производительность) мембраны, сокращается срок ее службы.

Мембрана – это фильтрующая перегородка с размерами пор, приближающимися к размеру молекул.

Мембраны изготавливают из различных материалов: полимерных пленок, стекла, металлической фольги и т. д. Наиболее распространены мембраны из полимерных пленок.

Мембраны должны обладать следующими свойствами: высокой разделяющей способностью (селективностью); высокой удельной производительностью (проницае-

мостью); постоянством своих характеристик в процессе эксплуатации; химической стойкостью в разделяющей среде; механической прочностью; невысокой стоимостью.

Полупроницаемые мембраны бывают пористыми и непористыми. Через непористые мембраны растворитель и растворенные вещества проникают под действием градиента концентрации в результате молекулярной диффузии. Поэтому эти мембраны называют диффузионными. Они представляют собой квазигомогенные гели. Скорость диффузии компонентов через эти мембраны зависит от энергии активации при взаимодействии частиц компонентов с материалом мембран.

Скорость диффузии также зависит от подвижности отдельных звеньев мембранной матрицы и от размеров диффундирующих частиц. Скорость тем выше, чем сильнее набухает мембрана.

Скорость диффузии молекул через диффузионную мембрану прямо пропорциональна коэффициенту диффузии, который зависит от размеров молекул и их формы.

Диффузионные мембраны применяются для разделения компонентов с близкими свойствами, но с молекулами различных размеров.

Так как диффузионные мембраны не имеют капилляров, они не забиваются и их проницаемость остается постоянной в процессе разделения.

Диффузионные мембраны обычно применяют для разделения газовых и жидких смесей методом испарения через мембрану.

Для проведения процессов обратного осмоса и ультрафильтрации применяют пористые мембраны, изготавливаемые в основном из полимерных материалов. Полимерные мембраны могут быть анизотропными и изотропными.

Мембрана с анизотропной структурой состоит из тонкого поверхностного слоя на микропористой «подложке». Разделение происходит на поверхностном активном слое, и практически весь перепад давления приходится на этот слой.

Изотропные мембраны образуются при облучении тонких полимерных пленок заряженными частицами с последующим травлением химическими реагентами. Выпускают изотропные мембраны на основе поликарбонатных пленок.

В промышленности применяют следующие полимерные мембраны: целлюлозные, на основе эфиров целлюлозы, акрилонитриловые, нейлоновые, поливинилхлоридные, изготовленные на основании поликарбонатов и полисульфонов.

Наиболее широко распространены в различных промышленных производствах полимерные мембраны. Эти мембраны, изготовленные из различных полимеров, имеют ряд преимуществ: достаточную механическую прочность, равномерность размеров пор, высокую химическую стойкость. Фильтрующая перегородка из полимерных мембран может иметь любую форму. Изготавливают полимерные мембраны в виде плоских пленок и лент, цилиндрических пленок на пористой цилиндрической основе и полых волокон.

По назначению различают полимерные мембраны для разделения газов и жидких смесей. Внутри этих двух групп мембраны различают в зависимости от конкретного процесса. Например, мембраны для жидкостей делятся на микрофильтрационные, ультрафильтрационные, обратноосмотические, диализные и т. д.

Полимерные мембраны по устройству можно разделить на три группы: симметричные и асимметричные мембраны и полые волокна.

Симметричные мембраны имеют одинаковые по размеру поры, пронизывающие мембрану в одном направлении. Эти мембраны, получаемые методом бомбардиро-

вания полимерных пленок ядрами тяжелых металлов, не обладают достаточной пористостью и потому имеют ограниченное применение.

Асимметричные мембраны состоят, как правило, из двух и более слоев различной плотности и пористости. Несмотря на малые размеры пор в рабочем слое мембраны, гидравлическое сопротивление при фильтрации жидкости через него невелико из-за очень малой толщины (длины капилляра).

Второй слой имеет высокую пористость и большую толщину, обеспечивающую механическую прочность всей мембраны. Слои могут быть изготовлены из одного и того же полимера или из разных полимеров. Рабочий слой может быть нанесен на любой пористый материал (ткань, бумага и т. д.), если при этом обеспечивается надежная адгезия материала мембраны на выбранной подложке.

Мембраны – полые волокна – изготавливают наружным диаметром от 40 мкм до 2,5 мм и внутренним диаметром от 20 мкм до 1,5 мм. Толщина стенки полого волокна должна обеспечивать его прочность и устойчивость при действии внешнего или внутреннего давления. Несмотря на сравнительно большую неравномерность пор, полые волокна получили распространение в аппаратах для обратного осмоса и ультрафильтрации, т. к. обеспечивают огромную поверхность фильтрации в единице объема аппарата.

Жидкими мембранами называют полупроницаемые пленки из молекул поверхностно-активных веществ (ПАВ), образованные на поверхности пористой основы. Необходимое условие образования жидкой мембраны – наличие водородных связей между молекулами воды и ПАВ. Такие ПАВ, как поливинилметилловый эфир и поликсиэтилированные алкилфенолы, эффективно повышают солезадерживающую способность мембран.

Для идеальных растворов осмотическое давление P зависит от концентрации раствора

$$P = xRT,$$

где x – концентрация, кг/м³; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(кг·К); T – температура раствора, К.

В случае реальных растворов требуется вводить поправку

$$P = \alpha xRT,$$

где α – осмотический коэффициент, оцениваемый обычно по понижению точки замерзания исследуемого раствора.

В пищевой промышленности обратный осмос применяют при подготовке технологической воды, при концентрировании термолабильных растворов, в том числе фруктовых и овощных соков. В связи с тем, что процессы микрофильтрации, ультрафильтрации и обратного осмоса осуществляют под избыточным давлением, поэтому их принято называть баромембранными процессами.

Так как в баромембранных процессах разделения наблюдается некоторая аналогия с обычным фильтрованием, отметим принципиальные отличия мембранных процессов. В процессе простого фильтрования частицы, содержащиеся в исходной смеси, задерживаются внутри пор фильтрующей перегородки или на ее поверхности с образованием слоя осадка. С течением времени фильтрующая перегородка забивается мелкими частицами и скорость фильтрования падает. Процесс останавливают и фильтрующую перегородку (например, фильтровальный картон) выбрасывают или

регенерируют (фильтровальная ткань). В процессах с образованием слоя дополнительно вначале удаляют слой осадка.

Если представить себе мембрану с равномерными порами, то при разделении смеси, содержащей частицы размером большим, чем размер пор, справедливо полагать, что ни одна частица не проникнет в пору и не закупорит ее. В этом случае мембрана обеспечивает разделение исходной смеси на два потока, один из которых проходит через мембрану (фильтрат), а второй (концентрат) уносит отделяемые компоненты смеси на следующую степень разделения или в сброс.

Главная особенность мембранного разделения заключается в том, что в условиях, когда размеры пор мембраны соизмеримы с размерами молекул растворителя и растворенного вещества, совершенно меняется механизм фильтрования. Можно выделить несколько последовательных стадий мембранного процесса: перенос компонентов исходного потока к поверхности мембраны; проникновение этих компонентов в мембрану; прохождение их через мембрану; выход компонентов из мембраны с противоположной стороны; распространение прошедших через мембрану компонентов в растворе справа от мембраны.

Поток веществ m через мембрану равен

$$m = k \Delta C,$$

где k – коэффициент проницаемости, характеризующий скорость процесса, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, ΔC – движущая сила процесса, $\text{кг}/\text{кг}$.

К важнейшим технологическим параметрам баромембранных процессов относятся скорость фильтрации, полнота разделения (селективность) и проницаемость компонентов.

Скоростью фильтрации называют объемный расход фильтрата, получаемого в единицу времени с 1 м^2 площади мембраны.

Разделяющую способность мембраны принято характеризовать селективностью R (%)

$$R = 100(C_1 - C_2) / C_1,$$

где C_1 и C_2 – концентрации задерживаемого вещества в исходном растворе и фильтрате.

Иногда R называют коэффициентом солезадержания.

Проницаемость G ($\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$) при данном давлении выражается соотношением

$$G = V / (F\tau),$$

где V – объем фильтрата, л; F – рабочая площадь поверхности мембраны, м^2 ; τ – продолжительность процесса, ч.

Разделение обратным осмосом и ультрафильтрацией происходит без фазовых превращений. Работа A_m (Дж) расходуется на создание давления в жидкости и продавливание ее через мембраны:

$$A_m = A_c + A_{np},$$

где A_c – работа на сжатие жидкости, Дж; A_{np} – работа на продавливание жидкости через мембрану, Дж.

Так как жидкость несжимаема, величиной A_c обычно пренебрегают. Работа на продавливание жидкости равна

$$A_{np} = \Delta p V,$$

где Δp – перепад давления на мембране; $\text{Н}/\text{м}^2$; V – объем продавливаемой жидкости м^3 .



Наука – большая наука – всегда двигала
и будет двигать техническую мысль.
КАНИЦА ПЕТР ЛЕОНИДОВИЧ (1894–1984),
физик, академик АН СССР

13.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Классификация мембранных модулей и аппаратов. Аппараты для обратного осмоса и ультрафильтрации бывают периодического и непрерывного действия.

По способу расположения мембран аппараты делятся на аппараты типа «фильтр-пресс» с плоскокамерными фильтрующими элементами, аппараты с цилиндрическими и рулонными элементами и аппараты с мембранами в виде полых волокон.

Перечисленные аппараты состоят из отдельных секций или модулей, что позволяет собирать аппараты с различной площадью поверхности разделения.

В зависимости от формы мембраны и типа ее укладки мембранные аппараты делят на четыре группы.

1. Аппараты, составленные из модулей типа «фильтр-пресс» с плоскопараллельными фильтрующими элементами (рис. 13.5). Модуль состоит из рам и опорных дренажных плит, через поры которых отводится фильтрат. Ширина канала, по которому движется исходная жидкость, зависит от толщины прокладки (рамки) и обычно составляет 0,8...1,0 мм. Модули устанавливают на общей раме, а разделяемая жидкость может последовательно перетекать из одного модуля в другой или подаваться в каждый модуль независимо. В пределах одного модуля жидкость движется по каналам параллельно.

Аппараты, составленные из модулей типа фильтр-пресс, просты по конструкции, удобны при монтаже и обслуживании. Недостатки аппаратов этого типа – низкая скорость движения жидкости в канале, необходимость ручной сборки и разборки, сравнительно небольшая удельная фильтрующая поверхность.

2. Аппараты с трубчатыми фильтрующими элементами. Изготавливают трубчатые элементы двух типов: мембрану 1 наносят на внутреннюю поверхность пористой несущей трубки 2 (рис. 13.6, а) или на внешнюю поверхность (рис. 13.6, б) и закрывают кожухом 3. Элементы с внутренней мембраной выгодно использовать в бескорпусных аппаратах, когда фильтрат свободно изливается через поверхность трубок и собирается в установленных внизу лотках. При движении исходного раствора по трубкам вдоль мембраны обеспечиваются наилучшие гидродинамические условия процесса.

К трубчатым фильтрующим элементам относятся также цилиндрические патроны, состоящие из цилиндрического пористого каркаса, покрытого мембраной. Патроны снабжены уплотнительными устройствами, позволяющими набирать из них трубы заданной длины.

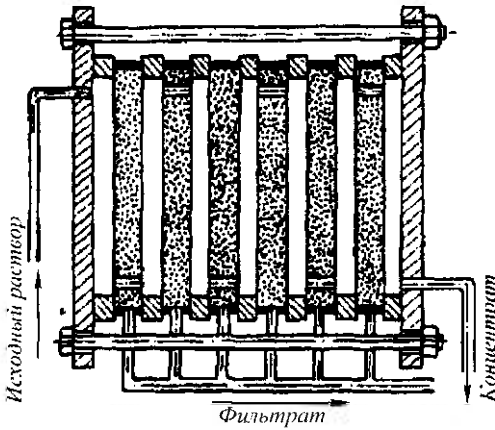


Рис. 13.5 Схема мембранного модуля типа фильтр-пресс

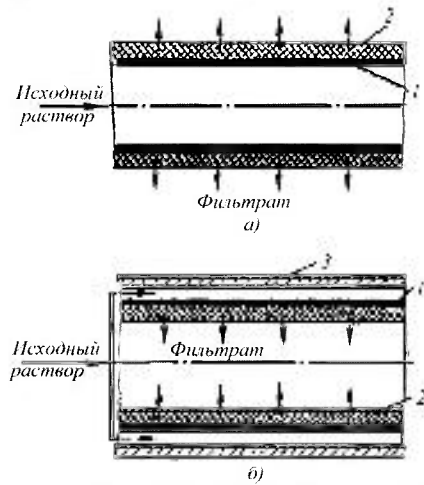


Рис. 13.6 Схема трубчатого фильтрующего элемента с мембраной:

а — на внутренней поверхности; б — на внешней поверхности

Трубчатые модули характеризуются сравнительно малой удельной поверхностью фильтрации.

3. Аппараты с рулонными или спиральными модулями. Спиральный модуль устройством напоминает спиральный теплообменник. Спираль модуля состоит из ленты упругого дренажного материала 3, с двух сторон покрытого ленточными мембранами 2. Поверх мембран уложена сетка 1 сепаратора. Такую многослойную ленту сворачивают в рулон (рис. 13.7) и помещают в цилиндрический корпус. Исходный раствор с торца рулона поступает сразу во все каналы спирали, проходит по ним и отводится в виде концентрата с противоположного торца. Фильтрат по дренажному слою перемещается от периферии к центру спирали и выводится из аппарата через центральную трубку.

Известны модули с вспомогательными трубками для отвода фильтрата, установленными в нескольких местах рулона, модули с торцовым отводом фильтрата и целая гамма конструкций, отличающихся способом укладки рулона.

Недостатки аппаратов этого типа — необходимость замены всего модуля при местном повреждении мембраны, а также сложность герметизации при высоком рабочем давлении.

Преимущества модулей рулонного типа — высокая плотность укладки мембран и малая металлоемкость. На преимущества этой конструкции указывает тот факт,

что уже сейчас в мире действуют установки с модулями этого типа для опреснения воды производительностью до 10000 м^3 в сутки.

4.* Модули с мембранами типа полых волокон. Эти модули конструктивно напоминают модули с трубчатыми мембранами. Крепление волокон в торцах модуля осуществляется заливкой концов

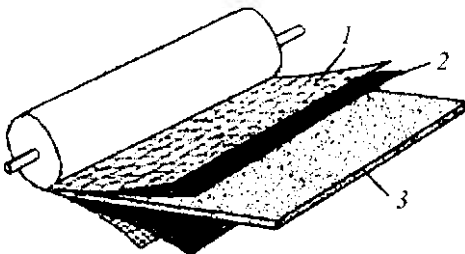


Рис. 13.7 Схема рулонного фильтрующего модуля

клеем на основе эпоксидных смол. Полые волокна, достаточно устойчивые по отношению к внешнему и внутреннему давлению, не нуждаются в поддерживающем каркасе, поэтому возможна их плотная укладка в виде прядей внутри модуля. Такие модули характеризуются наибольшей удельной поверхностью фильтрации. Недостатки модулей с фильтрующими волокнами – невозможность обеспечить перемещение раствора вне волокна, тем более внутри его, а также необходимость предварительной тщательной очистки раствора от посторонних частиц. Модули из полых волокон используют в основном в процессах обратного осмоса.

Мембранные аппараты имеют большую удельную площадь поверхности разделения, просты в сборке и монтаже, надежны в работе. Перепад давления в аппаратах небольшой.

Недостатком аппаратов для обратного осмоса является высокое рабочее давление, что приводит к необходимости использования специальных уплотнений трубопроводов и арматуры, рассчитанных на высокое давление.

Общая классификация центрифуг может быть дана в зависимости от основных характеристик машин (рис. 13.8). В первую очередь центрифуги классифицируются по фактору разделения. В зависимости от этой характеристики различают нормальные, у которых $\Phi_p < 3000$, и сверхцентрифуги, у которых $\Phi_p > 3000$. По осуществлению рабочего процесса центрифуги разделяются на непрерывно и периодически действующие.



Рис. 13.8 Классификация центрифуг сахарного производства

В сахарной промышленности применяют нормальные и фильтрующие центрифуги.

По способу удаления осадка из ротора различают центрифуги с ручной, гравитационной, ножевой, пульсирующей, шнековой и инерционной выгрузкой.

По характеру расположения вала, на котором закрепляется ротор, различают центрифуги с вертикальным и горизонтальным расположением вала. Центрифуги с вертикальным валом в зависимости от расположения опоры вала могут быть подвесные, когда опора расположена выше центра тяжести ротора, а ротор укреплен внизу вала, и центрифуги, ротор которых расположен на верхнем конце вала.

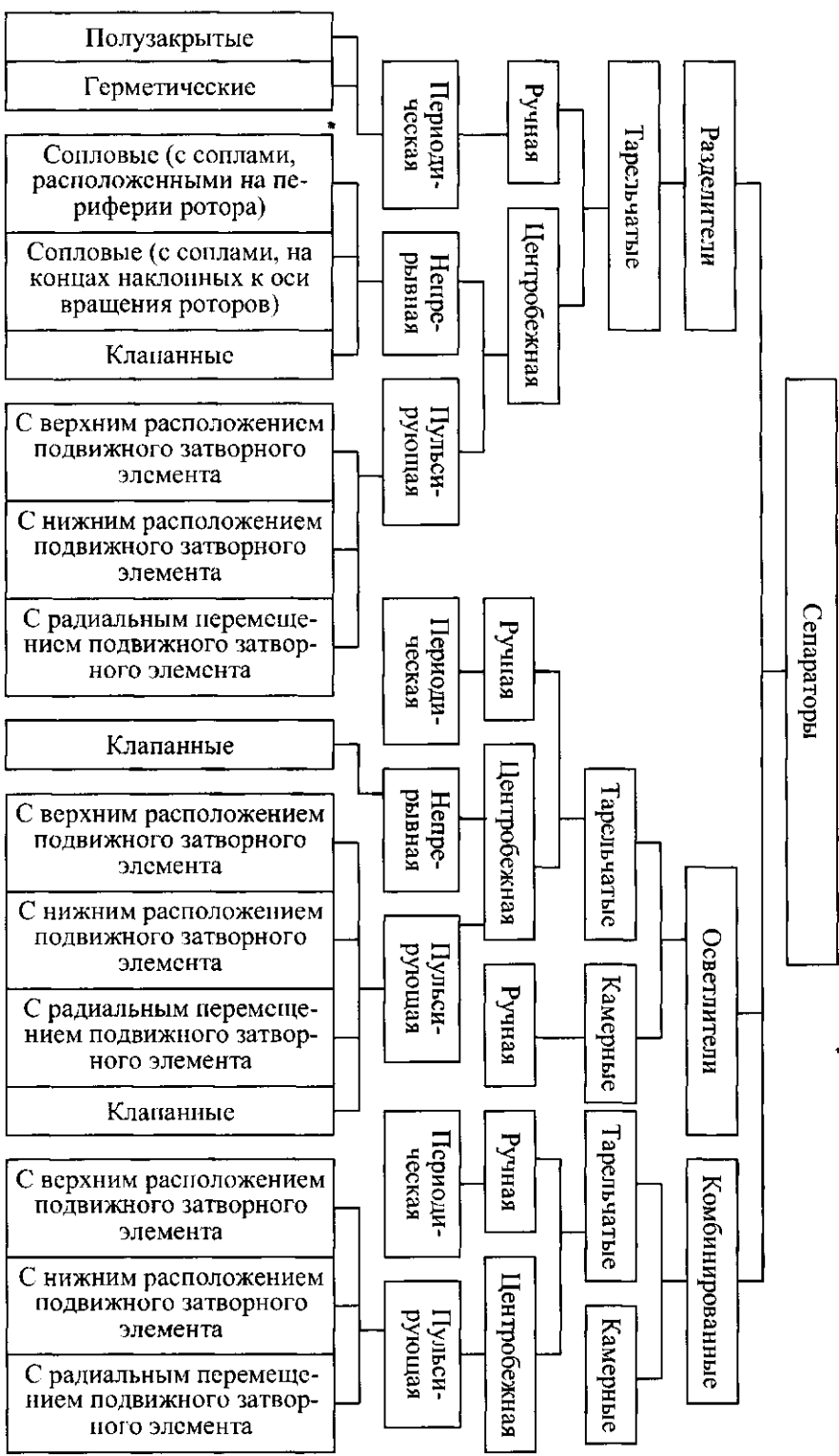


Рис. 13.9 Классификация сепараторов

Сепараторы могут быть классифицированы по следующим признакам (рис. 13.9): технологическое назначение сепараторов; тип сепараторов по конструкции барабана; способ выгрузки осадка (шлама); принцип и характер выгрузки осадка; конструкция устройства для выгрузки осадка; способ подвода исходной гетерогенной системы и отвода продуктов сепарирования; область применения (отрасль промышленности); вид привода сепаратора.

По технологическому назначению сепараторы делятся на три основных класса:

- сепараторы-разделители, применяемые для разделения смеси жидкостей, не растворимых одна в другой, и для концентрирования суспензий и эмульсий;
- сепараторы-осветлители, предназначенные для выделения твердых частиц из жидкости;
- комбинированные сепараторы, служащие для выполнения двух или более операций переработки жидкой смеси.

Комбинированные сепараторы называют универсальными, что подчеркивает их многостороннее назначение. К классу комбинированных относят сепараторы, в которых процесс разделения совмещается с каким-либо другим процессом. Так, известны сепараторы-экстракторы, сепараторы-реакторы.

К классу сепараторов-осветлителей можно отнести еще две группы: сепараторы, предназначенные для дальнейшего диспергирования (гомогенизации) дисперсной фазы эмульсий и их очистки от примесей (эти сепараторы получили название кларификаторы, иногда их относят к комбинированным), и сепараторы для удаления из жидкостной системы микроорганизмов, скапливаемых в шламовом пространстве вместе с другими механическими примесями.

Типы сепараторов по конструкции барабана разделяют на две группы: тарельчатые и камерные. Ротор тарельчатых сепараторов укомплектован пакетом конических вставок (тарелок), которые делят поток обрабатываемой жидкости на параллельные тонкие слои; ротор камерных сепараторов имеет реберную вставку (при одной камере) или комплект концентричных цилиндрических вставок, разделяющих его объем на кольцевые камеры, по которым обрабатываемая жидкость протекает последовательно.

Тарельчатые сепараторы независимо от отрасли их применения и назначения можно подразделить на два основных типа. Первый тип сепараторов имеет тарелки, обеспечивающие подачу жидкости в межтарелочные пространства через отверстия, имеющиеся в самих тарелках. Такие сепараторы очень часто называют сепараторами с центральной подачей жидкости на тарелки. К этому типу относятся и сепараторы, в которых жидкость на вершину тарелок поступает из прорезей в тарелкодержателях. Второй тип сепараторов характеризуется тем, что жидкость в межтарелочные пространства поступает с периферии и движется к центру барабана. Тарелки в этих сепараторах в большинстве своем отверстий не имеют.

По способу подвода исходной гетерогенной системы и отвода продуктов сепарирования различают сепараторы трех типов: открытые, полузакрытые и герметические.

В открытых сепараторах подача в ротор жидкой смеси и отвод полученных жидких фракций осуществляются открытым потоком. Процесс сепарирования не изолирован от доступа воздуха.

В полузакрытых сепараторах жидкость подается в ротор открытым или закрытым потоком, а отвод одной или обеих жидких фракций происходит под давлением по закрытым трубопроводам. Процесс сепарирования не изолирован от доступа воздуха.

Роторы полузакрытого типа отличаются от роторов открытого типа наличием устройства для вывода продуктов сепарирования под давлением.

В герметических сепараторах подача в ротор исходной жидкости и отвод жидких фракций происходят под давлением по закрытым трубопроводам, герметически соединенным с выпускными патрубками, процесс сепарирования в них изолирован от доступа воздуха. Роторы герметических сепараторов отличаются от роторов открытых и полузакрытых сепараторов конструкцией подводящих и отводящих устройств.

По виду привода сепараторы подразделяют на три группы: с ручным, комбинированным и электромеханическим приводом.

Фильтры классифицируются в зависимости от признака на следующие типы:

- по виду давления, создаваемого для движения фильтруемой среды, – на вакуум-фильтры и фильтр-прессы;
- по типу фильтрующих перегородок – на рамные, листовые, дисковые, патронные, трубчатые;
- по способу очистки – с ручной, механизированной и с регенеративной очисткой;
- по способу действия – периодического и непрерывного действия.

В пищевой промышленности прессы применяются для отделения жидкой фазы от твердой (например, предварительного или окончательного отжатия пищевого растительного сырья при производстве соков), для брикетирования, гранулирования и т. д.

По конструкции прессы могут быть шнековыми, ленточными, валковыми, поршневыми и т. д.



Знание есть сила, сила есть знание!
БЭКОН ФРЭНСИС (1561 1626),
английский философ

13.3 ОТСТОЙНИКИ, ЦЕНТРИФУГИ И СЕПАРАТОРЫ

Отстойники служат для разделения жидких неоднородных сред с разной плотностью их дисперсной и дисперсионной фаз.

В сахарной промышленности для разделения сока I сатурации используются отстойники типа Дорра, Пассоса, Чугунова, системы Гипросахара и др.

В отстойнике получается 75...80 % осветленного сока и 20... 25 % сгущенного осадка к массе нефилтрованного сока I сатурации. Осветленный сок поступает на контрольную фильтрацию, а сгущенная суспензия направляется на вакуум-фильтры.

Отстойники изготавливаются диаметром 4000...5500 мм и высотой 4000...6500 мм. Их производительность по переработке свеклы составляет 1000...2500 т/сут; общая вместимость – 95...150 м³.

Все отстойники имеют в принципе одинаковую конструкцию и различаются устройствами для подвода нефилтрованного сока I сатурации, отвода осветленного сока и удаления сгущенной суспензии.

Наиболее рациональным способом отвода сгущенной суспензии является отвод ее из каждой секции после сгущения до определенной плотности. Такой отвод позволяет избежать дополнительного перемешивания сгущенной суспензии при переее из одной секции отстойника в другую с соком I сатурации и улучшает процесс отстаивания.

В различных конструкциях отстойников отвод осветленного сока из секций осуществляется с помощью одного периферийного кольца или четырех концентрических колец, расположенных друг от друга на одинаковом расстоянии.

При непрерывном процессе отстаивания при постоянной производительности в каждой секции отстойника устанавливается постоянная поверхность раздела между осветленной жидкостью и сгущенной суспензией. Эта поверхность располагается по высоте секции, где общая скорость потока осветляемой суспензии допускает осаждение частиц твердой фазы. Осветленная жидкость, находящаяся над поверхностью раздела, непрерывно удаляется, а под эту поверхность подводится сок I сатурации. Сгущенная суспензия отводится также из-под этой поверхности. Основным фактором, влияющим на высоту и объем отстойника, является скорость потоков осветляемой суспензии, осветленной жидкости и сгущенной суспензии. Осаждение твердых частиц суспензии независимо от режима потоков возможно в тех случаях, когда вертикальная составляющая скорости вихрей не превышает скорости осаждения твердых частиц суспензии в спокойной среде.

Рассредоточенный отвод жидкости можно осуществить, например, при помощи кольцевых труб. При расположении отверстий на трубах для отвода осветленного сока необходимо живое сечение их принимать таковым, чтобы скорость входа сока в них была одинаковой и не превышала допустимой скорости.

Равномерный подвод неосветленной суспензии от трубовала отстойника к поверхности раздела проще всего осуществлять при помощи конструкции, которая несет скребки для удаления сгущенной суспензии, но при этом необходимо учитывать, что скорость ввода неосветленной суспензии должна быть ниже скорости осаждения твердых частиц суспензии.

Отстойник системы Чугунова (рис. 13.10) имеет общую площадь поверхности отстаивания $9,4 \text{ м}^2$ на 100 т переработки свеклы при высоте всех секций 800 мм.

Сок I сатурации поступает в подготовительную секцию 1, имеющую мешалку 5, где от него отделяется пена, затем при помощи специальной лопасти направляется в приемник 3. Далее сок через окна 4 поступает во внутреннюю часть трубовала 2, откуда через насадки 17 попадает в отдельные секции отстойника. Равномерное распределение сока по отдельным секциям достигается при помощи вставок 6. Отвод осветленного сока осуществляется через кольцевые трубы 7, расположенные по периферии в верхней части секций. Корпус 9 отстойника имеет воздушную оттяжку 10 и люки 15.

Сгущенная суспензия с днищ 14 отдельных секций лопастями 16 мешалок 11 направляется в сборники 13, в которых перемешивается лопатками 12. Отвод сгущенной суспензии осуществляется из каждой секции по трубам 8.

Чугунов И.Г. установил, что осветление сока и окончательное уплотнение суспензии можно осуществить в один прием в секциях небольшой высоты. Время пребывания сока в рабочих секциях такого отстойника было доведено до 80 мин.

Производительность отстойников зависит от площади осаждения и скорости осаждения твердых частиц суспензии. Средняя скорость осаждения осадка в таком отстойнике составляет $0,54 \text{ м/ч}$, а продолжительность пребывания сока – около $2,5 \text{ ч}$, что влечет за собой большое нарастание цветности.

Скорость опускания поверхности раздела осветленного сока и сгущенной суспензии при осаждении изменяется. Сначала скорость увеличивается, затем при достижении определенного максимума приобретает постоянную величину, по окончании массового осаждения скорость резко падает.

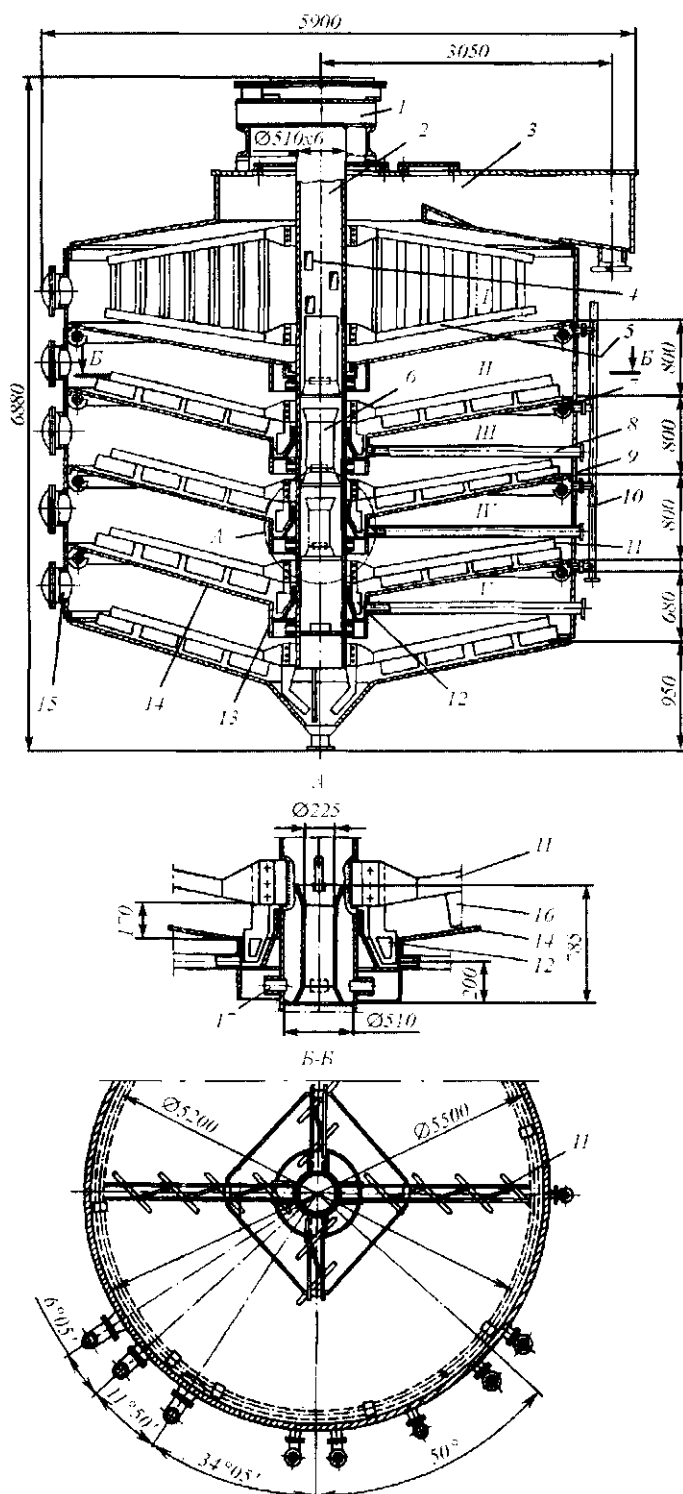


Рис. 13.10 Отстойник системы Чугунова

Одним из недостатков отстойников такого типа является неравномерная загрузка секций осадком. Это связано с двухступенчатым осаждением осадка: осадок уплотняется в рабочем ярусе, а затем сталкивается в нижележащий ярус для окончательного уплотнения. При движении в камеру окончательного уплотнения осадок проходит через слой движущегося сока и несколько теряет достигнутую ранее плотность.

Техническая характеристика отстойника системы Чугунова

Производительность, т/сут	1000
Площадь осаждения, м ²	95
Число ярусов, шт	5
Полезная вместимость, м ³	140
Габаритные размеры, мм	5900×5900×6880
Масса, кг	22 400

Гравитационный отстойник РЗ-ПОС-1,5 (рис. 13.11) представляет собой вертикальный цилиндрический корпус 22 диаметром 5,5 м с коническим днищем 2 и крышкой 15. Внутри корпуса установлены вертикальные перегородки 21, разделяющие отстойник на пять изолированных рабочих ярусов 20 высотой 800 мм и вместимостью 18 м³ каждый. Верхний шестой ярус 17 является подготовительным.

По вертикальной оси отстойника проходит трубовал 9, который вращается с помощью привода, состоящего из червячной пары 10, редуктора 11, передачи 12 и электродвигателя 13. К трубовалу приварены питатели 5, через которые нефильтрованный сатурированный сок поступает в каждый из пяти ярусов, а также сгребальные устройства 4, служащие для подачи осадка к центру – в грязевые камеры 1. Трубы 3 служат для отвода осадка из грязевых камер отстойника, а коллекторы 6 с отверстиями в нижней части – для отвода осветленного сока в наружные коллекторы 19. Отстойник снабжен люками 7 для осмотра и очистки, а также патрубками 18 – для входа сока, 23 – для выхода сгущенной суспензии и 27 – для выхода декантата. В верхнем ярусе отстойника расположен паровой барботер 16, представляющий собой кольцевую трубу с отверстиями для прохода пара и предназначенный для гашения образовавшейся пены. Короб 25 с патрубком 26 предназначен для отвода избытка пены.

Нефилтрованный сок через патрубок 18 и коллектор 24 поступает в верхний подготовительный ярус 17 отстойника. Этот ярус предназначен для отделения газа и воздуха, а также отделения и гашения пены. В верхней части подготовительного яруса вследствие установленной здесь переливной трубы образуется свободный объем для пены. Труба имеет гидравлический затвор, предотвращающий сброс через нее пены.

Отделенная пена лопастью 14 сбрасывается в пеноотводящий короб 25 и удаляется из отстойника через патрубок 26. Нефилтрованный сок из подготовительного яруса поступает через окна 8 внутрь трубовала 9 и, двигаясь вниз, распределяется по ярусам отстойника при помощи питателей 5, затем поступает в нижерасположенный ярус через отверстия в днище грязевой камеры верхнего яруса.

Находясь определенное время в ярусах отстойника, сок отстаивается. Декантат отбирается из верхней части каждого яруса при помощи коллекторов 6 и выводится из отстойника через патрубки 27. В свою очередь, к последним присоединяются стояки, по которым сок поступает в контрольный ящик, а из него – на дальнейшую переработку.

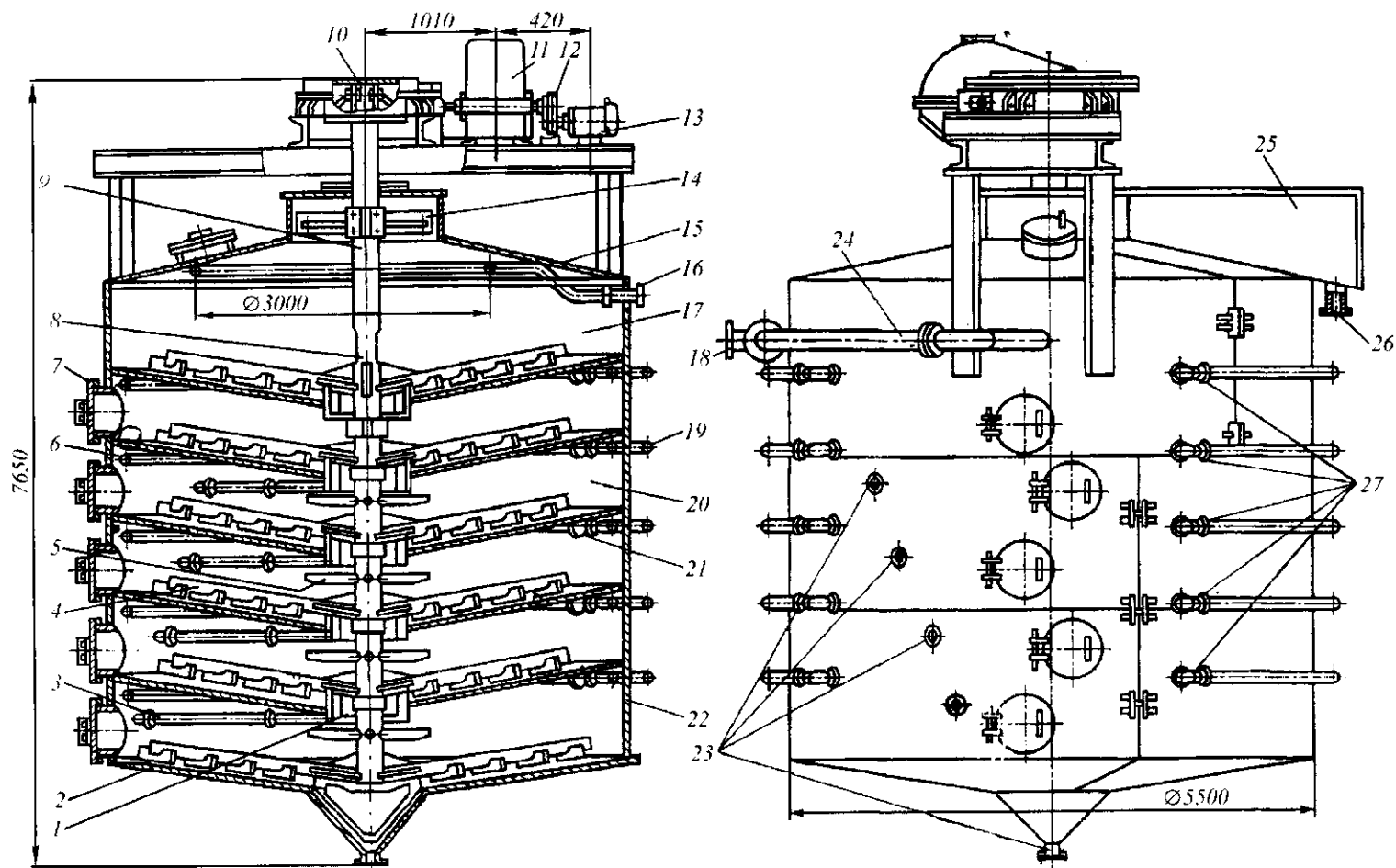


Рис. 13.11 Гравитационный отстойник РЗ-ПОС-1,5

Осевший на конические перегородки 21 осадок плотностью 1120...1200 кг/м³ сгребается устройствами 4 в грязевые камеры 1, из которых в виде сгущенной суспензии через трубы 3 и патрубки 23 отводится в контрольный ящик сгущенной суспензии, а оттуда – на вакуум-фильтры.

В отстойнике РЗ-ПОС-1,5 с целью более равномерного распределения осадка вал состоит из труб разного сечения: чем выше ярус, тем меньше сечение трубы, направляющей исходный сок из подготовительного яруса в рабочие. Такое устройство распределительного вала позволяет направлять сок из подготовительного яруса по всем рабочим ярусам с одной и той же концентрацией твердых частиц, что обеспечивает одинаковую скорость осаждения во всех ярусах отстойника, а следовательно, и равную производительность всех ярусов.

Осадок из нижних частей всех секций по отдельным трубам отводится в контрольный ящик сгущенной суспензии, а оттуда – на вакуум-фильтры. Таким образом, каждый рабочий ярус отстойника является одновременно и камерой осветления, и камерой уплотнения осадка. Загрузка секций в таком отстойнике одинакова. Благодаря меньшему времени пребывания сока (70...80 мин) и меньшему удельному объему этого отстойника нарастание цветности сока в нем меньше, чем в двухступенчатом отстойнике. Осветленный сок (декантат) в этом отстойнике при переработке кондиционной свеклы получается практически без мути, что позволяет исключить контрольное фильтрование. Для хорошей работы отстойников необходимо обеспечить равномерное поступление сока первой сатурации. При наличии нескольких отстойников сок между ними необходимо распределять равномерно. Изменением количества отбираемого осветленного сока регулируют его чистоту. Сгущенную суспензию необходимо отбирать равномерно.

К достоинствам отстойников относятся простота обслуживания и отсутствие необходимости в фильтровальной ткани.

Недостатки гравитационных отстойников: они громоздки и занимают много производственной площади; сок в них пребывает продолжительное время, что обуславливает повышение цветности сока; декантат при переработке порченной свеклы содержит много мути, трудно отфильтровывающейся на контрольных фильтрах.

Техническая характеристика гравитационного отстойника РЗ-ПОС-1,5

Производительность, т/сут.....	1500
Полная вместимость, м ³	130
Рабочая вместимость, м ³	107
Площадь осаждения, м ²	118
Число ярусов, шт.....	5
Установленная мощность, кВт.....	2,2
Частота вращения трубовала, с ⁻¹	0,001
Габаритные размеры, мм.....	7840×6620×5500
Масса, кг.....	22 300

Автоматическая центрифуга циклического действия ФПН-1251Л-02 (рис. 13.12) состоит из ротора 12, подвешенного на валу 6 в верхней опоре, пятискоростного асинхронного электродвигателя 3, механизма среза 2, устройства для промывки 1,

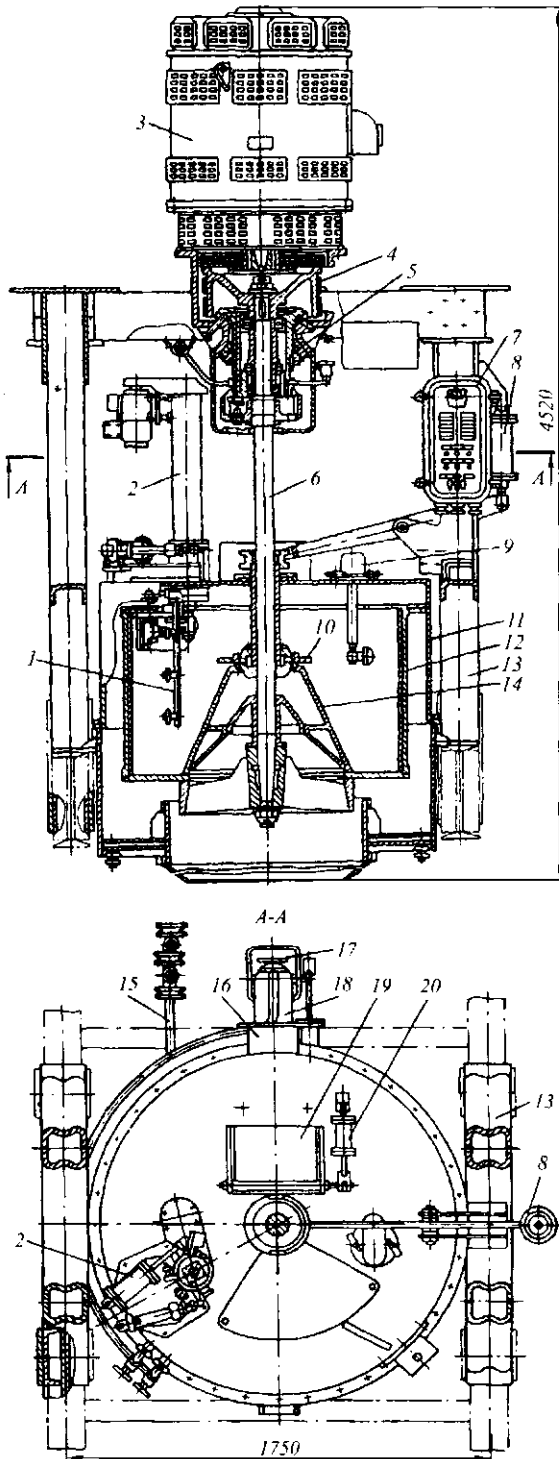


Рис. 13.12 Подвесная центрифуга

подвесной головки 5, пульта управления 7, распределительного диска 10, кожуха 11, станины 13, трубы для подвода воды 15, патрубка для отвода образовавшихся паров 16, трубы для подвода пара 17 и пневмоцилиндра заслонки лотка 20.

Работает центрифуга следующим образом. При достижении частоты вращения ротора 23 с^{-1} открывается шиберная заслонка утфелераспределителя и утфель по лотку 19 поступает в ротор центрифуги. После загрузки ротора до заданного объема датчик 9 загрузки утфеля даст команду на закрытие шиберной заслонки. Затем электродвигатель набирает максимальную частоту вращения 150 с^{-1} , при которой происходит фуговка утфеля, регулируемая реле времени.

По окончании фуговки включается электромагнитный клапан, и вода поступает в устройство для промывки сахара. Одновременно сегрегатор 18 переключается на отвод белой патоки.

После промывки и пропарки сахара происходит переключение электродвигателя на меньшую скорость, и центрифуга начинает тормозиться. При частоте вращения 5 с^{-1} включается механический тормоз 4 и электродвигатель выключается, а затем переключается на обратное вращение ротора.

При достижении ротором частоты вращения $7...10 \text{ с}^{-1}$ поднимается запорный конус 14 и к слою сахара пневмоцилиндром 8 подводится нож. По вертикали нож перемещается от электродвигателя. По окончании выгрузки механизм среза занимает

первоначальное положение, запорный конус опускается, сита промываются водой и начинается следующий цикл работы.

Техническая характеристика автоматической центрифуги ФПН-1251Л-02

Максимальная загрузка, кг.....	660
Внутренний диаметр ротора, мм.....	1250
Внутренняя высота ротора, мм.....	800
Максимальная вместимость ротора, м ³	445·10 ⁻³
Рабочая частота вращения, с ⁻¹	105; 157
Минимальный цикл работы, мин.....	3
Наибольший фактор разделения.....	1560
Габаритные размеры, мм.....	2250×2060×4800
Масса без электродвигателя, кг.....	3650

Сепаратор Г9-КОВ (рис. 13.13) предназначен для очистки плодовоовощных соков. Он относится к сепараторам тарельчатого типа в полузакрытом исполнении с периодической выгрузкой осадка.

Сепаратор Г9-КОВ состоит из литой чугунной станины 1, горизонтального вала 2, тахометра 3, гидроузла 4, приемника шлама 5, приемно-отводящего устройства 7, барабана 6, крышки 8 и подъемника. Внутри станины размещены горизонтальный вал 2, вертикальный вал 10 и тахометр 3. Станина имеет люк для осмотра зубчатой пары и закрывается крышкой, на которой монтируется тахометр для контроля числа оборотов горизонтального вала. Горизонтальный вал соединен с валом электродвигателя центробежной фрикционной муфтой. В его средней части имеются две шестерни. Одна нарезана на валу и входит в зацепление с шестерней вала тахометра. Вторая крепится с помощью шпонки и входит в зацепле-

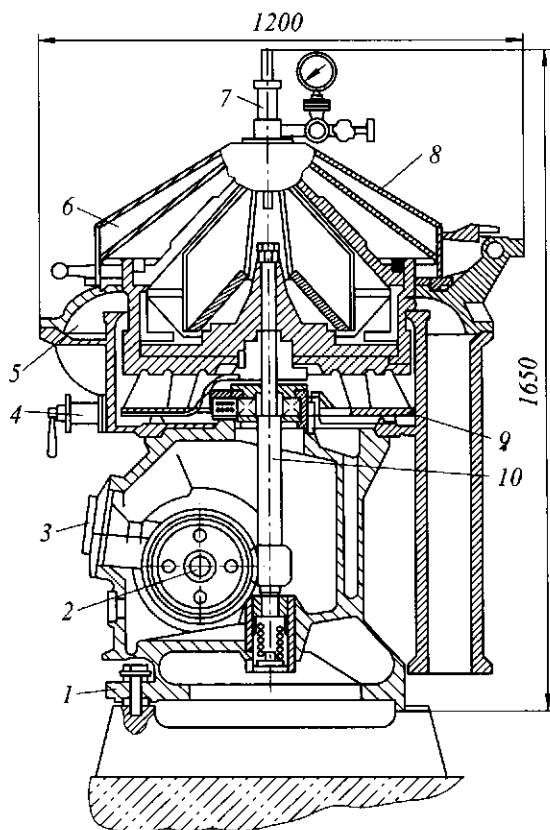


Рис. 13.13 Сепаратор Г9-КОВ для очистки плодовоовощных соков

ние с винтовой шестерней на вертикальном валу 10. На валу 10 крепится барабан 6, который является основным рабочим узлом сепаратора. В нем происходит очистка плодовоовощных соков от примесей под действием центробежных сил. Барабан сепаратора состоит из основания, крышки, тарелкодержателя с пакетом тарелок, большого затяжного кольца, крышки напорной камеры, малого затяжного кольца и клапанов слива и разгрузки.

Центробежная фрикционная муфта состоит из диска, размещенного на валу электродвигателя, и закрепленных шарнирно на диске колодок, опорные поверхности которых, откидываясь при вращении электродвигателя, прижимаются к внутренней поверхности бандажа и постепенно увлекают его за собой.

Вертикальный вал устанавливается в верхней и нижней опорах. Верхняя опора имеет шесть пружин, радиально расположенных вокруг подшипника, чем обеспечивается упругость, необходимая для осуществления плавного перехода через критическую частоту вращения и для компенсации дисбаланса. Под радиально-упорным подшипником нижней опоры находится винтовая пружина.

К станине крепится приемник шлама, имеющий сборники шлама и буферной воды. Приемник шлама 5 предназначен для отвода осадка, выбрасываемого из барабана 6, а также для размещения в ванне 9 слива межтарелочной жидкости и отвода буферной воды. В чаше приемника шлама расположен гидроузел, служащий для регулирования подачи буферной воды в соответствующую полость барабана 6, а на наружном фланце приемника находится подъемник, необходимый при монтаже тяжелых частей сепаратора. Для ускорения остановки сепаратора предусмотрен тормоз. В основании по окружности барабана равномерно размещены отверстия для выброса осадка из грязевого пространства барабана. При работе барабана эти отверстия перекрываются кольцевой кромкой поршня, плотно прижимающегося к уплотнительному кольцу под действием гидростатического давления жидкости под поршнем. Осветленный сок поступает через отверстия в верхней части крышки барабана в полость напорной камеры, а затем напорным диском выводится из сепаратора.

Техническая характеристика сепаратора приведена в табл. 13.1.

Сепаратор-кларификатор ВСМ (рис. 13.14) предназначен для тонкого осветления различных пищевых суспензий: соков, морсов, мелассы.

Сепаратор состоит из станины 5, приводного механизма, барабана 4, приемно-выводного устройства 2 и тахометра.

В верхней части станины 5 крепится барабан 4, на котором смонтированы тормозные устройства 3. Внутренняя часть станины является масляной ванной зубчатых передач приводного механизма.

Приводной механизм состоит из электродвигателя 1, упругой и фрикционно-центробежной муфт, горизонтального и вертикального валов.

Барабан является основным рабочим органом сепаратора, в котором под действием центробежной силы происходит осветление суспензии.

Приемно-выводное устройство служит для подачи сепарируемого продукта в барабан и отвода осветленной жидкости из барабана.

Сепаратор-кларификатор ВСМ работает следующим образом.

Для промывки, подогрева и проверки герметичности барабана в приемно-выводное устройство перед началом сепарирования через барабан пропускают воду, подогретую до температуры 40...60 °С. После этого по подводящему трубопроводу во вращающийся барабан подают продукт, подлежащий осветлению. Под действием

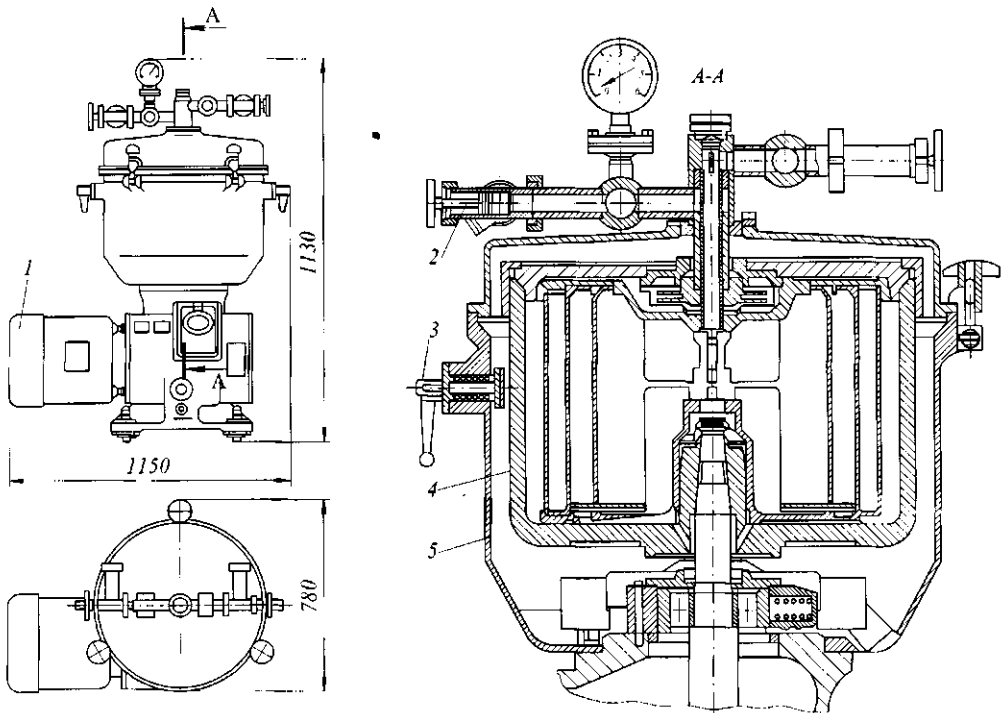


Рис. 13.14 Сепаратор-кларификатор ВСМ

центробежной силы взвешенные частицы отбрасываются к внутренним поверхностям вставок барабана и осаждаются на них.

Осветленная жидкость под давлением выводится из барабана по отводящему трубопроводу.

Техническая характеристика сепаратора приведена в табл. 13.1.

Сепаратор-сливкоотделитель ОСН-С (рис. 13.15) состоит из станины 17 с приводным механизмом, приемно-отводящего устройства 12, гидроузла, чаши станины с приемником осадка 7, глушителя, пробки спуска масла 1, указателя уровня масла 2, горизонтального вала 3, тахометра 4, пробки залива масла 5, трубки подвода воды в сепарирующее устройство 6, зажима 8, гайки 9, крышки 11, штуцера подвода воды 16, вертикального вала 18, а также из пульта управления.

Молоко подается по трубопроводу и центральной трубке 15 приемно-отводящего устройства во вращающееся сепарирующее устройство 10. В это время поршень сепарирующего устройства закрыт. В полости под поршнем находится вода. При работе сепаратора происходит незначительное ее вытекание из сепарирующего устройства и патрубка станины при подпитке. Для герметизации системы поршень поджимается к прокладке силой гидростатического давления. Молоко подается в сепарирующее устройство, проходит через отверстия в тарелкодержателе и вертикальные каналы пакета, распределяется в межтарелочных пространствах, разделяясь на сливки, оттесняемые к оси вращения, и обезжиренное молоко, оттесняемое к периферии сепарирующего устройства. Сливки и обезжиренное молоко выводятся через камеры напорных дисков 13 и 14.

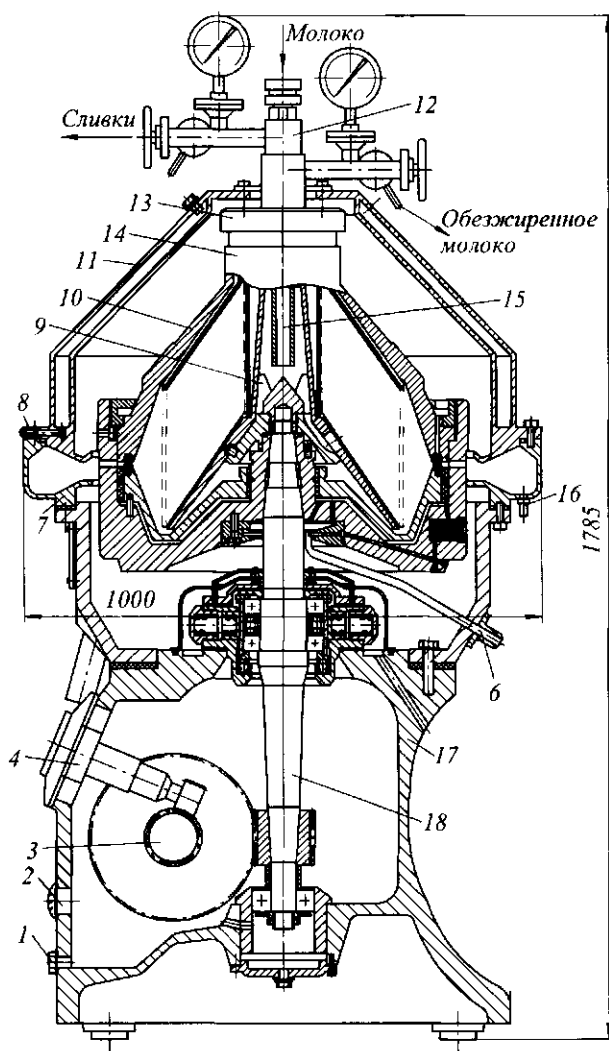


Рис. 13.15 Сепаратор ОСН с пульсирующей выгрузкой осадка

Твердые частицы и тяжелые примеси, выделяющиеся из молока, поступают в периферийный объем сепарирующего устройства, где происходит их накопление и уплотнение. Во избежание потерь молока применяют только частичную выгрузку осадка при открытии каналов.

Разгрузку сепараторов осуществляют в один или два этапа. При одноэтапной разгрузке осадок выгружается без перекрытия устройства для подачи исходного продукта. Однако во избежание потерь продукта в период раскрытия сепарирующего устройства выгружается не весь осадок, а лишь его часть. При двухэтапной разгрузке сначала перекрывается устройство для подачи исходного продукта и удаляется жидкость из межтарелочного пространства, а затем уже открываются щели для выгрузки, в результате чего осадок выбрасывается из сепарирующего устройства в приемник под действием центробежной силы.

Техническая характеристика сепаратора приведена в табл. 13.1.

Таблица 13.1 Техническая характеристика сепараторов

Показатель	Г9-КОВ	ВСМ	ОСН-С
Производительность, л/ч	8500	2000...2500	10000
Давление продукта на выходе, МПа	0,2	0,35...0,40	0,25
Частота вращения барабана, с ⁻¹	523,3	436,5	500
Температура сепарирования, К	283...298	283...288	35...40
Максимальный диаметр барабана, мм	600	640	616
Межтарелочный зазор, мм	0,5	0,3...0,4	0,50
Электродвигатель:			
мощность, кВт	13	10	15,0
частота вращения, с ⁻¹	157	157	157
Габаритные размеры, мм:			
длина	1500	1150	1390
ширина	1132	780	1000
высота	1650	1350	1785
Масса, кг:			
барабана	500	302	240
сепаратора	1800	905	1512

Инженерные расчеты. Согласно уравнению Стокса скорость осаждения шарообразных частиц $c_{ос}$ (м/с), находящихся в среде большого объема, равна

$$c_{ос} = d^2(\rho_1 - \rho_2)g / (18\mu),$$

где d – диаметр частиц, м; ρ_1, ρ_2 – плотность частиц и жидкости, кг/м³; μ – динамическая вязкость жидкости, Па·с; g – ускорение свободного падения, м/с².

Понижение вязкости раствора с повышением его температуры, уменьшение удельного веса сока и увеличение размера осажденных частиц являются факторами, положительно влияющими на процесс.

Производительность отстойников по свекле Π (т/сут) выражается формулой

$$\Pi = 864 \cdot 10^3 F c p / (Pz),$$

где F – общая площадь поверхности осаждения отстойников, м²; c – скорость осаждения, м/с; p – плотность фильтрованного сока I сатурации, кг/м³; P – количество фильтрованного сока I сатурации, % к массе свеклы; z – количество отбираемого из отстойника осветленного сока, % к общему количеству жидкой фазы сока I сатурации.

Производительность отстойника Π (м³/с) определяют по формуле

$$\Pi = V / t,$$

где V – вместимость рабочего пространства отстойника, м³; t – продолжительность процесса отстаивания, с.

Продолжительность отстаивания, с, в жироловках или разделителях непрерывного действия

$$\tau = V_o / \Pi,$$

где V_o – полезный объем жироловки или разделителя, м³; Π – производительность аппарата (центрифуги или отстойника), осуществляющего разделение, м³/с.

Производительность отцеживателя периодического действия для приема и хранения шквары $\Pi_{ш}$ (кг/с)

$$P_m = \alpha_0 V_p \rho / \tau,$$

где α_0 – коэффициент заполнения резервуара ($\alpha_0 = 0,80 \dots 0,85$); V_p – вместимость резервуара, м³; ρ – плотность жировой массы, кг/м³ ($\rho = 400 \dots 450$ кг/м³).

Производительность P_m (кг/с) центрифуг определяют таким образом:
автоматизированной циклического действия

$$P_m = 0,95\pi(d_1^2 - d_2^2)H\rho K / (4\tau_u),$$

где d_1, d_2 – внутренний диаметр ротора центрифуги и диаметр верхнего ограничительного кольца ротора, м; H – высота ротора, м; ρ – плотность продукта, кг/м³; K – коэффициент, учитывающий частоту вращения ротора и характер эксплуатации; τ_u – продолжительность цикла, с;

конической инерционной непрерывного действия

$$P_m = S m,$$

где S – площадь рабочей поверхности ротора, м²; m – нагрузка на единицу рабочей поверхности ротора в единицу времени, кг/(м²·с);

отстойной непрерывного действия

$$P_m = 2\pi r_c l v_o \rho_c,$$

где r_c – средний радиус схода суспензии в роторе, м; l – длина сливного участка, м; v_o – средняя скорость осаждения частиц твердой фазы, м/с; ρ_c – плотность поступающей суспензии, кг/м³.

Мощность электродвигателя привода центрифуги N_p (кВт) в период разгона ротора до набора максимальной частоты вращения определяют по формуле

$$\begin{aligned} N_p &= N_u + N_{np} + N_T + N_g = \\ &= \left[(m_u r_a^2 \omega^2 / 2000\tau) + (0,25m_c (r_d^2 + r_o^2) \omega^2 / 800\tau) \right] + \\ &+ \left[(\pi K_m d_o n (m_c + m_u) g / 1000) + (0,285 H d_o^4 n^3 / 1000) \right] / \eta. \end{aligned}$$

где N_u, N_{np}, N_T, N_g – мощности, потребные соответственно на разгон ротора, разгон продукта, на преодоление сил трения в подшипниках и на преодоление сил трения ротора о воздух, кВт; m_u – масса вращающихся частей центрифуги, кг; r_a – внутренний радиус барабана, м; ω – угловая скорость барабана, рад/с; τ – продолжительность разгона центрифуги, с; m_c – масса загружаемой суспензии, кг; r_o – радиус верхнего отверстия барабана, м; H – высота барабана, м; K_m – коэффициент трения ($K_m = 0,3$); d_o – диаметр шейки вала, м; n – частота вращения вала, с⁻¹; d_o – диаметр барабана, м; η – КПД привода ($\eta = 0,7 \dots 0,9$), g – ускорение свободного падения, м/с².

Мощность в рабочий период разделения суспензий N_c (кВт) после разгона ротора

$$N_c = N_T + N_g.$$

Производительность сепараторов для высокожирных сливок P_v (м³/с) определяют по следующим формулам

$$P_v = 0,2 P_m / \lg(J_n - J_k) / (J_m - J_k),$$

где P_m – производительность сепаратора по молоку, м³/с; J_m – максимально достижимая жирность сливок, % ($J_m = 90$ %); J_m, J_k – массовая доля жира в исходных и высокожирных сливках, %,

$$\text{или} \quad P_v = 16,55 \eta n^2 Z \operatorname{tg} \alpha (R_o^3 - R_m^3) [(\rho_n - \rho_{жс}) / \mu] d_{жс}^2,$$

где η – КПД сепаратора ($\eta = 0,5 \dots 0,7$); n – частота вращения ротора, с⁻¹; Z – количество тарелок; α – угол наклона образующей тарелки, град ($\alpha = 45 \dots 60^\circ$); R_o – большой радиус тарелки, м; R_m – меньший радиус тарелки, м; ρ_n – плотность дисперсионной среды (плазмы), кг/м³; $\rho_{жс}$ – плотность дисперсионной фазы (жира), кг/м³; μ – динамическая вязкость дисперсионной среды. Па·с; $d_{жс}$ – предельный диаметр жирового шарика, м;

сепаратора-молокоочистителя

$$P_v = 2\pi H R_o R_m (R_o - R_m) \omega^2 \Delta \rho \sin \alpha r^2 / (h + \delta) / \mu,$$

где H – высота тарелки, м; h – расстояние между тарелками по вертикали, м; δ – толщина тарелки, м; ω – угловая скорость вращения барабана, рад/с; $\Delta \rho$ – разность плотностей частицы и молока, кг/м³; r – радиус отделяемой частицы, м;

сепаратора с пульсирующей выгрузкой осадка

$$P_{vn} = P_v (1 - tn),$$

где t – время прерывания сепарирования для выгрузки осадка, с ($t = 60 \dots 120$ с); n – частота разгрузок, с⁻¹.

Объем осадка, удаляемого из сепарируемого устройства, V_{oc} (м³) находят по формуле

$$V_{oc} = \mu Z \delta \omega R \sqrt{1 - (r - R)},$$

где R – радиус барабана, м; r – радиус частиц загрязнения, м; δ – толщина тарелок, м.

Размер жировых шариков d (мм)

$$d = (m / 0,04) + 0,5,$$

где m – массовая доля жира в обезжиренном молоке, %.

Давление, создаваемое напорными дисками сепаратора P (Па):

$$P = (\rho / 50000) (R_o - R_k),$$

где ρ – плотность жидкости, выходящей из сепаратора, кг/м³; R_o – максимальный радиус диска, м; R_k – внутренний радиус кольца жидкости, м.

Время непрерывной работы сепаратора между разгрузками τ (ч)

$$\tau = 0,1V / Pa,$$

где a – объемная концентрация взвешенных частиц в сепарируемом продукте, %.

Критическая частота вращения вала $\omega_{кр}$ (с⁻¹), т. е. скорость, при которой происходит разрушение вала,

$$\omega_{кр} = [1 / (1 - c)] \sqrt{K / m_\sigma},$$

где K – сила, вызывающая прогиб вала на 1 м, Н/м, для сепаратора с жестко зацепленным (без амортизатора) верхним радиальным подшипником;

$$K = 3EI / c^2(c + l),$$

здесь E – модуль упругости материала вала, Н/м²; I – момент инерции сечения вертикального вала, м⁴; l – расстояние между верхним и нижним подшипником, м; c – расстояние от верхнего подшипника до центра тяжести, м;

$$I = 0,05d_a^4,$$

здесь d_a – диаметр вала, м.

Мощность электродвигателя привода сепаратора N (кВт) определяют по формуле

$$\begin{aligned} N &= N_p + N_{жс} + N_T = \\ &= \left[(mR_u^2 \omega^2 / 1000 \tau) + (K\Pi_u \omega^2 RP / 2000 g) \right] + \\ &+ 10^{-6} \omega^3 \left(132,6 / S_{общ} n \right) \sum_{i=1}^k (S_i R_i^4) \rho_a / g \left(\eta_a / \eta \right), \end{aligned}$$

где m – масса ротора (барабана), кг; R_u – радиус инерции ротора, м; ω – угловая скорость ротора, рад/с; τ – продолжительность разгона, с; K – коэффициент, учитывающий радиальную скорость струи ($K = 1,0 \dots 1,2$); R – расстояние от оси вращения до выходных отверстий, м; P – давление жидкости, Н/м²; $S_{общ}$ – общая поверхность трения ротора, м²; S_i – площадь поверхности трения i -го участка ротора, м²; R_i – средний радиус i -го участка поверхности, м; ρ_a – плотность воздуха, кг/м³; η_a – коэффициент запаса мощности в период разгона ($\eta_a = 1,5$); η – КПД привода ($\eta = 0,6 \dots 0,7$).



Всего более четыре предмета составили мне имя: периодический закон, исследование упругости газов, понимание растворов как ассоциаций, «Основы химии». Тут все мое богатство. Оно не отнято у кого-нибудь, а произведено мною, это мои дети, и ими, увы, дорожу сильно, столько же, как и детьми.
МЕНДЕЛЕЕВ ДМИТРИЙ ИВАНОВИЧ (1834–1907),
русский химик

13.4 ФИЛЬТРЫ И ФИЛЬТРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Основным рабочим органом любого фильтра является фильтрующая перегородка. Последняя может быть одинарной из различных тканей – бязи, бейтинга, лавсана, нейлона и специального капрона, керамических и металлических материалов – или состоять из двух слоев – один слой ткани и другой слой осадка из уплотненных взвешенных частиц. Уплотненный слой, или осадок, образующийся в большинстве случаев при фильтровании полидисперсных суспензий, частицы взвесей которых тиксотропны, является основным рабочим органом фильтра.

В процессе фильтрования толщина слоя осадка и его гидравлическое сопротивление увеличиваются. Исходя из этого, процесс фильтрования ведут двумя способами: при постоянном давлении фильтруемой среды, поступающей на процесс (при этом уменьшается скорость фильтрования); при постоянной скорости фильтрования и переменном возрастающем давлении.

Существуют различные конструкции фильтров, работающих периодически и непрерывно. В пищевой промышленности используются в основном фильтры периодического действия. Наиболее распространен в пищевой промышленности фильтр-пресс, который используется для окончательной очистки при производстве осветленных соков.

Фильтр-пресс (рис. 13.16) предназначен для окончательной очистки соков и состоит из станины 1, на которой смонтированы задняя упорная плита 5, передняя нажимная плита 9 и плиты 6, 8, установленные на два горизонтальных стержня 7.

Насос 2, нагнетающий суспензию в канал 4, приводится в движение электродвигателем 3. Нажимная плита 9 перемещается винтом 10 при помощи маховика 11. Уплотнение плит 8 производится винтом 10 с помощью рычага 12 или механическим приводом. Собранные в пакет плиты с размещенными между ними фильтрующими пластинами плотно сжимаются. При этом фильтрующие пластины делят зазор между двумя плитами на две части, что достигается благодаря ребристой поверхности плит. Поэтому различают четные и нечетные отсеки. Если исходная суспензия поступает в четный отсек, осветленный сок будет выходить из нечетного отсека.

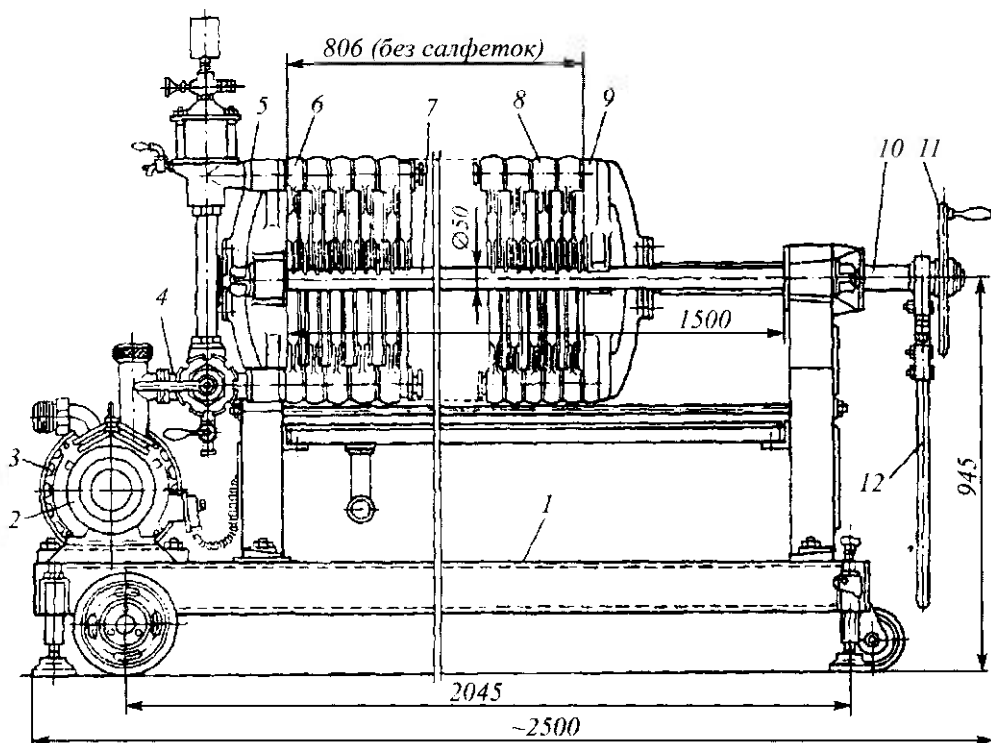


Рис. 13.16 Фильтр-пресс

Каждая плита имеет по два фасонных прилива с отверстиями. Эти приливы расположены в двух углах четных плит с одной стороны, в нечетных плитах – с противоположной стороны. Таким образом, при сборе плит в пакет создаются два канала в четных и два канала в нечетных плитах, соединенных с полостями, образуемыми каждой парой плит с разделяющей их фильтрующей пластиной.

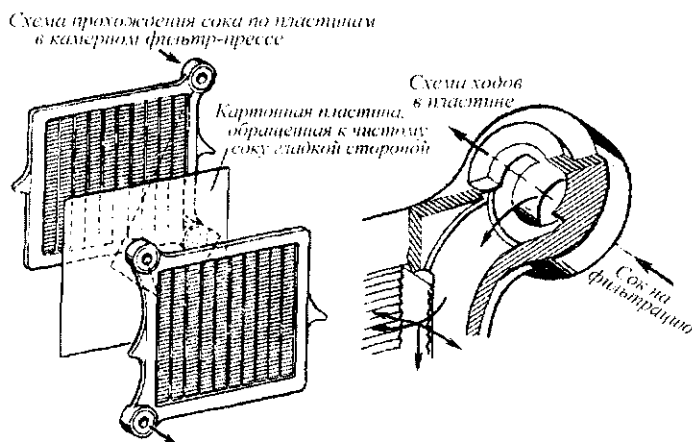


Рис. 13.17 Схема прохождения сока по пластинам в камерном фильтр-прессе

При работе фильтра фильтруемая суспензия нагнетается в каналы четных плит, затем через отверстия в них поступает в отсеки для исходной суспензии и под давлением проходит через фильтрующие пластины (рис. 13.17), при этом частицы взвесей задерживаются, а осветленный сок попадает в отсеки для конечного осветленного сока, затем по двум каналам нечетных пластин выходит из фильтра в сборник для осветленного сока.

Техническая характеристика фильтр-пресса

Производительность, дал/ч	950
Площадь фильтрующей поверхности, м ²	20,5
Максимальное давление фильтрования, МПа	0,95
Потребляемая мощность, кВт	5,5
Габаритные размеры, мм	2950×1090×1240
Масса, кг	1575

Патронные фильтры находят широкое применение для контрольной фильтрации сока I сатурации, фильтрации сока II сатурации, фильтрации сиропа с клерровкой и для отделения от рафинадных сиропов нерастворимых примесей.

Известны конструкции патронных фильтров с тканевой, проволочной опорной поверхностью фильтрующих элементов и фильтров с керамическими фильтрующими элементами. Последние оказались несовершенными в эксплуатации вследствие загрязнения пор фильтрующих элементов и частой сложной регенерации их при помощи кислотных растворов. К недостаткам керамических фильтров относится также хрупкость фильтрующих элементов, что требует тщательной сборки и разборки их. Наибольшее распространение в промышленности нашли патронные фильтры с проволочной опорной поверхностью фильтрующих элементов типа ПФ-10 и ПФ-20.

Принцип действия всех фильтров одинаков. Отличаются они друг от друга конструкцией фильтрующих элементов (патронов) и установкой их в корпусе фильтра. Все они являются фильтрами периодического действия, работающими под давлением, имеющими небольшое гидравлическое сопротивление и высокую скорость фильтрации, достигающую для соков до $1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ и для сиропов до $1,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Типовыми фильтрами для фильтрации продуктов свеклосахарного и рафинадного производств приняты фильтры с проволочной поверхностью фильтрации типа ПФ-10 и ПФ-20.

Патронный фильтр ПФ-20 (рис. 13.18) состоит из цилиндрического корпуса 9, конического днища 15, выпуклой крышки 4, на которой установлены рымболты 3, и плиты 7, в которой закрепляются патроны 10 прижимами 22. В нижней части патроны устанавливаются в отверстия решетки 12.

Плита устанавливается при помощи уплотнений между фланцами цилиндрического корпуса и выпуклой крышки и образует две камеры фильтра. В нижнюю камеру 8 при помощи коллектора 17, присоединенного к патрубку 14, подводится кизельгурная суспензия, фильтруемый продукт и промывная вода. Из камеры 6 через коллектор 21, присоединенный к патрубку 5, отводятся жидкая фаза кизельгурной суспензии, фильтрат и промой. Кроме того, для подвода воздуха в верхнюю камеру установлен вентиль 19, а в нижнюю – патрубок 2. Сброс воздуха из нижней камеры осуществляется через трубу 11. Для наблюдения за состоянием внутренней части нижней камеры установлены смотровые стекла 1. Удаление промытого осадка осуществляется через патрубок 16. Фильтр установлен на трубчатом каркасе 13. Для управления процессом фильтрации имеются задвижки с электродвигателями 18 и маховиками 20.

Полный цикл работы фильтров включает в себя следующие стадии: намыв кизельгура, возврат первых мутных порций фильтруемого продукта, фильтрация, вытеснение нефильтрованного продукта, промывка осадка и удаление осадка. В эксплуатации фильтры полностью автоматизированы.

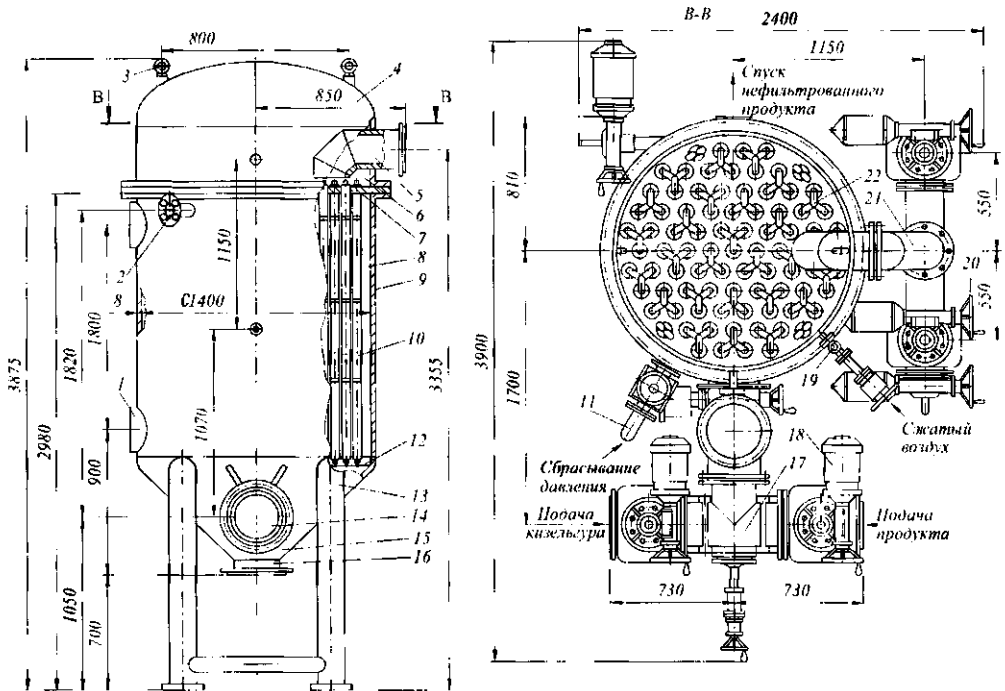


Рис. 13.18 Патронный фильтр ПФ-20

На сахарорафинадных заводах патронные фильтры используют для отделения осадка от растворов рафинадного производства.

Фильтрующий патрон ПФ-20 (рис. 13.19, а) состоит из трех фильтрующих элементов 4 и опорного патрубка 2, которые при помощи стяжки 3, шайбы 5, планки 1 и гаек 6 скрепляются жестко. Патроны в собранном состоянии устанавливаются в отверстия плиты 7 и зажимаются прижимом 9, который устанавливается на шпильке 8.

Для того чтобы патроны не отклонялись от вертикальной оси, нижняя часть стяжки каждого патрона устанавливается в отверстие проволочного каркаса, расположенного внизу цилиндрического корпуса фильтра.

Фильтрующий элемент патрона представлен на рис. 13.19, б. Каркас 1 элемента изготавливается из нержавеющей стали и состоит из нижней 2 и верхней 6 втулок, к которым приварены уголки 5. Для жесткости каркаса уголки приварены к кольцам 3, расположенным по высоте на расстоянии 40 мм друг от друга.

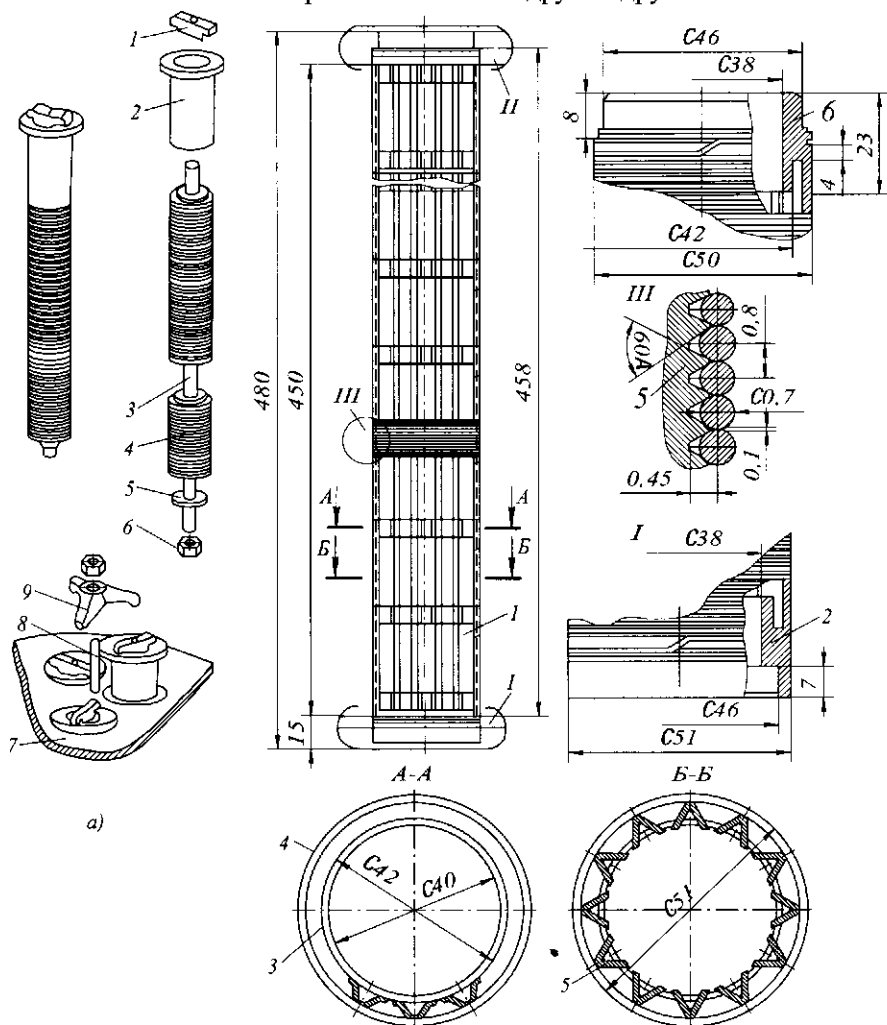


Рис. 13.19 Патрон с проволочной опорной поверхностью:
а — общий вид патрона; б — фильтрующий элемент

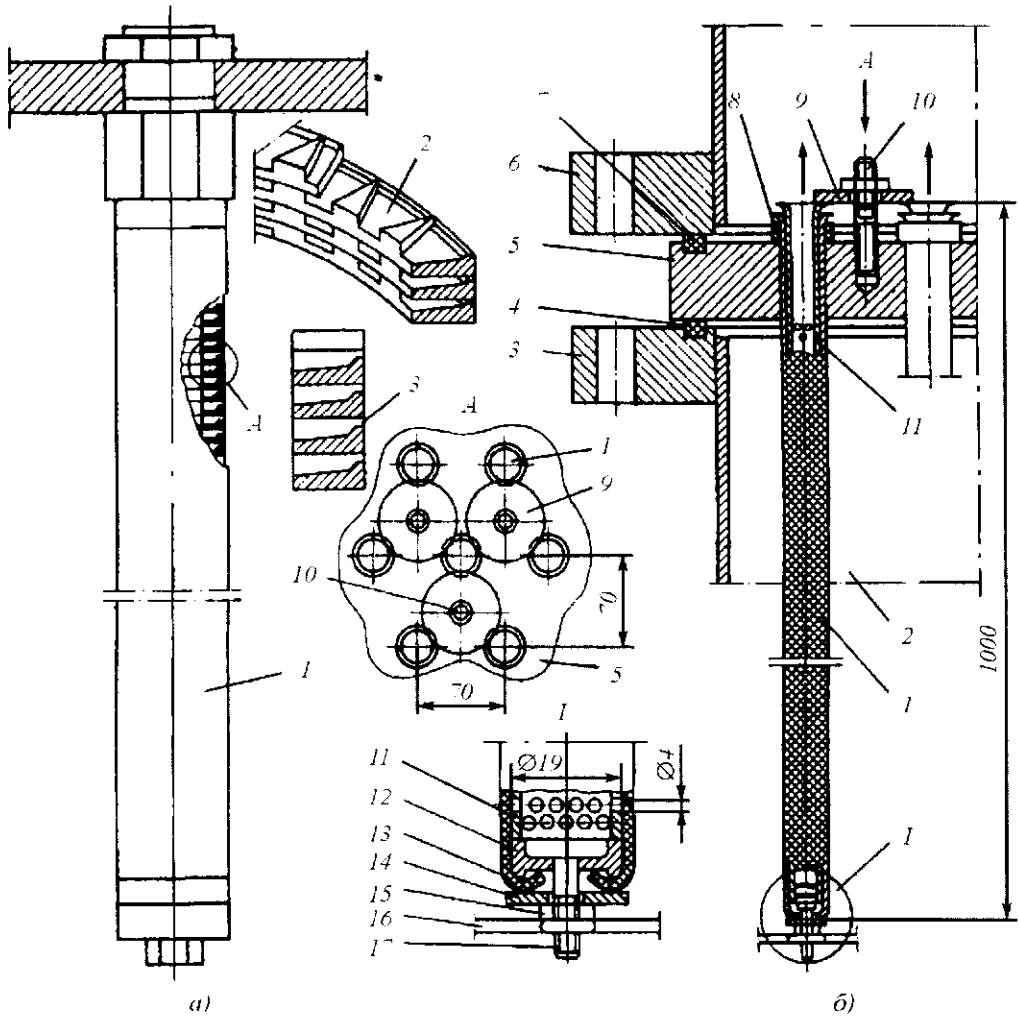


Рис. 13.20 Патроны фильтров:
а) изготовленный из отдельных пластин; б) с тканевой опорной поверхностью

Опорным слоем для кизельгура и осадка является проволочная 4 шелевидная поверхность каркаса элементов. Образуется она путем нарезания канавок на острых выступах уголков с шагом 0,8 мм и затем навивкой проволоки из нержавеющей стали диаметром 0,7 мм.

При вышеуказанных размерах шага резьбы и проволоки размер щелей равен 0,1 мм. Общая площадь поверхности фильтрации одного патрона составляет 0,241 м².

Патроны с проволочной опорной поверхностью просты по устройству, но имеют существенные недостатки. Так как щели, образованные смежными витками проволоки, вначале имеют расширение, а затем к центру проволок сужаются, то не исключена возможность застревания мелких частиц кизельгура и осадка в щелях. Это приводит к уменьшению живого сечения опорного слоя и скорости фильтрации.

Некоторые зарубежные фирмы выпускают фильтры, патроны которых набраны из отдельных штампованных пластин (рис. 13.20, *а*). При соединении пластин 2 получаются щели 3. Такие патроны называются саморегенерирующимися. Мелкие частицы осадка, попадая в суженную часть щели, имеющую наклонную стенку, уносятся фильтратом. Такие патроны работают лучше патронов с проволочной опорной поверхностью, но они сложны в изготовлении.

Патрон фильтра с тканевой опорной поверхностью изображен на рис. 13.20, *б*. Он представляет собой перфорированный корпус 11 из нержавеющей стали, к нижней части которого приварено доньшко 12 с хвостовиком 17, имеющим резьбу.

На корпус патрона надевается тканевый чулок 1, который снизу имеет загиб 13 и закрепляется при помощи шайбы 14 и гайки 15. Перед установкой патронов в отверстия плиты 5 на них надевают резиновые уплотняющие кольца 8. К плите патроны прижимаются шайбами 9, которые надеваются на шпильки 10. Каждая шайба прижимает три патрона.

Для сохранения параллельности и вертикальности труб хвостовики 17 патронов устанавливаются в отверстия решетки 16, изготовленной из нержавеющей проволоки. Решетка крепится к хвостовикам патронов при помощи дополнительных гаек.

Плита зажимается между фланцами 3 и 6 корпуса 2 фильтра и крышки при помощи болтов. Уплотнение между верхней и нижней частью фильтра создается прокладками 4 и 7. Фильтрованный сок направляется внутрь патрона и выходит из верхней его части.

Патронные фильтры устанавливаются на полу второго этажа вблизи стены с таким расчетом, чтобы крепление трубопроводов осуществлять на стене. Проходы между фильтрами и стеной должны быть не менее 1500 мм. Над батареей фильтров рекомендуется устанавливать монорельс с устройством для снятия крышек и плит с фильтрующими элементами.

Для монтажа и демонтажа фильтрующих элементов в плитах фильтров необходимо иметь специальные подставки высотой не менее 1800 мм.

Сборник нефильтрованного сока перед фильтрами необходимо снабдить поплавковым устройством для указания уровня сока в нем. На трубопроводе, подводящем сок в фильтр, установить расходомер, снабженный счетчиком. Корпус фильтра и трубопроводы должны быть изолированы.

После монтажа фильтров вся установка должна быть испытана гидравлическим давлением 0,4 МПа. В процессе фильтрации нельзя допускать соединения слоя осадка, образовавшегося на отдельных фильтрующих элементах, т. к. при промывке осадка обратным током жидкости из-за большого сопротивления могут разрушаться фильтрующие элементы.

Необходимо следить за давлением в коммуникациях, подводящих нефильтрованный продукт в фильтр, которое должно быть постоянным. В случае колебаний давления поступающего продукта слой осадка на фильтрующих элементах может давать трещины, что отрицательно сказывается на качестве фильтрата или осадок будет сползать с поверхности фильтрующих элементов.

При эксплуатации фильтров с керамической поверхностью фильтрации необходимо для разбавления кизельгура применять чистую воду, а также не допускать попадания масла на керамику. Загрязненная вода и масло закупоривают поры керамических элементов, и фильтр быстро выходит из строя.

Техническая характеристика патронных фильтров приведена в табл. 13.2.

Таблица 13.2 Техническая характеристика патронных фильтров

Показатель	ПФ-20	ПФ-10
Площадь поверхности фильтрации, м ²	20	10
Длина патрона, мм	1620	1620
Число патронов, шт.	85	44
Шаг трубок, мм	135	
Наружный диаметр патрона, мм	51	51
Внутренний диаметр корпуса фильтра, мм	1400	1100
Высота фильтра, мм	3875	3435
Пробное давление, МПа	0,6	0,6
Максимальное рабочее давление, МПа	0,4	0,4
Вместимость фильтра, м ³	4,0	2,35
Скорость фильтрации, мм/с:		
для сока I сатурации	0,42·10 ⁻³	0,42·10 ⁻³
для сока II сатурации	0,91·10 ⁻³	0,91·10 ⁻³
для сиропа	0,26·10 ⁻³	0,26·10 ⁻³
Масса, кг	2300	1350

В процессе эксплуатации часто могут быть следующие несоответствия: выходит мутный фильтрат или значительно повышается давление в фильтре. В первом случае чаще всего бывает повреждена поверхность фильтрации отдельных патронов. Необходимо остановить фильтр, снять верхнюю крышку и при помощи шланга подавать в патроны воду. Патроны, в которых вода проходит очень быстро, имеют поврежденную поверхность, их необходимо заменить.

Патронные фильтры имеют значительные недостатки: требуют постоянного давления в период нанесения вспомогательного фильтрующего слоя, применения сжатого воздуха для поддержания осадка в период спуска нефильтрованного сока перед промывкой осадка, подачи воздуха внутрь фильтрующих элементов при удалении осадка.

Дисковые фильтры типа ФД являются фильтрами периодического действия, в которых фильтрация производится под давлением. Поверхность фильтрации представляет собой диски, установленные на полом вращающемся валу. Промытый осадок удаляется гидравлическим способом. Применяются они для фильтрации сока I и II сатураций.

По сравнению с фильтр-прессами они имеют следующие преимущества: облегчают условия труда, сокращают затраты рабочей силы, уменьшают расход фильтровальной ткани и обеспечивают получение чистого фильтрата, не требующего контрольной фильтрации. В отечественной сахарной промышленности применяются дисковые фильтры типов ФД-80, ФД-100 и ФД-150.

Дисковый фильтр ФД-100 (рис. 13.21) состоит из следующих основных узлов: корпуса фильтра 24, трубовала 7, фильтрующих элементов, приемника сока 28, соплового устройства 23, лопастного вала 12 для удаления осадка, привода 11 трубовала и привода 18 лопастного вала, кронштейна конического 2, трубы отводной из контрольного элемента 4, трубки коллекторной 5, люков 6, днища 8, сальниковых уплотнений 9, червячной передачи 10, вырезов 13, стойки 14, рамы 16, штуцера 17, трубы центральной 19, элемента 20, желоба 21, зажима 22, сборника 25, опоры 26, трубки отводной 27, трубы вытяжной 29.

На корпусс фильтра в верхней части расположена труба 1 для рециркуляции нефильтрованного сока, на которой установлен предохранительный вентиль 15. По этой трубе подводится также сжатый воздух внутрь фильтра для вытеснения сока перед промывкой осадка. Цикл фильтрации на данном фильтре состоит из следующих операций: фильтрации сока через элементы дисков 3 с отложением осадка на поверхности элементов, обессахаривания осадка с получением промоя, удаления осадка из фильтра при помощи струй воды.

При использовании фильтра для фильтрации сока I сатурации применяются методическая промывка осадка и гидравлическое удаление его с поверхности фильтрующих элементов. На некоторых сахарных заводах дисковые фильтры применяются для фильтрации сока II сатурации. В этом случае правила обслуживания фильтров остаются такими же, но необходимо учесть следующее при их установке.

Работа фильтров ведется без промывки осадка, а последний после гидравлического смыва сопловыми устройствами при помощи фильтрованного сока I или II сатурации направляется на преддефекацию через насос рециркуляционного сока. Поэтому при установке фильтров необходимо предусмотреть коммуникации для подвода сока и отвода смывного осадка, а коммуникации аммиачной воды и сжатого воздуха к фильтрам не подводятся.

Фильтры типов ФД-80 и ФД-150 по конструкции сходны с фильтром ФД-100, но они не имеют сопловых аппаратов для снятия с дисков слоя осадка, а фильтр ФД-150 не имеет также и шнека для удаления осадка. Съём осадка с элементов диска этих фильтров производится обратным током фильтрованного сока.

Фильтрующий элемент (рис. 13.22) состоит из желобчатого каркаса 5, трехслойной сетки 4, являющейся опорным основанием для холста 11. В нижней части каркаса вварен штуцер 7, который устанавливается в конусном отверстии втулки 6 трубовала 9. Таким образом, внутренняя полость фильтрующего элемента 3 соединяется с коллекторной трубкой 10 для отвода фильтрата. Штуцер имеет уплотнение 8.

Элемент укрепляется на трубовале 9 при помощи радиально расположенных шпилек 1. Шпильки ввинчены одним концом в приваренные площадки к трубовалу, а другим концом соединены с дугообразными желобчатыми накладками 2, которые при помощи гаек прижимают элементы к валу. На элементы надевается фильтровальная ткань в один слой. В качестве ткани применяется бумажный холст типа бельтинг или тонкая капроновая ткань массой не менее 400 г/м^2 .

Из фильтровальной ткани заранее сшиваются мешки двойным швом по размерам рамки с учетом усадки ткани, но одна боковая сторона мешка оставляется незашитой.

Затем элемент вставляется в вывернутый мешок и боковая сторона его зашивается двойным швом, а выступающий штуцер плотно обшивается и обматывается тесьмой.

При монтаже фильтров необходимо соблюдать следующее:

- фильтрующие элементы на трубовале должны быть установлены перпендикулярно оси вала с одинаковыми промежутками между смежными дисками. Биение элементов в отдельных дисках не допускается более 3...4 мм;
- оси сопел сопловой трубы должны быть параллельны плоскости дисков и находиться на одинаковом расстоянии от поверхности смежных дисков;
- площадь сита в ловушке для воды, поступающей в сопла, должна быть не менее 1 м^2 , а отверстия в сите должны иметь диаметр 1,5...2,0 мм;
- для ручной смывки остатков осадка с фильтрующих элементов необходимо иметь брандспойт с насадкой диаметром 12 мм.

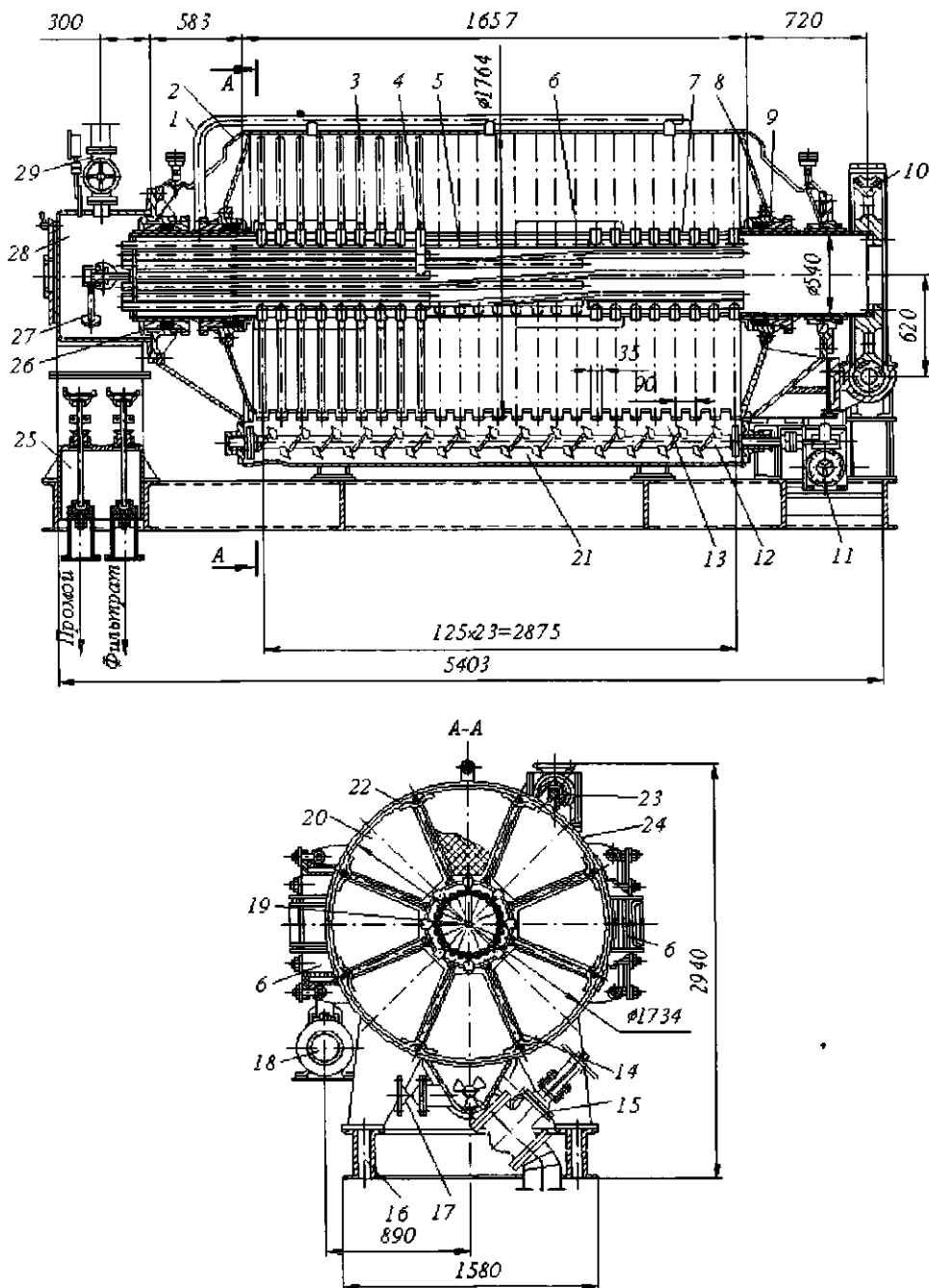


Рис. 13.21 Дискový фильтр ДФ-100

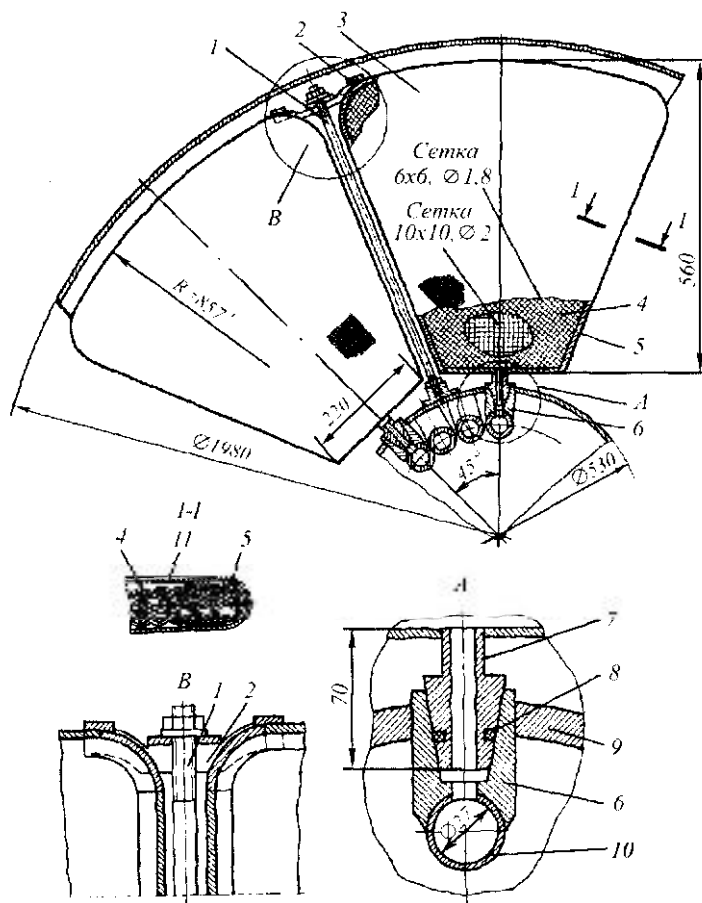


Рис. 13.22 Фильтрующий элемент

В период эксплуатации фильтров необходимо выполнять следующее:

- один раз в смену производить осмотр фильтра с открытием люков. При обнаружении части осадка после его удаления на отдельных дисках его необходимо смыть при помощи ручного брандспойта;

- проверить состояние форсунок сопловой трубы. Для этого необходимо повернуть сопловую трубу на 90° за рукоятку, открыть пробки на корпусе сопловой трубы и через лючки проверить состояние выходных отверстий сопел, в случае необходимости почистить их. Если проверка сопел производится при заполненном фильтре, перед проверкой необходимо снять давление с фильтра;

- если из отдельной коллекторной трубки выходит мутный сок, необходимо остановить фильтр, снять давление с фильтра и заглушить трубку. При очередной остановке фильтра на смыв осадка проверяют состояние элементов, подключенных к этой коллекторной трубке. При проверке на конец трубки, выходящий в приемник сока, надевают насадку со шлангом, конец которого присоединяют к водяной коммуникации с давлением не более 0,15 МПа. Осматривая эту секцию через люк корпуса фильтра, можно легко определить поврежденный фильтрующий элемент по величине выходящей струи воды из него;

– при длительных интервалах между смывом осадка очередных фильтров необходимо останавливать насос смывной воды и компрессор;

– периодически, по мере засорения фильтровальной ткани, ее необходимо регенерировать, используя для этого кислотную установку для выпарной станции.

Перед регенерацией внутренность фильтра следует тщательно промыть горячей водой, а элементы очистить щетками. После регенерации внутреннюю часть фильтра и ткань элементов промыть водой.

Техническая характеристика фильтров типа ФД приведена в табл. 13.3.

Таблица 13.3 Техническая характеристика фильтров типа ФД

Показатель	ФД-80	ФД-100	ФД-150
Производительность по свежке, т/сут	400	500	1650
Поверхность фильтрации, м ²	80	100	150
Частота вращения, об/мин:			
трубовала	0,50	0,55	0,55
лопастного вала	4,5	4,0	4,0
Масса, кг	7200	11400	8300

Вакуум-фильтры. Независимо от того, какое оборудование применяется для сгущения осадка сока I сатурации, от осадка отделяется жидкая фаза и осадок промывается. Так как суспензия, поступающая из сгустителей на вакуум-фильтры, имеет температуру около 85 °С, то остаточное давление на вакуум-фильтрах не должно превышать 0,045...0,048 МПа. Таким образом, перепад давления, при котором осуществляется фильтрация на вакуум-фильтрах, в 4...5 раз меньше, чем на фильтрах циклического действия. Поэтому толщина слоя осадка на барабанах фильтров допускается не более 10...12 мм, а для быстрого роста толщины слоя осадка на фильтрующей поверхности фильтра поступающая на фильтрацию суспензия должна содержать сухих веществ не менее 20 %.

Применяются вакуум-фильтры камерного типа и бескамерные.

На рис. 13.23, а показана принципиальная схема работы камерного вакуум-фильтра. В корпус фильтра 1 подается сгущенная суспензия сока I сатурации, в которую погружен вращающийся барабан 2. Поверхность барабана разделена на отдельные секции перегородками 3. Каждая секция трубками 5 соединена с подвижной головкой 6 фильтра. Головка имеет отверстия, количество которых соответствует количеству секций барабана. Секции покрываются опорной поверхностью, на которую накладывается холст. Холст натягивается и закрепляется проволокой из нержавеющей стали диаметром 2...3 мм при помощи специальных приспособлений.

Сверху над барабаном вакуум-фильтра расположены форсунки 7 для промывки осадка 4. Для удаления осадка из барабана вакуум-фильтра установлен нож 8. В корпусе фильтра имеется мешалка 9 для взбалтывания осадка.

Для отвода фильтрованного сока, промоя и подвода сжатого воздуха, для отдувки осадка от холста к подвижной головке прижимается неподвижная головка.

На рис. 13.23, б представлена принципиальная схема бескамерного вакуум-фильтра. По конструкции он значительно проще камерного фильтра, так как барабан его не имеет отдельных камер, отсутствуют также распределительные головки.

Перфорированный барабан 3 фильтра закрыт боковыми крышками, и поверхность его при помощи резинового уплотнения 19 делится на две зоны: зону 5, находящуюся под разрежением, и зону 7, в которой действует давление. В зоне разреже-

полая ось делится на секции. В некоторых конструкциях фильтров для этой цели в полой оси устанавливаются специальные трубы. По верхней секции полой оси отводится промой, который собирается в сборнике 6. Левая секция соединена с вакуум-ресивером, через нижнюю секцию отводится отфильтрованный сок. Через правую секцию полой оси подводится воздух для отдувки осадка и пар или жидкость для регенерации ткани.

Барабан обтягивается фильтровальной тканью, которая закрепляется проволокой 20. Вращение барабана осуществляется от привода через шестерню, прикрепленную к передней крышке барабана. Поверхность барабана фильтра погружена в суспензию на 50...60 %.

Осадок промывается при помощи форсунок 4, отдувается воздухом, поступающим через щель 9, и удаляется ножом 11, имеющим цапфу 21 для осуществления установки. Через щель 10 производится регенерация ткани паром или жидкостью.

Резиновые уплотнения прижимаются к внутренней поверхности барабана при помощи полых резиновых подушек 17, в которые подводится вода по гибким шлангам 18. Давление воды должно составлять 0,5...0,6 МПа.

Так как резиновые уплотнения все время прижимаются к внутренней поверхности барабана и работают на истирание, то барабан внутри должен быть гладким. Практика эксплуатации вакуум-фильтров данного типа показывает, что уплотнения быстро изнашиваются. Применение ротационных уплотняющих устройств из синтетических материалов, видимо, может устранить этот недостаток.

Камерный вакуум-фильтр БШУ-40-3-10 (рис. 13.24) состоит из следующих узлов: привода барабана фильтра I, распределительных головок II и VI, барабана III, промывного устройства VII, мешалки для взмучивания осадка IV и привода мешалки V. Кроме того, в его состав входят электродвигатель 1, вариатор 2, редуктор 3, патрубок 4 для сжатого воздуха, левая 5 и правая 16 распределительные головки, подшипник 6, шестерня 7, передняя крышка 8, подводящие трубы 9, барабан 10, коллекторные трубы 11, патрубок 12, форсунка 13, трубы 14 для промывки осадка, штанга 15, штуцер 17 для отвода фильтрата, редуктор 18, штанги 19 и 24, спускные штуцера 20 и 22, мешалка 21, корпус 23, штуцера 25, 26, 37 для отвода промоя, устройство 27 для крепления ножа, устройство 28 для намотки проволоки на барабан, кран 29, фильтр 30, кожух 31, распределитель 32, горизонтальные трубы 33 и 35, радиальные трубы 34 и 36, штуцер 38 для подвода суспензии, электродвигатель 39 и редуктор 40.

Барабан 10 фильтра вращается в корпусе 23, куда по штуцеру 38 непрерывно поступает сгущенный осадок. Невращающиеся части распределительных головок 5 и 16 прижаты к торцовым поверхностям вращающихся цапф и при работе фильтра последовательно соединяют секции барабана с соответствующими окнами в неподвижной части распределительных головок.

Когда секция барабана погружена в суспензию, происходит фильтрация за счет разрежения, создаваемого конденсатором в правой распределительной головке 16. Жидкая фаза суспензии отводится при этом через штуцер 17, а на поверхности ткани этой ячейки отлагается слой осадка. Так как при увеличении толщины слоя осадка сопротивление фильтрации растет, то для сохранения производительности фильтра к секции через угол поворота барабана 36° подключается распределительная головка 5 с более высоким разрежением. При этом фильтрат отводится через штуцер 25, а на поверхности ткани этой секции толщина слоя осадка возрастает.

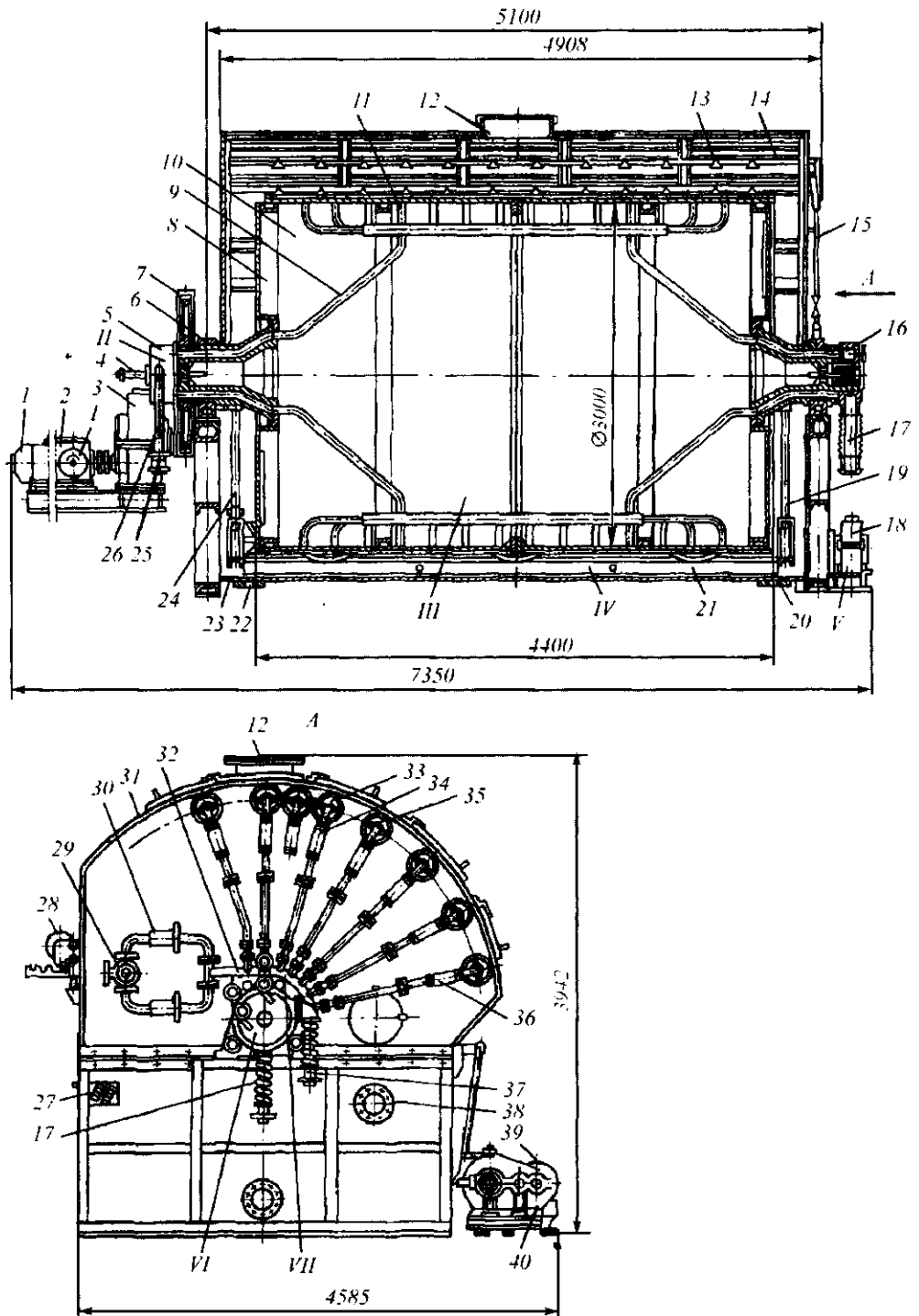


Рис. 13.24 Вакуум-фильтр БШУ-40-3-10

Процесс фильтрации в каждой секции барабана происходит до тех пор, пока она находится в зоне фильтрации. Размеры зон фильтрации регламентируются размерами окон в шайбах неподвижных головок (рис. 13.25). Шайба имеет окна 1, 2, 3 и 4. Фильтр имеет следующие размеры зон в дуговых градусах:

	Средний	Максимальный
I зона фильтрации при повышенном разрежении.....	109	120
II промежуточная.....	2	—
III зона первой просушки и промывки при пониженном разрежении.....	87	102
IV промежуточная.....	2° 30'	
V зона промывки при повышенном разрежении.....	15	30
VI промежуточная зона.....	2° 30'	—
VII зона второй просушки и промывки при пониженном разрежении.....	83	98
VIII промежуточная зона.....	4	—
IX зона отдувки.....	42	57
X промежуточная зона.....	13	—

Далее секция барабана проходит промежуточную зону II, входит в зону III первой просушки и промывки при пониженном разрежении, при этом более концентрированный раствор отводится через штуцер 37 правой распределительной головки 16. В зоне V происходит промывка слоя осадка при повышенном разрежении, создаваемом вакуум-насосом через левую распределительную головку. Концентрированный промой отводится через штуцер 25 этой головки (см. рис. 13.24).

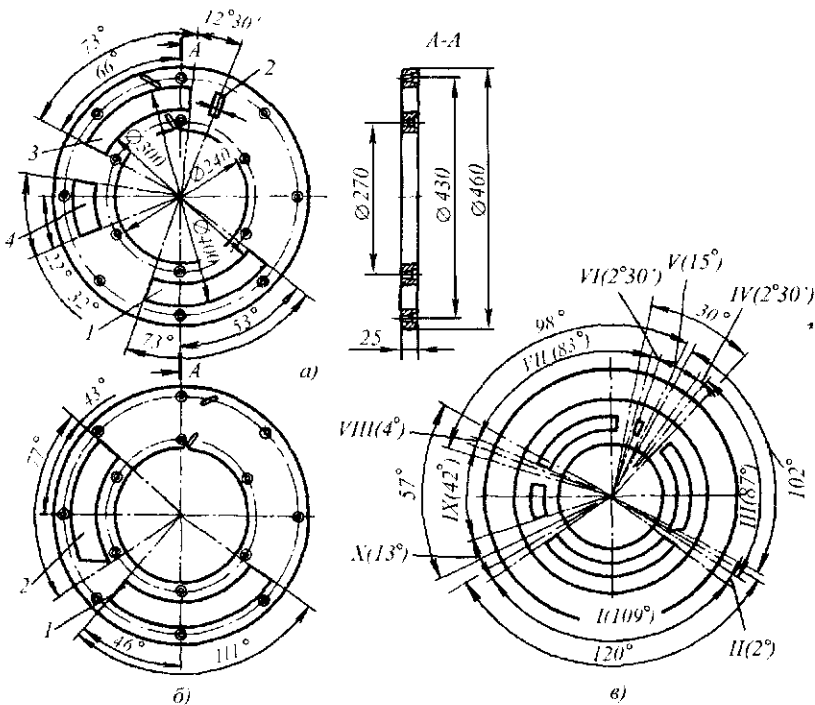


Рис. 13.25 Шайбы неподвижных головок вакуум-фильтра БШУ-40-3-10:

а - левой головки; б - правой головки; в - схема деления секций барабана фильтра на зоны при совмещении шайб

После V зоны секции барабана вакуум-фильтра соединяются с зоной VII второй просушки и промывки осадка с уменьшенным разрежением. Полученный промой удаляется через штуцер 26 левой распределительной головки. Зона VII отделяется от зоны отдувки осадка IX промежуточной зоной VIII. Отдувка осуществляется сжатым воздухом с избыточным давлением 0,02 МПа, поступающим по патрубку 4 левой головки.

В этой же зоне осадок снимается с ткани ножом. После прохождения секциями барабана промежуточной зоны X процесс повторяется.

В зонах III, V и VII осадок промывается аммиачной водой, поступающей через кран 29, фильтры 30, распределитель 32, радиальные 36 и горизонтальные 35 трубы в форсунки 13. Через трубы радиальную 34 и горизонтальную 33 в форсунки поступает раствор соляной кислоты для регенерации ткани.

Избыток поступающей в корпус фильтра суспензии удаляется через сливную коробку, а окончательный спуск осуществляется через штуцера 20 и 22.

Барабан фильтра своими цапфами установлен в подшипниках 6 и приводится во вращательное движение с частотой 0,118...2,14 об/мин от трехступенчатого электродвигателя 1 максимальной мощности 2,8 кВт через вариатор 2 и редуктор 3.

Мешалка 21 совершает 20 двойных качаний в минуту и приводится в движение от электродвигателя через редуктор 18 и штанги 19 и 24.

Барабан фильтра представляет собой горизонтальный сварной цилиндр, состоящий из двух частей, соединенных при помощи фланцев. На наружной поверхности барабана 1 (рис. 13.26) приварены планки 3, разделяющие всю поверхность барабана по длине на 24 секции. На планках установлена перфорированная опорная

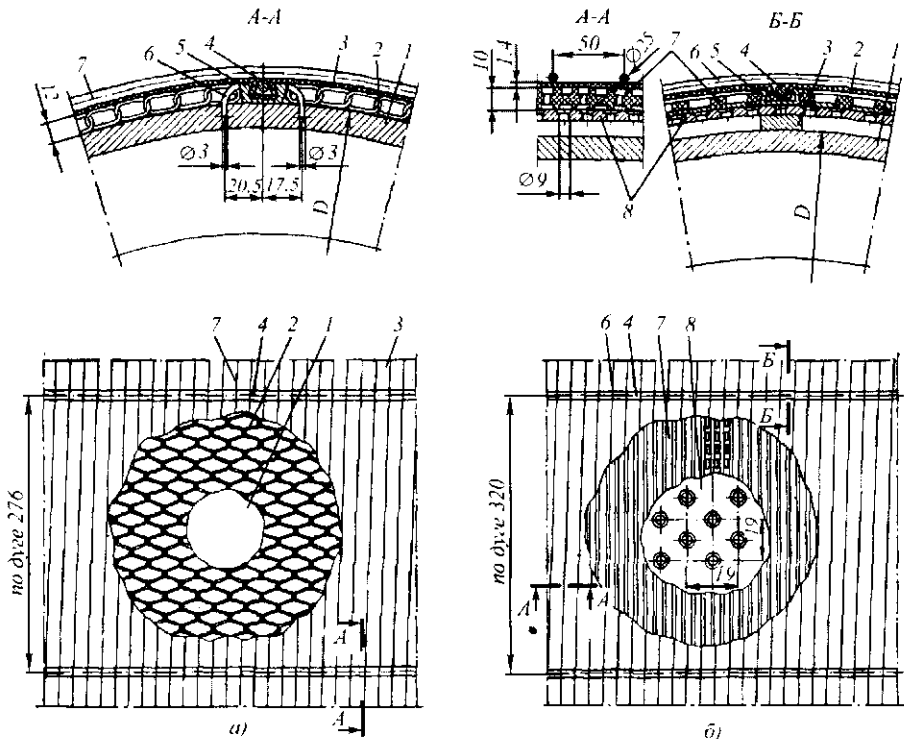


Рис. 13.26 Барабаны вакуум-фильтров:

а — с опорной сетчатой поверхностью; б — с опорной поверхностью в виде резиновых ковриков

поверхность 8 (рис. 13.26, б), через отверстия которой фильтрат проходит в секции. Фильтрация суспензии осуществляется через ткань 2, которая укладывается на опорную поверхность – резиновые коврики 7. Перфорированная опорная поверхность 8 (сетка) крепится на барабане с помощью штифтов 6. Жгут 4 укладывается в пазы 5 планок.

В фильтрах типа «Эймко», выпускаемых французской фирмой «Фив Лилль-Кай», вместо перфорированной поверхности барабанов применяются плетеные проволочные сетки 2. На рис. 13.26, а показан способ закрепления на барабане стальной сетки при помощи штифтов 6, укладка пенькового жгута, закрепление холста 3 проволокой 7.

Жгут укладывается в канавки планок, приваренных на наружной поверхности барабана. Планки образуют отдельные секции барабана. Ткань закрепляется при помощи нержавеющей проволоки.

Резиновые коврики имеют преимущества по сравнению со стальными сетками. Они легко снимаются в случае их регенерации и увеличивают срок службы ткани, т. к. не окисляют ее.

Из каждой секции фильтров коллекторными трубками фильтрат отводится к распределительным головкам. Секции в верхней части разобщены между собой при помощи резиновых шнуров 4, вставленных в пазы планок 5.

Левая распределительная головка вакуум-фильтра БШУ-40-3-10 (рис. 13.27) состоит из подвижной 4 и неподвижной 9 частей со съёмными шайбами.

Она включает также гнезда 1 и 2, штуцер 3 для подвода сжатого воздуха, шайбы 5 и 6, винт 7, ось 8, стакан 10, смотровое стекло 11, опору 12, окно 13, шланги 15, 16 и 18. Шайбы прикрепляются к цапфе барабана, т.е. к подвижной части и неподвижному корпусу головки, винтами 7. Неподвижная шайба имеет окна, количество которых соответствует количеству окон в неподвижном корпусе головки.

Неподвижная часть головки прижимается к подвижной шайбе с помощью пружины 17, насаженной на ось 8. Ось пружины крепится в стакане 10, прикрепленном к цапфе подвижной части головки. Большие полости головки имеют отвод 19, к которому хомутиком 20 крепится рукав 18. Сжатый воздух в головку подается через штуцер 3. Разрежение в определенных зонах фильтра контролируется вакуумметрами, присоединенными к гнездам 1 и 2. Для установки неподвижной головки в определенном положении по отношению к правой головке имеется проушина 14.

Техническая характеристика вакуум-фильтров БШУ-40-3-10

Производительность по свекле, т/сут.....	800...1000
Поверхность фильтрации, м ²	40
Диаметр барабана, мм	3000
Длина барабана, мм	4400
Частота вращения барабана, с ⁻¹	0,0026...0,0260
Температура суспензии при фильтрации, К	273...368
Угол погружения барабана в суспензию, град	109...120
Величина вакуума в зоне фильтрования, МПа	0,08
Давление при продувке, МПа	0,2
Установленная мощность, кВт	7,0
Габаритные размеры, мм	7350×4585×3942
Масса, кг	21 415

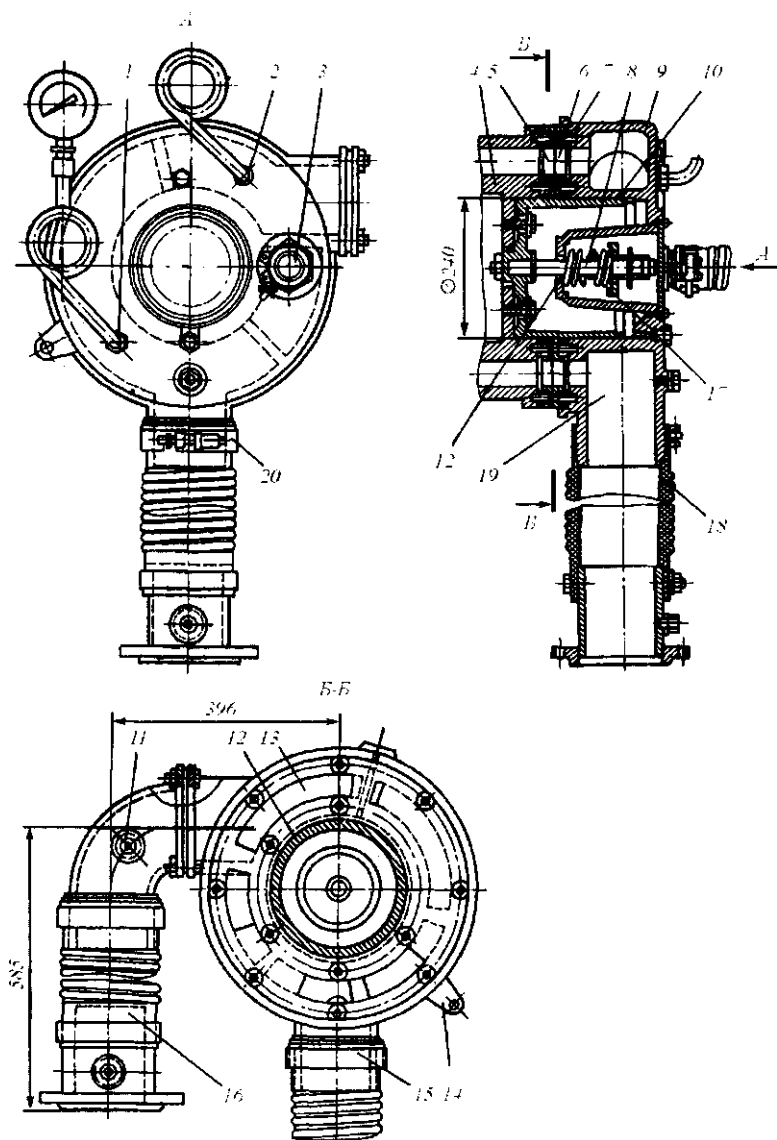


Рис. 13.27 Левая распределительная головка вакуум-фильтра БШУ-40-3-10

Сравнивая конструкции распределительных головок различных типов фильтров, необходимо отметить значительные преимущества распределительных головок фильтра БШУ-40-3-10: они позволяют изменять режим работы фильтра. Неподвижные диски, расположенные в правой и левой распределительных головках, различаются между собой (см. рис. 13.25). Так как в каждой секции фильтра имеются по две коллекторные трубки и одна из трубок направлена к правой распределительной головке, а другая – к левой, это позволяет в фильтрах данной конструкции увеличить зону промывки осадка, что обеспечивает более глубокую промывку его при небольших расходах воды, и отобрать часть малоconцентрированного раствора для

приготовления известкового молока. Эти вопросы имеют актуальное значение для нормальной работы фильтров.

Фильтр оснащен самоочищающейся ловушкой для отделения окалины от промывной воды, которая подается к форсункам по трубам из нержавеющей стали. При регенерации ткани раствор соляной кислоты поступает в пластмассовые форсунки. Все трущиеся части фильтра смазываются централизованно. Уровень суспензии в корпусе фильтра и сока в ресиверах поддерживается автоматически.

Инженерные расчеты. Производительность фильтр-пресса зависит от скорости фильтрации, которая определяется режимом фильтрации, характером фильтрующей перегородки и физико-химическими свойствами осадка.

Производительность Π ($\text{м}^3/\text{с}$) фильтров и фильтр-прессов определяют по формуле

$$\Pi = qF / (\tau_{\phi} + \tau_{np} + \tau_p),$$

где q – нагрузка на фильтрующую поверхность, $\text{м}^3/\text{м}^2$; F – площадь фильтрующей поверхности, м^2 ; τ_{np} , τ_{ϕ} , τ_p – соответственно продолжительность фильтрации, промывки осадка, разгрузки и подготовки фильтр-пресса к следующему циклу, с.

При выборе насоса, подающего исходный продукт в фильтр-пресс, необходимо учитывать сопротивление перегородки, которая рассчитывается по формуле

$$R = 1,5R_0\mu,$$

где R_0 – коэффициент сопротивления (для металлического сита густого плетения $R_0 = (0,7 \dots 1,2) \cdot 10^{10}$; для тканой перегородки $R_0 = (0,6 \dots 3) \cdot 10^{10}$; μ – динамическая вязкость фильтрующего продукта, Па·с.

Продолжительность фильтрации зависит от содержания осадка в фильтруемой суспензии, количества профильтрованного сока, объема камеры фильтр-пресса.

Продолжительность фильтрации τ_{ϕ} (с)

$$\tau_{\phi} = M_{\phi} \delta \rho_{oc} / 2M_{oc} v_o \rho_c,$$

где M_{ϕ} – масса отфильтрованного сока к окончанию цикла работы фильтр-пресса, кг; M_{oc} – масса влажного осадка, образующегося за один цикл работы фильтр-пресса, кг; δ – толщина фильтрующей рамы, м; ρ_{oc} , ρ_c – соответственно плотность отфильтрованного сока и влажного осадка, $\text{кг}/\text{м}^3$; v_o – объемная скорость фильтрации сока ($v_o = (3,5 \dots 8,3) 10^{-5} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$).

Давление жидкости в гидроцилиндре, необходимое для гидравлического зажима фильтр-пресса P (Па), определяют по формуле

$$P = (P_{\phi} F_{\phi} + P_{yml} F_{cm}) / (\Pi D^2 / 4) k f D h,$$

где P_{ϕ} – давление фильтрации, Па; F_{ϕ} – площадь фильтрующей поверхности зажимной плиты, м^2 ; P_{yml} – минимальное давление на площадь контакта, необходимое для обеспечения герметичности стыка ($P_{yml} \geq 3P_{\phi}$), Па; F_{cm} – площадь контакта рам и плит, м^2 ; D – диаметр плунжера гидроцилиндра, м; h – ширина уплотнения, м; f – коэффициент трения плунжера в уплотнениях ($f = 0,20$ – при набивочном уплотнении; $f = 0,7 \dots 0,10$ – при манжетном уплотнении); k – коэффициент, зависящий от конструкции уплотнения ($k = 0,15$ – при набивочном уплотнении, $k = 0,4 \dots 0,7$ – при манжетном уплотнении).

Удельная производительность ($\text{м}^3/\text{м}^2$) по осветленной фракции на 1 м^2 фильтрующей перегородки определяют по формулам:

для фильтров, работающих при постоянной разности давлений и переменной скорости фильтрования

$$d = (1/kV) \left(\sqrt{(2kVP\tau/\mu) + R^2} - R \right),$$

для фильтров, работающих при постоянной скорости фильтрования и непрерывно увеличивающейся разности давлений

$$d = (1/2kV) \left(\sqrt{(4kVP\tau/\mu) + R^2} - R \right),$$

где k – удельное сопротивление осадка, м^2 ; V – объем влажного осадка в 1 м^3 фильтрата, м^3 ; P – разность давлений по обе стороны фильтрующей перегородки, Па; τ – продолжительность фильтрования, с; μ – динамическая вязкость суспензии, Па·с; R – сопротивление фильтрующей перегородки, м^{-1} .

Производительность патронных фильтров, соответствующая производительности завода по свекле Π (т/сут), определяется по формуле

$$\Pi = 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot F_{\text{ср}} / (10P),$$

где F – площадь поверхности фильтрации фильтров, м^2 ; c – скорость фильтрации продукта, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; P – количество фильтрованного сока или сиропа, % к массе переработанной свеклы (принимается из продуктового расчета); ρ – плотность продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Требуемая площадь фильтрации патронных фильтров F (м^2), соответствующая производительности завода, определяется из формулы

$$F = 10\Pi P / (24 \cdot 60 \cdot 60 c_{\text{ср}}).$$

Количество фильтров определяется из выражения

$$m = (F / F_1) + 1,$$

где F_1 – площадь фильтрации одного фильтра, м^2 .

Производительность дисковых фильтров, соответствующая производительности завода по свекле Π (т/сут), определяется по формуле

$$\Pi = 24 \cdot 60 \cdot 60 F_{\text{ср}} \tau_1 / [24 \cdot 60 P (\tau_1 + \tau_2)],$$

Поверхность фильтрации фильтров F (м^2), исходя из производительности завода, будет

$$F = 10\Pi P (\tau_1 + \tau_2) / (24 \cdot 60 \cdot 60 c_{\text{ср}} \tau_1),$$

где P – количество фильтрованного сока без учета промоя, % к массе свеклы; τ_1 – активное время фильтрации сока за один цикл без учета получения промоя, с; τ_2 – время вспомогательных работ за один цикл, с; c – средняя скорость фильтрации сока, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; ρ – плотность сока, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Активное время фильтрации τ_1 (с) определяется по формуле

$$\tau_1 = \delta \rho_{oc} P / (2c \rho P_{oc}),$$

где δ – толщина осадка на элементах, м; ρ , ρ_{oc} – соответственно плотность сока и осадка, кг/м³; P , P_{oc} – соответственно количество фильтрованного сока и осадка, % к массе свеклы; c – средняя скорость фильтрации сока, м³/(м²·с).

Производительность вакуум-фильтров по свекле Π (т/сут) определяется по уравнению

$$\Pi = 864 \cdot 10^3 FKc\rho / [P_c(100 - \mu_c)],$$

где F – общая площадь поверхности фильтрации вакуум-фильтров, м²; K – коэффициент использования поверхности фильтрации, выражающий отношение угла зоны фильтрации к 360° (для фильтров малого погружения принимается равным 0,3, для фильтров глубокого погружения – 0,5); c – скорость фильтрации, м³/(м²·с); ρ – плотность фильтрованного сока, кг/м³; P_c – количество жидкой части нефильтрованного сока I сатурации, % к массе свеклы (определяется из продуктового расчета по формуле $P_c = P - 4(C_0 + C_1)$); μ_c – количество сока, отфильтрованного на дисковых сгустителях или осветленного в отстойниках, % к общему количеству жидкой части нефильтрованного сока I сатурации, по нормативам принимают 80 %

Количество сока, отфильтрованного в вакуум-фильтрах $P_{эф}$ (в % к массе свеклы)

$$P_{эф} = P_c(100 - \mu_c) / 100.$$

Необходимая площадь фильтрации вакуум-фильтров F (м²)

$$F = \Pi P_c (100 - \mu_c) / (864 \cdot 10^3 K c \rho).$$

Мощность привода вакуум-фильтра должна быть достаточной для преодоления моментов сопротивлению, возникающих вследствие неуравновешенности осадка на барабане фильтра (M_1), среза осадка ножом (M_2), сопротивления от трения плоскости неподвижной головки о поверхность диска износа (M_3) и трения вала фильтра в подшипниках (M_4).

Необходимая мощность электродвигателя N (кВт) определяется по формуле

$$N = \left(\sum M_i \right) n / (974 \eta),$$

где $\sum M_i$ – суммарный момент сопротивления, Н·м; n – частота вращения барабана, мин⁻¹; η – КПД привода.

Сумма моментов сопротивлений

$$\sum M_i = M_1 + M_2 + M_3 + M_4.$$

Момент сопротивления от неуравновешенности осадка M_1 (Н·м), если считать, что осадком не покрыта 1/4 поверхности барабана, определяется по формуле

$$M_1 = G_1 r \sin(\alpha / 2),$$

где G_1 – масса неуравновешенного осадка, Н ($G_1 = \pi D \delta / \gamma$); r – расстояние от центра тяжести неуравновешенной части осадка до оси барабана, м ($r = D / 2$); α – угол сектора неуравновешенной части осадка на барабане.

$$M_1 = 1,57D^2\delta l\rho \sin \alpha / 2,$$

где D , l – диаметр и длина барабана фильтра, м; δ – толщина слоя осадка, м; ρ – плотность осадка, Н/м³.

Момент сопротивления при срезе осадка M_2 (Н·м) определяется по формуле

$$M_2 = 0,5fq\delta D,$$

где f – коэффициент трения ($f = 0,2 \dots 0,3$); q – удельное сопротивление среза осадка Н/м², ($q = 700 \dots 3000$ Н/м²).

Момент сопротивления от трения M_3 (Н·м) прилегающих плоскостей распределительной головки определяется по формуле

$$M_3 = zf_1P_oF r'_m,$$

где z – число распределительных головок вакуум-фильтра; f_1 – коэффициент трения между плоскостями неподвижной и подвижной частей распределительной головки; P_o – сила прижатия головки к торцу вала, Н/м²; F – площадь трения торца вала, м²; r'_m – радиус трения торца вала, м.

Момент сопротивления от трения в подшипниках вала фильтра M_4 (Н·м) определяется по формуле

$$M_4 = f_2G_6d_y / 2,$$

где f_2 – коэффициент трения в подшипниках вала; G_6 – сила давления вала барабана на подшипник, Н; d_y – диаметр цапфы подшипника, м.



Науки должны быть самым возвышенным воплощением отечества, ибо из всех народов первым будет всегда тот, который опередит другие в области мысли и умственной деятельности.
ПАСТЕР ЛУИ (1822-1895),
французский микробиолог и химик

13.5 МЕМБРАННЫЕ МОДУЛИ И АППАРАТЫ

Ультрафильтрационная установка А1-ОУС (рис. 13.28) предназначена для выделения белков из подсырной сыворотки с целью получения белкового концентрата, а также лактозного раствора для пищевых целей.

В состав установки входят: резервуары исходного продукта 1 и 2, трубопроводы 3, 11, 13, 17; отвод 4; манометр 5; расширители 6 и 15; секции модулей 10, 12 и 14; фильтр 7, соединитель 8; ротаметр 9; клапан 16; теплообменник 18; резервуар фильтрата 19, предохранительный клапан 20; установка пластинчатая нагревательная 21; насос 22 и щит контроля и управления.

Ультрафильтрационная установка состоит из шести ультрафильтрационных секций, соединенных последовательно. Каждая ультрафильтрационная секция состоит из параллельно соединенных модулей 10, 12 и 14.

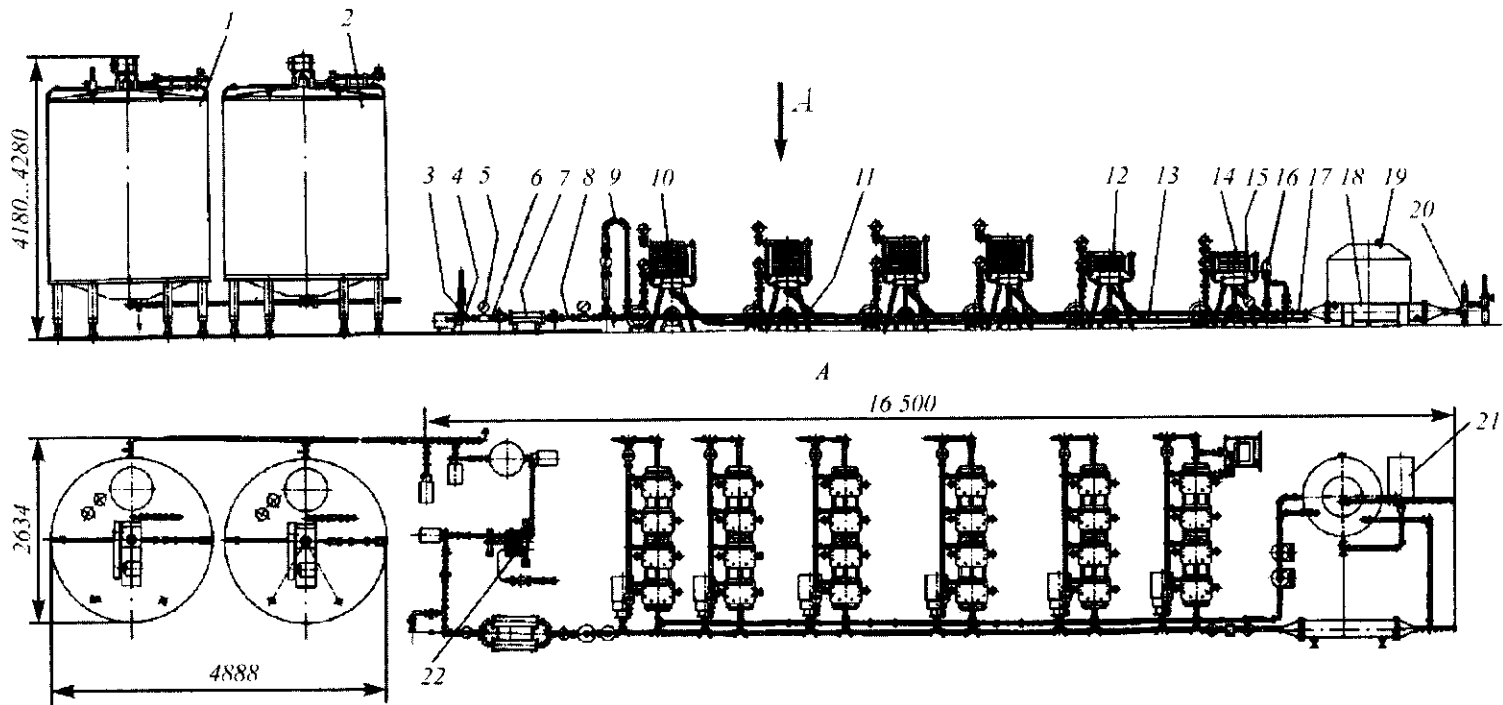


Рис. 13.28 Ультрафилтрационная установка А1-ОУС

Конструкция модуля (рис. 13.29) представляет собой плоскорамный фильтр пресс с плоскими фильтрующими элементами. Модуль состоит из нижней 1 и верхней 4 несущих плит, между которыми расположен пакет 8 фильтрующих элементов содержащий опорную пластину, дренажный материал и полупроницаемую мембрану 11. Плиты стягиваются с помощью шпилек 2 и 10, гаек 3 и 6 и шайб 5. Фильтрующие элементы в пакете разделяются между собой эластичными прокладками 9.

Опорные пластины имеют отверстия в виде щели, длина которой равна ширине полупроницаемой мембраны 11. Мембрана выполнена в виде полосы, продетой через щель, а эластичная прокладка 9 – в виде рамки, перекрывающей полупроницаемую мембрану по всем ее кромкам.

Модуль комплектуется мембранами типа УАМ-450С и лавсановой фильтровальной тканью. На верхней плите 4 имеется рым-болт 7 для удобства монтажа обслуживания.

Каждая секция содержит циркуляционный насос и теплообменник. Насос обеспечивает многократную циркуляцию продукта по контуру секции. Производительность насоса подобрана из условий обеспечения скорости жидкости над мембраной не менее 1,5...2,0 м/с. Теплообменник 18 предназначен для охлаждения циркулирующего продукта (см. рис. 13.28). Подающий насос подает подсырную сыворотку установку. Пластинчатая установка 21 предназначена для нагрева подсырной сыворотки перед подачей в первую секцию ультрафильтрационной установки. Резервуары 1 и 2 служат для накопления сыворотки перед ультрафильтрацией. Фильтр предназначен для фильтрации подсырной сыворотки перед ее поступлением в первую секцию ультрафильтрационной установки.

Контрольно-измерительные и регулирующие приборы, а также элементы управления технологическим процессом сосредоточены на щите контроля и управления.

Установка снабжена прессом, который используется при сборке модулей предназначен для сжатия пластин модуля в пакет, обеспечивая тем самым его герметичность. В ультрафильтрационной установке предусмотрено выполнение следующих операций: получение белкового концентрата с выделением фильтрата; нагрев подаваемой сыворотки; охлаждение промежуточного продукта в процессе рециркуляции; периодическая мойка оборудования.

Работа установки осуществляется следующим образом.

При прохождении подсырной сыворотки через модули шести секций ультрафильтрационной установки происходит наращивание ее концентрации за счет отбора фильтрата, проходящего через полупроницаемые мембраны.

Фильтрат со всех шести секций установки отводится в промежуточный резервуар фильтрата, откуда он поступает в приемные емкости предприятия заказчи для дальнейшего использования.

Выход установки на режим осуществляется при закрытом регулирующем клапане. При достижении заданного значения содержания сухих веществ в шестой секции клапан открывается и производится выход концентрата. В процессе работы установки содержание сухих веществ в концентрате поддерживается автоматическим регулирующим клапаном.

Подпитка системы в связи с непрерывным отбором фильтрата и выпуском готового концентрата при достижении заданного содержания сухих веществ обеспечивается непрерывной подачей сыворотки из резервуаров насосом 22. Подпитка системы обеспечивает заданную производительность по фильтрату и концентрату.

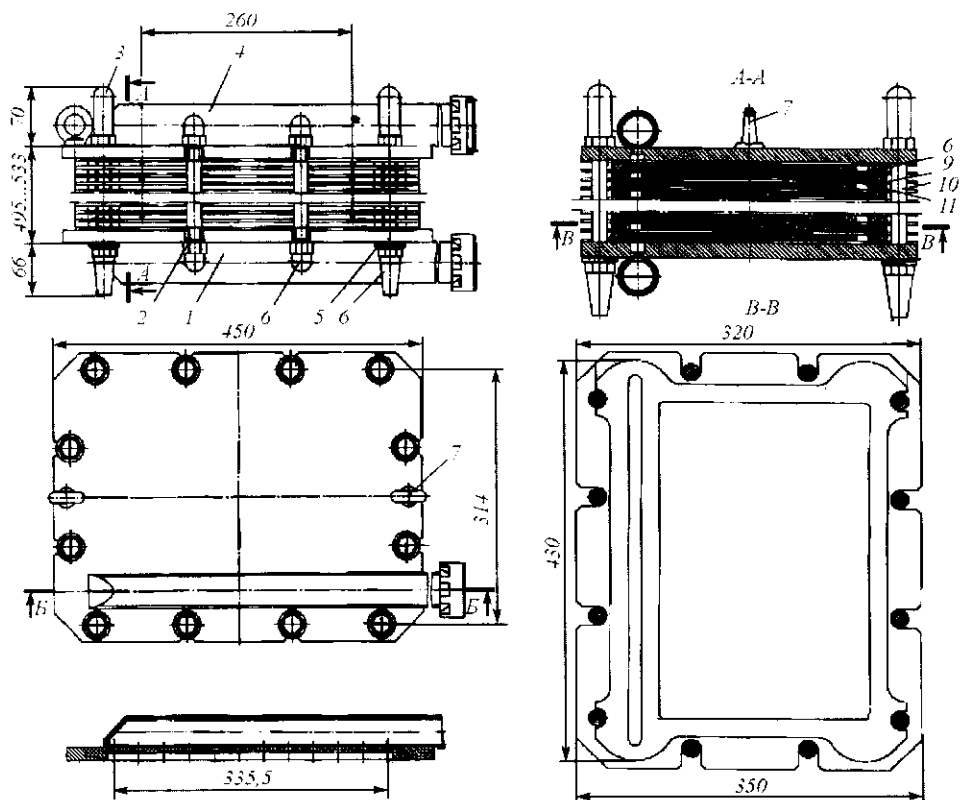


Рис. 13.29 Модуль ультрафильтрационной установки

Техническая характеристика ультрафильтрационной установки А1-ОУС

Производительность, л/ч	5000
Общая рабочая поверхность мембран, м ²	152
Давление сжатого воздуха, МПа	0,6
Установленная мощность, кВт	77,8
Температура воды, К	353
Расход горячей воды, м ³ /ч	17
Температура ледяной воды, К	273,5...274,5
Расход холода, кВт	45,5
Температура горячей умягченной воды, К	313...318
Расход горячей воды, м ³ /ч	3
Температура холодной умягченной воды, К	291...293
Расход холодной воды, м ³ /ч	25
Габаритные размеры, мм	16 500×3005×1828
Площадь установки, м ²	80
Масса, кг	16 000

Установка УОВКМ-2,5 очистки воды методом обратного осмоса на композитных мембранах собирается из отдельных цилиндрических фильтрующих модулей (рис. 13.30).

Цилиндрический фильтрующий элемент (рис. 13.31, *а...в*) представляет собой смесный узел, собранный из полупроницаемой мембраны 2 и дренажного каркаса. Дренажный каркас состоит из трубы 1 и пористой «подложки» 3, исключаяющей вдавливание мембраны в дренажные каналы трубы. Изготавливают цилиндрические фильтрующие элементы трех типов: с расположением мембраны на внутренней поверхности дренажного каркаса, на внешней и с комбинированным расположением мембраны. Аппарат с цилиндрическими фильтрующими элементами имеет следующие преимущества: малую материалоемкость из-за отсутствия напорного корпуса, небольшое гидравлическое сопротивление, возможность механической очистки фильтрующих элементов от осадка без разборки, надежность конструкции.

Недостатки этой конструкции – низкая удельная рабочая площадь поверхности фильтрации мембран, высокие требования к сборке элементов.

Конструкции фильтрующих элементов с наружным расположением мембраны (рис. 13.31, *б*) имеют большую удельную рабочую площадь поверхности фильтрации. Однако они более металлоемки, а кроме того, механическая очистка фильтрующих элементов практически невозможна.

Цилиндрические фильтрующие элементы с комбинированным расположением мембран (рис. 13.31, *в*) имеют примерно в два раза большую удельную рабочую площадь поверхности фильтрации, чем описанные. Однако такие конструкции обладают значительно большими гидравлическими сопротивлениями из-за большой длины каналов для отвода фильтрата.

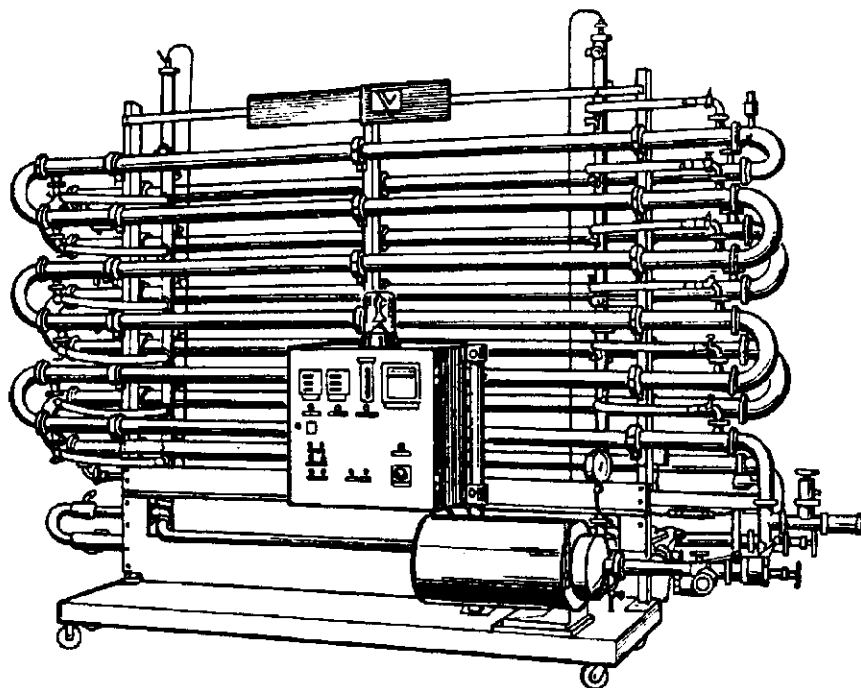


Рис. 13.30 Мембранный аппарат с цилиндрическими фильтрующими элементами

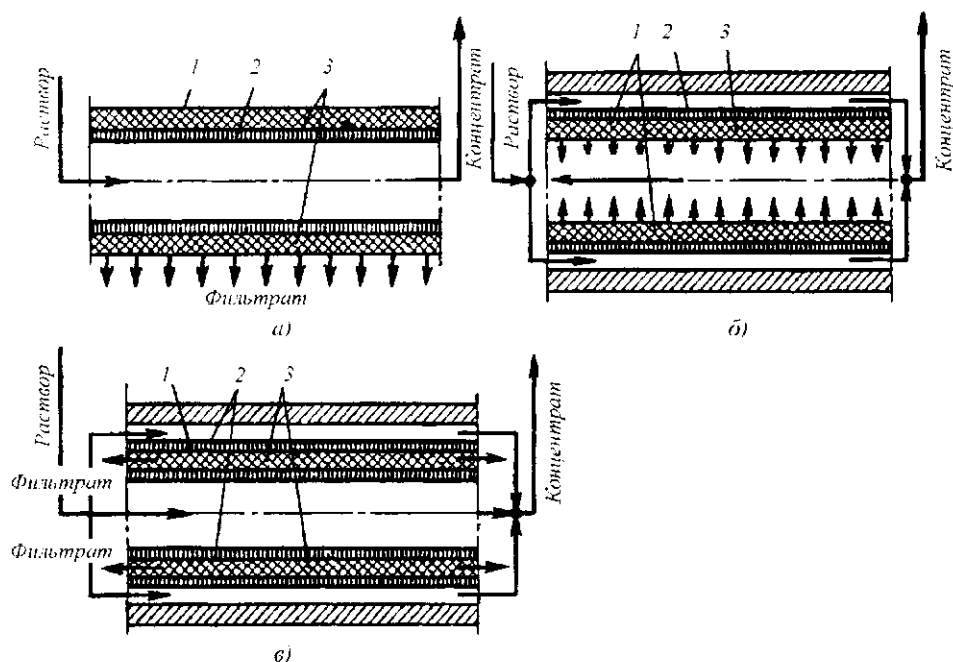


Рис. 13.31 Цилиндрические фильтрующие элементы с различным расположением мембран:
а – на внутренней поверхности дренажного каркаса; б – на внешней; в – комбинированно

Ультрафильтрационные установки с цилиндрическими фильтрующими элементами широко применяют для осветления фруктовых соков. От сока отделяются все вещества, вызывающие помутнение сока, как, например, протсин, крахмал, пектин, дубильные вещества большой молекулярной массы, частицы целлюлозы и другие вещества. В осветленном соке содержатся все вещества в натуральном составе.

Техническая характеристика установки УОВКМ-2,5

Производительность по фильтрату, м ³ /ч	2,5
Выход концентрата, м ³ /ч	2,0
Селективность, %	87
Потребляемая мощность, кВт	25
Масса, кг	1300

Инженерные расчеты. При расчете ультрафильтрационных систем определяют производительность мембраны, селективность разделения, коэффициент проницаемости, толщину заблокированной белками мембраны.

Производительность мембранных фильтров периодического действия Π (м³/ч)

$$\Pi = 3600 qF / (\tau_{\phi} + \tau_{np} + \tau_{всп}),$$

где q – нагрузка на фильтрующую поверхность, м³/м²; F – площадь фильтрующей поверхности, м²; τ_{ϕ} – продолжительность фильтрации, с; τ_{np} – продолжительность промывки осадка, с; $\tau_{всп}$ – продолжительность вспомогательных операций (разгрузки и подготовки фильтра), с.

При выборе насоса, подающего исходный продукт в фильтр, необходимо учитывать сопротивление перегородки.

Сопротивление перегородки R (Па·с)

$$R = 1,5 R_0 \mu,$$

где R_0 – коэффициент сопротивления; μ – динамическая вязкость фильтрующего продукта, Па·с.

Общая удельная производительность мембраны Π_v (м/с)

$$\Pi_v = K_n \Delta p / (\mu h),$$

где K_n – коэффициент проницаемости, м²; μ – динамическая вязкость раствора, Па·с; Δp – перепад гидродинамического давления, Па; h – толщина мембранной системы, м.

Селективность разделения φ (%)

$$\varphi = (1 - c_2 / c_1) \cdot 100,$$

где c_1, c_2 – концентрация растворенного вещества в исходной смеси и в ультрафильтрате, %.

Коэффициент проницаемости K_n (м²)

$$K_n = 9,025 m t^{0,96} d^2,$$

где m – пористость мембраны; d – средний размер задерживаемой белковой частицы, м; t – продолжительность работы, с.

В процессе ультрафильтрации животных белковых растворов происходит формирование примембранных белковых отложений, прочно связываемых с поверхностью мембраны.

Приращение толщины прочно закрепленного белкового слоя $\Delta\delta(t)$ (м/с)

$$\Delta\delta(t) = \sqrt{\frac{[c_s / m(1-m_1)(1-c_s)] [K_{n1} K_{n2} (p_n - p_n) / \mu] \tau}{K_{n1} - K_{n2}}} + \left(\frac{b K_{n1}}{K_{n2} - K_{n1}} \right)^2 - \frac{b K_{n1}}{K_{n2} - K_{n1}},$$

где c_s – объемная концентрация белковых частиц в растворе, кг/м³; m, m_1 – пористость исходной мембраны и мембраны, блокированной слоями белка; K_{n1}, K_{n2} – коэффициенты проницаемости слоя отложений и мембраны, м²; p_n, p_n – давления над мембраной и под мембраной, Па; τ – продолжительность работы, с; b – толщина мембраны, м.

Приращение толщины слабо закрепляющегося на мембране слоя белка $\Delta\delta_o(t)$ (м)

$$\Delta\delta_o(t) = \frac{1}{K_{n2} - K_{n1}} \left[\sqrt{K_{n1}^2 b + \frac{2K_{n1} K_{n2} (K_{n2} - K_{n1}) c_s (p_n - p_n)}{\mu(1-m_1)(1-c_s)} (\tau_o - \tau) - b K_{n1}} \right],$$

где τ_o – продолжительность процесса ультрафильтрации, с.

Толщина блокированной белками мембраны $h(\tau)$ (м)

$$h(\tau) = b + \Delta\delta(\tau) + \Delta\delta_o(\tau).$$



...Совершенно очевидно, что техника не может развиваться без науки. Наука и техника должны идти нога в ногу, наука должна направлять практическое приложение техники.
*ЛАЗАРЕВ ПЕТР ПЕТРОВИЧ (1878-1942),
русский физик, академик АН СССР*

13.6 ПРЕССЫ

Пресс ВПНД-10 (рис. 13.32) предназначен для отжима сока из ягод винограда. Основной пресса является сварная рама 1 из фасонного проката. На раме смонтированы перфорированный цилиндр 5 с банджами 6, приемный литой бункер 4, специальный зубчатый редуктор 3, приводной электродвигатель 2, запорный корпус 8, упорный кронштейн 9 и гидрорегулятор 10. Внутри перфорированного цилиндра расположены шнеки: транспортирующий 15 и прессующий 12.

Прессующий шнек имеет переменные диаметр и шаг. К выходу в прессующую камеру диаметр основания шнека увеличивается, а шаг уменьшается. При этом объем прессуемой массы уменьшается, а давление увеличивается, чем и достигается необходимая степень сжатия мезги в прессе.

Внутри шнеков проходит основной вал 18, которым прессующий шнек приводится во вращение в противоположную вращению транспортирующего шнека сторону с другой частотой. Транспортирующий шнек приводится во вращение от ступицы зубчатого колеса редуктора. С наружной верхней стороны перфорированный цилиндр закрыт кожухом 7, в нижней части цилиндра имеется сборник 14 с двумя отводами 13 отпрессованного сока. Приемный бункер оснащен сборником 17 с отводом 16.

Для контроля давления в гидросистеме предназначен манометр 11. Мезга (дробленые и целые ягоды без гребней) загружается в бункер пресса, где от нее отделяется часть сока самотека, затем мезга захватывается витками транспортирующего шнека и продвигается в цилиндр к прессующему шнеку. На стыке шнеков мезга разрыхляется, чем облегчается дальнейшее извлечение сока. Полость стыка шнеков оказывает сопротивление обратному движению мезги в приемный бункер и создает условия для нормальной работы прессующего шнека. Прессующим шнеком частично обезвоженная мезга сжимается и подается в камеру давления, где подвергается максимальному сжатию. Отжатая обезвоженная мезга далее поступает в кольцевой канал между перфорированным цилиндром и запорным конусом 8 и удаляется из пресса. Отжатый сок собирается в сборнике 14. Степень отжатия мезги в прессе зависит от величины

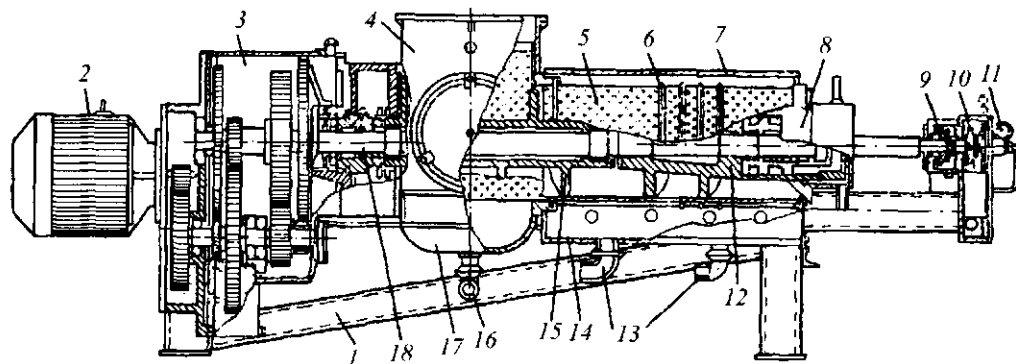


Рис. 13.32 Шнековый пресс ВПНД-10

кольцевого зазора, которая регулируется гидравлическим запорным устройством. Техническая характеристика пресса ВПНД-10 приведена в табл. 13.4.

Пресс ВПО-20А (рис. 13.33) предназначен для отжима сока из ягод винограда. Основной пресса является сваренная из фасонного проката рама 1. На раме смонтирована основная корпусная деталь 13. Сверху к корпусной детали крепится бункер 14 для приема массы, а снизу – сборник 2 для сока (сусла) первой фракции. К фланцу основной корпусной детали крепится основной перфорированный барабан 19 с бандажными кольцами жесткости 18. Внутри барабана, по его оси, расположены два шнека – транспортирующий 3 и прессующий 16. Шнеки посажены на валу 26, причем прессующий шнек соединен с валом жестко и крутящий момент передается ему шпонками 17, транспортирующий шнек посажен на валу свободно. Вал получает вращение от электродвигателя 8 через клиноременную передачу 10, стандартный зубчатый редуктор 7 и зубчатую пару 5. Транспортирующий шнек получает вращение от того же привода через цепную передачу 12 с натяжной звездочкой 4. Основной вал установлен в подшипниках 6 и 11, корпуса которых прикреплены к раме. В конце основного перфорированного барабана расположен запорный конус 20, которым регулируются площадь кольцевого отверстия для выхода отпрессованной массы и, следовательно, влажность выжимок. Передвижение конуса вдоль оси обеспечивается гидроприводом, состоящим из насоса 23 и двух цилиндров 22. Маслонасос смонтирован на кронштейне 24, прикрепленном к раме. Между последним витком прессующего шнека и запорным конусом образуется камера максимального давления. Внутри этой камеры размещен малый перфорированный барабан 27 с крышкой 21 для санитарной обработки и штуцером 25 для отвода суслу.

Под основным перфорированным барабаном расположен сборник 28 для сбора суслу второй и третьей фракций. Привод пресса закрыт кожухом 9, а основной перфорированный барабан – двустворчатым кожухом 15.

Основной вал с прессующим шнеком вращается с частотой 3,5 об/мин, а транспортирующий шнек – с частотой 7,5 об/мин в противоположную сторону, чем обеспечиваются перемещение прессуемой массы и высокий выход сока.

При работе пресса отделенные от гребней виноградные ягоды, частично разрушенные в дробилках-гребнеотделителях, поступают в бункер пресса. Здесь масса (мезга) захватывается транспортирующим шнеком и подается к прессующему шнеку.

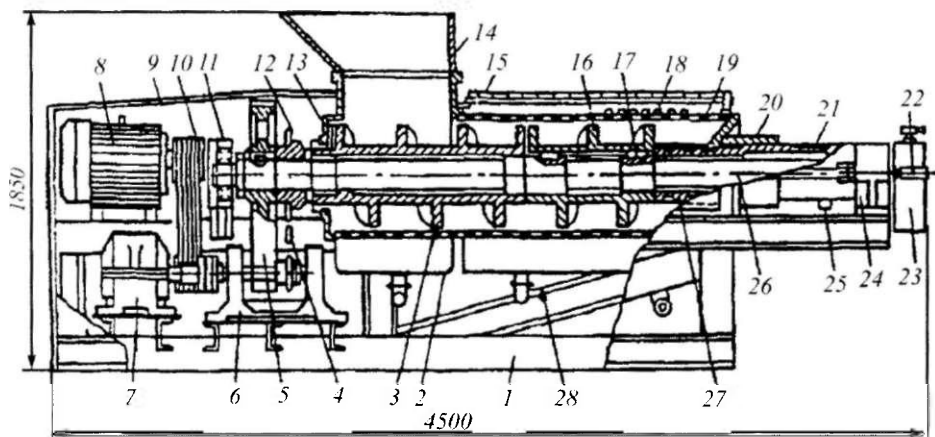


Рис. 13.33 Шнековый пресс ВПО-20А

На участке транспортирующего шнека происходит частичное отделение сока (сусла) от мезги, который собирается и является наиболее качественным, так как содержит минимальное количество взвешенных частиц. Техническая характеристика пресса ВПО-20А приведена в табл. 13.4.

Таблица 13.4 Техническая характеристика прессов

Показатели	ВПНД-10	ВПО-20А
Производительность (по винограду), т/ч	10	20
Мощность привода, кВт	10	13
Частота вращения шнека, мин ⁻¹ :		
транспортирующего	2,7	7,5
прессующего	2,7	3,5
Габаритные размеры, мм	3957×920×1330×	4500×1180×1850
Масса, кг	2500	3900

Маслопресс МП-68 – предназначен для отжима масла путем прессования масличных семян.

Станина 14 маслопресса (рис. 13.34) выполнена литой, ее опорные стойки соединены между собой сварными трубами и двумя швеллерами. На станине со стороны выхода жмыха укреплен корпус упорного подшипника шнекового вала.

Шнековый вал 7 включает девять отдельных шнековых витков 6 и переходных колец 8, собранных на оси вала и стянутых концевой гайкой, и зерный цилиндр 9. Ось шнекового вала 11 опирается на радиальные сферические двухрядные подшипники 12, которые фиксируются гайкой 13. Вращение шнековому валу передается от вала редуктора с помощью предохранительной муфты 3, одна из полумуфт которой установлена на оси шнекового вала. Предохранение пресса от поломок при перегрузках происходит путем срезания штифтов муфты. Рядом с полумуфтой на оси шнекового вала закреплена звездочка 4 цепной передачи привода вращающейся тетки питателя 5 пресса.

Зерная камера 9 состоит из двух половин, имеющих вертикальный разъем, шарнирное соединение снизу и клиновое соединение сверху, что вместе с лободкой облегчает раскрытие и закрытие зерной камеры. Внутри зерной камеры имеются специальные ножи с выступами, которые препятствуют проворачиванию мезги вместе со шнековым валом.

Питатель 5 представляет собой вращающуюся трубу с неподвижными скребками, очищающими стенки от налипшего материала. Сверху корпус питателя закреплен на нижнем чане жаровни. Вращение трубе передается через цепную передачу и пару конических шестерен, одна из которых насажена на вращающуюся течку.

Механизм для изменения толщины выходящего из пресса жмыха 10 размещен в корпусе станины. Изменение величины зазора для регулирования выхода жмыха достигается перемещением кольца рычажной системы, которая через червячную передачу приводится в движение штурвалом, вынесенным на внешнюю сторону пресса. Имеется специальный указатель со стрелкой для установления требуемого зазора между кольцом и конусом.

Маслосборное устройство 15 состоит из сливного листа и сборника масла и закреплено между передней и задней стойками станины на швеллерах. Привод маслопресса состоит из электродвигателя 1 и редуктора 2, которые соединены муфтой 3.

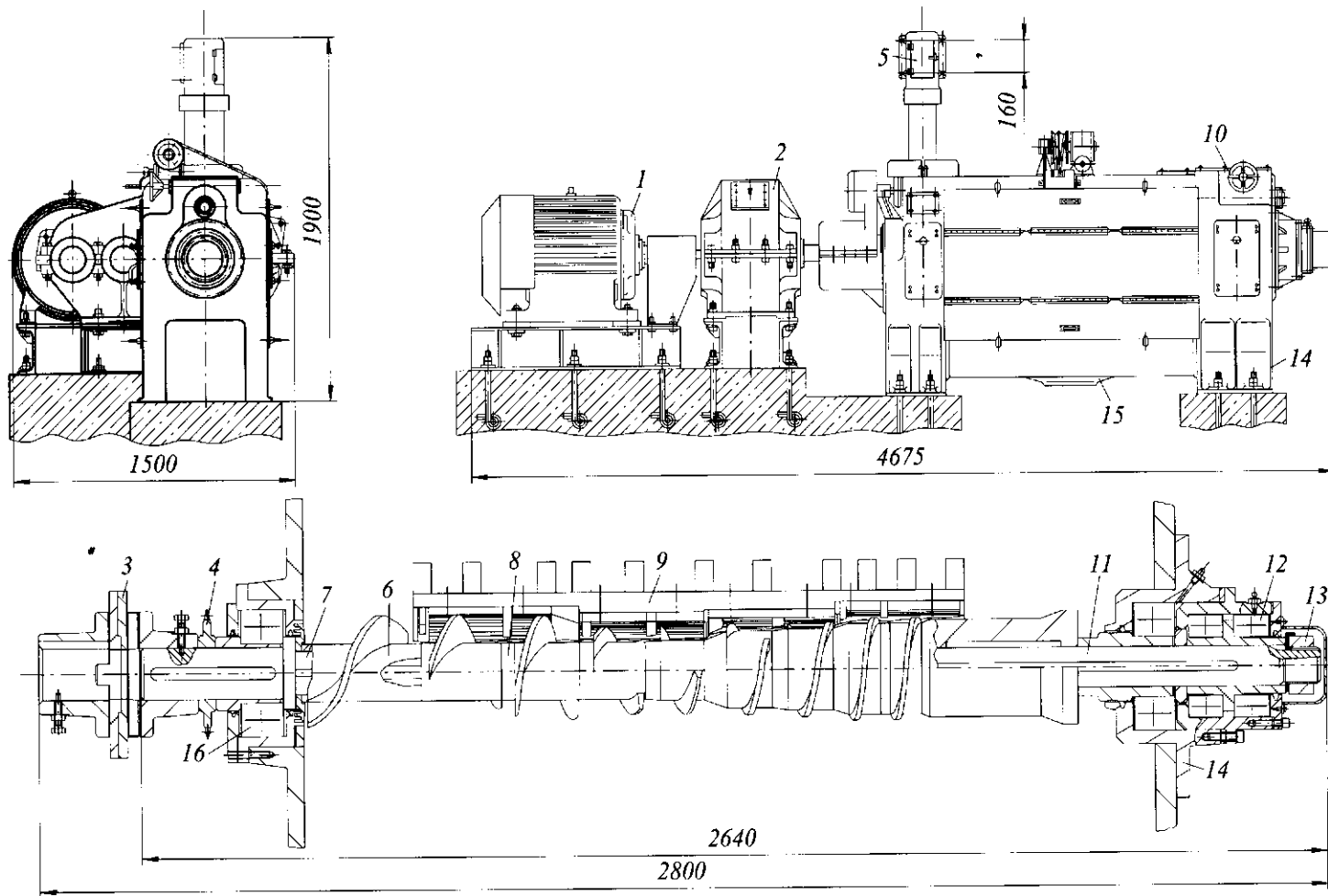


Рис. 13.34 Маслопресс МП-68

Электродвигатель трехскоростной, изменяя число его полюсов, можно получить различную частоту вращения.

Техническая характеристика прессы МП-68

Производительность, т/сут, для семян:	
подсолнечника	70
хлопчатника	70
Масличность жмыха, %	11...18
Частота вращения шнекового вала, об/мин	18, 24, 37
Мощность электродвигателя, кВт	28, 36, 40
Габаритные размеры, мм	4870×1570×2095
Масса, кг	5105

Маслопресс ЕТП-20 фирмы СКЕТ (Германия) (рис. 13.35) является шнековым прессом и способен работать как в режиме форпрессования, так и в режиме окончательного прессования. Это обеспечивается изменением геометрии шнекового вала путем смены комплекта шнековых витков (при этом изменяют зазоры между зерными пластинками), а также изменением частоты вращения шнекового вала от 25...32 до 5...9 об/мин путем замены шестерен редуктора. Особенностью прессы ЕТП-20 является удлиненный зер (до 1800 мм), который имеет два диаметра (на питательной ступени 250 мм и 200 мм на остальных четырех ступенях). Шнековый вал можно подогревать или охлаждать путем подачи соответствующего агента (пара или воды) в имеющийся в нем канал. Ширина выходной щели прессы регулируется конусом, который перемещается от механической передачи, связываемой со шнековым валом. Для подачи мезги в пресс имеется шнековый питатель с самостоятельным приводом через вариатор.

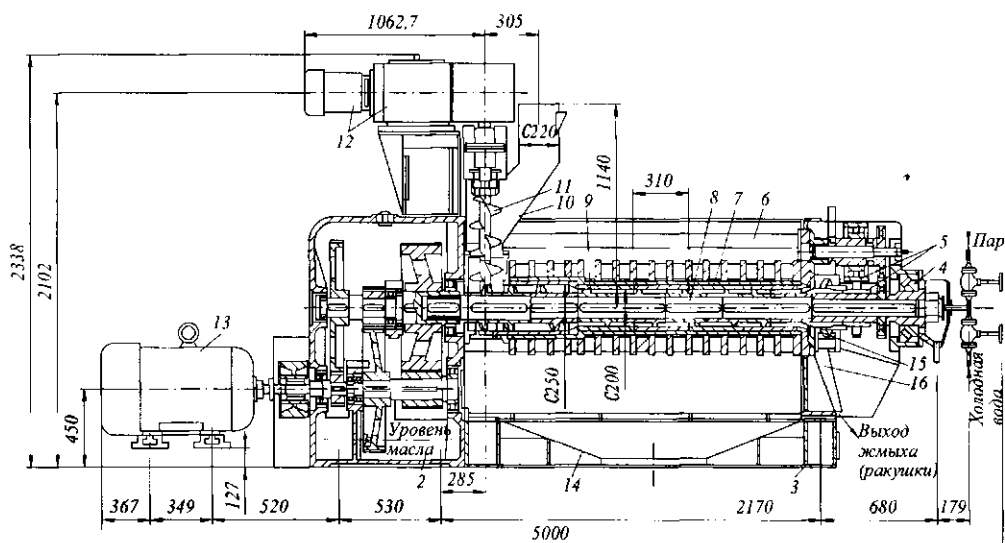


Рис. 13.35 Маслопресс ЕТП-20 фирмы СКЕТ (Германия)

Техническая характеристика пресса ЕТП-20

Производительность, т/сут (по семсам подсолнечника):	
в режиме форпрессования (при масличности жмыха 15...18%)	60...80
в ритме окончательного прессования (при масличности жмыха 4...6%)	30...40
Электродвигатель пресса:	
мощность, кВт	55
частота вращения, об/мин	1460
Электродвигатель питателя:	
мощность, кВт	4
частота вращения, об/мин	1460
* Число витков шнекового вала :	
для режима форпрессования	7
для окончательного прессования	8
Габаритные размеры, мм	5000×950×2340
Масса, кг	6180

Вертикальный пресс типа ПВЖ-60 (рис. 13.36) используется в свеклосахарной промышленности и предназначен для предварительного отжатия сырого жома.

В состав пресса входят зубчатые передачи 1 и 15, воронка 2, плита 3, цилиндрическое сито 4, трубопровод 5, контроласти 6, вал 7, коническое сито 8, болт 9, скребок 10, штуцер 11, канал 12, кожух 13, подвесной болт 14 и редуктор 16. На чугунной плите 3 пресса, расположенной на швеллерах, установлены кронштейны для привода, кожух пресса и подвесные болты. Полный конический вал 7, имеющий на своей поверхности шнековые лопасти, верхней и нижней шейками установлен в специальных траверсах. Нижняя траверса пресса подвешивается к плите подвесными болтами 14. Над плитой расположена приемная воронка 2, а под ней – цилиндрическое разъемное сито 4 с коническими отверстиями диаметром 2...5 мм.

На кожухе пресса, с двух противоположных сторон, расположены контроласти 6. Они входят в промежутки между отдельными шнековыми лопастями и препятствуют вращению жома вместе со шнеком. Контроласти имеют отверстия, через которые проходит пар, подводимый по трубопроводу 5.

В нижней части цилиндрического сита расположено подвижное коническое сито, которое можно поднимать и опускать при помощи болтов 9. Изменением размера щели между этим ситом и нижней частью цилиндрического сита регулируется степень отжатия жома.

Жом, подлежащий прессованию, поступает в воронку 2 и верхними лопастями шнека направляется вниз, в пространство с меньшим поперечным сечением, где происходит отжатие воды от жома. Часть отпрессованной воды выходит через отверстия цилиндрического сита, а часть – через полный вал. Отпрессованная вода по каналу 12 и штуцеру 11 направляется на диффузионную установку.

Отжатый жом, выходящий через щель, образованную коническим ситом 8 и цилиндрическим 4, направляется наружу при помощи скребков 10. Для нормальной работы пресса зазор между цилиндрическим ситом и шнековыми лопастями должен быть не более 2 мм.

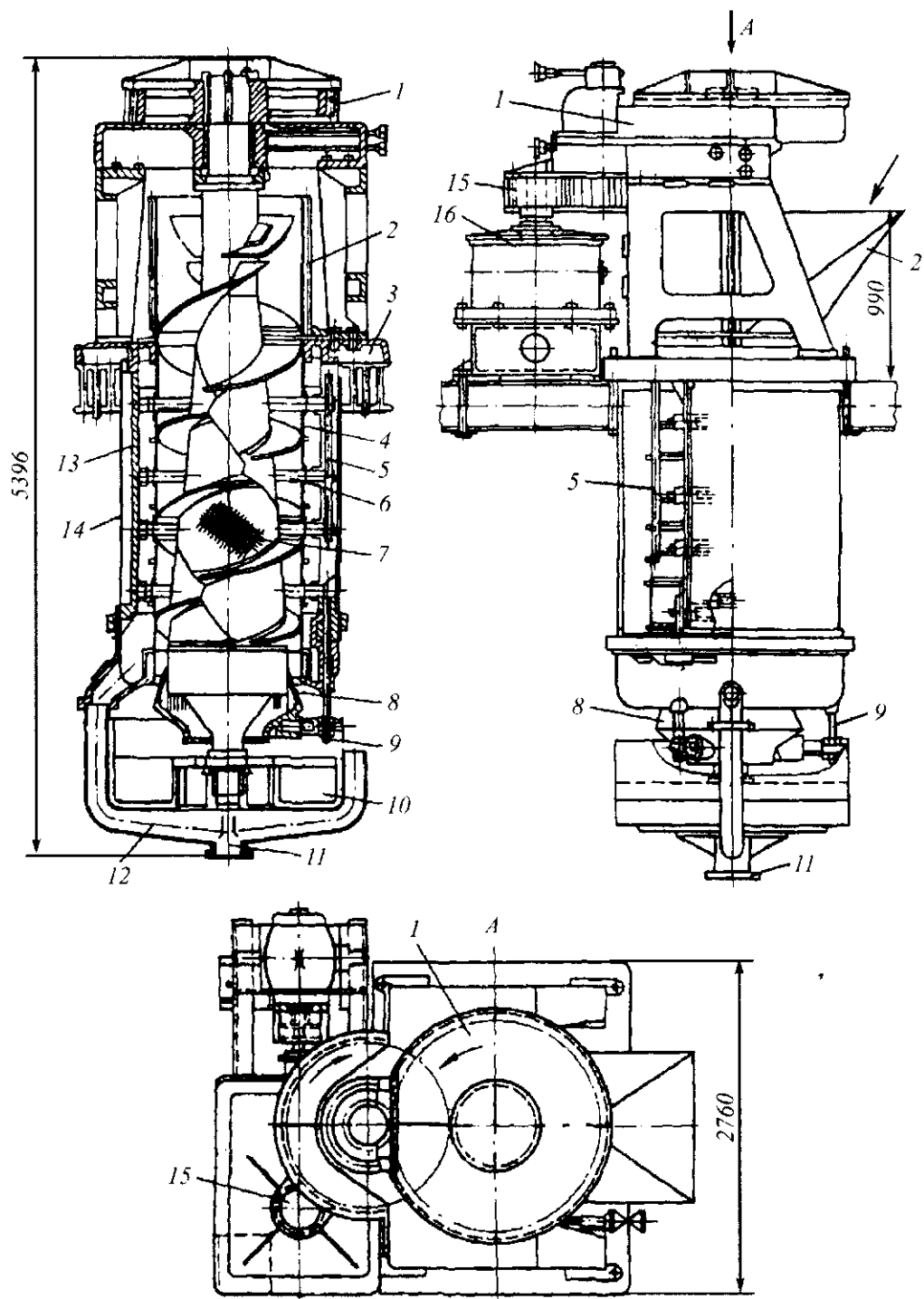


Рис. 13.36. Вертикальный шнековый пресс типа ПВЖ-60

Кроме прессов ПВЖ-60 на отечественных заводах установлены прессы ПВЖ-57 и ПВЖ-59. По устройству они аналогичны между собой, но отличаются конструкцией прессующего шнека, устройством узла для регулирования отжатия жома, устройством привода и конструкцией сит. Техническая характеристика прессов типа ПВЖ приведена в табл. 13.5.

Таблица 13.5 Техническая характеристика прессов типа ПВЖ

Показатель	ПВЖ-57	ПВЖ-59	ПВЖ-60
Производительность по свекле, т/сут	500	500	1000
Частота вращения шнека, об/мин	3,96	4	4
Высота сита, мм	2035	2050	2100
Диаметр сита, мм	1000	1000	1200
Содержание сухих веществ в жоме, %	16	16...18	18...20
Мощность электродвигателя, кВт	28	28	40

Горизонтальный двухшнековый пресс «Stord BS-64» (рис. 13.37) состоит из бункера 1, шнеков 2, крышки 3, шестерен 4 и 5, маслонасоса 6, редуктора 7, гидромуфты 8, электродвигателя 9, ребра жесткости 10, верхнего 11 и нижнего 14 каркасов, фильтрующих сит 12 и 15, стяжных болтов 13.

В горизонтальном корпусе параллельно установлено два шнека 2. Сверху корпус закрывается крышками 3. В корпусе и крышках шнека имеются фильтрующие сита 12 и 15, изготовленные из нержавеющей стали. Отверстия сит конические размером 3,9/5 мм.

Конструкция шнеков позволяет вначале быстро удалить большую часть воды, т. е. достичь значительного изменения объема, а затем при дальнейшем перемещении жома незначительно повысить давление. Соотношение объемов первой и последней межвитковых камер шнека составляет 7 : 1.

Частота вращения шнеков может регулироваться при помощи гидромуфты 8 от 1,45 до 3,00 об/мин. От частоты вращения шнека зависят его производительность, содержание сухих веществ в отпрессованном жоме и расход энергии.

Показатели работы пресса зависят от равномерности питания его жомом. При недостаточной загрузке пресса жомом содержание сухих веществ в отжатом жоме уменьшается (меньше 22 %).

Техническая характеристика пресса «Stord BS-64»

Производительность по отжатому жому, т/сут	223
Содержание сухих веществ, %.....	23...26
Выход отжатого жома, % к массе свеклы	22...25
Производительность пресса по свекле, т/сут.....	1008
Количество мезги, прошедшей через сито, % к массе свеклы	1,65
Мощность приводного электродвигателя, кВт.....	37...56
Частота вращения вала шнека, мин ⁻¹	1,45...3,0

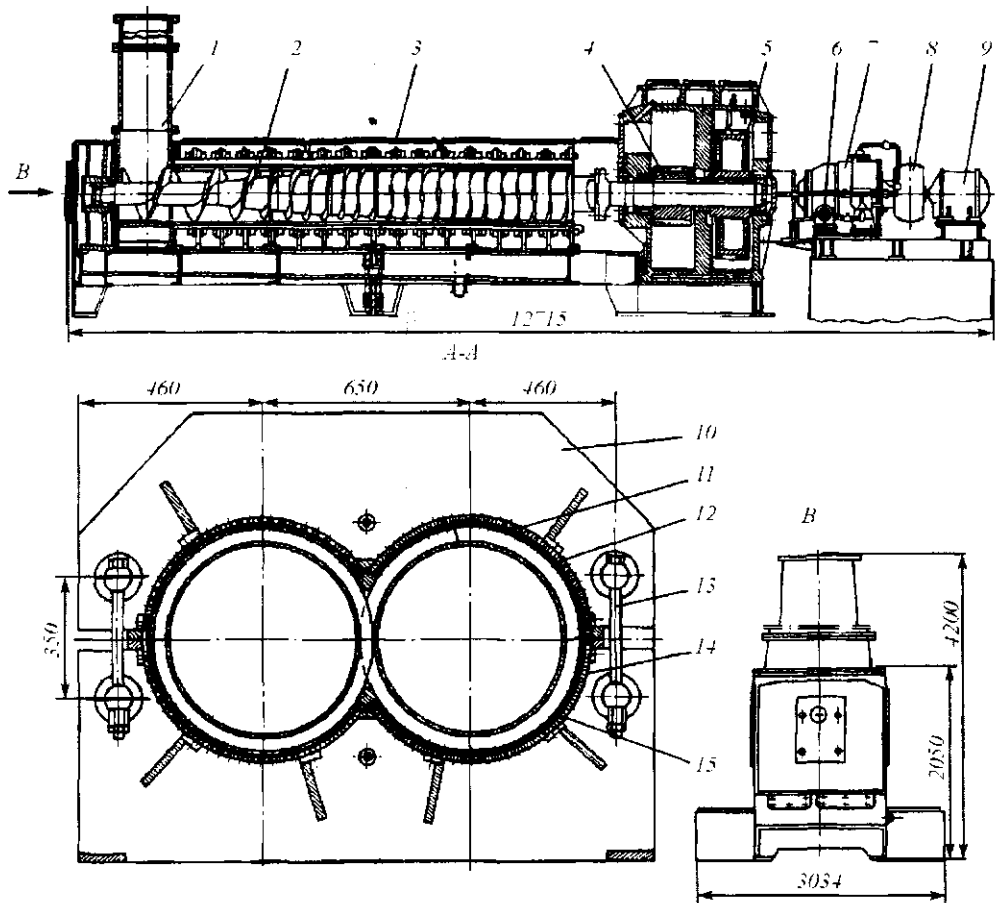


Рис. 13.37 Горизонтальный двухшнековый пресс «Stord BS-64»

Ротационный пресс с горизонтальной плоской матрицей ПБ-5 (рис. 13.38) состоит из стойки 1, вала 2, корпуса 3, опорного узла 4, лотка 5, лопасти 6, бункера 7, кожуха 8, распределителя 9, прессующих валков 10, матрицы 11, устройства 12 для среза гранул, шестеренчатой передачи 13, редуктора 14, ножа 15, муфты 16, оси 17 и электродвигателя 18.

Матрица 11 установлена на полом вала 2 и вращается вместе с ним. К матрице прикреплен кожух 8, который является бункером 7 для прессуемого жома.

На корпусе пресса установлен кожух 8, в верхней части которого имеется отверстие для поступления жома. Конический распределитель 9 служит для направления сухого жома под валки.

Прессованный жом, проходя через отверстия матрицы, срезается ножом 15 и лопастью 6 направляется в лоток 5. Установка ножа осуществляется при помощи муфты 16, поворачивающейся на оси 17. Зазор между матрицей и лезвием ножа должен быть не более 0,5 мм. Необходимо, чтобы нож перекрывал рабочую ширину матрицы; лезвие его должно располагаться параллельно нижней плоскости матрицы. Угол наклона ножа к горизонтальной плоскости составляет 30°.

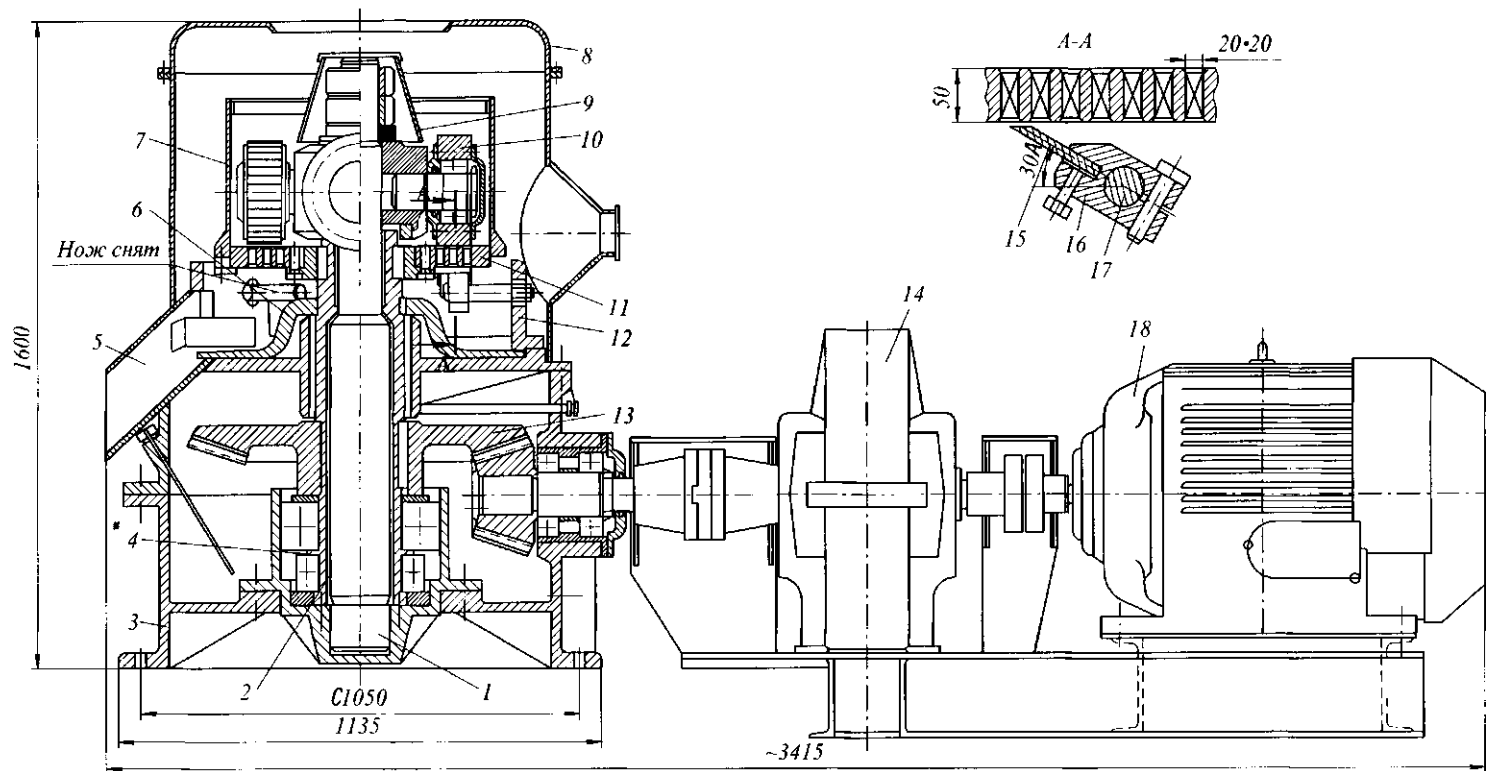


Рис. 13.38 Ротационный пресс с горизонтальной плоской матрицей ПБ-5

Для срезания брикета устанавливаются четыре ножа. Если необходимо получить более крупные брикеты, количество ножей уменьшают.

Матрица пресса имеет прямоугольные отверстия размером 20×20 мм и круглые диаметром от 11 до 20 мм. Длина отверстий или толщина матрицы зависит от требований, предъявляемых к брикетам.

Так как брикет формируется в отверстиях матрицы валками, то брикет определенной прочности можно получить при определенной длине отверстия с заданным сечением. Внутренняя поверхность отверстий должна быть хорошо обработана, а верхние и нижние концы раззенкованы.

Обычно толщину матрицы принимают от 40 до 50 мм. Матрицы изготавливают с таким расчетом, чтобы при срабатывании одной плоскости можно было использовать другую ее сторону. Срабатывание матрицы с одной стороны допускается до 15 мм.

Пресс имеет четыре прессующих вала 10, установленных на неподвижных осях. На рабочих поверхностях валков имеются рифли с шагом 12 мм и глубиной впадины 4 мм. Зазор между рабочей поверхностью матрицы и поверхностью валков регулируется при помощи гайки и контргайки, установленных в верхней части стойки пресса.

Если пресс по каким-либо причинам был внезапно остановлен, то при последующем пуске необходимо в пресс добавить жиродержащий продукт для облегчения пуска пресса.

В процессе работы пресса сухой жом при вращении матрицы увлекается в клиновидный зазор между валками и матрицей, чему способствуют рифли.

Гранулы поступают на сбрасывающую лопасть и направляются в охлажденную башню.

Техническая характеристика пресса

Производительность, т/сут	120
Частота вращения матрицы, мин ⁻¹	60
Диаметр брикета, мм	11...20
Число валков, шт.	4
Число ножей, шт.	4
Влажность жома, %	12...14
Мощность электродвигателя, кВт	75
Частота вращения, об/мин	1500
Габаритные размеры, мм	3415×1370×1600
Масса, кг	4300

Инженерные расчеты. Производительность шнековых прессов Π (кг/с) определяют по формуле

$$\Pi = mk \left[\pi (d_n^2 - d_a^2) / 4 \right] \left\{ \lambda - [(b_1 - b_2) / 2 \cos \alpha] \right\} n p k_1 k_2 k_3,$$

где m – число заходов шнека; k – количество шнеков; d_n – наружный диаметр шнека, м; d_a – диаметр вала шнека, м; λ – шаг винтовой лопасти шнека, м; b_1, b_2 – ширина винтовой лопасти в сечении по внутреннему радиусу и по наружному радиусу шнека, м;

α – угол подъема винтовой линии по среднему диаметру шнека; n – частота вращения шнека, с^{-1} ; ρ – плотность прессованного продукта при выходе из отверстия матрицы, $\text{кг}/\text{м}^3$; k_1, k_2, k_3 – коэффициенты заполнения межвинтового пространства ($k_1 = 0,9 \dots 1,0$), прессования ($k_2 = 0,51 \dots 0,56$), степени уменьшения подачи ($k_3 = 0,9$).

Производительность гидропрессовой установки творогоизготовителя

$$П = \pi \rho L n (d_1^2 - d_2^2) / [8(\tau_1 + \tau_n + \tau_v + \tau_p + \tau_c)],$$

где ρ – плотность получаемого творога, $\text{кг}/\text{м}^3$; L – длина ванн, м; n – число ванн; d_1, d_2 – внутренний диаметр ванны для молока и внешний диаметр прессующей ванны, м; τ_1 – продолжительность заполнения ванны молоком, с; τ_n – продолжительность прессования, с; τ_v – время возврата прессующей ванны в исходное положение, с; τ_p – время разгрузки ванны, с; τ_c – продолжительность сквашивания, с;

$$\tau_1 = V_n / Q_n,$$

здесь V_n – объем ванны, м^3 ; Q_n – подача питающего насоса, $\text{м}^3/\text{с}$;

$$\tau_n = h_n / v_n,$$

здесь h_n – ход поршня цилиндра, м; v_n – скорость движения поршня, $\text{м}/\text{с}$;

$$\tau_v = h_n / v_v,$$

здесь v_v – скорость возврата ванны, $\text{м}/\text{с}$;

Производительность ротационного таблетировочного пресса П (шт/с)

$$П = \alpha_0 n Z m,$$

где α_0 – коэффициент использования производительности ($\alpha_0 = 0,7 \dots 0,8$); n – частота перемещения стола, с^{-1} ; Z – число пар пуансонов; m – число штампований за один оборот стола.

Давление масла в гидросистеме P (Па) творогоизготовителя с прессующими ваннами определяется по формуле

$$P = [4(F_1 - F_2) / \pi d^2 \eta] + \Delta P,$$

где F_1 – усилие прессования, Н; F_2 – усилие, возникающее от массы движущихся частей, Н; d – диаметр поршня, м; η – КПД гидроцилиндра ($\eta = 0,88$); ΔP – потери давления в золотнике и обратном клапане, Па.

Давление, создаваемое в пресс-тележке для творога, P (Па) :

$$P = \pi d_m F \eta / (\lambda S),$$

где d_m – диаметр маховика, м; F – сила, приложенная к ободу маховика винтового зажима, Н; η – КПД винта ($\eta = 0,4 \dots 0,5$); λ – шаг винта, м; S – площадь нажимной решетки, м^2 .

Мощность двигателя N (кВт) к прессам рассчитывают по формулам:

шнекового пресса

$$N = EP(1 + K_m) \eta_a / (1000\eta),$$

где E – удельный расход энергии на прессование, Дж/кг; P – производительность пресса, кг/с; K_m – коэффициент потери энергии на трение ($K_m = 3 \dots 5$); η_a – коэффициент запаса мощности ($\eta_a = 1,2 \dots 1,5$); η – КПД передачи от двигателя к валу шнека;
винтового пресса

$$N = Fm\eta_a / (1000\eta),$$

где F – сила прессования, действующая на винт, Н; n – частота вращения гайки, с⁻¹; η – КПД передачи от двигателя к винту или гайке;
гидропрессовой установки

$$N = Q_v P \eta_a / (1000\eta); \quad Q_v = (\pi d^2 / 4) v_n + g,$$

где Q_v – расход рабочей жидкости, м³/с; d – диаметр поршня, м; v_n – скорость поршня, м/с; P – давление рабочей жидкости на поршень пресса, Па; η – КПД насоса с приводом ($\eta = 0,6 \dots 0,8$);

таблетировочного пресса

$$N = PSZv_n \eta_a / (1000\eta),$$

где P – максимальное давление прессования, Па; S – прессующая площадь пуансона, м²; v – скорость движения пуансона, м/с; Z – число пар пуансона, одновременно прессующих таблетки; η_p – коэффициент усреднения давления ($\eta_p = 0,45$); η – КПД передачи от двигателя к столу.

Если принять, что за один оборот матрицы через нее будет выпрессовано каждым валком количество гранул, равное числу отверстий в ней, то производительность валкового пресса составит Π (кг)

$$\Pi = (\pi d^2 / 4) l \rho k z,$$

где d – диаметр гранул, м; l – длина гранул, м; ρ – плотность гранул, кг/м³; k – число отверстий в матрице, шт; z – число прессующих валков.

Производительность валкового пресса Π (кг/с)

$$\Pi = (\pi d^4 / 4 \cdot 60) l \rho k z n \varphi,$$

где n – частота вращения матрицы, мин⁻¹; φ – коэффициент наполнения матрицы; d – диаметр валка, м; l – длина валка, м; ρ – плотность гранул, кг/м³; k – число отверстий в матрице, шт.; z – число прессующих валков.



Нильс Бор был не только гениальным ученым, не только передовым человеком, но и поистине обаятельным человеком. Всякий, кто имел счастье лично с ним встречаться, неизменно бывал очарован и покорен его личностью, его совершенно необыкновенной простотой, искренностью, общительностью и доброжелательностью. Бор был подлинным воплощением человечности и доброты в самом возвышенном смысле этих слов.
ТАММ ИГОРЬ ЕВГЕНЬЕВИЧ (1895–1971), физик-теоретик, академик АН СССР

13.7 ТЕХНИКА БУДУЩЕГО: НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Центрифуга (Пат. РФ 2148438) может быть использована в машиностроительной, химической, перерабатывающей и других отраслях промышленности.

Центрифуга (рис. 13.39) содержит корпус 1, размещенные в нем загрузочную камеру 2, вал, кинематически связанный с двигателем (не показан) и выполненный с верхним 3 и нижним 4 концами, выполненными в виде части сферы и установленными в верхнем 5 и нижнем 6 подшипниках вращения, и систему балансировки. Система балансировки содержит два установленных на верхней и нижней сторонах загрузочной камеры 2 центрирующих механизма. Каждый центрирующий механизм состоит из двух взаимно перпендикулярных друг другу ходовых винтов 7, снабженных грузами (ползунами) 8. Ходовые винты 7, в свою очередь, кинематически связаны роликами 9 и 10. На стенках корпуса 1 в верхней и нижней его частях коаксиально ротору укреплены центрирующие кольца 11 и 12, имеющие с внешней стороны на уровне роликов 9 и 10 профилированную, в данном случае коническую поверхность. При этом ролики 9 и 10 механизмов установлены с зазором (0,1...0,2 мм) относительно центрирующих колец 11 и 12.

Для обеспечения смещения верхнего конца вала последний снабжен центрирующим стаканом 13, имеющим на одном конце с внешней стороны на уровне стенки корпуса 1 кольцо в виде части сферы, и пружиной 14, установленной коаксиально в стакане 13. На втором конце стакана 13 закреплен подшипник 5. Концы 3 вала с кольцом контактирует с внутренней поверхностью подшипника 5.

Для обеспечения смещения нижнего конца вала последний снабжен центрирующим стаканом 15, имеющим с внешней стороны три кольца в виде части тора, пружиной 16, установленной коаксиально в стакане 15, шайбой 17, укрепленной на стенке корпуса 1 коаксиально стакану 15, шайбой 18, установленной коаксиально стакану 15 и укрепленной на корпусе подшипника 6, и сепаратором, установленным между шайбами 17 и 18 коаксиально стакану 15 и выполненным в виде кольца 19 с отверстиями, в которых расположены шарики 20. При этом внешними кольцами стакан 15 контактирует с нижней шайбой 17, с сепаратором и верхней шайбой 18. При этом нижний конец 4 вала через переходную деталь 21 опирается на подшипник 6.

Камеру 2 загружают и включают двигатель. Камера 2 начинает вращаться. При неравномерной загрузке камеры 2 возникает дисбаланс, т. е. вал смещается относительно вертикальной оси. При перекашивании центрирующего стакана 15 шайба 18 смещается относительно шайбы 17 за счет перекатывания между ними шариков 20.

При этом ролики 10 прижимаются к конической поверхности центрирующего кольца 12. За счет сил трения ролики 10 начинают вращаться, в свою очередь они приводят во вращение ходовые винты 7, которые, вращаясь, перемещают грузы (ползуны) 8 в сторону геометрической оси вращения вала центрифуги до совмещения его с осью вращения. После чего пружины 14 и 16 возвращают стаканы 13 и 15 в исходное положение, восстанавливая зазоры между роликами 9 и 10 и коническими поверхностями центрирующих колец 11 и 12. При этом прескращается вращение ходовых винтов 7, что способствует продолжению вращения ротора центрифуги без биения.

Таким образом, в предложенной центрифуге во время ее запуска автоматически балансируется вал, устраняется биение в местах его фиксирования на опорах, при этом происходит также совмещение главной физической оси вала с геометрической осью центрифуги. Указанная балансировка возможна при весьма больших дисбалансах центрифуги, что существенно упрощает эксплуатацию центрифуги и улучшает ее характеристики.

Центрифуга отличается тем, что вал состоит из двух частей, расположенных по обе стороны загрузочной камеры, а концы его выполнены в виде части сферы и установлены в подшипниках вращения с возможностью смещения относительно оси

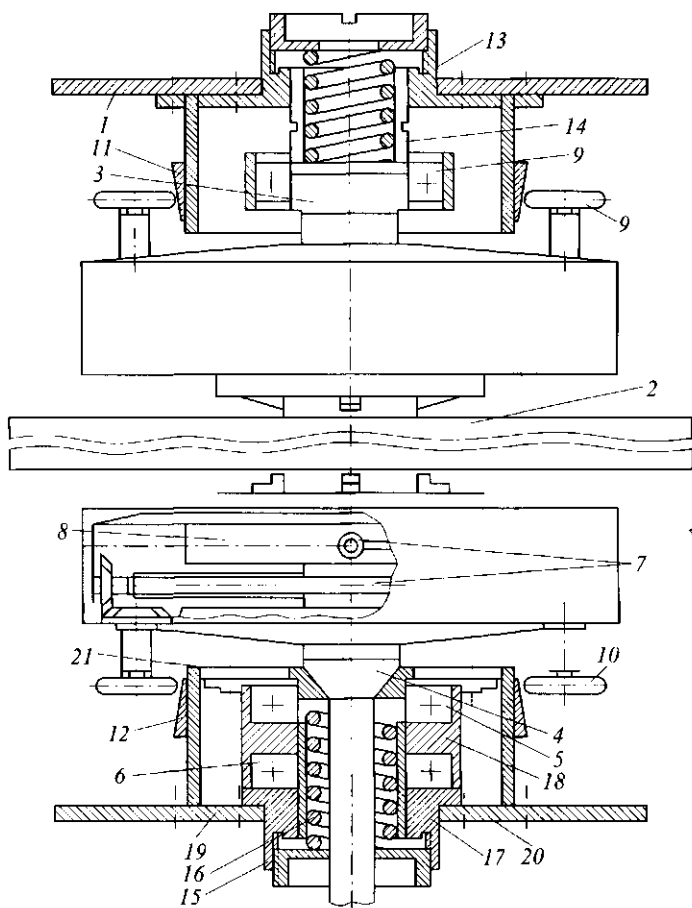


Рис. 13.39 Центрифуга

вала, система балансировки содержит два установленных на вышеуказанных сторонах загрузочной камеры центрирующих механизма, каждый из них содержит два взаимно перпендикулярных друг другу ходовых винта с грузами, установленными на них с возможностью перемещения вдоль винтов, ролики, кинематически связанные с концами винтов, и центрирующее кольцо, укрепленное коаксиально валу на корпусе и имеющее с внешней стороны на уровне роликов профилированную поверхность, при этом ролики установлены с зазором относительно центрирующих колец; *отличается* тем, что для обеспечения смещения концов вала верхний конец вала снабжен центрирующим стаканом, один конец которого укреплен на подшипнике, а другой конец установлен в стенке корпуса и имеет с внешней стороны на уровне стенки корпуса кольцо в виде части сферы, пружиной, расположенной в стакане, и заглушкой, укрепленной на корпусе коаксиально стакану с внешней его стороны, а нижний конец вала снабжен другим центрирующим стаканом, имеющим с внешней стороны три кольца в виде части тора, пружиной, расположенной в стакане, заглушкой, укрепленной на корпусе коаксиально стакану с внешней его стороны, верхней и нижней шайбами, установленными коаксиально стакану между подшипником и стенкой корпуса, и сепаратором, установленным коаксиально стакану между шайбами и выполненным в виде кольца с отверстиями, в которых расположены шарики, при этом центрирующий стакан своими кольцами контактирует соответственно с верхней шайбой, сепаратором и нижней шайбой; *отличается* тем, что профилированная поверхность центрирующих колец выполнена конической, или тороидальной, или сферической, или параболической, или гиперболической, или в виде других поверхностей вращения или их сочетаний.

Устройство для фильтрации (Пат. РФ 2076900) используется в пивоваренной отрасли пищевой промышленности для фильтрации пивного сула.

Устройство для фильтрации (рис. 13.40) содержит цилиндрический корпус 1 с входным и выходным патрубками 2 и 3, в нижней части которого установлена фильтрационная сетка 4, рыхлитель, выполненный в виде вала 5 с закрепленной на нем траверсой 6 и установленных на ней рыхлительных ножей 7 с лопатками 8, механизм вертикального перемещения рыхлителя в виде рычага 9, ось 10 которого укреплена в корпусе 1. Ведомое плечо рычага 9 выполнено с пазом на конце и соединено посредством пальца 11, установленного на втулке 12, через подшипник 13 с валом рыхлителя 5. Ось 10 рычага 9 укреплена в корпусе 1 на кронштейне 14.

Кроме того, устройство содержит механизм вращения в виде полого вала 15, установленного в корпусе 1, механически связанного с валом 16 редуктора 17 посредством шпонки 18 и имеющего продольный паз 19 для хода штифта 20, жестко связанного с валом 5 рыхлителя, при этом длина продольного паза не превышает расстояние между лопатками 8. Кроме того, механизм вращения рыхлителя содержит подшипник 21, посредством которого полый вал 15 соединен с валом 16 редуктора. Механизм вращения имеет привод в виде электродвигателя 22, а привод механизма вертикального перемещения выполнен в виде рукоятки 23 с гайкой на винте 24, соединенным осью 25 с ведущим плечом рычага 9. Каждый нож 7 соединен с траверсой 6 через соответствующую втулку 26 траверсы 6, в которой расположен подвижный палец 27, соединенный с рукояткой ножа 7 через ось 28. Траверса 6 имеет ограничители 29 по числу ножей 7, на рукоятке каждого из которых укреплены ограничительные штифты 30, 31. Лопатки 8 установлены на ножах 7 в шахматном порядке и имеют наклон относительно горизонтали 3...10°.

После заполнения резервуара устройства пивным сушлом через входной патрубок 2 включают электродвигатель 22 и через редуктор 17 начинает работать механизм вращения рыхлителя. Вал 16 редуктора 17 передаст вращение через шпонку 18 полуму валу 15, имеющему продольный паз 19 для хода штифта 20, запрессованного в вал 5. При этом вал 5 приводит во вращение траверсу 6 с рыхлительными ножами 7 и лопатками 8 для рыхления затора.

Ножи 7, шарнирно закрепленные на траверсе 6, имеют возможность через ось 27 самоустанавливаться, что позволяет без особых усилий осуществлять вращение. Вертикальное перемещение вала 5 осуществляется при вращении рукоятки 23, осуществляющей через винт 24 с осью 25 воздействия на ведомое плечо рычага 9.

Привод механизма вертикального перемещения рыхлителя может быть выполнен по-иному (в том числе электрическим), а наличие рычага позволяет брать его менее мощным, чем в прототипе.

Выбор хода вертикального перемещения, не превышающего величину расстояния между лопатками, позволяет уменьшить длину и соответственно габариты механизма вертикального перемещения, сохранив при этом функцию по рассечению всей высоты затора. Отфильтрованное сушло через фильтрационную сетку 4 поступает в выходной патрубок 3.

Устройство для фильтрации преимущественно пивного сушла отличается тем, что механизм вертикального перемещения рыхлителя выполнен в виде рычага, ось которого укреплена в корпусе, при этом ведомое плечо рычага механически связано с валом рыхлителя, ведущее плечо рычага – с приводом механизма вертикального

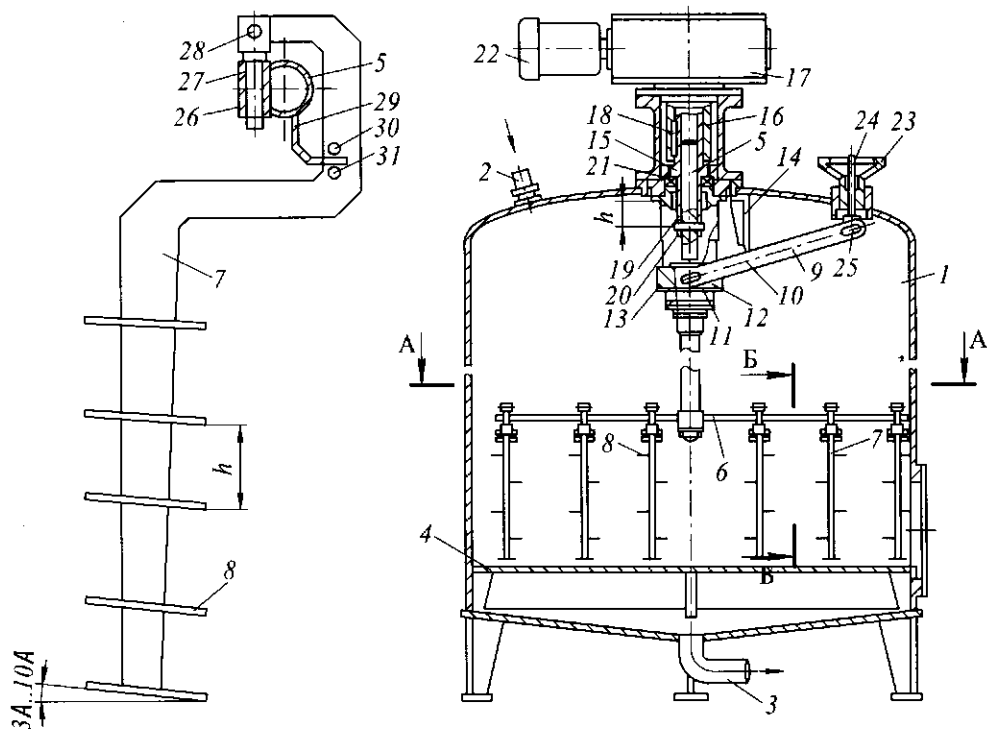


Рис. 13.40 Устройство для фильтрации

перемещения, а вертикальный ход вала рыхлителя ограничен расстоянием, не превышающим расстояние между лопатками; *отличается* тем, что ведомое плечо рычага выполнено с пазом на конце и соединено посредством пальца, установленного на втулке, через подшипник с валом рыхлителя; *отличается* тем, что ось рычага укреплена в корпусе посредством кронштейна; *отличается* тем, что механизм вращения содержит полый вал, установленный в корпусе, механически связанный с валом редуктора, на валу рыхлителя жестко установлен штифт, в полой валу механизма вращения выполнен продольный паз для хода штифта, длина которого не превышает расстояние между лопатками; *отличается* тем, что каждый нож соединен с траверсой через соответствующую втулку траверсы, в которой установлен подвижный палец, соединенный с рукояткой ножа через ось, при этом траверса имеет ограничители по числу ножей, на рукоятке каждого из которых укреплены ограничительные штифты.

Аппарат для разделения растворов (Пат. РФ 1793951) используется для разделения растворов методами обратного осмоса и ультрафильтрации.

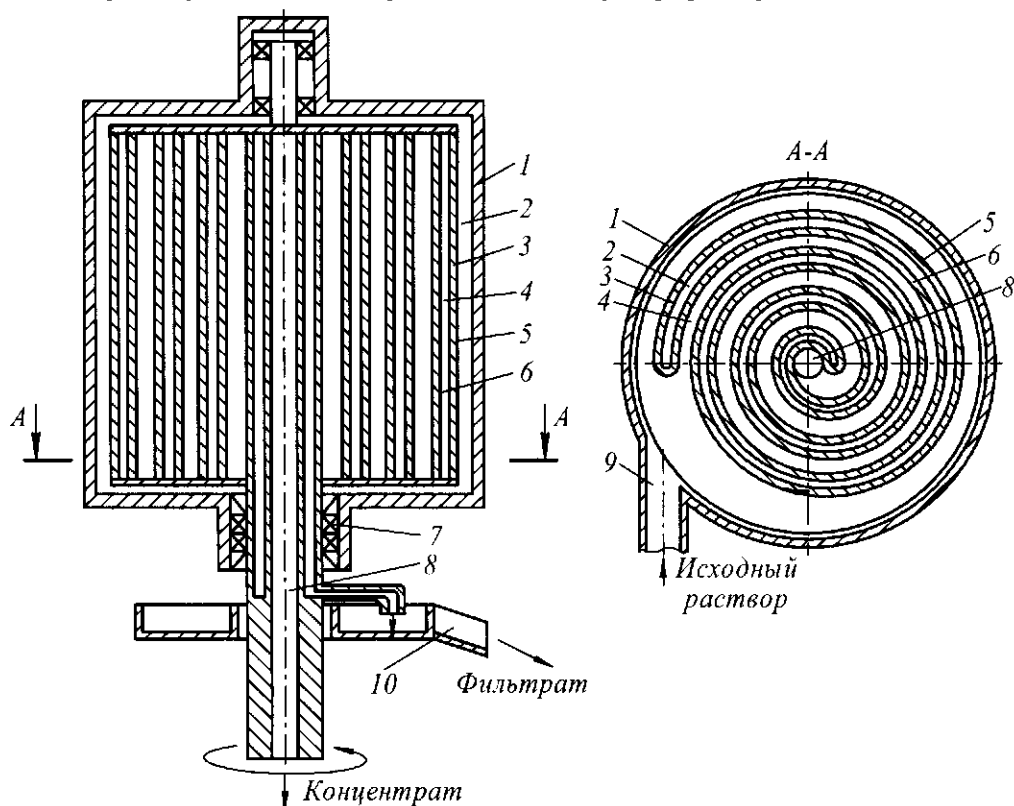


Рис. 13.41 Аппарат для разделения растворов

Аппарат для разделения растворов (рис. 13.41) состоит из цилиндрического корпуса 1, фильтрующего элемента 2, выполненного в виде двух перфорированных спиралей 3 и 4, образующих замкнутую полость. На поверхность спиралей нанесены полупроницаемые мембраны 5 и 6 с дренажным слоем. Замкнутая полость соедине-

на с патрубком удаления фильтрата 7. При работе аппарата исходный раствор подается через патрубок 9. После прохождения через фильтрующие элементы он разделяется на две части: первая – фильтрат выгружается через приемный лоток 10, а концентрат – через патрубок 8.

Аппарат для разделения растворов *отличается* тем, что с целью уменьшения гидравлического сопротивления аппарата и концентрационной поляризации, фильтрующий элемент установлен с возможностью вращения навстречу подачи исходного раствора и выполнен в виде двух ленточных спиралей, образующих замкнутую полость, соединенную с патрубком вывода фильтрата, охватывающим патрубок вывода концентрата, расположенный по оси аппарата, при этом патрубок ввода исходного раствора размещен тангенциально к цилиндрическому корпусу аппарата.

Шнековый пресс (Пат. РФ 2173636) может использоваться на сахарных заводах для отжима жидкости из свекловичного жома (рис. 13.42).

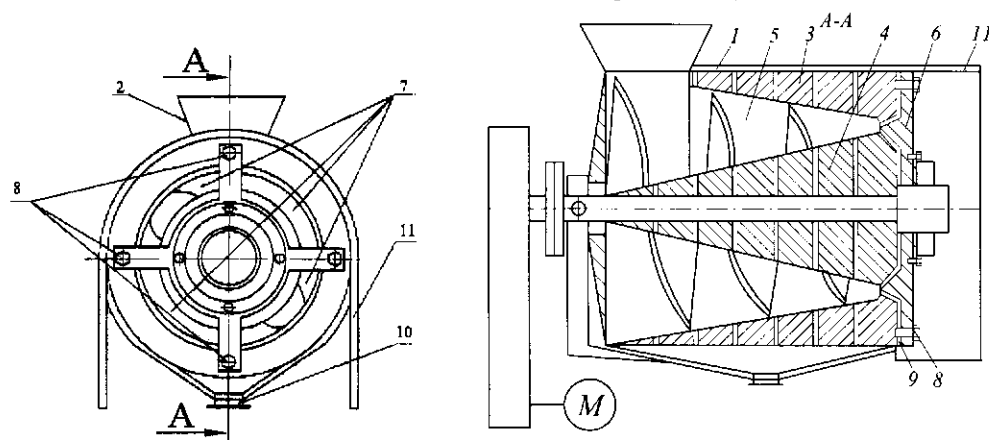


Рис. 13.42 Шнековый пресс

Шнековый пресс для отжима жидкости из растительных материалов, преимущественно свекловичного жома, содержит корпус 1 с загрузочным бункером 2. В корпусе размещена перфорированная матрица 3, причем внутренняя поверхность матрицы имеет конусообразное сечение. Внутри перфорированной матрицы 3 установлен полый перфорированный шнековый вал 4, причем увеличение диаметра шнекового вала 4 направлено в сторону уменьшения внутреннего диаметра перфорированной матрицы 3. Камера прессования 5 состоит из ограниченного пространства между лопастями конусного шнекового вала 4 и перфорированной матрицы 3. Конусный запорный элемент 6 выполнен в виде конусного кольца и предназначен для обеспечения подпора прессуемого свекловичного жома и регулировки степени отжима. Степень отжима зависит от размера отверстий 7 (рис. 13.42), предусмотренных для выхода отжатого свекловичного жома. Для обеспечения необходимого размера выходных отверстий 7 предусмотрены регулировочные болты 8 с возможностью установки прокладок 9 на необходимый размер выходного отверстия. В корпусе предусмотрено отверстие 10 для слива отжатой жидкости. Для создания определенного направления отжатой массы к выходному торцу корпуса закреплен направляющий козырек 11.

Отжим жидкости из свекловичного жома осуществляется следующим образом. Шнековый вал 4 захватывает и увлекает свекловичный жом, который поступает через загрузочный бункер 2 в камеру прессования 5. Камера прессования 5 состоит из ограниченного пространства между лопастями конусного шнекового вала 4 и перфорированной матрицы 3.

Необходимо заметить, что конструкция перфорированной матрицы 3 и конусного шнекового вала 4 позволяет создать равномерное напряжение сжатия свекловичного жома во всех плоскостях (см. стрелки). Конусный запорный элемент 6 в виде конусного кольца обеспечивает подпор прессуемого свекловичного жома и регулирует степень отжима. Степень отжима зависит от размера отверстий 7, предусмотренных для выхода отжатого свекловичного жома. Размер выходных отверстий 7 изменяют с помощью регулировочных болтов 8 путем установки прокладок 9 на необходимый размер выходного отверстия. Избыточная жидкость сливается через отверстия в перфорированной матрице 3 и в полом перфорированном конусном шнековом валу 4. В корпусе предусмотрено отверстие 10 для слива отжатой жидкости. Отверстия 7 для выхода отжатого свекловичного жома выполнены с увеличивающейся площадью сечения в направлении выхода свекловичного жома. Для создания определенного направления отжатой массы к выходному торцу корпуса закреплен направляющий козырек 11.

Шнековый пресс для отжима жидкости преимущественно из растительных материалов *отличается* тем, что для стока отжатой жидкости конусный шнековый вал выполнен полым и перфорированным; *отличается* тем, что увеличение диаметра перфорированного шнекового вала направлено в сторону уменьшения внутреннего диаметра перфорированной матрицы, причем внутренняя поверхность матрицы имеет конусообразное сечение; *отличается* тем, что отверстия для выхода отжатого свекловичного жома выполнены с увеличивающейся площадью сечения в направлении выхода свекловичного жома; *отличается* тем, что для создания определенного направления отжатой массы к торцу корпуса закреплен направляющий козырек, который выполнен в виде усеченного цилиндра.

Масловыжимной пресс (Пат. РФ 5127320) может использоваться для отжима масла. Общий вид масловыжимного пресса показан на рис. 13.43.

Масловыжимной пресс состоит из цилиндра 1 с отверстиями для выхода масла 2, секции с отверстием для выхода жмыха 3, шнека 4, с винтовыми нарезками 5 и 6, дроссельного элемента 7, находящегося между зонами транспортирования 8 и сжатия 9 и выполненного в виде ряда колец с увеличивающимися в направлении выходного отверстия наружными диаметрами и прямоугольными пазами 10, выполненными вдоль всего дроссельного элемента, а также пазами 11, изготовленными на максимальном диаметре дроссельного элемента под углом 45° к горизонтали.

Исходное маслосодержащее сырье подается в зону транспортирования через загрузочный бункер (не показан), в результате передачи крутящего момента шнеку 4, имеющему большой шаг нарезки 5, маслосодержащее сырье перемещается между зерным цилиндром 1 и телом шнека 4. По достижении участка с дроссельным элементом 7 маслосодержащее сырье эффективно прессуется и отжимается жидкая фаза, которая стекает через отверстия 2. Для исключения сильного напрессовывания в зоне дроссельного элемента 7 предусмотрены пазы 10 и 11, через которые уходит часть отжатого жмыха. После прохождения сырья через дроссельный элемент 7 большая

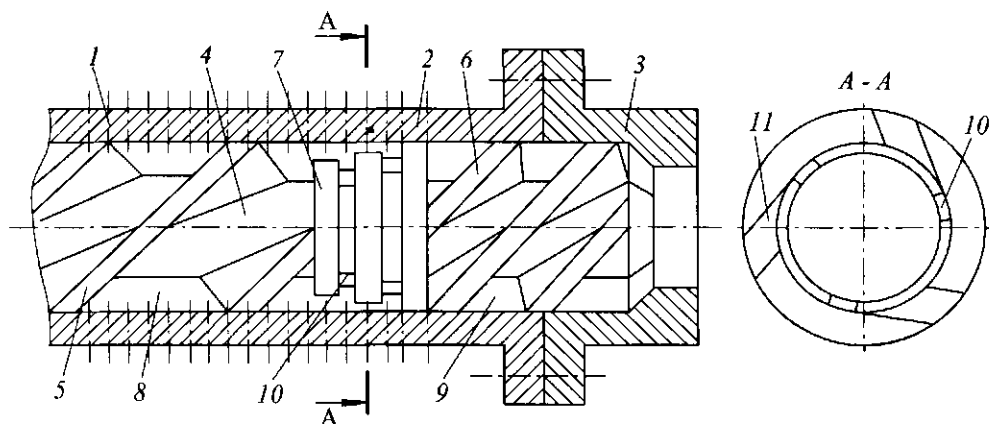


Рис. 13.44 Масловыжимной пресс

часть жидкой фазы отделена, и жмых спокойно выпрессовывается шнеком 4 с мелким шагом нарезки 6 через фланец с отверстием для выхода жмыха 3.

Таким образом, максимально увеличивается отжим масла, а получаемый жмых с пониженной остаточной маслячностью используется в качестве как добавок к продуктам питания, так и продуктов питания или в качестве кормосмеси для питания скота, птицы, рыбы и домашних животных.

Масловыжимной пресс отличается тем, что вдоль дроссельного элемента в кольцах выполнены прямоугольные пазы, а на кольце с максимальным диаметром выполнены пазы под углом 45° к горизонтали, при этом шнек с винтовой нарезкой в зоне транспортирования и в зоне сжатия имеет разный шаг нарезки.

* * *

В этой главе наиболее важными являются следующие моменты.

1. Знание механизма разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред позволяет правильно выбрать способ их разделения и учитывать факторы, влияющие на интенсивность процесса.

2. Классификация машин для разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред по функционально-технологическому принципу позволяет не только уяснить их устройство и принцип действия, но и выбрать ту из них, которая наиболее полно реализует особенности процесса в зависимости от технологических свойств сырья.

3. Основные направления повышения эффективности работы оборудования во многом определяются особенностями эксплуатации, ремонта и обслуживания машин для разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред, а также факторами, влияющими на производительность и энергоемкость процесса.

4. Методики инженерных расчетов машин для разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред позволяют выполнять не только проверочные расчеты существующего оборудования, но и конструкторские расчеты вновь создаваемого прогрессивного оборудования.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется процессом центрифугирования?
2. Какие виды центрифугирования Вы знаете? Охарактеризуйте их.
3. В чем заключается сущность основных стадий процесса фуговки утфеля?
4. Какова классификация центрифуг сахарного производства?
5. Каково устройство и каков принцип действия центрифуги?
6. Как классифицируются маслоизготовители и маслообразователи?
7. Каково функциональное назначение текстуратора маслоизготовителя?
8. Каково устройство и каков принцип работы маслоизготовителя и маслообразователя?
9. Из каких составляющих складывается мощность привода центрифуги?
10. Какова классификация сепараторов?
11. В чем заключается сущность процесса разделения и осветления?
12. Каковы основные конструктивные факторы, влияющие на эффективность процесса сепарирования?
13. Каково устройство и каков принцип работы сепаратора?
14. Каково устройство и каков принцип работы фильтр-пресса?
15. Каковы основные факторы, влияющие на эффективность процесса фильтрования?
16. По какому признаку можно классифицировать мембранные процессы?
17. В чем сущность процессов обратного осмоса и ультрафильтраций? Каковы общность и различие этих процессов?
18. Какие мембраны используют в процессах обратного осмоса и ультрафильтрации? Какими свойствами должны обладать мембраны?
19. Какие конструкции аппаратов для проведения процессов обратного осмоса и ультрафильтрации применяют в пищевых производствах?
20. В чем заключается расчет аппаратов для проведения процессов обратного осмоса и ультрафильтрации?

УПРАЖНЕНИЯ

Предложите в виде эскизов Ваши решения инженерных задач, связанных с развитием конструкций:

- отстойников, центрифуг и сепараторов;
- фильтров и фильтрующих устройств;
- мембранных модулей и аппаратов;
- прессов.

Эти решения должны предполагать совершенствование и модернизацию оборудования. Они направлены на:

- повышение производительности;
- повышение качества продукции;
- улучшение условий труда рабочего с точки зрения эргономики, техники безопасности и охраны труда;
- экономию времени на санитарное обслуживание оборудования;
- экономию времени на техническое обслуживание оборудования;
- экономию энергоресурсов;
- экономию конструкционных материалов;
- повышение технологичности конструкции с точки зрения изготовления и ремонта;
- улучшение дизайна оборудования;
- снижение себестоимости продукции другими, кроме перечисленных выше, путями.

Вместе с этими, преимущественно машиноведческими, аспектами рассмотрите возможность развития конструкций машин и аппаратов с точки зрения повышения качества самих технологических процессов, которые реализуются этим оборудованием. Речь идет об увеличении точности, устойчивости, надежности, управляемости и стабильности технологических процессов, а также о снижении их чувствительности к возмущающим факторам окружающей среды.

По результатам Вашей работы сделайте заключение о том, в какой мере Ваши предложения повышают готовность машин и аппаратов к эффективной автоматизации данных технологических процессов.

ЛАРЧИК
(басня)

Случается нередко нам
И труд и мудрость видеть там,
Где стоит только догадаться
За дело просто взяться.

К кому-то принесли от мастера Ларец.
Отделкой, чистой Ларец в глаза кидался;
Ну, всякий Ларчиком прекрасным любовался.
Вот входит в комнату механики мудрец.
Взглянув на Ларчик, он сказал: «Ларец с секретом,
Так; он и без замка;
А я берусь открыть; да, да, уверен в этом;
Не смейтесь так исподтишка!
Я отыщу секрет и Ларчик вам открою:
В механике и я чего-нибудь да стою».
Вот за Ларец принялся он:
Вертит его со всех сторон
И голову свою ломает;
То гвоздик, то другой, то скобку пожимает.
Тут, глядя на него, иной
Качает головой;
Те шепчутся, а те смеются меж собой.
В ушах лишь только отдается:
«Не тут, не так, не там!» Механик пуше рвется.
Потел, потел; но, наконец, устал,
От Ларчика отстал
И, как открыть его, никак не догадался:
А Ларчик просто открывался.

*Крылов Иван Андреевич
(1749 – 1844),
русский писатель,
баснописец, журналист, сатирик*



Повторять слова учителя не значит быть его продолжателем.

ПИСАРЕВ ДМИТРИЙ ИВАНОВИЧ (1840-1868),
русский публицист и литературный критик

Глава 14

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Смешивание – механический процесс равномерного распределения частиц отдельных компонентов во всем объеме смеси под действием внешних сил.

Оборудование для смешивания пищевых сред – ведущее в технологических линиях производства пищевых продуктов путем сборки из исходных компонентов сельскохозяйственного сырья. Процессы смешивания в этом оборудовании во многом определяют эффективность последующих процессов и формируют качество готового продукта.



Гений – один процент вдохновения
и девяносто девять процентов пота.

ЭДИСОН ТОМАС АЛВА (1847–1931),
американский электротехник, изобретатель

14.1 НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Оборудование для смешивания предназначено для получения однородных смесей двух или нескольких компонентов, обеспечения однородной консистенции при хранении, а также ускорения тепло- и массообмена в процессе производства продуктов.

Смешивание осуществляется сжатым воздухом или паром; во вращающемся резервуаре смесителя; быстро вращающимися рабочими органами (лопасти, винты, ножи, шнеки); пропуском массы под давлением через сопла и щели; ультразвуком или гидродинамическим эффектом и др.

Для смесителя конфигурацию и форму лопастей выбирают, учитывая состояние перемешиваемой массы, ее объем, толщину слоя, производительность, соотношение смешиваемых компонентов, степень однородности, способ загрузки и выгрузки продукта, требования технологии.

Эффективность смешивания оценивают таким показателем, как однородность полученной смеси, а для количественной оценки используют коэффициент неоднородности. Практически однородной считается смесь, в которой содержание компонентов в любом ее объеме не отличается от заданного содержания для всей смеси.

На эффективность смешивания влияют плотность исходных компонентов, granulometric состав (форма, размеры, дисперсионное распределение по степени крупности для неоднородных компонентов) частиц компонентов смеси, влажность компонентов, состояние поверхности частиц, силы трения и адгезии поверхностей частиц и т.д.

Для определения степени однородности полученной смеси выделяют один основной компонент, а остальные объединяют в другой условный компонент. При

этом полагают, что если основной компонент смеси распределен равномерно, то и все остальные компоненты распределены также удовлетворительно.

Коэффициент неоднородности смеси k_c (%) представляет собой отношение содержания основного компонента к его средней массовой доле смеси

$$k_c = 100(\sigma_c / c_{cp}) = (100 / c_{cp}) \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i - c_{cp})^2 / (n-1)},$$

где σ_c – среднее квадратичное отклонение содержания основного компонента, %; c_{cp} – средняя массовая доля основного компонента в смеси, %; c_i – массовая доля основного компонента в i -пробе, %; n – число проб.

Чем меньше k_c , тем равномернее смесь, что характеризует эффективность работы смесителей, при $k_c < 10\%$ эффективность смеси считается хорошей.

При большой разнице в плотности и гранулометрическом составе компонентов достижение необходимой степени смешивания затруднено и требует значительного времени.

Процесс смешивания для вращающихся смесителей описывается с помощью двухпараметрической диффузионной модели

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -v \frac{\partial c}{\partial x} + B_L \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{B_R}{R} \frac{\partial}{\partial R} \left(R \frac{\partial c}{\partial R} \right),$$

где v – линейная скорость потока материала; B_L – коэффициент продольного перемешивания; B_R – коэффициент поперечного перемешивания; R – радиус поперечного сечения смесителя.

Анализ показывает, что смешивание условно состоит из трех элементарных процессов:

- конвективного смешивания – это перемещение групп частиц из одного объема смеси в другой внедрением и скольжением слоев;
- диффузионного смешивания – это постепенное перемещение частиц различных компонентов через вновь образованные границы их раздела;
- сегрегации – это сосредоточение близких по форме, массе и размерам частиц в разных местах смесителя.

Если разделить по времени смешивание на три интервала, то в первом преобладает конвективное смешивание, во втором – диффузионное, в третьем – сегрегация. Первые два процесса способствуют равномерному распределению частиц в смеси, последний препятствует этому. Поэтому целесообразно заканчивать процесс в конце второго интервала смешивания.

Режим замеса теста зависит от свойств муки, рецептуры, технологических особенностей ассортимента и конструкции тестомесильной машины. При замесе происходит насыщение теста воздухом. При этом белки муки интенсивно поглощают влагу, их нерастворимые в воде фракции – глютен и глиадин – образуют клейковину. При образовании клейковинного скелета теста возникают поперечные связи между смежными цепями белков. Эти связи упрочняют структуру теста и снижают его липкость.

Различают три стадии замеса:

- смешивание сухих и жидких компонентов теста – должно проводиться как можно быстрее;

– замес – сопровождается диффузией влаги мучнистых частиц, набуханием белков. Водорастворимые фракции муки переходят в раствор. При набухании большую часть влаги забирают белковые вещества: глютеин и глиадин. Набухшие белки образуют гель. На скорость замеса оказывают влияние свойства муки, степень измельчения крахмальных зерен, температура и рецептурные добавки. При поглощении влаги белки сильно увеличиваются в объеме, создавая клейковинный скелет. Замес требует значительных энергозатрат на привод тестомесильной машины вследствие возрастания усилия сдвига теста и может протекать при невысоких скоростях перемешивания;

– пластификация – сопровождается структурными изменениями крахмальных зерен и образованием клейковинной решетки, смазывающей крахмальные зерна. При этом крахмальные зерна частично измельчаются и обволакиваются белковыми пленками. Спиралевидные молекулы полипептидов раскалываются и разрыхляют структуру белков, при этом возникают клейковинные пленки. Эти соединения образуются у полипептидов за счет водородных и гидрофобных связей. Пластификация требует усиленного механического воздействия, т. к. происходит разрушение молекул клейковины, а также выравнивание структуры теста и ее измельчение.



Пусть наставник заставляет ученика как бы просеивать через сито все, что он ему преподносит, и пусть ничего не вдалбливает ему в голову, опираясь на свой авторитет и влияние...
МОНТЕНЬ МИШЕЛЬ де (1533–1592), французский философ и писатель

14.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

В различных отраслях пищевой промышленности возникает необходимость в перемешивании жидких продуктов: для смешивания двух или нескольких жидкостей, сохранения определенного технологического состояния эмульсий и суспензий, растворения или равномерного распределения твердых продуктов в жидкости, интенсификации тепловых процессов или химических реакций, получения или поддержания определенной температуры или консистенции жидкостей и т. д.

Смешивание пищевых продуктов осуществляется в смесителях следующих типов: шнековых, лопастных, барабанных, пневматических (сжатым воздухом) и комбинированных.

Перемешивающие аппараты классифицируются (рис. 14.1):

- по назначению: для смешивания, растворения, темпирования и т. д.;
- по расположению аппарата: вертикальные, горизонтальные, наклонные, специальные;
- по характеру обработки рабочей среды: смешивание одновременно во всем объеме, в части объема и пленочное смешивание;
- по характеру движения жидкости в аппарате: радиальное, осевое, тангенциальное и смешанное;
- по принципу действия: механические, пневматические, эжекторные, циркуляционные и специальные;

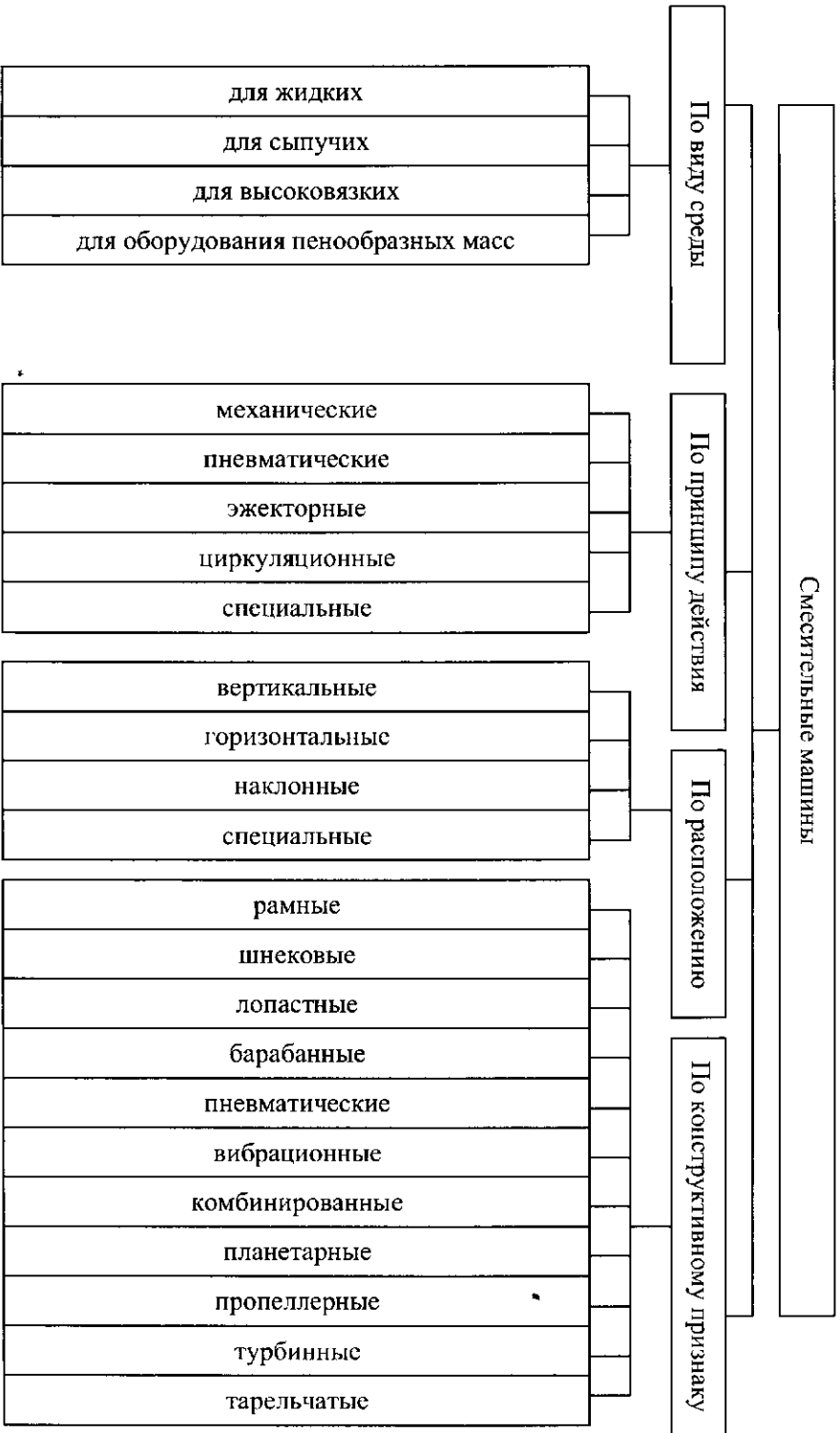


Рис. 14.1 Классификация смесительных машин

– по отношению к тепловым процессам: со стеночной поверхностью теплообмена, с погружной поверхностью теплообмена и без использования тепловых процессов.

Для тонкого измельчения и перемешивания мясного сырья используют куттер-мешалку. Кусковые вязкие и вязкопластичные продукты (муку, мясо, мясной фарш, творожно-сырковую массу) перемешивают шнеками, лопастями в барабанных и других смесителях. Жидкие продукты (молоко, сливки, сметана и др.) перемешивают в емкостях лопастными, пропеллерными и турбинными мешалками.

Тестомесильные машины разделяют на машины периодического и непрерывного действия.

Машины периодического действия бывают с месильными емкостями (дежами) – сменными (рис. 14.2) (подкатными) и стационарными (рис. 14.3), а дежи – неподвижными, со свободным и принудительным вращением.

По интенсивности воздействия рабочего органа на тесто тестомесильные машины разделяются на три группы:

- обычные тихоходные (рабочий процесс не сопровождается нагревом теста);
- быстроходные (рабочий процесс сопровождается нагревом теста на 5...7 °С);
- супербыстроходные (замес сопровождается нагревом теста на 10...20 °С и требуется специальное водяное охлаждение корпуса камеры).

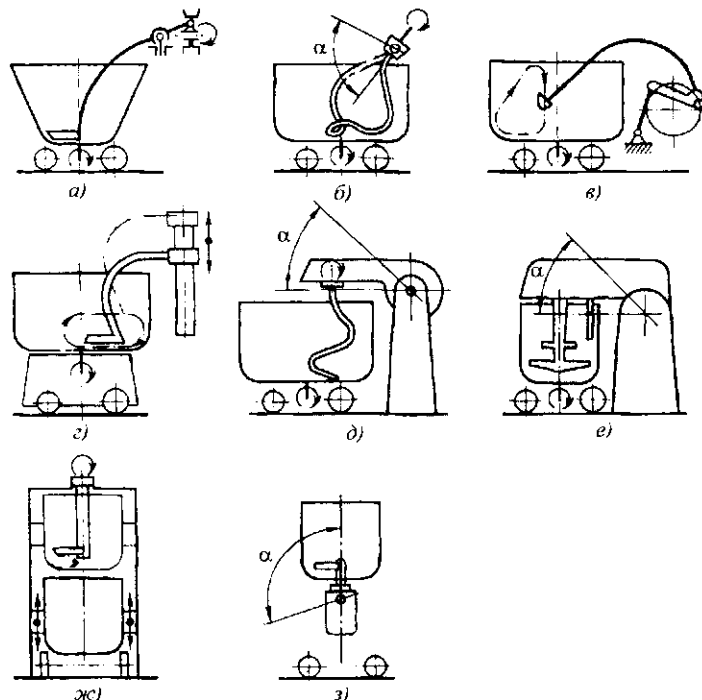


Рис. 14.2 Схемы тестомесильных машин периодического действия с подкатными дежами

a – машины с наклонной осью месильной лопасти и ее поступательным круговым движением; *б* – машины с наклонной осью вращения месильной лопасти, выполненной в виде трубы с пространственной конфигурацией; *в* – машины с месильной лопастью, рабочий конец которой совершает криволинейное плоское движение по замкнутой кривой; *г* – машины с месильной лопастью, совершающей криволинейное пространственное движение по замкнутой кривой в виде эллипса; *д* – машины со спиралеобразной месильной лопастью, вращающиеся вокруг вертикальной оси; *е* – машины с четырехлопастной месильной лопастью, вращающиеся вокруг вертикальной оси, и одной неподвижной вертикальной лопастью; *ж* – машины с горизонтальной цилиндрической или плоской лопастью, вращающейся вокруг вертикальной оси; *з* – машины с горизонтальной лопастью, вращающейся вокруг вертикальной оси, и наклонной осью дежи

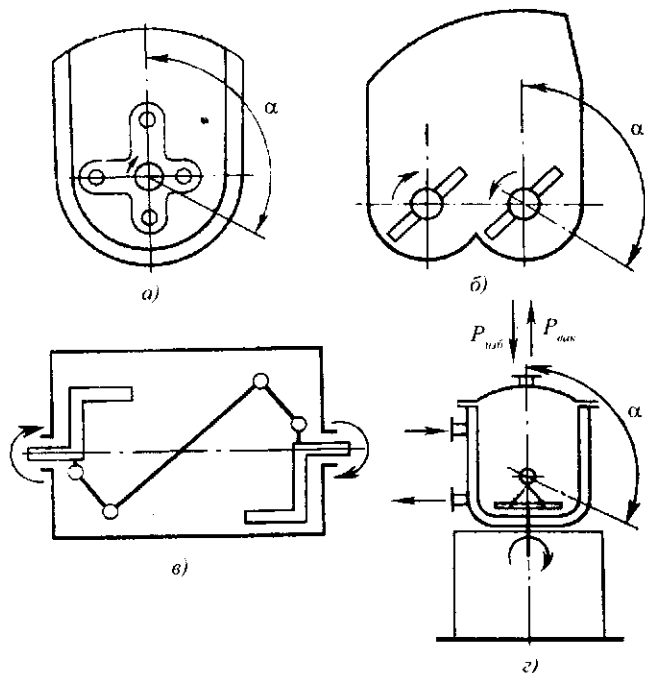


Рис. 14.3 Схемы тестомесильных машин периодического действия со стационарными дежами
а - машины с горизонтальными и наклонными цилиндрическими месильными валами; *б* - машины со спаренными Z-образными лопастями, вращающимися в разные стороны вокруг горизонтальной оси; *в* - машины с шарнирной Z-образной месильной лопастью; *г* - машины с многоугольным ротором и витком шнека на дне емкости

По характеру движения месильного органа различают машины с круговым, вращательным, планетарным и сложным плоским и пространственным движением месильного органа.

Тестомесильные машины непрерывного действия (рис. 14.4) разделяют на следующие группы:

- однокамерные с горизонтальным валом и Т-образными месильными лопастями, например машина X-12 (рис. 14.4, *а*);
- одновалыные с горизонтальным валом, на котором в начале месильной емкости размещены трапециевидальные плоские лопасти, а в конце - винтовой шнек, заключенный в цилиндрический корпус, например тестомесильная машина системы Хренова (рис. 14.4, *б*);
- одновалыные с горизонтальным валом, на котором вначале размещен смесительный шнек, а затем радиальные цилиндрические лопасти, например тестомесильная машина ФТК-1000 (рис. 14.4, *в*);
- одновалыные с горизонтальным валом, вначале которого закреплен шнек и затем дисковая диафрагма и четырехлопастный пластификатор (рис. 14.4, *г*);
- одновалыные с горизонтальной осью вращения, на которой в цилиндрической камере смешения размещен шнековый барабан с независимым приводом, в конической камере на валу закреплены месильные прямоугольные лопасти, а на ее стенках - неподвижные лопасти (рис. 14.4, *д*);
- двухвалыные с горизонтальными валами, на которых закреплены Т-образные месильные лопасти (рис. 14.4, *е*);

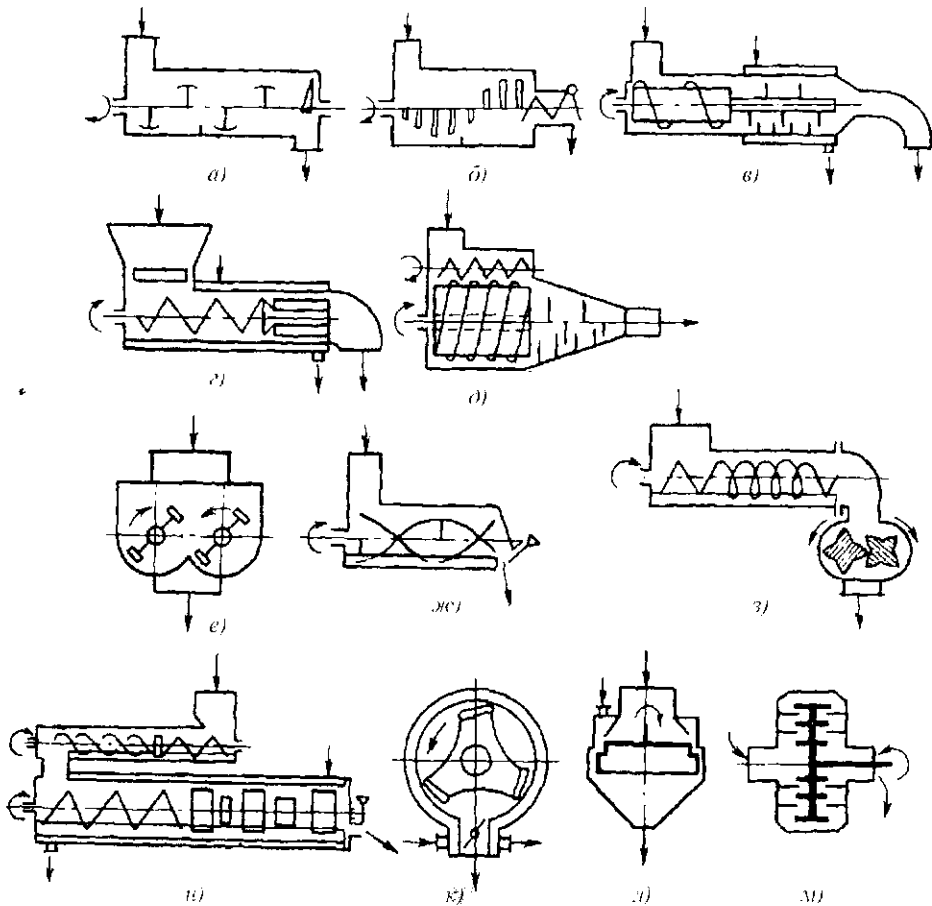


Рис. 14.4 Схемы тестомесильных машин непрерывного действия

– двухвальные с горизонтальными валами, вращающимися в разные стороны и закрепленными на них ленточными лопастями, например тестомесильная машина «Топос» (рис. 14.4, ж);

– двухкамерные двухвальные, на валах которых закреплены винтообразные лопасти, образующие зоны смешения и замеса, а зона пластификации оборудована двумя четырехугольными звездочками, например тестомесильные машины РЗ-ХТО (рис. 14.4, з);

– двухкамерные двухвальные, у которых имеется отдельная смесильная камера с приводом, а месильная камера с регулируемым приводом включает две зоны замеса: месильную, снабженную шнеками, и зону пластификации, рабочим органом которой являются кулаки (рис. 14.4, и);

– с трехлопастным ротором, например тестомесильная машина системы Прокопенко (рис. 14.4, к);

– с вертикальным цилиндрическим ротором, например тестомесильная машина РЗ-ХТН/1 (рис. 14.4, л);

– с дисковым ротором, на котором размещены кольцевые выступы, а в щели между ними входят с небольшим зазором кольцевые выступы корпуса (рис. 14.4, м).



Люди, которым всегда некогда, обыкновенно
ничего не делают.
ЛИХТЕНБЕРГ ГЕОРГ КРИСТОФ (1742–1799),
немецкий писатель, литературный
и театальный критик, ученый-физик

14.3 МЕШАЛКИ ДЛЯ ЖИДКИХ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Наиболее распространенным видом механических перемешивающих аппаратов являются аналогичные по устройству и принципу действия реакторы МЗС-316 и МЗС-210.

Реакторы МЗС-210 и МЗС-316 (рис. 14.5) предназначены для перемешивания вязких и жидких пищевых продуктов из нескольких компонентов.

Перемешивание продукта осуществляется мешалкой 4, состоящей из вертикального вала с укрепленными на нем лопастями. В нижней части корпуса 5 имеются два патрубка для спуска конденсата и выгрузки готового продукта. Над реактором смонтирован привод, включающий электродвигатель 1 и редуктор 2. Для санитарной обработки верхней части имеется крышка 3.

Технические характеристики реакторов представлены в табл. 14.1.

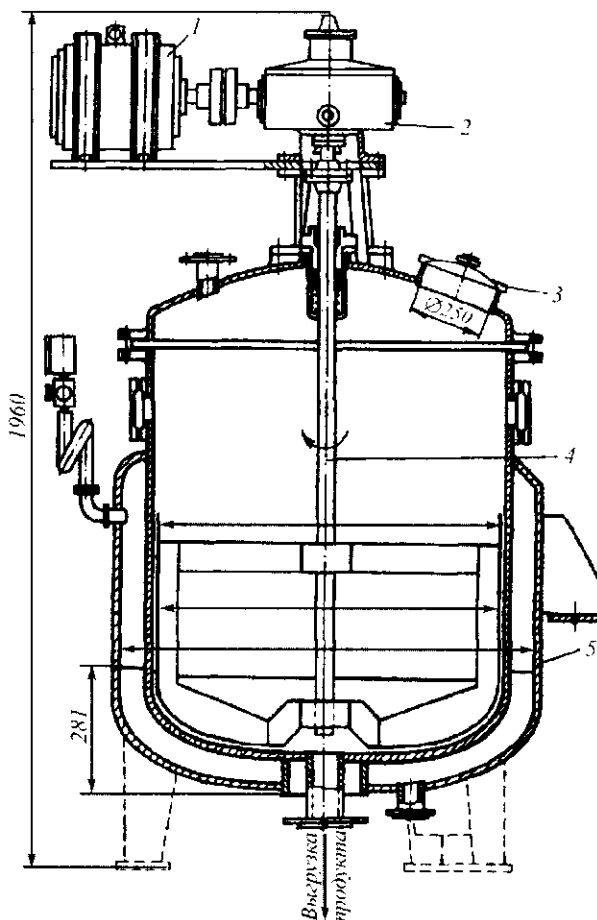


Рис. 14.5 Реактор МЗС-316

Таблица 14.1 Техническая характеристика реакторов МЗС-210 и МЗС-316

Показатели	МЗС-210	МЗС-316
Рабочая емкость, л	920	500
Поверхность нагрева, м ²	4	2,2
Рабочее давление, МПа:		
в паровой камере	0,4	0,3
в корпусе	0,07	0,07
Частота вращения мешалки, мин ⁻¹	57	70
Установленная мощность, кВт	2,8	1,7
Габаритные размеры, мм	1500×1418×2506	1300×1240×1960
Масса, кг	1320	740

Ванна нормализации ВН-600 (рис. 14.6) предназначена для нормализации по жирности высокожирных сливок.

Ванна представляет собой двухстенный цилиндрический вертикальный сосуд с наклонным дном, снабженный лопастной мешалкой 1. Герметичная емкость между внутренней ванной и рубашкой 3 заполняется теплоносителем в тех случаях, когда по технологическому процессу необходимо подогреть продукт. В качестве теплоносителя может использоваться либо горячая вода, либо пар, который вводится в предварительно заполненную водой емкость. Для выхода воздуха и слива конденсата емкость снабжена переливной трубой.

Ванна устанавливается на трех регулируемых по высоте ножках. Крышка 2 ванны, выполненная в виде усеченного конуса, состоит из двух частей, соединенных между собой с помощью шарнирных петель. Одна часть крышки откидная, а другая прикреплена к верхней поверхности ванны. На неподвижной части крышки 2 имеется

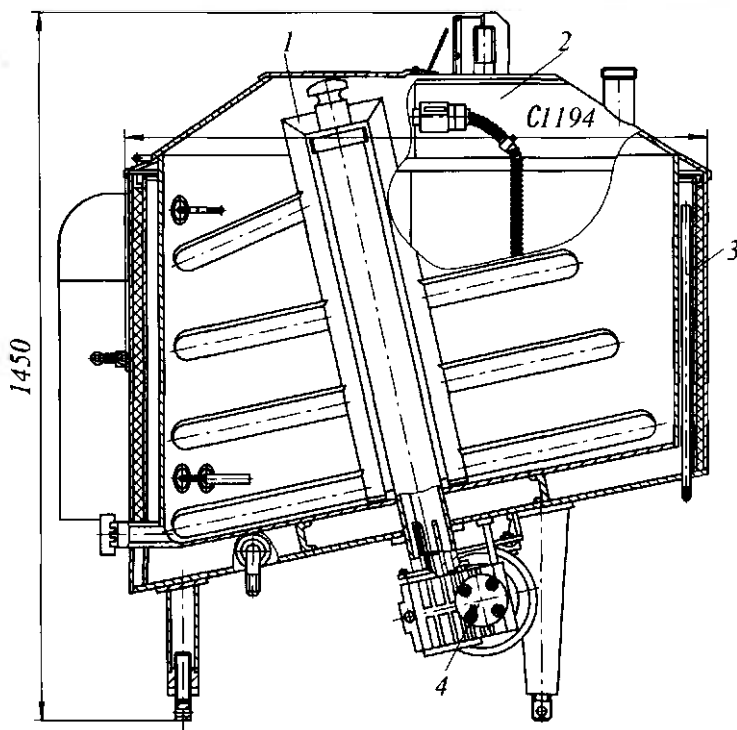


Рис. 14.6 Ванна нормализации ВН-600

люк для подачи продукта в ванну и установлен конечный выключатель, который служит для обесточивания электродвигателя привода 4 мешалки при открывании крышки. Рамная лопастная мешалка, ось вращения которой расположена перпендикулярно наклонному дну ванны, надевается сверху на коническую шейку вала мешалки и крепится специальной гайкой.

Привод 4 вала мешалки расположен в нижней части ванны на наклонном днище. От электродвигателя вращение через упругую муфту передается на червячный редуктор. Тихоходный вал редуктора соединен с помощью жесткой муфты с валом мешалки. Нижнее расположение привода мешалки полностью исключает попадание масла из редуктора в продукт и уменьшает высоту ванны.

Наклон лопастей рамной мешалки и наклонное расположение ее оси вращения обеспечивает эффективное перемешивание продукта.

Для контроля температуры продукта в нижней части ванны имеется штуцер для присоединения датчика температуры.

Техническая характеристика ванны нормализации ВН-600

Рабочая емкость, л	600
Объем обогреваемого пространства, м ³	0,08
Давление пара, МПа	0,06
Частота вращения мешалки, с ⁻¹	5,7
Установленная мощность, кВт	1,1
Габаритные размеры, мм	1210×1350
Масса, кг	351

Инженерные расчеты. При конструировании перемешивающих устройств определяют производительность, длительность процесса перемешивания, потребляемую энергию и мощность электродвигателей, проводят также прочностные и конструктивные расчеты отдельных узлов и элементов.

Уровень жидкости в спокойном состоянии h (м)

$$h = V / (\pi R_{an}^2),$$

где V – объем жидкости, м³; R_{an} – радиус аппарата, м.

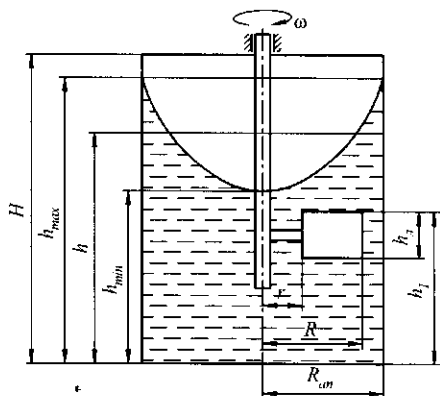
Предельная угловая скорость вращения лопасти $\omega_{н.в}$ (рад/с), при которой жидкость в емкости размерами R_{an} и H , м, налитая до уровня h , не выплеснулась через край емкости. Условие невыплескивания жидкости из аппарата ориентировочно определяют по эмпирической формуле

$$\omega_{н.в} < (2 / R_{an}) \sqrt{g(H - h)}.$$

Предельная угловая скорость вращения лопасти $\omega_{н.л}$ (рад/с), которую она может иметь для того, чтобы ее верхний край не оказался выше уровня перемешиваемой жидкости. Условие необнажения лопасти мешалки ориентировочно определяют по формуле

$$\omega_{н.л} < (2 / R_{an}) \sqrt{g(H - h)}.$$

Предельная угловая скорость вращения лопасти ω_0 (рад/с) при которой будет выполнено условие необнажения дна аппарата, определяется по эмпирической формуле

Рис. 14.7 Схема к расчету скорости
лопастной мешалки

$$\omega_o = 2\sqrt{h} / R_{am}.$$

Зная $\omega_{н.в}$, $\omega_{н.л}$ и ω_o , выбираем $\omega_{раб}$ (рад/с).

Максимальная высота жидкости в аппарате h_{max} (м) (рис. 14.7)

$$h_{max} = h + \left(\omega_{раб}^2 R_{ан}^2 / 4g \right).$$

Тогда высота аппарата H (м)

$$H = h_{max} + K,$$

где K – некоторый запас высоты, м.

Минимальная высота жидкости в аппарате h_{min} (м), при которой процесс будет протекать нормально, равна

$$h_{min} = h - \left(\omega_{раб}^2 R_{ан}^2 / 4g \right).$$

Для того чтобы верхний край лопасти не оказался выше уровня воронки вращающейся жидкости, нижний уровень h_{min} воронки в центре должен быть выше плоскости верхнего края лопасти h_1 (рис. 14.7)

$$h_{min} > h_1.$$

Крутящий момент на валу лопасти M (Н·м)

$$M = (c\rho h_s \omega_{раб} / 4) (R_n^4 - r_n^4),$$

где c – коэффициент сопротивления, величина которого зависит от формы и скорости тела, вязкости жидкости и т. п.; ρ – плотность перемешиваемой жидкости, кг/м³; h_s – высота лопасти, м; R_n и r_n – соответственно радиусы вращения наружного и внутреннего краев лопасти, м (рис. 14.7).

Мощность, необходимая на вращение лопасти N (кВт)

$$N = M\omega_{раб}.$$

Следует учесть, что найденная мощность потребна только на вращение одной лопасти. Для того чтобы определить мощность привода вала лопастной мешалки, следует учесть общий КПД привода $\eta_{пр}$, количество лопастей z и принять некоторый запас мощности. Поэтому мощность электродвигателя привода вала лопастной мешалки N_s (кВт) равна

$$N_s = Nz k_z / \eta_{пр},$$

где z – количество лопастей на валу, шт.; $\eta_{пр}$ – общий КПД привода; k_z – коэффициент запаса мощности.

Производительность смешивающих устройств Π (кг/с) определяют по следующим формулам:

для барабанного смесителя

$$P = V\rho / [(m_n / n) + \tau_i + \tau_p],$$

где V – объем барабана, занимаемый продуктом, м^3 ; ρ – плотность продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$; m_n – число перемещений продукта в барабане; n – частота вращения барабана, с^{-1} ; τ_i – время загрузки барабана, с ; τ_p – время разгрузки барабана, с ;

для мешалок для жидких пищевых продуктов

$$P = m / (\tau_3 + \tau_n + \tau_p),$$

где m – масса загруженного в емкость продукта, кг ; τ_n – время работы барабана, с .

Длительность перемешивания τ_n (с) для смешивания жидких и тестообразных продуктов определяют по формуле

$$\tau_n = 3600C / n^{\alpha n_1},$$

где C – постоянный коэффициент, зависящий от вида процесса, определяемый экспериментально; n – частота вращения лопастей, с^{-1} ; α – коэффициент, учитывающий наличие элементов турбулизации ($\alpha = 1$, при отсутствии таких элементов $\alpha = 2,5$); n_1 – параметр, зависящий от вида и состояния перемешиваемой массы, определяемый экспериментально.

Давление сжатого воздуха P (Па) для перемешивания жидких продуктов в емкости находят по формуле

$$P = \rho g H \eta,$$

где ρ – плотность перемешиваемого продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$; g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$; H – высота столба жидкости, м ; η – коэффициент потерь напора ($\eta = 1,2 \dots 2,0$).

Расход сжатого воздуха Q_v ($\text{м}^3/\text{с}$) на перемешивание жидких продуктов

$$Q_v = g_v S / 60,$$

где g_v – удельный расход воздуха, с ($g_v = 0,4 \dots 1,0$); S – открытая поверхность емкости, м^2 .

Мощность, необходимую для привода перемешивающих устройств N (кВт), рассчитывают следующим образом:

для мешалок пропеллерного типа

$$N = 0,01 K d^{4,36} n^{2,78} \rho^{0,78} \mu^{0,22};$$

для лопастной горизонтальной

$$N = 0,038 K_1 d_n^4 n^3 \rho h Z;$$

для лопастной вертикальной

$$N = 0,038 K_1 (d_n^4 - d_a^4) n^3 \rho h Z,$$

где K – экспериментальный коэффициент ($K = 1,0 \dots 2,0$); d , d_n , d_n , d_a – диаметр мешалки, лопасти, наружный и внутренний, м ; μ – динамическая вязкость жидкости, $\text{Па}\cdot\text{с}$; K_1 – коэффициент, зависящий от соотношения размеров в лопасти; h – высота лопасти, м ; Z – число лопастей; n – частота вращения мешалки, мин^{-1} .

Коэффициент K_1 выбирают в соответствии со следующими значениями:

r/h	1	2	4	10	18
K_1	1,10	1,15	1,19	1,29	1,40

При подборе электродвигателя для мешалок мощность его принимают с запасом на 50 % больше расчетной.



Не надо чистить воздух и воду, гораздо важнее их не загрязнять.
НЕСМЕЯНОВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ (1899–1980),
русский химик, академик АН СССР

14.4 МЕСИЛЬНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ВЫСОКОВЯЗКИХ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Для замеса теста применяют различные типы тестомесильных машин, которые в зависимости от вида муки, рецептурного состава и особенностей ассортимента оказывают различное механическое воздействие на тесто.

Тестомесильные машины периодического действия «Стандарт» и Т1-ХТ2А (рис. 14.8) применяются на хлебозаводах малой и средней мощности и предназначены для замеса опары и теста из пшеничной и ржаной муки в подкатных дежах вместимостью 330 л.

Машина «Стандарт» состоит из станины 1 (рис. 14.8), закрепленной на фундаментной плите 2. Внутри станины расположен приводной электродвигатель 3, а снаружи – червячный вал 5, служащий для вращения подкатной дежи 10. Она смонтирована на трехколесной каретке 7, которая накатывается на фундаментную плиту и закрепляется на ней с помощью упора и специального фиксатора 8. При этом имеющийся на деже зубчатый венец 9 входит в зацепление с червячным валом 5. Дежа закрывается крышкой 6. Сверху на станине расположен червячный редуктор 13, приводимый в движение от электродвигателя через клиноременную передачу 11 и фрикционную муфту 12. Месильный рычаг 4 на нижнем конце имеет лопасть, которая и осуществляет замес теста в деже. Верхний конец месильного рычага с помощью подшипника шарнирно соединен с колесом червячного редуктора и благодаря промежуточной шаровой опоре совершает поступательное круговое движение. Аналогичное движение совершает и месильная лопасть. Во время работы машины месильная лопасть в нижнем положении проходит плотно возле днища дежи, а в верхнем выходит за плоскость обреза нижней кромки дежи. При этом в начале замеса происходит интенсивное распыление муки. Перемешивание и замес происходят не на всей траектории движения месильной лопасти, а лишь на 20 %, что существенно снижает КПД машины. Замес осуществляется при постоянной частоте вращения месильного рычага ($n = 23,5 \text{ мин}^{-1}$), поэтому на машине невозможно обеспечить различную интенсивность замеса на отдельных стадиях процесса. Поскольку на хлебозаводах в настоящее время эксплуатируется большое число таких машин, следует обратить внимание на возможность реконструкции месильной лопасти и приводной части машины с целью интенсификации замеса. Модернизация машин «Стандарт», проводимая в течение нескольких лет, не коснулась изменения самого принципа замеса, а заключалась в совершенствовании конструкции отдельных узлов и улучшении их эксплуатационной надежности.

Техническая характеристика тестомесильной машины «Стандарт» приведена в табл. 14.2.

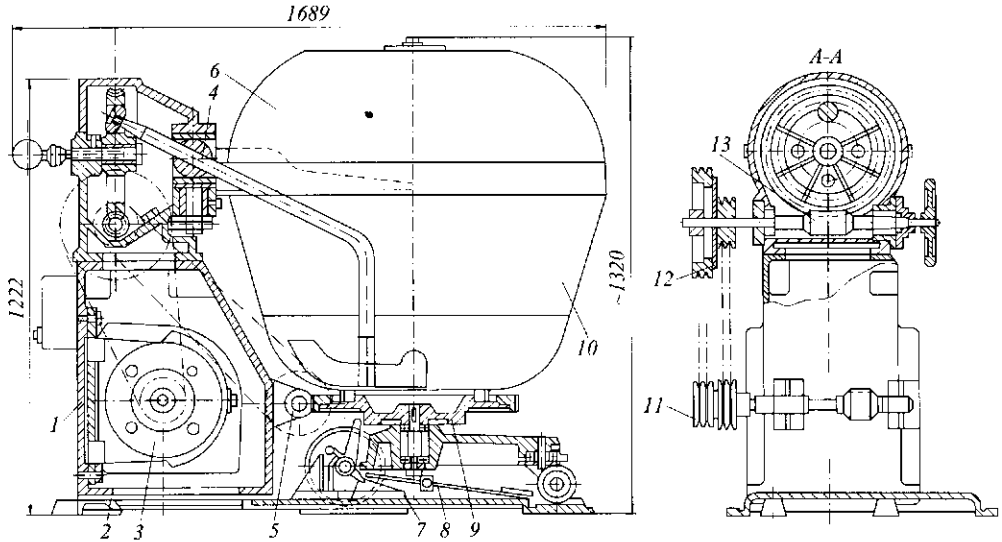


Рис. 14.8 Тестомесильная машина «Стандарт»

Таблица 14.2 Техническая характеристика тестомесильных машин

Показатель	«Стандарт»	T1-XT2A
Вместимость дежи, л	330	330
Длительность замеса, мин	10	6...10
Число качаний месильного рычага, об/мин	23,5	24,2
Мощность электродвигателя, кВт	4,5	3
Частота вращения дежи, об/мин	5,9	6,46
Масса машины без дежи, кг	553	662

Тестомесильная машина T1-XT2A (рис. 14.9) отличается от тестомесильной машины «Стандарт» тем, что вместо червячного привода дежи с помощью червячного венца осуществляется привод плиты, на которой закрепляется дежа. При разработке конструкции достигнуто улучшение санитарных условий работы, некоторое уменьшение массы дежи и удешевление ее изготовления, повышена надежность.

Станина 2 тестомесильной машины T1-XT2A с приводным устройством 3, месильной лопастью 4, маховиком 5 смонтирована на фундаментной плите 1. Дежа имеет откидную крышку 6. В фундаментной плите смонтированы два червячных редуктора. На выходном валу редуктора 8 насажен поворотный стол 9, на котором имеются направляющие 11 для дежи, стойка и фиксатор с педалью 10, упорный кронштейн 7. При работе дежу накатывают на поворотный стол, центрируют и фиксируют с помощью защелки. Затем закрывают крышку, загружают дежу и включают привод. По окончании замеса крышку поднимают. При этом выключается фрикционная муфта на валу привода месильного органа и затормаживается ее привод, а стол с дежей продолжает вращаться до тех пор, пока специальный упор на плите не коснется конечного выключателя, который отключает электродвигатель. При этом дежа останавливается в положении, удобном для откатывания.

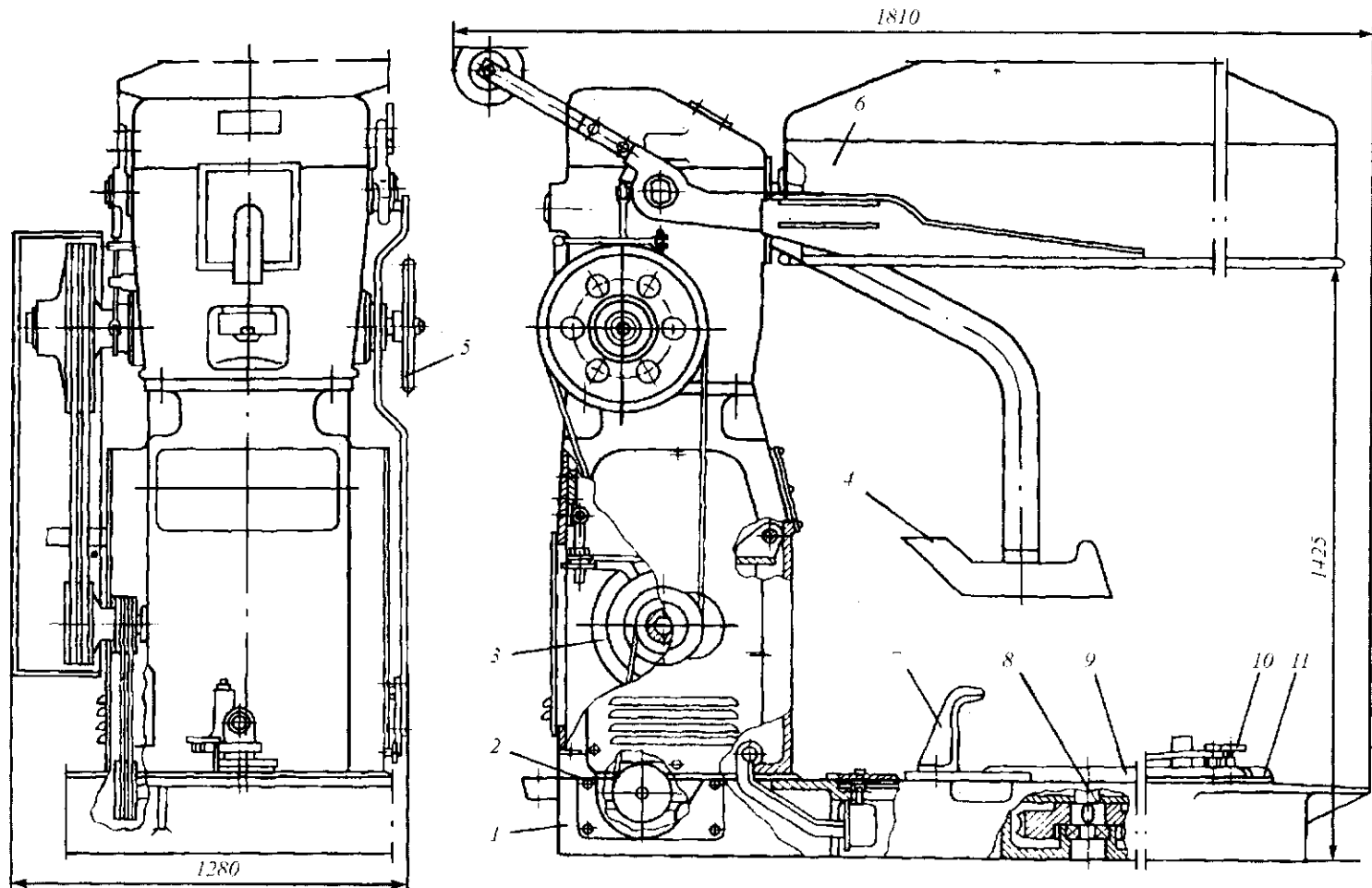


Рис. 14.9 Тестомесильная машина ТІ-ХТ2А

С помощью ножной педали освобождают фиксатор и откатывают дежу. Повысить интенсивность замеса можно за счет изменения конфигурации месильной лопасти, например в виде спирали, Ф- или Г-образного рычага, и реконструкции привода. Техническая характеристика тестомесильной машины Т1-ХТ2А приведена в табл. 14.2.

Тестомесильная машина ТМ-63М (рис. 14.10) предназначена для замеса специального крутого теста для бараночных и некоторых мучных кондитерских изделий. Относится к тихоходным машинам с двумя Z-образными лопастями, которые при замесе периодически подвергают усиленному механическому воздействию отдельные порции теста.

Тестомесильная машина ТМ-63М состоит из месильной камеры 7, выполненной в виде соединенных двух полуцилиндрических днищ с наращенными крайними стенками. На торцовых стенках месильной камеры в цапфах закреплены подшипники месильных лопастей 6.

Подшипник передней месильной лопасти опирается через корпус и цапфу на станину 2 тестомесильной машины. Цапфы второго вала свободно опираются на станину. Сверху месильная камера закрыта крышкой 3 с откидной дверкой 5. В первой вмонтированы патрубки 4 для загрузки муки и жидких компонентов. Привод валов месильных лопастей осуществляется от электродвигателя 13 с помощью клиноременной 12, цепной 10 и зубчатых передач 8 и 9.

По окончании замеса привод отключают и включают механизм поворота дежи. Тесто под действием собственного веса выгружается в теспоспуск или на транспортер. Для разгрузки дежи путем опрокидывания служит система механизмов, включающая поводок 14, ходовую гайку с пальцем 16, винт 15, клиноременную передачу 11 и электродвигатель 1.

Рабочий процесс характеризуется однотипностью воздействия на всех трех стадиях замеса. По этой причине хуже всего обстоит дело с организацией смешивания, т. е. первой стадии замеса, которая накладывается по времени на вторую стадию и удлиняет замес. Не совсем удобна выгрузка теста и зачистка от него месильной емкости. В конструктивном отношении применение открытых цепных и зубчатых передач на тестомесильной машине также нельзя признать удачным.

Машина РЗ-ХТИ-3 (рис. 14.11) предназначена для интенсивного замеса пшеничного теста с переменным режимом замеса, который обеспечивается путем применения трехскоростного электродвигателя. Машина имеет стационарную корытообразную месильную емкость, которая при разгрузке поворачивается вокруг горизонтальной оси.

Техническая характеристика тестомесильной машины ТМ-63М

Производительность, кг/ч	900
Продолжительность замеса, мин	до 10...12
Установленная мощность электродвигателей, кВт	5,1
Частота вращения месильного органа, мин ⁻¹	38
Масса одного замеса, кг	150
Габаритные размеры, мм	1520×850×1550
Масса, кг	800

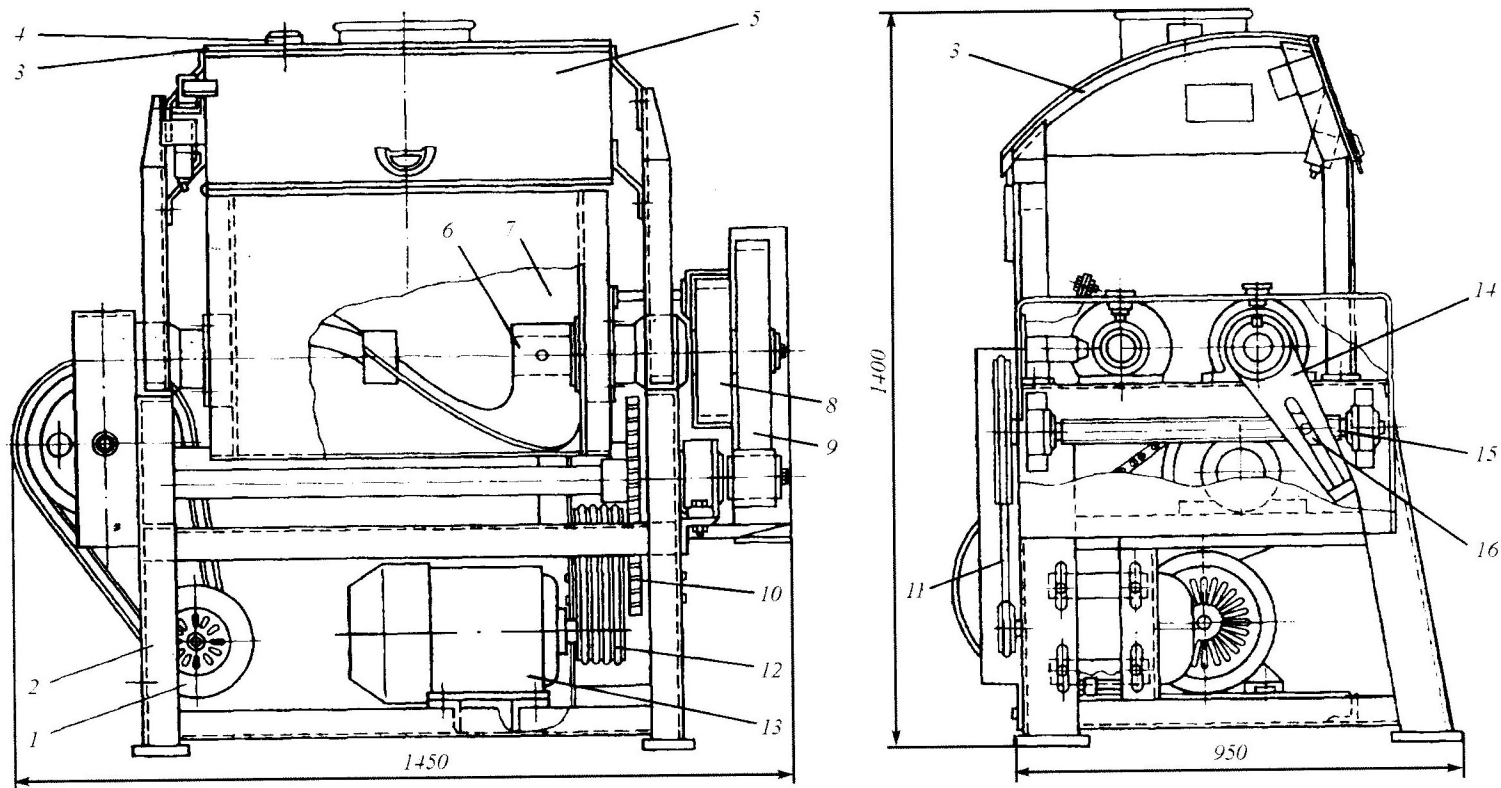


Рис. 14.10 Тестомесильная машина ТМ-63М

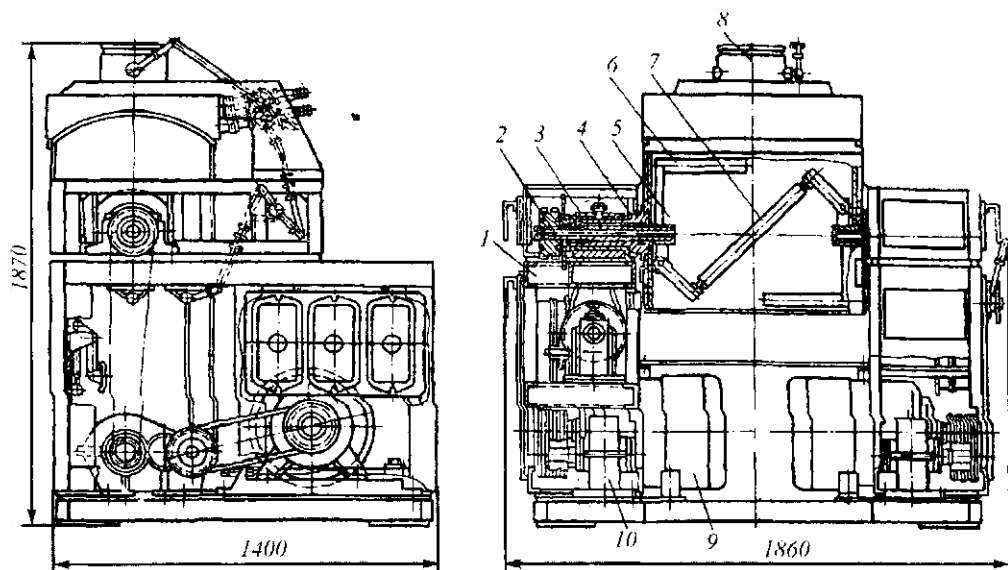


Рис. 14.11 Тестомесильная машина РЗ-ХТИ-3

Рабочая емкость машины 5 установлена на двух поворотных цапфах 4, которые вмонтированы в поворотные опоры 3, закрепленные на станине 1. Внутри цапф пропущены приводные валы 2, на концах которых в месильной емкости закреплены Г-образные рычаги 6 месильного органа, соединенные между собой вилкообразным рычагом и штангой 7. Привод месильного органа осуществляется от двух приводных электродвигателей 9 через зубчатые редукторы 10. Конструкция месильного органа благодаря применению различных скоростей правого и левого Г-образных рычагов позволяет изменять свое пространственное положение относительно опор.

Загрузка компонентов осуществляется через патрубки, вмонтированные в неподвижной крышке 8. Выгрузка теста осуществляется путем поворота корыта с помощью индивидуального привода. Управление машиной осуществляется автоматически по заданной программе.

Замес теста в машине осуществляется следующим образом. Поочередно Г-образные рычаги в течение половины оборота перемещаются параллельно цилиндрической части месильной емкости на небольшом расстоянии от нее, за один оборот прорабатывается сравнительно небольшая масса теста, но при этом возникают большие нагрузки на валу месильной лопасти. В последующие пол-оборота над цилиндрической частью днища проходит углом соединение штанги с шарнирным рычагом и перемешивает массу иным образом, однако воздействие самой цилиндрической штанги на тесто менее значительно даже при дифференциальной скорости ее концов.

К достоинствам машины следует отнести интенсивное воздействие на тесто при замесе, способствующее сокращению брожения теста, автоматическое управление процессом замеса, устройство механизированной разгрузки при периодическом замесе.

Техническая характеристика тестомесильной машины РЗ-ХТИ-3

Производительность, т/сут.....	23...28
Продолжительность замеса, мин.....	до 3,0
Установленная мощность, кВт.....	21
Частота вращения месильного органа, мин ⁻¹	60; 90; 120
Вместимость месильной камеры, м ³	0,35
Габаритные размеры, мм.....	1860×1400×1870
Масса, кг.....	800

Тестомесильные машины непрерывного действия обычно имеют стационарную месильную емкость и расположенные в ней вращающиеся или совершающие круговое движение месильные органы. Интенсивность замеса в них может быть повышена за счет применения тормозных лопастей или выступов на стенках месильной камеры.

Тестомесильная машина Х-12Д (рис. 14.12) относится к тихоходным однокамерным машинам и предназначена для замеса пшеничного и ржаного теста.

Машина состоит из полуцилиндрической месильной емкости 5, в центре которой расположен месильный вал 4 с лопатками 3. Сверху корпус закрывается откидной крышкой 1. Мука подается в машину через прямоугольный патрубок 1, оборудованный двумя емкостными датчиками уровня 7. Дозируется мука роторным питателем, приводимым в движение от главного вала кривошипно-шатунным механизмом 10 и клиновым фрикционным храповиком 9. Над питателем установлен ворошитель 8, совершающий качательное движение через систему рычагов. Для наблюдения за работой дозатора муки служит окно 2. Выходит тесто из машины через патрубок 6. Привод машины осуществляется от электродвигателя 13 через редуктор 12 и зубчатую передачу 11. На передней панели расположены четыре качающихся крановых дозатора жидких компонентов.

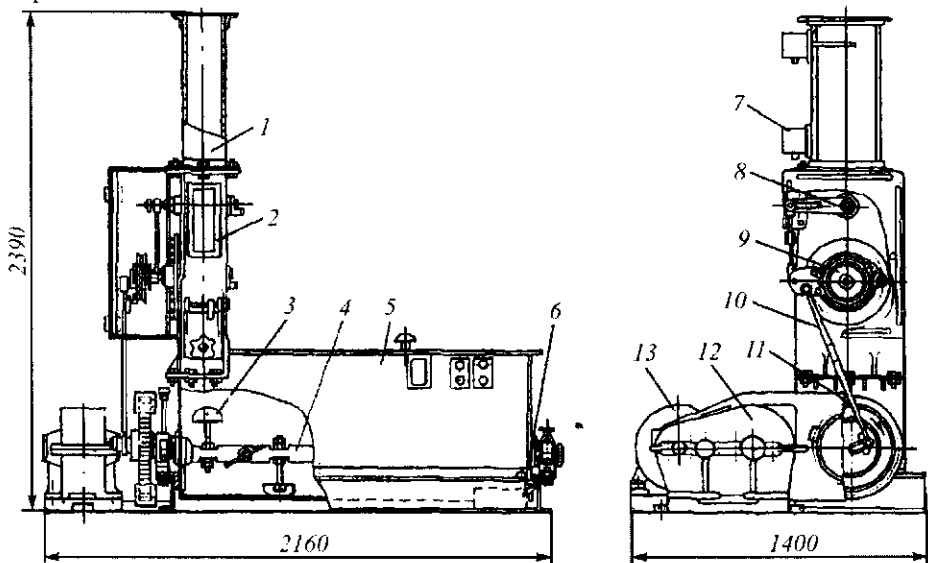


Рис. 14.12 Тестомесильная машина Х-12Д

Работает машина следующим образом. Все компоненты малыми дозами от дозаторов подаются непрерывно в переднюю часть корыта, отделенного порогом, перемешиваются лопатками 3 с наклонной поверхностью и проталкиваются вдоль корыта. По мере продвижения массы до патрубка 6 она перемешивается и пластифицируется.

Очистка машины производится без разборки, что весьма неудобно. Недостатками машины являются слабый промес теста, значительные колебания состава из-за ненадежной работы дозирующих систем и отсутствие устройств для регулирования скорости вращения месильного вала и длительности замеса.

Предельная частота вращения месильного вала ограничена 48 мин⁻¹, а интенсивность механического воздействия – усилием, которое образуется в результате трения теста о стенки месильной камеры. Поэтому в данном случае невозможно повысить интенсивность замеса путем увеличения частоты вращения. Однако если уменьшить рабочую площадь месильных лопаток или на стенке месильной емкости установить тормозные лопатки или штыри, то можно повысить частоту вращения и интенсивность замеса.

Техническая характеристика тестомесильной машины Х-12Д

Производительность, т/сут	15...20
Установленная мощность, кВт	3
Частота вращения месильных валов, мин ⁻¹	48
Габаритные размеры, мм	2160×1400×2390
Масса, кг	780

Машина непрерывного действия марки ШМ-1М (рис. 14.13) со стационарной емкостью и горизонтальной осью вращения месильного органа предназначена для получения пластичного теста из муки и эмульсии. В патрубок 8 камеры 7 предварительного смешивания дозаторами подается мука и эмульсия. В камере вращается вал 5 с секторными месильными лопастями 6. Цепь 3 сообщает вращение валу 5 от вала 2.

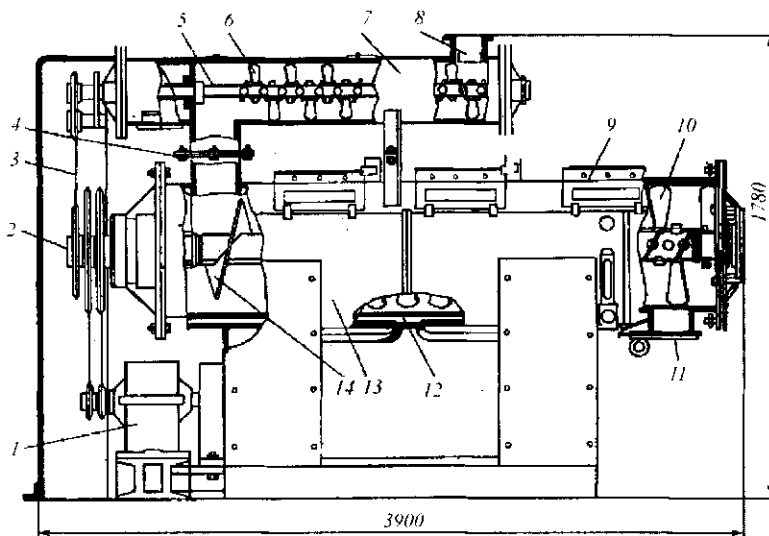


Рис. 14.13 Месильная машина ШМ-1М непрерывного действия

Благодаря развороту месильных лопастей смесь в камере продвигается к патрубку 4 и поступает в камеру 13 окончательного смешения на виток шнека 14. Камера 13 имеет рубашку 12 из двух частей. Это позволяет создавать нужный температурный режим в начале и конце замеса. Лопастя 10 образуют две винтовые линии с углами (0,20...0,25) рад к оси вала. Каждая пара лопастей повернута по отношению к соседней на угол 90°. Вал 2 приводится в движение от электродвигателя 1. В камере окончательного смешивания получается готовое тесто.

Продолжительность замеса регулируется шибером 11. При прикрытии шибером выпускного отверстия продолжительность замеса теста увеличивается. Через отверстия с крышками 9 производится очистка камер по окончании работы. При их открывании обесточивается приводной электродвигатель. В рассмотренной машине смешиваются два компонента сахарного теста: эмульсия и мука. Эти компоненты подаются объемными дозаторами.

Техническая характеристика месильной машины ШМ-1М

Производительность, кг/ч.....	900...1300
Угловая скорость месильного органа, рад/с:	
в камере предварительного смешивания	2,5...5,8
в камере окончательного смешивания	0,8...1,8
Установленная мощность, кВт	10
Габаритные размеры, мм	3900×985×1780
Масса, кг	2315

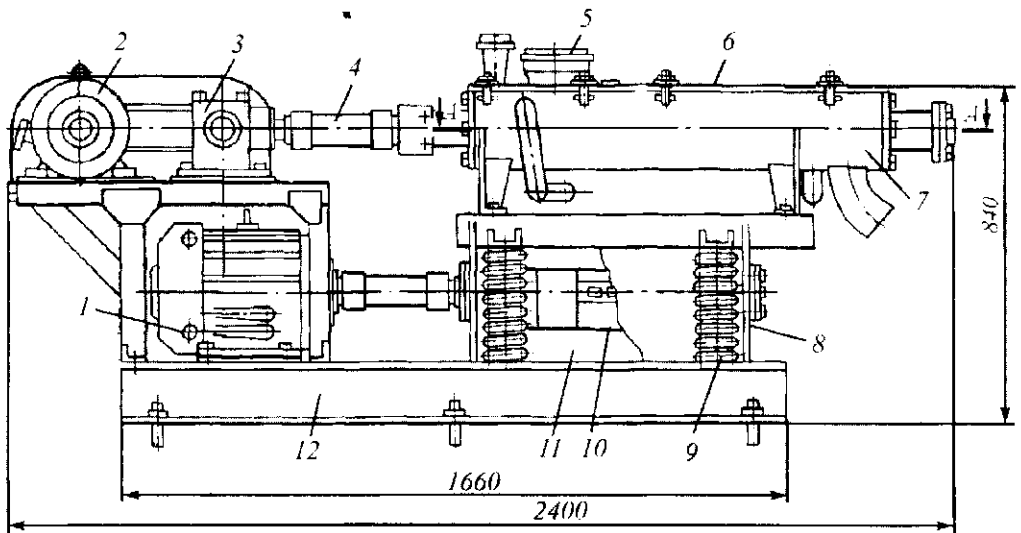
Лопастной вибросмеситель марки ШВС (рис. 14.14, а) предназначен для смешивания компонентов рецептурной смеси в кондитерском производстве.

Его месильная камера 7 с кронштейнами 8 и противовесом 11 образует жесткую конструкцию с вибратором 10 посередине. Основу вибратора составляет вал с дисбалансами. Вся система покоится на пружинах 9. Частота колебания месилки равна частоте вращения вала с дисбалансами. Спиральные пружины смягченную вибрацию передают на станину 12. Внутри камеры 7 в противоположные стороны вращаются валы с лопастями, которые приводятся от электродвигателя 2 через редуктор 3. Привод вибратора осуществлен от электродвигателя 1. Валы с лопастями и вибратор с приводами соединены муфтами, представляющими собой резинотканевый шланг 4, зажатый с двух сторон хомутами. Камера снабжена крышкой 6 и воронкой 5.

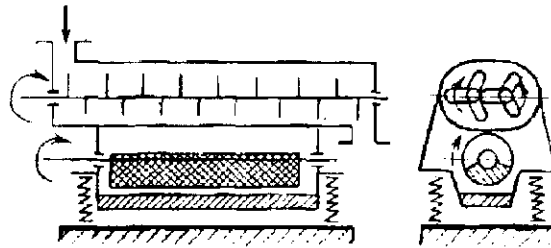
Схема вибросмесителя приведена на рис. 14.14, б, а конструкция месильной камеры – на рис. 14.14, в. Валы 1 и 2, расположенные в месильной камере 7, имеют лопасти 6, установленные под углом к валам. Для устранения попадания масла в камеру из подшипникового узла 3 установлены сальники 5 с нажимной втулкой 4. В этой месильной машине амплитуда колебаний изменяется путем изменения дисбаланса.

Техническая характеристика лопастного вибросмесителя типа ШВС

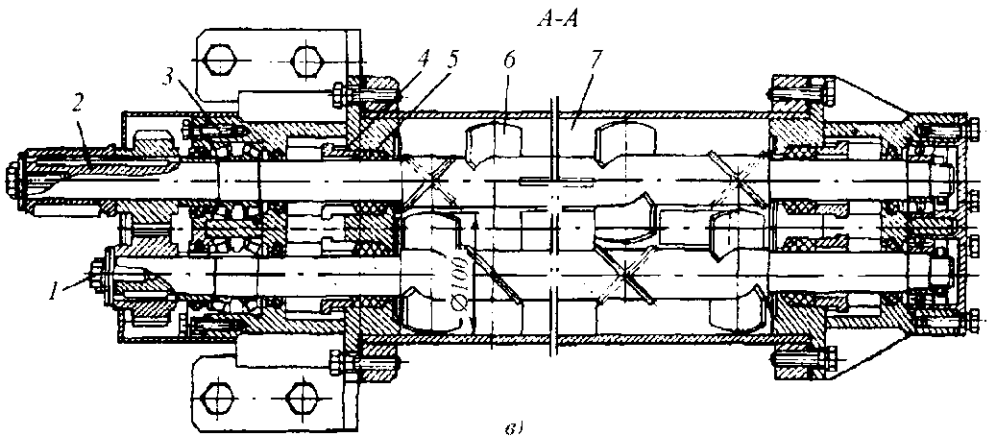
Производительность, кг/ч.....	650
Угловая скорость месильного органа, рад/с	18
Установленная мощность, кВт	3,8
Габаритные размеры, мм	2400×480×1200
Масса, кг.....	2315



a)



б)



в)

Рис. 14.14 Лопастной виброресмеситель типа ШВС:
а – общий вид; б – схема; в – месильная камера

Машина РЗ-ХТО относится к двухкамерным тестомесильным машинам с повышенным механическим воздействием на тесто в зоне пластикации.

Общий вид машины приведен на рис. 14.15. Станина машины собрана из чугунных плит 1, 3, 4, 15, которые скреплены с чугунными корпусами редуктора 5 и смесительной камеры 9. На плите 1 укреплен электродвигатель 2, а на плите 3 – мотор-редуктор 5, натяжной ролик 16 и редуктор 14. Для удобства очистки камера предварительного смешения снабжена откидной крышкой 7 с петлями и винтовыми зажимами 8. Для облегчения открывания крышки ее петли снабжены устройством, компенсирующим массу крышки. Загрузочная воронка имеет боковые дверки 6, открытие которых облегчают доступ для очистки смесительной камеры. Крышки и дверки снабжены резиновыми уплотнителями, герметизирующими место разъема.

Подобную откидную крышку имеет и камера пластикатора 10. Помимо этого имеется винтовое устройство 12, позволяющее выводить рабочие органы пластикатора из камеры 11. Для удобства очистки и промывки смонтирован лоток 13.

Машина имеет две отдельные камеры: смешения и пластикации. В камере смешения 4 (рис. 14.16) расположены две месильные лопасти 6, на концах которых установлены винтовые шнеки, а между ними – спиральная образующая. Подача муки в камеру смешения производится через патрубок 2, жидких компонентов – через патрубок 1. Патрубок 3 служит для возврата в машину дефектного теста. Привод валов смесителя осуществлен от мотора-редуктора 5 мощностью 2,2 кВт. В конце камеры смешения тесто поступает в переходный патрубок 8 и далее в пластикатор 9, или камеру интенсивной проработки месильными валами (конфигурация валов показана на разрезе А-А), приводимыми во вращение от электродвигателя 11 через редуктор 7. На выходе из камеры установлен термометр 10 для контроля температуры теста.

В камере пластикации осуществляется интенсивная механическая обработка теста путем продавливания его между звездообразными валками, вращающимися в разные стороны и работающими по принципу шестеренного насоса. В зоне сжатия (на рис. 14.16 заштрихована) давление теста повышается до 34105 Па, а температура теста – на 10...15 °С. Для изменения степени проработки теста в пластикаторе в схеме машины предусмотрена установка тиристорного преобразователя частоты, позволяющая плавно изменять обороты вала пластикатора.

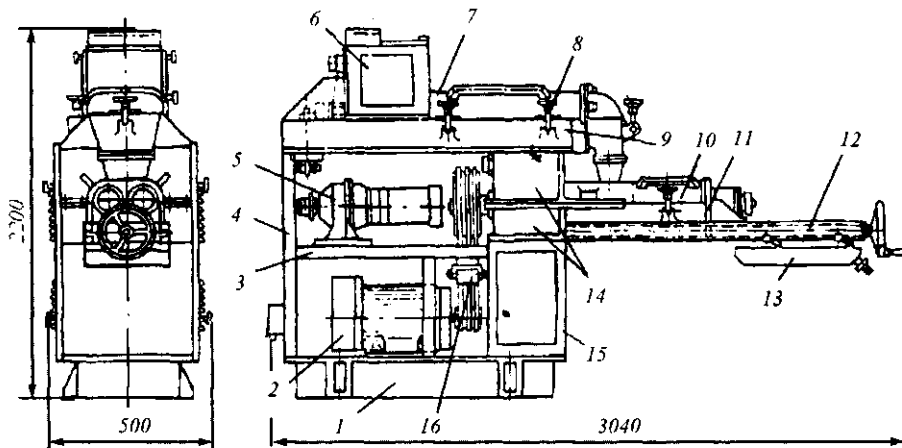


Рис. 14.15 Тестомесильная машина РЗ-ХТО

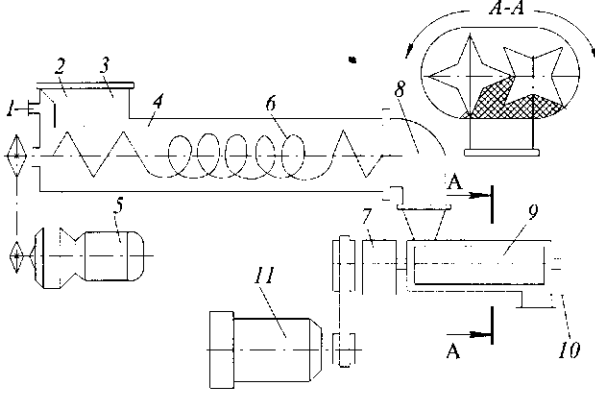


Рис. 14.16 Принципиальная схема тестомесильной машины РЗ-ХТО

Тестомесильная машина РЗ-ХТО обеспечивает интенсивный замес теста, улучшающий качественные показатели готовых изделий и открывает широкие возможности применения новых прогрессивных технологических схем, сокращающих длительность цикла брожения теста перед разделкой.

Следует, однако, обратить внимание на то, что в настоящей машине процесс смешения объединен со второй фазой замеса, поэтому требует значительного расхода энергии. Пла-

стикация теста происходит за счет сжатия до 0,3 МПа. Поскольку сжатие теста между параллельными ребрами валков сопровождается его повышенным нагревом, то является нежелательным.

Техническая характеристика тестомесильной машины РЗ-ХТО

Производительность, т/сут	до 10
Установленная мощность, кВт	17
Частота вращения месильного органа, об/мин.....	50...150
Габаритные размеры, мм	3040×500×2200
Масса, кг.....	450

Инженерные расчеты. Производительность тестомесильных машин периодического действия Π (кг/с)

$$\Pi = \lambda V \rho / (\tau_p + \tau_a),$$

где λ – коэффициент использования объема дежи; V – объем дежи, занимаемый продуктом, м³; ρ – плотность продукта, кг/м³; τ_p – продолжительность замеса теста, с; τ_a – продолжительность вспомогательных операций, с.

Мощность электродвигателя привода тестомесильных машин периодического действия $N_{дв}$ (кВт)

$$N_{дв} = (N_1 + N_2) / \eta,$$

где N_1 – мощность, необходимая для вращения месильного органа при замесе теста, кВт; N_2 – мощность, необходимая для вращения джи, кВт; η – КПД привода;

$$N_1 = 4 \cdot 10^{-4} \lambda V \rho R \omega_1 g,$$

здесь R – радиус вращения центра лопасти, м; ω_1 – угловая скорость месильного органа, с⁻¹;

$$N_2 = 10^{-3} g(m_d + m_T) f r_n \omega_2,$$

здесь $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения; m_d – масса дежи, кг; m_T – масса теста в деже, кг; f – коэффициент трения вала дежи в опорах; r_n – радиус цапфы, м; ω_2 – угловая скорость дежи, с^{-1} .

Производительность тестомесильных машин непрерывного действия Π (кг/с)

$$\Pi = z \left[\pi (D_n^2 - d_n^2) / 240 \right] S n \rho k_1 k_2 k_3,$$

где z – количество валов, шт.; D_n – наружный диаметр лопастей, м; d_n – диаметр вала, м; S – шаг лопастей, м; n – частота вращения вала, мин^{-1} ; ρ – плотность теста, кг/м^3 ; k_1 – коэффициент подачи, зависящий от формы лопаток и их расположения на валу; k_2 – отношение суммарной площади лопастей к винтовой поверхности того же диаметра и шага; k_3 – коэффициент, учитывающий площадь сечения, образуемую пересечением траекторий движения лопастей (для одновальнoй машины $z = 1$, $k_3 = 1$, для двухвальной машины $z = 2$, $k_3 = 0,55 \dots 0,70$).

Вместимость месильной камеры для машин непрерывного действия V_n (м^3)

$$V_n = \Pi \tau_3 / (\rho k'_1),$$

где k'_1 – коэффициент заполнения месильной камеры ($k'_1 = 0,6 \dots 0,7$).

Мощность, необходимая для вращения месильного органа при замесе теста в тестомесильных машинах непрерывного действия N (кВт)

$$N = [(P_0 v_0 + P_p v_p) / 1000 \eta] z,$$

где P_0 и P_p – соответственно осевая и радиальная составляющая равнодействующей сил сопротивления, действующих на лопасть, Н; v_0 и v_p – соответственно осевая и окружная скорость движения точки приложения равнодействующей сил сопротивления, действующих на лопасть, м/с; η – КПД привода ($\eta = 0,83 \dots 0,92$); z – число лопастей в тестомесильной машине, шт.;

$$P_0 = F [R \rho \operatorname{tg}^2(45 + \gamma/2) + 2p \cdot \operatorname{tg}(45 + \gamma/2)] (\sin \alpha - \mu_m \cos \alpha),$$

где $F = ab$ – площадь лопасти, погруженной в тесто, м^2 ; a , b – ширина и высота лопатки, м; R – радиус вращения центра лопасти, м; ρ – плотность теста, кг/м^3 ; γ – угол внутреннего трения теста; p – удельное сопротивление теста, Па; α – угол наклона лопасти к оси вращения, град; μ_m – коэффициент трения теста о лопасть;

$$P_p = F [R \rho \operatorname{tg}^2(45 + \gamma/2) + 2p \cdot \operatorname{tg}(45 + \gamma/2)] (\cos \alpha - \mu_m \sin \alpha),$$

$$v_0 = v_p \cos \alpha \sin \alpha, \quad v_p = \omega R.$$

Площадь поперечного сечения корыта S (м^2)

$$S = \pi B^2 / 2 + (H - B/2)^2.$$

где B , H – длина и высота корыта, м.

Длина корыта L (м)

$$L = V / S.$$

где V – объем корыта, м³.

Производительность месильной лопастной машины непрерывного действия Π (кг/ч) определяется эмпирической формулой

$$\Pi = 1435 \varphi \rho (b/h) z D^3 \omega \sin 2\alpha,$$

где φ – коэффициент подачи (для сахарного теста $\varphi = 0,20 \dots 0,22$); ρ – плотность массы, кг/м³; (для теста $\rho = 1200$ кг/м³); b – ширина лопасти, м; h – шаг лопастей, м; z – число лопастей; D – наружный диаметр лопастей, м; ω – угловая скорость вала лопастей, с⁻¹; α – угол разворота лопастей к осевой линии вала, рад.



...не отдельные белые пятнышки – огромный океан неведомого окружает нас. И чем больше мы знаем, тем больше загадок задает нам природа.
ОБРУЧЕВ ВЛАДИМИР АФАНАСЬЕВИЧ (1863–1956),
русский геолог, географ и писатель, академик АН СССР

14.5 МАШИНЫ И АППАРАТЫ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПЕНООБРАЗНЫХ МАСС

Взбивальная машина периодического действия марки МВ-35 с вертикальной осью вращения взбивального органа (рис. 14.17) применяется для взбивания сливок, яиц, кремов и других кондитерских масс, а также для замешивания сахарных сортов теста для венских изделий и бисквита.

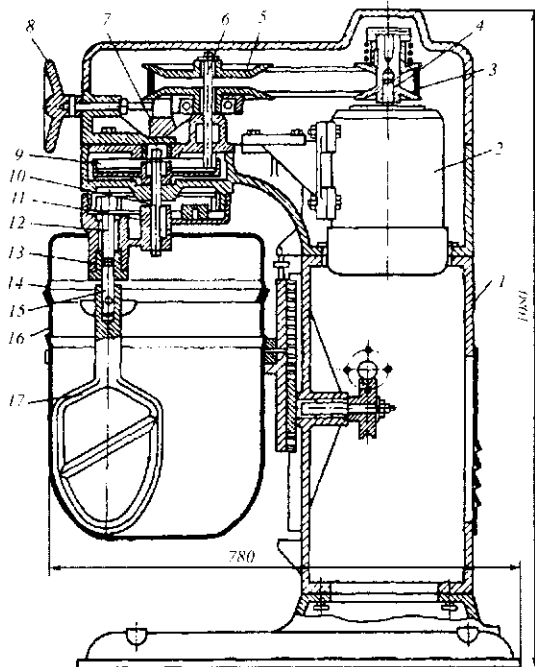


Рис. 14.17 Взбивальная машина марки МВ-35

В литой чугунной станине находится привод взбивателя и механизм подъема бачка. Привод взбивателя состоит из электродвигателя 2, ременного вариатора, зубчатой передачи и планетарного механизма. Электродвигатель установлен на кронштейне, который может перемещаться относительно станины, что обеспечивает возможность регулирования натяжения ремня вариатора при изменении частоты вращения взбивателя.

Вариатор состоит из двух шкивов с раздвижными конусными дисками, специального вариаторного ремня 3 и механизма регулировки. Нижний диск ведущего шкива 4 укреплен на валу электродвигателя неподвижно, а верхний (поджатый пружиной) может перемещаться относительно нижнего. В ведомом шкиве 5 верхний диск неподвижно закреплен на валу 6 зубчатой передачи, а нижний может перемещаться под действием вилки 7 и винта с маховиком 8 механизма регулировки. При вращении маховика по часовой стрелке диски ведомого шкива сближаются и диаметр рабочей поверхности шкива увеличивается. Одновременно ремень, преодолевая давление пружины, раздвигает диски ведущего шкива, благодаря чему диаметр его рабочей поверхности уменьшается. Частота вращения взбивателя при этом уменьшается. При вращении маховика против хода часовой стрелки частота вращения взбивателя увеличивается. Вращение от ведомого шкива через вал-шестерню и зубчатое колесо 9 передается на вал 10 планетарного механизма 12, ось которого совпадает с осью бачка 16. В корпусе 13 планетарного механизма находится вал 15 соединенный с приводом шестерни. При вращении шестерня обкатывается по неподвижному зубчатому колесу 11 с внутренними зубьями и лопасть 17, закрепленная на валу 15, совершает сложное движение: вращается вокруг своей оси и бачка. Вал 15 уплотнен на выходе каркасным сальником и войлочным кольцом.

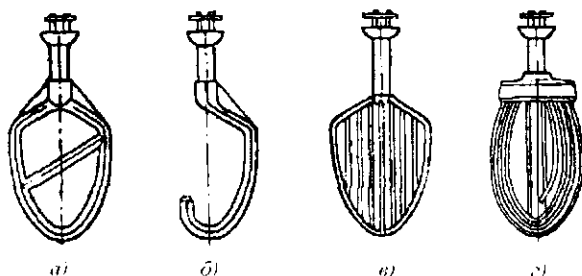


Рис. 14.18 Лопасти машины МВ-35:
а — замкнутая; б — крючкообразная; в — четырехлопастная;
г — венчиковая

В зависимости от вида взбиваемого продукта применяется одна из четырех лопастей: замкнутая, крючкообразная, четырехлопастная и в виде пруткового венчика (рис. 14.18).

Лопасть 17 крепится на конце вала 15 штифтом. На бачке устанавливается обечайка 14, предотвращающая разбрызгивание взбиваемых продуктов. Бачок крепится на кронштейне, который может перемещаться по вертикальным

направляющим станины 1 при помощи червячной пары, шестерни и рейки. Подъем и опускание бачка осуществляется вручную маховиком (см. рис. 14.17).

Кремозбивальная машина (рис. 14.19) предназначена для взбивания сливок, яиц, кремов и других кондитерских масс, а также для замешивания сахарных сортов теста.

Она отличается от машины МВ-35 приводным механизмом, траекторией движения взбивальной лопасти и размерами.

Электродвигатель 1 присоединен непосредственно к вариатору скоростей 2. С ведомого вала вариатора движение передается через коническую передачу 4 валику 5, связанному тягой 6 с качающимся валиком 7 в шаровой опоре 8. К нижнему

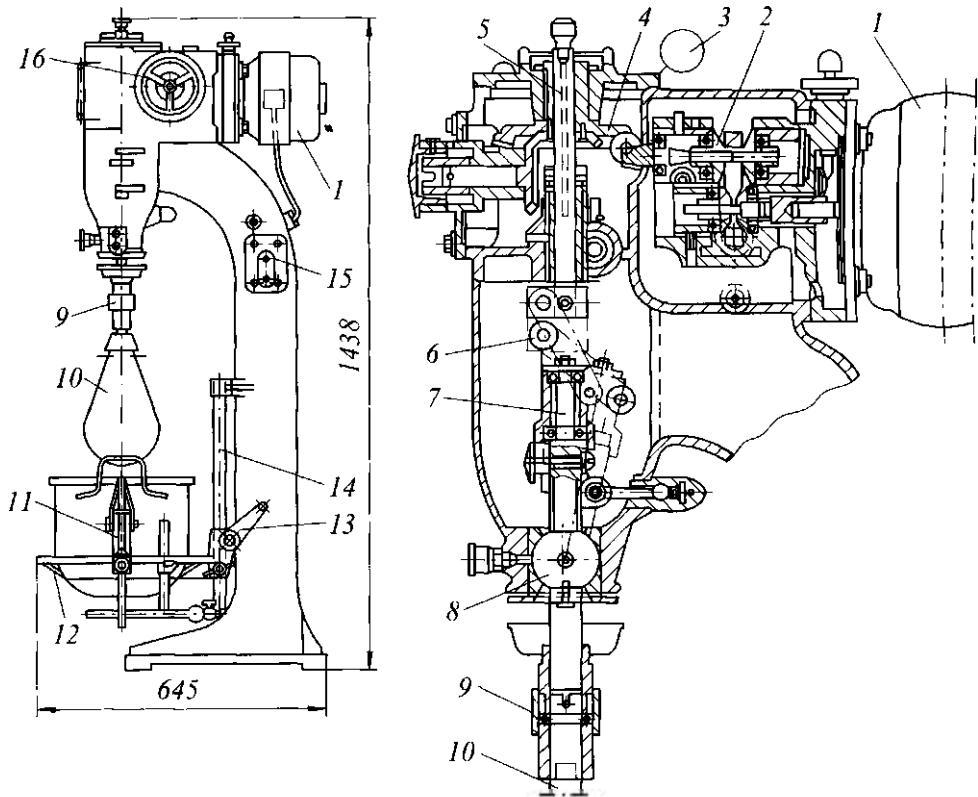


Рис. 14.19 Кремвзбивальная машина

концу качающегося валика при помощи накидного кольца 9 присоединяется взбивальная лопасть 10.

Емкость устанавливается на кольцо 12 подъемного приспособления и закрепляется двумя захватами 11. Кольцо может подниматься или опускаться при помощи ручки 13, которая катит шестерню по зубчатой рейке 14.

Взбивальная лопасть вращается вокруг своей оси, а для воздействия на все точки продукта, находящегося в емкости, лопасть отклоняют от вертикальной оси. Для изменения наклона лопасти служит рычаг 3. При повороте рычага вправо наклон валика 7, а следовательно, и лопасти уменьшается, а при повороте влево – увеличивается. Маховиком 16 регулируют при помощи вариатора 2 угловую скорость лопасти от 8 до 40 рад/с. Для включения электродвигателя служит пусковая кнопка 15.

Взбивальный агрегат непрерывного действия ШЗД (рис. 14.20) предназначен для приготовления зефирной массы на крупных кондитерских фабриках. Он состоит из двухкорпусного смесителя и роторной взбивальной машины.

Вначале непрерывным способом готовится рецептурная смесь. Для этого в воронку верхней камеры 5 смесителя из сборника 2 при помощи плунжерного насоса-дозатора 3 подается уплотненное яблочное пюре с содержанием сухих веществ 15 % и температурой 15...20 °С. В эту же камеру ленточным дозатором 4 непрерывно подается сахар-песок в пропорции 1:1 к пюре. В верхней камере происходит растворение сахара в пюре.

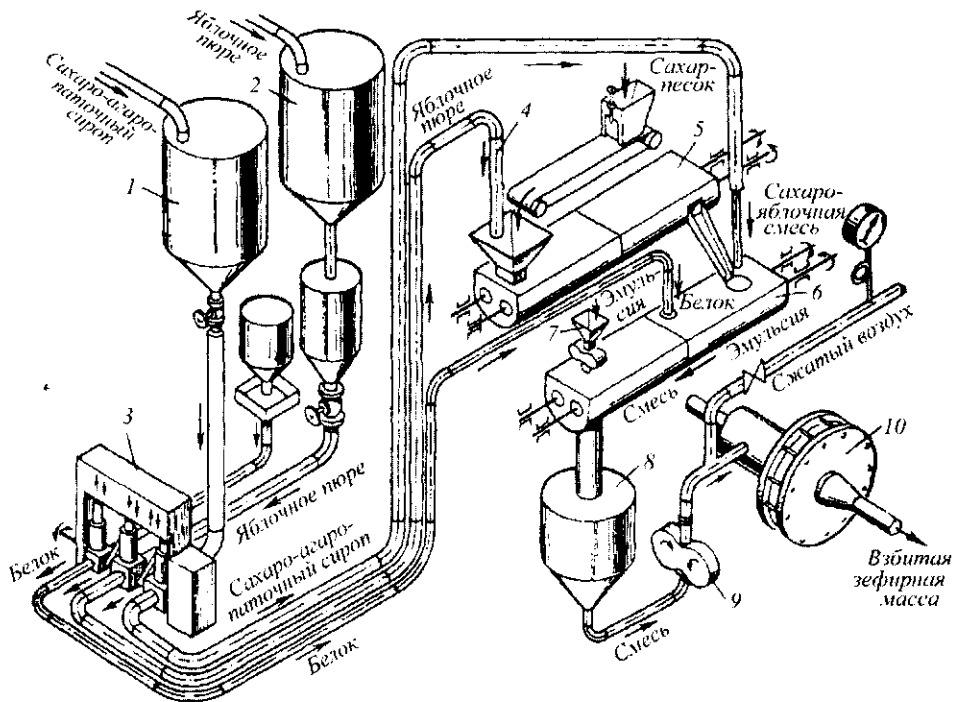


Рис. 14.20 Взбивальный агрегат непрерывного действия для пастилы ШЗД

Сахаро-яблочная смесь из верхней секции смесителя самотеком поступает в нижнюю секцию 6. В нижнюю секцию при помощи плунжерных насосов-дозаторов непрерывно подается сахаро-агар-паточный сироп в пропорции 1:1 (агаровый сироп к сахаро-яблочной смеси) из сборника 1 с водяным обогревом; температура сиропа около $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, содержание сухих веществ 84...85%. В эту камеру малогабаритным насосом-дозатором непрерывно подается белок, а дозатором 7 – суспензия из эссенции, красителя и кристаллической кислоты.

Готовая рецептурная смесь с содержанием сухих веществ 71...73% при температуре $50\text{...}53\text{ }^{\circ}\text{C}$ самотеком поступает в сборник 8, а оттуда при помощи шестеренного насоса 9 подается в роторную взбивальную машину 10 непрерывного действия. Сюда же подается сжатый воздух под давлением 0,4 МПа, предварительно очищенный от механических примесей и масла. Техническая характеристика взбивального агрегата непрерывного действия ШЗД представлена в табл. 14.3.

Роторная взбивальная машина (рис. 14.21) состоит из ротора 7, герметичной взбивальной камеры 5, двух неподвижных статоров 9. Ротор 7 диаметром 348 мм получает вращение от шкива 1 через вал 2. В герметичную взбивальную камеру 5 с водяной рубашкой 11 и патрубками для воды 6 и 12 через боковой штуцер 3 (показан пунктиром) подается готовая рецептурная смесь. Туда же через патрубок 4 поступает воздух. Рецептурная смесь и воздух попадают в пространство между ротором 7 и двумя неподвижными статорами 9, укрепленными на стенках 8 взбивальной камеры. На внутренней стороне каждого статора имеются зубья, расположенные концентрическими кругами. Между зубьями статоров расположены зубья ротора. Размеры зубьев выполнены такими, что образуется кольцевой канал извилистой

формы шириной 1 мм. Насыщенная воздухом масса выходит через отверстие 10. Оказавшись при атмосферном давлении, пузырьки воздуха расширяются, в результате плотность массы значительно уменьшается. Ротор вращается с частотой 300...450 мин⁻¹.

Техническая характеристика роторной взбивальной машины представлена в табл. 14.3.

Таблица 14.3 Техническая характеристика взбивальных машин

Показатели	Тип машины		
	Кремозбивальная	МВ-35	Взбивальный агрегат ШЗД
Производительность, кг/ч			600
Угловая скорость рабочего органа, рад/с	8,38...41,8	6,28...44	31...45
Объем емкости, дм ³	20	35	—
Потребная мощность, кВт	0,37	0,8	11
Габаритные размеры, мм	645×570×1445	780×534×1080	3710×3500×3245
Масса машины, кг	75	257	273

Тянульные машины насыщают карамельную массу воздухом так, что воздух в карамельной массе находится в мельчайших воздушных пузырьках. При этом процессе карамельная масса теряет прозрачность и приобретает красивый шелковистый вид.

Тянульная машина является составной частью линии, производящей непрозрачную карамель. В последнее время она в дополнение к прежним функциям применяется для смешивания карамельной массы с красящими и ароматизирующими веществами в поточной линии производства непрозрачной карамели.

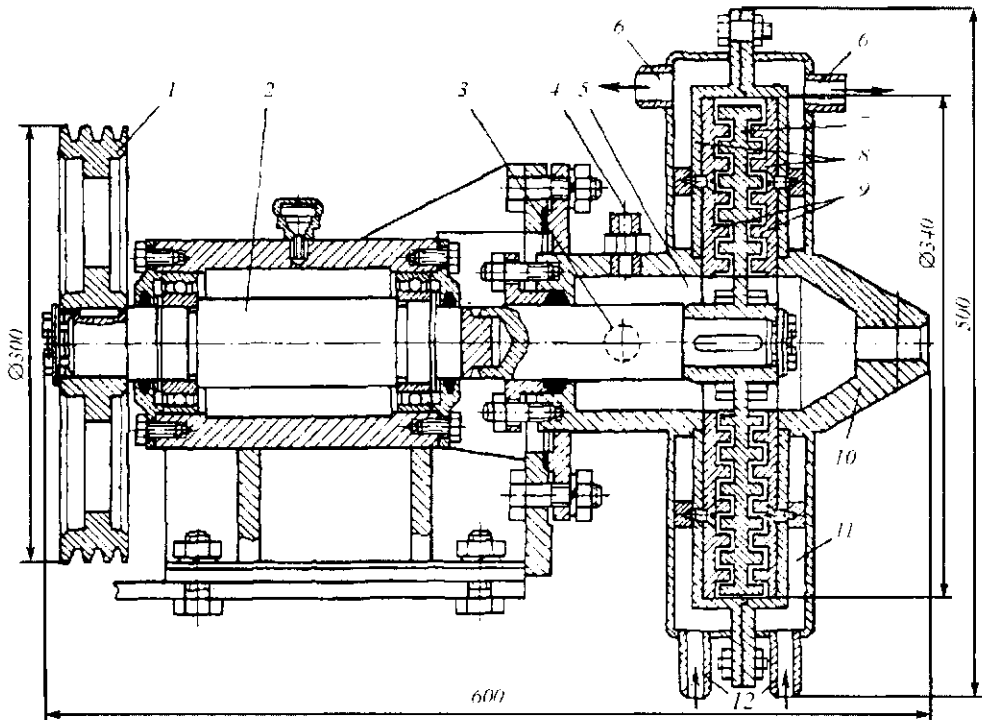


Рис. 14.21 Роторная взбивальная машина

Тянульная машина с вращательным движением пальцев марки Ж7-ШТП (рис. 14.22) предназначена для интенсивного насыщения карамельной массы пузырьками воздуха и смешивания ее с рецептурными добавками.

Машина состоит из станины 1, на которой закреплены мотор-редуктор 2, коробка зубчатых передач, поддон 4, неподвижный палец 5 со съемником 6 и два подвижных кольца 9. Мотор-редуктор соединен с коробкой зубчатых передач цепной передачей 11. Подвижные пальцы закреплены на рычагах 10, смонтированных на горизонтальных выходных валах 8 коробки зубчатых передач (рис. 14.22, а). Машина снабжена натяжным устройством 7 для монтажа подающего конвейера и роликом 12 для установки ленты отводящего конвейера. Валы машины вращаются в противоположные стороны с одинаковой угловой скоростью.

Тянульная машина работает следующим образом. Карамельная масса загружается в машину конвейером 6 (рис. 14.22, б). Вращающиеся пальцы 1 и 4 и неподвижный 5 растягивают и складывают карамельную массу в виде прядей, насыщая ее воздухом при складывании. При этом благодаря расположению пальцев под углом происходит смещение массы вдоль пальцев к съемнику 3. Насыщенная воздухом масса со свободных концов пальцев 1 и 4 накладывается на съемник 3, а затем с помощью разгрузочного устройства выгружается на отводящий конвейер 2.

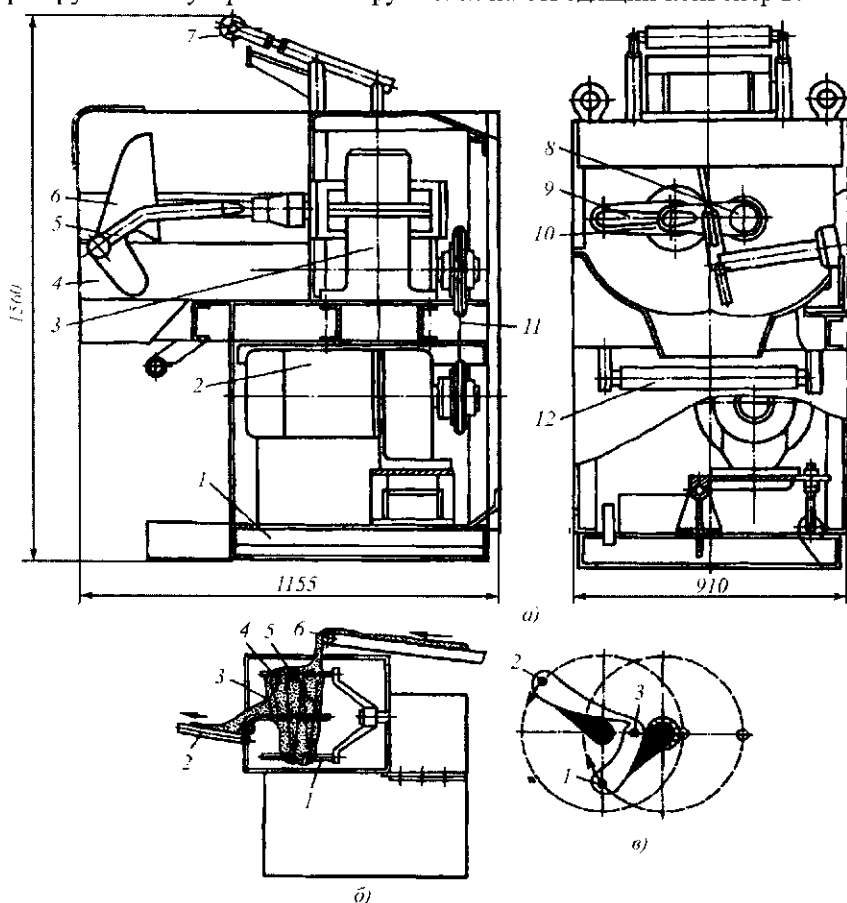


Рис. 14.22 Тянульная машина типа Ж7-ШТП

Одновременно масса образуется между неподвижным пальцем 3 (рис. 14.22, в) и подвижными пальцами 1 и 2 пряди, которые растягиваются и складываются.

Преимуществом этой машины является отсутствие ручных операций, стабильность качества массы, полное ограждение рабочих органов и наличие блокировки на ограждении.

Техническая характеристика тянущей машины Ж7-ШТП

Производительность, кг/ч	1000
Частота вращения подвижных пальцев, мин ⁻¹	19
Потребная мощность, кВт	3,0
Продолжительность обработки массы, мин	1,5
Габаритные размеры, мм	1155×910×1560
Масса, кг	660

Инженерные расчеты. Технологический расчет заключается в определении основных размеров машины и скоростей вращения лопастей.

Производительность лопастной месильной машины П (кг/ч)

$$P = 3600 \varphi F \rho v_c,$$

где φ – коэффициент заполнения сечения; F – площадь поперечного сечения, м²; ρ – плотность продукта, кг/м³; v_c – средняя скорость рабочей поверхности лопасти, м/с;

$$v_c = \psi_c (b/h) z v_o \sin \alpha \cos \alpha,$$

где ψ_c – эмпирический коэффициент; b – ширина лопасти, м; h – шаг лопастей по винтовой линии, м; z – число лопастей в одном ряду; v_o – окружная скорость конца лопастей, м/с; α – угол разворота лопастей к осевой линии вала, рад.



Чем способнее человек, тем дольше он учится.
ТОМСОН ДЖОРЖ ПАДЖЕТ (1892–1975),
английский физик

14.6 СМЕСИТЕЛИ ДЛЯ СЫПУЧИХ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Фаршемешалки Л5-ФМ2-150, Л5-ФМ2-М-340 (рис. 14.23) предназначены для перемешивания составных компонентов мясного или овощного фарша.

Фаршемешалки состоят из станины 2, корыта 3, месильных винтов 4, крышки 5, привода 1 месильных винтов, привода 6 опрокидывания корыта и электрооборудования.

Станина представляет собой сварную раму, закрытую со всех сторон съемными облицовочными листами.

Корыто для перемешивания фарша выполнено из нержавеющей стали. Внутри корыта расположены месильные винты с лопастями шнекового типа. Винты установлены на конусах и жестко зажаты стяжками.

Крышка выполнена в виде решетки из нержавеющей стали. Она заблокирована с электродвигателем привода винтов. При открывании крышки электродвигатель выключается.

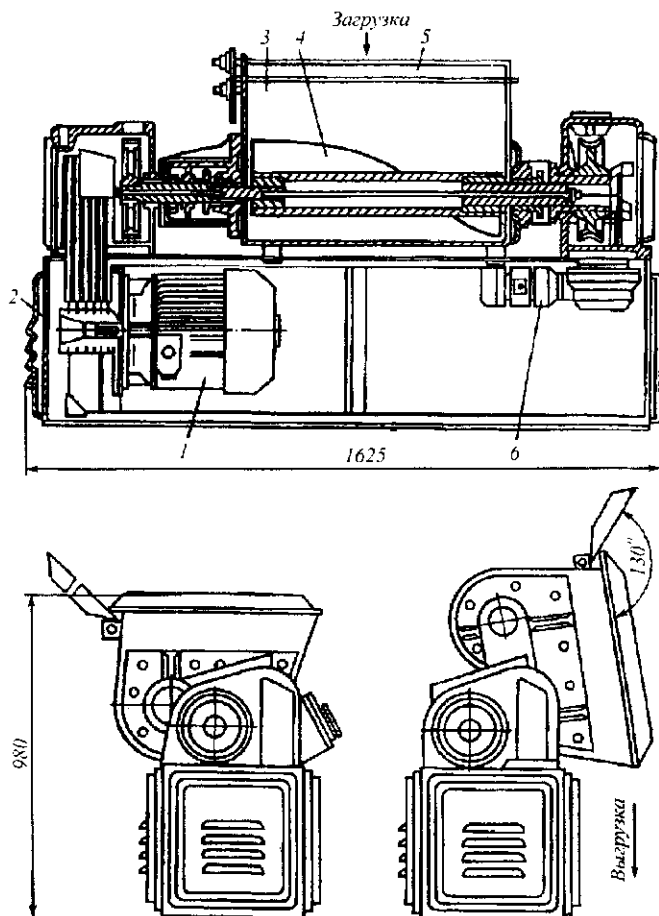


Рис. 14.23 Фаршемешалка Л5-ФМ2-150

Фарш вручную или самотеком загружается в корыто. После этого крышка закрывается и включается привод месильных винтов. По предусмотренному технологическому процессу в определенное время через окна крышки в корыто загружаются необходимые компоненты. Перемешивание производится до равномерного распределения составных частей фарша. Фарш выгружается путем опрокидывания корыта.

Техническая характеристика фаршемешалок Л5-ФМ2-150, Л5-ФМ2-М-340 приведена в табл. 14.4.

Таблица 14.4. Техническая характеристика смесителей

Показатели	Л5-ФМ2-М-150	Л5-ФМ2-М-340	Б2-КСН	Смеситель экстракта и кислоты
Производительность, кг/ч	500	2000	1000	—
Вместимость корыта, л	150	340	126	300
Коэффициент загрузки	0,5...0,7	0,5...0,7	0,5...0,7	0,6...0,8
Продолжительность цикла, мин	3...5	3...5	10	—
Установленная мощность, кВт	3,0	5,5	4	1,1
Габаритные размеры, мм	1625×730×980	1980×910×1235	2300×750×1650	1000×1070×1710
Масса, кг	466	980	660	260

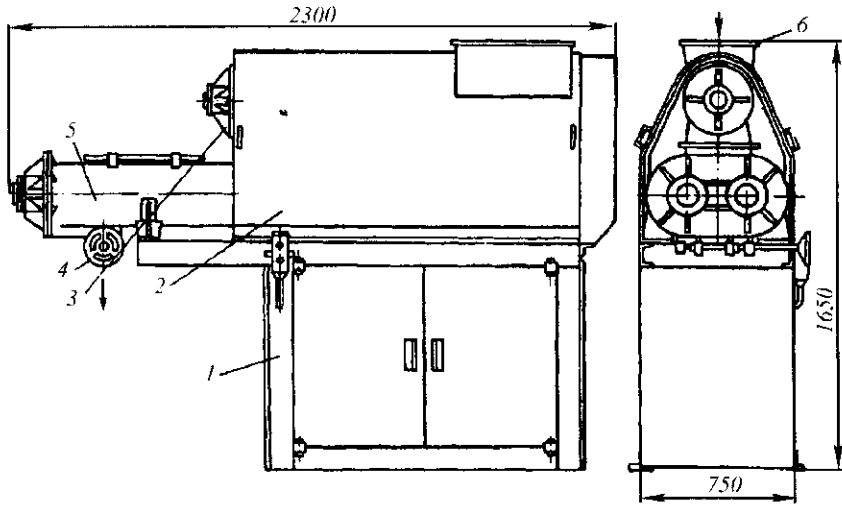


Рис. 14.24 Смеситель Б2-КСН

Смеситель непрерывного действия Б2-КСН (рис. 14.24) предназначен для смешивания сыпучих компонентов, дозируемых универсальными дозаторами, и может быть использован в линиях производства сладких блюд, мучных полуфабрикатов, продуктов детского питания и др.

Смеситель состоит из сварной рамы 1, на которой смонтированы корпус 2, шнековый питатель 3 с приемным бункером 6, лопастного смесителя 5 и привода. Привод включает в себя электродвигатель и редуктор.

Дозируемые компоненты поступают через приемный бункер в шнековый питатель, а из него – в загрузочную горловину лопастного смесителя. Лопастные валы смесителя вращаются в противоположные стороны с разной частотой, что обеспечивает хорошее перемешивание смеси. В процессе перемешивания смесь лопастями перемещается к разгрузочной горловине. Выходное отверстие горловины регулируется специальной заслонкой 4.

Техническая характеристика смесителя Б2-КСН приведена в табл. 14.4.

Смеситель экстракта и лимонной кислоты (рис. 14.25) предназначен для получения смеси экстракта и лимонной кислоты и устанавливается в линиях производства киселей.

Смеситель представляет собой цилиндрический сосуд 2 с ножками 1, на верхней крышке 3 которого установлен электродвигатель 5 привода мешалки 4.

Техническая характеристика смесителя экстракта и лимонной кислоты приведена в табл. 14.4.

Инженерные расчеты. Производительность смешивающих устройств Π (кг/с) определяют по следующим формулам:

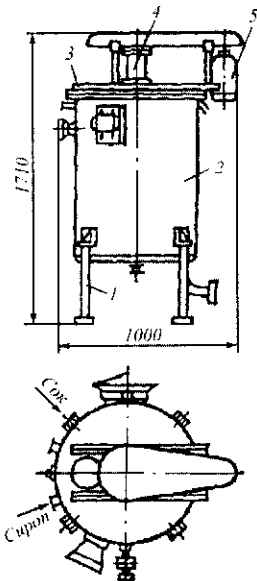


Рис. 14.25 Смеситель экстракта и лимонной кислоты

– для барабанного смесителя

$$П = V\rho / [(z_n / n) + \tau_z + \tau_p],$$

где V – объем барабана, занимаемый продуктом, м³; ρ – плотность продукта, кг/м³; z_n – число перемещений продукта в барабане за один цикл; n – частота вращения барабана, с⁻¹; τ_z – продолжительность загрузки барабана, с; τ_p – продолжительность разгрузки барабана, с;

– для шнекового смесителя

$$П = V\rho\alpha_o / (\tau_z + \tau_n + \tau_p),$$

где V – вместимость смесителя, м³; α_o – коэффициент заполнения смесителя; τ_z – продолжительность загрузки барабана, с; τ_n – продолжительность перемешивания, с; τ_p – продолжительность разгрузки барабана, с.

Продолжительность перемешивания τ_n (с) для смешивания жидких и тестообразных продуктов в общем виде определяют по формуле

$$\tau_n = 3600C / n^{\alpha E},$$

где C – постоянный коэффициент, зависящий от вида процесса, определяемый экспериментально; n – частота вращения лопастей, с⁻¹; α – коэффициент, учитывающий наличие элементов турбулизации ($\alpha = 1$, при отсутствии таких элементов $\alpha = 2,5$); E – параметр, зависящий от вида и состояния перемешиваемой массы, определяемый экспериментально.

Продолжительность перемешивания фарша τ_n (с) определяют по уравнению

$$\tau_n = \frac{b + \sqrt{b^2 + 4a \ln(\sigma/\sigma_o)}}{2a},$$

где b , a – коэффициенты, зависящие от частоты вращения и формы лопастей, вида сырья и назначения продукции ($a > 0$, $b < 0$), определяемые экспериментально; σ_o , σ – исходное и заданное напряженис адгезии фарша, Па (для вареных колбас $\sigma_o = 10400$ Па; $\sigma = 13300$ Па; для сосисок $\sigma_o = 12200$ Па; $\sigma = 17050$ Па).

Мощность, необходимую для привода перемешивающих устройств N (кВт), рассчитывают следующим образом:

для барабанного смесителя

$$N = \frac{[K_m r_u \omega (m_o + m_{np}) + m_{np} h / \tau + m_{np} b \omega]}{1000},$$

где K_m – приведенный коэффициент трения скольжения ($K_m = 0,6 \dots 0,8$); r_u – радиус цапфы вала барабана, м; b – расстояние от оси вращения до центра тяжести продукта, м; ω – угловая скорость барабана, рад/с; h – высота подъема продукта от горизонтального положения, м; τ – продолжительность подъема продукта на высоту h , с; $g = 9,81$ м/с².

$$h = b (1 - \cos \varphi),$$

здесь φ – угол естественного откоса, рад; m_o , m_{np} – масса барабана и продукта, кг;

для шнекового смесителя

$$N = gП [L_c K_c \eta_a + L_n (\sin \alpha + K_c \cos \alpha)] / 1000,$$

где $П$ – максимальная производительность смесителя, кг/с; L_c , L_n – длина смесительного и подающего шнеков, м; K_c – коэффициент сопротивления движению;

$$K_c = (\psi / 2)\rho,$$

здесь $\psi = 1,25 \dots 1,50$ – эмпирический коэффициент; ρ – плотность продукта, кг/м^3 ; η_a – коэффициент запаса мощности ($\eta_a = 1,20 \dots 1,25$); α – угол наклона подающих шнеков к горизонту, град ($\alpha = 8^\circ$);

для смесителя (дежи)

$$N = 0,4\alpha V\rho r\omega_1 g + K_m g r_u \omega_2 (m_d + m_{np}) / 1000,$$

где V – вместимость смесителя, м^3 ; ρ – плотность продукта, кг/м^3 ; r, r_u – радиус месильного органа и цапфы, м; ω_1, ω_2 – угловая скорость вращения месильного органа и дежи, рад/с ; K_m – коэффициент трения дежи в опорах ($K_m = 0,2 \dots 0,3$); m_d, m_{np} – масса вращающейся дежи и продукта, кг;

для лопастного горизонтального

$$N = 0,038K_1 d_n^4 n^3 \rho h z;$$

для лопастного вертикального

$$N = 0,038K_1 (d_n^4 - d_a^4) \cdot n^3 \rho h z;$$

для решетки

$$N = 0,098\rho h z n^3 \left[\left(\frac{r_n + r_a}{2} + m\delta \right)^4 - \left(\frac{r_n + r_a}{2} \right)^4 \right],$$

где K – экспериментальный коэффициент ($K = 1,0 \dots 2,0$); d, d_n, d_n, d_a – диаметр мешалки, лопасти, наружный и внутренний, м; μ – динамическая вязкость жидкости, Па·с; K_1 – коэффициент, зависящий от соотношения размеров в лопасти; h – высота лопасти, м; z – число лопастей; r_n, r_a – наружный и внутренний радиус мешалки, м; m – число отдельных элементов мешалки; δ – толщина элементов мешалки, м; n – частота вращения мешалки, мин^{-1} .

Коэффициент K_1 выбирают в соответствии со следующими значениями:

r/h	1	2	4	10	18
K_1	1,10	1,15	1,19	1,29	1,40

При подборе электродвигателя для мешалок мощность его принимают с запасом на 50 % больше расчетной.

Расчет производительности и энергии, потребляемой шнековыми смесителями. При расчете смесителя задаются конструктивно диаметром смесительного шнека $d_c = 0,20 \dots 0,25$ м; диаметром вала $d_a = 0,05$ м; шагом винта $\lambda_a = d_c$ и определяют необходимую частоту вращения смесительного шнека

$$n = 4\Pi / [\pi(d_c^3 - d_a^3)\lambda_r\alpha_o],$$

где Π – максимальная производительность, кг/с ; α_o – коэффициент заполнения ($\alpha_o = 0,3 \dots 0,4$); ρ – плотность продукта, кг/м^3 .

Задаваясь размерами подающих (дозировующих) шнеков – диаметром шнека $d_n = 0,15$ м; диаметром вала $d_a = 0,05$ м; шагом винта $\lambda_a = d_n$, – определяют три разные частоты вращения этих шнеков:

максимальную	$n_{max} = 4P_{max} / [\pi(d_n^2 - d_s^2) \lambda_s \rho k \alpha_o];$
минимальную	$n_{min} = 4P_{min} / [\pi(d_n^2 - d_s^2) \lambda_s \rho k \alpha_o];$
промежуточную	$n_{cp} = (n_{max} + n_{min}) / 2,$

где P_{max} , P_{min} – максимальная и минимальная производительность, кг/с; k – число подающих шнеков.

Частоту вращения распределительного вала n_g принимают равной n_{max} , а число зубцов цевочных звездочек $Z_y = n_{min}$.

Для скоростного диска с тремя рядами отверстий определяют число отверстий в каждом ряду:

$$Z_1 = n_{min}; \quad Z_2 = n_{max} (n_{min} / n_{cp}); \quad Z_3 = n_{max},$$

Рассчитывают коэффициент использования производительности смесителя по формуле

$$\alpha_o = [(n_1 + n_2 + n_3) \cdot 100] / (k n_{max}),$$

где n_1, n_2, n_3 – частота вращения шнеков в каждом варианте, с⁻¹.

Степень однородности полученной смеси может быть определена по следующим формулам:

$$T = (1/n) \sum (A_1 / A_0) \quad \text{для случая } A_1 < A_0,$$

$$T = (1/n) \sum [(2A_0 - A_1) / A_0] \quad \text{для случая } A_1 > A_0,$$

где n – количество проб; A_1 – содержание данного компонента в пробе, %; A_0 – содержание данного компонента по рецепту, %.



Есть изобретения, преимущественно научные и промышленные, которые не были бы сделаны, если бы авторы их остановились перед господствовавшими в известное время догматами, которые считались непоколебимыми. Изобретатель часто потому только и был столь смел и свободен, что их не знал.
РИБО ТЕОДЮЛЬ АРМАН (1839–1916),
французский психолог

14.7 ТЕХНИКА БУДУЩЕГО: НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Инжекторный смеситель (Пат. № 2056920 РФ, В01 F5/04) используется в пищевой промышленности для дезинфекции и пастеризации жидкостей, для подогрева воды в системах отопления, в качестве насоса, в системах транспорта вязких жидкостей.

На рис. 14.26 – общий вид инжекторного смесителя; на рис. 14.27 – инжектор с дополнительным коническим участком на наружной поверхности камеры смешения.

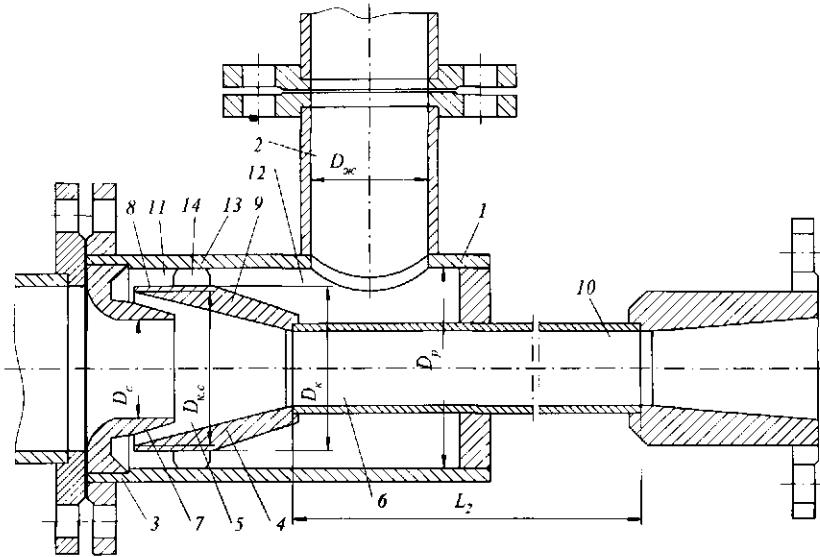


Рис. 14.26 Инжекторный смеситель

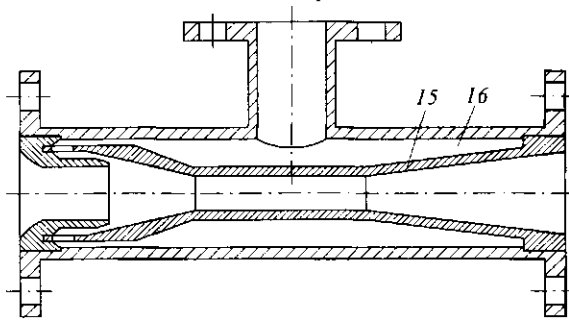


Рис. 14.27 Инжектор с дополнительным коническим участком на наружной поверхности камеры смешения

Техническим эффектом изобретения является повышение устойчивости работы. Указанный эффект достигается тем, что наружная поверхность камеры смешения выполнена с последовательно расположенными по ходу потока в центральном канале цилиндрическим участком большого диаметра, коническим участком и цилиндрическим участком малого диаметра, которые образуют с корпусом кольцевые каналы минимального проходного сечения, конфузорный и максимального проходного сечения, первый из этих каналов сообщен с всасывающим соплом, а последний – с радиальным патрубком.

Диаметры активного сопла на выходе D_c входа D_{kc} в конфузорный участок камеры смешения и выхода $D_{2б}$ из него, наружный диаметр цилиндрической части конфузорного участка D_k и наружный $D_{2и}$ диаметр цилиндрического участка камеры смешения, D_p внутренний диаметр корпуса и длина L_2 цилиндрического участка камеры смешения связаны соотношениями:

$$D_{kc}/D_{2б} = 1,5 \dots 1,75; \quad D_p/D_{2и} = 2 \dots 3; \quad D_c/D_{2б} = 1,0 \dots 1,5;$$

$$D_p/D_k = 1,1 \dots 1,25; \quad L_2/D_{2б} = 5 \dots 8.$$

Камера смешения может быть выполнена с дополнительным коническим участком на наружной поверхности, образующим с корпусом расширяющуюся к поперечному патрубку полость,

Инжекторный смеситель содержит цилиндрический корпус 1 с радиальным патрубком 2, в котором установлено сопло 3, а также камеру 4 смешения с центральным каналом, имеющим входной конфузорный 5 и цилиндрический 6 участки. Центральный канал и активное сопло 3 соосны с корпусом 1. Сопло 3 образует с участком 5 всасывающее кольцевое сопло 7. Наружная поверхность камеры 4 смешения выполнена с цилиндрическим участком 8 большого диаметра, коническим участком 9 и цилиндрическим участком 10 малого диаметра, расположенными последовательно по ходу потока в центральном канале камеры смешения. Эти участки образуют с внутренней поверхностью корпуса 1 кольцевые каналы 11...13 соответственно минимального проходного сечения, конфузорный и максимального проходного сечения. Канал 11 сообщен с соплом 7, а канал 13 – с патрубком 2. В канале 11 могут быть размещены дистанционирующие радиальные выступы 14, закрепленные на корпусе 1 или камере 4 смешения.

Активная среда (пар) подается от источника например котла, в сопло 3. Поток пара разгоняется в сопле 3, и вытекающая из него струя пара создает разрежение в кольцевом сопле 7. Жидкость из патрубка 2 попадает в цилиндрический канал 13 максимального проходного сечения и затем через конфузорный канал 12 и канал 11 минимального проходного сечения всасывается в сопло 7. Процессы смешения пара и жидкости, конденсации пара завершаются у выхода центрального канала, к цилиндрическому участку 6 которого обычно присоединяется диффузор. Последний служит для уменьшения скорости жидкости и, следовательно, потерь энергии в трубопроводах. В каналах 12 и 13 происходит подогрев жидкости передачей тепла через стенки камеры смешения. Благодаря этому стенки активного сопла 3 и пристеночные слои пара меньше охлаждаются. Как показали эксперименты и расчеты, предварительный подогрев жидкости позволяет устранить конденсацию пара в сопле 3 и образование локальных сверхзвуковых потоков. Последовательное расположение каналов 13 и 11 соответственно максимального проходного сечения и минимального проходного сечения обеспечивает равномерное распределение параметров по окружности кольцевого сопла 7. Оба эти фактора – выравнивание параметров в сопле 7 и подогрев жидкости на входе в него приводят к устранению неустойчивости работы инжектора. Как показали эксперименты и расчеты, в максимальной степени эти факторы проявляются при указанных выше соотношениях размеров, являющихся оптимальными с точки зрения устойчивости работы инжекторного смесителя. Наличие расширяющейся к радиальному патрубку 2 полости 16 интенсифицирует предварительный подогрев жидкости, что в ряде случаев благоприятно сказывается на стабильности работы инжекторного смесителя.

Инжекторный смеситель *отличается* тем, что наружная поверхность конфузорного участка камеры смешения выполнена цилиндроконической, при этом камера смешения образует с корпусом кольцевые каналы соответственно минимального проходного сечения, конфузорный и максимального проходного сечения, первый из этих каналов сообщен с всасывающим соплом, а последний – с радиальным патрубком.

Смеситель для пищевых продуктов (Пат. № 1340810 РФ, В01 F7/02) относится к мясной промышленности, в частности к колбасному производству и предназначен для повышения точности взвешивания продуктов.

Смеситель (рис. 14.28) содержит емкость 1 с перемешивающими органами 2, станину 3, установленный на емкости привод 4 и весовое тензометрическое устройство с датчиками для дозирования продуктов. Емкость с перемешивающими органами 2 установлена на станине 3 на опорах 5. Каждая опора 5 расположена между емкостью и станиной и состоит из верхнего 6 и нижнего 7 корпусов и расположенной между ними компенсационной пружины 8 и прокладки 9. При этом на верхнем корпусе укреплен опорный стержень 10, а нижний корпус снабжен винтовым фиксирующим домкратом 11. Тензометрический датчик 12 установлен на последнем так, что опорный стержень 10 контактирует с ним. Компенсационные пружины 8 опор имеют различную силу упругости. Пружины 8 с прокладками 9 установлены между подвижным и неподвижными корпусами 6 и 7. Опорные стержни 10 закреплены верхним концом в подвижном корпусе 6, а нижним концом опираются на тензодатчики 12. Боковой поверхностью каждый стержень 10 контактирует с кольцевым горизонтальным рядом стальных шариков 13, которые размещены в пазу 14 неподвижного корпуса 7 для исключения передачи возможных горизонтальных сил от емкости на датчики.

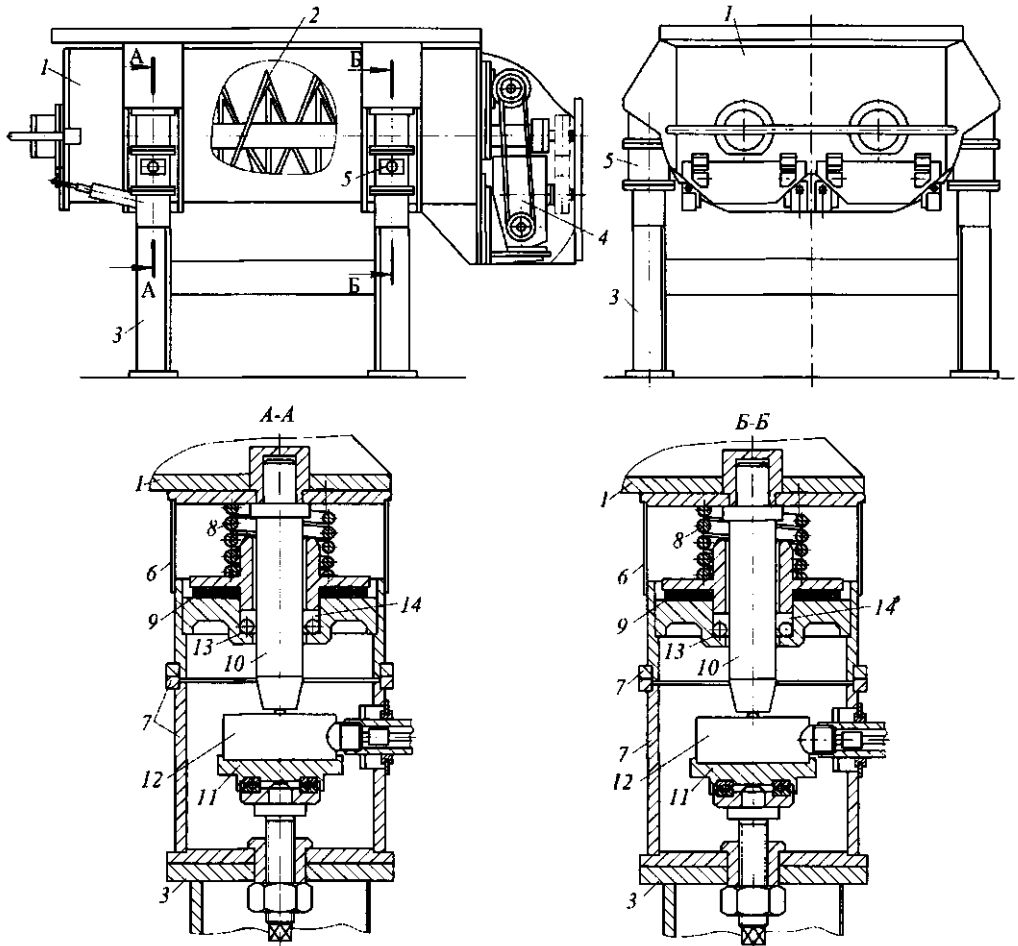


Рис. 14.28 Смеситель для пищевых продуктов

После установки смесителя на месте эксплуатации на фундаментные опоры проверяется горизонтальное расположение емкости 1 с перемешивающими органами 2. При необходимости положение регулируется при помощи прокладок 9 в опорах. После установки емкости из опор вынимаются искусственные вставки, вставляемые на время транспортировки смесителя вместо датчиков. В опоры вставляются датчики 12 весового тензометрического устройства. При помощи домкрата 11 каждый датчик отдельно поднимается к опорному стержню 10. Контроль прижимного усилия датчика к стержню ведется по цифровому табло преобразователя тензометрического устройства. Положение каждого датчика 12 фиксируется стопорной гайкой домкрата 11.

На преобразователе тензометрического устройства (не показано) устанавливают «0». Смеситель готов к работе. Масса емкости со смещенным центром тяжести воспринимается пружинами 8. Масса продукта, загружаемого в емкость, воспринимается через опорные стержни 10 датчиками 12. Продукт в емкость 1 должен загружаться по центру, т.к. разница усилий на датчики не должна превышать 10 % (условие тензометрического устройства).

Смеситель для пищевых продуктов отличается тем, что, с целью повышения точности взвешивания продуктов, каждая опора расположена между емкостью и станиной и состоит из верхнего и нижнего корпусов и расположенной между ними компенсационной пружины, при этом на верхнем корпусе укреплен опорный стержень, а нижний корпус снабжен винтовым фиксирующим домкратом, при этом каждый датчик установлен на последнем так, что опорный стержень контактирует с ним, а компенсационные пружины опор имеют различную силу упругости.

Центробежный смеситель порошкообразных материалов (Пат. № 2174436 РФ, В01 F7/26) относится к технике смешивания порошкообразных и гранулированных материалов и может быть использован в химической, пищевой и других отраслях промышленности, а также в сельскохозяйственном производстве для приготовления кормосмесей в животноводстве.

На рис. 14.29 изображен центробежный смеситель порошкообразных материалов; на рис. 14.30 – ротор смесителя.

Смеситель состоит из конического корпуса 1, закрепленного на раме 2. Внутри корпуса размещен ротор, выполненный в виде концентрично расположенных полых

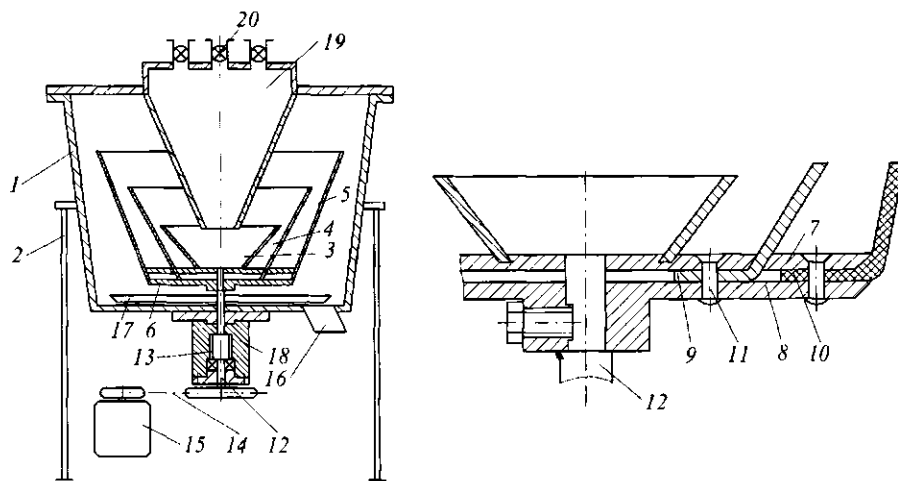


Рис. 14.29 Центробежный смеситель порошкообразных материалов

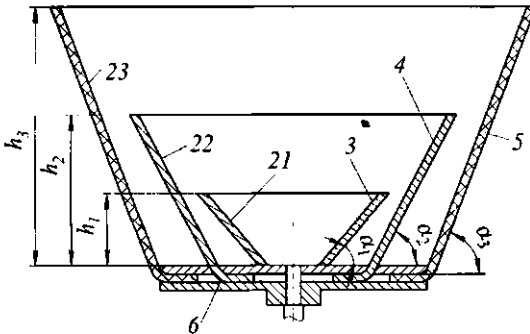


Рис. 14.30 Ротор смесителя

усеченных конусов центрального – 3, промежуточного 4 и периферийного 5, прикрепленных к основанию 6 ротора. Конусы 3, 4, 5 выполнены разными по высоте и образуют каскады – высота конусов и угол наклона их образующей к основанию увеличиваются от центральной части ротора к его периферии ($h_1 < h_2 < h_3$; $\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3$). Усеченные конусы 3...5 выполнены из материалов, коэффициент трения которых уменьшается по мере удаления конусов от центральной части ротора.

Например: центральный конус 3 выполнен из стали, промежуточный 4 – из сплава на основе меди (бронза, латунь), а периферийный 5 – из антифрикционного полимерного материала, например из фторопласта.

Компоненты смеси в заданном соотношении непрерывно подаются через штуцеры 20 в загрузочную точку 19, где частично перемешиваются и далее поступают в центральный конус 3 ротора с наименьшим углом α_1 наклона образующей к основанию 6. Электродвигатель 15 посредством клиноременной передачи 14 приводит во вращение вал 12, который, вращаясь на подшипниках 13 в опоре 18, сообщает вращение с заранее подобранной угловой скоростью, ротор – его полые усеченные конусы 3, 4, 5 и закрепленные на валу 12 лопасти. Компоненты смеси частично попадают на верхний слой 7 основания – ту часть, которая ограничена малым основанием усеченного конуса 3, и частично – на рабочую поверхность 21 этого конуса. Под действием центробежных сил компоненты отбрасываются от центра основания 6 на рабочую поверхность 21, вследствие чего частицы начинают ускоренно двигаться по спиралеобразной траектории по поверхности 21, поднимаясь к верхней кромке конуса 3.

Так как компоненты смеси состоят из частиц различной массы и имеют разный коэффициент трения по материалу (в данном случае стали) конуса 3, то скорость и траектория их движения на рабочей поверхности 21 будет различна. В результате этого траектории движения отдельных частиц перекрещиваются и смесь в непрерывном потоке перемешивается. Траектории движения частиц зависят также от угла наклона α_1 образующей к основанию 6, угловой скорости ротора, высоты h_1 конуса 3, коэффициента трения по рабочей поверхности 21 и имеют форму спиралей с различным шагом. Более высокий коэффициент трения материала конуса 3 (по сравнению с соответствующими показателями конусов 4 и 5) способствует повышенному сцеплению частиц с рабочей поверхностью 21 и, как следствие, увеличению шага спиралей.

Пройдя первый каскад – центральный конус 3, частицы смеси под действием центробежной силы и силы инерции перемещаются ко второму каскаду – промежуточному конусу 4, при этом компоненты смеси продолжают непрерывно перемешиваться. Вследствие того, что отрыв частиц смеси с поверхности 21 первого каскада – центрального конуса 3 идет по ходу вращения под острым углом к касательной окружности основания конуса, под острым углом по ходу вращения происходит и соприкосновение частиц с рабочей поверхностью 22 второго каскада – промежуточного конуса 4. Это позволяет сохранить процесс перемешивания компонентов смеси,

начатый в первом каскаде, т. к. частицы смеси продолжают движение по рабочей поверхности 22 второго каскада по траекториям, близким к траекториям движения на первом каскаде. Но поскольку коэффициент трения материала (бронза, латунь) конуса 4 меньше соответствующего коэффициента конуса 3, то сцепление частиц с рабочей поверхностью 22 второго каскада несколько ослабевает – и по этой причине шаг спиралей и скорость перемещения частиц уменьшаются. Это приводит к увеличению времени пребывания компонентов смеси в промежуточном конусе 4, что положительно сказывается на качестве смешивания. При этом компоненты смеси не отбрасываются внутрь центрального конуса 3, а продолжают ускоренно двигаться по рабочей поверхности 22 промежуточного конуса 4 (второго каскада) и интенсивно перемешиваются. Для уменьшения угла подъема спиралей и дальнейшего увеличения интенсивности перемешивания промежуточный конус имеет больший угол α_2 наклона образующей к основанию по сравнению с центральным конусом и большую высоту h_2 . Вследствие этого слой смеси на рабочей поверхности 22 конуса 4 становится тоньше и повышает качество перемешивания.

Процесс отрыва частиц смеси с промежуточного конуса 4 (второго каскада) и их соприкосновение с рабочей поверхностью 23 периферийного конуса 5 (третьего каскада) аналогичен описанному. Для уменьшения угла подъема и шага спиралей и, следовательно, увеличения продолжительности пребывания частиц на наибольшей рабочей поверхности 23 предусмотрено: дальнейшее увеличение угла α_3 образующей конуса 5 к основанию, увеличение высоты h_3 конуса, уменьшение коэффициента трения материала периферийного конуса, выполненного из антифрикционного полимерного материала, например фторопласта. Все это в комплексе способствует качественному перемешиванию компонентов смеси на завершающем этапе технологического цикла. Приготовленная смесь под действием центробежной силы сбрасывается с кромки периферийного конуса 5, поступает на днище корпуса 1 и лопастями 17 выгружается в патрубок 16 из смесителя.

Центробежный смеситель порошкообразных материалов *отличается* тем, что усеченные конусы выполнены из материалов, коэффициент трения которых уменьшает по мере удаления конусов от центральной части ротора; *отличается* тем, что центральный конус выполнен из стали, промежуточный – из сплава на основе меди, а периферийный – из антифрикционного полимерного материала, например фторопласта, что основание выполнено из двух расположенных с зазором слоев, а промежуточный и периферийный конусы снабжены горизонтальными кольцевыми участками, которые помещены в указанный зазор и жестко скреплены с обоими слоями основания.

* * *

В этой главе наиболее важными являются следующие моменты.

1. Технологические свойства смешиваемых пищевых сред являются тем решающим фактором, который определяет не только выбор конструкции смесительных машин, но и режимы процесса смешивания.

2. Классификация смесителей по функционально-технологическому принципу позволяет выбрать прототип при создании новой техники и прогнозировать новые конструкции.

3. Методы инженерных расчетов смесителей могут быть использованы не только при проектировании данного типа машин, но и при определении основных направлений их развития.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы основные стадии замеса хлебопекарного теста?
2. Какова классификация тестомесильных машин?
3. От каких параметров зависит производительность тестомесильной машины?
4. Какие факторы влияют на режим замеса теста?
5. Каковы основные составляющие потребной мощности привода тестомесильных машин периодического действия?
6. В каких тестомесильных машинах требуется принудительное водяное охлаждение корпуса месильной камеры?
7. Какие движения может совершать месильный орган в тестомесильных машинах периодического действия?
8. Каково устройство и каков принцип действия лопастной мешалки?
9. Какова классификация перемешивающих машин?
10. От каких параметров зависит производительность лопастных мешалок?
11. Какие факторы влияют на режим перемешивания компонентов продукта?
12. Как размеры и форма лопастей влияют на мощность привода лопастных мешалок?
13. Из каких соображений выбирается рабочая частота вращения лопастного вала?
14. В каких отраслях промышленности используются машины для образования пенообразных масс?
15. Каково устройство и каков принцип действия кремосбивальной машины?
16. От чего зависит эффективность работы взбивальных машин?
17. Какое влияние форма рабочих органов оказывает на интенсивность процесса сбивания?
18. В чем заключается условие невыплескивания жидкости из перемешивающего аппарата?
19. Как рассчитывается минимальная высота жидкости в перемешивающем аппарате, при которой необходимый процесс будет обеспечен?
20. От каких факторов зависит мощность привода рабочих органов месильных машин?

УПРАЖНЕНИЯ

Предложите в виде эскизов Ваши решения инженерных задач, связанных с развитием конструкций:

- мешалок для жидких пищевых сред;
- месильных машин для высоковязких пищевых сред;
- машин и аппаратов для образования пенообразных масс;
- смесителей для сыпучих пищевых сред.

Эти решения должны предполагать совершенствование и модернизацию оборудования. Они направлены на:

- повышение производительности;
- повышение качества продукции;
- улучшение условий труда рабочего с точки зрения эргономики, техники безопасности и охраны труда;
- экономию времени на санитарное обслуживание оборудования;
- экономию времени на техническое обслуживание оборудования;
- экономию энергоресурсов;
- экономию конструкционных материалов;
- повышение технологичности конструкции с точки зрения изготовления и ремонта;
- улучшение дизайна оборудования;
- снижение себестоимости продукции другими, кроме перечисленных выше, путями.

Вместе с этими, преимущественно машиноведческими, аспектами рассмотрите возможность развития конструкций машин и аппаратов с точки зрения повышения качества самих технологических процессов, которые реализуются этим оборудованием. Речь идет об увеличении точности, устойчивости, надежности, управляемости и стабильности технологических процессов, а также о снижении их чувствительности к возмущающим факторам окружающей среды.

По результатам Вашей работы сделайте заключение о том, в какой мере Ваши предложения повышают готовность машин и аппаратов к эффективной автоматизации данных технологических процессов.



Учитесь и читайте. Читайте книги серьезные.
Жизнь сделает остальное.
ДОСТОЕВСКИЙ ФЕДОР МИХАЙЛОВИЧ
(1821–1881), русский писатель

Глава 15 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Формование – процесс придания перерабатываемому продукту определенной формы и размеров.

Процесс формования пищевых сред – один из самых сложных процессов пищевой технологии. Именно в этом процессе во всем многообразии проявляется весь диапазон физико-механических свойств формируемого материала. Поэтому конструкторские решения формирующих машин полностью определяются технологическими свойствами соответствующей среды.



Если хочешь, чтобы у тебя было мало времени,
ничего не делай.
ЧЕХОВ АНТОН ПАВЛОВИЧ (1860–1904),
русский писатель

15.1 НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Разнообразие свойств пищевых продуктов и предъявляемых к их внешнему виду требований обусловило многообразие способов формования (рис.15.1).

Отливка – способ дозирования и заполнения форм массой в текучем состоянии и структурирования массы в формах. Отливка основана на текучести масс в горячем состоянии. Этим способом получают плиточный шоколад, помадные, железные, молочные, ликерные сорта конфет, мармелад, шоколадные изделия с начинкой.

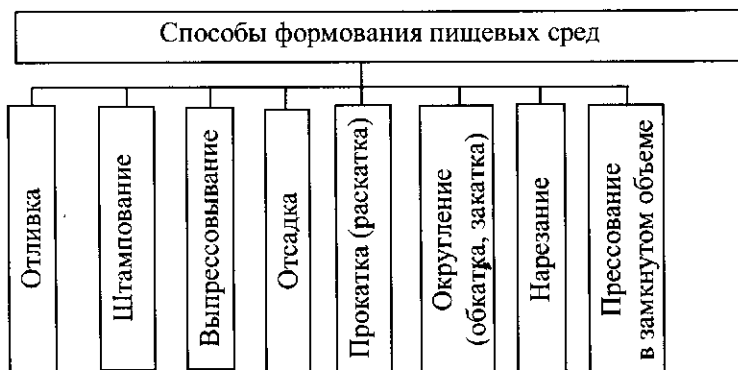


Рис. 15.1 Способы формования пищевых сред

Штампование – способ сдавливания в замкнутом объеме пластичной массы, способной после штампования сохранять полученную форму. Штампования выполняют при помощи штампов или барабанов, на твердой поверхности которых выгравированы углубления и рисунки, соответствующие объему, форме и внешнему оформлению изделия. Штамповкой формируют мучные кондитерские и макаронные изделия, карамельные, ирисные массы, шоколадные изделия, пельмени.

Формование вытесновыванием основано на непрерывном или периодическом выдавливании профилированных жгутов, труб или полос из размягченного материала бесконечной или ограниченной длины через формирующую матрицу с определенными размерами и формой фильера. Вытесновыванием применяются в производстве макаронных и мучных кондитерских изделий, конфет.

Специальным способом формования вытесновыванием является *формование в оболочке*.

Отсадкой принято называть способ формования штучных изделий выдавливанием вязкопластичной массы через профилирующую насадки на приемную поверхность при циклическом взаимодействии рабочих органов. Способом отсадки осуществляют нанесение рисунков из крема при производстве тортов, формируют мучные кондитерские изделия, десертные сорта конфет, зефир.

Прокатка – способ механической обработки пищевого материала обжатием между вращающимися вальками с целью получения полуфабрикатов в виде отдельных пластов или жгутов. Прокатку (раскатку) применяют при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, карамели, конфет, грильяжа и жевательной резинки.

Обкатка – способ формования заготовок шарообразной, конусообразной или цилиндрической формы при взаимодействии упруговязкой массы с твердой поверхностью рабочих органов в процессе вращения. Обкатку применяют при получении хлебобулочных изделий, карамели и конфет.

Нарезание полуфабрикатов и заготовок используется в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, конфет, карамели и мясных полуфабрикатов.

Прессование в замкнутом объеме путем брикетирования и таблетирования является способом получения изделий или полуфабрикатов в виде преимущественно небольших, определенной формы и размеров брикетов (таблеток) из сыпучих или порошкообразных материалов. Этот способ нашел применение в производстве сахара-рафинада, пищевых концентратов, кондитерских порошков, чая, кофе, специй, пряностей и т. п.

Специальным способом прессования в замкнутом объеме является формование сыра и творожных изделий.

Для научно обоснованного проектирования и эффективной эксплуатации формирующего оборудования необходимо знание закономерностей процесса формования с учетом структурно-механических свойств пищевых сред.

При установленном режиме теоретическая производительность *отливочной* машины (в кг/ч) определяется из выражения:

$$P = 3600 i / (Tn),$$

где T – период заполнения одного или нескольких рядов форм, с; i – количество ячеек, одновременно заполняемых массой; n – число изделий в 1 кг.

Величина периода заполнения T зависит от объемного расхода нагнетателя дозирующего устройства отливочной машины.

В процессе формования пищевых масс отливкой деформация и течение их в рабочем канале отливочного механизма происходит под действием давления, создаваемого нагнетателем. В настоящее время наиболее распространенными являются отливочные механизмы с поршневыми нагнетателями и золотниковым управлением. Величину объемного расхода Q ($\text{м}^3/\text{с}$) такого нагнетателя можно определить из уравнения;

$$Q = \frac{4\pi R^4 m}{\mu_{\text{эф}}(5m-1)} \left(\frac{p_0}{L} + \rho g \right),$$

где $\mu_{\text{эф}}$ – эффективная вязкость массы; Па·с; R и L – радиус и длина отливочного канала соответственно; m ; p_0 – давление при движении поршня, Па; ρ – плотность массы, $\text{кг}/\text{м}^3$; g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$; m – реологическая константа, зависящая от свойств массы.

При проектировании отливочной машины это уравнение позволяет по заданному расходу Q для продукта с конкретными реологическими свойствами определять необходимое давление p_0 для движения поршня отливочного механизма и рассчитывать мощность привода машины.

Процесс *формования штампованием* заключается в получении из полуфабриката отдельных заготовок заданной конфигурации при помощи штампующих устройств различной конструкции. Для всех штампующих устройств физическая картина штампования имеет общий характер – сдавливания полуфабриката и вырезание из общей массы заготовки заданной формы и размеров. При этом на заготовку наносится определенный рисунок.

При штамповании слоя продукта в результате сближения двух круглых пластин величина необходимого усилия F (Н) определяется из выражения;

$$F = \frac{\pi R^3}{2h} \left[\frac{3uR}{4h^2 \left[\frac{1}{\mu_1} + \frac{1}{\mu_2} \exp\left(-\frac{\tau}{\lambda}\right) \right]} + \sigma_0 \right],$$

где R – радиус пластин, м; h – половина толщины сжимаемого слоя массы, м; u – скорость сближения пластин, м/с; σ_0 – предельное напряжение сдвига, $\text{Н}/\text{м}^2$; μ_1 и μ_2 – динамические вязкости, Па·с; τ – текущее время, с; λ – период релаксации, с.

Процесс сдавливания слоя продукта при штамповании сопровождается вырезанием из него ножом штампа заготовки определенной формы и размеров. Общее усилие для вырезания заготовок заданной формы можно определить из выражения:

$$F = 2,257\Pi(u)^{3/2} \sqrt{\rho H \mu_{\text{эф}}},$$

где Π – периметр острой кромки, м; u – скорость резания, м/с; ρ – плотность продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$; H – глубина внедрения, м; $\eta_{\text{эф}}$ – эффективная вязкость продукта, Па·с.

Определение усилий штампования и вырезания заготовки позволяет выполнить прочностной и энергетический расчеты штампующей машины.

При *выпрессовывании пищевых сред* наряду со шнековыми нагнетателями (рассмотрены в разделе 15.1) достаточно широко применяются шестеренные нагнетатели.

Основными рабочими органами шестеренного нагнетателя является прямозубые или спиральные зацепляющиеся между собой шестерни, которые вращаются в неподвижном корпусе. Принцип действия шестеренного нагнетателя заключается в том, что на входе продукт поступает в полости, образованные расходящимися смежными зубьями шестерен. При вращении шестерен продукт перемещается из зоны входа в зону выхода, где вытесняется из впадин входящими в зацепление выступами зубьев другой шестерни. При переходе из зоны входа в зону выхода продукт находится в защемленном объеме между смежными зубьями и корпусом.

Теоретическая величина, объемного расхода зависит от геометрических размеров объема впадин и выступов зубьев шестерен. Действительная подача меньше теоретической, т. к. в торцевых и радиальных зазорах возникают утечки продукта. В идеальном случае теоретическая объемная подача не зависит от реологических свойств продуктов, так как определяется только объемом впадин и выступов. В реальных условиях возникновения утечек в зазорах, безусловно, зависит от свойства выпрессовываемого продукта.

С достаточной степенью точности объемный расход нагнетателя с парой шестеренных роторов и эвольвентным профилем зубьев Q_m (л/мин) можно определить по формуле

$$Q_m = 2\pi b n m_3 (z + 1 - K_n \frac{\pi^2 \cos^2 \alpha_0}{12}) 10^{-6}.$$

где b – ширина шестерни, мм; n – частота вращения, мин^{-1} ; m_3 – модуль зубьев; z – число зубьев одной шестерни; K_n – коэффициент, зависящий от степени перекрытия ϵ , характеризующий число зубьев, одновременно находящихся в зацеплении ($K_n = 4 - 6\epsilon + 3\epsilon^2$); α_0 – угол зацепления.

Однако действительный объемный расход Q меньше Q_m на величину утечек в реальных и торцевых зазорах.

Обозначим через K_{on} отношение Q/Q_m . Этот коэффициент зависит от величины утечек в зазорах. Величина утечек, в свою очередь, зависит от частоты вращения шестерен n .

Эту зависимость можно представить в виде

$$K_n = 0,8 + 0,017n - 0,0009n^2.$$

Представленные формулы позволяют не только определить производительность выпрессовывающей формующей машины, но и выбрать ее оптимальные конструктивные параметры.

Форма изделий, образующихся в *процессе отсадки*, определяется профилем отверстий матрицы, циклом совместной работы нагнетательных органов и перемещающейся относительно фильер приемной поверхности. Получаемая при этом форма во многом зависит от свойств массы.

Необходимые условия формования конфеты отсадкой записываются следующим неравенством

$$P_{ад}^n + G > P_{ад}^{\phi} + P_{нч} + P_{ин},$$

где $P_{ад}''$ – равнодействующая адгезионных сил, приложенных к основанию корпуса конфеты, Н, равная произведению адгезионного давления массы на площадь основания корпуса F_0 ; G – сила тяжести, Н; $P_{ад}^{\phi}$ – равнодействующая адгезионных сил, приложенных к поверхности фольеры, Н, равная произведению адгезионного давления массы на площадь контакта; $P_{пр}$ – сила обусловленная прочностью конфетного жгута в сечении разрыва F , Н; $P_{ин}$ – инерционная сила, действующая на корпус конфеты, Н.

Равнодействующая адгезионных сил $P_{ад}''$ и $P_{ад}^{\phi}$, очевидно, должна иметь разное значение в том случае, если фольеры и поддон выполнены из различных материалов.

Из неравенства следует, что при формовании конфет по принципу отсадки на приемную поверхность необходимо стремиться уменьшить силу прилипания к наружной поверхности фольер и увеличить силу прилипания к приемной поверхности. Таким образом, материал для изготовления фольеры и поддона следует выбирать с противоположными свойствами. При проектировании матрицы для отсадки конфетных масс, обладающих высоким пределом прочности, следует стремиться к увеличению отношения F_0 / F_1 .

Процесс отсадки определяется соотношением между диаметром стержня d и расстоянием H от насадки матрицы до приемной поверхности. При соотношениях H/d , больших определенной критической величины, происходят потеря продольной устойчивости стержня, его искривления в виде волны.

Критическую нагрузку, вызывающую потерю устойчивости стержня круглого поперечного сечения, продолжено определять по уравнению

$$\sigma_k = \sigma_0 - 6,24C(H/d),$$

где σ_k – критическое нормальное напряжение, Па; σ_0 – предел текучести массы, Па; $C = \sigma_0/\lambda_0$ – постоянная для определенного состояния массы (температуры, плотности, влажности) и рецептурного состава; здесь $\lambda = \mu H/i$ – гибкость стержня; μ – коэффициент длины, зависящий от способа закрепления стержня; $i = d/4$ – радиус инерции стержня круглого сечения, м.

Одним из основных требований при формовании конфетных масс осадкой является формоудерживающая способность изделия и четкость рельефа.

Оценивать формоудерживающую способность изделия можно по критической высоте формосохраняемости, определяемой по формуле

$$z_{кр} = \tau_0 / (\rho g),$$

где τ_0 – предельное напряжение сдвига конфетной массы после формования; ρ – плотность массы; g – ускорение свободного падения.

Прокатка – способ механической обработки пищевого материала обжатием между вращающимися валками с целью получения полуфабриката в виде отдельных пластов или жгутов. Раскатка применяется для придания тесту, жевательной резинке или конфетной массе формы тонкой пластины определенной толщины. Как технологическая операция раскатка может быть как самостоятельной, так и частью общей операции формования. Итак, прокатка (раскатка) – процесс воздействия вращающихся рабочих органов на пищевой материал до получения им формы пластины.

При прокатке материал сжимается до величины зазора между валками $2H_0$, а затем за счет упругого последствия несколько восстанавливается до величины $2H$.

Давление в зазоре между валками p_3 (Па)

$$p_3 = \sqrt{2RH_0} \left(\frac{2n+1}{n} \right)^n \left(\frac{u\eta}{\tau H_0} \right) \frac{\tau}{H_0} \lambda^{2n+1} \int_0^1 \varphi d\varepsilon,$$

где R – радиус валков, м; $2H_0$ – зазор между валками, м; n – индекс течения; u – окружная скорость валков, м/с; η – эффективная вязкость, Па·с; τ – напряжение сдвига, Па; $\lambda = X / \sqrt{2RH_0}$ – значение независимой переменной $p = x / \sqrt{2RH_0}$ в той точке $x = X$, где теряется контакт теста с валками;

$$\varphi = \frac{(1 - e^2)^n}{(1 + e^2 \lambda^2)^{2n-1}}; \quad \varepsilon = \frac{p}{\lambda}.$$

Расчетное максимальное давление возникает при $\varepsilon = -1$, т. е. в точке, расположенной на расстоянии X от оси валков, и равно $p_{\text{макс}} = 2p_3$.

Распорное усилие F (Н) при ширине раскатываемого пласта B (м) и в пределах зоны контакта материала с валком

$$F = \lambda B \sqrt{2RH_0} \int_0^1 p d\varepsilon.$$

Описание процесса формования цилиндрическими валками позволяет проводить расчеты современного оборудования для формования тестовых заготовок раскаткой. Отклонение расчетных величин от экспериментальных не превышает 10 %. Изучение раскатки теста показало, что при проектировании формующих машин следует предусматривать установку 3...4 пар валков. Наилучшую раскатку хлебного теста наблюдали, когда начальная толщина тестового пласта была в 3 раза больше зазора между ними.

Процесс *формования шарообразной тестовой заготовки* при взаимодействии упруговязкого теста с твердой поверхностью рабочего органа базируется на молекулярно-механической теории трения, которая предусматривает наличие деформационной и адгезионной составляющих сил на контактной площадке.

Сила взаимодействия плоской формующей поверхности округлителя с шарообразной тестовой заготовкой равна:

$$Q = \frac{h}{d} \frac{\tau}{\sigma_{\text{сж}}} \pi \delta \left[\left(\frac{6G}{\pi \rho} \right)^{1/3} - \delta \right] (1 - \xi v_{\text{окр}}) \operatorname{ctg} \alpha,$$

где h – глубина деформационной зоны контакта, м; d – средний диаметр единичного фрикционного контакта, м; τ – напряжение сдвига, Па; $\sigma_{\text{сж}}$ – напряжение сжатия, Па; δ – глубина смятия заготовки в месте контакта, м; G – масса заготовки, кг; ρ – плотность заготовки, кг/м³; ξ – коэффициент, учитывающий уменьшение силы трения при увеличении скорости; $v_{\text{окр}}$ – фактическая скорость тестовой заготовки по фор-

мующей поверхности, м/с; α – угол между направлениями приложенной Q и результирующей P силами, град.

Анализ уравнения показал, что изменение массы заготовки незначительно влияет на величину силы, существенное влияние оказывают коэффициент трения, глубина смятия заготовки и отношение $\tau/\sigma_{сж}$.

Условная физическая картина *процесса закатки* состоит из следующих этапов: втягивания куска теста в зазор между движущимися навстречу друг другу с разными скоростями лентами конвейеров; вращательного и поступательного движения заготовки в уменьшающемся зазоре между лентами конвейеров, что приводит к постепенному ее деформированию в радиальном и осевом направлениях. В результате сдвига в тестовой заготовке накапливается упругая энергия, которая при ее выходе из зазора приводит к разбуханию. Процесс постепенного сдавливания тестовой заготовки по мере ее продвижения в зазоре можно представить как сжатие заготовки между двумя жесткими поверхностями, движущимися навстречу друг другу со скоростью $v_0 = 2(h_2 - h_1)t$ (где $2h_2$ – зазор между лентами на входе, м; $2h_1$ – зазор между лентами на выходе, м; t – время, с).

Рассмотрен процесс сдавливания тестовой заготовки между двумя жесткими плоскостями со скоростью v_0 при допущениях, что среда несжимаема, режим течения, установившийся и изотермический, тесто проявляет вязко-упруго-пластические свойства. Компонента нормального напряжения, с которой осуществляется сжатие заготовки в процессе закатки, определяется следующей зависимостью:

$$\sigma_y = (3v_0/2h^3)(l^2 + h^2)[(1/\mu_1) + (1/\mu_2)\exp(-\tau/\lambda)]^1,$$

где v_0 – скорость сдавливания, м/с; $2h$ – текущий зазор между лентами конвейеров, м; $2l$ – длина тестовой заготовки, м; μ_1, μ_2 – динамические вязкости, Па·с; λ – период релаксации, с.

Так как в процессе закатки тестовая заготовка приводится во вращение и одновременно движется поступательно, то вращающий момент, создаваемый силами трения со стороны ленты конвейера и неподвижной доски, будет равен:

$$M_{вп} \geq 2lbr\tau_n,$$

где b – ширина площадки контакта теста с лентой, м; r – радиус качения, м; τ_n – касательное напряжение в месте контакта, Па.

Величина τ_n определяется из условия сдвига тестовой заготовки, находящейся между двумя движущимися лентами конвейеров:

$$\tau_n = \tau_0 + [(1/\mu_1) + (1/\mu_2)\exp(-\tau/\lambda)]^1 [(v_1 + v_2)/2h],$$

где τ_0 – предельное напряжение сдвига, Па; v_1 и v_2 – скорости лент конвейеров первого и второго соответственно, м/с.

Научное обеспечение *резания пищевых материалов* рассмотрено в разделе 10.1.

Способы брикетирования и таблетирования осуществляются в условиях всестороннего сжатия в замкнутых прессформах. По характеру движения пуансонов различают прессование под давлением и прессование с выдержкой. Последнее обеспечивает благоприятные условия для удаления воздуха из прессуемого порошка и ведет к частичному расслаиванию внутренних напряжений, в результате чего предотвращается расслаивание таблеток.

В технике различают одностороннее и двустороннее прессование. В первом случае прессование ведется одним пуансоном, при этом наибольшее давление испытывает слой материала, непосредственно примыкающий к пуансону, наименьшее давление – слой, находящийся на дне прессформы. При двустороннем прессовании сжатие материала осуществляется двумя пуансонами, в этом случае наименьшее давление в материале возникает в слое, расположенном в середине высоты таблетки.

Физическую картину *прессования порошкообразных материалов* можно представить следующим образом. В начале процесса происходит более плотное расположение тонкодисперсных комочков продукта вследствие переориентации и сдвига частиц, связи между которыми пока не возникают. При этом из продукта удаляется большая часть воздуха. На такое начальное уплотнение затрачивается немного энергии. Дальнейшее уплотнение возможно лишь при деформации отдельных частиц продукта, в это время подводится значительная энергия, которая преобразуется, в основном, в тепло, а также энергию формоизменения частиц и в свободную энергию поверхности частиц. Взаимная связь между частицами создается в результате их текучести, выделения теплоты и свободных химических связей. Дальнейшими связями являются адгезионные и когезионные, возникающие одновременно и создающие связующие слои в материале. В конце процесса прессования при максимальном давлении происходит переход упругой деформации частиц материала в пластическую, вследствие чего структура брикета упрочняется и сохраняется заданная форма.

В процессе прессования для получения прочного и плотного брикета значительное снижение усилия прессования может произойти из-за внесения в продукт смазывающих веществ, влаги и повышения температуры. Это происходит в результате того, что частицы более подвижного связующего вещества, деформируясь при меньшем давлении, заполняют пространство между частицами твердого тела, и молекулярные силы возрастают.

Прессование порошкообразного материала в матрице сопровождается уменьшением его объема, вследствие чего увеличивается объемная масса и прочность таблетки (брикета). Отношение плотности брикета ρ к плотности порошка в насыпном состоянии ρ_0 характеризует степень его уплотнения β :

$$\beta = \frac{\rho}{\rho_0}; \quad \rho = \frac{M}{Sh_1} \quad \text{и} \quad \rho_0 = \frac{M}{Sh},$$

где M – масса прессуемого материала, кг; S – площадь поперечного сечения матрицы, см²; h, h_1 – соответственно начальная и текущая высота материала, см.

Усилие прессования расходуется на уплотнение продукта и преодоление трения материала о стенки матрицы. В практике прессования трение отрицательно сказывается на проведении процесса, т. к. приводит к неравномерному распределению давления по высоте и поперечному сечению таблетки и, следовательно, к неравномерной плотности по объему спрессованного материала.

При прессовании круглой таблетки распределение давления по высоте характеризуется уравнением:

$$p_z = p_0 \exp\left[-\frac{L}{S} \xi f z\right].$$

Уравнение показывает, что давление по высоте брикета p_z изменяется по экспоненциальному закону. По мере удаления от пуансона давление прессования p_0 уменьшается и зависит от коэффициента внешнего трения f , коэффициента бокового давления ξ , периметра L и площади поперечного сечения S матрицы.

Давление на дно матрицы при $z = h$ и на половине высоты брикета $z = h/2$ будет

$$p_h = p_0 \exp\left[-\frac{Lh}{S} \xi f\right] \quad \text{и} \quad p_{h/2} = p_0 \exp\left[-\frac{Lh}{2S} \xi f\right].$$

Анализ этих уравнений позволил установить, что на падение давления большое влияние оказывает соотношение Lh/S . Неравномерность распределения давления по высоте таблетки будет тем ниже, чем меньше это соотношение. В связи с этим целесообразно прессовать низкие брикеты с минимальным отношением L/S при заданной массе таблетки.



Юность – единственная пора обдумывать
и принимать важные решения.
БРАУНИНГ РОБЕРТ (1812-1889),
английский поэт

15.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Свойства перерабатываемых пищевых масс и требуемая форма готовых изделий определяют как способ формования, так и тип формирующего оборудования.

В связи с этим формирующее оборудование обычно классифицируют по следующим признакам: типу нагнетателя, характеру движения нагнетателя, характеру движения формируемого продукта, рабочей характеристике нагнетателя, количеству нагнетателей, наличию принудительного питания, способу отделения формируемого продукта (рис. 15.2).

Основным признаком, определяющим конструкцию формирующего оборудования, является тип нагнетателя. В машинах для формования пищевых сред применяются следующие типы нагнетателей: шнековые, поршневые, валковые, шестеренные, пластинчатые, комбинированные.

Наибольшее распространение в пищевой промышленности получили шнековые нагнетатели. К их достоинствам можно отнести возможность непрерывной подачи массы, создания высоких давлений (шнековые макаронные прессы), пластификации и термостатирования материала при прохождении по длине шнека. Формирующие машины со шнековыми нагнетателями подразделяются на одношнековые и многошнековые. При этом шнеки могут находиться во взаимном зацеплении.

Поршневые нагнетатели применяются при формировании отливкой и отсадкой текучих пищевых масс, таблетировании сыпучих масс, штамповании высоковязких сред.

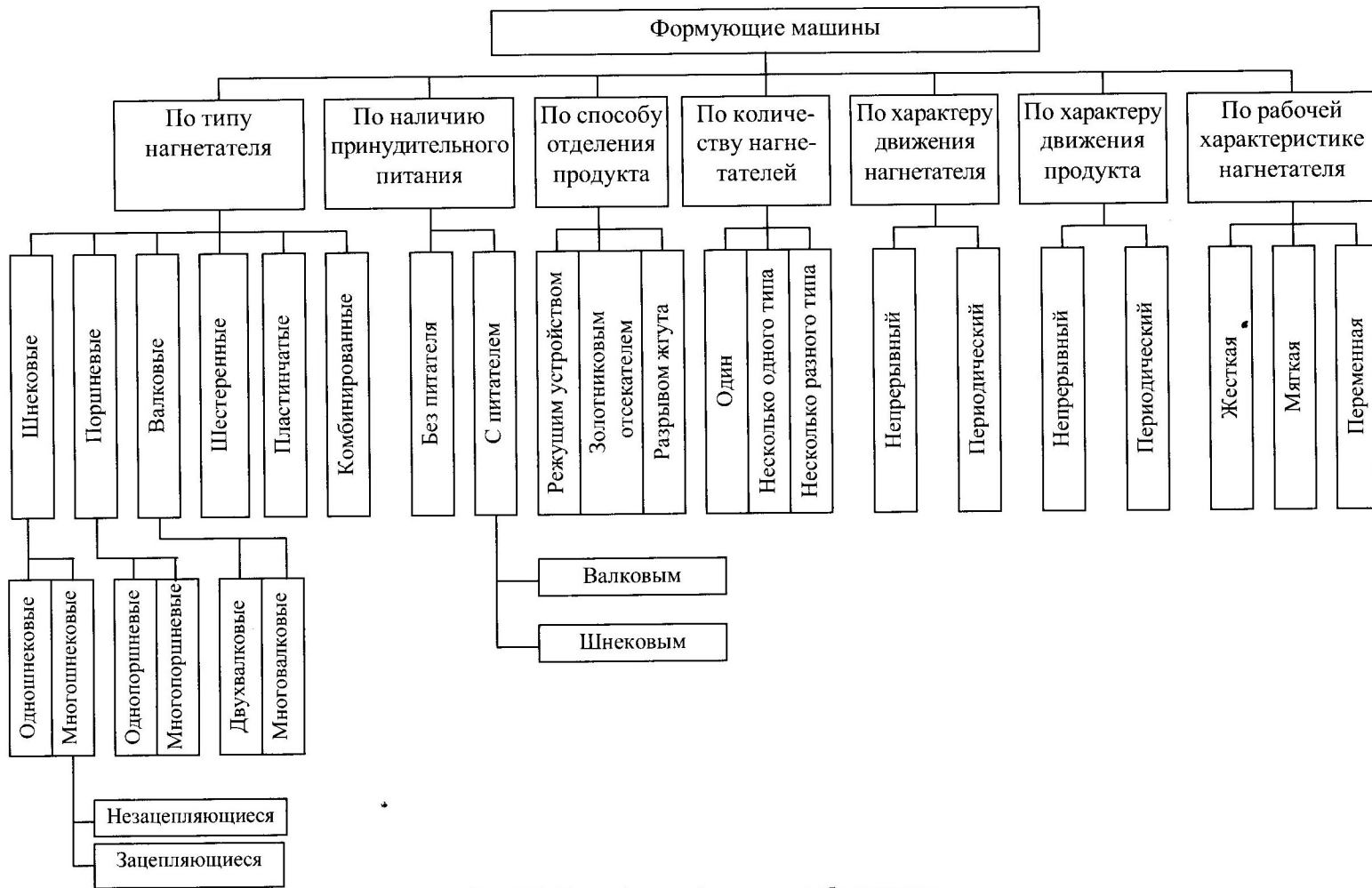


Рис. 15.2 Классификация формующего оборудования

Валковые нагнетатели применяют, как правило, в тех случаях, когда нет необходимости в создании высоких давлений. Эти нагнетатели позволяют осуществлять равномерное выдавливание массы по всей ширине матрицы, при этом обеспечивается высокая производительность и почти полное сохранение структуры. Валковые нагнетатели нашли широкое применение при формировании тестовых заготовок, конфетных масс, бисквита и т. д.

В шестеренных нагнетателях в неподвижном кожухе вращаются защемляющиеся между собой шестерни, которые обеспечивают объемное передавливание продукта из зоны питания в зону нагнетания. Шестеренные нагнетатели преимущественно применяют при формировании конфетных масс. Несмотря на определенные достоинства, шестеренные нагнетатели имеют ряд недостатков. Подача продукта в зону входа только под действием силы тяжести возможна лишь для маловязких сред. Для высоковязких сред необходимо применение принудительной подачи. Кроме того, при зацеплении зубьев образуется защемленный объем, в котором резко возрастает давление. Это приводит к возникновению сил, стремящихся раздвинуть шестерни, что ускоряет их износ. Увеличение давления в защемленном объеме приводит к возрастанию утечек в торцевых и радиальных зазорах.

Принцип действия пластинчатых нагнетателей не отличается от действия аналогичных лопастных насосов. Достоинством пластинчатого нагнетателя является возможность формировать пищевые продукты любой вязкости и разной дисперсности. При этом механическое воздействие, приводящее к разрушению структуры продукта, минимально. К недостаткам пластинчатых нагнетателей можно отнести то, что смещение центра ротора относительно корпуса нагнетателя приводит к возникновению пульсирующей подачи, при которой изменение объема в процессе вытеснения продукта одной пластиной носит гармонический характер.

Так как выбор кинематической схемы исполнительных и передаточных механизмов зависит от характера движения нагнетателя, все формующие машины можно разделить на два вида: машины с непрерывным и периодическим движением нагнетательных органов.

Одновременно в зависимости от характера движения продукта в предматричной камере формующие машины делятся на два вида: машины с непрерывной и периодической подачей продукта.

Общепринято оценивать работу формующей машины по рабочей характеристике нагнетателя – зависимости объемного расхода от давления. Исходя из вышеуказанной зависимости характеристики нагнетателей делятся на три группы: жесткая, мягкая и переменная. Жесткая характеристика свойственна формующим машинам с поршневыми, шестеренными, пластинчатыми нагнетателями, а также многошнековыми с зацепляющимися шнеками, мягкая – одношнековым и валковым нагнетателям. Нагнетатели с переменной характеристикой наиболее эффективны в отсадочных машинах, где возникает необходимость при непрерывном движении нагнетателя снижать давление на продукт, находящийся в предматричной камере.

Для обеспечения стабильности работы формующей машины подачу продукта в загрузочную зону производят за счет устройств с вертикальным и коническим шнеками, а также валкам.

По функционально-технологическому принципу формирующее оборудование можно разделить на следующие группы машин:

1. Отливочные машины.
2. Штампующие машины.
3. Машины для формования пластичных масс выпрессовыванием.
4. Машины для формования в оболочке.
5. Отсадочные машины.
6. Раскаточные и калибрующие машины.
7. Округлительные, закаточные и обкаточные машины.
8. Машины для нарезания заготовок и изделий.
9. Машины для формования сыпучих материалов.



История человеческого знания свидетельствует, что именно побочным явлениям, случайным фактам, непредусмотренным результатам мы обязаны столькими величайшими открытиями...
*ПО ЭДГАР (1809–1849),
американский писатель, поэт и критик*

15.3 ОТЛИВОЧНЫЕ МАШИНЫ

Отливочная машина «Гелиос-261» (рис. 15.3) предназначена для отливки помадной массы в крахмальные формы. Она имеет закрепленные на станине цепной конвейер 1, питатель лотков 2, вибрационное 5 и очистительное 3 сита, поворотный механизм 6, выравнивающее устройство 7, шнеки заполнения 8, боковые 9 и нижнюю 10 щетки, штампующий 11 и отливочный 12 механизмы. Вибрационное и очистительное сита смонтированы внутри машины на выдвигаемой станине, что позволяет оперативно очищать или заменять их. Вибрационное сито разделено на щеточный 4 и ситовой ярусы. Сход с вибросита поступает на ленточный конвейер 14. Проход с очистительного сита 3 сыпается на скребковый конвейер 13.

Отливочная машина комплектуется одним или двумя отливочными механизмами. Основная их часть – дозировочное устройство (рис. 15.4) с вертикальными поршнями. Хвостовики поршней 8 вставлены в паз траверсы 4, которая движется в направляющих 3, закрепленных на пластине 2 корпуса 1 загрузочной воронки. Поршни движутся в цилиндрах, выполненных в общей колодке 7. Уплотнение поршня осуществляется сальниковой набивкой 6 и гайкой 5.

Колодка цилиндров вставлена в паз корпуса воронки. В нижней части цилиндра находится золотниковая планка 11, совершающая возвратно-поступательное движение в направлении, перпендикулярном плоскости чертежа. В планке имеются каналы 12, соединяющие полость цилиндра с воронкой; расстояние между каналами равно шагу установки поршней и шагу осей цилиндров. Между

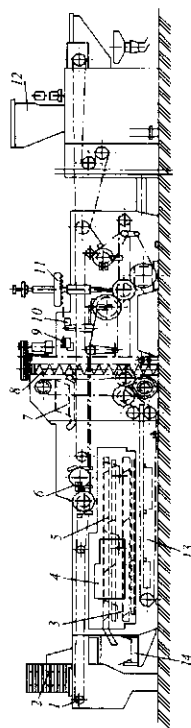


Рис. 15.3 Отливочная машина «Гелиос-261»

каналами в планке просверлены отверстия 9. Когда золотниковая планка займет положение 11а, а отверстия 9 соединят полости цилиндра с выходными насадками 10, канал 12 планки уйдет из-под цилиндра и разобьет цилиндр и воронку. При движении поршней вверх масса всасывается из воронки в цилиндр, при движении вниз выдавливается через насадки 10.

Число поршней равно числу ячеек 13 в поперечном сечении лотка 14, которые были выдавлены в крахмалс штампующим механизмом.

Техническая характеристика отливочной машины «Гелиос-261»

Производительность, кг/ч.....	до 1200
• Число отливочных механизмов, шт.....	2
Вместимость воронки, л.....	132
Число отливов, в минуту.....	20...45
Число мерных цилиндров и поршней, шт.....	48
Установленная мощность, кВт.....	11
Габаритные размеры, мм.....	8785×2300×1150

Агрегат «Холько-Гелиос 171» (рис. 15.5) предназначен для формирования мелких однородных шоколадных изделий: плиток, монолитных шоколадных фигурок, медалей, листиков, пластинок. Производство таких изделий на крупных отливочных агрегатах нерационально из-за низкой производительности, большого удельного расхода энергии и труда.

Все узлы, связанные с синхронным перемещением форм, приводятся в действие одним главным электродвигателем 1 при помощи продольного главного приводного вала 2 с девятью редукторами 20. От каждого редуктора валами 21 с шаровыми шарнирами приводится соответствующий узел агрегата. Таким образом, осуществляется жесткая кинематическая связь между всеми узлами.

Управляется агрегат с пульта 17. На пульте имеется цветная схема, подсвечиваемая контрольными лампами. Кроме того, каждый редуктор имеет электрическую блокировку и местную контрольную лампу, которая загорается при неполадке в узле, приводимом от этого редуктора. Кроме пульта управления, у отливочной и выколоточной машин имеются кнопки аварийной остановки агрегата.

Формы не связаны с цепью и свободно перемещаются по направляющим гонками цепи. Конвейер 9 перемещает формы в вертикальный шкаф, вмещающий 60 форм. В шкафу они сначала поднимаются вверх, а затем опускаются вниз и при этом обдуваются воздухом, подогретым в паровом калорифере. Для поддержания постоянной температуры форм 31 ± 1 °С имеется автоматическая система регулирования 8, которая при повышении температуры отключает подачу пара в калорифер и включает пар при понижении температуры форм. Все подогретенные формы в одной рамке заполняются отливочной машиной 7 одновременно за один рабочий ход поршней. Вместимость приемной воронки отливочной машины 25 л. В ней имеется мешалка и две группы по 12 поршней с золотниками и одна сменная распределительная плита.

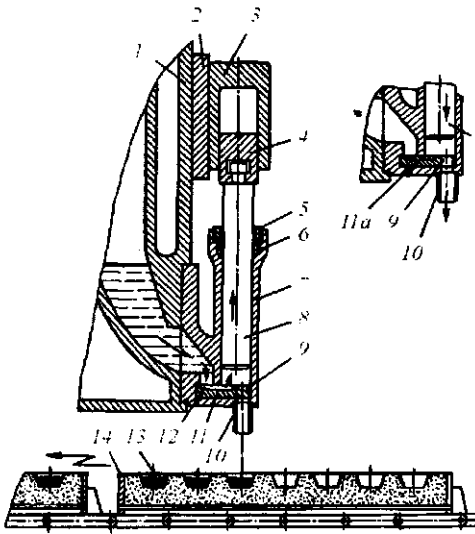


Рис. 15.4 Схема дозирующего устройства
отливочного механизма

3 с несколькими электродвигателями 4 привода дисбалансных механизмов. Амплитуду колебания направляющих вибротранспортера можно регулировать. Затем рамки с формами перемещаются поперечным конвейером 19, при этом их боковые поверхности очищаются подружненными ножами от случайных потеков шоколадной массы. Застывают изделия в формах на горизонтальном конвейере 18 и в вертикальном шкафу-кристаллизаторе 16. В нижнюю часть конвейера 18 холодный воздух подается вентилятором из воздухоохладителя, находящегося в шкафу 16. В нижней части шкафа 16 находятся четыре осевых вентилятора, которые создают непрерывную циркуляцию воздуха через воздухоохладители, расположенные с двух сторон, и 10 ветвей вертикального конвейера. В шкафу находится 300 форм. Воздух в воздухоохладителях охлаждается индивидуальной фреоновой охлаждающей установкой 15.

Рамки с готовыми изделиями выводятся из шкафа конвейером 14, при этом устройством 13 на рамку накладывается пластмассовая пластина. Устройство 13 состоит из магазина с пластинами и кулачка, приводимого в движение электродвигателем мощностью 0,1 кВт. Кулачок вытаскивает из стопы нижнюю пластину. Она ложится

В рубашке воронки отливочной машины установлен электрический нагревательный элемент, термометр 6 с задающим устройством, центробежный насос для циркуляции воды, контрольная лампа и система автоматического регулирования температуры воды. В одну форму шоколадная масса может подаваться как одним, так и несколькими поршнями — это зависит от распределительной плиты и массы изделия. Машина снабжена контрольным датчиком, который включает отливочную машину лишь при наличии под плитой рамки с формами. Для обрыва нитей массы рамка при заполнении форм шоколадной массой приподнимается, а по прекращении поступления массы резко опускается.

Рамки с заполненными формами конвейером 5 подаются на вибротранспортер

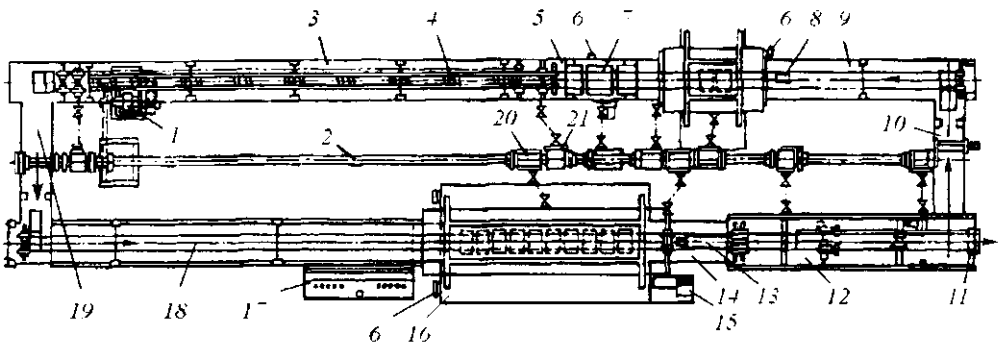


Рис. 15.5 Агрегат «Холько-Гелнос 171»

на перемещаемую конвейером рамку, которая затем поступает в выколочную машину 12. В ней рамки поворачиваются на угол ρ рад.

При ударе по рамкам рычагами изделия выпадают из форм на пластины. После повторного поворота на тот же угол рамки поперечным конвейером 10 подаются в шкаф для подогрева. Пластины с изделиями на них выводятся из выколочной машины на стол конвейером 11.

Техническая характеристика агрегата «Холько-Гелиос 171»

Производительность, кг/ч	109...306
Габаритные размеры рамки, мм	275×175
Потребление холода, кВт	16,0
Установленная мощность, кВт	7,5
Габаритные размеры, мм.....	12700×3770×3170

Конфетоотливочный агрегат с вертикальными мерными цилиндрами (рис. 15.6) предназначен для получения из бесформенной полужидкой или жидкой конфетной массы (помадной, фруктово-желейной, желейно-мармеладной и т. п.) простых и сложных конфет определенной формы и массы. Отливочный агрегат имеет вертикальные мерные цилиндры и плоский золотник, движущийся возвратно-поступательно. Электродвигатель для привода машины присоединяется к шкиву 7.

Лотки из шкафа ускоренной выстойки конвейером 28 подаются на опрокидыватель 27, с него – в наполнитель 25, а затем – под штамп 29 и под воронку 3.

Движение от отливочного механизма к конвейсам, опрокидывателю и штампу передается валом 21 через многоступенчатую коробку скоростей 16. Рукояткой 17 изменяют передаточное отношение в ней в зависимости от числа поперечных рядов форм в лотке. Штурвалом 23 регулируют положение штампа над лотком, а винтами 24 выверяют горизонтальность штампа. Число отливов меняют, переставляя накидную шестерню в коробке скоростей поворотом рукоятки 6.

Формы в одном лотке имеют постоянный шаг. Расстояние между последним их рядом в предыдущем и первым рядом в последующем лотке всегда оказывается больше постоянного шага в одном лотке, т. к. между двумя лотками имеется упор, толкающий предыдущий лоток. Чтобы формы всегда оказывались под насадками отливочного механизма, конвейер 4 должен совершать разные перемещения. Его сложное движение осуществляет механизм, состоящий из кривошипа 10, качающейся кулисы 12, коромысел 13 и 15 с собачками, храповых колес 1 и 2 и пары шестерен 18 и 19, жестко связанных с приводными звездочками 20 конвейера 4.

Работает этот механизм так: при вращении коромысла 13 по часовой стрелке, а коромысла 15 в противоположном направлении собачка коромысла 13, находясь в зацеплении с зубом храпового колеса 2, поворачивает его и звездочку 20 вместе с собой, перемещая конвейер 4 на расстояние между соседними рядами формочек в одном лотке.

Собачка коромысла 15 в это время скользит по гладкой поверхности храпового колеса 1 и не передает ему вращения. Храповое колесо 1 при этом поворачивается, получая движение от храпового колеса 2 через шестерни 18 и 19.

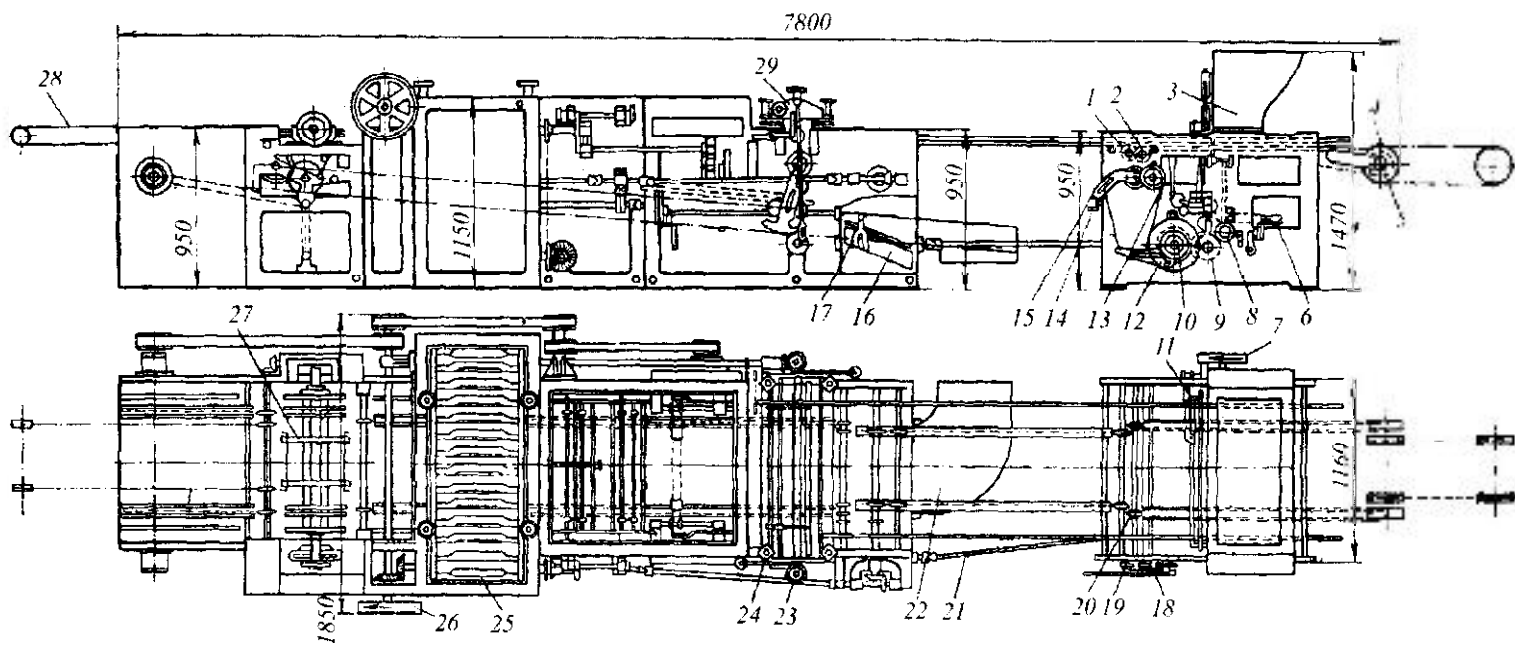


Рис. 15.6 Конфетоотливочный агрегат с вертикальными мерными цилиндрами

Затем коромысла 13 и 15 вращаются в противоположном направлении, тогда собачки скользят по храповым колесам и конвейер 4 остается неподвижным. После нескольких поворотов храповых колес собачки коромысел 13 и 15 окажутся в зацеплении с зубьями храповых колес 1 и 2. Тогда вследствие того, что коромысло 15 вращается с большей угловой скоростью, чем коромысло 13, конвейер получит движение от храпового колеса 1 и переместится на большее расстояние. При этом зубья храпового колеса 2 обгоняют вращающуюся собачку коромысла 13.

Эксцентрик 9 приводит в движение поршни. Их ход регулируется рукояткой 14, с помощью которой перемещается ползун 5 в пазу кулисы 8 до получения нужной порции. Золотник 11 сменный. Он также имеет регулировку хода. Механизмы, не связанные кинематическими соотношениями: вентиляторы, сита приводятся от другого электродвигателя, соединенного со шкивом 26.

Готовые конфеты выходят из агрегата по лотку 22.

В агрегате имеются как системы с жесткими связями (отливочная машина, конвейеры для лотков), так и системы, в которых кинематическая связь нежесткая (сита, щетки, выравниватели, вентиляторы). Эти узлы могут приводиться от самостоятельных электродвигателей.

Мерные цилиндры отливочной машины показаны на рис. 15.7. Бачок 4 имеет вместимость 70 дм³ и снабжен водяной рубашкой для поддержания требуемой температуры конфетной массы. При движении поршней 6 вверх конфетная масса падает из бачка в мерные цилиндры через отверстия золотника 7. Мерные цилиндры сделаны в общей объемной колодке 5, прижатой к бачку 4 планкой 12. Проходные сечения выбираются возможно большими и по возможности без изменения направлений течения.

Это позволяет легко заменить колодку другой, с иным количеством мерных цилиндров. Сальниковое уплотнение 3 обеспечивает герметичность мерных цилиндров. Поршни всех мерных цилиндров вставлены в паз общего ползуна 2, который движется возвратно-поступательно по направляющим 1. Шатун 13 от приводного механизма ввернут в серьгу 14 и закреплен гайкой. Серьга надета на ось 15, которая находится в ползуне 2.

При замене колодки и чистке мерных цилиндров отворачивают ось 15 и освобождают ползун, после чего его легко вынуть со всеми поршнями, если повернуть направляющие 1 на осях 16. Когда поршни поднимутся в крайнее верхнее положение, золотник 7 переместится на половину расстояния между отверстиями 8 в золотниковой планке, показанными пунктиром. Они сообщают мерные цилиндры с отверстиями в насадках 11.

При движении поршней вниз конфетная масса выдавливается через насадки в неподвижные формы. По заполнении одного ряда форм лоток переместится и подведет под насадки следующий ряд форм. Ход сменного золотника регулируется. При установке колодки с другим количеством мерных цилиндров одновременно заменяется и золотник. Ползун, который перемещает золотник 7, движется по пазу 9 в планке 10, закрепленной винтами.

Этот дозирующий механизм, как и любой другой, разбирается для мойки и чистки без применения инструмента. Для устранения кристаллизации сахара на плунжерах иногда устанавливаются ванночки или другие системы с циркулирующей или проточной водой. Перед сборкой после мойки механизм высушивается.

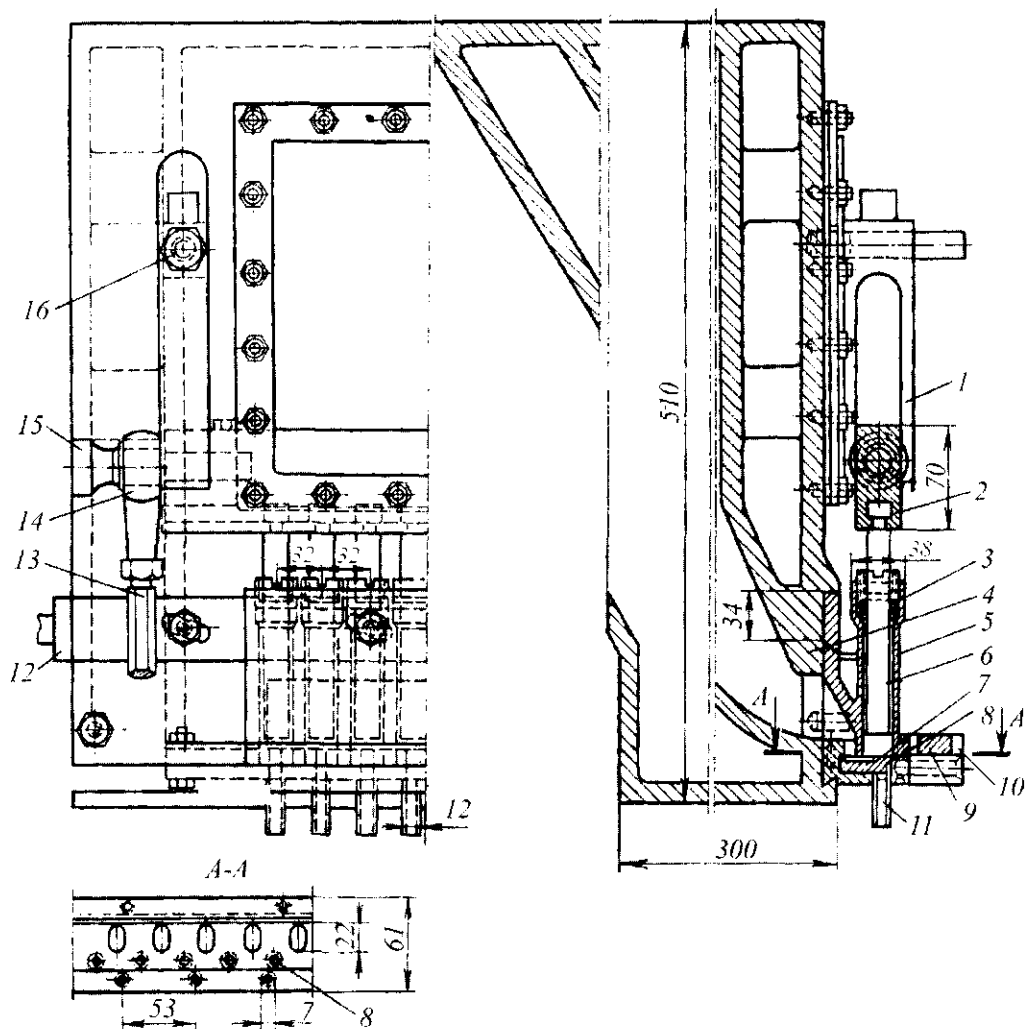


Рис. 15.7 Мерные цилиндры

Техническая характеристика конфетоотливочного агрегата с вертикальными мерными цилиндрами приведена в табл. 15.1.

Конфетоотливочный агрегат, наполняющий формы в три приема (рис. 15.8), наполняет порядно формы в несколько приемов; имеет и отливочные механизмы, у которых мерные цилиндры вертикальные, а золотники цилиндрические.

Лотки с конфетами подаются из охлаждающей камеры установки ускоренной выстойки конвейером 1 в опрокидыватель 2, где из лотков высыпаются формовочный материал и конфеты. Наполнитель 3 наполняет и выравнивает в лотках формовочный материал. Через наполнитель и штамп проходит один конвейер, приводимый храповым механизмом 6. Штампующий механизм 4 отштамповывает в крахмале формы; штурвалом 5 устанавливают положение штампа над лотком.

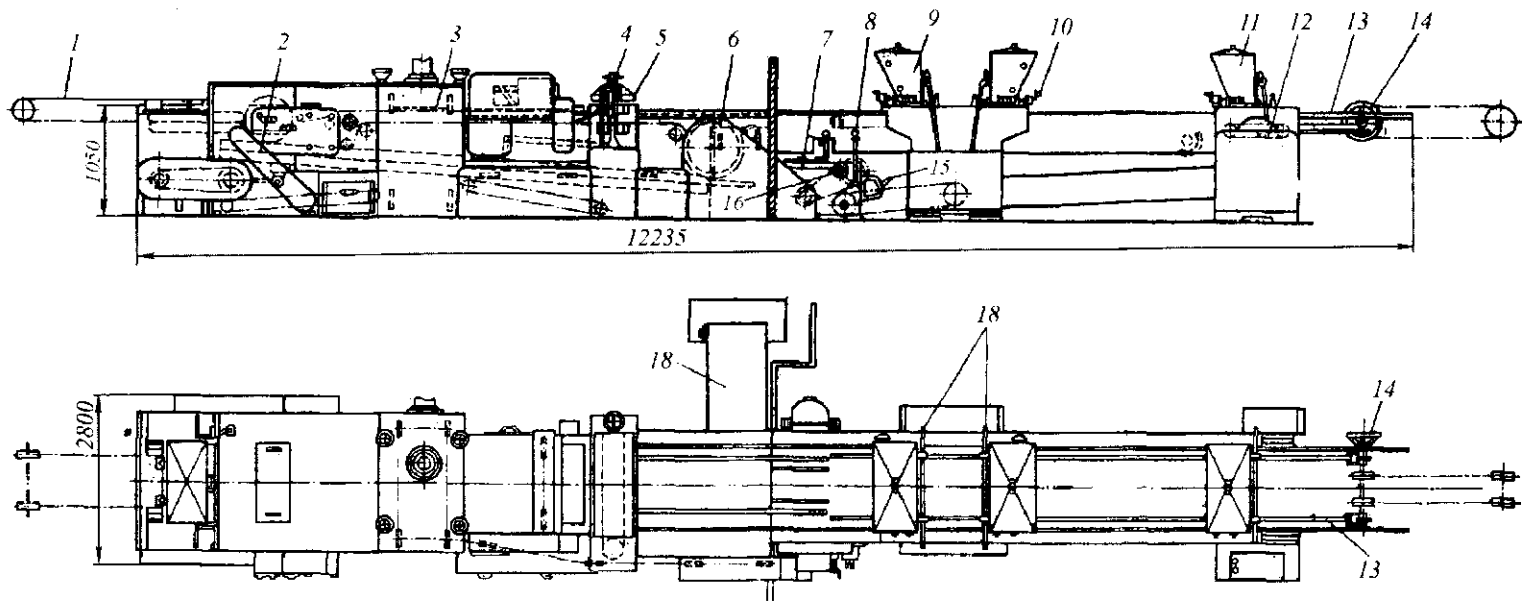


Рис. 15.8 Конфетоотливочный агрегат с порядным заполнением форм

В состав агрегата входят три отливочных механизма: два из них сдвоены 9, а третий выполнен автономно 11. Сдвоенный отливочных механизм 9 заполняет формы конфетной массой лишь частично, а отливочный механизм 11 – окончательно.

В коробке 12 расположен приводной механизм конвейера 13, общего для трех отливочных механизмов. Штурвалом 14 его можно поворачивать вручную. Рукоятками 10 смещают отливочные механизмы вдоль станины, добываясь того, чтобы насадки всех отливочных механизмов приходились над формами в лотках. Рукояткой 8 выключают муфту, которая соединяет приводной шкив с главным валом коробки скоростей 7. Рукояткой 15 переставляют накидную шестерню в коробке скоростей, изменяя количество отливов в минуту. Штурвалом 16 передвигают набор шестерен в коробке скоростей. Конвейер 17 отводит конфеты. Рукояткой 18 отключают отливочные механизмы.

Отливочные механизмы этого агрегата имеют вертикальные цилиндры и напминают по устройству ранее рассмотренные. Они отличаются лишь конструкцией золотника.

Левый отливочный механизм наиболее сложен (рис. 15.9.). Его конструкция позволяет отливать очень вязкую и тягучую массу. Общая колодка 3 имеет цилиндры, внутрь которых вставлены цилиндрические золотники 7 с дном. В боковой поверхности золотника имеется отверстие 4, через которое конфетная масса попадает внутрь золотников при движении поршней 8 вверх. Поршни уплотнены в золотнике кожаными кольцами 5. Все поршни вставлены в паз общего ползуна 9, который движется возвратно-поступательно в направляющих 10. Когда поршни приходят в крайнее верхнее положение, все золотники поворачиваются планкой 11. Внутренняя полость золотника разобщается с бачком и сообщается с колодкой 2 отверстиями, имеющимися в днище каждого золотника 7. Таким образом, мерным цилиндром является сам золотник, притертый к цилиндру в колодке 3, которая легко может быть заменена колодкой с другим количеством цилиндров. Все золотники удерживаются в цилиндрах общей планкой 6. Через отверстия в колодке 2 масса поступает к неподвижным цилиндрам 12. Каждому поршню 8 соответствует неподвижный цилиндр с подвижной насадкой 13, притертой к цилиндрам.

Все насадки вставлены в общий паз ползуна 14, которому от кулачка 21 сообщается возвратно-поступательное движение по направляющим 15.

При движении поршней 8 вниз масса выдавливается через насадку 13, которая входит внутрь заполняемой формы на лотке 1. Как только наполнение формочки закончено, насадки с ускорением около 40 м/с^2 поднимаются вверх, обрывая нити, соединяющие массу в формах с массой в насадках.

Необходимое нижнее положение насадок устанавливается штурвалом 17, который при помощи конической пары 16 и 18 ввертывает винт 19 в тягу 20, поднимая этим ползун 14 с насадками 13. При отливке обычных помадных и других не очень тягучих масс колодка 2 заменяется другой, имеющей цилиндрические насадки. Через них конфетная масса выдавливается в формы.

Отливочный механизм имеет у каждого дозирующего механизма муфту 22, которая отключает его при отсутствии лотка 1 под насадками. Каждая муфта управляется своим роликом через систему рычагов.

Мармеладоотливочный агрегат ШФ1-М6 предназначен для производства яблочного и желеиног мармелада отливкой массы в формы.

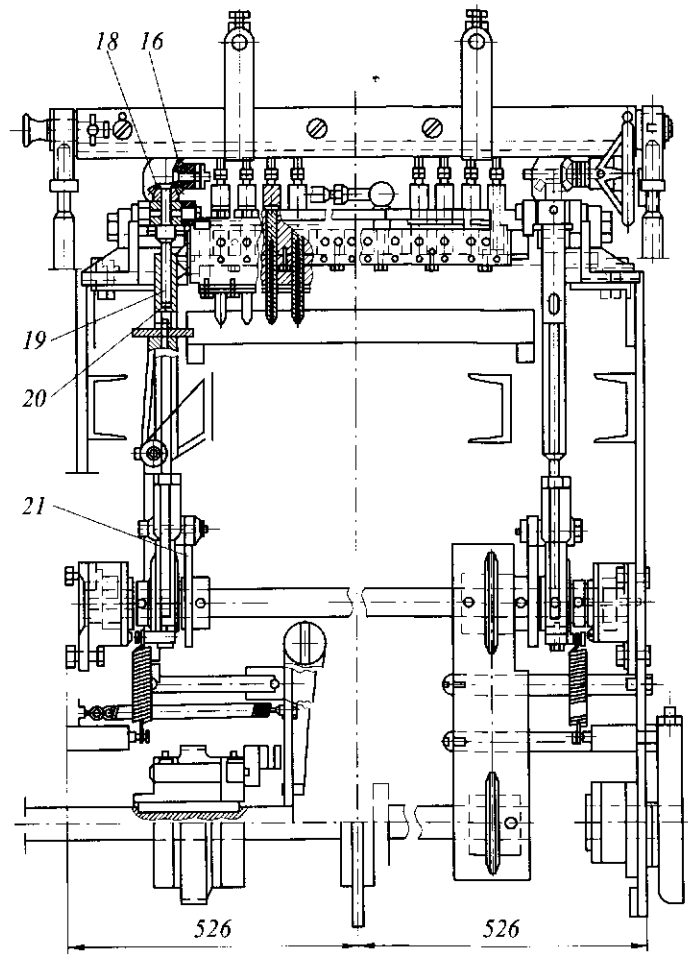
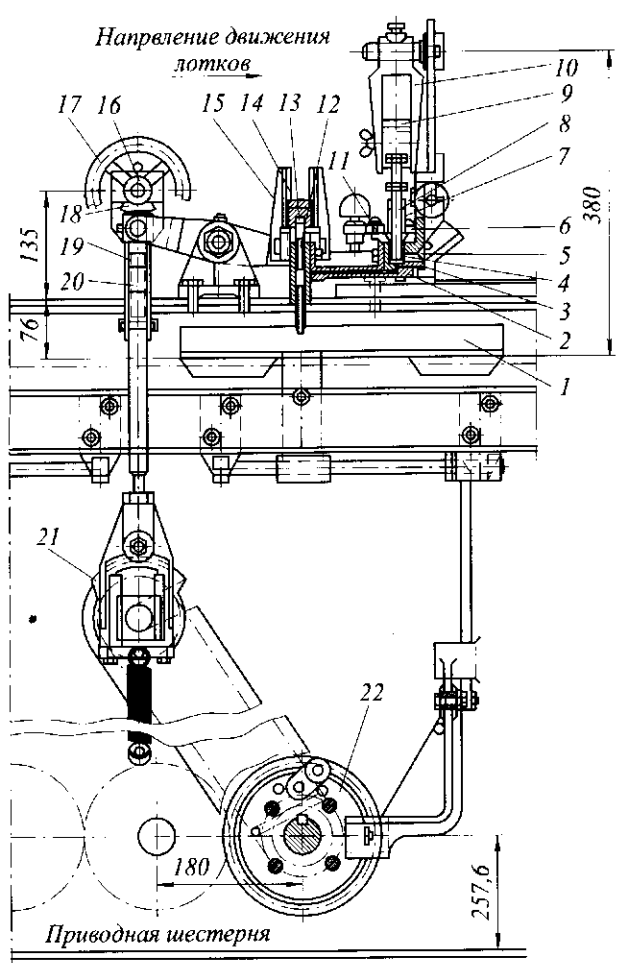


Рис. 15.9 Отливочная машина для тянущихся конфетных масс

Таблица 15.1. Техническая характеристика отливочных агрегатов

Показатели	Тип отливочной машины		
	с вертикальными • цилиндрами	с порядным заполнением форм	ШФ1-М6
Производительность, кг/ч	670...1030	400...800	290
Установленная мощность, кВт	3,5	3,7	7,14
Вместимость бака, дм ³	70	100	—
Количество насадок	24	24	20
Количество отливок в минуту	47...72	40...80	20...45
Габаритные размеры, мм	7800×2650×1800	12235×2600×17000	10700×2450×2500

Отливочный агрегат НИД типа М301S (рис. 15.10.) состоит из дештабелера лотков 2, штангового конвейера 4, штампа 7, укладчика добавок 9, двух отливочных машин 10, штабелера 11, системы конвейеров и устройств для подготовки крахмала.

Агрегат работает следующим образом. Штабель лотков 1, установленный на специальной тележке 17, подвозится к дештабелеру лотков 2. Дештабелер снимает из штабеля лотки группами по 5 шт. и затем поштучно передает на штанговый конвейер 4 (устройство в виде штанги с толкателями). Штанговым конвейером лоток с крахмалом и отформованными изделиями подается в опрокидыватель 3, при помощи которого лоток переворачивается на 180°. При этом изделия с крахмалом высыпаются и по наклонной плоскости поступают во вращающийся ситовой барабан очистки изделий от крахмала 13. В барабан подается сжатый воздух, а очищенные от крахмала изделия поперечным конвейером отбора отлитых изделий 14 выводятся из отливочной машины. Крахмал шнеками 15 возвращается в устройство для заполнения лотков крахмалом. Освобожденные от крахмала лотки переворачиваются вторым опрокидывателем 3 в первоначальное положение и с помощью штангового конвейера 4 направляются в устройство для заполнения лотков крахмалом 5. После заполнения слой крахмала уплотняется и разравнивается при помощи разравнивателя 6. При помощи штампа 7 в слое крахмала выштамповываются ячейки соответствующей отливаемым изделиям формы.

Следующей рабочей операцией является отливка конфетной массы. В позицию отливки на цепной конвейер 8 отливочной машины лоток подается штанговым конвейером 4. Отливка производится с помощью многорядных поршневых дозаторов, расположенных на качающихся отливочных головках 10. Загрузочная воронка головки может быть разделена на несколько камер. Скорость и направление движения качающейся головки и непрерывно двигающегося цепного конвейера 8 с лотком совпадают в момент отливки.

Регулирование дозировки осуществляется изменением хода поршня. Для периода отливки используются только нижняя зона хода поршня, поэтому в цикле отливки остается достаточно времени для хода отсоса и ликвидации возможного нежелательного подтекания массы. Штанговым конвейером 4 лоток перемещается к штабелеру 11, который блоками по 5 лотков формирует штабель на тележке 17. В эту позицию тележка подается конвейером 16 после освобождения в дештабелере лотков 2. Сформированный штабель 1 выводится из штабелера 11.

Для расширения ассортимента между отливочными головками 10 установлен укладчик орехов или ягод 9. Регулировка режимов работы отливочной машины осуществляется механизмами станции управления 12.

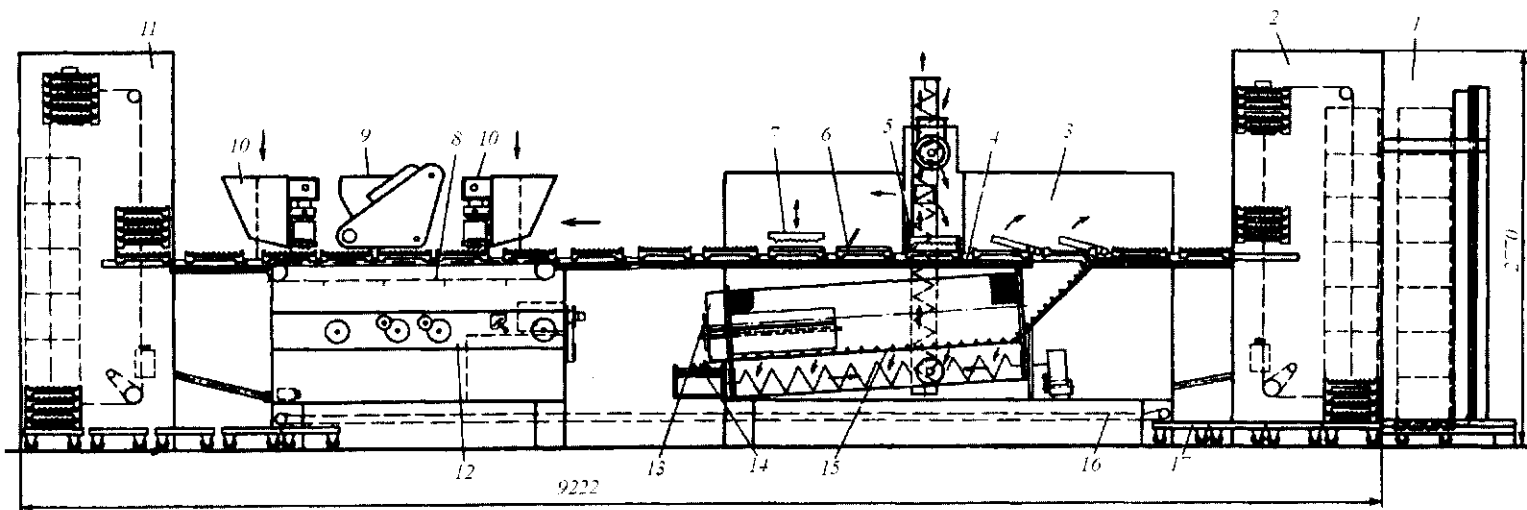


Рис. 15.10 Отливочный агрегат НИД типа М301S

Дозаторы выполнены из специального антикоррозийного сплава и отличаются по сравнению с изготовленными из бронзы высокой износостойкостью.

Конструкция распределительной поршневой плиты позволяет быстро перенастраивать насосную систему с одного вида изделий на другой в условиях остановки целого ряда, а не только отдельных поршней.

На отливочной машине возможно получать разноцветные изделия при разделении загрузочных воронок, а наличие двух отливочных головок позволяет получать многоцветные изделия.

При отливке ликерных сортов конфет или мягких мармеладных изделий поверхность свежееотлитых изделий посыпается слоем крахмала с целью ускорения кристаллизации и предотвращения прилипания уже готовых изделий. Для этого на машине после отливочных головок установлено специальное припудривающее устройство.

Отливочный агрегат НИД типа М301Р состоит из основных узлов, идентичных конструкции машины М301S (рис. 15.10.). Этот агрегат в большей степени приспособлен к условиям механизированного производства и позволяет осуществлять отливку корпусов из разных конфетных масс: помадных, фруктовых, ликерных, сбивных. Агрегат работает в режиме 8...25 лотков в минуту в зависимости от вида изделий.

При работе агрегата М301Р штабели с лотками после выстойки поступают в дештабелер лотков 1. В устройстве пневматической очистки 2 изделия отделяются от крахмала и поворотным конвейером 3 выводятся из отливочной машины. В устройстве пневматической очистки 2 происходят также операции по засыпке пустых форм крахмалом и штамповке ячеек. Две отливочные головки 4 отливают в ячейки конфетную массу или в два слоя, или для двух видов изделий. В штабелере 5 формируется штабель лотков в стопки по 40 шт. в 2 ряда, который затем поступает на участок выстойки изделий. В системе очистки воздуха и подсушки крахмала 6 собирается крахмал и подается в отливочную машину.

Существенной особенностью машины является устройство пневматической очистки изделий от крахмала (рис. 15.11). После выстойки лотки 1 с корпусами конфет вручную переносятся на дештабелер отливочной машины, после чего передаются на опрокидыватель 2, который имеет конструкцию двойного кармана. Стенки опрокидывателя после помещения в него лотка 1 с крахмалом и изделиями плотно к нему прилегают. Благодаря этому при повороте содержимое лотка не сдвигается со своего места. Опрокидыватель 2 переворачивается вместе с лотком на 180°. При этом содержимое лотка перекаладывается на гладкую крышку, ставшую теперь основанием. Затем лоток 1 вместе с содержимым поступает на сетчатый конвейер 6 без нарушения ориентации рядов изделий. Лоток 1 с помощью поворотного захвата 3 занимает позицию перед засыпкой крахмала, а крахмальный блок с изделиями остается на сетчатом конвейере 6. На блок накладывается слабо натянутая сетка 7. Очистка изделий от крахмала осуществляется с помощью четырех пар вращающихся сопловых патрубков 10, расположенных над и под сетчатым конвейером 6. В патрубки 10 поступает сжатый воздух давлением 0,5 МПа. Очищенные от крахмала изделия поворотным конвейером 11 подаются на следующие участки, например на полотно глазировочной машины. Пустые лотки поступают под узел засыпки их крахмалом 4, под штамп 5 и в позиции для проведения других операций. Шнеками 8 крахмал возвращается к узлу засыпки лотков, а воздух через аспирационный канал 9 поступает в систему аспирации.

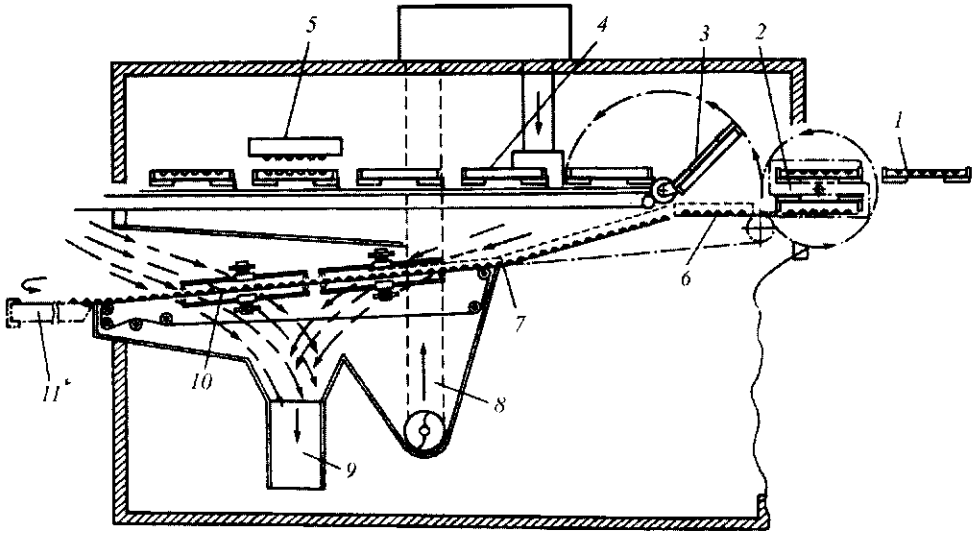


Рис. 15.11 Отливочный агрегат НИД типа М301Р

Таблица 15.2 Технические характеристики конфетоотливочных агрегатов

Показатели	НИД М301S	НИД М301Р
	двухголовочный	одно- или двухголовочный
Производительность, кг/ч	1000...1250	1000...1250
форм/мин	15...30	8...25
Размеры форм, мм	400×820×53	400×820×53
Габаритные размеры, мм	14500×4300×2960	12500×2500×2934

Инженерные расчеты. Теоретическая производительность отливочной машины Π (кг/ч) определяется из выражения

$$\Pi = 3600J_1 / (T\chi),$$

где J_1 – количество ячеек на стороне, являющейся длиной формы, если рамка движется в направлении оси машины; T – период заполнения одного ряда форм массой, с; χ – число изделий в 1 кг.

Период T можно вычислить $T = 2\pi / \omega$, а также представить $1/\chi = G_0$, где ω – угловая скорость главного вала, рад/с; G_0 – масса одного изделия, кг.

Поэтому формуле производительности можно придать вид

$$\Pi = 3600\omega J_1 G_0 / (2\pi).$$

Иногда производительность отливочной машины удобно определять по количеству выпущенных рамок (шт/ч). В этом случае

$$\Pi = 3600 / T_p,$$

где T_p – интервал времени, в течение которого из машины выходит одна рамка, с.

Таким образом,

$$\Pi = 3600J_1 J_2 G_0 / T_p,$$

где J_1 и J_2 – количество форм в рамке по длинной и короткой сторонам; G_0 – масса одного изделия, кг.

Производительность отливочных агрегатов зависит от продолжительности периодов работы механизмов отливочной машины, которые можно разделить на три вида:

– период T , по истечении которого механизмы машины возвращаются в первоначальное положение;

– период T_p , т. е. интервал времени, в течение которого из машины выходит одна рамка. T_p может быть больше или равняться T . Для машин, одновременно заполняющих все формы в одной рамке, $T_p = T$.

– период T_m – это время, в течение которого рамка с формами находится внутри агрегата.

Эти периоды являются исходными данными для кинетического расчета всех узлов отливочной машины. Период T определяется временем, необходимым для дозирования одной порции продукта. Эта дозировка производится перемещением поршня в мерном цилиндре. Средняя скорость его движения зависит от вязкости формируемой массы. На существующих агрегатах для шоколада она не превышает 0,5 м/мин. Такая малая скорость берется из-за очень большой вязкости продукта.

Время T (с), в течение которого дозируется одна порция массы, соответствует двум ходам поршня:

$$T = 2s/v_c,$$

где s – ход поршня, м; v_c – средняя скорость движения поршня, м/с.

Поршень в поперечном сечении имеет форму квадрата со стороной a или круга диаметром a . Отношение стороны a к ходу поршня s обозначим через q . В существующих агрегатах обычно $q = 3 \dots 4$. Порция массы (кг)

$$G_0 = a^2 s \rho \eta_0,$$

где ρ – плотность массы, кг/м³; η_0 – коэффициент заполнения ($\eta_0 = 0,75 \dots 0,8$).

Выражая a через s в формуле и решая ее относительно s , получим (м)

$$s = \sqrt[3]{G / (q^2 \rho \eta_0)}.$$

После подстановки s получим

$$T = (2 / v_c) \sqrt[3]{G / (q^2 \rho \eta_0)}.$$

Если поперечное сечение поршня представляет собой круг, то в место q^2 подставляют $0,25\pi q^2$.

Период

$$T_p = J_2 T,$$

где J_2 – количество рядов, одновременно заполняемых форм.

Отливочные агрегаты выдают первую продукцию после пуска через время T_m . Это время длится около 1 ч. Поэтому фактическое время выдачи продукции составляет время работы τ_p минус T_m .

Средняя производительность равна

$$P'_c = \Pi(\tau_p - T_m) / \tau_p = \Pi(1 - T_m / \tau_p),$$

где Π – производительность отливочной машины при установившемся режиме; соответствует производительности каждой машины, входящей в агрегат, кг/ч.

Перед подачей в отливочную машину формы нагревают. Зависимость продолжительности нагрева рамки с формами массой G_ϕ (кг) и удельной теплоемкостью c от температуры $t_{\phi,н}$ до $t_{\phi,к}$ в воздухе температурой t_0 :

$$\tau_n = \frac{G_\phi^c}{kF_\phi} \ln \frac{t_0 - t_{\phi,н}}{t_0 - t_{\phi,к}},$$

где k – коэффициент теплопередачи от воздуха к форме, Вт/(м²К); F_ϕ – полезная площадь поверхности рамки, м².

При равномерном движении рамки с формами со скоростью v_p длина шкафа для подогрева

$$L = v_p \tau_n.$$

В случае лучистого нагрева τ_n определяется экспериментально из-за сложности расчета нестационарного процесса.



...Наука любит трудоспособных, ибо труд – это талант, талант, помноженный на трудолюбие, – это уже гений.

ШИЛО НИКОЛАЙ АЛЕКСЕЕВИЧ (р. 1913),
геолог, академик РАН

15.4 ШТАМПУЮЩИЕ МАШИНЫ

Штампующая машина для макаронных изделий конструкции фирмы «Брайбанти». Машина (рис. 15.12) включает рольганг 1, калибрующее устройство 2, подающий барабан 5, штампующий механизм 7, механизм резки 8, конвейер обрезков 9 с направляющим лотком 10, пневмотранспортер 14 с измельчителем 11, установленные на станине 12.

Калибрующее устройство 2 предназначено для раскатки тестовой ленты до необходимой толщины. Оно состоит из двух валиков 3 и механизма регулировки зазора между ними в пределах 0,5...2,0 мм. Устройство имеет передний и задний столы 4, скребки для очистки валиков от налипшего теста.

Подающий барабан 5 установлен за калибрующими роликами по ходу калиброванной тестовой ленты и служит для подачи ее в штампующий механизм. Для исключения непроизвольного провертывания барабана установлен тормоз 6.

Штампующий механизм 7 предназначен для перемещения пуансонодержателя с вырубными пуансоном штампами. Они служат для вырубki заготовки из тестовой ленты и формования изделий и состоят из матрицы, закрепленной на плите, верхних и нижних вертикальных пуансонов, вырубных пуансонов и направляющей тестовой ленты.

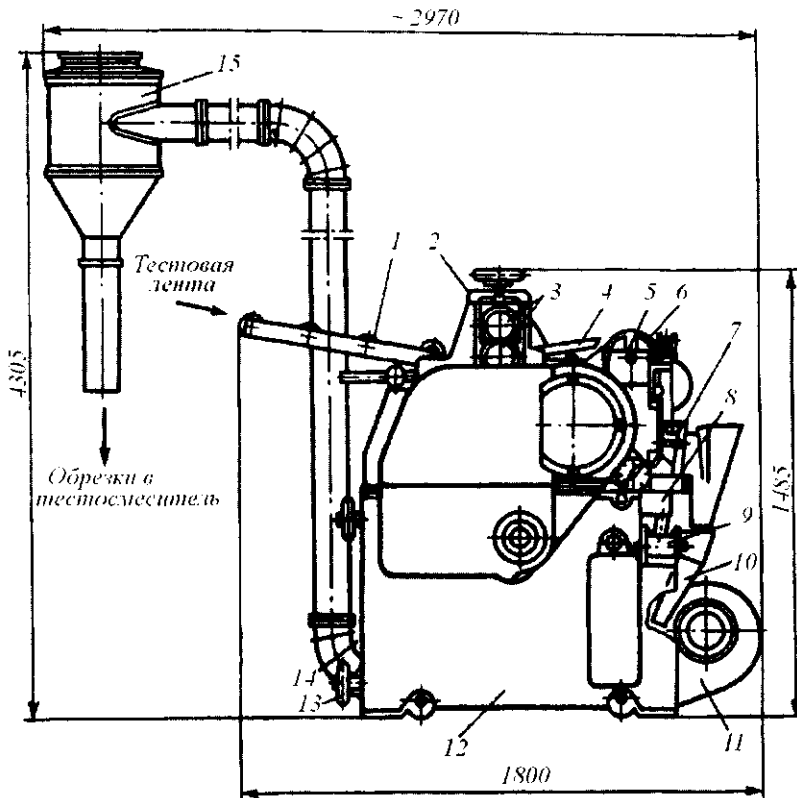


Рис. 15.12 Штампующая машина для макаронных изделий

Механизм резки 8 предназначен для резки отходов тестовой ленты. Для передачи нарезанных отходов тестовой ленты к измельчителю 11 служит конвейер обрезков 9. Для транспортирования измельченных нарезанных отходов тестовой ленты установлен пневмотранспортер 14.

Благодаря тому, что станина 12 оборудования катками, штамп-машина для работы подкатывается и устанавливается в линию с макаронным прессом, при этом рукояткой 13 катки поднимаются и штамп-машина своей опорной поверхностью устанавливается на полу цеха.

При работе машины тестовая лента шириной 585...600 мм поступает из матрицы макаронного пресса на рольганг 1 и далее в зазор между калибрующими валками 3, где раскатывается до толщины 0,9...1,1 мм. Раскатанная лента поступает на подающий барабан 5 и направляется в штампующий механизм 7. В штампующем механизме имеется неподвижная плоская матрица, через отверстия которой проходят пуансоны, их форма соответствует пространственной фигуре изделия. Шаг подачи тестовой заготовки под штамп обеспечивается подающим барабаном 5.

Штампование пуансонами через отверстия матрицы сводится к прорезанию пласта теста режущей кромкой. В отличие от обычной резки оно сопровождается вытягиванием и обжатием плоской пластинки теста в выпуклую пространственную форму. Отштампованные изделия поступают в лоток 10.

Остатки тестовой ленты в зависимости от формы штампуемых изделий составляют от 30 до 50 % общей площади поступающей на штамповку ленты. Отходы тес-

товой ленты измельчаются механизмом резки 11 и пневмоконвейером 14 подаются через циклон 15 в тестосмеситель.

Техническая характеристика штампующей машины для макаронных изделий

Производительность, кг/ч.....	до 400
Скорость движения тестовой ленты, м/с.....	до 0,2
Габаритные размеры, мм.....	2970×1240×4305

Ротационная формующая машина ШР-1М предназначена для формования сахарного печенья. Основные части машины (рис. 15.13): станина 14; рифленый валок 4; формующий ротор 6; прижимной нож 5; два барабана: приводной 8 и прижимной 7; бункер 13; конвейер с поддерживающими 11 и выравнивающими роликами; привод 1, включающий в себя электродвигатель, индукционную муфту, тахогенератор; приборы контроля и управления.

Станина состоит из двух литых боковин, установленных на плите и соединенных дополнительно стяжками. Кроме того, к боковинам крепятся кронштейны, образующие консольный столик 10, которым машина примыкает к сетке печи.

Главные рабочие органы машины рифленый валок, формующий ротор и конвейер. Машина комплектуется четырьмя сменными формующими роторами: один для печенья квадратной формы, другой для печенья прямоугольной формы и два для печенья круглой формы.

Перемещая рифленый валок 4 при помощи рукоятки 3, регулируют зазор между валком и ротором в пределах 0...30 мм. Над рифленным валком и ротором находится приемный бункер теста, который имеет специальное устройство с конечным выключателем для автоматического включения и выключения питателя подачи теста.

Между рифленным валком и ротором размещается нож 5, который закрывает щель между ними, образуя камеру нагнетания теста в ячейки ротора, и счищает лишнее тесто с поверхности формующего ротора 6. Положение прижимного барабана 7 регулируется при помощи рукоятки 9, а натяжение полотна конвейерной ленты – рычагом 12. При регулировании положения валка и размера щели возникает необходимость изменять положение ножа 5. Это осуществляется рукояткой 2 механизма регулирования ножа. Привод обеспечивает синхронизацию и регулирование числа оборотов валка ротора и приводного барабана, а также бесступенчатое регулирование числа оборотов валка, ротора и приводного барабана конвейера. При ра-

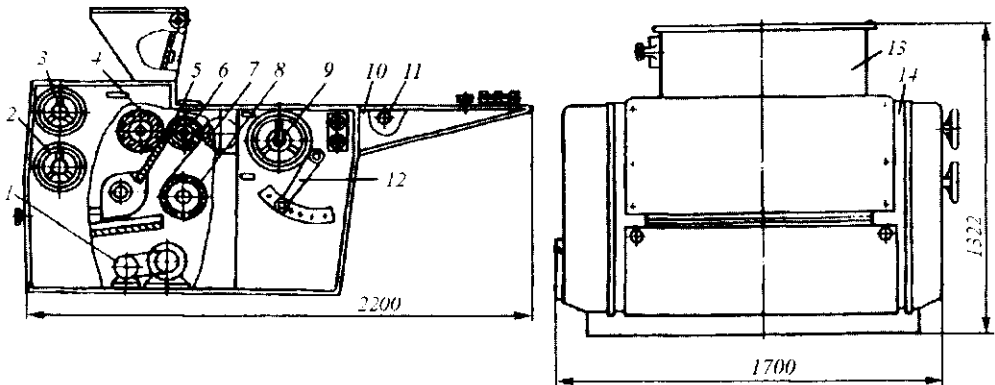


Рис. 15.13 Ротационная формующая машина ШР-1М

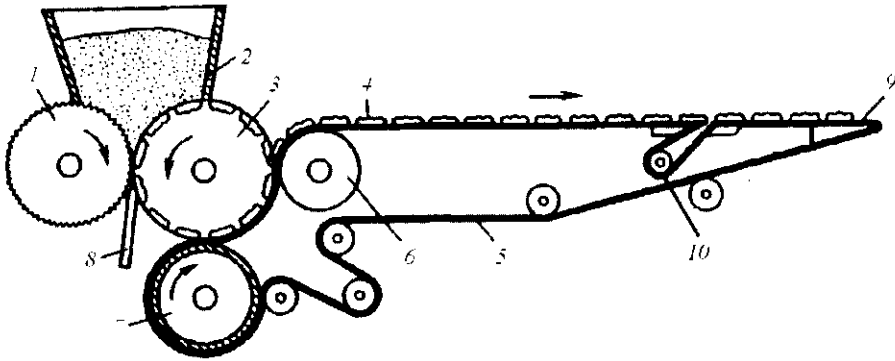


Рис. 15.14 Принципиальная схема ротационной формующей машины ШР-1М

боте формующей машины (см. рис. 15.14) тесто равномерно выходит из бункера 2 и попадает на поверхность рифленого валка 1 и формующего ротора 3. Они захватывают тесто и запрессовывают его в ячейки формующего ротора, выполненные по форме заготовки печенья. Неподвижный нож 8 создает подпор тесту в зазоре и очищает поверхность ротора так, что тесто остается только в ячейках.

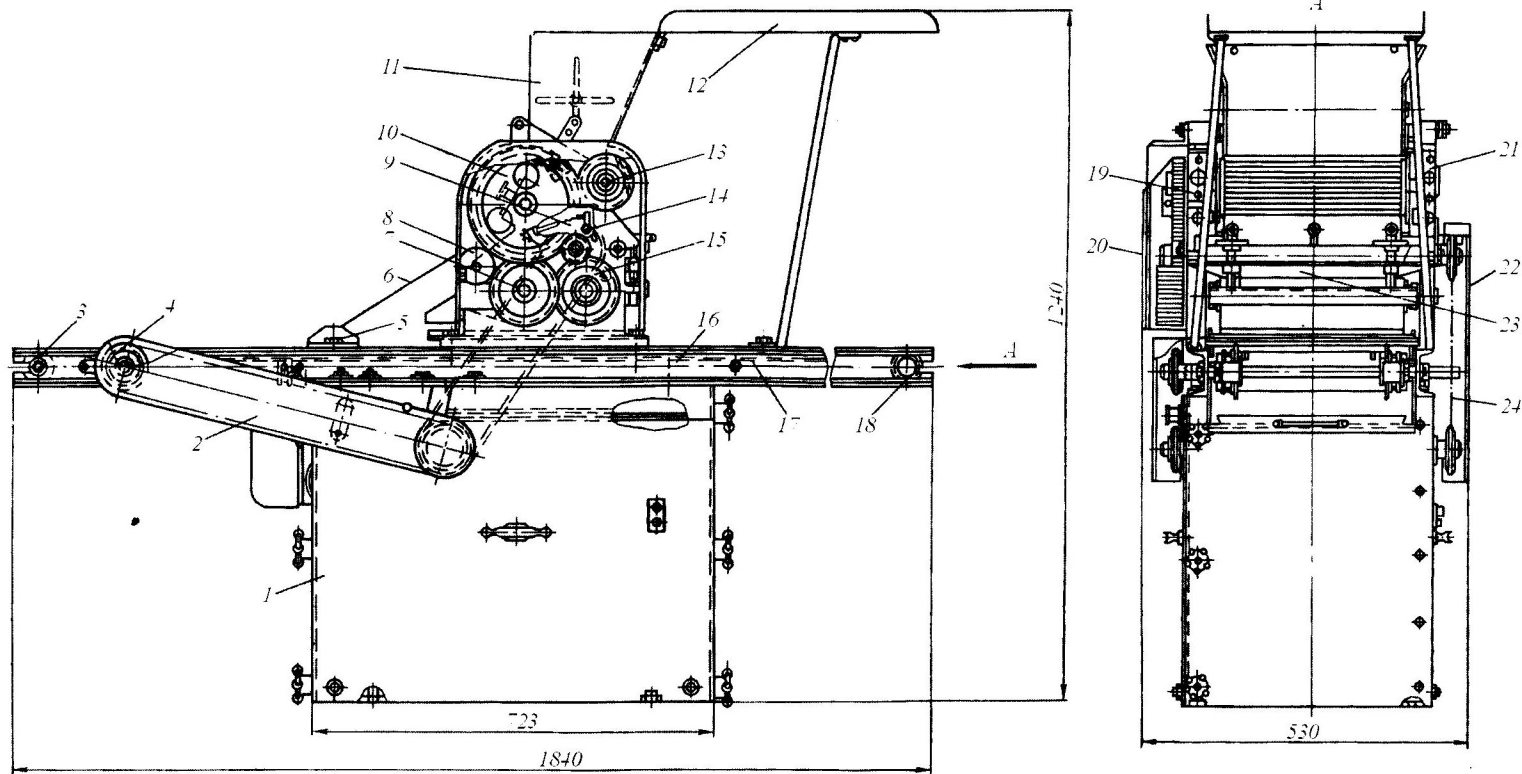
Отформованные тестовые заготовки 4 извлекаются из ротора полотном ленты конвейера 5, т. к. усилие адгезии заготовок с полотном больше, чем усилие прилипания к материалу ячеек ротора, кроме того, скорость движения ленты подбирается несколько больше окружной скорости ротора.

Лента конвейера 5 приводится в движение барабаном 7, огибает обтянутый резиной барабан 6, направляющий нож 9 и направляющие ролики. Барабанами лента прижимается к поверхности формующего ротора 3. Отходя от него, лента уносит отформованные заготовки печенья. Чтобы заготовки отлипли от ленты конвейера, он образует щель, огибая направляющий ролик 10. С направляющего ножа 9 заготовки переходят на сетчатый конвейер печи. При этом скорость ленты должна быть синхронизирована со скоростью конвейера печи.

Техническая характеристика машины ШР-1М приведена в табл. 15.3.

Ротационная машина РМП-3М предназначена для формирования сахарного печенья, используется преимущественно в кондитерских цехах малой мощности. Ротационная машина (рис. 15.15, а) состоит из: бункера 11, питающего барабана 13 и формующего ротора 10, очищающего ножа 14, ленты 6 с прижимным роликом 7 и станины 1 с приводом. На станине смонтирован цепной конвейер для подачи противней 16. В сборе с загрузочным лотком 12 бункер предназначен для загрузки ротационной машины тестом. Питающий барабан служит для заполнения тестом гнезд формующего барабана. На наружной поверхности последнего расположены гнезда, имеющие вкладыши с рисунком. К формующему ротору по касательной к его окружности для срезания излишков теста прижато лезвие очищающего ножа. Прижим ножа осуществляется натяжным устройством 9.

В нижней части формующего ротора расположена бесконечная лента 6, которая служит для снятия отформованных заготовок теста и подачи их на противни. Натяжение ленты осуществляется перемещением натяжной планки 5 в продольных пазах станины. Лента огибает прижимной ролик 7, ножеобразную натяжную планку 5 и дополнительный ролик 8, который служит для увеличения угла обхвата и площади соприкосновения ленты с формующим ротором.



a)

Рис. 15.15 Ротационная машина РМП-3М
 а – общий вид; б – кинематическая схема

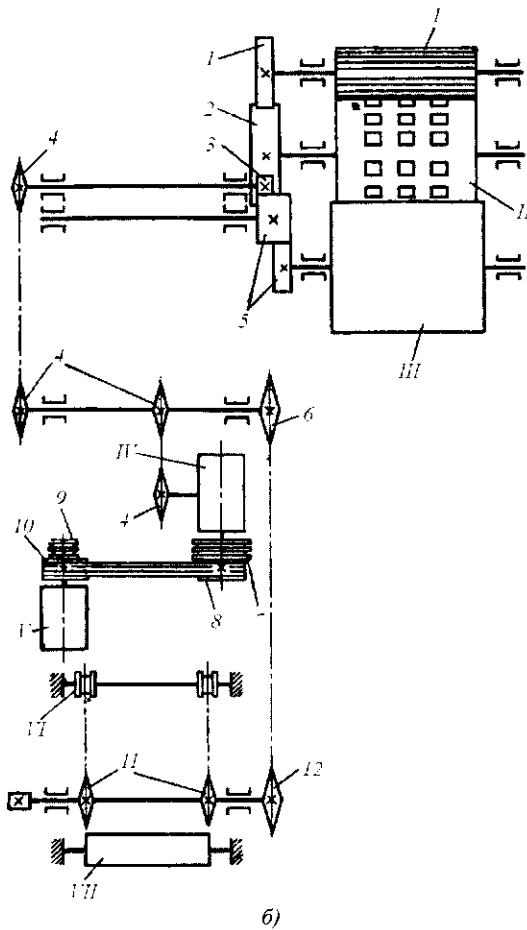


Рис. 15.15 (Продолжение)

Лента соприкасается с формирующим ротором с помощью прижимного ролика 7 в тот момент, когда на прижимное устройство 15 воздействуют винты упорной планки 23. В верхней части станины установлены левая 19 и правая 21 боковины. Формирующий ротор может иметь частоту вращения, равную 5 и 10 мин⁻¹.

Для работы машины большое значение имеет согласованное движение ленты 6, подающей отформованное тесто, и цепного конвейера. Он должен перемещать противни 16 так, чтобы отформованное тесто ложилось точно на них. Цепной конвейер состоит из приводного механизма 4, натяжного вала 18 и втулочно-роликовой цепи со специальными звеньями, между которыми устанавливаются противни. Противни продвигаются цепью вдоль станины и далее проходят через ролик 3. Чтобы цепь не провисала, когда на нее укладываются противни, установлены направляющие 17.

Все цепные передачи и цилиндрические шестерни закрыты ограждениями 20, 22, 2. Цепь 24 служит для прокручивания машины на холостом ходу.

Техническая характеристика машины РМП-3М приведена в табл. 15.3.

Таблица 15.3 Техническая характеристика ротационных формирующих машин для печенье

Показатели	ШРМ-1М	РМП-3М
Производительность, кг/ч	800...1100	100...180
Частота вращения формиющего ротора, мин ⁻¹	10...18	5; 10
Диаметр формиющего ротора, мм	198	202
Длина формиющего ротора, мм	800	280
Установленная мощность, кВт	6,6	1,1
Габаритные размеры, мм	2200×1700×1322	1840×530×1240
Масса, кг	2020	280

Карамелештампующая машина Ш-3 предназначена для формования карамели различных форм и размеров. В состав машины (рис. 15.16.) входят станина 1, система звездочек и роликов, устройство для перемещения пуансонов штампующих цепей, механизмы регулирования и привода. На звездочки и ролики устанавливают штам-

пующие и боковые цепи. Верхнюю штампующую цепь 18 монтируют на ведущую звездочку 5, натяжной ролик 6 и направляющий ролик 16. Для монтажа нижней режущей цепи 19 предусмотрены ведущая звездочка 2 и поддерживающий ролик 14, а для боковых цепей – ведущие звездочки 4 и 8 и поддерживающие ролики. На кронштейнах закреплен приводной барабан 20 узкого охлаждающего конвейера. Направляющая втулка 15 предназначена для подачи карамельного жгута в машину.

Ведущие звездочки 2, 4, 5 и 8 и барабан приводятся в движение от электродвигателя 11 через коробку скоростей 10, цепную передачу 9 и систему зубчатых колес. Коробка скоростей обеспечивает четырехступенчатое переключение угловых скоростей звездочек и барабана. Подвижные детали машины размещены внутри станины или закрыты ограждениями, в том числе верхней крышкой, при открывании которой электродвигатель автоматически отключается.

Основные рабочие органы машины – сменные штампующие 2 и режущие цепи 3 (рис. 15.16, б). Первые служат для формования карамели, а вторые – для разделения карамельного жгута на отдельные изделия. При монтаже штампующих цепей на машину их натяжение достигается путем перемещения стоек, на которых закреплены направляющие ролики 14 и 16 при помощи маховичка 13. Более плавное натяжение верхней цепи производят храповым устройством 7.

Для приведения в движение пуансонов 5 (рис. 15.16, б) верхней штампующей цепи 2 путем нажатия на торцы пуансонов в машине предусмотрены боковые цепи (не показаны). Боковые цепи натягивают перемещением передней стойки, на которой закреплены направляющие ролики боковых цепей звездочек 4 и 8. Зазор между верхней и нижней цепями регулируют вращением зубчатой пары 3, соединенной эксцентриками, прижимающими натяжные ползки 17 и 21. Сближение пуансонов регулируют вращением гайки 12.

Верхняя штампующая цепь 2 собрана из П-образных звеньев, соединенных осями. На звеньях смонтированы пуансоны 5, которые могут перемещаться вдоль продольной оси при помощи боковых цепей и пружин. Собранная цепь легко проворачивается в шарнирных соединениях и имеет по всей длине одинаковый шаг.

Нижняя цепь 3 выполнена из мостиков с режущим ножом 4, соединенных осями. Боковые цепи имеют аналогичную конструкцию, только их мостики сделаны гладкими без режущих ножей. После сборки цепи легко проворачиваются в шарнирных соединениях и имеют по всей длине одинаковый шаг, равный шагу верхней штампующей цепи.

Цепная штампующая машина работает следующим образом (рис. 15.16, б). Калиброванный карамельный жгут 1 непрерывно поступает из жгутовытягивающей машины в зазор между верхней 2 и нижней 3 цепями. При сближении их режущие ножи 4 верхней и нижней цепей делят жгут на заготовки, затем их начинают сжимать сближающиеся пуансоны 5 верхней цепи. Внутренние поверхности площадок цепей и рифленые фигурные поверхности пуансонов сжимают заготовку со всех сторон, и она приобретает форму и рисунок карамели. После этого цепи и пуансоны разводятся, и готовые изделия направляются на охлаждающий конвейер.

В последнее время выпускают модернизированный вариант цепной штампующей машины для карамели марки Ж7-ШМК. Техническая характеристика карамелештампующих машин Ш-3 и Ж7-ШМК приведена в табл. 15.4.

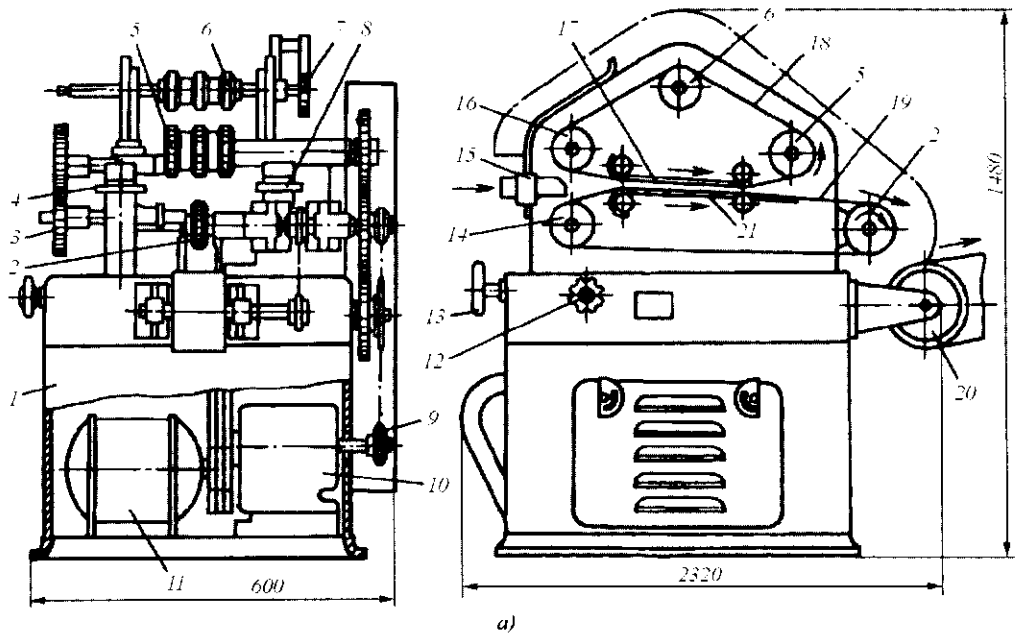


Рис. 15.16 Карамелештампуемая машина Ш-3:
а - общий вид; б - принципиальная схема штампования карамели

Ротационная штампуемая машина А2-ШФК предназначена для формования леденцовой карамели. Машина (рис. 15.17, а) состоит из станины 12, внутри которой расположен привод, корпуса 3 с ротором внутри, крышки 8, откидываемой рукояткой 9 и закрепляемой рукоятками 13. Корпус имеет рычаги 7, на которых укреплены направляющие. Положение рычагов фиксируется рукояткой 6. На крышке

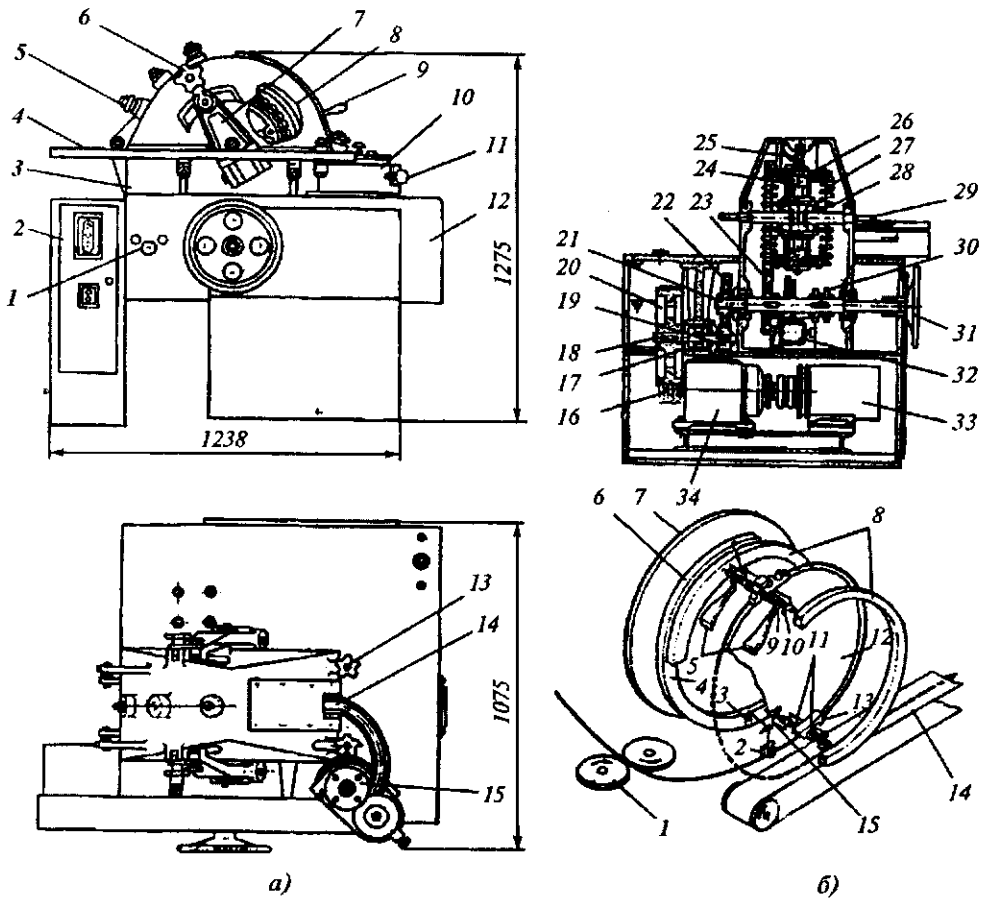


Рис. 15.17 Ротационная штампуемая машина А2-ШФК:
а - общий вид; б - схема

корпуса винтами 5 регулируется положение направляющей для шарнирных ножей. На станине находится стол 4, пульт управления 2, рукоятка 1 насоса, смазывающего ротор подсолнечным маслом, привод 10 подающих роликов, подающие ролики 15 с регулирующей рукояткой 11 и направляющий лоток 14.

Привод машины состоит из электродвигателя 33, вариатора 34, на выходном валу которого имеется шкив 16. От этого шкива ремнем вращения передается шкиву 20 промежуточного вала 18, закрепленного в кронштейне 17. Шестерня 19 вращает зубчатое колесо 22 главного вала 21. От этого вала через зубчатое колесо 23 вращение передается ротору 24, на котором расположены откидные ножи и пуансоны с хвостовиками 28, а через звездочку 30 приводится в движение и барабан 32 отборочного транспортера. Этим обеспечивается постоянное равенство линейных скоростей ножей ротора и отборочного транспортера. Это очень важно, т. к. благодаря этому устраняется деформация еще пластичной цепочки карамели.

На главном валу находится маховик 31 для проворачивания машины вручную. Для прижатия шарнирных ножей к неподвижным служит направляющая 25. Сближение пуансонов производится направляющими, которые дают на хвостовики 28. Отходят пуансоны в стороны в результате разжатия пружин 26. На хвостовиках пу-

ансона, кроме того, имеются штифты 27. Они в определенный момент проходят по направляющим и раздвигают пуансоны в случае поломки пружины.

Ротор свободно сидит на оси 29. Ось лежит в гнездах корпуса и закрепляется крышкой. Ротор представляет собой диск с неподвижными ножами наподобие острых зубцов и шарнирно закрепленными сбоку ножами такой же конфигурации, описанными в предыдущей ротационной режущей машине. По обе стороны от ножей и в промежутках между ними расположены пуансоны (один против другого). Таким образом, при смыкании шарнирных ножей с теми, которые расположены на роторе, образуются замкнутые камеры, в них перемещаются пуансоны и наносят рисунок на поверхность карамелек.

Машина снабжена тремя сменными роторами, один из которых не имеет пуансонов. При установке этого ротора машина работает как ротационная режущая.

Принцип работы машины поясняет рис. 15.17, б. Карамельный жгут роликами 1 направляется к ротору 12, приводимому во вращение зубчатым колесом 7. На наружной поверхности ротора имеется венец 13, состоящий из неподвижных ножей, а сбоку расположены откидные ножи в количестве, равном числу неподвижных ножей. Каждый откидной нож 2 поворачивается на оси 15, жестко связанной с ротором. На другом конце откидного ножа имеется ролик 3, который при качении по копиру 6 плавно приближает откидной нож к неподвижному. Когда откидной нож 2 сомкнется с неподвижным, копиры 8 сводят пуансоны 11 и оставляют их сближенными и прижатыми к изделию на угле $\pi/3$ рад поворота ротора. Затем копиры 8 кончаются и пружины 9 разводят пуансоны. В случае поломки пружины пуансоны разводятся копирами 5, по которым скользят штифты (ролики) 10. После этого ножи 2 отводятся от неподвижных ножей копиром 4. Цепочка карамели падает на ленту 14 отборочного транспортера. Для смягчения ударов во время формования карамели копиры имеют пружинные амортизаторы. Исходя из свойств карамельного жгута с начинкой, регулируют откидные ножи так, чтобы жгут разрезался постепенно с допустимой скоростью. В случае превышения допустимой скорости резания происходит разрыв карамельной оболочки и вытекания начинки. Техническая характеристика штампующей машины А2-ШФК приведена в табл. 15.4.

Таблица 15.4 Техническая характеристика штампующих машин для карамели

Показатель	Ш-3	Ж7-ШМК	А2-ШФК
Производительность, кг/ч	500...845	540...1080	600
Шаг штампующих цепей, мм	20, 30, 38	20, 30, 38	18, 30, 36
Линейная скорость цепей, м/мин	45...70	40...80	до 58
Установленная мощность, кВт	1,7	2,2	1,5
Габаритные размеры, мм	1200×900×1200	1230×900×1250	1236×1075×1275
Масса, кг	825	720	680

Инженерные расчеты. Производительность штампующей машины P (кг/ч) подсчитывается по формуле:

$$P = 3600v\eta / (l\chi),$$

где v – линейная скорость кромки ножей на вращающемся барабане или цепи, м/с;
 η – коэффициент использования машины; l – расстояние (шаг) между осями сопряженных штампов, м; χ – число изделий в 1 кг.

Для штампующих машин мощность, потребная для штампования, как правило, дополняется мощностью для резания. В ротационной штампующей машине штампы находятся на одинаковом расстоянии от оси ротора (рис. 15.17), поэтому потребная мощность (кВт)

$$N = 10^{-3} (2P_{ш} f R_1 \omega J_1 + 2r \omega f_{ш} f \sum_{j=1}^{j=J} P_{ш}) \eta^{-1},$$

где $P_{ш}$ – усилие штампования, Н; $f, f_{ш}$ – коэффициенты трения оси штампа о неподвижные направляющие и вала ротора в подшипнике; R_1 – расстояние между осями штампа и вала ротора; ω – угловая скорость ротора, рад/с; J_1 – количество штампов, участвующих одновременно в штамповании; r – радиус вала ротора, м; η – общий коэффициент полезного действия приводного механизма.

Производительность Π (кг/ч) ротационных штампующих машин

$$\Pi = 3600 J \omega / (\varepsilon 2\pi),$$

где J – количество формочек на роторе; ω – угловая скорость ротора, рад/с; ε – количество заготовок в 1 кг.



Ум человеческий имеет три ключа, все открывающих: знание, мысль, воображение – все в этом.
ГЮГО ВИКТОР МАРИ (1802-1885),
французский писатель, поэт, публицист

15.5 МАШИНЫ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ПЛАСТИЧНЫХ МАСС ВЫПРЕСОВЫВАНИЕМ

Шнековый макаронный пресс ЛПЛ-2М предназначен для приготовления макаронного теста и формования из него сырых макаронных изделий при помощи нагнетательного шнека. Пресс состоит из дозирочного устройства 3 (рис. 15.18, а), тестосмесителя 4, узла привода 1, прессующего корпуса 2, прессующей головки 5, обдувочного устройства 6 и системы трубопроводов, механизма резки 8, установленных на станине 7. С прессом комплектуется вакуумная система и набор круглых матриц.

Устройство составных частей пресса показано на рис. 15.18, б. Дозаторы 9 воды или обогатительной смеси и муки крепятся на корпусе тестосмесителя. Дозаторы приводятся в движение от общего электродвигателя через клиноременную передачу и редуктор 11 специальной конструкции, обеспечивающий прерывистое движение шнекового дозатора муки при непрерывном вращении черпакового барабана дозатора воды. Редуктор имеет два выходных вала 10 и 12. Вал 10 приводит в движение барабан дозатора 9 воды, а вал 12 – шнек дозатора 13 муки. Количество дозируемой муки регулируется изменением угла поворота шнека, а воды – изменением уровня ее в бачке.

Тестосмеситель 15 представляет собой корытообразный сосуд, выполненный из нержавеющей стали. Внутри расположен горизонтальный вал 7, на котором в определенной последовательности укреплены скребок 16 для очистки торцевой стенки корыта от налипающего теста, девять пальцев 14 и семь лопаток 8 для обеспечения необходимого уровня теста в корыте, его переработки и перемещения вдоль вала. Количество теста, поступающего из тестосмесителя на прессование, регулируется с помощью заслонки, движение которой осуществляется винтом с маховичком.

Тестосмеситель закрывается решетчатой крышкой, заблокированной кулачковой муфтой 3 с валом 7. Крышку можно открыть только после выключения электродвигателя привода или разъединения муфты 3 рычагом 5, удерживаемым в определенном положении фиксатором 4, т. е. после остановки вала тестосмесителя. Рычаг 5 связан с крышкой тягой 6. Вращение вала 7 осуществляется от электродвигателя через ременную передачу, приводящую шкив 1, укрепленный на входном валу редуктора 2, один из выходных валов которого через муфту 3 соединен с валом 7 тестосмесителя.

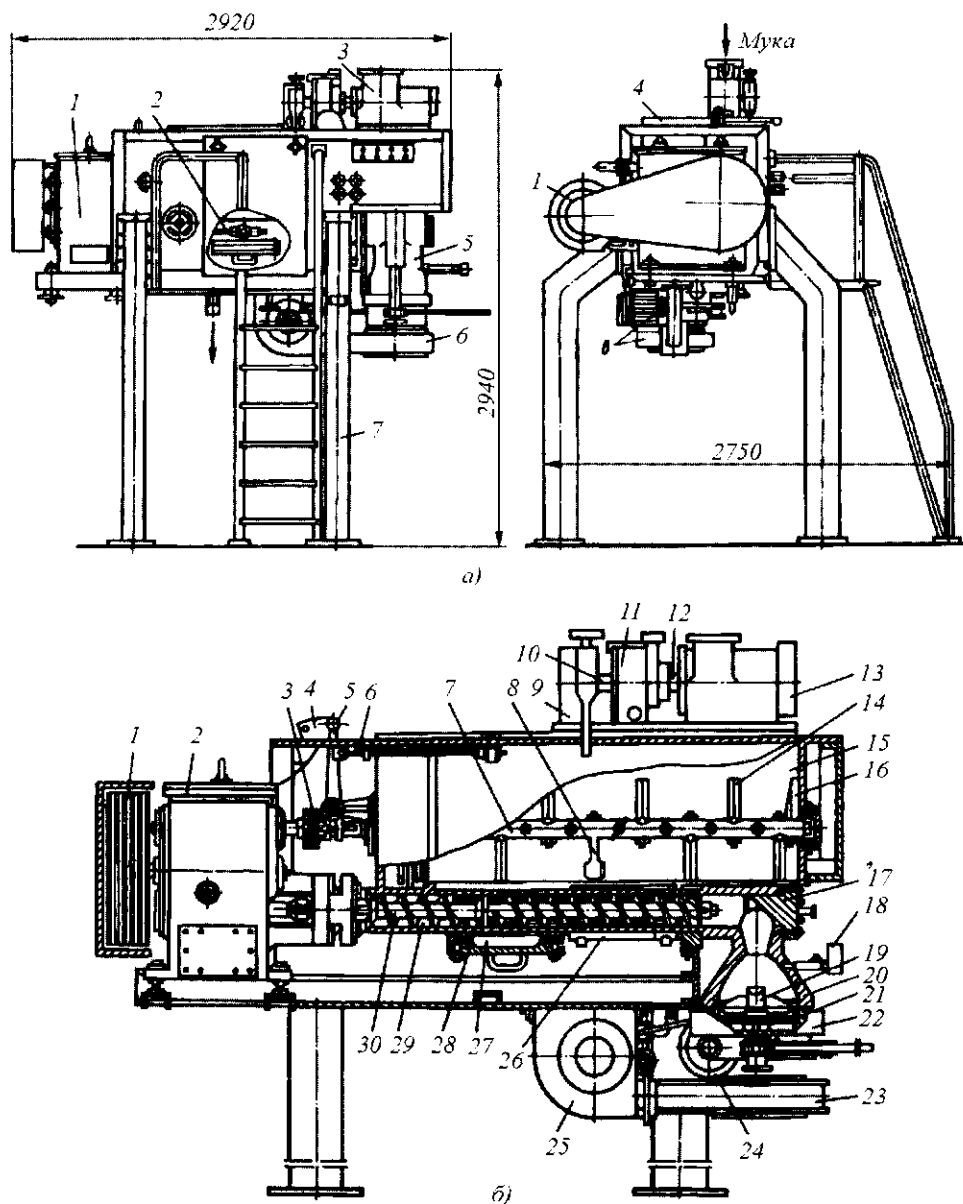


Рис. 15.18 Макаaronный пресс ЛПЛ-2М:
а – общий вид; б – разрез

Макаронный пресс имеет прессующий корпус 29, внутри которого расположен нагнетательный шнек 30. В средней части шнека сделан разрыв винтовой лопасти, где встроена шайба 28, направляющая тесто в перепускной канал 27; из него через вакуумный клапан с помощью вакуумного насоса отсасывается воздух. В конце корпуса установлена водяная рубашка 26, куда перед пуском подается горячая вода, а во время работы – холодная вода, понижающая температуру прессуемого теста. На внутренней поверхности корпуса проточены продольные канавки, уменьшающие проворачивание теста при вращении шнека. Шнек вращается от нижнего вала редуктора 2.

В верхней боковой части предматричной камеры 20 имеется отверстие, закрываемое пробкой 17. Через это отверстие при необходимости можно вынуть шнек, не снимая всей камеры. Камера снабжена также винтовым отверстием, куда ввинчивают штуцер манометра 18 так, чтобы циферблат был виден прессовщику с площадки для обслуживания пресса.

Снизу к предматричной камере при помощи двух домкратов крепится матрицедержатель 22 с матрицей 21. В связи с тем, что матрица должна выдерживать значительное давление прессуемого теста (5,5...6,0 МПа), ее толщину определяют из условия прочности. Для уменьшения толщины матрицы применяют опорные колосники 19.

Макаронный пресс снабжен регулирующим устройством 24, под которым размещен полый цилиндр 23. Его внутренняя поверхность, охватывающая выпрессовываемую прядь изделий, имеет конусообразную форму, в которой проделано множество отверстий диаметром 2...3 мм. Внутренняя и наружная поверхности цилиндра образуют кольцевой канал; в него нагнетается (или отсасывается) центробежным вентилятором 25 воздух, входящий затем через отверстия цилиндра и обдувающий таким образом прядь изделий.

При работе макаронного пресса тесто постукает в прессующий корпус шнека. Далее в перепускном канале из теста удаляются пузырьки воздуха. Это способствует более равномерному продвижению теста и улучшению поверхности готовых изделий.

Спрессованное тесто шнеком направляется в предматричную камеру и нагнетается через отверстия матрицы. Проходя через них, тесто формируется в отдельные жгуты, которые в зависимости от конструкции матрицы могут быть сплошными или трубчатыми.

Отформованные сырые макаронные изделия нарезаются на необходимую длину режущим устройством. При этом они обдуваются воздухом из полого цилиндра, благодаря чему на поверхности их образуется подсушенная корочка. В результате этого фиксируется форма изделий, предотвращается их слипание и прилипание к поверхностям транспортирующих устройств.

Изменяя число резов с помощью режущего механизма, можно получить весь ассортимент короткорезанных макаронных изделий, а различные виды макаронных изделий можно изготовить, применяя сменные матрицы.

Разработаны также высокопроизводительные макаронные прессы серии Б6-ЛПШ производительностью 500, 750 и 1000 кг/ч готовых изделий. В этих прессах установлены трехкамерные тестосмесители и мощные двухскоростные прессующие шнеки.

На предприятиях находятся в эксплуатации также шнековые макаронные прессы различных зарубежных фирм.

Технические характеристики шнековых макаронных прессов приведены в табл. 15.5.

Таблица 15.5 Техническая характеристика шнековых макаронных прессов

Показатели	ЛПЛ-2М	Б6-ЛПШ-100
Производительность по готовым изделиям, кг/ч	375	1000
Максимальное рабочее давление, МПа	7	12
Суммарная установленная мощность, кВт	22,4	57,6
Габаритные размеры, мм	2920×2750×2940	5194×4300×4250
Масса, кг	3960	9252

Формующая машина МФБ-1 предназначена для формования жгутов из пралиновых конфетных масс. Машина состоит (рис. 15.19) из плиты 15, станины 1 с кронштейном 12, электродвигателя 14, червячного редуктора 13, корпуса 4 со шнеком 3 и формующей матрицей 2, головки 7 с парой конических шестерен 8 и загрузочной воронки 5 со спиралью 11.

Внутри головки 7 находятся горизонтальный вал 9 с конической шестерней и приводной звездочкой 10, вертикальный вал 6 с конической шестерней и спиралью. Спираль 11 подает конфетную массу в корпус 4 и непрерывно перемешивает ее в загрузочной воронке 5. Шнек 3 выпрессовывает массу через формующие каналы матрицы 2 в виде пяти бесконечных жгутов, которые после предварительного охлаждения разрезаются на конфеты.

Техническая характеристика машины МФБ-1 приведена в табл. 15.6.

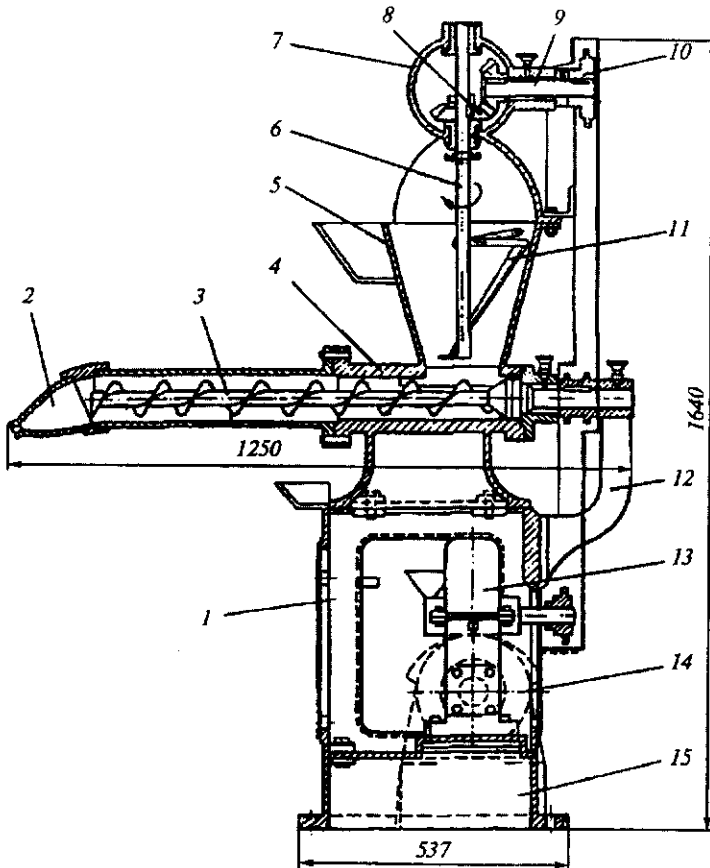


Рис. 15.19 Формующая машина МФБ-1

Формующая машина А2-ШФЖ предназначена для формирования жгутов из пралиновых кондитерских масс. Машина (рис. 15.20) состоит из temperирующей камеры нагнетателя 5, загрузочной воронки 1 с размешивающей лопастью 2 и вертикальным коническим шнеком 4, камеры 2 для перемешивания массы горизонтальным распределительным шнеком 6. Вход в раздаточную камеру 2 сообщается с выходным отверстием загрузочной воронки.

Шнек 6 и раздаточная камера 2 расположены симметрично по отношению к воронке, причем по обе стороны камеры шнек 6 имеет разное направление винтов.

Под раздаточной камерой 2 расположены нагнетающие шнеки 7. Каждый нагнетающий шнек образован из двух секций, расположенных соответственно в зоне загрузки и в зоне нагнетания. Секции нагнетающих шнеков 7, расположенные в зоне нагнетания, имеют взаимозацепляющиеся винтовые витки 8. Секции всех шнеков 7, расположенных в зоне загрузки, имеют ленточные витки 9, толщина которых выполнена в 10...15 раз меньше взаимозацепляющихся винтовых витков 8.

Нагнетающие шнеки 7 смонтированы в сообщающихся горизонтальных каналах, ориентированных поперечно по отношению к камере 5 и расположенных под ней таким образом, что зона загрузки шнеков 7 примыкает к выходу из камеры 5.

В зоне загрузки ленточные витки 9 не имеют непосредственного контакта с витками соседних шнеков, но входят в их впадины. Шаг и наружный диаметр ленточных витков 9 равны шагу и наружному диаметру винтовых витков 8, а внутренний диаметр выполнен увеличивающимся по направлению к зоне нагнетателя. Максимальный внутренний диаметр ленточных витков 9 равен внутреннему диаметру винтовых взаимозацепляющихся витков 8. Секции шнеков, расположенные в зоне загрузки, выполнены объемными. Смежные нагнетающие шнеки 7 имеют противоположное направление винтов.

На выходе из каналов нагнетателя установлена формующая головка 10 со сменной матрицей 11 и вибраторами 12.

Сменная матрица 11 имеет горизонтальный ряд отверстий, ориентированный поперечно к осям нагнетающих шнеков 7. Вибраторы представляют собой 5 сталь-

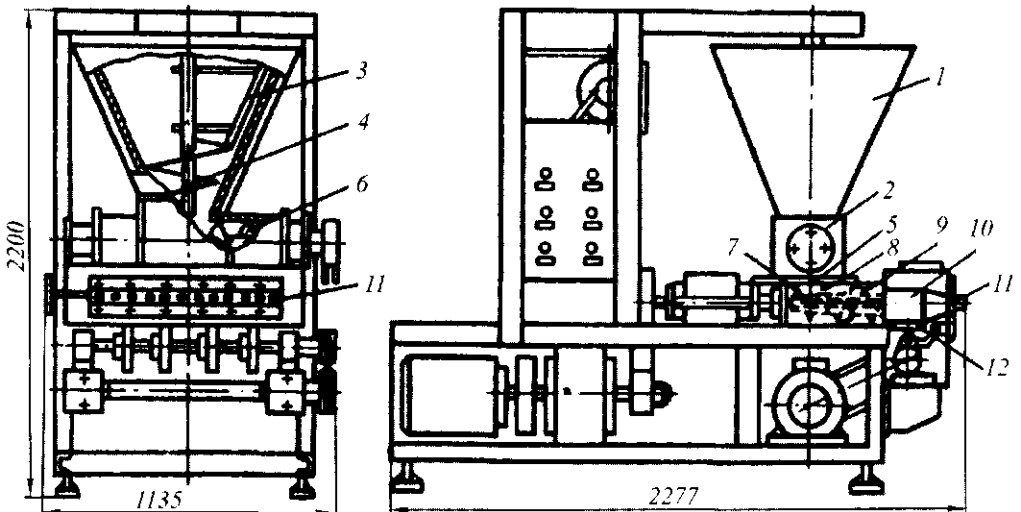


Рис. 15.20 Машина формующая А2-ШФЖ

ных пластин овальной формы, связанных посредством гибких тканевых мембран с корпусом формирующей головки 10.

Формирующая машина А2-ШФЖ работает следующим образом. Конфетная масса поступает из смесителя в загрузочную воронку 1, где перемешивается лопастью 3 и коническим шнеком 4 подается в раздаточную камеру 2. В раздаточной камере масса распределительным шнеком 6 подается через выходное отверстие в зону загрузки нагнетающих шнеков 7. Здесь масса захватывается ленточными витками 9 и подается в полости винтовых витков 8, которые нагнетают ее в формирующую головку 10 и выпрессовывают через отверстия матрицы 11 в виде бесконечных жгутов. Пластины вибратора 12 колеблются и создают в массе переменное давление, которое снижает вязкость массы и, следовательно, сопротивление течению массы по полости формирующей головки 10 и каналам матрицы 11. При этом понижается давление формования, что способствует улучшению качества формируемых жгутов.

Постоянство температуры формования параметров конфетной массы обеспечивается темперирующей жидкостью (водой), подаваемой в рубашки загрузочной воронки, раздаточной камеры, корпуса нагнетательной камеры и формирующей головки.

Техническая характеристика машины А2-ШФЖ приведена в табл. 15.6.

В формирующих машинах со шнековыми нагнетателями скорости выхода жгутов через формирующие каналы неодинаковы. Для выравнивания скоростей увеличивают длину средних формирующих каналов по сравнению с крайними, устанавливают дополнительные сопротивления перед средними каналами или в самих каналах либо устанавливают более высокую температуру стенок крайних формирующих каналов. Добиться полного равенства скоростей во всех каналах весьма трудно.

Формирующая машина ШПФ-18 предназначена для формования жгутов пралиновых конфетных масс. Конструкция этой машины предусматривает применение шнекового питателя конфетной массы и шестеренного нагнетателя (рис. 15.21.). На станине 17 машины установлена присмная воронка 6, снабженная шнековым питателем 8, и шестеренный нагнетатель с двумя зубчатыми валками 12 и 13.

При работе машины конфетная масса загружается в воронку 6 и захватывается шнеком 8. Из цилиндрической камеры 5 масса нагнетается шнеком в камеру 4, где она захватывается зубьями шестеренных валков 12 и 13, вращающихся на валах 11 и 15. Валки нагнетают массу в камеру сменной матрицы 16, закрепленной в рамке 14. Привод шнека 8 осуществляется цепной передачей через звездочку 10. Привод одного из валков осуществляется цепной передачей через звездочку 18. Второй валок получает вращение от первого через зубчатую передачу.

Шнек 8 вынимается из камеры 5, для чего болты 20 откидываются и торцевая крышка 21 камеры снимается. При вытягивании шнека из камеры конец вала 7 выходит из квадратного гнезда 19.

Жгуты, выходящие из каналов матрицы 16, ложатся на транспортную ленту 22, при этом подвергаются обдувке воздухом из диффузора 1. Вследствие этого на поверхности жгутов образуется затвердевшая пленка, предотвращающая прилипание жгутов к ленте транспортера и устраняющая ее загрязнение.

Камера 2 нагнетающих валков имеет водяную рубашку 3 для поддержания необходимой температуры формируемой массы, вода подается в штуцер 9. При длине нагнетательных валков 500 мм матрица имеет 18 отверстий диаметром 21 мм.

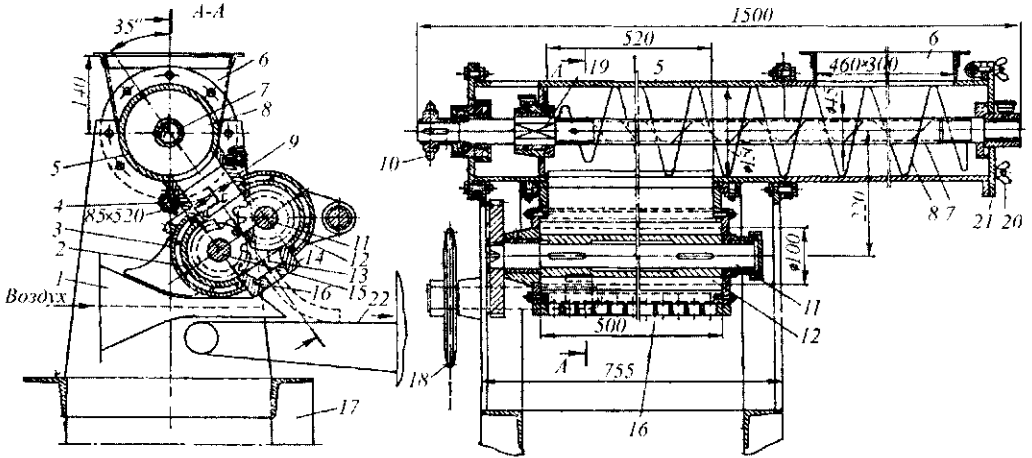


Рис. 15.21 Формующая машина ШПФ-18

На базе описанной машины в составе линии производства пралиновых конфет разработана формующая машина РЗ-ШПФ-22 производительностью до 1000 кг/ч.

Таблица 15.6 Техническая характеристика машин для формирования
конфетных масс выpressовыванием

Показатели	МФБ-1	А2-ШПФ	ШПФ-18
Производительность, кг/ч	325	800	до 900
Число отверстий в матрице	5	23	18
Установленная мощность, кВт	1,7	13	2,8
Габаритные размеры, мм	1250×845×1640	2277×1135×2200	1100×985×1270
Масса, кг	410	2550	—

Инженерные расчеты. Фактическая производительность макаронного прессы по сырым изделиям должна быть равна производительности тестосмесителя.

Производительность нагнетающего шнека P_{Φ} (кг/ч)

$$P_{\Phi} = 0,25m' \rho_m m (R_2^2 - R_1^2) [S_{ш} - (\vartheta_2 + \vartheta_1 / 2 \cos \alpha)] n_{ш} K_n K_n K_c,$$

где m' – число заходов шнека ($m' = 1$ для вермишели, $m' = 3$ для лапши и макарон), ρ_m – плотность спрессованного теста, кг/м³; m – количество прессующих шнеков, шт.; R_2 и R_1 – соответственно наружный и внутренний радиус шнека, м; $S_{ш}$ – шаг витков винтовой линии шнека, м, $S_{ш} = m S_0$, S_0 – расстояние между смежными витками, м; ϑ_2 – ширина винтовой лопасти шнека в нормальном сечении по наружному радиусу, м; ϑ_1 – ширина винтовой лопасти шнека в нормальном сечении по внутреннему радиусу, м; α – угол подъема винтовой лопасти по среднему диаметру шнека, рад; $\operatorname{tg} \alpha = S / 2\pi R_{cp}$; R_{cp} – средний радиус шнека, м; $n_{ш}$ – максимальная частота вращения шнека, мин⁻¹; K_n – коэффициент наполнения полости шнека тестом; K_n – коэффициент прессования теста, учитывает степень уменьшения его объема в шнековом канале при переходе сго из крошкообразного состояния в спрессованное; K_c – коэффициент, характеризующий подачу теста шнеком, т.е. качество прессования ($K_c = 0,9 \dots 0,95$).

Коэффициент прессования теста

$$K_n = \rho_n / \rho_m = \rho_n / \left\{ [12,9 - (176,7 / W_m)] \cdot 10^{-3} p + 1,373 \right\},$$

где ρ_n – плотность теста, кг/м³; ρ_m – плотность спрессованного теста, кг/м³; W_m – начальная влажность теста, %; p – давление прессования, МПа.

Мощность привода прессующего шнека $N_{ш}$ (кВт)

$$N_{ш} = 215 p n_{ш} t g \alpha (R_2^3 - R_1^3),$$

где p – давление прессования, МПа; $n_{ш}$ – частота вращения шнека, мин⁻¹; R_1 и R_2 – внутренний и наружный радиусы шнеков, м.

Для матрицы выполняют технологический расчет, который заключается в определении ее производительности и соответствующего диаметра.

Производительность матрицы по сухим изделиям Π (кг/ч)

$$\Pi = 3600 \cdot v_n \rho_m f (100 - W_m) / (100 - W_{изд}),$$

где v_n – скорость течения теста по формующим каналам, м/с; ρ_m – плотность спрессованного теста, кг/м³; f – площадь живого сечения матрицы, м²; W_m – влажность теста, %; $W_{изд}$ – влажность готовых изделий, %.

Площадь живого сечения матриц f_m , м², в зависимости от вида изделий:

а) для трубчатых изделий (для макарон):

$$f_m = \pi n_0 (d_n^2 - d_e^2) / 4,$$

где n_0 – число формующих отверстий в матрице, шт.; d_n – наружный диаметр формующего отверстия, м; d_e – диаметр вкладыша, м;

б) для вермишели:

$$f_m = \pi n_0 d_e^2 / 4,$$

где n_0 – число формующих отверстий в матрице, шт.; d_e – диаметр формующего отверстия, м;

в) для лапши:

$$f_m = n_0 l_a a,$$

где n_0 – число формующих отверстий в матрице, шт.; l – длина формующей щели, м; a – ширина формующей щели, м.

Площадь матрицы F (м²)

$$F = f / \kappa_f,$$

где κ_f – коэффициент живого сечения матрицы.

Диаметр матрицы D (м):

а) для круглых матриц:

$$D = \sqrt{4F / \pi};$$

б) длина прямоугольных матриц L (м):

$$L = F / B,$$

где B – ширина прямоугольной матрицы, м.

Скорость течения (выпрессовывания) теста по формующим каналам в зависимости от формы сечения канала v_n (м/с):

а) для трубчатых изделий (макарон):

$$v_n = v_o + \frac{1}{4\mu} (\Delta p + \rho_m g) (\ln(R_n / R_a))^{-1} \left[(R_n^2 - R_a^2) \ln(r / R_a) - (r^2 - R_a^2) \ln(R_n / R_a) \right],$$

где v_o – скорость скольжения, м/с; μ – динамическая вязкость, Па·с; Δp – перепад давления по длине формующего канала, Па; g – ускорение свободного падения, м/с²; l – длина канала, м; R_n и R_a – соответственно наружный и внутренний радиус отверстия трубки макарон, м; r – радиус от оси кольцевого канала, м;

$$r = [(R_n - R_a) / 2] + R_a;$$

б) для вермишели:

$$v_n = v_o + (R^2 / 4\mu) (\Delta p + \rho_m g) [1 - (r / R)^2],$$

где R – радиус сечения формующего отверстия, м;

в) для лапши:

$$v_n = v_o + [(\Delta p + \rho_m g) / 4\mu] [(l^2 - a^2) / 2],$$

где l и a – соответственно длина и ширина формующего отверстия, м.

Расчет на прочность проводят с целью определения допустимой нагрузки (давление прессования) на матрицу. Для прямоугольных матриц толщина δ (м) рассчитывается по формуле

$$\delta = B \sqrt{Ap / [\sigma]},$$

где B – ширина матрицы, м; A – коэффициент, зависящий от диаметра отверстий и числа продольных рядов в матрице; p – расчетное давление прессования, Па; $[\sigma]$ – допустимое напряжение материала матрицы, Па.

При расчете двухшнековых нагнетателей для машин, формующих конфетные массы, объемный расход Q и мощность привода N определяются по эмпирическим зависимостям

$$Q = 3,64 \cdot 10^{-2} D^2 \quad \text{и} \quad N = 5,25 \cdot 10^{-3} (D)^{1,84},$$

где D – наружный диаметр шнека, м.

Производительность формующих машин для выпрессовывания конфетных масс Π (кг/ч) определяют по формуле

$$\Pi = 60vmK_0 / al,$$

где v – скорость конфетного жгута, м/мин ($v = 2,5$ м/мин); m – число выпрессовываемых жгутов, шт ($m = 6 \dots 22$); a – число заготовок в 1 кг, шт ($a = 80; 105$); l – длина заготовки, м ($l = 0,038$ м); K_0 – коэффициент, учитывающий возвратные отходы ($K_0 = 0,98$).



Как показывает опыт, ничто с такой силой не побуждает высокие умы к работе над обогащением знания, как постановка трудной и в то же время полезной задачи.
БЕРНУЛЛИ ИОГАНН (1667–1748), швейцарский математик

15.6 МАШИНЫ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ В ОБОЛОЧКЕ

Вакуумный шприц РЗ-Ф1ШВ предназначен для вакуумирования фарша и наполнения колбасных оболочек при выработке вареных и полукопченых колбасных изделий. Шприц РЗ-Ф1ШВ (рис. 15.22, а) состоит из нагнетателя 3, вакуум-насоса 8, вакуум-сборника 11, механизма включения 2, редуктора 7, патрубка 4 и цевки 6.

Нагнетатель 3 служит для подачи вакуумированного фарша под давлением в нагнетательный патрубок. Это сварной корпус, установленный на плите с регулируемыми опорами. На корпусе нагнетателя закреплен сварной бункер 1 из листовой нержавеющей стали, а также нагнетательный патрубок с отсекателем. В корпусе нагнетателя размещены два шнека с правой и левой нарезкой, которые передними шейками опираются на подшипники скольжения в передней крышке корпуса, а задними устанавливаются с помощью ведущих поводков на концы валиков цилиндрического одноступенчатого редуктора. Корпус редуктора имеет фланцевое крепление к корпусу нагнетателя. Ведущий вал редуктора связан через клиноременную передачу 9 с валом электродвигателя 10. Внутренняя полость корпуса нагнетателя разделяется двумя втулками-отражателями, установленными на шнеках, на вакуумную зону и зону прохождения фарша.

Шприц комплектуют шнеками с утолщенными витками для производства сосисок, сарделек и вареных колбас, а для производства полукопченых колбас – шнеками с одинаковыми по толщине витками.

Вакуум-сборник состоит из цилиндрической сварной емкости, в которой размещен поршень, разделяющий емкость на зону, соединенную вакуум-проводом с нагнетателем, и зону, соединенную с вакуум-насосом. Вакуум-сборник снабжен конечным выключателем, который при наполнении его емкости фаршем выключает электродвигатель шприца.

Механизм включения состоит из конечного выключателя, связанного через системы рычагов с педалью управления.

Патрубок представляет собой изогнутую трубу, на выходном конце которой приварен корпус отсекателя. Внутри корпуса расположена поворотная пробка, открывающая и закрывающая проход фарша в цевку. Пробка поворачивается через рессную передачу от ножной педали. Шприц работает следующим образом. В бункер загружается фарш. Нажимая на педаль механизма включения, приводят во вращение шнеки и ротор вакуум-насоса. Шнеки захватывают фарш, поступающий из бункера, уплотняют и проталкивают его через патрубок с отсекателем в цевку.

К моменту начала работы разрежение в вакуумной системе отсутствует, поэтому первые порции фарша не вакуумированы и их возвращают в бункер. По истечении некоторого времени (не более 20 с) остаточное давление в вакуумной системе достигает 0,03...0,05 МПа, после чего необходимо отпустить педаль, надеть на цевку колбасную оболочку и, нажав на педаль, наполнить колбасную оболочку фаршем.

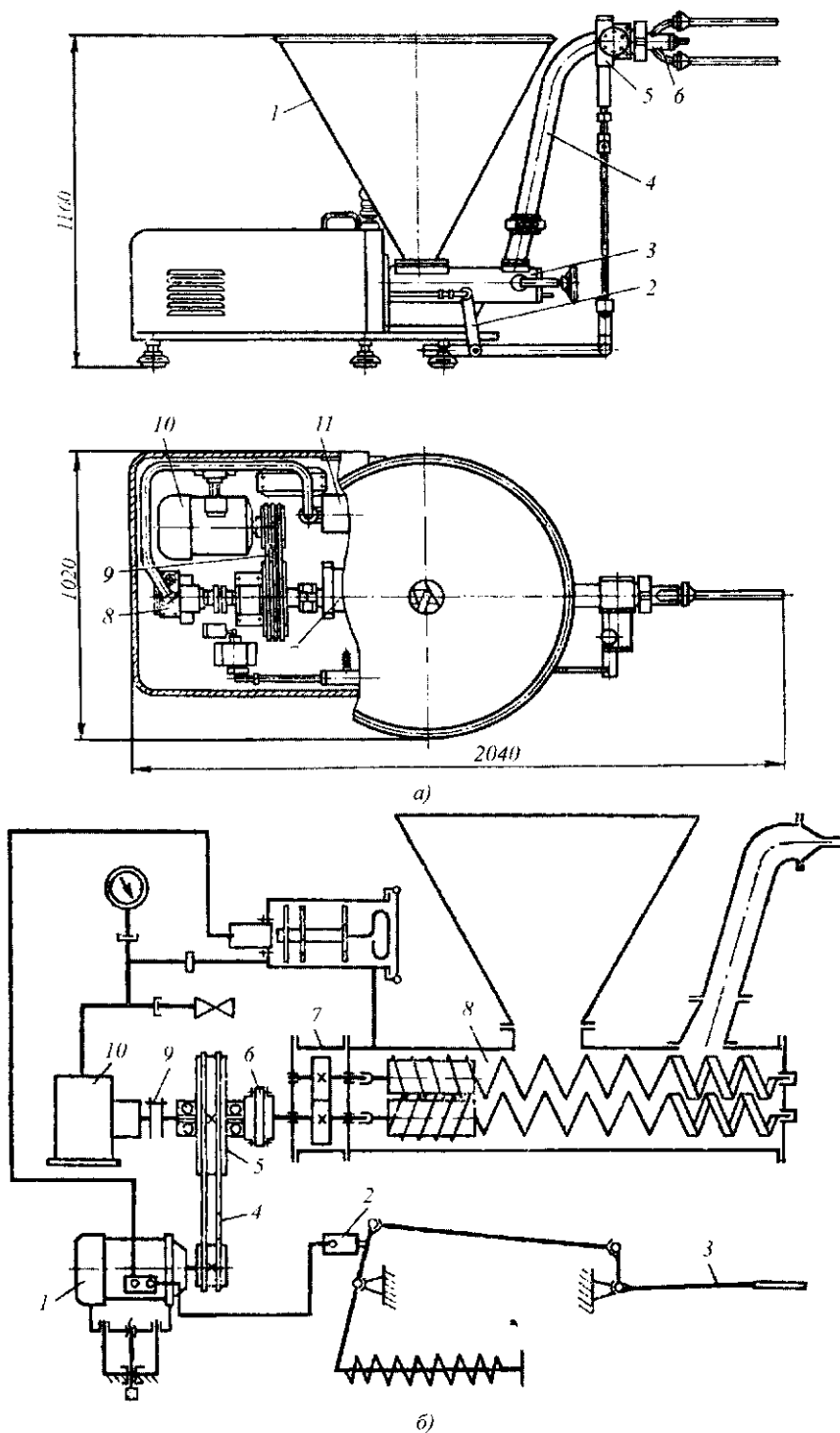


Рис. 15.22 Вакуумный шприц РЗ-ФШ1В:
а - общий вид; б - кинематическая схема

Для определения и регулирования разрежения в вакуумной системе шприца на передней стенке размещены вакуумметр и вакуум-клапан.

Кинематическая схема шприца приведена на рис. 15.22, б. От двигателя 1, включающегося конечным выключателем 2 при нажатии на педаль 3, через клиноремennую передачу 4 со шкивами 5 и муфтой 6 вращение передается редуктору 7 и на шнеки нагнетателя, а через втулочно-роликовую муфту 6 на вакуум-насос 10.

Техническая характеристика шприца РЗ-ФШ1В

Производительность, кг/ч	1500...2500
Диаметры цевок, мм	14; 16; 20; 28; 38; 48
Вместимость бункера, л	200
Частота вращения шнеков, с ⁻¹	10; 13; 3
Вакуумметрическое давление, МПа	0,03

Формование колбасных изделий с изготовлением оболочки из рулонного материала осуществляют на специальных агрегатах. В зависимости от направления потока фарша в машинах различают агрегаты для производства колбасных изделий горизонтальной и вертикальной конструкции. Отечественная промышленность выпускает горизонтальный агрегат Л5-ФАЛ и также две вертикальные модели: агрегат М1-ФУР для формования вареных колбас и агрегат М1-ФУТ для формования ливерных колбас.

Агрегат Л5-ФАЛ предназначен для образования двухслойной оболочки из целлофановой ленты, наполнения ее фаршем, формования колбасного батона, изготовления скрепок и наложения их на концы батонов, а также автоматического разделения батонов один от другого путем разрезания перемычки между ними.

Агрегат Л5-ФАЛ (рис. 15.23, а) состоит из механизмов подачи и вакуумирования фарша 2, образования оболочки и наложения маркированной ленты 1, съема оболочки 8, подачи колбасного батона (конвейер) 7, образования и наложения скрепок 6, рамы 5, электромеханического привода, системы пневмоуправления, пульта управления и электрошкафа 3.

Механизм образования оболочки создает двухслойную оболочку (рис. 15.23, б). Целлофановая лента, сматываясь с бобины и проходя через руковообразователь 7, преобразуется в трубчатую оболочку. При прохождении трубчатой оболочки по пустотелой цевке 8 на нее накладывается маркированная лента с обозначением наименования колбасы и второй слой целлофановой ленты (наружная оболочка). Наружная оболочка образуется навивкой ее по спирали путем вращения центральной головки с бобиной целлофановой ленты вокруг продольной оси цевки.

Бобину с лентой устанавливают под углом к оси цевки 8. Перемещение образованной оболочки по цевке осуществляется двумя резиновыми роликами 9, вращающимися синхронно с центральной головкой. Ролики 9 вращаются электродвигателем через клиноремennую передачу 10 и систему зубчатых колес 13.

Готовая непрерывная оболочка наполняется фаршем с помощью двухшнекового шприца 1, имеющего бункер для загрузки машины фаршем и вакуум-насос 6. Шнеки шприца вращаются при помощи электродвигателя 5 со шкивом 4. В качестве передаточного механизма шприца используют вариатор 3, который позволяет регулировать производительность шприца в зависимости от вида фарша.

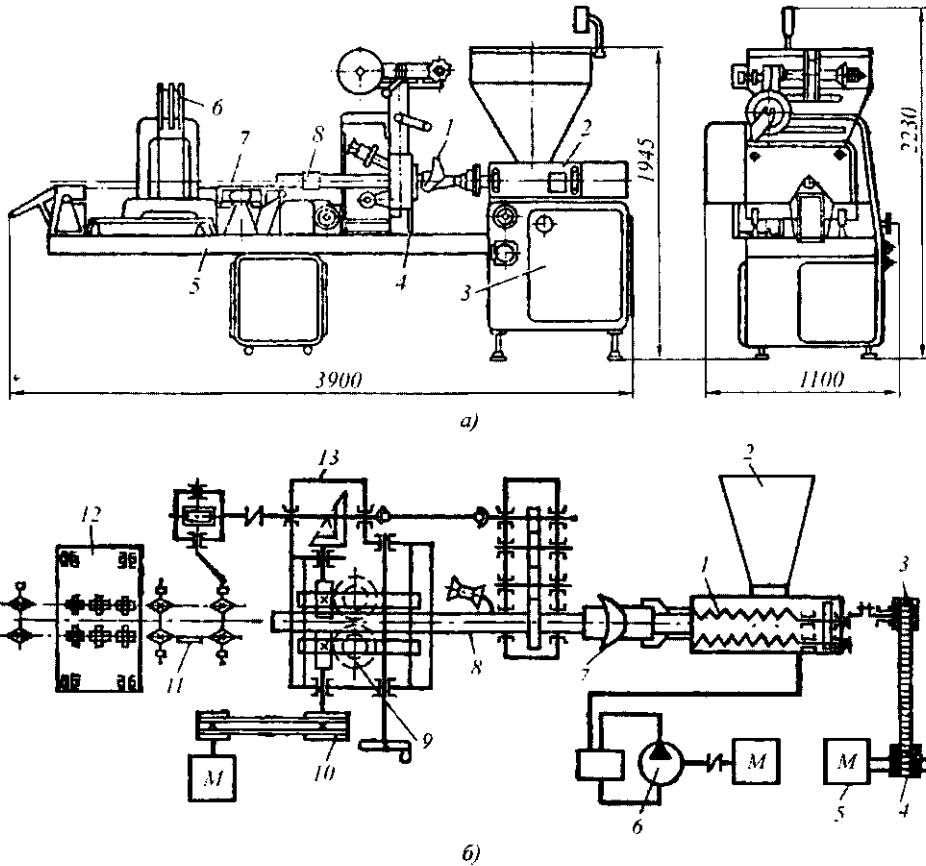


Рис. 15.23 Агрегат Л5-ФАЛ для производства колбасных изделий:
а - общий вид; б - кинематическая схема

Наполненная оболочка подается конвейером в механизм наложения скрепок 12, где одновременно происходит пережим оболочки (формование батона), изготовление двух скрепок, наложение их на концы батона и разрезка перемычки между батонами специальным ножом. Агрегат снабжен механизмом съема оболочки - конвейером 11. Привод механизма наложения скрепок осуществляется от двух пневмоцилиндров. Готовый батон колбасы поступает на приемный стол или конвейер.

Техническая характеристика автомата Л5-ФАЛ для производства колбасных изделий

Производительность:	
по фаршу, кг/ч	2500
по готовым батонам, шт/мин	17
Размер батона, м:	
диаметр	95
длина	500
Потребляемая электроэнергия, кВт·ч	5,7
Давление сжатого воздуха, МПа	0,39...0,58
Габаритные размеры, мм	3900×1100×2230
Масса, кг	1800

Агрегат М1-ФУР предназначен для образования оболочки из повиденовой ленты для формования вареных колбас и наложения алюминиевых скрепок на концы батонов. Агрегат М1-ФУР (рис. 15.24, а) состоит из установки для нагнетания фарша 1 и машины для образования оболочки 3, формования батонов 2 с наложением скрепок на концы батонов и отделения батонов друг от друга. Обе составные части соединены между собой фаршепроводом 6.

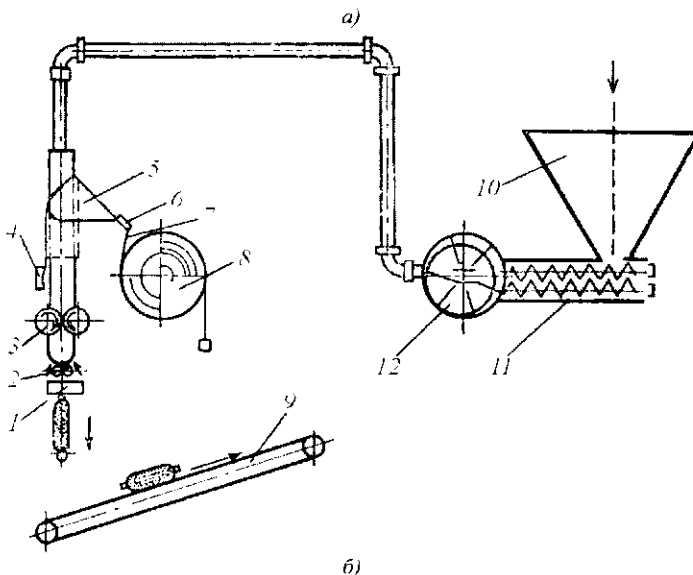
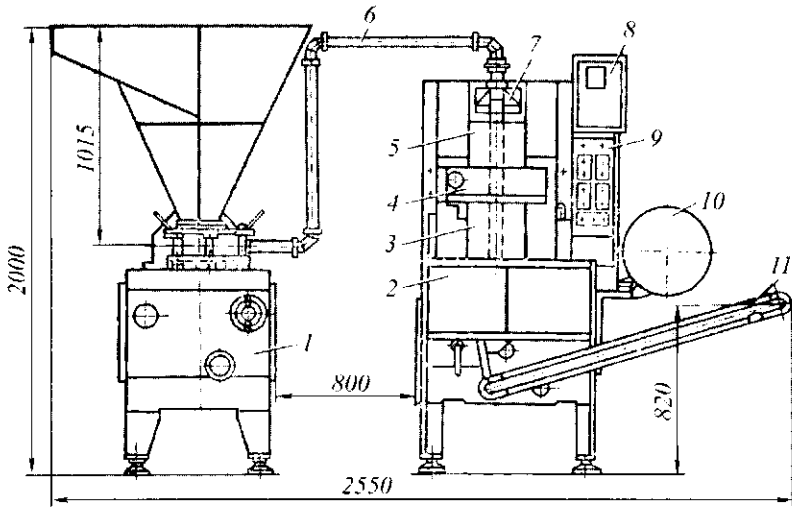


Рис. 15.24 Агрегат М1-ФУР для формования вареных колбас:
а – общий вид; б – принципиальная схема

Установка для нагнетания фарша представляет собой лопастной шприц, состоящий из эксцентриково-лопастного насоса, двухшнекового питателя, загрузочного бункера, которые смонтированы на станине.

Машина для формования вареных колбас 2 включает в себя электромеханический бесступенчатый привод, руковообразователь 7 (формообразующий воротник),

сварочное устройство 5, механизмы протягивания оболочки 4, выдавливания (формования батонов) 3, наложения скрепок, блок катушек для заготовок скрепок 10, пульт управления 9, устройство для сварки пластмасс 8, конвейер 11.

Агрегат работает следующим образом (рис. 15.24, б). Повиденная пленка сматывается с рулона 8 по направляющей 7 и через направляющие ролики 6 поступает к рукавообразователю 5, при помощи которого свертывается в рукав. Наложение внахлестку края пленки свариваются в продольном направлении токами высокой частоты. Для сварки повиденной пленки агрегат комплектуют установкой для сварки пластмасс.

Колбасный фарш загружается в бункер 10, из которого шнековым питателем подается в лопастной насос 12 и по фаршепроводу в трубу рукавообразователя 5. Из трубы фарш постоянно поступает в сформированную оболочку, конец которой заделан скрепкой.

Роликами механизма протягивания 3 пленка с постоянной скоростью сматывается с рулона 8 и, сваренная в продольном направлении сварочным устройством 4, подается к механизму наложения скрепок 1. Механизм нагнетания 2 вытесняет фарш из рукава в зоне наложения скрепок, а механизм заделки накладывает скрепки и отделяет наполненные батоны один от другого. Готовые колбасные батоны падают на конвейер 9 и подаются в зону загрузки в колбасные рамы.

Техническая характеристика агрегата М1-ФУР представлена в таблице 15.7.

Агрегат М1-ФУТ предназначен для формования ливерных колбас с образованием оболочки из повиденной пленки с наложением металлических скрепок из алюминиевой проволоки на концы батонов. На общей станине агрегата (рис. 15.25, а) смонтированы дозатор фарша 1, рукавообразователь 2, сварочное устройство 3, механизмы протягивания оболочки 4, выдавливания (формования) 5, заделки скрепок 11, электромеханический привод 6, блок катушек с заготовками скрепок 9, устройство для сварки пластмасс 10, трап 7 и конвейер.

Процесс образования оболочки из повиденной ленты аналогичен процессу осуществляемому на автомате М1-ФУР. Повиденная пленка 8 (рис. 15.25, б) сматывается с рулона через направляющие ролики и поступает к рукаво-образователю, при помощи которого свертывается в рукав и сваривается в продольном направлении.

Колбасный фарш загружается в бункер 2, из которого шнеком 1 подается в шестеренный нагнетатель 3. Далее фарш поступает по трубе 4 в оболочку, конец которой заделан скрепкой. Оболочка с постоянной скоростью подается к механизму заделки скрепок 7 с помощью роликового механизма протягивания 6. Механизм выдавливания 10 вытесняет фарш из рукава в зоне наложения скрепок. Механизм заделки скрепок 7 накладывает скрепки и отделяет наполненные батоны один от другого. Батоны подают на конвейер 11, который отводит их в зону загрузки в корзины для дальнейшей термообработки.

Инженерные расчеты. Производительность двухшнековых шприцов П (кг/ч) определяются из выражения:

Таблица 15.7 Техническая характеристика агрегатов для формирования колбасных изделий

Показатели	М1-ФУР	М1-ФУТ
Производительность (батоны/мин) при массе дозы, г:		
1500	18	16
500	25	—
250		25
Точность дозирования, %	±2	±2,5
Диаметр оболочки, мм	65	55
Потребляемая электроэнергия, кВт·ч	4,2	2,1
Габаритные размеры, мм	2554×1340×2000	1250×2440×2900
Масса, кг	1570	910

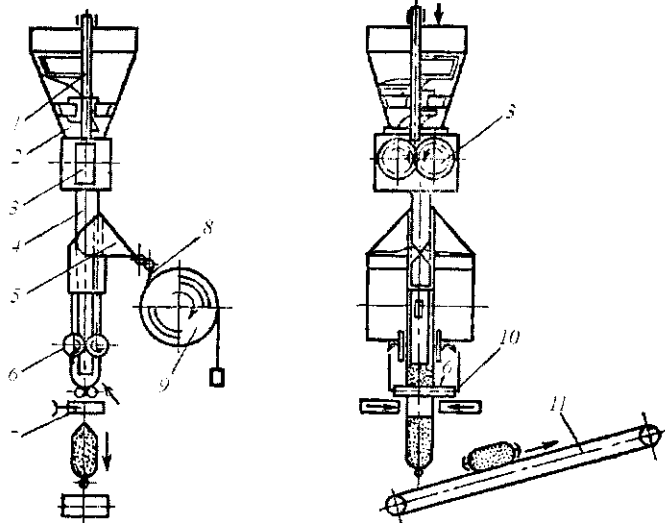
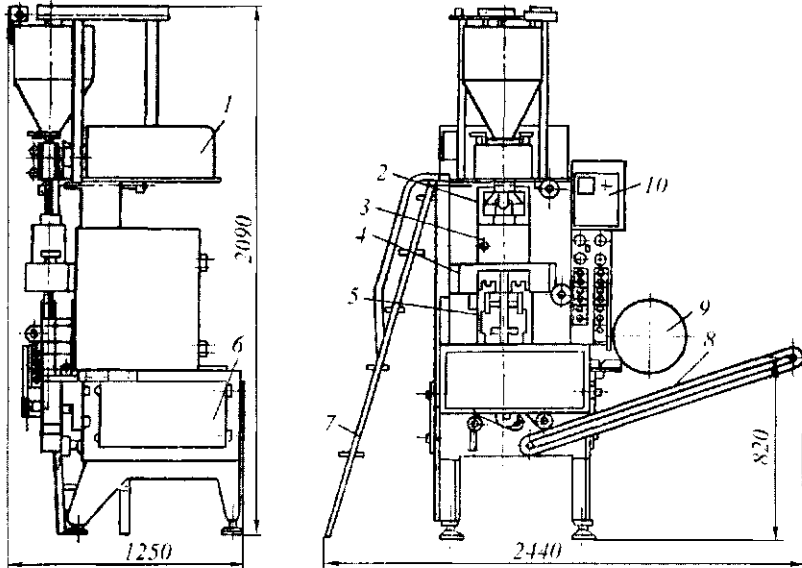


Рис. 15.25 Агрегат для формирования ливерных колбас М1-ФУТ:
а – общий вид; б – принципиальная схема

$$P = 900\pi(D^2 - d^2)Sknp\lambda / \cos \alpha,$$

где D – наружный диаметр рабочей части шнека, м; d – внутренний диаметр рабочей части шнека, м; S – шаг шнека; м; k – коэффициент увеличения впадины шнека ($k = 1,075$); n – частота вращения шнека, c^{-1} ; ρ – плотность фарша, $кг/м^3$; λ – коэффициент подачи фарша в шприц ($\lambda = 0,5...0,65$); α – угол подъема винтовой линии шнека, град.

Производительность поршневых шприцев P (кг/ч)

$$P = 3600G/T = 3600V\rho\varphi/T = 900\pi D^2 H / (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4),$$

где G – масса загружаемого фарша, кг; T – полная длительность цикла, с; V – геометрическая емкость цилиндра, $м^3$; φ – коэффициент заполнения объема цилиндра шприца фаршем ($\varphi = 0,7...0,9$); D – диаметр цилиндра, м; H – высота цилиндра, м; τ_1 – продолжительность открывания крышки цилиндра, с; τ_2 – продолжительность опускания поршня и загрузки фарша, с; τ_3 – продолжительность закрывания крышки цилиндра, с; τ_4 – продолжительность шприцевания, с.

Производительность эксцентриково-лопастных шприцев P (кг/ч)

$$P = 900\pi(D^2 - D_1^2)Ln\rho\lambda,$$

где D – внутренний диаметр корпуса шприца, м; D_1 – наружный диаметр ротора, м; L – ширина ротора, м; n – частота вращения ротора, c^{-1} ; ρ – плотность фарша, $кг/м^3$; λ – коэффициент подачи фарша в шприц.

Производительность P (кг/ч) агрегата для формирования колбасных изделий

$$P = 60GnK_0,$$

где G – масса батона, кг; n – число батонов, выпускаемых агрегатом, шт/мин; K_0 – коэффициент возвратных отходов.



Чем человек просвещеннее, тем он полезнее
своему отечеству.

ГРИБОДОВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ
(1795–1829), русский писатель и дипломат

15.7 ОТСАДОЧНЫЕ МАШИНЫ

Отсадочная машина А2-ШФЗ (рис. 15.26) предназначена для формирования заготовок из пряничного теста с укладкой заготовок на противни. Она состоит из станины 1, головки 2, механизма струнной резки 3, цепного конвейера 4, электрошкафа 5 и пульта управления 6.

В станине расположены два независимых регулируемых привода, которые приводят в движение рифленые вальцы, механизм струнной резки и цепной конвейер. Внутри головки размещены два вальца, а к нижней части крепятся сменные матрицы с накладками, которые имеют отверстия различной конфигурации в зависимости от формы тестовых заготовок.

Работа машины заключается в том, что загружаемое в бункер головки тесто подается рифлеными валками к матрицам и продавливается через отверстия в виде жгута.

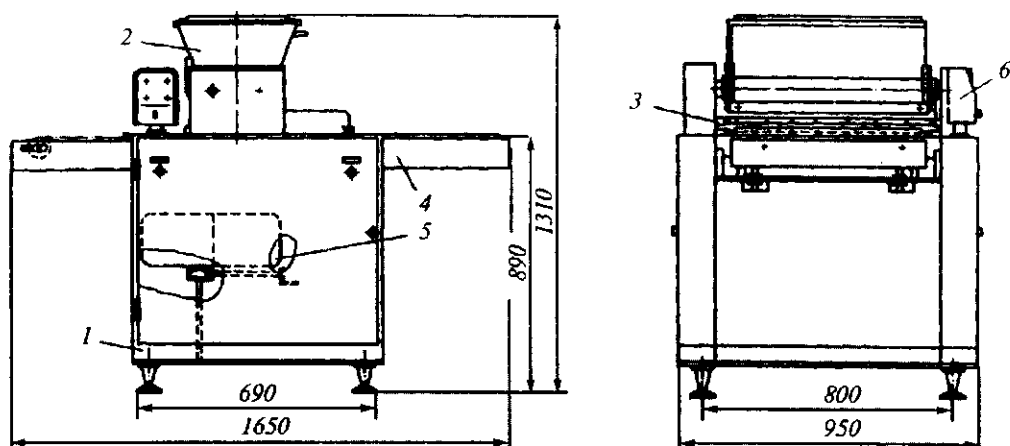


Рис. 15.26 Отсадочная машина А2-ШФ3

Закрепленная в струнодержателях механизма струнной резки струна периодически проходит у торца насадок и разрезает жгуты теста на отдельные заготовки.

Производительность машины и развес заготовок можно регулировать при помощи регулировочных устройств соответствующего привода.

Техническая характеристика отсадочной машины А2-ШФ3

Производительность, кг/ч	250...800
Масса заготовок, кг	0,010...0,060
Установленная мощность, кВт	1,3
Габаритные размеры, мм.....	1650×950×1480
Масса, кг.....	640

Отсадочная машина БПЭ (рис. 15. 27, а) предназначена для формования тестовых заготовок непосредственно на ленту печного конвейера при производстве пирожных типа «Эклер».

Она состоит из следующих основных узлов: подвижной отсадочной камеры 15, рычажно-кулачковых механизмов 12 и привода, смонтированных на станине 9 рамной конструкции. Машина работает от электродвигателя 8, который через ременную передачу 7, вариатор 11, два редуктора 10 и цепную передачу 6 приводит в движение кулачок 5. Последний через рычажно-кулачковые механизмы 12 приводит в движение отсадочную камеру 15, совершающую возвратно-поступательное движение в горизонтальной плоскости. Камера 15 перемещается по раме на роликах 4 относительно непрерывно движущегося конвейера 13 печи.

В камере 15 расположены поршни 14, закрепленные неподвижно в станине машины, и золотник 2, который поворачивается на 90° специальным копировальным устройством. Над камерой установлен бункер 1, тестовая заготовка отсаживается через насадку 3.

Меняя скорость движения подвижной отсадочной камеры 15 относительно конвейера 13, можно изменять форму тестовых заготовок. Когда камера движется быстрее ленты печного конвейера, получают заготовки удлиненной формы. При совпадении скоростей образуются изделия, форма которых зависит только от конфигу-

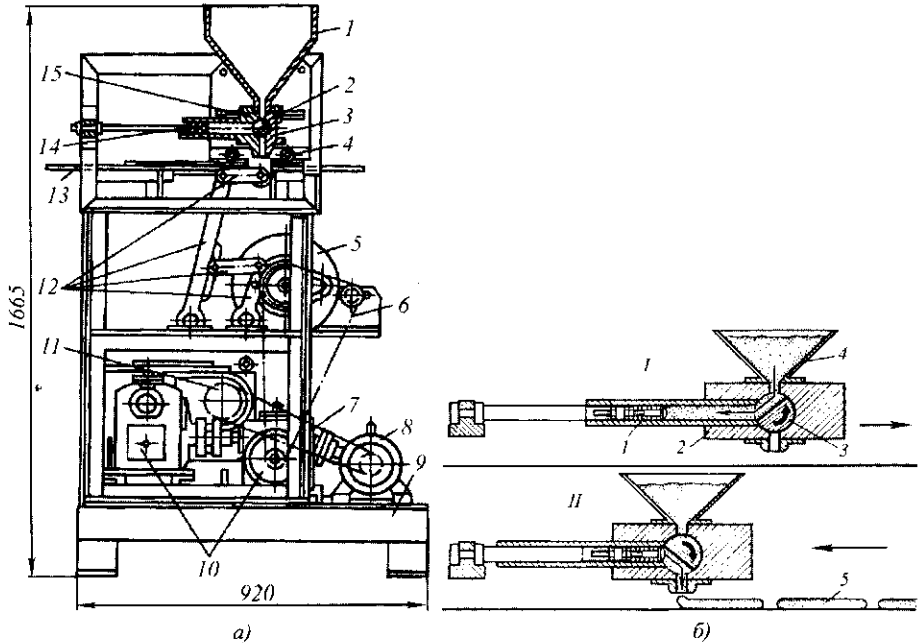


Рис. 15.27 Отсадочная машина БПЭ: а – общий вид; б – технологическая схема

рации насадок, например тестовые заготовки круглой формы для пирожных типа буше, беэе и миндальное.

Принцип действия отсадочной машины (рис. 15.27, б) заключается в следующем. При движении камеры 1 вправо (положение I) тесто засасывается из бункера 2 в количестве, необходимом для отсадки одной заготовки. При движении камеры 1 влево золотник 3 поворачивается на 90° (положение II), и тестовая заготовка отсаживается на стальную ленту печного конвейера.

Модернизированный вариант описанный выше машины входит в состав поточной линии А2-ШПЭ для производства печенья типа «Эклер». Машина ОМ-1 предназначена для отсадки на листы заготовок печенья типа «Овсяное», а машину РЗ-ХОБ используют при производстве пирожных типа «Буше». Технические характеристики отсадочных машин для пирожных и печенья приведены в табл. 15.8.

Таблица 15.8 Техническая характеристика отсадочных машин для пирожных и печенья

Показатели	БЭП	А2-ШПЭ	ОМ-1	РЗ-ХОБ
Производительность, кг/ч	до 400	300	300	до 1000
Масса заготовки, г	70	70	30	120
Число заготовок в ряду (на листе), шт	9	11	32	24
Установленная мощность, кВт	1,5	1,5	0,75	0,75
Габаритные размеры, мм	920×770×1650	800×965×1555	2000×740×1535	1900×675×1440
Масса, кг	670	550	450	230

Зефиrootсадочная машина А2-ШОЗ (рис. 15.28, *а*) предназначена для отсадки зефира в форме «ракушка» на лотки. Она состоит из станины с приводом 4, отсадочной головки 2, конвейера цепного с кареткой 5, отсадочных шлангов 3, механизма регулирования хода плунжеров 1, устройства для поддержания температуры 10, трубопроводов 9, карданного вала 7, шкафа управления 8 и электрооборудования. Отсадочная головка 2 крепится к станине, под ней устанавливается цепной конвейер с подвижной кареткой 5, который через кронштейны также крепится к станине. Отсадочные шланги 3 одной стороной крепятся к отсадочной головке, другой – к подвижной каретке 6.

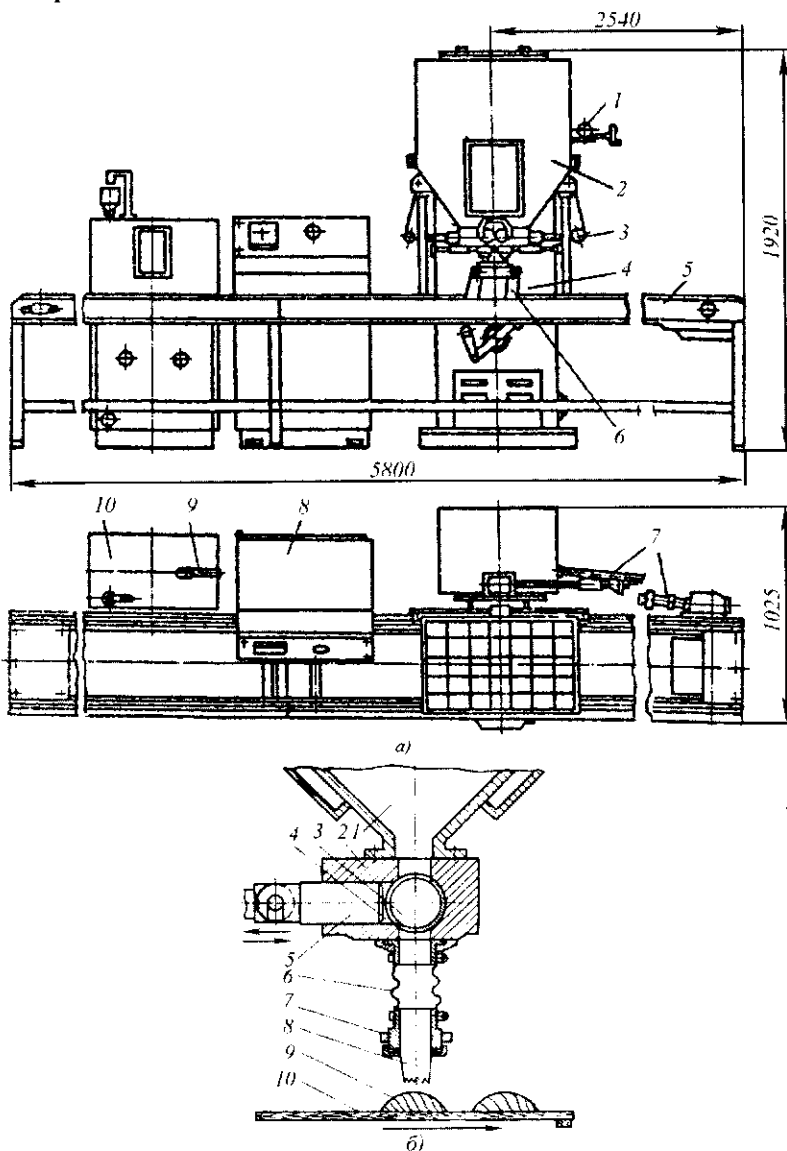


Рис. 15.28 Зефиrootсадочная машина А2-ШОЗ:
а – общий вид; *б* – дозирующее устройство

При работе машины взбитая зефирная масса загружается в бункер отсадочной головки. С помощью дозирочно-отсадочного механизма, состоящего из двух рядов плунжерных дозаторов (по 6 в каждом ряду), двух золотников, двух рядов резиновых гофрированных шлангов, оканчивающихся зубчатыми наконечниками, каждый из которых с помощью планок крепиться к корпусу отсадочной головки, а второй стороной – к каретке конвейера, зефирная масса отсаживается на деревянные лотки в виде половинок зефира в форме «ракушка» по 12 шт за один цикл (два ряда по 6 шт в ряду). Лотки непрерывно и равномерно транспортируются цепным конвейером. При отсадке зефира каретка конвейера с прикрепленными к ней гофрированными шлангами совершает продольное по ходу конвейера движение со скоростью, равной скорости движения цепи. По окончании отсадки каретка совершает сложное движение: продольное против хода конвейера в исходное положение и поперечное, при этом зубчатые наконечники отрываются от отсаженных половинок зефира. На стыке лотков один цикл механизма отсадочной головки и каретки конвейера отключены, т. е. не отсаживаются два ряда зефира. Следовательно, на каждом лотке нет первого и последнего рядов зефира, т. е. на лотке 18 продольных рядов при 20 расчетных.

Поршневой дозирующий механизм машины показан на рис. 15.28, б. К бункеру 1 крепится дозирующий механизм, состоящий из корпуса 2, золотника 3, мерных цилиндров 4 с плунжерами 5, совершающими медленное возвратно-поступательное движение, планки 7 с гофрированными трубками 6 и зубчатыми насадками 8. Золотник при выдавливании массы через насадки поворачивается по часовой стрелке на угол 0,5 рад. Число камер золотника 3, мерных цилиндров 4, плунжеров 5 и гофрированных трубок с насадками 8 равно шести.

При медленном движении плунжера 5 из мерного цилиндра зефирная масса должна заполнять освобождаемое пространство, не отставая от плунжера. Между плунжером и массой давление не должно быть меньше атмосферного. Зефирная масса должна заполнять мерные цилиндры лишь под действием гидростатического давления, иначе это неизбежно приведет к разрушению пенообразной структуры зефирной массы. При движении поршня внутрь мерного цилиндра масса выдавливается через гофрированные трубки и зубчатые насадки, при этом масса имеет рифленую поверхность. В конце выдавливания насадки отрываются от массы, находящейся на лотке 10, и изделие приобретает форму ракушки 9.

В промышленности также применяют зефиrootсадочную машину марки К-33, на базе которой была создана вышеописанная машина. Технические характеристики зефиrootсадочных машин приведена в табл. 15.9.

Таблица 15.9 Техническая характеристика зефиrootсадочных машин

Показатели	К-33	А2-ШОЗ
Производительность, кг/ч	312	390...460
Противней, мм	1400×400	1400×400
Установленная мощность, кВт	1,0	3,5
Габаритные размеры, мм	5760×1100×1930	5800×1025×1920
Масса, кг	1038	1250

Машина котлетная АК2М-40 предназначена для дозирования фарша и формования котлет. Состоит из корпуса 1, загрузочного цилиндра 2, стола 3, поршня 4, диска 5, кулачка 6, плиты опорной 7, регулятора 8, привода 9, шестилопастного винта 10, пяти овальных отверстий 11, рукоятки 12, валика 13, скребка 14 и винта 15 (рис. 15.29).

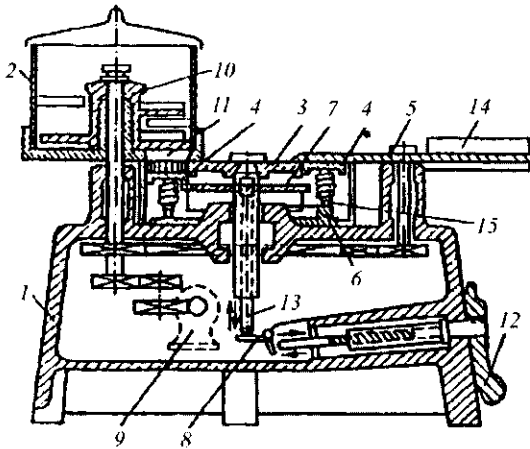


Рис. 15.29 Машина котлетная АК2М-40

Загрузочный цилиндр снабжен шестилопастным винтом, который оказывает давление на фарш, находящийся в цилиндре, а также плотно и равномерно заполняет формирующие карманы вращающегося стола. У дна загрузочного цилиндра имеется овальное отверстие. Через него фарш из цилиндра поступает в формирующие карманы стола. На опорную плиту опираются нижние торцевые срезы поршней при прохождении под цилиндром. Положение опорной плиты изменяет вращением рукоятки, действующей на регулятор и смещающийся по оси с опорной плитой.

Таким образом, регулируют объем кармана стола, т. е. массу дозы. Диск предназначен для съема котлет со стола. Зазор между нижней поверхностью диска и верхней поверхностью стола равен 0,2 мм. Для очистки вращающегося диска предусмотрен скребок, сбрасывающий частицы фарша. Штоки поршней снабжены шарнирами, которые во время вращения стола катятся по кулачку и в зависимости от конфигурации его развертки обеспечивают поршням возвратно-поступательное движение. При подводе к загрузочному цилиндру поршень опускается в крайнее нижнее положение, а после прохождения загрузочного цилиндра вместе с отформированной котлетой поднимается до уровня верхней плоскости стола.

Загруженный в цилиндр фарш нагнетается шестилопастным винтом в формовочные отверстия стола, после чего отформированные котлеты (круглые) поршнями выталкиваются на его поверхность, где их подхватывает конвейерный диск и сбрасывает в посыпанные сухарной мукой лотки.

Для формования котлет применяется также более компактная машина МКФ-2240. Технические характеристики котлетных машин приведены в табл. 15.10.

Таблица 15.10 Техническая характеристика котлетных машин

Показатели	АК2М - 40	МКФ - 2240
Производительность, шт/ч	4000	2240
Масса котлеты, г	50, 75, 100	45 - 95
Установленная мощность, кВт	0,55	0,4
Габаритные размеры, мм	685?585?665	500?500?500

Инженерные расчеты. Производительность Π (кг/ч) отсадочных машин может быть вычислена по формуле

$$\Pi = 60JnmK_0,$$

где J – число заготовок за 1 цикл отсадки; n – частота отсадок, мин^{-1} ; m – масса одной заготовки, кг; K_0 – коэффициент возвратных отходов.

Одной из особенностей масс губчатой структуры является их разрушение при понижении внешнего давления. Пузырьки воздуха расширяются, оболочки стано-

вятся тонкими, и пузырьки лопаются. Большие сдвиги деформации также разрушают структуру. Все это ведет к уплотнению массы и, следовательно, к получению менее пышных изделий. Эти особенности необходимо учитывать при формировании зефира. При отсадке зефира из масс необходимо иметь каналы, соединяющие воронку с корпусом, в котором находится мерный цилиндр с каналом, сечение которого близко или равно поперечному сечению плунжера. Таким же должно быть и проходное сечение золотника. Желательно, чтобы масса зефира заполняла мерный цилиндр со скоростью v (м/с)

$$v = \varphi \sqrt{2gh_{min}}$$

где φ – поправочный коэффициент, определяемый опытным путем; g – ускорение свободного падения тела, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; h_{min} – минимальная высота массы в бункере над центром мерного цилиндра, м.

Производительность кондитерских машин П (шт/ч)

$$П = 60an,$$

где a – количество гнезд на формирующем столе; n – частота вращения стола, мин^{-1} .



В конце концов работа Микеланджело – это работа критика: он просто отбил от статуи лишний мрамор, который ее скрывал. Таким образом, на уровне самого высокого творчества процесс созидания представляет собой не что иное, как глубочайший критицизм.
ВИНЕР НОРБЕРТ (1894–1964), американский математик

15.8 РАСКАТОЧНЫЕ И КАЛИБРУЮЩИЕ МАШИНЫ

Тестораскаточная машина-ламинатор А2-ШВЛ предназначена для непрерывного получения многослойной тестовой ленты из затяжного теста и теста для крекеров. Данная конструкция разработана для опытной линии производства затяжных сортов печенья и крекеров.

Ламинатор состоит (рис. 15.30, а) из двух приемных бункеров 1 для теста, механизма распределения обрезков 2, приемного бункера для прослойки, двух пар питающих валков, установленных в днищах бункеров 1, трех пар прокатных валков 5, системы ленточных конвейеров, наклонного конвейера 4 для выгрузки пласта переслоенного теста из машины, смонтированных на общей станине 3. Машина снабжена регулировочными устройствами и контрольно-измерительными приборами.

Машина работает следующим образом (рис. 15.30, б). В приемные воронки 1 и 4 поступает тесто. В одну из воронок могут подаваться обрезки ленты теста после штампования из нее изделий. Дном обеих воронок служат рифленные или гладкие валки 5 и 15, которые осуществляют предварительную прокатку двух лент теста, поступающих на горизонтальные конвейеры 6 и 14.

В приемную воронку 2 поступает жировая или другая предусмотренная рецептурой смесь, которая дозируется рифленным валком 3 на ленту теста, поступающую из-под валков 5, и покрывается сверху лентой теста, поступающей из-под валков 15. Таким образом, на прокатку в зазор между валками 13 поступает лента теста, прослоенная жиром. После

первой прокатки лента поступает на конвейер 12, ходит вылеживание теста для релаксации напряжений.

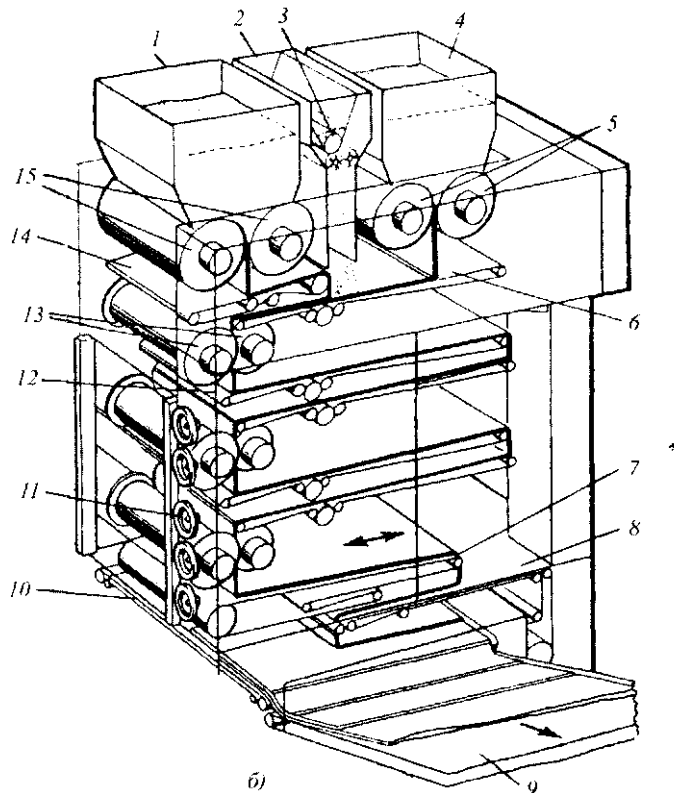
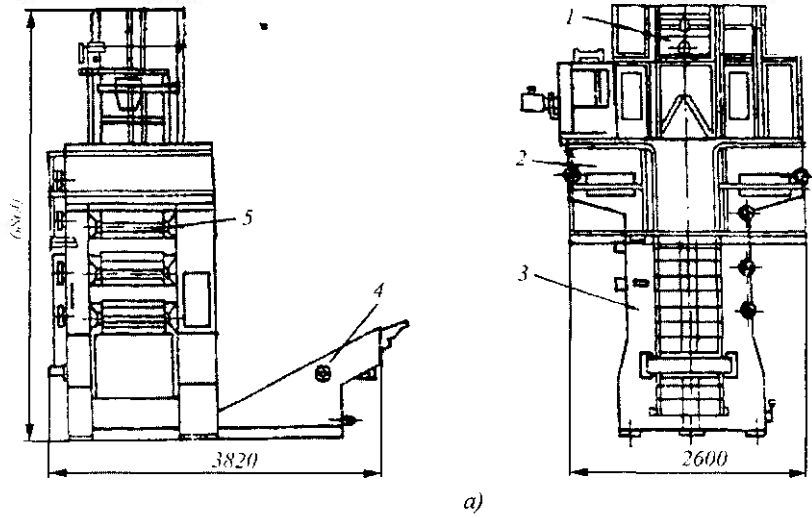


Рис. 15.30 Тестораскаточная машина-ламинатор А2-ШВЛ:
а – общий вид; б – принципиальная схема

Операции прокатки и вылеживания в рассматриваемом ламинаторе выполняют трижды. Затем производится операция многократного слоения полученной ленты.

Правый барабан конвейера 8 и левый барабан конвейера 7 совершают возвратно-поступательное движение (это показано стрелкой), вследствие чего лента теста укладывается слоями на конвейер 10, расположенный под прямым углом к конвейерам 7 и 8. Многослойная лента теста, полученная в ламинаторе, поступает на конвейер 9, а затем на валковую калибрующую машину штампально-режущего агрегата.

Ламинатор снабжен пультом управления, с помощью которого включают и останавливают машину, регулируют частоту вращения валков и скорость конвейеров. Зазор между валками регулируют вручную вращением штурвалов 11, внутри которых размещены указатели действительной величины зазора.

Техническая характеристика тестораскаточной машины-ламинатора А2-ШВЛ

Производительность, кг/ч	1070
Занимаемая площадь, м ²	5,4
Установленная мощность, кВт	9,95
Масса, кг	12405

Жгутовытягивающая машина ТМ-1 предназначена для вытягивания карамельного жгута из карамелеобкаточной машины, калибрование его наружного диаметра и подачи в карамелештампующую машину. Жгутовытягивающая машина состоит из станины 1, на которой укреплены приемный ролик 2, три пары калибрующих роликов 4, 6, 8, ограждающая крышка 5, направляющие лотки 3 и механизм привода роликов (рис. 15.31, а). В калибрующих роликах проточены канавки полукруглого сечения, и каждая пара роликов образует круглое калибровочное отверстие, через которые проходит карамельный жгут. По ходу движения жгута калибровочные отверстия уменьшаются в диаметре, а угловая скорость пар роликов соответственно возрастает. Чтобы карамельный жгут не проскальзывал, в канавках роликов сделаны насечки. Направляющие лотки поддерживают жгут между роликами. Для ограждения роликов предусмотрен откидной защитный щиток, а привод размещен внутри станины и закрыт ограждающей крышкой 5.

Привод машины имеет шкив 10, систему зубчатых передач 14, соединяющую валы пар калибрующих роликов и цепную передачу 15, при помощи которых вращается вал приемного ролика 2. Валы у каждой пары роликов имеют одинаковые угловые скорости и вращаются в противоположных направлениях таким образом, что нижние ролики (включая приемные) движутся по часовой стрелке, а верхние совершают движение против часовой стрелки.

В машине предусмотрено регулирование диаметра карамельного жгута путем изменения калибровочного отверстия последней пары роликов. Вал 7 верхнего ролика 8 закреплен на станине при помощи эксцентрических втулок 12, поворачивая их вокруг оси, можно опускать или поднимать вал 7 с роликом 8, изменяя расстояние между ним и роликом 9. Соответственно будет изменяться и диаметр калибровочного отверстия этой пары роликов. Поворот эксцентрических втулок производят через зубчатой пары 13 и фиксируют их положение храповиком 11.

Жгутовытягивающая машина приводится в движение от карамелештампующей машины или отдельного электропривода. В комплект машины входят несколько пар сменных роликов, которые устанавливают в зависимости от требуемого диаметра карамельного жгута.

При работе жгутовытягивающей машины вершина 1 конуса карамельного батона, образованного на карамслеобкаточной машине, в виде жгута диаметром 54...60 мм подается в жгутовытягиватель (рис. 15.31, б). Жгут 1 с начинкой 2 пропускается через калибрующие ролики 3, постепенно вытягивается, его диаметр уменьшается до 14...18 мм, что необходимо для выработки карамели требуемого вида, калибруется и подается в карамелештампующую машину.

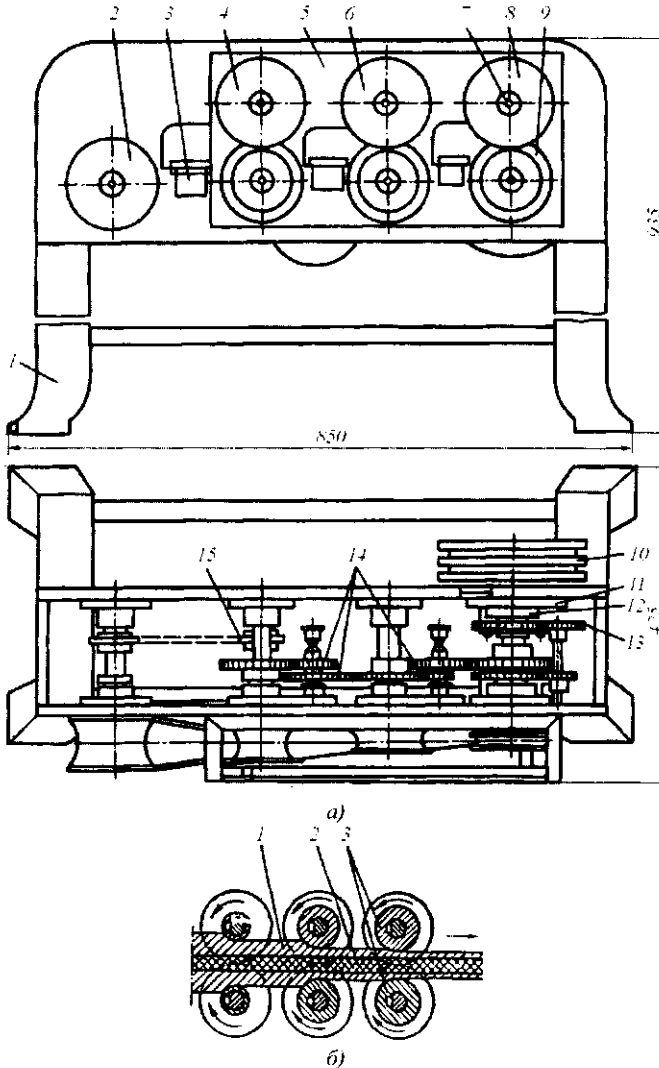


Рис. 15.31 Жгутовытягивающая машина ТМ-1:
а - общий вид; б - технологическая схема

Между диаметрами калибрующих роликов, частотой их вращения и диаметром калибруемого жгута существует зависимость, обусловленная неразрывностью объе-

ма жгута. Частота вращения приводного жгута определяется скоростью штампуемых цепей.

Техническая характеристика жгутовывтягивающей машины ТМ-1

Производительность, кг/ч	до 1200
Диаметры калибровочных отверстий, мм:	
входного, среднего, выходного соответственно	42, 28, 14...18
Потребляемая мощность, кВт	0,5
Габаритные размеры, мм	850?425?935
Масса, кг	152

Калибрующая машина А2-ШКР предназначена для прокатки, вытяжки и калибровки ирисного жгута, поступающего из обкаточной машины. Машина состоит из станины 2 (рис. 15.32.), привода 5, редуктора, корпуса 3 с горизонтальными калибрующими роликами, шкафа электрооборудования 4, лотка 1 для соединения с обкаточной машиной и откидного мостика 6 для соединения с формующей машиной.

На задней стенке станины установлен тахогенератор, который связан с электродвигателем при помощи ременной передачи. На корпусе установлены четыре пары калибрующих роликов, вращающихся в горизонтальной плоскости при помощи ряда шестерен.

Диаметр жгута регулируется при помощи эксцентриковых стаканов, расположенных на передних роликах каждой пары. Над калибрующими роликами, которые служат для направления жгута, установлены козырьки, защищающие обслуживающий персонал от попадания пальцев рук в зазоры между роликами.

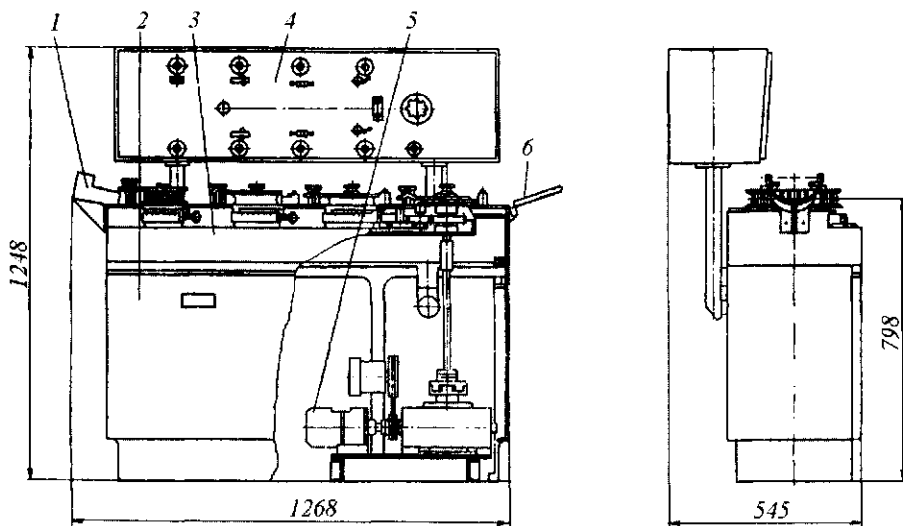


Рис. 15.32 Калибровочная машина А2-ШКР

Ирисный жгут диаметром 50...60 мм из обкаточной машины поступает через лоток на четыре пары горизонтальных роликов, калибруется до диаметра 15 мм и далее через откидной мостик подается в формующую машину.

Техническая характеристика калибровочной машины А2-ШКР

Производительность, кг/ч	до 300
Габаритные размеры, мм	1268×545×1248
Масса, кг	450

Инженерные расчеты. Производительность двухвалкового питателя Π (кг/мин), имеющего валки разного диаметра, вращающиеся с разной частотой, может быть определена по формуле

$$\Pi = \pi \delta \rho (R_1 n_1 k_1 + R_2 n_2 k_2),$$

для случая одинаковых диаметров подающих валков, вращающихся с одинаковой частотой, производительность рассчитывают так:

$$\Pi = 2\pi R l \delta n \rho k,$$

где l – длина рабочей щели питателя, м; δ – ширина щели, м; ρ – средняя плотность теста, кг/м³; R_1, R_2 – радиусы валков, м; n_1, n_2 – частота их вращения, об/мин; k_1, k_2 – коэффициенты подачи теста, зависят от диаметра валика и консистенции теста (для теста из пшеничной муки первого и высшего сортов $k = 0,7$, при $R = 0,15$, при уменьшении R снижается k).

Мощность N_1 (кВт), требуемую для привода подающих валков, определяют из уравнения:

$$N_1 = Mn / (9740 \eta_1 \eta_2),$$

где M – результирующий момент, Н·м; n – частота вращения подающих валков, мин⁻¹; η_1, η_2 – КПД подшипников и зубчатой передачи.

При расчете жгутовытягивающей машины для карамели диаметр калибрующего ролика D , его угловая скорость ω и диаметр карамельного жгута d связаны равенством

$$D_1 \omega_1 d_1^2 = D_2 \omega_2 d_2^2 = D_3 \omega_3 d_3^2.$$

Передаточное число от последующего ролика к предыдущему

$$i = \omega_1 / \omega_2 = D_2 d_2^2 / (D_1 d_1^2).$$

Диаметр d_1 (в м) вычисляется по формуле

$$d_1 = \sqrt{4G_0 / (\rho \pi l)},$$

где G_0 – масса одного изделия, кг; ρ – средняя плотность массы, кг/м³; l – длина изделия, м; она равна расстоянию между ножами в штампующей машине.



В мире много сил великих,
Но сильнее человека
Нет в природе ничего.
СОФОКЛ (496–406 до н.э.),
древнегреческий драматург

15.9 ОКРУГЛИТЕЛЬНЫЕ, ЗАКАТОЧНЫЕ И ОБКАТОЧНЫЕ МАШИНЫ

Тестоокруглительная машина А2-ХТН предназначена для округления тестовых заготовок при производстве подового хлеба и хлебобулочных изделий из пшеничной сортовой муки. Внутри корпуса 4 размещены приводной электродвигатель 2, двухступенчатая клиноременная передача и червячный редуктор 3 (рис.15.33). Внутри пустотелого вала червячного колеса 1 расположен пустотелый вал 5, на котором закреплены формирующая спираль 11 и патрубки 10, служащие для обдувки заготовок воздухом с целью устранения залипания теста на рабочих поверхностях.

Для установления выходного участка спирали в нужном для согласования технологического потока направлении ее можно поворачивать и фиксировать с помощью диска 8 с отверстиями и пальца 9. Для регулирования зазора между стенкой чаши и формирующей спиралью служит винт 7. Заготовки подаются через приемную воронку 6, изменяя положение загрузочной воронки заготовок в округлителе.

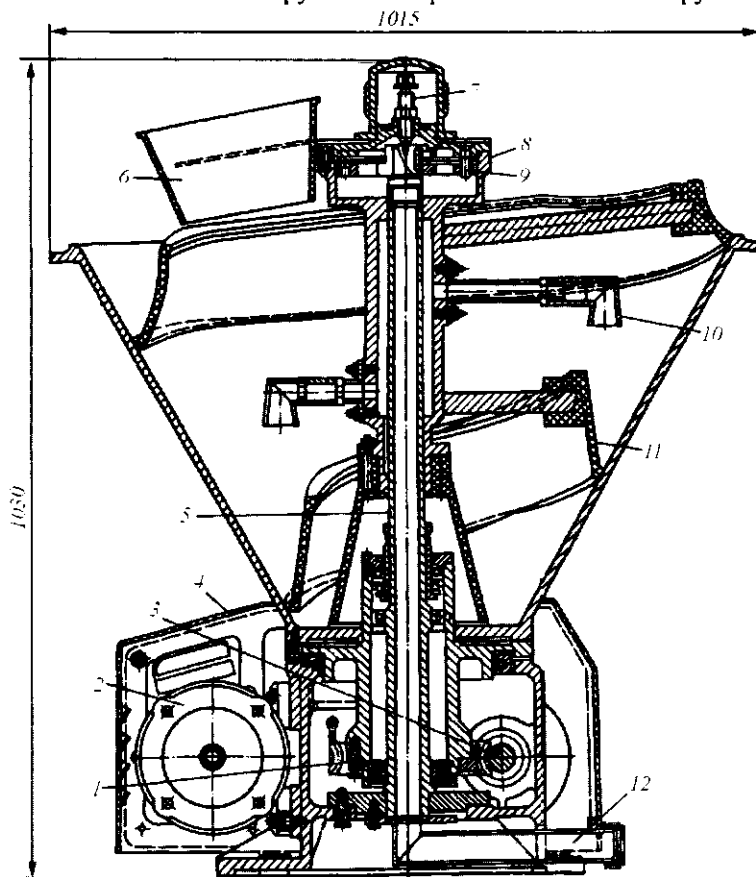


Рис. 15.33 Тестоокруглительная машина А2-ХТН

Воздух для обдувки подается в машину по трубе 12, к которой подключается центральная воздухоподающая магистраль. В приводе предусмотрена двухручьевая клиноременная передача с различным передаточным числом, что позволяет установить две частоты вращения чаши. При работе машины куски теста падают на дно чаши, где подхватываются поверхностью вращающейся чаши, перемещаются по спиральному желобу, принимают шарообразную форму и выдаются из округлителя на последующие технологические операции.

Для округления мелкоштучных хлебобулочных изделий применяют тестоокруглительную машину А2-ХПО/6 с наружным конусом. Технические характеристики тестоокруглительных машин приведены в табл. 15.11.

Таблица 15.11 Техническая характеристика тестоокруглительных машин

Показатели	А2-ХТН	А2-ХПО/6
Производительность, шт/мин	20...63	30
Масса обрабатываемых тестовых заготовок, кг	0,2...1,2	0,09...0,9
Частота вращения конуса, мин ⁻¹	62 и 40	—
Установочная мощность, кВт	1,1	2,4
Габаритные размеры, мм	1060×1015×1030	1240×930×1450
Масса, кг	335	315

Закаточная машина для рогаликов С-500М предназначена для формования тестовых заготовок муки высшего и 1-го сортов. Машина состоит из передвижной станины 8, установленной на четырех катках 9 (рис. 15.34). На станине смонтирована головка 6, внутри которой расположены два раскатывающих вала 10 и два ленточных транспортера 12 и 21. Лента верхнего конвейера огибает валик 18, натяжной валик 13, валик 15 мукопосыпателя и приводной барабан 16. Лента нижнего конвейера огибает валик 19, натяжной валик 20 и приводной барабан 17.

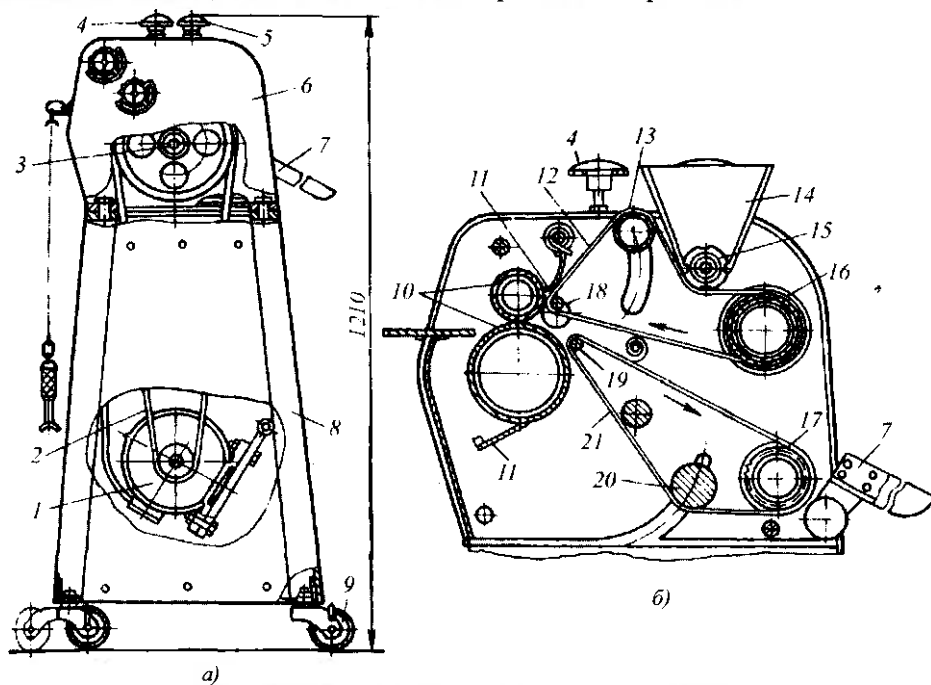


Рис. 15.34 Закаточная машина для рогаликов С-500М

Кусок теста подается в зазор между валками 10, раскатывается в блин, который, проходя между транспортерными лентами, имеющими встречное движение, сворачивается в рулон. Благодаря увеличению расстояния между лентами предотвращается сильное давление на тестовый рулон, в результате он приобретает слоистое строение. Сформованные заготовки по лотку 7 поступают на стол, где им вручную придается подковообразная форма. Для предупреждения прилипания заготовок к ленте последняя посыпается мукой валиком 15, который при вращении своими желобками захватывает муку из воронки 14. Натяжные верхней и нижней лент производится перемещением валиков 13 и 20 путем вращения винтов 4 и 5. Очистка раскатывающих валков от теста производится с помощью пластинчатых ножей 11.

Машина приводится в движение от электродвигателя 1, от которого через клиноремennую передачу 2 вращается вал 3. От этого вала с помощью зубчатых передач вращение передается раскатывающими валками и приводным барабаном ленточных конвейеров.

Для формования тестовых заготовок цилиндрической и сигарообразной формы для хлебобулочных изделий из пшеничной муки применяют тестозакаточную машину И8-ХТЗ. При выпечке батанообразных изделий для получения заготовок цилиндрической формы из шарообразных полуфабрикатов используют машину ТЗ-1. Машина А2-ХПО/7 предназначена для формования роголиков. Технические характеристики тестозакаточных машин приведены в табл. 15.12.

Таблица 15.12 Техническая характеристика тестозакаточных машин

Показатели	С500	И8-ХТЗ	ТЗ-1	А2-ХПО/7
Производительность, шт/мин	80...83	до 63	25...40	60
Масса заготовок, кг	0,06...0,40	0,22...1,1	0,2...1,5	0,055...0,45
Установленная мощность, кВт	0,75	1,1	1,1	0,75
Габаритные размеры, мм	465×700×1220	2300×820×1400	1750×730×1010	1223×976×1172
Масса, кг	140	430	270	203

Карамелеобкаточная машина Б4-ШМП-1 предназначена для формования порции карамельной массы в виде конического батона, из вершины которого вытягивают карамельный жгут с начинкой внутри. Машина состоит из станины 1, корытообразного корпуса 2, веретен 3, механизма 4 подъема корпуса, привода 6 веретен с мотор-редуктором 5, начинконополнительной трубки 8 и электрошкафа с пультом управления 9 (рис.15.35, а).

Корпус 2 снабжен обогревательным змеевиком и может поворачиваться при подъеме корпуса винтовым механизмом 4. Таким образом, регулируют уклон корпуса в сторону выхода карамельного жгута.

В корпусе находятся шесть конических рифленых веретен, которые обкатывают карамельный батон. Для регулирования диаметра батона изменяют положения веретен при помощи рукоятки 7 и фиксирующей гребенки. Противоположные подшипники веретен перемещаются рычажно-винтовым механизмом 11 путем вращения маховичка 10.

Машина снабжена механизмом подъема корпуса 1 и механизмом раздвижки веретен 2, позволяющими изменять производительность машины и диаметр выходящего карамельного жгута (рис.15.35, б). Движение веретен осуществляется механизмом привода веретен 5 от мотора-редуктора, снабженного электромагнитной муфтой и системой прямозубых передач. Благодаря электромагнитной муфте обеспечивается реверсивное вращение веретен 3. Привод меха-

низа подъема корпуса 4 осуществляется электродвигателем через червячный редуктор, путем применения кнопок прямого и обратного направлений вращения электродвигателя.

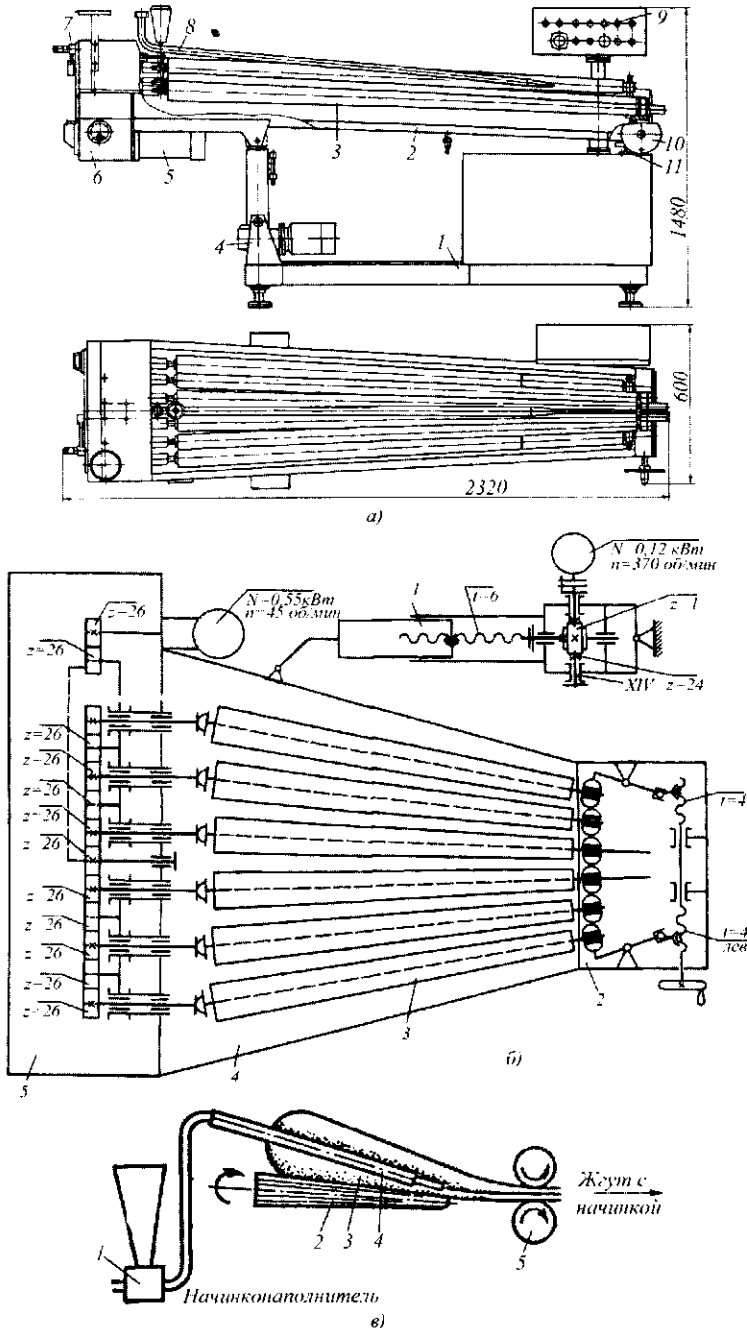


Рис. 15.35 Карамелеобкаточная машина Б4-ШМП-1:
а – общий вид; б – кинематическая схема; в – технологическая схема

При работе машины на вращающиеся веретена 2 обкаточной машины накапливают порцию карамельной массы и обкатывают ее в карамельный батон 3 так, чтобы нагнетательная трубка 4 находилась в его центре (рис.15.35, в). Батон вытягивается вдоль веретен с уклоном в сторону выхода жгута. Когда карамельный жгут начитает стабильно проходить через ролики 5 жгутовывтягивающей машины, включают насосы 1 начиночной машины. По мере неуклонного уменьшения массы в батоне за счет выхода жгута ее добавляют в обкаточную машину также непрерывно.

При производстве карамели применяется также обкаточная машина КРМ, на базе которой разработана вышеописанная машина. В линиях производства леденцовой карамели используют катально-растягивающую машину КРМ-3, а в линии производства ириса машину КРМ-2. Обе эти машины имеют практически одинаковые технические характеристики и выполнены в виде агрегатов, в которых совмещены обкаточная и жгутовывтягивающая машины. Технические характеристики обкаточных машин приведены в табл. 15.13.

Таблица 15.13 Техническая характеристика обкаточных машин

Показатели	КРМ	Б4-ШМП-1	КРМ-2
Производительность, кг/ч	до 750	до 1100	210
Диаметр жгута на выходе, мм	50...70	50...70	18...25
Частота вращения веретен, мин ⁻¹	45	90	33
Установленная мощность, кВт	1,7	2,22	1,7
Габаритные размеры, мм	2380×600×1300	2320×600×1480	3280×530×1363
Масса, кг	520	500	536

Инженерные расчеты. Производительность Π (шт/с) тестоокруглительной машины с конической несущей поверхностью

$$\Pi = \lambda \pi D n \mu / d ,$$

где λ – коэффициент, учитывающий отклонение размеров кусков теста ($\lambda = 0,8 \dots 0,85$); D – минимальный диаметр чаши в месте контакта с тестовой заготовкой, м; n – частота вращения рабочего органа, с⁻¹; μ – коэффициент проскальзывания заготовки; d – диаметр округленного куска теста, м.

Средний диаметр d (м) округленного куска теста

$$d = \sqrt[3]{6m / (\pi \rho)} ,$$

где m – масса куска теста, поступающего в округлитель, кг; ρ – плотность теста ($\rho = 1070 \dots 1200 \text{ кг/м}^3$).

Производительность G (шт/с) тестоокруглительной машины ленточного типа

$$\Pi = v_n / a ,$$

где v_n – скорость перемещения куска теста при округлении, м/с; a – шаг кусков теста, м;

$$v_n = (v_n - v_\phi) \mu / 2 ,$$

здесь v_n , v_ϕ – скорость несущей и формирующей ленты, м/с; μ – коэффициент проскальзывания ($\mu = 0,8$).

Производительность Π (шт/с) тестозакаточной машины ленточного типа

$$P = (v_n - v_\phi) \mu / 2,$$

где a – шаг между центрами заготовок, м (шаг должен быть не мене 5 диаметров тестовой заготовки).

Необходимая длина зоны уплотнения рулона L (м) в тестозакаточных машинах

$$L = k\pi d / \left(1 - \frac{2v_\phi}{v_n - v_\phi} \right),$$

где k – необходимое количество оборотов тестовой заготовки в зоне уплотнения ($k = 6 \dots 8$); d – зазор между несущим и формирующим рабочим органом.

Мощность электродвигателя тестозакаточной машины N (кВт)

$$N = (N_1 + N_2) / \eta,$$

где N_1 – мощность, необходимая для вальцевания куска; N_2 – мощность, необходимая для уплотнения рулона в зоне закатки; η – КПД привода.

Мощность, необходимая для привода узла прокатки,

$$N_1 = M\omega,$$

где M – крутящий момент на валках:

$$M = P \left(D \sin \frac{\beta}{2} + d_0 \mu \right),$$

здесь P – распорное усилие ($P = F p_{cp}$, здесь F вертикальная проекция поверхности контакта заготовки с валком; p_{cp} – среднее давление тестовой заготовки на валок; $p_{cp} = 12 \dots 40$ кПа); D – диаметр валка; β – угол захвата тестовой заготовки; d_0 – диаметр цапфы валка; μ – приведенный коэффициент трения в подшипниках; ω – угловая скорость валка.

Мощность, необходимая для обработки тестовых заготовок в зоне уплотнения рулона,

$$N_2 = mPv \left(\sin \varphi + 2 \sqrt{\sin \frac{\alpha}{2} \cos \varphi + f \cos \varphi} \right),$$

где m – количество одновременно обрабатываемых заготовок; v – векторная сумма скоростей ($\bar{V} = \bar{V}_n + \bar{V}_\phi$, здесь \bar{V}_n , \bar{V}_ϕ – скорость несущего и формирующего органа); φ – угол между равнодействующей сил сжатия заготовки и вертикальной осью (для заготовок батанообразных изделий $\varphi \approx 10 \dots 15^\circ$); f – коэффициент трения между лентами конвейеров и опорными щитами; P – сила сжатия заготовки между несущим и формирующим рабочим органом:

$$P = p_0 l b,$$

здесь p_0 – давление на тестовую заготовку ($p_0 = 50$ кПа); l – длина заготовки; b – ширина площади контакта заготовки с рабочими органами:

$$b = d \sqrt{\frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{\pi}{2} \right) \sin \frac{\pi}{2}},$$

здесь d – диаметр заготовки; α – угол между рабочими поверхностями несущего и формирующего органов.



Слушать чужие мнения это почти то же, что
посещать чужие страны и другие эпохи.
ГЁТЕ ИОГАНН ВОЛЬФАНГ (1749–1832),
немецкий поэт, мыслитель, естествоиспытатель

15.10 МАШИНЫ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ЗАГОТОВОК И ИЗДЕЛИЙ

Бисквиторезательная машина ХК-531 предназначена для послойного разрезания бисквита на два и более пластов. Машина (рис. 15.36) состоит из привода, станины, конвейера, поддона, ножей и прижимных валиков. На станине 11 машины установлен электродвигатель 9, вал которого заменен на вал с двумя выходными концами. На одном конце вала посажен эксцентрик 10, который через шатун 4 связан с полуосью. Полуось крепится на двух горизонтальных штангах 2, которые движутся в бронзовых втулках. На концах штанг жестко смонтированы приспособления для крепления и натяжки ножа 3. Таким образом, нож эксцентрика получает колебательное движение, что обеспечивает ровное разрезание бисквита.

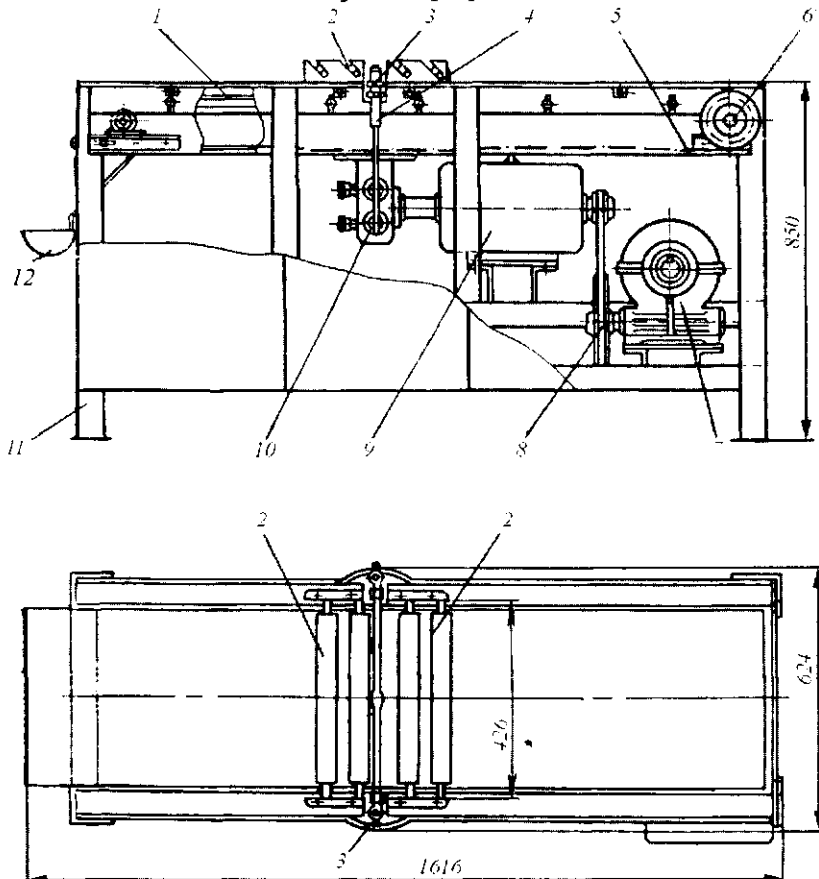


Рис. 15.36 Бисквиторезательная машина ХК-531

Движение конвейера 1 осуществляется от второго выходного конца вала электродвигателя. Через клиноременную передачу 8 движение передается на редуктор 7, а с выходного вала редуктора через цепную передачу 5 на ведущий вал 6 конвейера. На станине расположен поддон со скатом, обеспечивающим сбор оставшихся на ленте конвейера крошек бисквита в сборник 12, подвешенный к станине. Поддон служит для поддержки ленты транспортера в строго горизонтальном положении, что обеспечивает наряду с прижимными валиками качественную резку бисквита.

При работе машины выпеченный бисквит, ширина которого соответствует ширине ленты, укладывается на конвейер. Проходя под прижимными валками, бисквит выравнивается по высоте и разрезается.

Техническая характеристика бисквитнорезальной машины ХК – 531

Скорость движения ленты транспортера, м/мин.....	2,14
Амплитуда колебания ножа, мм.....	15
Ширина ленты, мм.....	400
Установленная мощность, кВт.....	1,7
Габаритные размеры, мм.....	1616×624×850
Масса, кг.....	218

Струнная режущая машина (рис. 15.37) предназначена для деления конфетных масс на отдельные части в форме параллелепипеда. Она обычно применяется для резки вафельных пластов с жиросодержащей начинкой.

При работе машины штабель из трех пластов, уложенных один на другой, длинной осью вдоль движения поступает из штабелера 1 на поворотный стол 4. Стол поворачивает штабель на угол 90°. Упор 3 цепного транспортера 2 сдвигает пласт со стола 4 и по столу 5 продвигает его до упора 8. Здесь на пласт опускаются прижимы 6 и ползун 7 сдвигает пласт вправо до упора 17 через струны 9, находящиеся в сменной рамке 10. Отрезанные боковые кромки пласта захватами 15 сбрасываются в сборник 16. Затем на полосы опускаются держатели 18 и ползун 19 проталкивает полосы через струны 14, закрепленные в сменной рамке 13. Боковые обрезки сбрасываются в сборник 11. Полученные стопки параллелепипедов собираются на столе 12. Ползуны и поворотный стол имеют индивидуальные приводы, которые включаются и выключаются конечными выключателями 20.

Техническая характеристика струнной режущей машины приведена в табл. 15.14.

Машина с дисковыми и гильотинными ножами (рис. 15.38) применяется в поточных линиях производства конфет.

Равномерно движущаяся лента 1 подает конфетный пласт к дисковым ножам 2, расположенным в шахматном порядке на двух параллельных валах. Дисковые ножи разрезают пласт на полоски, соответствующие ширине конфет. Шахматное расположение дисковых ножей устраняет заклинивание между ними полосок. Полоски разрезаются на конфеты прямым ножом, повернутым к траверсе 3. Траверса закреплена на двух ползунах 4, движущихся вертикально от кулачка 12 при помощи коромысел 8. Направляющие ползунов находятся в каретке 5, которую кулачок 11 перемещает горизонтально при помощи шатуна 10 и коромысла 6. Плоский нож при резке перемещается горизонтально со скоростью пласта.

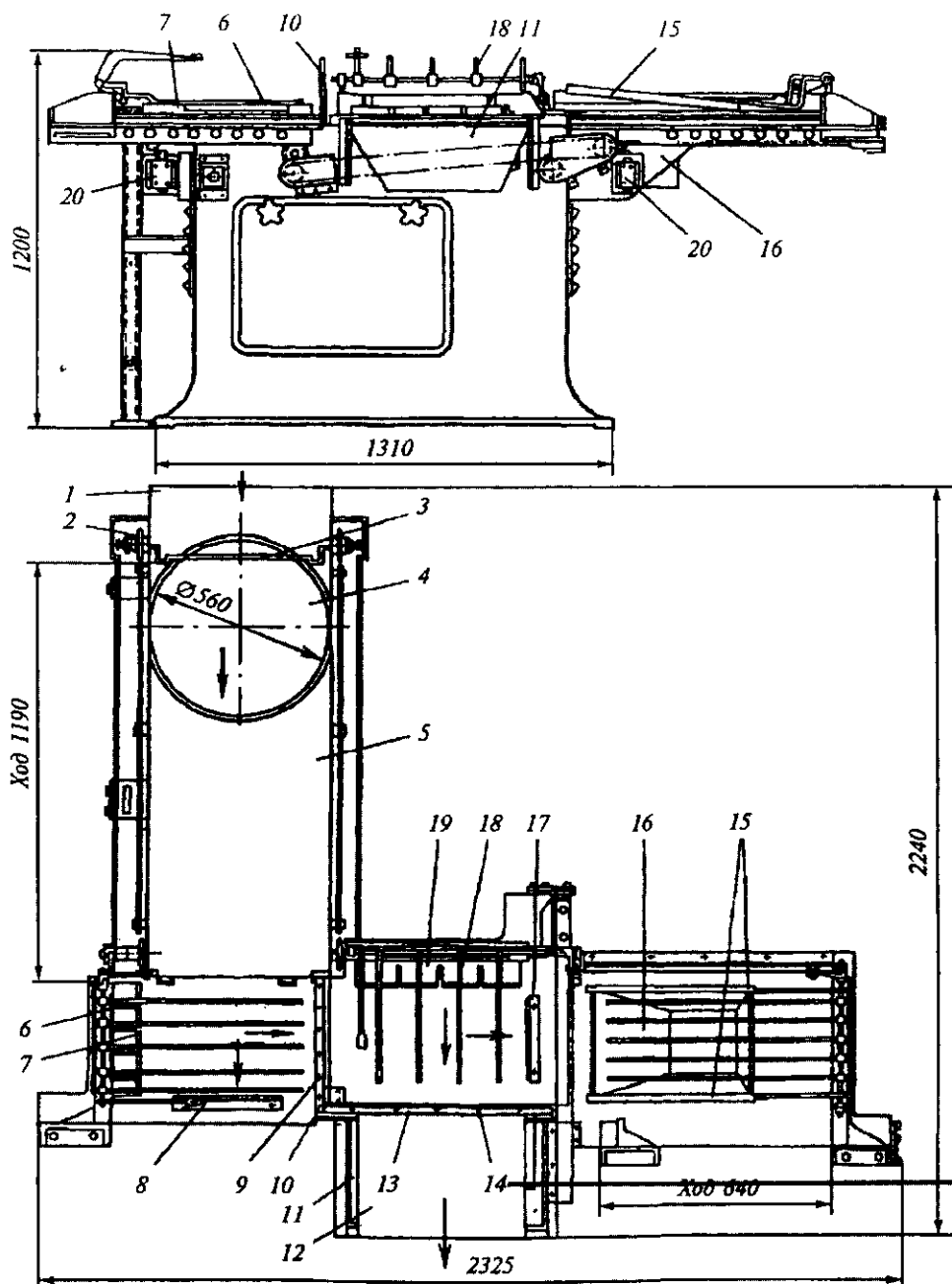


Рис. 15.37 Струнная режущая машина

Горизонтальное перемещение плоского ножа равно длине конфеты и регулируется винтом 9. Пружина 7 постоянно прижимает ролик к кулачку.

Техническая характеристика режущей машины с дисковыми и гильотинными ножами приведена в табл. 15.14.

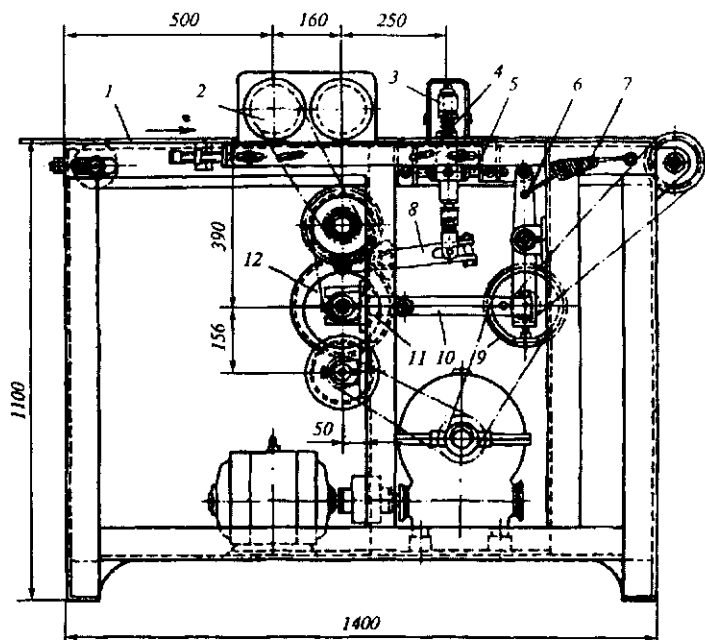


Рис. 15.38 Машина с дисковыми и гильотинными ножами

Таблица 15.14 Техническая характеристика режущих машин для пластов

Показатели	Струнная машина	С дисковыми и гильотинными ножами	Пастилорезущие
Производительность, кг/ч	330	850	423...732
Диаметр рабочего органа, мм	0,5	135	100
Скорость движения пласта, м/с	0,16	0,02...0,04	0,02...0,04
Мощность электродвигателей, кВт	1,32	1,0	—
Габаритные размеры, мм	2325?2240?1200	1500?700?1255	9250?1175?2300

Цепная линейно-режущая машина ЛРМ (рис. 15.39, а) предназначена для получения карамели «подушечка», «лопаточка», «продолговатая подушечка» и т. д. На двух стойках 9 находятся две ведущие звездочки 7, а на стойке 1 – направляющие ролики 3, по которым движется цепь 4 с ножами. Направление движения цепей показано стрелками. Карамельный жгут, идущий от равняльных роликов, барабанов или вытягивающей машины, заправляется в направляющую 2 и зазор между ножами верхней и нижней цепей. Цепи постепенно сближаются и ножами разрезают карамельный жгут на отдельные изделия.

Угол, образуемый ножами, составляет $(1/15...1/12)\pi$ рад. Сближение ножей регулируется винтами 5, которые перемещают ползки 6, служащие направляющими для цепей. Изделия поступают на лоток 8, а с него – на охлаждающий транспортер.

Скорости цепей машины согласованы со скоростями вытягивания карамельного жгута и скоростью охлаждающего транспортера. Согласование скоростей производится перемещением ремня по поверхности конических шкивов при помощи маховика 10. Натяжение цепей производится перемещением стойки 1 винтом 11, который ввинчивается в гайку 12, жестко соединенную со стойкой 1. Для вращения винта служит рукоятка 13.

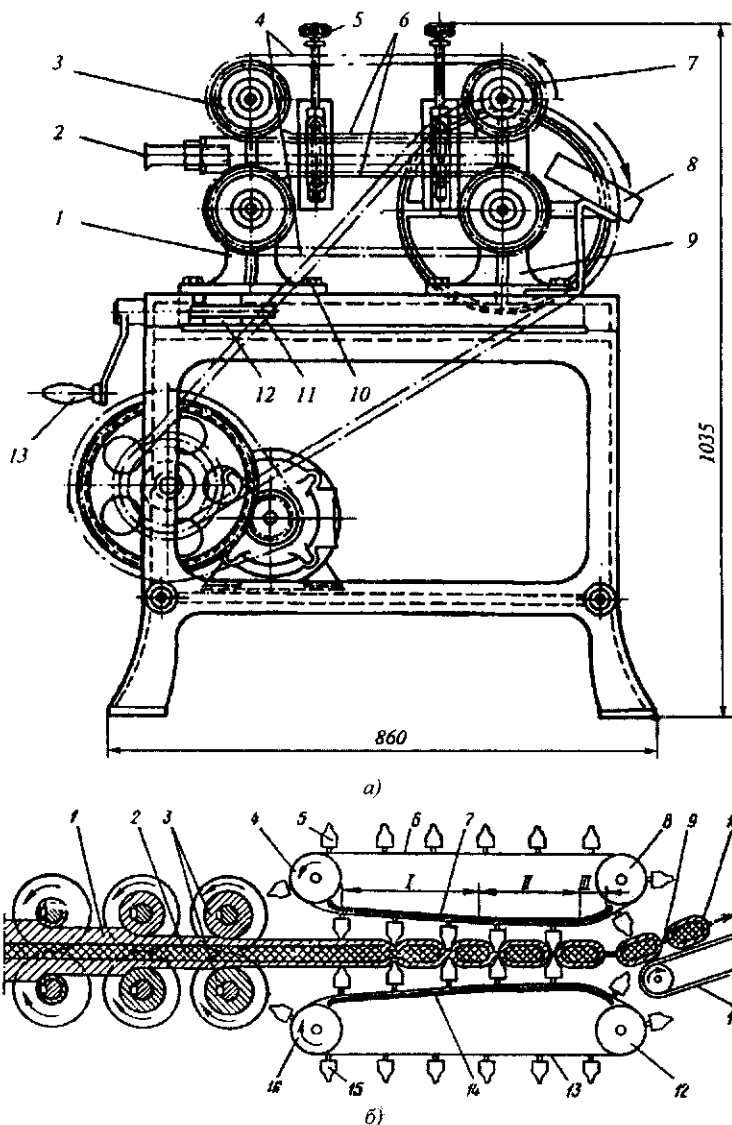


Рис. 15.39 Цепная линейно-режущая машина ЛРМ:
а – общий вид; б – технологическая схема

Шаг ножей на цепях следующий (мм): 10, 15, 16, 20, 21, 30, 40. Цепи с одними лишь ножами придают карамели форму выпуклой подушечки. Плоская подушечка с рисунком или без него получается на режущей цепи, имеющей кроме ножей пластины с рисунком или без него.

При работе машины (рис. 15.39, б) карамельный жгут, состоящий из оболочки 1 и начинки 2 (или без начинки), пройдя последнюю пару роликов 3 жгутовытягивающей машины, поступает в пространство между двумя специальными цепями: верхней 6 и нижней 13. Цепи приводятся в движение от роликов 8 и 12 и огибают направляющие ролики 4 и 16. Цепи снабжены пластинами – ножами 5 и 15. Рас-

стояние между соседними ножами одной цепи соответствует одному из размеров карамели (длине или ширине). Огибающие ролики 4 и 16, верхняя и нижняя цепи на участке I сближаются направляющими 7 и 14. Ножи цепей сминают карамельный жгут и формируют изделие. На участке II цепи движутся без изменения положения одной относительно другой. На этом участке происходит закрепление формы. На участке III ножи цепей расходятся, а готовые изделия 10, соединенные перемычками 9, попадают на ленту отводящего конвейера 11.

Техническая характеристика линейно-режущей машины ЛРМ

Производительность, кг/ч.....	до 1500
Линейная скорость цепи, м/с	0,7...1,8
Установленная мощность, кВт.....	1,0
Габаритные размеры, мм	860?520?1035
Масса, кг	205

Инженерные расчеты. Производительность машин периодического действия, например машин с дисковыми ножами, P (кг/ч)

$$P = 3600G_o \eta / \tau,$$

где G_o – масса одного пласта, кг; η – коэффициент, учитывающий количество обрезков; ($\eta = 0,90...0,88$); τ – максимальное время разрезания или операции, которая является лимитирующей, с.

Производительность машин непрерывного действия при равномерном движении конвейера P (кг/ч)

$$P = 3600J_1 v / (l \beta),$$

где J_1 – количество продольных рядов; v – линейная скорость пласта или полосы, м/с; l – размер конфеты в направлении движения, м; β – число изделий в 1 кг.

При периодическом движении пласта производительность P (кг/ч)

$$P = 3600J_1 v / (T \beta),$$

где T – время одного движения ножей, с.

Производительность карамелережущей машины P (кг/ч) подсчитывается по формуле

$$P = 3600v \eta / (l \chi),$$

где v – линейная скорость кромки ножей на вращающемся барабане или цепи, м/с; η – коэффициент использования машины; l – расстояние между ножами, м; χ – число изделий в 1 кг.

Потребная мощность привода цепной режущей машины N (кВт) равняется

$$N = (P_T + P_\tau) v / (1000 \eta),$$

где P_T и P_τ – тяговые силы на звездочках, Н; v – линейная скорость, м/с; η – коэффициент полезного действия приводного механизма.



Я очень крепко верю в чудеса, творимые
разумом и воображением человека.
Иных чудес я не знаю.
ГОРЬКИЙ МАКСИМ (1868–1936),
русский писатель, публицист

15.11 МАШИНЫ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Карусельный пресс Б6-ПК2-Т (рис. 15.40) предназначен для брикетирования пищевых концентратов (каши крупяные, кисели плодово-ягодные, супы и т. д.).

Пресс состоит из станины, карусели 8, питателя, механизмов регулирования заполнения матриц и давления, а также привода.

Станина пресса состоит из двух поперечин 6 и 11, стянутых тремя вертикальными колоннами 10. Нижняя поперечина 11 закреплена на двух станках 14, установленных на плите 15.

Между поперечинами на вертикальном валу закреплена карусель, представляющая собой трехъярусную чугунную отливку. В среднем ярусе имеется десять отверстий, в которых размещены матрицы, а верхнем и нижнем ярусах – по десять отверстий с направляющими пазами для пуансонов 7 и 9. Пуансоны снабжены роликами, прессующими и холостыми хвостовиками. Осевое перемещение пуансонов осуществляется от направляющих копиров посредством роликов. Нижние направляющие укреплены на нижней поперечине, а верхние – на колоннах пресса.

Питатель пресса служит для равномерного заполнения матриц продуктом перед прессованием. Привод питателя осуществляется ее вертикального вала карусели посредством цилиндрической передачи.

Вращение от вертикального вала 18, на котором находится горизонтальный ворошитель питателя 19, через коническую пару шестерен передается вертикальному ворошителю 17, который предотвращает зависание продукта в воронке 16 питателя.

Механизм регулирования заполнения матриц обеспечивает вертикальное перемещение направляющей (а следовательно, и нижнего пуансона в матрице) с помощью маховика 4 винтовой и конической пар шестерен. Положение направляющей определяется по шкале и фиксируется зажимом 5.

Механизм 20 регулирования давления предназначен для изменения степени прессования и высоты брикета, посредством вертикального перемещения прессующей дорожки с помощью клиньев, винтовых пар и других деталей.

Привод пресса состоит из электродвигателя 1, клиноременной передачи, промежуточного вала с фрикционной муфтой и двумя заблокированными рукоятками включения 3, цилиндрической пары шестерен, червяка 13, от которого вращение передается на червячное колесо 12 карусели 3. Частота вращения последней в зависимости от прессуемого продукта может изменяться путем установки сменных шкивов на валу электродвигателя. Для ручного прокручивания пресса на промежуточном валу установлен маховик 2 с кулачковой муфтой.

Технологический процесс брикетирования протекает следующим образом. Приготовленный продукт подается в воронку питателя, откуда он поступает на рабочую поверхность стола. Горизонтальный ворошитель непрерывно подает продукт к подходящим матрицам. После заполнения матрицы верхний пуансон опускается вниз и закрывает продукт в матрице. Затем нижний пуансон поднимается вверх и спрессовывает находящийся в матрице продукт.

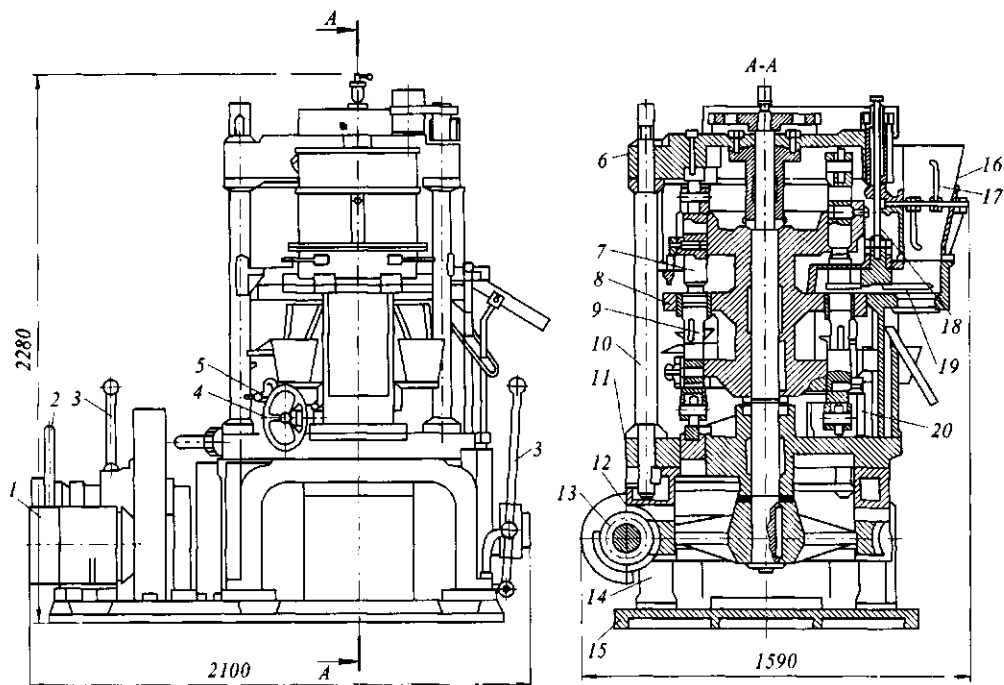


Рис. 15.40 Карусельный пресс Б6-ПК2-Т

После некоторой выдержки продукта под давлением верхний пуансон поднимается вверх, а брикет выталкивается нижним пуансоном на рабочую поверхность стола. Нижний пуансон, поднявшийся над рабочей поверхностью стола примерно на 1 мм, остается в таком положении до снятия с него брикета съемником. Затем рабочие поверхности верхнего и нижнего пуансонов очищаются от налипших частиц. Для предотвращения прилегания брикета при прессовании киселей на пресс устанавливается специальное приспособление. После очистки нижний пуансон опускается вниз в первоначальное положение. Брикет, скользя по съемнику, подается в лоток, а затем на упаковку. Для сбора просыпавшегося продукта предусмотрены лотки и емкости.

Техническая характеристика пресса Б6-ПК2-Т

Производительность пресса, брикетов в час	2460; 3540; 5520
Номинальные размеры брикетов, мм:	
длина (ширина).....	55; 75
высота	15...35
Масса брикетов, кг.....	0,2...0,25
Число матриц.....	10
Установленная мощность, кВт.....	5,5
Габаритные размеры, мм.....	2100×1590×2280
Масса, кг	5520

Гидравлический пресс КПК(А) (рис. 15.41) предназначен для брикетирования овощных концентратов и смесей овощей.

Пресс состоит из чугунной станины 1, в верхней части которой расположены прессующие цилиндры-ползуны 3, поддоны 4 и матрицы 5. Пресс оснащен насосным агрегатом и снабжен электроприводом.

Насосные агрегаты 2 монтируют отдельно от общей станины пресса и связаны с ним трубопроводом. В качестве рабочей жидкости, создающей давление в цилиндре пресса, применяют минеральное масло. Матрицы пресса снабжены электрообогревом. Температура стенок матриц в период работы пресса должна быть на уровне $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ползун, матрицы и поддон передвигаются циклично благодаря полуавтоматическому управлению. В момент загрузки пресса поддон и матрицы выводятся из-под него и устанавливаются в положение загрузки. Ползун в это время находится в верхнем положении.

После загрузки поддон и матрицы входят под пресс, ползун опускается. Брикет прессуется до заданного давления, затем ползун поднимается, поддоны уходят в положение загрузки, а ползун, опускаясь, выталкивает из матриц брикеты на стол, откуда они специальным выталкивателем передвигаются к заверточному столу.

Пресс развивает усилие до 10 кН. Рабочее давление масла в главном цилиндре может достигать 19,6 МПа. Усилие при обратном ходе ползуна составляет 4,5 кН. Наибольший ход ползуна 450 мм. Выдержка брикета 1...3 мин при удельном давлении на брикет 7 МПа.

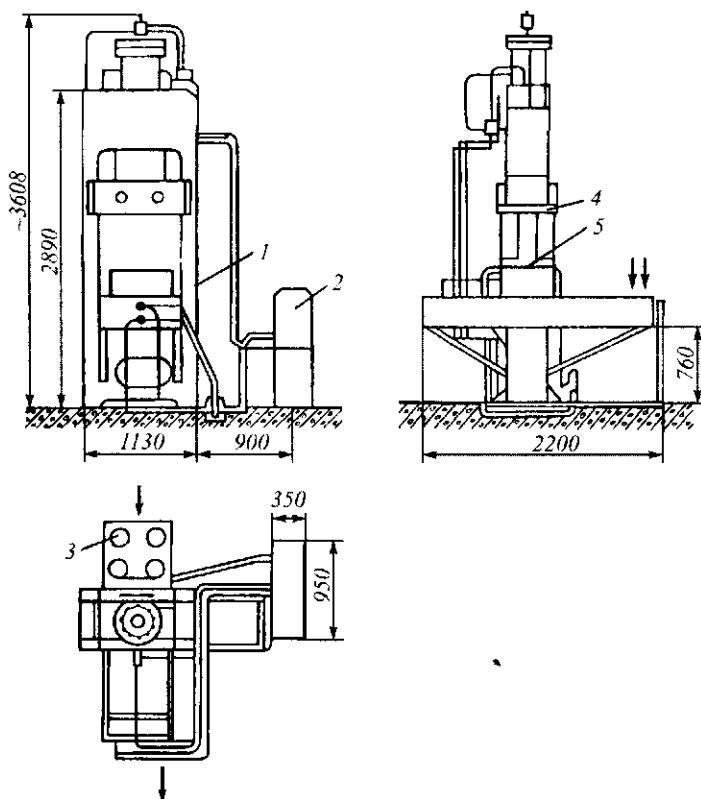


Рис. 15.41 Гидравлический пресс КПК(А)

Техническая характеристика пресса КПК(А)

Производительность пресса, брикетов в час.....	51...94
Номинальные размеры брикетов, мм:	
диаметр	205
высота	90
Масса брикетов, кг	3,1
Число матриц.....	4
Установленная мощность, кВт.....	7,3
Габаритные размеры, мм	2200×2200×3600
Масса, кг	400

Ротационная таблеточная машина (рис. 15.42) предназначена для прессования таблеток, форма которых соответствует внутренней поверхности пресс-формы. Таблеточная машина состоит из литой и чугуновой станины 1, траверсы 7, ротора 4, загрузочной воронки 6, распределительной воронки 5, верхнего 8 и нижнего 15 прессующих роликов и привода. Ротор 4 выполнен в виде круглой чугуновой карусели и имеет три пояса: в среднем по окружности расположены матрицы 12, в верхнем и нижнем поясах специально направляющих находятся верхние 11 и нижние 13 пуансоны. Нижний ролик 15 смонтирован на оси 14, которая входит в состав рычажно-го механизма компенсации давления с предохранительной пружиной. В случае превышения заданного усилия прессования пружина сжимается и ролик 15 опускается. Верхний ролик 8 установлен на эксцентричной оси 9, при повороте ее червячным механизмом 10 изменяется расстояние между осями прессующих роликов. Путем изменения этого расстояния, а также пружиной механизма компенсации давления можно регулировать усилие прессования.

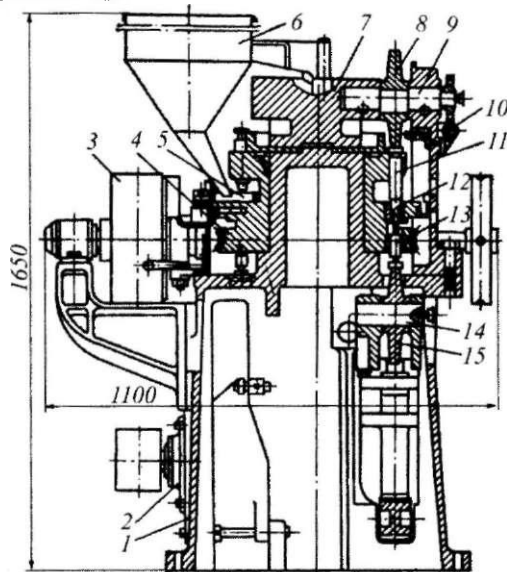


Рис. 15.42 Ротационная таблеточная машина:
а – общий вид; б – циклограмма

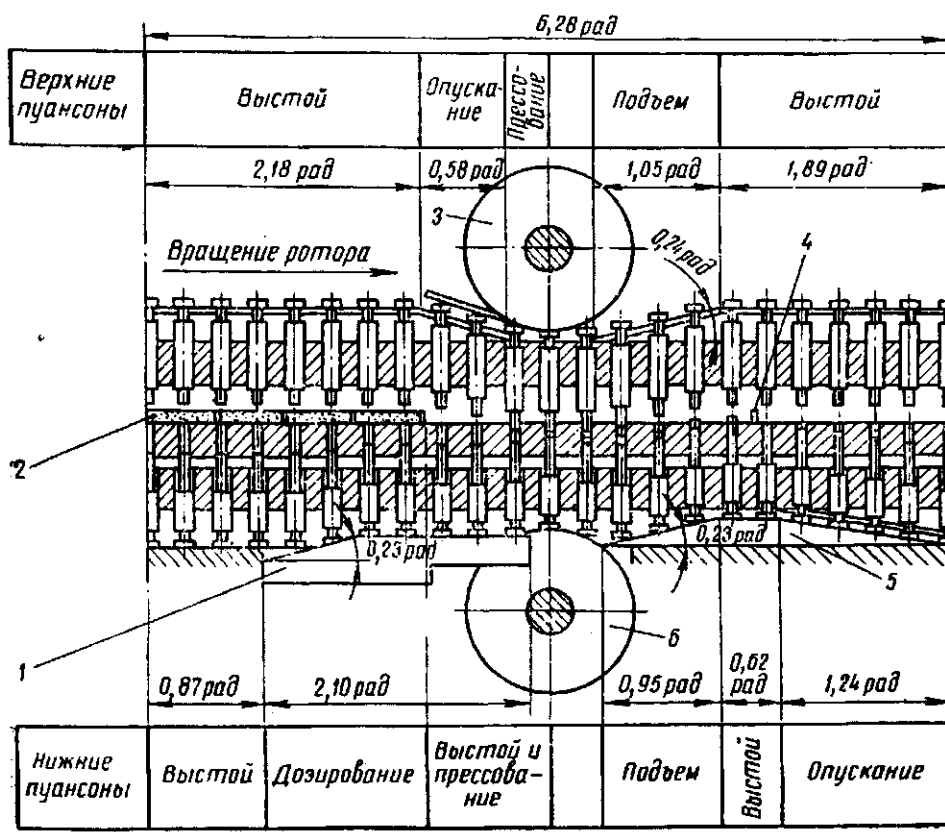


Рис. 15.42 (Продолжение)

Привод таблеточной машины включает электродвигатель 2, ременную передачу со шкивом 3, фрикционную муфту, червячную пару с червячным колесом, профрезерованным на корпусе ротора 4.

Таблеточная машина работает следующим образом. Рецептурную смесь для таблеток подают в загрузочную воронку, выпускной патрубок которой расположен над средним поясом ротора, так что смесь попадает в секцию распределительной рамки 2 и при вращении ротора заполняет проходящие под рамкой матрицы. В момент заполнения матрицы верхний пуансон поднимается на высоту, достаточную для размещения выпускного патрубка. Положение нижнего пуансона, служащего дном матрицы, можно регулировать по высоте при помощи копира 1, благодаря чему достигается необходимое объемное дозирование массы таблеток.

Прессование происходит при прохождении верхнего и нижнего пуансонов соответственно под верхним 3 и над нижним 6 роликками. При этом торцы пуансонов сближаются и уплотняют рецептурную смесь, заключенную в матрице.

После прессования таблетки верхний пуансон поднимается и начинается подъем нижнего пуансона, торцевой ролик которого обкатывает копира 5. Таблетка выталкивается из матрицы на поверхность стола, шитком 4 отодвигается к периферии ротора и направляется на отводящий конвейер.

Ротационные таблеточные машины могут быть однократного и многократного действия. Во-первых, длительность технологического цикла формования таблетки соответствует продолжительности одного оборота ротора. Во вторых – по окружности ротора установлено по две и более загрузочных воронок и такое же количество прессующих роликов и копилов.

Перед пуском таблеточной машины проверяют ее исправность, очищают от продукта и посторонних предметов, тщательно выверяют и регулируют. Затем проворачивают привод машины вручную, чтобы произвести пробное таблетирование. При этом добиваются необходимой массы таблеток и прочности, а также устраняют внешние дефекты формы. Если таблетки при выбрасывании рассыпаются, то давление пуансонов недостаточно или в рецептурной смеси мало связующих веществ. Слишком высокое давление вызывает расслаивание таблеток. В случае получения таблеток с поврежденной или неровной поверхностью увеличивают подъем нижних пуансонов или устраняют прилипание массы к прессующим поверхностям. По окончании работы машину тщательно очищают от остатков продукта.

Техническая характеристика таблеточной формующей машины ТП

Производительность, шт/ч	50000...100000
Кратность действия	3
Диаметр таблеток, мм.....	5...14
Угловая скорость ротора, рад/с	0,8; 1,05; 1,25; 2,5
Количество пар пуансонов, шт.	40
Установленная мощность, кВт	2,2
Габаритные размеры, мм.....	1100×1100×1650

Инженерные расчеты. Производительность ротационных таблеточных машин Π (кг/ч):

$$\Pi = 3600J\omega / (\varepsilon 2\pi),$$

где J – количество прессующих ячеек на роторе; ω – угловая скорость ротора, рад/с; ε – количество заготовок в 1 кг.

Прочностной расчет машин для формования сыпучих материалов обычно выполняют на основе уравнений прессования. Например, для прессования сахара – рафинада и свекловичного жома, применяют уравнение:

$$p = (p_0 - p_k \psi \ln \frac{p_k}{p_0}) / (1 - \frac{\psi \xi f S G_k}{2F^2 p_k}),$$

где p – текущее давление, Па; p_0 и p_k – начальное и конечное давление, Па; ψ – модуль прессуемости; ρ_0 и ρ_k – плотность массы в начале и в конце прессования, кг/м³; ξ – коэффициент бокового давления; f – коэффициент трения массы о стенку матрицы; S – периметр матрицы, м; G_k – масса твердой фазы в брикете, кг; F – поперечное сечение матрицы, м².



Что такое я сам? Что я сделал? Я собрал и использовал все, что я видел, слышал, наблюдал. Мои произведения вскормлены тысячами различных индивидов, невеждами и мудрецами: детство, зрелый возраст, старость – все принесли мне свои мысли, свои способности, свои надежды, свою манеру жить; я часто снимал жатву, посеянную другими, мой груд - труд коллективного существа, и носит он имя Гёте.
ГЁТЕ ИОГАНН ВОЛЬФГАНГ (1749–1832), немецкий поэт, мыслитель, естествоиспытатель

15.12 ТЕХНИКА БУДУЩЕГО: НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Отливочная машина (Пат. РФ № 2000706, А 23 G3/02) относится к кондитерской промышленности и может быть использована для непрерывного формования корпусов конфет или мармеладных изделий отливкой массы в ячейки, выштампованные в пищевом формовочном материале, например крахмале или смеси сахарного песка со связывающим материалом.

Отливочная машина (рис. 15.43) содержит непрерывный цепной транспортер 1, штампующее устройство 2, механизм отливки 3 с подвижной отливочной головкой 4. Штампующее устройство выполнено в виде ротора 35 и включает приводной вал 5 со звездочкой 6, связанной с валом 7 штампующего ротора зубчатой передачей 8 с переменным передаточным отношением. Штампующее устройство набрано из секторных пластин 9 с рядом пуансонов 10, закрепленных по центру дуги 11. Секторные пластины равномерно расположены по окружности ротора. Зубчатая передача 8 включает две пары зубчатых колес 12-13 и 14-15. Зубчатые колеса 12 и 14 на приводном валу имеют полнозубые венцы, а зубчатые колеса 13 и 15 на валу штампующего ротора – неполнозубые и каждое колесо имеет зубчатые секторы 16 и 17, равномерно расположенные по окружности и смещенные относительно друг друга так, что их зубчатые венцы образуют замкнутый зубчатый контур, при этом одна пара зубчатых колес 14 и 15 имеют одинаковые размеры, а вторая 12 и 13 имеет передаточное число, равное отношению радиусов, очерчивающих габариты пуансонов по высоте R_1 и R_2 .

Механизм отливки 3 представляет собой подвижную отливочную головку 4 с золотниково-поршневой группой 18, опирающуюся роликами 19 на направляющие 20 и соединенную с приводом шатунами 21. Механизм отливки снабжен регулятором 22 совместно-встречно с отливочной головкой хода поршневой группы, состоящим из прямоугольной рамки 23 и ползуна 23, смонтированного внутри рамки на вертикальных направляющих стойках 25 и ходовом винте 26, соединяющих верхнюю и нижнюю стенки рамки. Регулятор осями 27, закрепленными в центре боковых стенок рамки снаружи, опирается на неподвижные шарнирные опоры 28. На осях 27 закреплены рычаги 29, на верхних концах которых закреплены оси 30, шарнирно соединенные тягами 31 с подвижной отливочной головкой 4. В центре боковых стенок ползуна закреплены оси 32, шарнирно соединенные тягами 33 с поршневой группой 18. Цепной транспортер имеет гонки 34 для транспортирования лотков с формовочным материалом. Штампующее устройство выполнено в виде ротора 35.

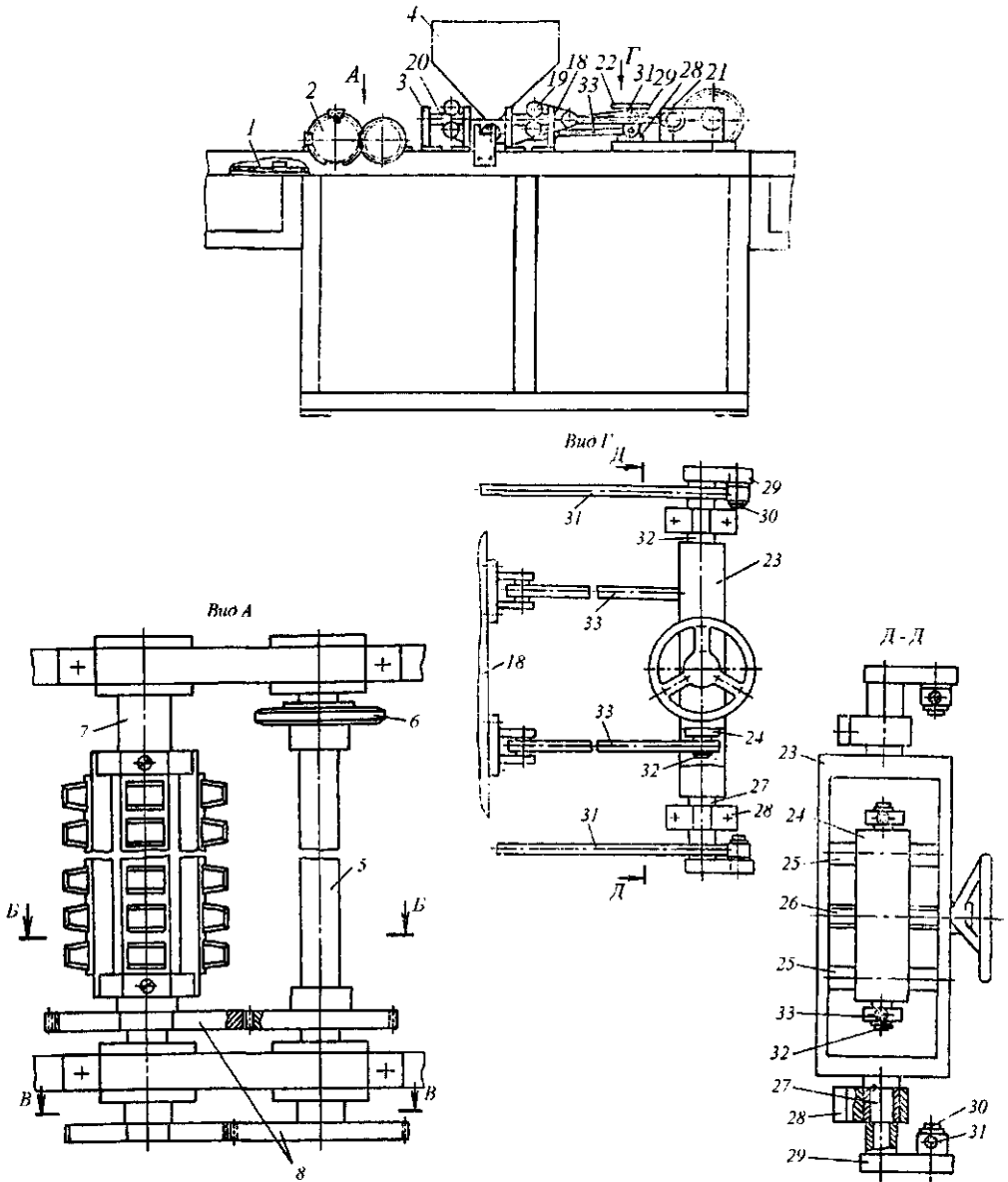


Рис. 15.43 Отливочная машина

Работа на машине осуществляется следующим образом. Лотки с формовочным материалом, друг за другом устанавливаемые на цепной транспортер 1 гонками 34, подаются под штампуемое устройство 2. Проходя под штампуемым устройством, формовочный материал, находящийся в лотке, при обкатке его дугой 11 секторной пластины 9, уплотняется и, одновременно пуансоны 10 внедряются в формовочный материал. В начале выштамповывания ячейки штампуемый ротор вращается со скоростью, при которой окружная скорость (v_1), дуги 11 секторной пластины 9 (R_1) равная скорости (v) перемещения транспортера 1 с гонками 34, несущего лотки с формовочным материалом, т.е. работает зубчатый сектор 17 пары одинаковых зуб-

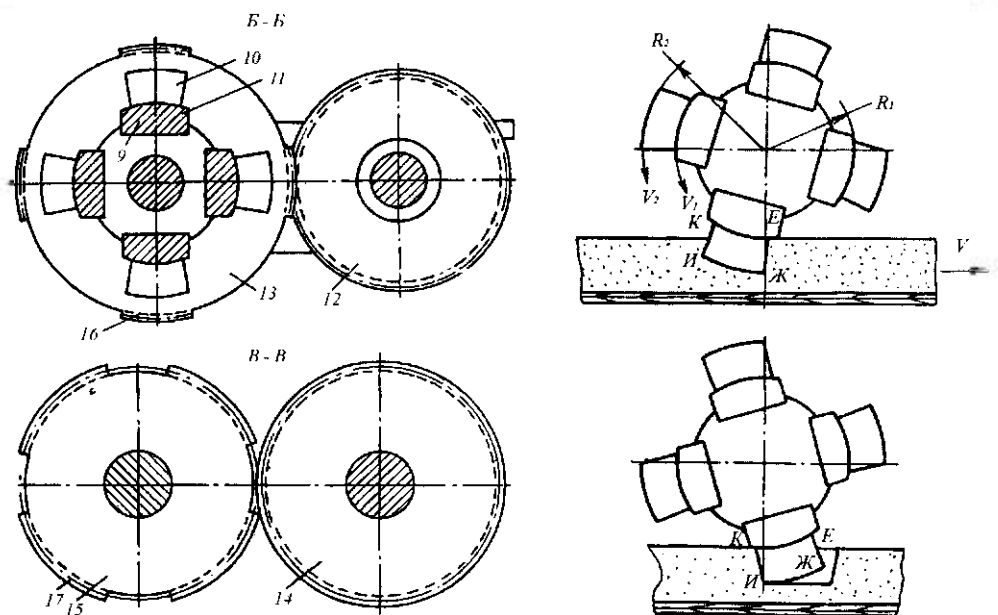


Рис. 15.43 Продолжение

чатых колес (первая ступень выштамповывания). По окончании работы этого сектора включается в работу зубчатый сектор 16 пары зубчатых колес с передаточным отношением, равным отношению радиусов (R_1 и R_2), очерчивающих габариты пуансонов по высоте, в этом случае окружная скорость (v_2) периферийной поверхности пуансона (R_2) становится равной скорости транспортера (v) с гонками, т.е. пуансон обкатывает формовочный материал своей периферийной поверхностью, и, вследствие этого, боковая грань пуансона (ЕЖ), имеющая большую скорость мгновенно отходит от боковой грани отформованной части ячейки, не разрушающая ее при своем дальнейшем движении (вторая ступень выштамповывания). По окончании работы этого зубчатого сектора включается в работу следующий зубчатый сектор пары одинаковых зубчатых колес, т.е. в этом случае скорость (v_2) периферийной части пуансона становится больше скорости (v) транспортера с гонками, и другая боковая грань (КИ) пуансона мгновенно отходит от боковой грани отформованной ячейки, не разрушая ее при выходе пуансона.

При проходе под отливочной головкой 4 ячейки заполняются массой, причем отливочная головка совершает возвратно-поступательное движение при помощи шатунов 21, соединенных с приводом, с шагом, равным половине окружного шага пуансонов, таким образом, во время отливки отливочная головка движется синхронно с лотком, несущим формовочный материал с уже выштампованными рядами ячеек, над рядом ячеек и по окончании отливки возвращается к следующему ряду ячеек. Переход на другие формы и размеры изделий осуществляется заменой секторных пластин 9 с рядом пуансонов 10 на секторные пластины с пуансонами соответствующей формы и размеров с изменением величины дозы отливаемой массы с помощью регулятора совместно-встречной головки хода поршневой группы, регулируя величину размаха колебаний осей 32 шарниров тяг 33 соединения с поршневой группой по вертикальным направляющим стойкам 25 вращением ходового винта 26. При перемещении

осей 32 шарниров выше осей неподвижных шарнирных опор 28 поршневая группа получает дополнительный ход, двигаясь совместно с подвижной отливочной головкой 4 на величину размаха колебаний осей 32 шарниров, тем самым, уменьшая дозу отливаемой массы. При перемещении осей 32 шарниров ниже осей неподвижных шарнирных опор 28 поршневая группа получает дополнительный ход, двигаясь навстречу подвижной отливочной головке 4, на величину размаха колебаний осей 32 шарниров, тем самым, увеличивая дозу отливаемой массы.

Отливочная машина, *отличается* тем, что устройство для штампования ячеек снабжено механизмом ступенчатого выштамповывания и представляет собой установленный на валу ротор, набранный из секторных пластин, равномерно размещенных по его окружности, при этом каждая пластина оснащена рядом пуансонов, расположенных вдоль нее по центру дуги, а механизм отливки снабжен регулятором совместно-встречного хода отливочной головки и поршневой группы; *отличается* тем, что механизм ступенчатого выштамповывания содержит приводной вал со звездочкой для взаимодействия с тяговыми цепями транспортера, сообщенный с валом ротора посредством зубчатой передачи с переменным передаточным отношением; *отличается* тем, что зубчатая передачи с переменным передаточным отношением выполнена из двух пар зубчатых колес, закрепленных на приводном валу со звездочкой и валу ротора, при этом колеса одной пары имеют одинаковые размеры, а колеса второй пары имеют передаточное отношение, равное отношению радиусов, очерчивающих габариты пуансона из центра ротора по основанию и высоте, зубчатые колеса, закрепленные на приводном валу со звездочкой, имеют полнозубые венцы, а закрепленные на валу ротора – неполнозубые, причем зубья каждого из неполнозубых венцов распределены на равномерно расположенные по окружности секторы, число которых соответствует числу секторных пластин ротора, и секторы одного колеса смещены относительно секторов второго так, что образуют сплошной зубчатый контур; *отличается* тем, что регулятор совместно-встречного хода отливочной головки и поршневой группы включает прямоугольную рамку и смонтированный в ней на вертикальных направляющих и ходовом винте между ними ползун, причем в центре боковых стенок рамки снаружи укреплены оси шарнирных опор регулятора, отливочная головка сообщена с регулятором посредством рычагов, закрепленных на осях шарнирных опор регулятора, а поршневая группа – посредством тяг, шарнирно закрепленных на осях, которые размещены в центре боковых стенок ползуна.

Ротор для формовки сахарного печенья (Пат. РФ № 2088088, А 21 С 11/08) в производстве сахарных сортов печенья, при формовке заготовок.

Ротор (рис. 15.44.) выполнен из нескольких колец 1 и 2, различных по форме и имеющих углубления – формы для печенья, каждое из колец 1 имеет с одной стороны цилиндрический выступ, а с другой стороны – цилиндрическую расточку такого же диаметра. Крайнее, примыкающее к одному из фланцев 3 кольцо 2 имеет расточку с обеих сторон. Ротор скрепляется шпонками 4 и стяжными болтами.

При выработке сахарного печенья широкого ассортимента можно использовать один ротор с различными рисунками в углублениях – формах различных колец, а также проводить быструю замену колец. При этом удобство переналадки и надежность эксплуатации обеспечивается следующим. При сборке выступ каждого кольца входит в расточку соседнего кольца, обеспечивая их взаимную центровку, а от поворачивания колец относительно друг друга кольца удерживаются шпонками 4, жесткость составного ротора обеспечивается стяжными болтами 5, затяжка которых

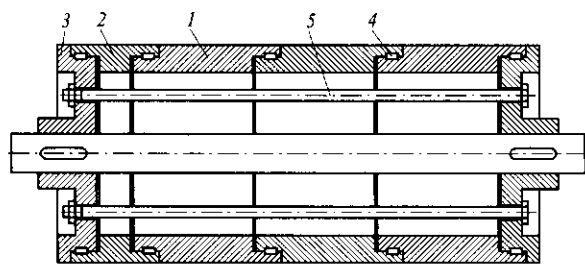


Рис. 15.44 Ротор для формовки сахарного печенья

должна быть такой, чтобы напряжение сжатия колец между собой превосходило напряжение растяжения на поверхности кольца, возникающие в результате изгибающих усилий в наиболее напряженном сечении. Иных крепежных деталей для сборки ротора не требуется.

Ротор для формовки сахарных сортов печенья отличается тем, что кольца соединены между собой телескопически с помощью центрирующих выступов и расточек и стянуты между собой и фланцами болтами, при этом во флангах выполнены выступы, в которые кольца упираются своими торцами.

Макаронный пресс (Пат. РФ № 2089066, А21 С11/20) используется в макаронном производстве.

Пресс (рис. 15.45) содержит тестосмеситель 1, прессующую головку 2, цилиндрический прессующий корпус 3, внутри которого установлен прессующий шнек 4. В торцевой части шнека со стороны прессующей головки выполнен цилиндрический аксиально расположенный канал 5, соединенный с межвитковым пространством шнека 6 радиальными отверстиями 7, с возрастающей площадью поперечного сечения по мере удаления от торцевой части шнека.

Пресс работает следующим образом. В корыто тестосмесителя подаются мука, вода и добавки. После замеса тесто, представляющее собой массу увлажненных комков и крошек, поступает из тестосмесителя в приемную часть прессующего корпуса 3. Здесь оно захватывается витками вращающегося шнека 4 и перемещается вдоль корпуса 3. Частицы теста, постепенно соприкасаясь друг с другом, сжимаются. Происходит уплотнение тестовой массы. Давление от нуля повышается до максимальной величины, и тесто превращается в плотную связанную массу.

Уплотненное макаронное тесто нагнетается шнеком в прессующую головку, 20...25 % теста продавливаются через матрицу, основная часть оставшегося теста под воздействием сильного давления со стороны матрицы направляется в канал 5, возвращается по нему в межвитковое пространство 6 через радиальные отверстия 7. Тем самым исключаются когезионные взаимодействия слоев теста, направляемого шнеком в прессующую головку, и теста, возвращающегося из прессующей головки через зазор между шнеком и цилиндрическим корпусом.

Такой режим прессования обеспечивает стабильное проведение технологиче-

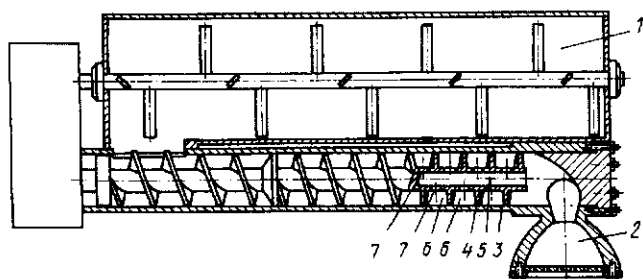


Рис. 15.45 Макаронный пресс

ского процесса производства макаронных изделий в более широком диапазоне температуры и влажности теста.

Макаронный пресс *отличается* тем, что на торцевой части шнека со стороны прессующей головки выполнен цилиндрический аксиально расположенный канал, соединенный с межвитковым пространством шнека радиальными отверстиями, с возрастающей площадью поперечного сечения по мере удаления от торцевой части шнека.

Устройство для осуществления отсадки заготовок тестообразных масс (А. с. № 1655428, А 21 С 11/18) относится к кондитерской и хлебопекарной отраслям промышленности.

На рис. 15.46. схематически изображено устройство для осуществления отсадки заготовок тестообразных масс. Устройство содержит отсадную камеру 1 с поршнем 2, патрубком (матрицу) 3, под которыми расположены поддоны 4 и перемещающемся под патрубком струну 5. Согласно способу в процессе отрезания заготовок струна достигает максимального значения скорости после прохождения под патрубком. Устройство работает следующим образом. Обрабатываемую массу выпрессовывают через патрубок 3 из емкости 1 с постоянным по высоте поперечном сечении посредством перемещающегося вертикального поршня 2. В промежутке между выходным патрубком 3 (используется 5...6 патрубков параллельно) и потоком поддонов 4 с помощью кривошипного привода перемещается струна 5, отрезающая заготовки. В крайних точках перемещения струны *a* и *b* она имеет нулевую скорость. В рабочий полуцикл струна перемещается по траектории *adcb*, а на холостом ходу — по траектории *bcea*. Струна достигает своей максимальной скорости в рабочий полуцикл после отрезания тестовой заготовки, т.е. в средней точке *c* после прохождения под патрубком. Благодаря этой особенности цикл срезания можно установить не более 1/4 при сохранении упорядоченного расположения отрезанных тестовых заготовок (скорость выпрессовывания массы пропорционально увеличивают). Это возможно только при перемещении струны после отрезания заготовки. Срезанная струной 5 заготовка не отделяется сразу от струны, а перемещается с последней как одно целое до тех пор, пока струна не упадет вместе с несущей рамой на нижний уровень *bc*, где заготовка отрывается, а струна продолжает горизонтальное движение к точке *b*.

Верхняя часть заготовки, контактирующая со струной 5, при этом не замедляет своей скорости в направлении срезания и не испытывает тормозящего момента относительно центра тяжести заготовки, движущегося в направлении срезания со скоростью струны в момент взаимодействия с последней. При создании такого момента (если струна в момент отделения заготовки движется с замедлением) тестовая заготовка перед попаданием на поддон 4 вращается и положение заготовок на листах становится неупорядоченным.

Способ отсадки заготовок тестообразных масс *отличается* тем, что с целью повышения производительности, струна перемещается так, что максимальное значение скорости она достигает после прохождения под патрубком.

Вакуумный шприц (А.с. № 1489680, А22 С11/08) относится к мясоперерабатывающей

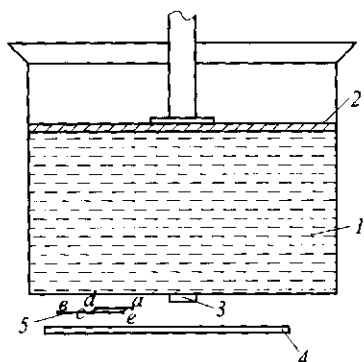


Рис. 15.46 Устройство для осуществления отсадки заготовок тестообразных масс

промышленности, в частности к колбасному производству, и может быть использован на мясокомбинатах для вакуумирования фарша и заполнения им колбасных оболочек.

Вакуумный шприц (рис. 15.47) с двухвинтовым вытеснителем (рис. 15.47, а) содержит каркас 1, на котором жестко закреплена гильза 2 с продольными каналами 3, в которых размещен двухвинтовой вытеснитель 4. На гильзе закреплен бункер 5.

Вращение винтов двухвального вытеснителя навстречу друг другу обеспечивается приводом, состоящим из двигателя 6, клиноременной передачи 7, муфты 8 и редуктора 9. На гильзе 2 с помощью хомута 10 закреплена цевка 11. В гильзе 2 имеется два отверстия – загрузочное 12, над которым закреплен бункер 5, и отверстие с патрубком 13 для подключения к вакуумной системе. На наружных поверхностях винтов вытеснителя выполнены пазы 14, расположенные под углом к их образующей, причем направление угла наклона пазов совпадает с направлением наклона винтов вытеснителя. При этом пазы могут быть выполнены на каждом витке винта вытеснителя, расположены равномерно, а их количество равно трем.

Фарш из бункера 5 через загрузочное отверстие 12 попадает в межвитковое пространство двухвального вытеснителя 4. В этой зоне фарш вакуумируется. Воздух проходит через пазы 14 в винтах, а также через зазоры между поверхностями винтов вытеснителя и стенками продольных каналов гильзы 2 к патрубку 13 и далее в вакуумную систему. При вращении винтов вытеснителя фарш прямолинейно, без перемешивания, транспортируется к цевке 11. Сечение цевки 11 меньше сечения каналов 3 гильзы 2, поэтому на входе в цевку создается высокое давление фарша. Имеющийся в фарше воздух через пазы 14 в винтах под действием давления фарша

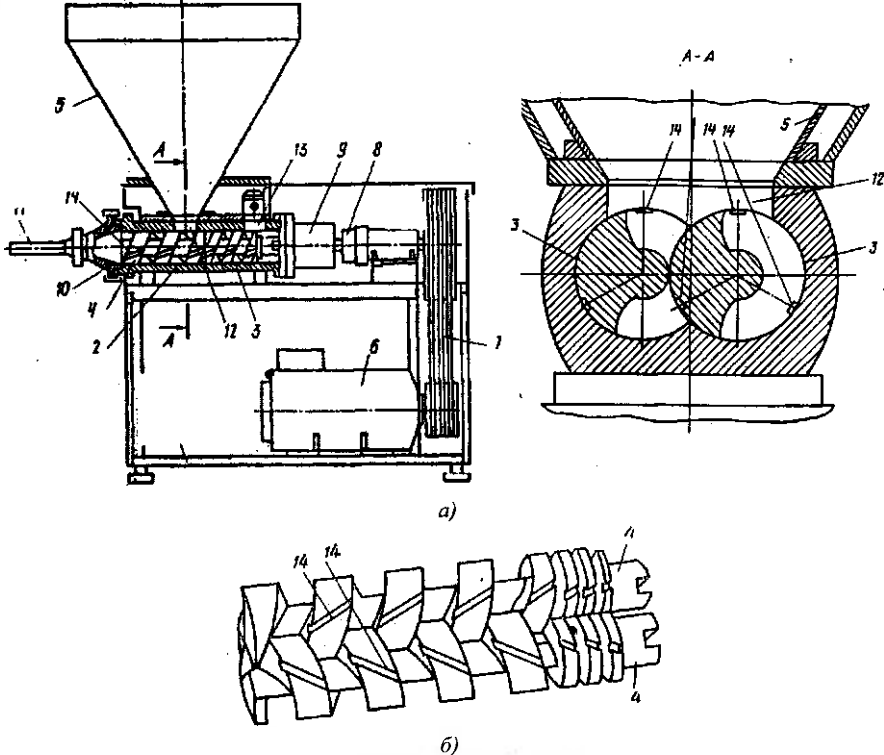


Рис. 15.47 Вакуумный шприц:
а – общий вид; б – двухвинтовой вытеснитель

в зоне перед цевкой и разрежения в зоне загрузки фарша перемещается к отверстию с патрубком 13 и затем в вакуумную систему.

Так как пазы 14 расположены под углом к образующей наружной поверхности винтов вытеснителя, то при вращении винтов вытеснителя частички фарша, попавшие в пазы, выталкиваются в направлении к цевке (в направлении транспортировки фарша), переток фарша в обратном направлении отсутствует и пазы 14 не забиваются. Чем выше давление на входе в цевку, тем больше перепад давления по длине вытеснителя и, следовательно, тем полнее отсос воздуха из фарша. Наиболее высокое качество продукции достигается, когда на каждом витке винтов вытеснителя равномерно расположено по три паза. Для обслуживания шприца во время санитарной обработки достаточно снять цевку, вынуть вытеснитель и откинуть бункер. В шприце можно в зависимости от вида колбас использовать различные конструкции вытеснителей, различающихся длиной и углом наклона витков винтов вытеснителей.

Вакуумный шприц *отличается* тем, что с целью упрощения конструкции и улучшения качества изделий гильза жестко закреплена на каркасе, а на наружных поверхностях витков вытеснителя под углом к их образующей выполнены пазы, причем направление угла наклона пазов совпадает с направлением угла наклона винтов вытеснителя; *отличается* тем, что пазы выполнены на каждом витке винта вытеснителя, расположены равномерно, а их количество равно трем.

* * *

В этой главе наиболее важными являются следующие моменты.

1. Механизм и закономерности процессов формования исключительно сложны и требуют дальнейшего изучения и исследования с целью оптимизации функционирования оборудования по показателям производительности, энергозатрат и качества отформованных заготовок и изделий.

2. Разнообразие технологических свойств пищевых сред определяет весьма широкую палитру конструкций рабочих органов формирующих машин.

3. Значительные усилия, возникающие при деформировании формируемого материала, обуславливают необходимость расчетов, обеспечивающих прочность и надежность деталей и узлов рабочих органов и привода машин.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется процессом формования пищевых сред?
2. Дайте классификацию способов формования пищевых сред?
3. Какова классификация формирующего оборудования?
4. Как по функционально-технологическому признаку можно разделить формирующее оборудование?
5. Каково устройство и каков принцип действия отливочного агрегата?
6. Приведите сравнительную характеристику отливочных агрегатов?
7. Каким образом рассчитывается производительность отливочных машин?
8. Дайте расчет производительности карамелеформирующих машин.
9. Объясните устройство и принцип работы штампующих машин для макаронных изделий.
10. Каковы основные конструктивные факторы, влияющие на эффективность процесса штампования?
11. Каково устройство и каков принцип работы ротационной штампующей машины?
12. Поясните устройство и принцип работы макаронного пресса.
13. Каковы основные показатели, влияющие на техническую характеристику формирующей машины?

14. Какие машины предназначены для формования в оболочке?
15. Приведите техническую характеристику вакуумного шприца РЗ-ФШПВ?
16. В чем заключается принцип действия отсадочной машины?
17. В чем общность и различие раскаточной и калибрующей машин?
18. Дайте сравнительную характеристику округлительным, закаточным и обкаточным машинам.
19. Каковы основные недостатки и преимущества машин для нарезания заготовок и изделий?
20. В чем заключается расчет машин для формования сыпучих материалов?

УПРАЖНЕНИЯ

Предложите в виде эскизов Ваши решения инженерных задач, связанных с развитием конструкций:

- отливочных машин;
- штампующих машин;
- машин для выпрессовывания пластичных масс;
- машин для формования в оболочке;
- отсадочных машин;
- раскаточных и калибрующих машин;
- округлительных, закаточных и обкаточных машин;
- машин для нарезания пластов и заготовок;
- машин для формования сыпучих материалов.

Эти решения должны предполагать совершенствование и модернизацию оборудования. Они направлены на:

- повышение производительности;
- повышение качества продукции;
- улучшение условий труда рабочего с точки зрения эргономики, техники безопасности и охраны

труда;

- экономию времени на санитарное обслуживание оборудования;
- экономию времени на техническое обслуживание оборудования;
- экономию энергоресурсов;
- экономию конструкционных материалов;
- повышение технологичности конструкции с точки зрения изготовления и ремонта;
- улучшение дизайна оборудования;
- снижение себестоимости продукции другими, кроме перечисленных выше, путями.

Вместе с этими, преимущественно машиноведческими, аспектами рассмотрите возможность развития конструкций машин с точки зрения повышения качества самих технологических процессов, которые реализуются этим оборудованием. Речь идет об увеличении точности, устойчивости, надежности, управляемости и стабильности технологических процессов, а также о снижении их чувствительности к возмущающим факторам окружающей среды.

По результатам Вашей работы сделайте заключение о том, в какой мере Ваши предложения повышают готовность машин к эффективной автоматизации данных технологических процессов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бутковский В.А., Птушкина Г.Е. Технологическое оборудование мукомольного производства.– М: ГП журнал «Хлебопродукты», 1999.– 208 с.
2. Бредихин С.А., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. – М.: Колос, 2001. – 400 с.
3. Гребенюк С.М. Технологическое оборудование сахарных заводов.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.– 520 с.
4. Груданов В.Я. Основы инженерного творчества. Мн.: Изд. центр БГУ, 2005. – 299 с.
5. Зайчик Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий.– М.: ДеЛи, 2001. – 522 с.
6. Ивашиов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть I. Оборудование для убоя и первичной обработки. – М.: Колос, 2001. – 552 с.
7. Комбикорма и кормовые добавки: Справочное пособие / В.А Шаршунов, Н.А. Попков, Ю.А. Пономаренко и др. – Мн.: Экоперспектива, 2002. – 440 с.
8. Кошевой Е.П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. – СПб: ГИОРД, 2001.– 368 с.
9. Кретов И.Т., Антипов С.Т. Технологическое оборудование предприятий броидильной промышленности.– Воронеж: Изд-во государственного университета, 1997.– 624 с.
10. Кретов И.Т., Остриков А.Н., Кравченко В.М. Технологическое оборудование предприятий пищекоцентрационной промышленности.– Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1996.– 448 с.
11. Маршалкин Г.А. Технологическое оборудование кондитерских фабрик.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.– 448 с.
12. Основы управления инновациями в пищевых отраслях АПК (Наука, технология, экономика) / Под ред. акад. В.И. Тужилкина.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 1998.– 844 с.
13. Остриков А.Н., Парфенопуло М.Г., Шевцов А.А. Практикум по курсу «Технологическое оборудование» / Воронеж, гос. технол. акад.– Воронеж, 1999.– 424 с.
14. Панфилов В.А. Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока).– М.: Колос, 1993.– 288 с.
15. Панфилов В.А., Ураков О.А. Технологические линии пищевых производств: создание технологического потока.– М.: Пищевая промышленность, 1996.– 472 с.
16. Система научного и инженерного обеспечения пищевых и перерабатывающих отраслей АПК России / А.Н. Богатырев, В.А. Панфилов, В.И. Тужилкин и др.– М.: Пищевая промышленность, 1995.– 528 с.
17. Скрыпников Ю.Г., Гореньков Э. С. Оборудование предприятий по хранению и переработке плодов и овощей.– М.: Колос, 1993.– 336 с.
18. Технологическое оборудование консервных и овощесушильных заводов / М.С. Аминов, М.С. Мурадов, Э.М. Аминова.– М.: Колос, 1996.– 430 с.
19. Технологическое оборудование мясокомбинатов / С.А. Бредихин, О.В. Бредихина, Ю.В. Космодемьянский, Л.Л. Никифоров.– М.: Колос, 2000.– 392 с.
20. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности / В.Д. Сурков, Н.Н. Липатов, Ю.П. Золотин.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.– 432 с.
21. Технология и оборудование колбасного производства / И.А. Рогов, И.А. Забашта, В.А. Алексахина и др.– М.: Агропромиздат, 1989.– 351 с.
22. Технология и оборудование мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности / Г.А. Егоров, Я.Ф. Мартыненко, Т.П. Петренко.– М.: Изд. комплекс МГАПП, 1996.– 209 с.
23. Шамборант Г.Г. Технологическое оборудование предприятий крахмалопаточной промышленности.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.– 216 с.
24. Хромеевков В.Н. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик. – СПб.: ГИОРД, 2002. – 496 с.

Учебное издание

Антипов Сергей Тихонович
Груданов Владимир Яковлевич
Кретов Иван Тихонович
Остриков Александр Николаевич
Панфилов Виктор Александрович
Ураков Олег Александрович
Шаршунов Вячеслав Алексеевич

МАШИНЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Учебник

В 3-х книгах

Книга 2

Том 1

*Утверждено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебника для студентов специальности «Машины
и аппараты пищевых производств» учреждений, обеспечивающих
получение высшего образования*

*Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению
подготовки дипломированных специалистов «Пищевая инженерия»*

Под редакцией академика РАСХН В.А. Панфилова,
профессора В.Я. Груданова

Ответственный за выпуск *А.А. Бренч*
Электронный набор, верстка, дизайн *А.А. Бренч*

Подписано в печать 07.03.2008г. Формат 70×100^{1/16}.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 46,98.
Уч.-изд. л. 41,6. Тираж 200 экз. Заказ 624.

Издатель

Белорусский государственный аграрный технический университет
ЛИ № 02330/0131734 от 10.02.2006.
220023, г. Минск, пр. Независимости, 99, к. 2

РУП «Издательство «Белорусский Дом печати»
ЛП 02330/0131528 от 30.04.2004.
220013, г Минск, пр. Независимости, 79
ISBN 978-985-6770-89-3



9 789856 770893