

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии и технического обеспечения
процессов переработки сельскохозяйственной продукции

**ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА
И ПЕРЕРАБОТКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

*Учебно-методическое пособие
для выполнения управляемой самостоятельной работы
студентами специальностей:
1-74 06 05 Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного
производства, 1-53 01 01 Автоматизация производственных
процессов*

В двух частях

Часть 2

Технологии и техническое обеспечение переработки продукции
животного происхождения

Минск
БГАТУ
2011

УДК 631.155.7:664 (07)
ББК 41 я 7
Т38

*Рекомендовано научно-методическим советом
агроэнергетического факультета БГАТУ.
Протокол № 1 от 5 октября 2010 г.*

Составители:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *М. А. Челомбитько*,
кандидат технических наук, доцент *В. М. Поздняков*

Рецензенты:

доцент кафедры технологии и механизации животноводства БГАТУ,
кандидат технических наук, доцент *Ф. Д. Сапожников*;
профессор кафедры «Машины и аппараты пищевых производств»
УО «Могилевский государственный университет продовольствия»,
доктор технических наук, профессор *А. В. Иванов*

**Т38 Технологии и техническое обеспечение производства и пере-
работки сельскохозяйственной продукции** : учебно-метод. посо-
бие. В 2 ч. Ч. 2. Технологии и техническое обеспечение переработки
продукции животного происхождения / сост. : М. А. Челомбитько,
В. М. Поздняков. – Минск : БГАТУ, 2011. – 100 с.
ISBN 978-985-519-412-6.

Предназначено для выполнения управляемой самостоятельной работы студентами
специальностей: 1-74 06 05 Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного
производства, 1-53 01 01 Автоматизация производственных процессов (сельское
хозяйство).

УДК 631.155.7:664 (07)
ББК 41 я 7

ISBN 978-985-519-275-7
ISBN 978-985-519-412-6

© БГАТУ, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Задание 1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА	
1.1. Характеристика сырья и готовой продукции	
1.2. Технологические операции производства	
1.3. Устройство и принцип действия технологической линии	
1.4. Расчет сепаратора.	
Задание 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.	
2.1. Характеристика сырья и готовой продукции	
2.2. Технологические операции производства	
2.3. Устройство и принцип действия технологической линии	
2.4. Расчет гомогенизатора.	
Задание 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХОГО МОЛОКА.	
3.1. Характеристика сырья и готовой продукции	
3.2. Технологические операции производства	
3.3. Устройство и принцип действия технологической линии	
3.4. Расчет распылительной сушилки.	
Задание 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВАРЕНО-КОПЧЕНЫХ КОЛБАС.	
4.1. Характеристика сырья и готовой продукции	
4.2. Технологические операции производств	
4.3. Устройство и принцип действия технологической линии	
4.4. Расчет фаршемешалки.	
Задание 5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНЫХ КОНСЕРВОВ	
5.1. Характеристика сырья и готовой продукции	
5.2. Технологические операции производства	
5.3. Устройство и принцип действия технологической линии	
5.4. Расчет автоклава.	
Задание 6. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЬМЕНЕЙ.	
6.1. Характеристика сырья и готовой продукции	
6.2. Технологические операции производства	
6.3. Устройство и принцип действия технологической линии.	
6.4. Расчет агрегата для приготовленияпельменей и вареников.	
Список литературы.	

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное учебно-методическое пособие предназначено для выполнения управляемой самостоятельной работы студентами по дисциплине «Технологии и техническое обеспечение производства и переработки сельскохозяйственной продукции». Оно используется и является дополнением к учебно-методическому комплексу «Технология и техническое обеспечение процессов производства и переработки сельскохозяйственной продукции», а также к материалам, изложенным в учебной литературе по данной дисциплине, указанной в списке рекомендуемой литературы.

В данном пособии приведены технологии производства некоторых видов продуктов животного происхождения, описаны устройство и работа технологических линий, даны расчеты определенного вида технологического оборудования с указанием различных вариантов заданий.

На основании самостоятельного изучения технологии производства определенного продукта, работы технологической линии по его выпуску, проведения расчетов технологического оборудования студент составляет отчет по выполнению управляемой самостоятельной работы, который состоит из 3-х частей.

Первая часть работы – теоретическая, где студент обязан заполнить таблицу, в которой (на основании изучения технологии производства определенного продукта, устройства и работы технологической линии) он в краткой форме перечисляет последовательно все технологические операции, их цели и режимы, проводит классификацию применяемого технологического оборудования, называет вид технологической линии, отвечает на контрольные вопросы.

Вторая часть – приводится классификация оборудования, дается характеристика заданного технологического оборудования, его чертеж, описываются устройство и принцип его работы с указанием технической характеристики.

Третья часть – расчетная, в которой приводится расчет заданного технологического оборудования по предлагаемому варианту.

В учебно-методическом пособии рассматриваются следующие типы расчетов: расчеты производительности, расчеты тепловых затрат и расчеты требуемой мощности привода.

Задание 1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА

Цель работы: изучение теоретических основ производства сливочного масла, устройства и принципа действия технологической линии, классификации сепараторов, их устройства и принципа действия; приобретение практических навыков по расчету сепаратора-сливкоотделителя.

1.1. Характеристика сырья и готовой продукции

Сливочное масло – питательный продукт, калорийность которого составляет около 7800 ккал/кг. Масло имеет высокие вкусовые свойства и хорошо усваивается: усвояемость жира в среднем составляет 97 %, сухих веществ – 94 %. В масле традиционного состава содержатся витамины: А – 5,9 мг/кг; Е – 22,0 мг/кг; В₂ – 0,1 мг/кг; С и В – следы. Масло, выпускаемое промышленностью, подразделяют на следующие основные виды: *несоленное, соленное, вологодское, любительское несоленное, крестьянское, бутербродное, топленое*.

Для производства масла чаще всего используют пастеризованные сливки. Для каждого вида масла установлена определенная жирность сливок. Так, для производства сладкосливочного и кислосливочного масел необходимы сливки жирностью 32–35, для вологодского – 25–28 %.

1.2. Технологические операции производства

Подбор сырья и пастеризация. Для производства сладкосливочного и кислосливочного масел необходимы сливки жирностью 32–35 %, для вологодского – 25–28 %. Масло вырабатывают только из пастеризованных сливок.

При производстве сладкосливочного и кислосливочного масел сливки пастеризуют при 85–90 °С. Температуру пастеризации сливок II сорта повышают до 92–95 °С. При выработке вологодского масла сливки пастеризуют при 95–98 °С с выдержкой в течение 10 мин.

Физическое созревание сливок. Сразу после пастеризации сливки быстро охлаждают на **охладителях** до температуры 0–10 °С, чтобы предотвратить вытапливание жира и сохранить ароматические вещества, приобретенные во время тепловой обработки.

Охлажденные сливки помещают в **специальную ванну** для дальнейшего охлаждения и созревания.

Чем ниже температура, тем быстрее созревают сливки. При температуре 2 °С созревание сливок продолжается 2–4 ч, при 4 °С – 4–6 ч, а при 6 °С – 6–12 ч. При температуре более 13–16 °С жир почти не отвердевает даже при длительной выдержке. Быстрое и глубокое охлаждение сливок до низкой температуры приводит к почти полной кристаллизации жира, тогда как при медленном охлаждении и созревании при повышенных температурах преобладает жир в аморфном (бесформенном) состоянии. Однако установить точные нормы созревания сливок невозможно, в каждом отдельном случае необходимо учитывать их состав и физико-химические свойства. Зимой при определенном кормовом режиме достаточно трехчасового созревания сливок при 3 °С; летом, при содержании скота на пастбищах, сливки следует выдерживать 5–8 ч.

Масло, выработанное из свежих сливок высокого качества, имеет сладковатый вкус, его называют **сладкосливочным**. При изготовлении **кислосливочного масла** сливки заквашивают чистыми культурами молочнокислых бактерий. Закваску для масла готовят так же, как и для кисломолочных продуктов, но при этом используют чистые культуры молочнокислых бактерий, предназначенные специально для масла.

Сквашивание сливок придает маслу своеобразный вкус и аромат. Кроме того, повышается его стойкость при хранении, так как внесенные в пастеризованные сливки молочнокислые бактерии образуют молочную кислоту, которая препятствует развитию посторонних микроорганизмов.

Существует два способа сквашивания сливок: **длительное** и **краткое**. При длительном сквашивании закваску вносят в сливки после их пастеризации и охлаждения в количестве от 3 до 5 % в зависимости от жирности, температуры, а также активности закваски. Охлаждают сливки до 14–18 °С и при этой же температуре выдерживают 12–16 ч. Для приобретения маслом хорошо выраженного вкуса, аромата и стойкости при хранении необходимо в зависимости от жирности сливок соблюдать ориентировочные нормы кислотности.

После того как сливки приобретут оптимальную кислотность, их охлаждают до низких температур, при которых они созревают.

Кратковременное сквашивание сливок осуществляют двумя способами. При первом способе закваску вносят в созревшие сливки за полчаса до сбивания, при втором – перед физическим созреванием

или во время него. Во втором случае, чтобы не допустить превышения кислотности, вносят закваску при температуре не выше 5–7 °С. Закваска перед внесением в сливки должна иметь кислотность около 90–100 °Т и температуру, равную температуре сливок. Можно вносить закваску также непосредственно в масло во время его обработки.

Следующим этапом выработки масла является **сбивание сливок**. Установлено, что свежие сливки при всех одинаковых условиях сбиваются при более низких температурах, чем сквашенные. Следовательно, температура может быть различной, но длительность сбивания должна быть не более 40–45 мин. При жирности сливок 30–35 % в весенне-летний период рекомендуется сбивать их при температуре 7–10 °С, в осенне-зимний – при 10–14 °С.

При снижении температуры сбивания масляные зерна приобретают повышенную твердость и тяжело обрабатываются. При механической обработке масло засаливается, в нем плохо регулируется удержание влаги. Повышение температуры ускоряет процесс сбивания, но при этом увеличиваются потери жира.

Длительность сбивания зависит также от жирности сливок, их зрелости и кислотности, степени наполнения **маслоизготовителей**. Жирные сливки сбиваются быстрее, чем менее жирные. Недостаточно созревшие сливки также сбиваются быстрее, чем созревшие, но масло при этом получается мягкой, неудовлетворительной консистенции. Поэтому их сбивают при пониженных температурах. Сквашенные сливки сбиваются быстрее и полнее. Однако, когда кислотность сливок выше изоэлектрической точки белка (рН 4,1–4,5), продолжительность сбивания увеличивается, при этом ухудшается использование жира. Следовательно, устанавливая температуру сбивания, необходимо руководствоваться степенью сквашивания сливок.

Определенную норму сливок, подогретых до температуры сбивания, вносят в маслоизготовитель и начинают процесс сбивания. Первые 3–5 мин маслоизготовитель несколько раз останавливают и выпускают газы, выделившиеся из сливок. Под влиянием механических ударов и высокой температуры воздуха температура сливок в маслоизготовителях повышается на 1–2 °С. Если температура в помещении ниже температуры сбивания сливок, то в конце сбивания температура сливок может снизиться. Это отрицательно отражается на процессе образования масла, поэтому следует выбирать

такие условия работы, при которых в конце сбивания температура сливок была бы выше начальной на 2 °С.

Окончание процесса сбивания определяют по величине масляных зерен, диаметр которых должен быть от 2 до 4 мм (они должны легко отделяться друг от друга).

Мелкие зерна имеют большую суммарную поверхность и удерживают больше пахты. Внутри больших зерен также содержится много влаги, которую нельзя удалить ни механической обработкой, ни промыванием. Следовательно, чрезмерное сбивание сливок препятствует удалению пахты и тем самым создает благоприятные условия для развития микроорганизмов. Кроме того, из крупных зерен получается масло мягкой, мажущейся консистенции, а мелкое зерно приводит к увеличению потерь жира.

Степень использования жира при изготовлении масла имеет большое практическое значение и должна быть не ниже 99,3 %. По действующим нормам при производстве масла способом сбивания массовая доля жира в пахте должна составлять не более 0,4 %. Пахту с высоким содержанием жира следует сепарировать.

Промывка масляного зерна. Промывку масляных зерен начинают после удаления пахты. Вода для промывания масла должна отвечать требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Она должна быть прозрачной, без постороннего запаха и привкуса, бактериально чистой, не должна содержать патогенные микроорганизмы, кишечную палочку и гнилостную микрофлору. Окисленность воды, т. е. количество миллиграммов кислорода, нужного для окисления органических веществ, содержащихся в 1 л воды, должно быть не выше 8. Вода с содержанием железа более 1 мг в 1 л непригодна для промывания масла. Промывную воду неудовлетворительного качества необходимо соответственно обработать. Воду, сильно обсемененную микробами, следует прокипятить, потом профильтровать и охладить, или хлорировать.

При нормальном процессе сбивания масло промывают дважды, и температура первой промывной воды должна быть равной температуре сливок в конце сбивания, а второй – на 1–2 °С ниже. Для мягкого масла температуру промывной воды понижают на 1–2 °С и увеличивают продолжительность промывки до 10 мин. При получении грубого масляного зерна температура промывной воды должна быть на 1–2 °С выше температуры зерна.

Посолка масла. Посолку производят для придания маслу определенного вкуса и повышения стойкости при хранении.

Влияние посолки на стойкость масла зависит от температуры хранения. При плюсовой температуре соленое масло хранится лучше, чем несоленое. При минусовых температурах несоленое масло часто оказывается более стойким, чем соленое. Допустимое количество соли должно быть не более 1,5 %. Летом рекомендуется в масло добавлять 1,2–1,5 % соли, зимой – 0,8–1,0 %.

Масло солят сухой солью и рассолом. Посолку масла сухой солью осуществляют внесением соли в масляное зерно и в пласт. Если масляное зерно содержит много влаги, то расход соли снижают. Наиболее распространена посолка сухой солью в пласт. Соль равномерно распределяют по поверхности пласта масла при одновременном добавлении в масло необходимого количества воды и ведут обработку масла. Посолка в пласт имеет ряд преимуществ по сравнению с посолкой в зерне.

Посолку рассолом проводят с помощью прокипяченного и охлажденного раствора соли с массовой долей 25 %. При посолке рассолом обеспечивается равномерное распределение соли и исключается попадание в масло ее нерастворенных кристаллов.

Механическая обработка масла. Цель обработки – соединить зерна масла в одну монолитную массу, удалить поверхностную влагу, измельчить капли и равномерно распределить воду по всей массе. Масло подвергают обработке, пропуская через отжимные вальцы маслоизготовителя, а в безвальцовых маслоизготовителях – за счет ударов масла о стенки. При обработке масло теряет свою зернистую структуру и образует сплошной пласт.

Несоленое масло обрабатывают сразу после промывки, а соленое – после посолки или одновременно с ней.

Масло считается обработанным и готовым в том случае, когда содержание влаги в нем доведено до стандартного значения, а вода и соль (в соленом масле) распределены равномерно по всему пласту. Если содержание влаги будет ниже требований стандарта, то в этом случае недостающую воду разбрызгивают по стенкам маслоизготовителя и продолжают обработку масла.

Фасовка масла. Масло всех видов фасуют в виде монолита массой 20 кг в картонные ящики, выстланные внутри пергаментом или кашированной фольгой, или мелкими брикетами различной формы и массы (от 10 до 500 г).

После фасовки масло немедленно охлаждают до 4–5 °С и при такой температуре хранят в маслохранилище не более 3–5 суток.

1.3. Устройство и принцип действия технологической линии

На рисунке 1 показан один из вариантов машинно-аппаратурной схемы линии производства сливочного масла способом сбивания сливок. Принятое молоко с помощью насосов 1 направляется в емкость 2, подогревается в пластинчатой пастеризационно-охладительной установке 3 и сепарируется в сепараторе-сливкоотделителе 4. Принятые из сепараторных отделений сливки взвешиваются на весах 6 и через приемную воронку 7 направляются на подогревание в пластинчатый теплообменник 8. Сливки из сепаратора и сепараторных отделений поступают в емкость 5 для промежуточного хранения, откуда их направляют на пластинчатую пастеризационно-охладительную установку 9 для сливок с дозатором 10. После пастеризации, дезодорации и охлаждения сливки поступают в емкость 11, где они выдерживаются для физического созревания.

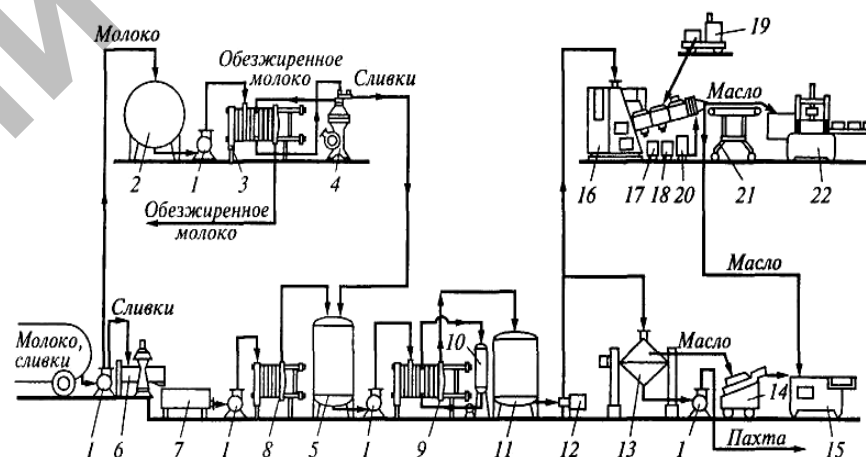


Рис. 1. Машинно-аппаратурная схема линии производства масла способом сбивания:

- 1 – насос; 2, 5, 11 – емкость; 3, 8 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 4 – сепаратор-сливкоотделитель; 5 – емкость; 6 – весы; 7 – приемная воронка; 8 – пластинчатый теплообменник; 10 – дозатор; 12 – винтовой насос;
- 13 – маслоизготовитель периодического действия; 14 – машина для фасовки масла; 15 – коробка; 16 – маслоизготовитель непрерывного действия; 17 – шнековая камера для обработки масла и отделения пахты в бачок; 18 – шнековая камера для промывки масляного зерна и отделения воды в бачок; 19 – блок посолки с дозирующим устройством; 20 – дозирующий насос; 21 – транспортер; 22 – машина для фасовки масла в пачки

Обезжиренное молоко после сепарирования направляется на пастеризацию, а затем на переработку или для возврата сдатчикам.

Сливки после физического созревания винтовым насосом 12 направляют либо в маслоизготовитель периодического действия 13, либо в маслоизготовитель непрерывного действия 16, где осуществляется сбивание сливок, промывка масляного зерна, посолка и обработка масла.

Сливки в маслоизготовитель периодического действия 13 подаются под вакуумом или с помощью насосов и сбиваются до получения масляного зерна размером 3–5 мм. После этого выпускают пахту, промывают масляное зерно и осуществляют посолку масла сухой солью или рассолом.

Затем проводят механическую обработку масла для отделения влаги и образования пласта масла. Для улучшения консистенции и распределения влаги масло обрабатывают в гомогенизаторе-пластификаторе. Готовое масло выгружается в машину 14 для фасовки масла в короба 15.

Основными рабочими органами маслоотделителя непрерывного действия 16 являются сбиватель и маслосборник. Отборник масляного зерна состоит из трех шнековых камер (первая – для обработки масла и отделения пахты в бачок 17, вторая – для промывки масляного зерна и отделения воды в бачок 18, третья – вакуум-камера для вакуумирования масла), блока посолки с дозирующим устройством 19 и блока механической обработки масла. Содержание влаги в масле регулируется внесением недостающего количества воды дозирующим насосом 20. Готовое масло транспортером 21 направляется на машину 22 для фасовки в пачки.

1.3. Расчет сепаратора

Теоретическая часть

Сепараторы могут быть классифицированы по следующим признакам: технологическое назначение; конструкция 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:

1) сепараторы-разделители для разделения смеси жидкостей, нерастворимых одна в другой, и для концентрирования суспензий и эмульсий;

2) сепараторы-осветлители для выделения твердых частиц из жидкости;

3) комбинированные сепараторы для выполнения двух или более операций переработки жидкой смеси.

К классу сепараторов-осветлителей относятся сепараторы-кларификаторы для дальнейшего диспергирования (гомогенизации) дисперсной фазы эмульсий и их очистки от примесей (их относят к комбинированным) и сепараторы для удаления из жидкостной системы микроорганизмов, скапливаемых в шламовом пространстве вместе с другими механическими примесями.

Комбинированные сепараторы называют универсальными, что подчеркивает их многостороннее назначение. К ним относят сепараторы, в которых процесс разделения совмещается с каким-либо другим процессом. Известны сепараторы-экстракторы, сепараторы-реакторы.

По конструкции сепараторы разделяют на тарельчатые и камерные.

По способу подвода исходной гетерогенной системы и отвода продуктов сепарирования различают сепараторы трех типов: открытые, полужакрытые и герметические.

По виду привода сепараторы подразделяют на три группы: с ручным, комбинированным и электромеханическим приводом.

Основные элементы сепараторов: барабан, приводной механизм, станина, коммуникация для подвода и отвода продуктов сепарирования. Рабочим органом сепаратора, в котором происходит процесс разделения, является барабан.

Основные конструктивные факторы, которые оказывают существенное влияние на эффективность процесса сепарирования: частота вращения барабана, размеры барабана и тарелок, расстояние между тарелками.

Сепаратор-сливкоотделитель ОСН-С (рис. 2) 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.

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.

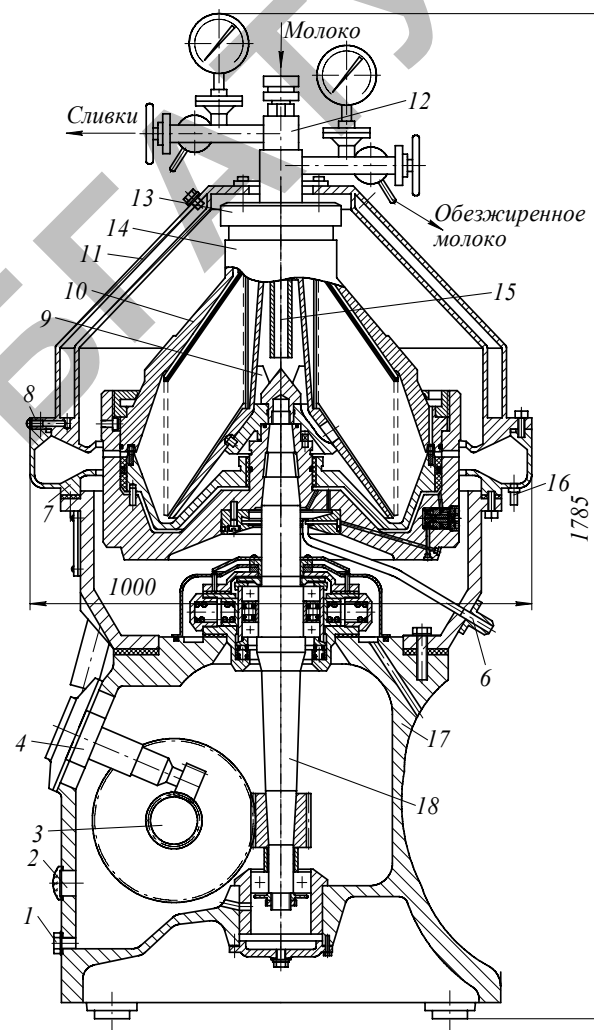


Рис. 2. Сепаратор ОСН-С с пульсирующей выгрузкой осадка:
 1 – пробка спуска масла; 2 – указатель уровня масла; 3 – горизонтальный вал;
 4 – тахометр; 5 – пробка залива масла; 6 – трубка подвода воды
 в сепарирующее устройство; 7 – чаша станины с приемником осадка;
 8 – зажим; 9 – гайка; 10 – вращающееся сепарирующее устройство;
 11 – крышка; 12 – приемно-отводящее устройство; 13, 14 – камеры напорных дисков;
 15 – трубопровод и центральная труба приемно-отводящего устройства;
 16 – штуцер подвода воды; 17 – станина, 18 – вертикальный вал

Техническая характеристика сепаратора ОСН-С приведена в таблице 1.

Таблица 1

Техническая характеристика сепаратора ОСН-С

Показатель	ОСН-С
Производительность, л/ч	10000
Давление продукта на выходе, МПа	0,25
Частота вращения барабана, с ⁻¹	500
Температура сепарирования, °С	35...40
Максимальный диаметр барабана, мм	616
Межтарелочный зазор, мм	0,50
Электродвигатель:	
мощность, кВт	15,0
частота вращения, с ⁻¹	157
Габаритные размеры, мм:	
длина	1390
ширина	1000
высота	1785
Масса, кг:	
барабана	240
сепаратора	1512

Расчетная часть

Задание. Выполнить расчет сепаратора-сливкоотделителя, если заданы:

ω – угловая скорость вращения барабана, рад/с; $R_б$ и $R_м$ – внешний и внутренний радиусы тарелок, м; $R_о$ – максимальный диаметр диска, м; V – объем шламового пространства, м³; $m_б$ – масса барабана, кг; c – расстояние от верхнего подшипника до центра тяжести, м; ℓ – расстояние между верхним и нижним подшипниками, м; G – масса вращающихся частей сепаратора с сепарируемой жидкостью, кг.

Методика расчета

Производительность сепаратора Π , м³/ч:

$$\Pi = 10^{-6} \cdot \beta \cdot \pi \cdot \omega^2 \cdot z \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (R_б^3 - R_м^3) \cdot d^2 [(\rho - \rho_о) / 4\mu_{\text{мол}}], \quad (1)$$

15

где β – поправочный коэффициент, учитывающий разницу между теоретическим и реальным процессами ($\beta = 0,2 \dots 0,5$);

z – число тарелок, шт. ($z = 130 \dots 150$);

α – угол наклона образующей конуса тарелки ($\alpha = 45 \dots 60^\circ$);

d – эквивалентный диаметр частицы легкой фракции (размер жировых шариков), м;

$\rho_о$ – плотность сливок, кг/м³ ($\rho_о = 960 \dots 1000$ кг/м³);

ρ – плотность молока, кг/м³ ($\rho = 1000 \dots 1030$ кг/м³);

$R_б$ – внешний радиус тарелки, м;

$R_м$ – внутренний радиус тарелки;

μ – динамическая вязкость продукта, Па·с ($\mu_{\text{слив}} = (1,5 \dots 5,6) \cdot 10^{-3}$ Па·с; $\mu_{\text{пах}} = 1,7 \cdot 10^{-3}$ Па·с; $\mu_{\text{мол}} = (0,6 \dots 1,3) \cdot 10^{-3}$ Па·с);

d – эквивалентный диаметр частицы легкой фракции (размер жировых шариков), м.

Размер жировых шариков d , мм,

$$d = (m/0,004) + 0,05, \quad (2)$$

где m – массовая доля жира в обезжиренном молоке ($m = 0,01$ %).

Давление жидкости, выходящей из сепаратора p , МПа,

$$p = \frac{\rho_{\text{пах}}}{50000} (R_о^2 - r_k^2), \quad (3)$$

где $\rho_{\text{пах}}$ – плотность обезжиренного молока (пахты), кг/м³ ($\rho_{\text{пах}} = 1030$ кг/м³);

r_k – внутренний радиус кольца жидкости, м ($r_k = 0,015$ м).

Время непрерывной работы сепаратора между разгрузками τ , ч,

$$\tau = \frac{0,1 \cdot V}{\Pi \cdot \alpha}, \quad (4)$$

где α – объемная концентрация взвешенных частиц в сепарируемом продукте, % ($\alpha = 0,3$ %).

Критическая частота вращения вала $\omega_{\text{кр}}$, т. е. скорость, при которой происходит разрушение вала, с⁻¹,

$$\omega_{\text{кр}} = \frac{\ell}{\ell - c} \sqrt{\frac{K}{m_б}}, \quad (5)$$

где K – сила, вызывающая прогиб вала на 1 м, Н/м, для сепаратора с жестко зацепленным (без амортизатора) верхним радиальным подшипником.

16

$$K = \frac{3EI}{c^2(c + \ell)}, \quad (6)$$

где E – модуль упругости материала вала, Н/м² ($E = 2 \cdot 10^{11}$ Н/м² для сталей);

I – момент инерции сечения вертикального вала, м⁴.

$$I = 0,05 d_B^4 \quad (7)$$

где d_B – диаметр вала, м ($d_B = 0,040 \dots 0,045$ м).

Мощность электродвигателя сепаратора N , работающего в установленном режиме, кВт,

$$N = 1,2 \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta_{пр}}, \quad (8)$$

где $\eta_{пр}$ – КПД привода ($\eta_{пр} = 0,92 \dots 0,95$);

N_1 – мощность, затрачиваемая для сообщения выбрасываемой из сепаратора жидкости избыточного давления, кВт,

$$N_1 = \frac{\Pi \cdot p}{\eta_{н.д.} \cdot 1000}, \quad (9)$$

здесь p – давление жидкости на выходе, Па; $p = (2,0 \dots 2,5) \cdot 10^5$ Па;

$\eta_{н.д.}$ – КПД напорного диска ($\eta_{н.д.} \sim 0,3$);

N_2 – мощность, необходимая для преодоления сил трения барабана о воздух, кВт,

$$N_2 = 1,8 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_B \cdot F \cdot v_6^3, \quad (10)$$

здесь ρ_B – плотность воздуха, кг/м³ ($\rho_B = 1,23$ кг/м³);

F – общая площадь поверхности трения барабана, м².

$$F \approx \frac{\pi(R_6^2 - R_M^2)}{\cos \alpha} + 0,4 \cdot 10^{-3} R_6 \cdot z, \quad (11)$$

здесь v_6 – окружная скорость барабана, м/с.

$$v_6 = \pi \cdot n \cdot R_6 / 30; \quad (12)$$

N_3 – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения в подшипниках, кВт.

$$N_3 = 10^{-3} \cdot \mu \cdot G \cdot g \cdot v_{ц}, \quad (13)$$

здесь μ – коэффициент трения ($\mu = 0,03$ для шарикоподшипников);

$v_{ц}$ – линейная скорость вращения вала, м/с.

$$v_{ц} = \pi \cdot n \cdot d_B / 60, \quad (14)$$

где d_B – диаметр вала, м.

Варианты индивидуальных заданий

Номер варианта	ω , с ⁻¹	R_6 , м	R_M , м	R_0 , м	$V \cdot 10^{-3}$, м ³	m_6 , м	c , м	ℓ , м	G , кг	Оборудование
1	500	0,18	0,060	0,075	4,8	81	0,30	0,57	109	Сепаратор Г9-КОВ
2	510	0,18	0,060	0,075	4,9	82	0,30	0,58	108	
3	520	0,16	0,060	0,075	5,0	83	0,31	0,59	109	
4	530	0,16	0,070	0,075	5,0	84	0,34	0,60	110	
5	540	0,17	0,070	0,075	4,9	85	0,32	0,61	111	
6	550	0,17	0,070	0,075	4,8	86	0,33	0,61	112	
7	560	0,18	0,070	0,075	4,7	87	0,34	0,60	113	
8	570	0,17	0,060	0,075	4,8	86	0,31	0,59	114	
9	580	0,16	0,065	0,080	4,9	85	0,30	0,58	115	
10	590	0,18	0,065	0,080	5,0	84	0,30	0,58	114	
11	600	0,18	0,065	0,080	5,1	83	0,32	0,59	114	
12	610	0,20	0,065	0,080	5,2	82	0,33	0,60	113	
13	620	0,20	0,065	0,080	5,3	83	0,34	0,61	113	
14	630	0,20	0,065	0,080	5,2	84	0,34	0,62	112	Сепаратор-кларификатор ВСМ
15	640	0,20	0,065	0,080	5,2	85	0,33	0,61	112	
16	650	0,18	0,065	0,080	5,3	86	0,32	0,60	111	
17	640	0,19	0,065	0,080	5,3	84	0,31	0,60	111	
18	630	0,19	0,075	0,085	5,2	86	0,32	0,60	110	
19	620	0,19	0,075	0,085	5,3	87	0,32	0,59	110	
20	630	0,17	0,075	0,085	5,4	85	0,33	0,59	109	
21	610	0,17	0,075	0,085	5,5	84	0,33	0,59	109	
22	610	0,19	0,075	0,085	5,6	83	0,34	0,58	108	
23	600	0,19	0,070	0,085	5,4	83	0,34	0,60	108	
24	590	0,20	0,070	0,085	5,3	81	0,35	0,61	109	
25	580	0,20	0,070	0,085	5,2	83	0,35	0,62	110	

Контрольные вопросы

1. Назовите сырье для производства масла.
2. Что такое процесс созревания сливок?
3. Чем отличается сладкосливочное масло от кислосливочного?
4. Что такое кисломолочное брожение?
5. Какова классификация сепараторов?

6. В чем заключается сущность процесса разделения и осветления?
7. Каково устройство и принцип работы сепаратора?
8. Из каких составляющих складывается мощность привода сепаратора?

Содержание отчета:

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой излагаются теоретические основы технологии производства сливочного масла (заполнить таблицу 3); классификация сепараторов; чертеж, описание конструкции и принципа действия одного из следующих сепараторов: сепаратор Г9-КОВ, сепаратор-кларификатор ВСМ (таблица 2); техническая характеристика; ответы на контрольные вопросы;
- 3) расчетная часть, в которой дается расчет сепаратора-сливкоотделителя по предлагаемому варианту (таблица 2).

Таблица 3

Название технологической операции	Цель технологической операции	Технологические режимы	Применяемое оборудование	Классификация оборудования	
				по выполняемым функциям	по характеру воздействия на обрабатываемый продукт
Например: сбивание сливок	Получение имасляного зерна размером 3–5 мм	$t - 40-45$ мин; $t \text{ } ^\circ\text{C} - 7-14$ $^\circ\text{C}$ в зависимости от времени года	Маслоизготовитель	Оборудование для выполнения основных операций	Оборудование для проведения механических и гидромеханических процессов (для разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред)
Вид технологической линии					

Задание 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

Цель работы: изучение теоретических основ производства кисломолочных продуктов, устройства и принципа действия технологической линии, классификации гомогенизаторов, их устройства и принципа действия; приобретение практических навыков по расчету гомогенизатора К5-ОГА-10.

2.1. Характеристика сырья и готовой продукции

Кисломолочными называют молочные продукты, которые вырабатывают сквашиванием пастеризованного молока или сливок чистыми культурами молочнокислых бактерий с добавлением или без добавления дрожжей и уксуснокислых бактерий. В процессе сквашивания молока происходят физико-химические изменения составных частей молока; в первую очередь коагулируют белки, которые формируют консистенцию продукта.

При производстве кисломолочных продуктов необходимую микрофлору вносят в пастеризованное молоко в виде заквасок, которые готовят из чистых культур соответствующих видов микроорганизмов. Для приготовления заквасок используют молоко не ниже первого сорта плотностью 1029 кг/м^3 .

По характеру биохимических процессов различают 2 группы кисломолочных продуктов. К первой группе относят продукты, которые получают с использованием молочнокислого брожения и накоплением молочной кислоты (*простокваша всех видов, йогурт, ацидофилин, ацидофильное молоко*). Ко второй группе относят продукты, вырабатываемые при одновременном прохождении молочнокислого и спиртового брожения, с образованием молочной кислоты, этилового спирта и углекислого газа (*кефир, кумыс, ацидофильно-дрожжевое молоко и др.*).

Кисломолочные напитки вырабатывают из молока не ниже второго сорта и кислотностью не более $19 \text{ } ^\circ\text{T}$. Кисломолочные напитки выпускают нежирными и с разными величинами массовой доли жира: 1; 2,5; 3,2; 4; 6 %. В некоторые группы кисломолочных напитков входят различные добавки: сахар, плодово-ягодные наполнители, ароматизаторы, витамин С и др.

Кисломолочные продукты вырабатывают термостатным и резервуарным способами. При термостатном способе сквашивание,

охлаждение и созревание осуществляют в бутылках в термостатных и хладостатных камерах. При резервуарном способе эти процессы происходят в одной емкости. После перемешивания сгустка в резервуаре в тару разливают фактически готовый продукт, который необходимо дополнительно охладить. Резервуарный способ исключает дополнительное загрязнение продукции, что особенно важно в противоэпидемическом отношении.

2.2. Технологические операции производства

Общая схема технологии производства кисломолочных продуктов приведена на рисунке 3.

Первые семь операций являются общими для термостатного и резервуарного способов производства. При производстве кисломолочных продуктов из обезжиренного молока исключаются нормализация и гомогенизация. В технологии кисломолочных продуктов большое значение имеет режим пастеризации молока, при выборе которого необходимо учитывать физико-химические изменения составных частей молока под действием температуры. Самым оптимальным режимом пастеризации для кисломолочных продуктов является выдержка при 85...87 °С в течение 5...10 мин или при 90...92 °С – 2...8 мин.

Улучшение консистенции кисломолочных напитков наблюдают при увеличении степени коагуляции сывороточных белков, которые входят в казеиновый сгусток, образовавшийся под действием молочной кислоты. Однако высокие температуры пастеризации или продолжительная выдержка молока при высокотемпературной обработке приводят к почти полной коагуляции сывороточных белков, что ухудшает консистенцию кисломолочных продуктов.

Тепловую обработку молока обычно объединяют с гомогенизацией. Гомогенизация при температуре не ниже 55 °С и давлении 15±2,5 МПа улучшает консистенцию кисломолочных продуктов и предотвращает выделение сыворотки.

После гомогенизации и пастеризации проводят немедленное охлаждение молока до необходимой температуры заквашивания, которая зависит от вида продукта. Охлажденное молоко поступает в емкость для сквашивания молока. Бактериальную закваску вносят сразу же после охлаждения молока, чтобы избежать развития нежелательной микрофлоры.

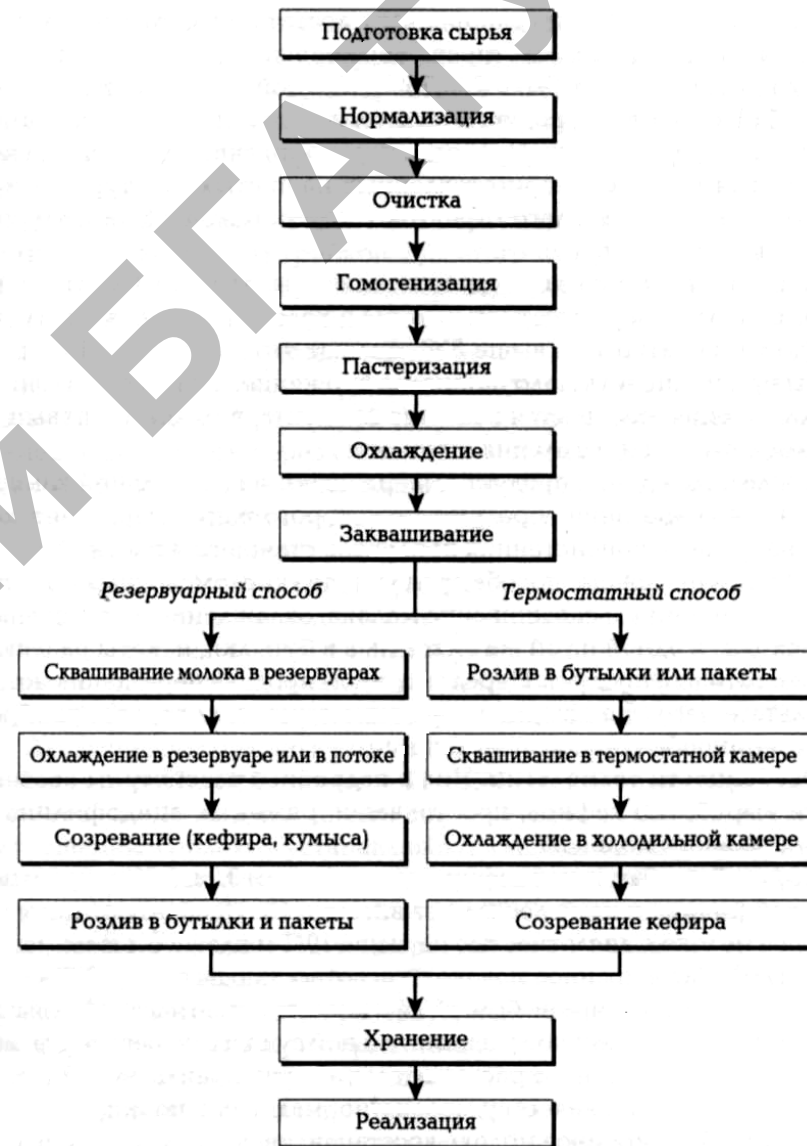


Рис. 3. Общая схема производства кисломолочных продуктов

Дальнейшие технологические операции несколько отличаются в зависимости от способа производства кисломолочных продуктов.

При термостатном способе после внесения закваски молоко немедленно разливают в тару малой емкости (бутылки, пакеты, банки, стаканы), закрывают и помещают в термостатную камеру, где поддерживают оптимальную температуру для развития молочнокислых культур.

Сгусток начинает формироваться при кислотности около 60 °Т. Готовность продукта определяют по характеру сгустка и его кислотности. Сгусток должен быть однородным, достаточно плотным, без выделения сыворотки. Кислотность обыкновенной и Мечниковской простокваши должна быть 70...75 °Т, Южной и ацидофильной – 80...85 °Т. После этого продукты выдерживают в термостатной камере еще некоторое время. Продолжительность сквашивания при использовании заквасок, приготовленных на чистых культурах мезофильного молочнокислого стрептококка, составляет 5...7 ч; термофильного – 2,5...3 ч.

Сквашенное молоко при достижении определенной кислотности перемещают из термостатной камеры в холодильную для охлаждения до температуры не выше 8 °С. Делают это как можно быстрее, чтобы приостановить молочнокислое брожение. В случае медленного охлаждения ухудшается качество продукта вследствие повышения кислотности и отделения сыворотки.

После охлаждения продукт выдерживают в холодильной камере 6...12 ч для созревания, в результате которого жир отвердевает, казеин набухает и консистенция продукта становится плотной.

При резервуарном способе производства кисломолочных продуктов заквашивание и сквашивание молока, охлаждение и созревание происходят в одной и той же емкости, а в бутылки, пакеты разливают уже готовый продукт. Перед розливом продукт перемешивают, в результате чего происходит нарушение сгустка. Он приобретает сметанообразную консистенцию.

Машинно-аппаратурная схема линии производства кисломолочных напитков резервуарным способом показана на рисунке 4.

2.3. Устройство и принцип действия технологической линии

После проверки качества молоко с помощью центробежных самовсасывающих электронасосов 1 отбирается через трубопровод с установленным на нем счетчиком – расходомером 2 и фильтром 3. Очищенное сырое молоко охлаждают на пластинчатой охладительной установке 4 и загружают в резервуар 5.

Для получения нормализованной молочной смеси сырое молоко перекачивают центробежным насосом 6 на тепловую и механическую обработку.

В линиях производительностью 2,5 и 5 т/ч проводят нормализацию периодическим (резервуарным) способом. Для этого сырое молоко в пластинчатой теплообменной установке 7 нагревают до температуры 41...45 °С и подают в сепаратор-сливкоотделитель 8. В нем молоко разделяется на сливки и обезжиренное молоко.

Молочную смесь нормализуют путем смешивания компонентов в резервуаре 10. Для этого при помощи дозаторов 9 к определенному количеству натурального молока при тщательном перемешивании добавляют нужное количество обезжиренного молока или сливок, рассчитанное по материальному балансу. При производстве восстановленного молока используют сухое молоко распылительной сушки, которое предварительно растворяют.



Рис. 4. Машинно-аппаратурная схема линии производства кисломолочных напитков: 1 – электронасос; 2 – расходомер; 3 – фильтр; 4 – пластинчатая охладительная установка; 5, 10, 11 – резервуары; 6 – центробежный насос; 7 – пластинчатая теплообменная установка; 8 – сепаратор-сливкоотделитель; 9 – дозатор; 12 – насос-дозатор; 13 – уравнильный бачок; 14 – секция рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки; 15 – пульт управления; 16 – сепаратор-молокоочиститель; 17 – гомогенизатор; 18 – резервуар для выдержки; 19 – аппарат для заквашивания и сквашивания молочной смеси; 20 – пластинчатая охлаждающая установка; 21 – промежуточный бункер; 22 – насос; 23 – фасовочная машина

Из резервуара 10 нормализованную молочную смесь перекачивают насосом 6 в производственный резервуар 11. Для выработки кисломолочных напитков молочную смесь насосами-дозаторами 12 через уравнильный бачок 13 подают в первую секцию рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки 14 и после нагревания до температуры 35...45 °С очищают в сепараторе-молокоочистителе 16.

Нормализованную молочную смесь после очистки обрабатывают в гомогенизаторе 17 при давлении в клапане 12,5...17,5 МПа и температуре 43...85 °С. Затем эту смесь пастеризуют в установке 14 при температуре 90...94 °С с выдержкой 2...8 мин или при 85...89 °С с выдержкой 10...15 мин. Допускается выдержка молока при этих температурах от 30 до 40 мин. Установка 14 снабжена пультом управления 15 со стабилизатором потока, обеспечивающим равномерность подачи молочной смеси в пластинчатый аппарат. После пастеризации молочную смесь загружают в резервуар 18 для выдержки.

При производстве кефира резервуарным способом молочную смесь из резервуара 18 подают насосом-дозатором 12 в установку 14, где подогревают до температуры заквашивания 23...25 °С. Заквашивание и сквашивание молочной смеси выполняют в аппарате 19. Он снабжен водяной рубашкой и специальными мешалками, обеспечивающими равномерное и тщательное перемешивание молочной смеси с закваской и молочного сгустка.

Во избежание вспенивания, влияющего на отделение сыворотки при хранении кефира, смесь в аппарат 19 подают через нижний штуцер.

Производственную кефирную закваску в массе 3...5 % от массы нормализованной смеси вносят или в потоке с использованием насоса-дозатора одновременно с нормализованной смесью, или перед подачей ее в аппарат 19. Для лучшего перемешивания смеси с закваской заполнение резервуара смесью производят при включенной мешалке. Перемешивание заканчивают через 15 мин после заполнения аппарата 19.

Смесь сквашивают при температуре 23...25 °С до образования молочно-белкового сгустка кислотностью 85...100 °Т (рН 4,65...4,50).

По окончании сквашивания включают подачу ледяной воды в рубашку аппарата 19. Через промежуток времени 60...90 мин после начала охлаждения включают мешалку. Молочный сгусток пере-

мешивают 10...30 мин. Перемешивание должно обеспечить однородную консистенцию молочного сгустка. При хранении кефира с неоднородной, комковатой консистенцией может отделиться сыворотка.

Перемешанный и охлажденный до температуры 18...22 °С сгусток оставляют в покое до созревания на 6 ч, не выключая подачу воды в рубашку аппарата 19. После первого перемешивания мешалку останавливают на время 1...1,5 ч. Дальнейшее перемешивание ведут периодически, включая мешалку на 2...10 мин через каждый час, пока температура сгустка не достигнет 12...16 °С. Затем сгусток оставляют в покое для созревания на промежуток времени 9...13 ч, предварительно выключив подачу воды в рубашку.

В зависимости от производительности линии завершения процесса образования кефира осуществляют двумя способами. При производительности линии 2,5 и 5,0 т/ч готовый кефир из аппарата 19 насосом 12 загружают в приемную воронку фасовочной машины 23 для упаковывания в потребительскую тару.

При производительности линии 10 и 15 т/ч готовый кефир перед подачей на фасование предварительно охлаждают до 4...8 °С в пластинчатой охлаждающей установке 20, загружают в промежуточный резервуар 21. Из последнего насосом 22 кефир загружают в приемную воронку фасовочной машины 23 для упаковывания в потребительскую тару.

С целью улучшения консистенции готового продукта упакованный кефир перед реализацией рекомендуется выдерживать в холодильной камере при температуре 4...8 °С.

2.4. Расчет гомогенизатора

Теоретическая часть

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. Гомогенизация не только изменяет дисперсность белковых компонентов продукта, но и влияет на физико-химические свойства продукта (плотность, вязкость и др.).

Гомогенизаторы подразделяются на клапанные, дисковые или центробежные и ультразвуковые. Основными факторами, определяющими конструкцию гомогенизаторов, является количество плунжеров. По этому признаку выпускаемые гомогенизаторы можно подразделить на одно-, трех- и пяти плунжерные.

Наибольшее распространение получили клапанные гомогенизаторы, основными узлами которых являются насос высокого давления и гомогенизирующая головка.

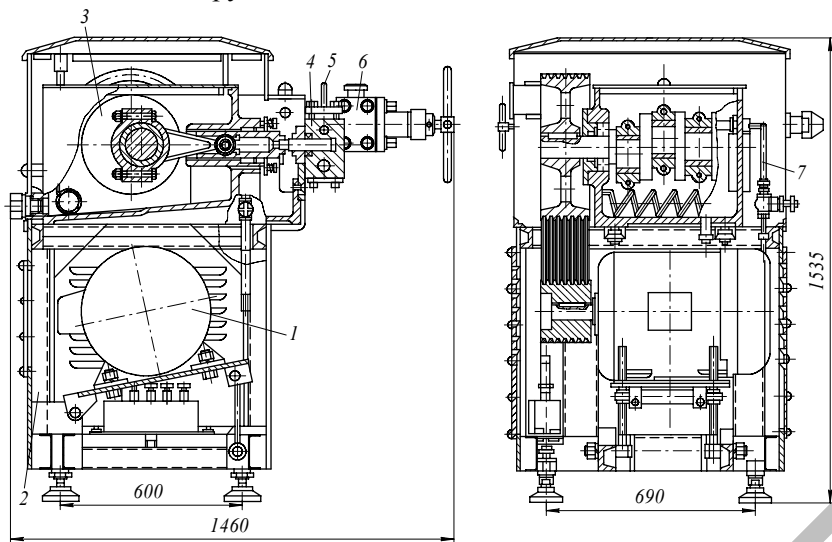


Рис. 5. Гомогенизатор А1-ОГМ:

1 – электродвигатель; 2 – станина; 3 – кривошипно-шатунный механизм; 4 – плунжерный блок; 5 – манометрическая головка; 6 – гомогенизирующая головка; 7 – система смазки

Гомогенизатор А1-ОГМ (рисунок 5), 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 каналом, и нагнетает ее через нагнетательный клапан в гомогенизирующую головку под давлением 20...25 МПа.

Гомогенизирующая головка является наиболее важной и специфической частью гомогенизатора. На рисунке 6 показана двухступенчатая гомогенизирующая головка, состоящая из корпуса 3 и клапанного устройства, основными частями которого являются седло клапана 1 и клапан 2.

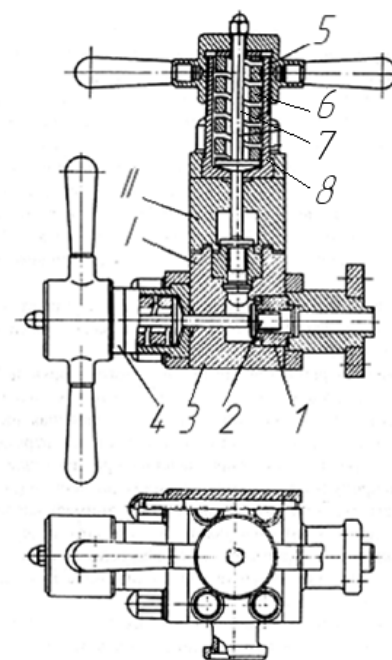


Рис. 6. Гомогенизирующая головка:

1 – первая ступень; II – ступень; 1 – седло клапана; 2 – клапан; 3 – корпус; 4 – нажимное устройство; 5 – накидная гайка; 6 – пружина; 7 – шток; 8 – стакан

Клапан связан со штоком, на выступ которого давит пружина 6. Сила сжатия пружины регулируется путем перемещения накидной гайки 5 со штурвалом, которая вместе с пружиной, штоком 7 и стаканом 8 образуют нажимное устройство 4. Жидкость, нагнетаемая насосом под тарелку клапана, давит на тарелку и отодвигает клапан от седла, преодолевая сопротивление пружины. В образующуюся между клапаном и седлом щель высотой от 0,05 до 2,50 мм проходит с большой скоростью жидкость, при этом гомогенизируются.

Внутри станины шарнирно закреплена плита, положение которой регулируется винтами. На плите установлен электродвигатель 1, приводящий в движение кривошипно-шатунный механизм 3 через клиноременную передачу. В корпусе 2, представляющем 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 таблице 4.

Таблица 4

Техническая характеристика гомогенизатора А1-ОГМ

Показатель	Значение
Производительность, л/ч	5000
Рабочее давление, МПа	20
Температура продукта, поступающего на гомогенизацию, °С	45...85
Электродвигатель:	
мощность, кВт	37
частота вращения, мин ⁻¹	980
Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	350
Количество плунжеров	3
Ход плунжера, мм	60
Число ступеней гомогенизации	2
Габаритные размеры, мм:	1480×1100×1640
Масса, кг:	1710

Расчетная часть

Задание. Выполнить расчет гомогенизатора, если заданы: D – диаметр плунжера, м; S – ход плунжера, м; ω – угловая скорость вращения коленчатого вала, рад/с; z – число плунжеров, шт.; p – давление гомогенизации, Па.

Методика расчета

Производительность плунжерного гомогенизатора G , м³/с,

$$G = 0,25 \cdot D^2 \cdot S \cdot \omega \cdot \eta_n \cdot z, \quad (1)$$

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 ($\eta_n = 0,80 \dots 0,90$).

Мощность электродвигателя гомогенизатора N , кВт,

$$N = \frac{Gp}{3600\eta}, \quad (2)$$

где p – давление гомогенизации, Па;

η – КПД гомогенизатора ($\eta = 0,75 \dots 0,85$).

Толщина тарелки клапана $h_{кл}$, м,

$$h_{кл} = 0,43 \cdot d_{кл} \sqrt{p/\sigma}, \quad (3)$$

где p – давление гомогенизации, Па;

$\sigma = 24 \cdot 10^7$ Па - допустимое напряжение для материала клапана;

$d_{кл}$ – диаметр клапана, м.

$$d_{кл} = \sqrt{1,27 \left(\Delta F + \frac{G}{6v_o z} \right)}, \quad (4)$$

здесь G – производительность гомогенизатора, м³/с;

v_o – допустимая скорость жидкости в седле, м/с (для всасывающего клапана – 2 м/с, а для нагнетательного – 5...8 м/с);

ΔF – площадь сечения хвостовика, м².

$$\Delta F = \pi \cdot r_k^2, \quad (5)$$

здесь r_k – радиус хвостовика, м; $r_k = (4...5) \cdot 10^{-3}$ м.

Пружину нагнетательного клапана рассчитывают, исходя из необходимого усилия $P_{пр}$ при закрытом клапане:

$$P_{пр} = \frac{G\omega M(1+\lambda)}{14d_{кл}^2 \cdot z}, \quad (6)$$

где G – производительность гомогенизатора, м³/с;

ω – угловая скорость вращения коленчатого вала, рад/с;

M – масса клапана, кг ($M = 0,4$ кг);

λ – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна

($\lambda = 0,15...0,20$);

$d_{кл}$ – диаметр клапана, м;

z – число плунжеров, шт.

Сила сжатия пружины при рабочей деформации $P_о$, Н,

$$P_о = 1,5 \cdot P_{пр}. \quad (7)$$

Жесткость пружины $Ж$, Н/м,

$$Ж = (P_о - P_{пр})/h, \quad (8)$$

где h – высота пружины, м ($h = 0,10...0,14$ м).

При гомогенизации часть механической энергии превращается в теплоту, вследствие чего происходит повышение температуры гомогенизируемого продукта Δt , К.

$$\Delta t = \frac{p}{c\rho}, \quad (9)$$

где p – давление гомогенизации, Па;

$c = 3880$ Дж/(кг·К) – удельная теплоемкость молока;

$\rho = 1033$ кг/м³ – 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:

$$d_{ср} = 3,8 \cdot 10^6 / \sqrt{p}, \quad (10)$$

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, м, проходного сечения седла определяется по формуле

$$D_c = \frac{\sqrt{G}}{\sqrt[4]{(p - p_в) / \delta_в}}, \quad (11)$$

где $p_в$ – давление всасывания, МПа ($p_в = 0,2 \cdot 10^6$ МПа);

$\delta_в$ – отношение массы перекачиваемой жидкости к массе воды (для молока $\delta_в = 1,03$).

В таблице 5 представлены варианты индивидуальных заданий.

Таблица 5

Варианты индивидуальных заданий

Номер варианта	D , мм	S , мм	ω , рад/с	z , шт.	p , МПа	Обрудование
1	25	10	36,1	5	25,5	А1-ОГМ
2	35	60	38,1	3	20,3	
3	20	10	36,2	5	25,6	
4	30	60	38,2	3	19,8	
5	22	10	36,3	5	25,7	
6	32	60	38,3	3	19,9	
7	24	10	36,4	5	25,1	
8	34	60	38,4	3	20,1	
9	21	10	36,5	5	25,4	А1-ОГ2-С
10	31	60	38,5	3	20,3	
11	23	10	36,6	5	25,9	
12	33	60	38,6	3	20,4	
13	25	10	36,7	5	25,8	
14	35	60	38,7	3	20,5	
15	20	10	36,8	5	26,3	

16	30	60	38,8	3	20,7	ОГ2А-250
17	22	10	36,9	5	24,9	
18	32	60	38,9	3	20,9	
19	25	10	36,1	5	26,0	
20	35	60	38,1	3	20,4	
21	20	10	36,2	5	26,7	
22	30	60	38,2	3	20,9	
23	22	10	36,3	5	22,6	
24	32	60	38,3	3	21,7	
25	20	10	36,4	5	26,3	

Контрольные вопросы

1. Что такое молочнокислое брожение?
2. Чем отличается резервуарный способ получения кисломолочных продуктов от термостатного?
3. Что называется гомогенизацией?
4. Назовите классификацию гомогенизаторов.
5. Какие виды гомогенизирующих головок используются в гомогенизаторах?
6. Как устроен и работает гомогенизатор?
7. Какие типы гомогенизаторов используют в промышленности?
8. От каких факторов зависит степень гомогенизации?
9. Как регулируется производительность гомогенизатора?

Содержание отчета:

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой излагаются теоретические основы технологии производства кисломолочных продуктов (заполнить таблицу 6); классификация гомогенизаторов; чертеж, описание конструкции и принципа действия, техническая характеристика одного из гомогенизаторов – А1-ОГМ; А1-ОГ2-С; ОГ2А-250 (таблица 5); ответы на контрольные вопросы;

3) расчетную часть, в которой дается расчет гомогенизатора по предлагаемому варианту (таблица 5).

Таблица 6

Название технологической операции	Цель технологической операции	Технологические режимы	Применяемое оборудование	Классификация оборудования	
				по выполняемым общим функциям	по характеру воздействия на обрабатываемый продукт
Например: пастеризация	Снижение количества любых патогенных микроорганизмов	90...94 °С с выдержкой 2...8 мин или при 85...89 °С с выдержкой 10...15 мин	Пластинчатая пастеризационно-охлаждающая установка	Оборудование для выполнения основных операций	Оборудование для ведения тепловых и массообменных процессов (аппараты для температурования и повышения концентрации пищевых сред)
Вид технологической линии					

Задание 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХОГО МОЛОКА

Цель работы: изучение теоретических основ процесса производства сухого молока, устройства и принципа действия технологической линии; классификации сушилок, их устройства и принципа действия; приобретение практических навыков по расчету распылительной сушилки.

3.1. Характеристика сырья и готовой продукции

Сухие молочные продукты являются разновидностью молочных консервов, которые разделяются на три группы: сгущенные с сахаром, стерилизованные и сухие. Сухие молочные продукты представляют собой порошок из агломерированных частиц молока разных форм и размеров, зависящих от вида продукции и способа сушки. Сухие молочные продукты имеют высокую пищевую и энергетическую ценность. В сухом цельном молоке содержится 25,6 % белков, 25 % жира, 39,4 % лактозы, а в обезжиренном сухом молоке 37,9 % белков и 50,3 % лактозы, высокое содержание витаминов и минеральных веществ. Энергетическая ценность 100 г сухих молочных продуктов составляет 1500...2500 ккал. Влажность сухих молочных продуктов не превышает 4 %, что обеспечивает значительную продолжительность их сохранности в герметической упаковке. Одним из основных физико-химических показателей сухих консервов является растворимость, величина которой может составлять от 80 до 99,5 % в зависимости от способа сушки.

Основным видом сухих молочных продуктов является сухое коровье молоко с массовой долей жира 15, 20, 25 % и обезжиренное молоко, сухие сливки, а также сухие кисломолочные продукты и пахта.

Сырьем для выработки сухих молочных продуктов являются молоко не ниже 2-го сорта и кислотностью не более 20 °Т, сливки с массовой долей жира не более 40 % и кислотностью не более 26 °Т, обезжиренное молоко и пахта кислотностью не более 20 °Т.

3.2. Технологические операции производства

Приемка и подготовка сырья. Молоко и сливки доставляют на комбинат в автомолцистернах, железнодорожных цистернах и фля-

гах. После органолептической оценки, определения температуры, кислотности, отбора средней пробы и сортировки по качеству определяют их массу и, если они удовлетворяют необходимым требованиям, направляют на очистку в центробежных сепараторах, молокоочистителях, сепараторах-диспергаторах или сепараторах-нормализаторах с подогревом или без подогрева в зависимости от конструкции применяемого оборудования. После очистки молоко и сливки сразу перерабатывают или охлаждают до температуры 2–8 °С и хранят в емкостях до переработки. Приемка, оценка качества и очистка молока ничем, по существу, не отличаются от обычных принятых при производстве других молочных продуктов.

Нормализация состава молока. Для получения сухого цельного молока, удовлетворяющего требованиям действующего стандарта, продукт вырабатывают из молока, нормализованного по содержанию жира и сухих веществ обезжиренным молоком, пахтой или сливками. В связи с сезонными изменениями состава молока операция «нормализация состава молока» имеет существенное значение для получения готового продукта, отвечающего требованиям стандарта по физико-химическим показателям. Нормализуют молоко двумя способами: 1) смешиванием цельного молока с компонентом нормализации большими массами (в емкостях) или малыми в потоке с помощью дозаторов; 2) сепарированием исходного молока с последующим смешиванием продуктов сепарирования в требуемых соотношениях.

Пастеризация нормализованного молока. Пастеризуют при температуре не менее 90 °С без выдержки в трубчатых, пластинчатых или пароконтактных пастеризаторах, либо трубчатых подогревателях, входящих в комплект вакуум-выпарных аппаратов.

Сгущение нормализованного молока. Для сгущения нормализованного молока используют многокорпусные вакуум-выпарные аппараты, работающие по принципу падающей пленки, или циркуляционные вакуум-выпарные аппараты. При использовании первых пастеризованное молоко после подогревателей или пастеризационной установки подают непосредственно на первую ступень вакуум-выпарного аппарата. При использовании вторых пастеризованное молоко накапливают в промежуточной емкости в количестве, необходимом для заполнения рабочего объема вакуум-выпарного аппарата. Технические вопросы эксплуатации вакуум-выпарных аппа-

ратов (подготовка к работе, параметры сгущения и т. д.) регламентируются специальными инструкциями. Нормализованное молоко сгущают до массовой доли сухих веществ 43–52 % в зависимости от типа применяемого аппарата. При достижении заданной массы сухих веществ сгущенное молоко направляют в промежуточную емкость.

Гомогенизация сгущенного молока. Для снижения массовой доли свободного жира в сухом цельном молоке сгущенное молоко гомогенизируют в одноступенчатом или двухступенчатом гомогенизаторе при температуре, которую оно имеет при выходе из аппарата и давлении в зависимости от типа гомогенизатора. На предприятиях, не оснащенных гомогенизаторами, допускается вырабатывать сухое цельное молоко без гомогенизации.

Сушка сгущенного молока. Сгущенное гомогенизированное молоко направляют в промежуточную емкость с мешалкой и нагревательной рубашкой при одновременной фильтрации. Далее насосом его подают в сушильную башню, при этом объем продукта в промежуточной емкости не должен превышать часовой производительности сушильной установки. Температура сгущенного молока, поступающего в сушильную башню, должна быть для вакуум-выпарных аппаратов, работающих по принципу падающей пленки, не менее 40 °С, для циркуляционных вакуум-выпарных аппаратов – не менее 50 °С. Сушильная установка должна быть подготовлена к работе в соответствии с действующей инструкцией по эксплуатации, в которой также определены режимы сушки: температура поступающего горячего воздуха – 165–180 и 140–170 °С в зависимости от конструкции установки, отработанного воздуха на выходе из сушильной башни – 65–85 и 65–80 °С.

Фильтры для воздуха, поступающего в калориферы, и тканевые фильтры для улавливания порошка из отработанного сушильного воздуха необходимо содержать в исправном состоянии, т. е. периодически очищать. Тканевые фильтры для сухого молока следует менять не реже чем через 25 дней или согласно указаниям в инструкции по эксплуатации. По выходу из сушильной башни сухое цельное молоко необходимо просеивать на встряхивающем сите, сетка которого выполнена из нержавеющей стали с размером ячеек не более 2×2 мм.

Охлаждение продукта. После просеивания сухое цельное молоко охлаждают до температуры 15–20 °С в системе пневмотранспорта на пути от сушильной башни до упаковки или в аппаратах в виброкипящем слое. В случае отсутствия специальных аппаратов или устройств для охлаждения допускается его охлаждать в сушильном цехе в фанерно-штампованных бочках, бумажных мешках, куда оно поступает с рассева.

Упаковка и маркировка. Упаковывают и маркируют сухое цельное молоко согласно требованиям нормативных документов. Сухое цельное молоко должно упаковываться: 1) в потребительскую тару; 2) в сборные металлические и комбинированные банки со съёмной пробкой; 3) в пачки для сыпучих продуктов с внутренним герметично заделанным пакетом из алюминиевой фольги, покрытой полиэтиленом или другими полимерными покрытиями; 3) в транспортную тару; 4) в бумажные непропитанные четырех и пятислойные мешки; 5) в фанерно-штампованные бочки, картонные навивные барабаны вместимостью до 50 дм³. Сухое молоко для производства продуктов детского питания должно быть упаковано в бумажные непропитанные четырех и пятислойные мешки. При упаковке продуктов в транспортную тару необходимо использовать мешки-вкладыши из полиэтилена. Масса нетто продукта в потребительской таре, г: в комбинированной банке – 250+7,5; в металлической банке – 500+15,0; в пачках – 250+7,5; 400+12,0; 500+15,0. Масса нетто продукта в транспортной таре постоянна для каждой партии от 20 до 30 кг включительно. На этикетке потребительской тары должны быть указаны информационные данные о пищевой и энергетической ценности 100 г продукта. Продукт в потребительской таре должен быть упакован в дощатые неразборные ящики или ящики из гофрированного картона.

Транспортирование и хранение. Продукт транспортируют всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах в соответствии с правилами транспортных организаций по перевозке грузов. Сухое цельное молоко должно храниться при температуре от 1 до 10 °С и относительной влажности воздуха не выше 85 % не более 8 мес. со дня выработки. Допускается хранение сухого цельного молока на предприятиях-изготовителях при температуре не ниже 1 и не выше 20 °С не более 15 суток со дня выработки.

Машинно-аппаратурная схема линии производства сухого молока представлена на рисунке 7.

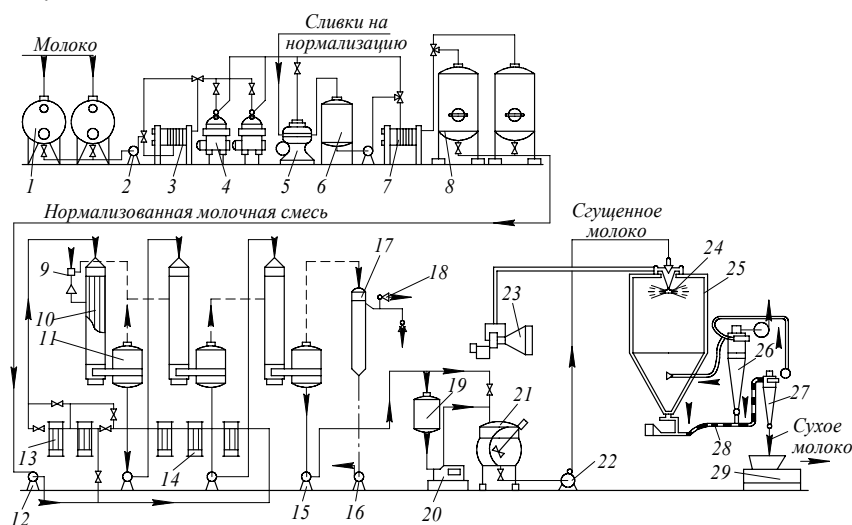


Рис. 7. Машинно-аппаратурная схема линии производства сухого молока:

- 1 – приемный резервуар; 2 – центробежный насос; 3 – пластинчатый подогреватель; 4 – сепаратор-молокоочиститель; 5 – сепаратор-нормализатор; 6 – резервуар; 7 – пастеризационно-охлаждающая установка; 8 – расходный резервуар; 9 – система подачи греющего пара; 10 – греющие камеры; 11 – сепараторы-пароотделители; 12 – продуктопровод с насосами; 13, 14 – трубчатые подогреватели; 15 – насосы для перекачки сгущенного молока; 16 – насосы для перекачки конденсата; 17 – конденсатор; 18 – пароструйные насосы; 19 – промежуточный бак; 20 – двухступенчатый гомогенизатор; 21 – ванна с мешалкой; 22 – насос; 23 – калорифер; 24 – распылительный диск; 25 – сушильная башня; 26, 27 – циклоны; 28 – пневмотранспорт; 29 – машина для фасовки сухого молока в потребительскую тару

3.3. Устройство и принцип действия технологической линии

После проверки качества, учета, очистки и охлаждения сырое молоко загружают в приемные резервуары 1. На переработку сырое молоко перекачивают центробежным насосом 2 через пластинчатый подогреватель 3, сепараторы-молокоочистители 4 в сепаратор-нормализатор 5.

Нормализацию молока проводят, добавляя в него сливки, обезжиренное молоко или пахту. В нормализованной молочной смеси соотношение жира и сухого молочного обезжиренного остатка должно быть таким же, как и в готовом продукте. Нормализованное молоко из резервуара 6 перекачивают в пастеризационно-охлаждающую установку 7. Молоко пастеризуют при температуре 95 °С без выдержки, фильтруют и загружают в расходные резервуары 8.

Молоко сгущают в вакуум-выпарной установке пленочного типа. В состав установки входят три греющие камеры 10 с сепараторами-пароотделителями 11, трубчатые подогреватели 13 и 14, продуктопровод с насосами 12, система подачи греющего пара 9, конденсатор 17 с пароструйными насосами 18 и насосы для перекачки сгущенного молока 15 и конденсата 16.

Для выпаривания молоко подается насосом сверху в трубы греющей камеры 10 и стекает вниз, образуя на внутренней поверхности трубок тонкую пленку. Греющий пар поступает в межтрубное пространство, нагревает продукт до температуры кипения. Парожидкостная смесь продукта из нижнего сечения греющей камеры поступает в сепаратор-пароотделитель 11. В нем поток разделяется на вторичный пар, который поступает на обогрев следующей камеры, и упаренный продукт, который перекачивается насосом в трубы следующей камеры. Из последней (третьей) камеры сгущенное молоко перекачивается насосом 15 в промежуточный бак 19, а вторичный пар поступает в конденсатор 17, превращается в жидкость и перекачивается насосом 16 в систему сбора конденсата.

С целью предупреждения отстоя жира сгущенное молоко гомогенизируют. Эту операцию проводят в двухступенчатом гомогенизаторе 20 клапанного типа. Продукт подогревают до 55...60 °С и гомогенизируют при рабочем давлении 11,5...12,5 МПа на первой ступени и 2,5...3,0 МПа на второй ступени. Гомогенизированное сгущенное молоко фильтруют и накапливают в ванне с мешалкой 21.

На сушку сгущенное молоко подают шестеренным насосом 22, пропуская через распылительный диск 24 для диспергирования. Распыленный продукт в рабочем объеме сушильной башни 25 высушивается в атмосфере горячего воздуха, нагнетаемого через ка-

лорифер 23. Температура воздуха, поступающего в сушильную башню, 165...180 °С, а отработанного воздуха – 65...85 °С.

Сухое молоко выгружают из башни 25 с помощью циклонов 26 и 27, просеивают на сите с размером ячеек 2×2 мм и охлаждают до 15...20 °С в системе пневмотранспорта 28. Охлажденное сухое молоко фасуют в потребительскую тару с помощью машины 29. Пакеты с молоком укладывают в ящики.

3.4. Расчет распылительной сушилки

Теоретическая часть

Распылительные сушильные установки можно классифицировать по способам распыления, очистки и подачи воздуха, а также по расположению сушильной башни и растворимости готового продукта.

По способу распыления их подразделяют на дисковые и форсуночные. В первых продукт распыляется за счет центробежной силы диска, а во вторых – под действием давления вылетает из форсунок с большой скоростью.

По способу очистки отходящего из сушильной камеры воздуха выделяют установки с матерчатými рукавными фильтрами и с мокрой очисткой воздуха. По способу подачи воздуха в сушильную башню и направлению его движения в ней различают установки противоточные, проточные, смешанные и комбинированные. В противоточных воздух и высушиваемый продукт движутся противоположно один другому, в проточных воздух и продукт движутся в одну сторону, в установках смешанного типа воздух подается из нескольких мест, а в комбинированных совмещаются различные технологические процессы. По расположению сушильной камеры установки делятся на вертикальные и горизонтальные. По способу удаления сухого продукта из сушильной камеры различают установки со скребковыми механизмами, с пневматическим удалением, с ленточным, шнековым или вибрационным транспортерами, а также с гравитационным механизмом удаления готового продукта.

По растворимости готового продукта различают установки для получения сухого продукта обычной растворимости и для получе-

ния быстрорастворимого сухого молока. Сухие продукты, полученные на распылительных сушилках, обладают хорошей растворимостью (99,9%).

В настоящее время выделяют еще распылительные установки для получения сухого продукта акустические и низкотемпературные.

Распылительная сушилка типа РСМ (рис. 8) состоит из вертикальной цилиндрической сушильной башни, снабженной коническим днищем, циклонов и вспомогательных устройств. Внутренний диаметр цилиндрической части сушильной башни составляет 5,5 м, высота – 3 м (при общей ее высоте 7,55 м). В центре верхней части башни смонтированы воздухораспределитель 3 и распылитель 2.

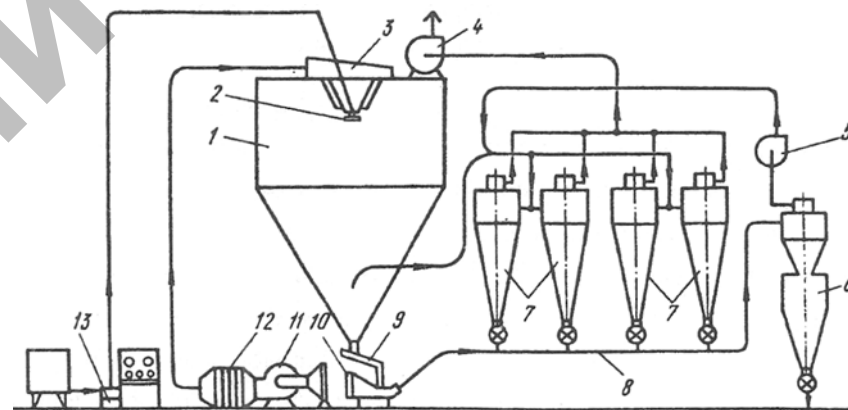


Рис. 8. Схема распылительной сушилки:

1 – сушильная башня; 2 – распылитель; 3 – воздухораспределитель; 4 – вытяжной вентилятор; 5 – вентилятор; 6 – бункер-накопитель; 7 – батарея циклонов; 8 – пневмотранспортная линия; 9 – вибралоток; 10 – фильтр; 11 – нагнетательный вентилятор; 12 – калорифер; 13 – насос

Частота вращения диска распылителя 1100...1250 с⁻¹. Воздух подается нагнетательным вентилятором 11 высокого давления.

После прохождения калорифера воздух нагревается до температуры 180...200 °С и подается на сушку. При этом в воздухораспределителе поток воздуха подвергается закрутке в направлении, про-

твояположном направлении движения частиц распыленного продукта. После потери частицами продукта высокой скорости они совместно с потоком движутся по нисходящей спиралеобразной траектории. Имеющий температуру 85...96 °С отработавший воздух с наиболее низкими фракциями молочного порошка через специальный патрубок выводится из сушильной башни в батарее циклонов 7 для очистки и отсасывается вентилятором 4.

Высушенный молочный порошок сыпается в вибрлоток 9, из которого подается в пневмотранспортную линию 8. Перед поступлением в пневмотранспортную линию 8 воздух очищается фильтром 10.

В процессе транспортирования молочный порошок охлаждается до температуры, которая на 10... 15 °С выше температуры засасываемого воздуха. В пневмолинию поступает также порошок из батареи циклона.

Молочный порошок подается по пневмотранспортным линиям в разгрузочный циклон, а из него – в бункер-накопитель 6. Ввиду недостаточной очистки воздуха из разгрузочного устройства он возвращается в воздухопровод, по которому из сушильной башни подается в батарею циклонов. С помощью шлюзового затвора, установленного над бункером-накопителем, готовый продукт выгружается из установки и фасуется в крафт-мешки.

Расчетная часть

Задание. Выполнить расчет распылительной сушилки, если заданы: производительность по исходному продукту G_{1T} , кг/ч; массовая доля сухих веществ в исходном продукте c_1 , %; конечная влажность готового порошка W_2 , %; температура продукта, подаваемого на сушилку Θ_1 , °С, после сушильной камеры Θ_2 , °С; температура воздуха на входе в сушильную камеру t_1 , °С, на выходе из сушильной камеры t_2 °С, на входе в паровой калорифер t_o , °С; относительная влажность воздуха на входе в паровой калорифер ϕ_o , %; напряжение объема сушильной камеры по испаренной влаге A , кг/(м³·ч); частота вращения диска n , мин⁻¹; диаметр распылительного диска d_o , м.

Методика расчета

Средний размер частиц d_{cp} , м, при дисковом распылении

$$d_{cp} = \frac{9,85}{\omega} \sqrt{a / (R_o \cdot \rho_n)}, \quad (1)$$

где a – поверхностное натяжение продукта, Н/м,

$a = (65... 68) \cdot 10^{-3}$ Н/м;

ω – угловая скорость вращения распылительного диска, рад/с ($\omega = \pi n / 30$).

Площадь поверхности контакта F , м², высушиваемого продукта:

$$F = 6G_{1T} / (\rho_n d_{cp}), \quad (2)$$

где ρ_n – плотность продукта, кг/м³ ($\rho_n = 1100$ кг/м³).

Действительная производительность сушилки по испаренной влаге W_o , кг/ч,

$$W_o = G_{1T} \frac{W_1 - W_2}{100 - W_2}, \quad (3)$$

где $W_1 = 100 - G_{1T}$ – влажность исходного продукта, %.

Действительная производительность по готовому продукту G_{2T} , кг/ч,

$$G_{2T} = G_{1T} - W_o. \quad (4)$$

Теоретическая производительность по испаренной влаге W_T , кг/ч,

$$W_T = W_o / k, \quad (5)$$

где k – коэффициент использования теоретической производительности, $k = 0,95$.

Теоретическая производительность по готовому продукту G_2 , кг/ч,

$$G_2 = W_T \frac{100 - W_2}{W_1 - W_2}. \quad (6)$$

Теоретическая производительность G_3 кг/ч,

$$G_3 = G_2 - W_T. \quad (7)$$

Радиус факела R_{cp} , м, распыления с учетом гидродинамических и температурных условий протекания процесса определяется по уравнению А.А. Долинского:

$$R'_{cp} = 0,33 d_{cp} (\rho_n / \rho_v) Re^{0,36} Gu^{-0,4} Ko^{-0,2}, \quad (8)$$

где ρ_v – плотность воздуха, кг/м³ (таблица 7);

Re – критерий Рейнольдса.

$$Re = v_{ch} \cdot d_{cp} \cdot \rho_{np} / \mu, \quad (9)$$

Параметры влажного воздуха

Температура воздуха, °С	Плотность воздуха ρ_v , кг/м ³	Динамическая вязкость воздуха $\mu_v \cdot 10^{-6}$, Па·с
20	1,164	18,24
30	1,127	18,73
40	1,092	19,22
50	1,056	19,61
60	1,025	20,10
70	0,996	20,39
80	0,968	20,98
90	0,942	21,57
100	0,916	21,77
120	0,870	22,75
140	0,827	23,53
160	0,789	24,12
180	0,755	22,00
190	0,742	25,11

здесь v_q – скорость полета частиц ($v_q = 0,85 v_n$) при турбулентном режиме), м/с;

$\rho_{пр}$ – плотность сухого молока, кг/м³ ($\rho_{пр} = 570$ кг/м³);

μ – динамическая вязкость продукта, $\mu = 490 \cdot 10^3$ Па·с,

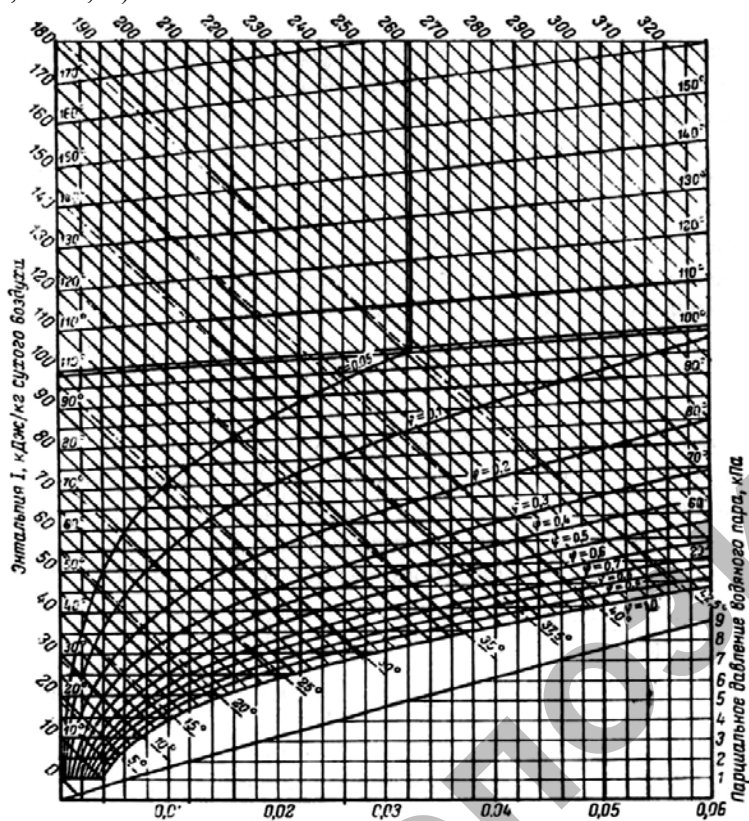
$$v_n = \pi \cdot n \cdot R_0 / 30. \quad (10)$$

Gu – критерий Гухмана.

$$Gu = (T - T_M) / T_M, \quad (11)$$

где T_M – температура мокрого термометра, определяемая по $I-d$ -диаграмме (рис. 9),

Ko – критерий Коссовича (при распылительной сушке $Ko = 0,27 \dots 0,41$).



Влажностное содержание X , кг/кг сухого воздуха

Рис. 9. $I-d$ -диаграмма для влажного воздуха при давлении 100 кПа

Для определения размеров сушильной камеры необходимо исходить из условия, что частица в своем полете должна достигать стенок сушильной камеры:

$$S = \frac{8}{3} \frac{r_1 \rho_n}{\varphi_1 \rho_v} \ln \frac{v_n}{v_k}, \quad (12)$$

где r_1 – радиус частицы, м;

φ_1 – коэффициент сопротивления, зависящий от режима движения и значения критерия Рейнольдса:

при $Re \geq 1000$ $\varphi_1 = 0,44$; при $2 < Re < 1000$ $\varphi_1 = 18,5 / Re^{0,6}$; при $Re < 2$ $\varphi_1 = 24 / Re$.

v_n и v_k – начальная и конечная скорости движения частицы, м/с,

$$v_n = \frac{\pi \cdot n \cdot d}{60}, \quad v_k = 3,5 \dots 4,3 \text{ м/с.}$$

Диаметр распылительной сушильной камеры D , м,

$$D > 2,25 S.$$

Массовая доля теплоты Q , кДж/с, передаваемая от воздуха к продукту,

$$Q = W_T r + G_3 c (\theta_2 - \theta_1), \quad (13)$$

где W_T – теоретическая производительность по испаренной влаге, кг/ч;

r – удельная теплота испарения влаги, кДж/кг ($r = 2258$ кДж/кг);

c – удельная теплоемкость продукта, кДж/(кг · К) ($c = 2,35 \dots 3,09$ кДж/(кг · К)).

Массовый расход воздуха Q_B , подаваемого в сушильную башню, кг/ч,

$$Q_B = 1000 \cdot W_T / (d_2 - d_0), \quad (14)$$

где d_2, d_0 – влагосодержание воздуха, выходящего из сушильной башни и входящего в нее, кг влаги на 1 кг сухого воздуха, определяется по $I-d$ -диаграмме (рис. 9).

Расход пара D_n , кг/с,

$$D_n = \frac{Q}{(i_n - i_k) \eta}, \quad (15)$$

где i_n, i_k – удельные энтальпии греющего пара и конденсата, кДж/кг

($i_n = 2792$ кДж/кг; $i_k = 417,5$ кДж/кг);

η – КПД калорифера ($\eta = 0,90 \dots 0,97$).

Продолжительность процесса сушки τ , с,

$$T = 0,167 Q \cdot \rho_n \cdot d_{cp} / (\alpha \cdot \Delta t_{cp} \cdot G_3), \quad (16)$$

где Δt_{cp} – средняя разность между температурами воздуха и продукта, К;

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_1 - \theta_2}{\ln \frac{t_1 - \theta_2}{t_2 - \theta_1}}; \quad (17)$$

α – коэффициент теплообмена между воздухом и продуктом,

Вт/(м²·К) ($\alpha = 80 \dots 40$ Вт/(м² · К));

ρ'_n – плотность высушенного продукта, кг/м³ ($\rho'_n = 570 \dots 660$ кг/м³).

Мощность N , кВт, затрачиваемая при дисковом распылении,

$$N = 3,125 \cdot 10^{-7} \cdot v_n^2 \cdot G_3 / d_0 \quad (18)$$

где d_0 – диаметр распылительного диска, м.

Термический КПД распылительной сушилки η_m ,

$$\eta_m = (\theta_1 - t_n) / (t_1 - t_2),$$

где t_n – температура окружающего воздуха, $t_n = 18$ °С.

Таблица 8

Варианты индивидуальных заданий

Номер варианта	G_{1T} , кг/ч	c_1 , %	W_2 , %	θ_1 , °С	θ_2 , °С	t_1 , °С	t_2 , °С	t_0 , °С	φ_0 , %	n , мин ⁻¹	d_0 , м	Оборудование
1	805	35	3,2	47	78	180	130	17	67	11100	0,260	Распылительная сушилка ЦТР-500
2	815	36	3,3	48	79	181	131	17	68	11200	0,260	
3	820	37	3,4	49	80	182	132	17	69	11300	0,260	
4	825	38	3,5	50	80	183	132	18	70	11400	0,260	
5	825	39	3,6	51	80	184	128	18	71	11500	0,260	
6	820	40	3,6	52	81	185	127	18	72	11600	0,260	Вакуум-сублимационная установка УСС-5
7	815	41	3,5	53	82	186	126	19	73	11500	0,260	
8	810	42	3,4	54	81	187	125	19	74	11400	0,270	
9	815	41	3,4	54	79	188	124	19	75	11300	0,270	Вакуум-сублимационная установка В2-ФСБ
10	820	40	3,3	53	79	189	123	20	76	11200	0,270	
11	825	39	3,3	52	79	190	122	20	77	11100	0,270	
12	830	38	3,2	52	78	191	121	20	78	11000	0,270	
13	835	37	3,2	51	78	192	120	21	79	10900	0,270	
14	830	36	3,2	51	77	180	119	22	80	10800	0,270	
15	825	35	3,1	51	77	181	118	21	81	11000	0,280	
16	820	34	3,1	50	76	182	117	21	82	11100	0,280	
17	815	35	3,1	50	76	183	116	22	80	11200	0,280	
18	810	36	3,2	50	76	184	119	22	75	11300	0,280	
19	805	37	3,2	49	75	185	118	21	76	11400	0,280	
20	810	38	3,3	48	75	185	117	20	77	11500	0,280	Сушилка А1-ОГК
21	815	39	3,3	49	74	186	118	20	78	11600	0,270	
22	820	40	3,4	50	74	186	119	19	79	11700	0,272	
23	825	40	3,5	51	73	187	120	19	76	11600	0,274	
24	830	41	3,6	52	73	187	121	19	75	11500	0,276	
25	835	42	3,6	53	72	188	122	18	76	11400	0,278	

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику молочным продуктам.
2. Что такое нормализация молока?
3. Что называется процессом сушки?
4. Какова классификация распылительных сушилок?
5. В каких отраслях пищевой промышленности используются распылительные сушилки?
6. Какие устройства применяют в распылительных сушилках для удаления высушенного продукта?
7. Каковы основные направления повышения тепловой эффективности распылительных сушилок?

Содержание отчета:

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой излагаются теоретические основы технологии производства сухого молока (заполнить таблицу 9); классификация сушильных установок; чертеж, описание конструкции и принципа действия, техническая характеристика одного из видов сушильных установок (таблица 9); ответы на контрольные вопросы;
- 3) расчетная часть, в которой приводится расчет распылительной сушилки по предлагаемому варианту (таблица 8).

Таблица 9

Название технологической операции	Цель технологической операции	Технологические режимы	Применяемое оборудование	Классификация оборудования	
				по выполняемым общим функциям	по характеру воздействия на обрабатываемый продукт
Например: Сушка сгущенного молока	Удаление влаги	$t_{\text{гор. возд}} = 140-180,$ $t_{\text{отр. возд}} = 65-80 \text{ } ^\circ\text{C}$	Сушильная установка	Оборудование для выполнения основных операций	Оборудование для ведения тепловых и массообменных процессов (аппараты для сушки пищевых сред)
Вид технологической линии					

Задание 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВАРЕНО-КОПЧЕНЫХ КОЛБАС

Цель работы: изучение теоретических основ производства варено-копченых колбас, работы технологической линии, знакомство с классификацией перемешивающего оборудования, их устройством и принципом действия, приобретение практических навыков по расчету фаршемешалки.

4.1. Характеристика сырья и готовой продукции

Варено-копченые колбасы – мясные изделия, предназначенные для длительного хранения.

По сравнению с вареными колбасами, варёно-копчёные колбасы содержат в своей рецептуре большее количество приправ и специй, отличаются консистенцией фарша. Варёные колбасы готовятся из однородного фарша, а варёно-копчёные содержат мелкие кусочки мясopодуkтов. В рецептуру варёно-копчёных колбас, помимо традиционных говядины и свинины, входят: шпик, молочные продукты, крахмал, пряности.

Для производства варено-копченых колбас используют говядину от взрослого скота, свинину, баранину в остывшем, охлажденном и размороженном состояниях, шпик хребтовый и боковой, грудинку свиную с массовой долей мышечной ткани не более 25 %, жир-сырец бараний подкожный и курдючный.

В качестве посолочных ингредиентов используют пищевую поваренную соль высшего или 1-го сорта, сахар-песок и нитрит натрия. Для придания специфического вкуса и запаха добавляют пряности или их экстракты, лук, чеснок, ароматизаторы, копильные препараты.

Эти ингредиенты добавляются в разных пропорциях, зависящих от конкретного вида варёно-копчёной колбасы. Копчение опилками лучших пород деревьев придает продуктам приятный аромат. Варёно-копчёные колбасы содержат 10–17 % белка, 30–40 % жиров, их энергетическая ценность составляет в среднем 350–410 ккал на 100 г. Варено-копченые колбасы выпускаются высшего и первого сортов. Срок годности варено-копченых колбас – до 15 суток.

4.2. Технологические операции производства

Подготовка сырья. Мясо поступает в колбасные цехи на костях в виде туш, полутуш, отрубов или без костей в виде замороженных блоков. Сырье, направляемое на переработку, должно сопровождаться разрешением ветеринарно-санитарной службы. При приеме сырья его осматривают, подвергают дополнительной сухой зачистке и (при необходимости) сухой и мокрой зачистке. Подготовка сырья включает размораживание (при использовании замороженного мяса), разделку (операции по расчленению туш или полутуш на более мелкие отрубы), обвалку и жиловку. На обвалку направляют охлажденное сырье с температурой не ниже 1 °С. Разделку, обвалку и жиловку мяса проводят в производственных помещениях с температурой 10...12 °С и относительной влажностью не выше 75 %.

Измельчение мяса. После обвалки и жиловки говядину и свинину направляют на измельчение и посол. Перед измельчением жирное сырье (свинину жирную, жир-сырец, шпик) охлаждают до 2 ± 2 °С или подмораживают до минус (2 ± 1) °С. Для производства варено-копченых колбас посол мяса производят в кусках массой до 1 кг и в виде шрота – при измельчении на волчке с диаметром отверстий решетки 16...25 мм. Мясо перемешивают с сухой поваренной солью в мешалках различных конструкций, в том числе вакуумных, или посолочных агрегатах непрерывного действия, в течение 4...5 мин. При посоле на 100 кг мясного сырья добавляют 3 кг поваренной соли. Нитрит натрия вносят в виде раствора с массовой долей 2,5 % из расчета 10 г на 100 кг мяса. Посоленное мясное сырье выдерживают в емкостях при температуре не ниже 0 °С и не выше 4 °С в кусках – 2...4 сут, в шроте – 1...2 сут.

Составление фарша. Фарш готовят двумя способами: в мешалках различных конструкций из выдержанного в посоле мясного сырья, или на куттерах с использованием подмороженного сырья. При втором способе для приготовления фарша допускается использовать смесь, включающую не менее 50 % подмороженного мяса и не более 50 % соленого мяса.

По первому способу перед приготовлением фарша выдержанное в посоле нежирное мясное сырье измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2...3 мм, полужирную и жирную свинину, грудинку и шпик – до размеров, предусмотренных рецептурой. Измельченную говядину перемешивают со специями 5...7 мин, добавляют нежирную свинину, полужирное мясо, грудинку, шпик, говяжий или бараний жир. Продолжительность перемешивания – 6...10 мин.

По второму способу жилованное мясо в кусках, полосы шпика и грудинки замораживают при толщине слоя не более 10 см до $-5...-1$ °С (мясные замороженные блоки отепляют до этой температуры). После измельчения крупных кусков говядины, баранины через 30...90 с загружают нежирную свинину, поваренную соль, специи, раствор нитрита натрия, через 1...2 мин – полужирную и жирную свинину, шпик, грудинку, бараний жир и измельчают еще 30...90 с. Общая продолжительность измельчения и перемешивания составляет 2...5 мин в зависимости от наименования колбасы, количества ножей и конструкции куттера. Температура фарша после куттерования – $3...-1$ °С.

Формование колбасных изделий. Процесс формования колбасных изделий включает: подготовку колбасной оболочки, шприцевание фарша в оболочку, вязку или клипсование (при использовании маркированной оболочки) колбасных батонов, их навешивание на палки или рамы.

Наполнение оболочек фаршем производят на гидравлических шприцах при 1,3 МПа. Батоны перевязывают шпагатом, нитками или, при наличии специального оборудования и маркированной оболочки, закрепляют их концы металлическими скрепками или скобами с наложением петли. Батоны навешивают на палки с интервалом 8...10 см. Свободные концы оболочки и шпагата не должны быть длиннее 2 см.

Батоны варено-копченых колбас подвергают осадке 1...2 сут при $4...8$ °С для изделий из предварительно посоленного сырья, или 4 сут при $2...4$ °С – для изделий из подмороженного сырья.

Термическая обработка. Термическая обработка варено-копченых колбас производится в универсальных камерах непрерывного действия с автоматическим контролем и регулированием температуры и влажности. Термическую обработку можно проводить двумя способами:

- сначала проводят первичное копчение, при котором колбасу коптят дымом, полученным от сжигания древесных опилок твердых лиственных пород (дуба, бука, ольхи и др.) при 75 ± 5 °С в течение 1...2 ч; после копчения батоны варят паром при 74 ± 1 °С в течение 45...90 мин; после варки колбасу охлаждают в течение 5...7 ч при температуре не выше 20 °С и затем осуществляют вторичное копчение в течение 24 ч при 42 ± 3 °С; после этого колбасу сушат в течение 3...7 сут при 11 ± 1 °С и относительной влажности воздуха 76 ± 2 %;

- первичное копчение не производят, а сразу после варки колбасу охлаждают в течение 2...3 ч при температуре не выше 20 °С; затем колбасу коптят в течение 48 ч при 45±5 °С и сушат в течение 2...3 сут при 11±1 °С и относительной влажности воздуха 76±2%.

Упаковывание, хранение и контроль качества. Варено-копченые колбасы маркируют этикеткой, помещают в тару. Затем готовый продукт в подвешенном состоянии хранят в холодильных камерах при температурах +12...+15 °С и относительной влажности воздуха 75...78 %, упакованные колбасы хранят при 0...+4 °С.

4.3. Устройство и принцип действия технологической линии

На рисунке 10 приведена машинно-аппаратурная схема линии производства варено-копченых колбас.

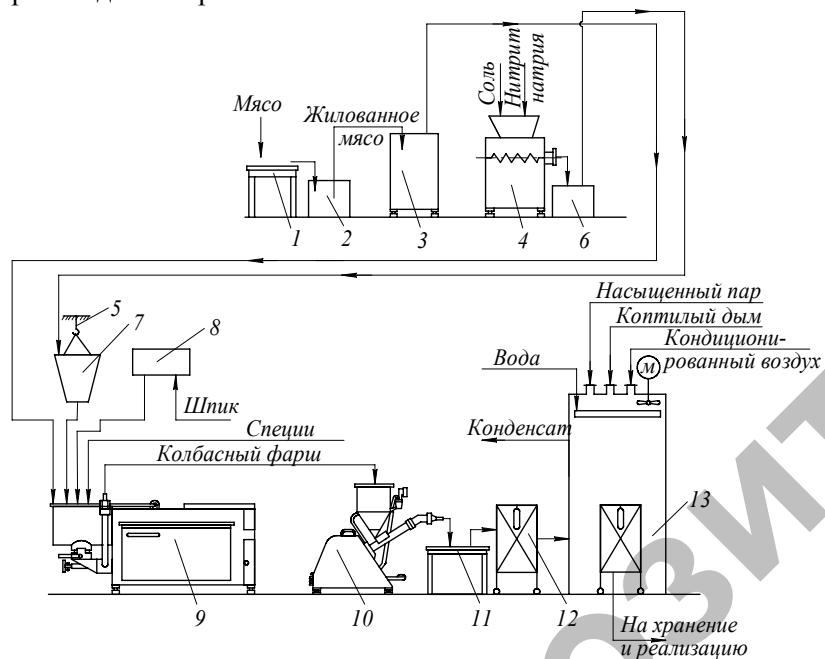


Рисунок 10. Машинно-аппаратурная схема линии производства варено-копченых колбас:

1 – стол обвалки и жиловки; 2, 3 – промежуточные емкости; 4 – стол-волчок первичного измельчения; 5 – монорельс; 6 – насос; 7 – бункер для созревания фарша в посоле; 8 – шпигорезка; 9 – измельчитель; 10 – вакуумный шприц; 11 – стол для вязки колбас; 12 – рамы; 13 – термоагрегат

Устройство и принцип действия линии. Со стола обвалки и жиловки 1 мясо через промежуточные емкости 2 и 3 поступает в волчок 4 первичного измельчения. Измельченное мясо после перемешивания с солью (массовая доля соли в варено-копченых колбасах не должна превышать 3 %) насосом 6 перекачивается в бункер 7 для созревания фарша в посоле. Бункер 7 перемещают по монорельсу 5.

Выдержанное в посоле мясо предварительно смешивают в мешалке измельчителя 9, куда дозируются: шпик, после измельчения на шпигорезке 8, специи и другие ингредиенты рецептуры, фарш через переходник направляется в вакуумный шприц 10 для шприцевания.

Колбасные батоны вяжут шпагатом на столе для вязки колбас 11. Сформированные батоны навешивают на рамы 12, подвергают осадке и подают на термообработку в термоагрегат 13. Варят колбасу насыщенным паром в варочной камере термоагрегата при температуре 73...75 °С до достижения температуры в центре батона 68...72 °С.

После варки колбасные батоны охлаждают до достижения температуры варки батона 15 °С, коптят в течение 48 ч при температуре 40...50 °С и сушат при 10...12 °С и относительной влажности воздуха 74...76 % до достижения стандартной влажности продукта.

По окончании технологического процесса варено-копченые колбасы упаковывают и направляют в реализацию. Хранят колбасы в охлаждаемых помещениях при температуре 8 °С и относительной влажности 75...80 % в подвешенном состоянии не более 15 сут.

4.4. Расчет фаршемешалки

Теоретическая часть

Смешивание – это механический процесс равномерного распределения частиц отдельных компонентов во всем объеме смеси под действием внешних сил. Смешивание осуществляется сжатым воздухом или паром; во вращающемся резервуаре смесителя; быстро вращающимися рабочими органами (лопасти, винты, ножи, шнеки); пропусканием массы под давлением через сопла и щели; ультразвуком или гидродинамическим эффектом и др.

На эффективность смешивания влияют плотность исходных компонентов, гранулометрический состав частиц компонентов сме-

си, влажность компонентов, состояние поверхности частиц, силы трения и адгезии поверхностей частиц и т. д.

Смешивание пищевых продуктов осуществляется в смесителях следующих типов: шнековых, лопастных, барабанных, пневматических (сжатым воздухом) и комбинированных.

Перемешивающие аппараты классифицируются:

- по назначению: для смешивания, растворения, темперирования 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;

- по отношению к тепловым процессам: со стеночной поверхностью теплообмена, с погружной поверхностью теплообмена и без использования тепловых процессов.

Фаршемешалки Л5-ФМ2-150, Л5-ФМ2-М-340 (рис. 11) 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 быстросъемными 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.

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 распределе-

ния составных частей фарша. Фарш выгружается путем опрокидывания корыта.

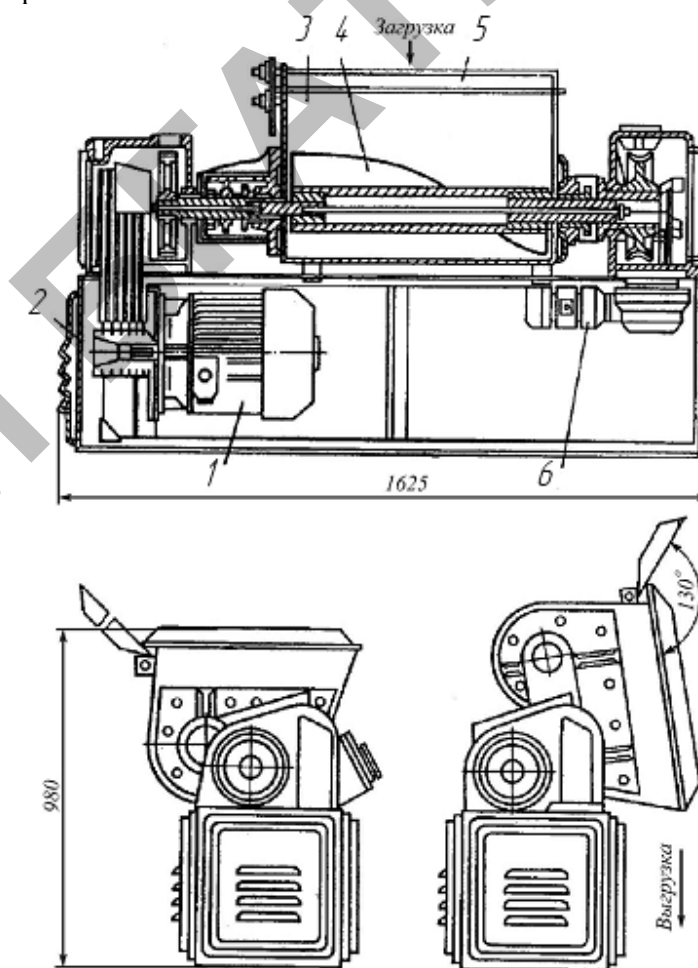


Рисунок 11. Фаршемешалка Л5-ФМ2-150:

1 – привод месильных винтов; 2 – станина; 3 – корыто; 4 – месильные винты; 5 – крышка; 6 – привод опрокидывания корыта и электрооборудования

Техническая характеристика фаршемешалок Л5-ФМ2-150, Л5-ФМ2-М-340 приведена в таблице 9.

Таблица 9

Техническая характеристика фаршемешалок

Показатели	Л15-ФМ2-М-150	Л15-ФМ2-М-340
Производительность, кг/ч	500	2000
Вместимость корыта, л	150	340
Коэффициент загрузки	0,5...0,7	0,5...0,7
Продолжительность цикла, мин	3...5	3...5
Установленная мощность, кВт	3,0	5,5
Габаритные размеры, мм	1625×730×980	1980×910×1235
Масса, кг	466	980

Расчетная часть

Задание. Определить размеры дежи; производительность Q и мощность двигателя N двухлопастной фаршемешалки периодического действия, если заданы: объем рабочей камеры V , л; частота вращения лопастей n_1 и n_2 , об/мин; лопасти фаршемешалки шнекового типа.

Методика расчета

Частоту вращения лопастей фаршемешалки выбирают, исходя из условия, что центробежная сила продукта не должна превышать его веса:

$$m\omega_{\text{пр}}^2 R_{\text{л}} \leq mg, \quad (1)$$

где m – масса продукта, кг;

$\omega_{\text{пр}}$ – угловая скорость продукта, рад/с;

$R_{\text{л}}$ – радиус вращения лопастей, м.

Решая неравенство относительно $\omega_{\text{пр}}$ и зная, что $n = \frac{30\omega}{\pi}$,

где n – частота вращения лопастей, об/с;

ω – угловая скорость лопастей, рад/с, имеем:

$$n = \frac{1}{2(1 - K_{\text{пр}})\sqrt{R_{\text{л}}}}. \quad (2)$$

Здесь $K_{\text{пр}}$ – коэффициент проскальзывания частиц продукта относительно лопастей, $K_{\text{пр}} = 0,4-0,6$.

Производительность фаршемешалок и смесителей периодического действия (кг/с) определяется по формуле:

$$Q = \frac{m}{T_{\text{ц}}} = \frac{\alpha\rho V}{t_o + t_n} = \frac{\alpha\rho V}{t_o(1 + \varphi)}, \quad (3)$$

где m – масса продукта, загруженного в дежу, кг;

$T_{\text{ц}}$ – время полного цикла обработки продукта, с;

α – коэффициент заполнения дежи, $\alpha = 0,65-0,75$;

ρ – плотность перемешиваемого продукта, кг/м³;

V – вместимость дежи, м³;

t_o – время, необходимое для равномерного перемешивания всех компонентов, с;

t_n – время, необходимое для загрузки и разгрузки камеры, с;

φ – коэффициент, определяемый по формуле $\varphi = t_n / t_o$ (для мешалок периодического действия $\varphi = 0,1-0,3$).

Объем рабочей камеры однолопастной фаршемешалки:

$$V = \pi(R_{\text{л}} + c)^2 L, \quad (4)$$

где c – расстояние между внутренней поверхностью рабочей камеры и лопастью ($c = 2,5 \cdot 10^{-3}$ м);

L – длина рабочей камеры, м.

На рисунке 12 представлена геометрическая модель двухлопастной дежи.

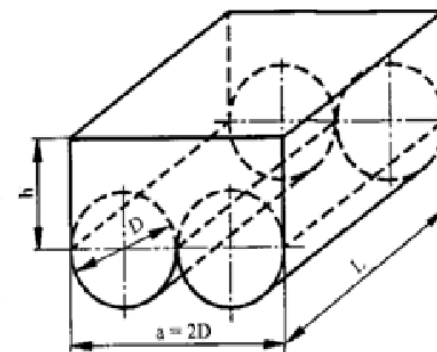


Рис 12. Геометрическая модель двухлопастной дежи

Геометрический объем дежи двухлопастной фаршемешалки можно определить, рассматривая его, как образуемый объемами двух полуцилиндров V_{n1} и V_{n2} и параллелепипеда V_n :

$$V = \frac{V_{n1} + V_{n2}}{2} + V_n = \frac{\pi D^2 L}{4} + ahL = L\left(\frac{\pi D^2}{4} + ah\right) = LD\left(\frac{\pi D}{4} + 2h\right). \quad (5)$$

Время обработки порции фарша массой 8–10 кг составляет 80–100 с. Продолжительность перемешивания фарша со шпиком, по данным В. Д. Косого, представлена в таблице 10.

Таблица 10

Рациональная продолжительность перемешивания фарша

Сорт колбасы	Продолжительность предварит. измельчения, мин			
Колбаса: Московская	15	12-15	6-8	2-4
Чайная	-	5-8	4-6	1-3
Любительская	10-12	6-8	2-4	переизмельчение

Мощность электродвигателя однолопастной фаршемешалки:

$$N = \frac{Pv\eta_3}{1000\eta}, \quad (6)$$

где P – суммарное сопротивление, оказываемое средой движущейся лопасти, Н;

v – скорость поступательного движения продукта вдоль оси вала лопасти, м/с;

η_3 – коэффициент запаса мощности, $\eta_3 = 4-5$;

η – КПД передаточного механизма.

При перемешивании мясного фарша со скоростью движения лопасти в пределах от 0,3 до 1,5 м/с сила P может быть определена по формуле:

$$P = \sigma_0 Fz, \quad (7)$$

где σ_0 – условное начальное сопротивление, Н/м² (для фаршей вареных колбас, котлетного фарша $\sigma_0 = 4000-8000$ Н/м², для фаршей полукопченых колбас $\sigma_0 = 13000-15000$ Н/м²);

F – площадь лобовой поверхности лопасти, м²;

z – количество лопастей, установленных в одном ряду, шт. (обычно $z = 3$ шт.);

Площадь лобовой поверхности лопасти:

$$F = F_n \cos \beta, \quad (8)$$

где F_n – площадь поверхности месильной лопасти, м²;

β – угол между лопастью и осью вращения вала месильного винта (вала), град, (для однолопастных фаршемешалок β равно 30–45°, для двухлопастных с лопастями и шнекового типа – $\beta = 8-10^\circ$).

Средняя скорость поступательного движения продукта вдоль оси мешалки определяется по формуле:

$$v = v_0 \psi z, \quad (9)$$

где v_0 – скорость осевого смещения продукта одной лопастью, м/с;

ψ – коэффициент, учитывающий периодичность смещения продукта вдоль оси мешалки.

Скорость осевого смещения продукта одной лопастью с учетом трения продукта о рабочие органы определяется по формуле:

$$v_0 = \omega R_n (\sin \beta - f \cos \beta) \cos \beta, \quad (10)$$

где f – коэффициент трения ($f = 0,26-0,30$).

Коэффициент ψ определяется отношением:

$$\psi = \frac{b \sin \beta}{2\pi R_n}, \quad (11)$$

где b – ширина лопасти, м, обычно равна радиусу вращения лопасти R_n .

Мощность электродвигателя двухвальной фаршемешалки, кВт,

$$N = \frac{(P_1 v_1 + P_2 v_2) \eta_3}{1000\eta}, \quad (12)$$

где P_1 и P_2 – сопротивление, испытываемое ведущей и ведомой месильными лопастями, Н;

v_1, v_2 – окружные скорости месильных лопастей по среднему диаметру, м/с;

η_3 – коэффициент запаса мощности, $\eta_3 = 1,1-2,0$.

Сопротивление, испытываемое лопастью, в общем случае:

$$P = \sigma_{\phi} F, \quad (13)$$

где σ_{ϕ} – удельное сопротивление, испытываемое единицей лобовой поверхности лопасти, Н/м².

По данным А. А. Лапшина, при перемешивании фарша

$$\sigma_{\phi} = \sigma_0 + av, \quad (14)$$

где a – параметр, зависящий от вида фарша, (Н·с)/м³ (для фаршей вареных колбас $a = 4,5 \cdot 10^{-3}$ (Н·с)/м³, полукопченых колбас $a = 9 \cdot 10^{-3}$ (Н·с)/м³).

Окружная скорость месильной лопасти шнекового типа по среднему диаметру:

$$v = \pi n d_{\text{ср}}, \quad (15)$$

где $d_{\text{ср}}$ – средний диаметр месильной лопасти, м:

$$d_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{л}} + d_{\text{л}}}{2}, \quad (16)$$

где $D_{\text{л}}$, $d_{\text{л}}$ – соответственно, наружный и внутренний, диаметры месильной лопасти шнекового типа, м (рис. 13).

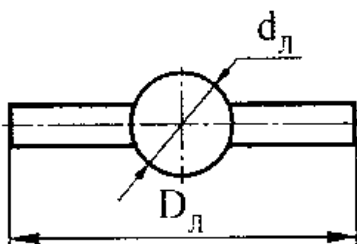


Рис. 13. Расчетная схема лопасти

Площадь поверхности лопасти мешалки шнекового типа:

$$F_{\text{л}} = \frac{D_{\text{л}} + d_{\text{л}}}{2} L_{\text{л}}, \quad (17)$$

где $L_{\text{л}}$ – длина месильной лопасти, м.

Варианты индивидуальных заданий

Номер варианта	Геометрический объём рабочей камеры V , л	Частота вращения лопастей n_1/n_2 , об/мин	Вид фарша	Оборудование для самостоятельного изучения
1	80	92/84	котлетный фарш	Фаршемешалка Л5-ФМ2-У-150
2	150	65/58	варёные колбасы	
3	60	102/89	полукопчёные колбасы	
4	120	78/66	котлетный фарш	
5	100	82/68	котлетный фарш	
6	150	55/46	варёные колбасы	Фаршемешалка вакуумная 221 ФМВ-630
7	60	98/85	полукопчёные колбасы	
8	120	72/58	котлетный фарш	
9	80	75/64	полукопчёные колбасы	
10	100	89/72	котлетный фарш	
11	80	55/46	котлетный фарш	Фаршемешалка ЛПК-1000Ф
12	150	98/85	котлетный фарш	
13	60	72/58	варёные колбасы	
14	120	75/64	полукопчёные колбасы	
15	100	89/72	котлетный фарш	
16	150	98/85	котлетный фарш	Фаршемешалка KARL SCHNELL
17	60	72/58	котлетный фарш	
18	120	75/64	котлетный фарш	
19	80	89/72	варёные колбасы	
20	100	55/46	полукопчёные колбасы	
21	80	98/85	котлетный фарш	Вакуумные мешалки SATO
22	150	55/46	котлетный фарш	
23	60	98/85	варёные колбасы	
24	120	72/58	полукопчёные колбасы	
25	100	75/64	котлетный фарш	

Последовательность расчета

1. Принимая коэффициент заполнения дежи $\alpha = 0,7$, плотность перемешиваемого продукта $\rho = 1100$ кг/м³, коэффициент $\phi = 0,2$, рациональную продолжительность перемешивания $t_0 = 480$ с, по

формуле (3) определяется производительность машины, масса единовременной загрузки и время полного цикла.

2. Приняв глубину расположения лопастей $h = 0,25$ м и задаваясь диаметром желобчатой части $D = 0,15$ м, из выражения (5) определяется длина рабочей камеры.

3. Диаметр допасты $D_n = d - c$; длина лопасти $L_n = L - 0,005$.

4. Приняв угол между лопастью и осью вала месильного винта $\beta = 8^\circ$ и зная внутренний диаметр лопасти d_n , находится площадь лобовой поверхности лопасти совместным решением уравнений (8) и (17).

5. Окружные скорости месильных лопастей по среднему диаметру находятся по формуле (15).

6. Удельное сопротивление, испытываемое единицей лобовой поверхности лопасти, при условном начальном сопротивлении $\sigma_0 = 6000$ Н/м и параметре $\alpha = 4 \cdot 10^3$ (Н·с)/м³ находится по формуле (14).

7. Сопротивление, испытываемое лопастями определяется по выражению (13).

8. Принимая КПД передаточного механизма $\eta = 0,85$ и коэффициент запаса мощности $\eta_3 = 1,5$, по формуле (12) определяется необходимая мощность электродвигателя фаршемешалки.

Контрольные вопросы

1. Что такое обвалка и жиловка мяса?
2. Дать определение процессу созревания мяса.
3. Что такое смешивание?
4. С помощью чего осуществляется смешивание различных компонентов?
5. Назовите типы смесителей.
6. Как классифицируются перемешивающие аппараты?
7. Каково устройство фаршемешалок?
8. Опишите принцип работы фаршемешалки.

Содержание отчета:

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой излагаются теоретические основы технологии производства варено-копченых колбас (заполнить таблицу 12); классификация смесительных машин; чертеж, описа-

ние конструкции и принципа действия одной из фаршемешалок: Л5-ФМ2-У-150, фаршемешалка вакуумная 221 ФМВ-630, фаршемешалка ЛПК-1000Ф, фаршемешалка KARL SCHNELL, вакуумные мешалки САТО; техническая характеристика; ответы на контрольные вопросы;

3) расчетная часть, в которой дается расчет фаршемешалки по предлагаемому варианту (таблица 11).

Таблица 12

Название технологической операции	Цель технологической операции	Технологические режимы	Применяемое оборудование	Классификация оборудования	
				по выполняемым общим функциям	по характеру воздействия на обрабатываемый продукт
Например: наполнение оболочек фаршем	Формование колбасных изделий	Давление 1,3 МПа	Гидравлические шприцы	Оборудование для выполнения основных операций	Оборудование для ведения механических и гидромеханических процессов (оборудование для формования пищевых сред
Вид технологической линии					

Задание 5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНЫХ КОНСЕРВОВ

Цель работы: изучение теоретических основ производства мясных консервов, работы технологической линии, знакомство с классификацией, их устройством и принципом действия, приобретение практических навыков по расчету хлебопекарной печи.

5.1. Характеристика сырья и готовой продукции

Мясными баночными консервами называют мясо и мясные продукты, уложенные в тару (банку), герметически закупоренные и обработанные при высокой температуре (100 °С и выше).

Мясные консервы классифицируют по ряду признаков:

- *по виду сырья*: мясные (из говядины, свинины и др.), субпродуктовые (языков, печени, почек и др.), из мясных продуктов (сосисок, колбасного фарша, свинокоченостей), мясо-растительные (из мясного сырья или субпродуктов в сочетании с крупами, изделиями из муки, бобовыми, овощами и другим растительным сырьем), жиросодержащие (из свиного топленого жира, шпика в сочетании с фасолью, чечевицей, горохом);

- *по составу*: в натуральном соку (с добавлением только соли и пряностей), с соусами (томатным, белым и др.) и в желе (в желеобразующем соусе);

- *по режиму тепловой обработки*: стерилизованные консервы (температура тепловой обработки выше 100 °С) и пастеризованные (температура тепловой обработки ниже 100 °С, в центре банки – 65–75 °С);

- *по назначению*: закусочные (деликатесные), обеденные (для первых и вторых блюд), для детского питания и диетические;

- *по продолжительности хранения*: длительного хранения (3–5 лет) и с ограниченным сроком хранения.

Консервы упаковывают в металлическую тару (из белой и черной жести, покрытой пищевым лаком, алюминием и др. или без покрытия), сборную и цельноштампованную, в стеклянную и полимерную комбинированную тару.

Сырье и материалы

Мясо. Для производства мясных консервов используют говядину, свинину, мясо поросят, баранину, конину и оленину, мясо кро-

ликов, потрошенных или полупотрошенных кур, цыплят и уток, индек, гусей; субпродукты 1-й и 2-й категорий (крупного и мелкого рогатого скота, свиней и лошадей).

Растительное сырье. В консервном производстве применяют бобовые (горох, фасоль, соя), крупы (гречневая, перловая, овсяная, рисовая, пшено), мучные изделия (мука, крахмал, вермишель, макароны), картофель и овощи (морковь, капуста, томат-паста).

Растительные жиры. Допускается при обжаривании использовать рафинированные подсолнечное высшего и 1-го сортов и оливковое 1-го и 2-го сортов масла.

Желатин. Пищевой желатин 1, 2 и 3-го сортов, применяемый в консервном производстве, должен быть без посторонних запаха и вкуса, иметь светло-желтый цвет.

Прочее сырье. Помимо перечисленного сырья при изготовлении некоторых консервов применяют кровь и ее фракции, жировое животное сырье (жир-сырец, топленый жир, шпик), молоко и молочные продукты, яйца и яйцапродукты.

Консервная тара. Консервная тара должна обеспечивать длительное сохранение доброкачественности продукта. Она должна быть герметичной, коррозиестойкой, гигиеничной, обладать высокими теплопроводностью и теплостойкостью, прочностью при минимальной массе. Ее стоимость должна быть низкой. Для изготовления консервной тары используют: белую жель – тонкая малоуглеродистая сталь, покрытая с обеих сторон оловом (дополнительно она может быть покрыта лаком или эмалью); хромированную жель, покрытую с обеих сторон лаком; чистый алюминий марок А7, А6, А5 и алюминиевый сплав АМ_Т2.

Стеклянная тара. В отличие от металлической она менее теплопроводна и устойчива к изменению температуры, имеет большую толщину, массу и хрупкость. Но стекло более гигиенично и не подвергается коррозии. Стеклянную тару используют преимущественно в производстве мясорастительных консервов, наиболее агрессивных по реакции среды.

5.2. Технологические операции производства

Подготовка сырья и тары. Разделка и обвалка мяса

Жилровка мяса. При жилровке говядины и баранины для консервного производства из мяса удаляют лишь грубые соединительнотканые

образования (оболочки, сухожилия), крупные сосудистые и нервные сплетения, крупные железы, хрящи и кости. При жиловке говядины и баранины отделяют подкожный и крупные скопления мышечного жира. При жиловке свинины, кроме менее ценных тканей, отделяют шпик. Для особых заказов может быть использована свинина со шкурой и шпиком. Межмышечный жир при жиловке свинины не удаляют.

Жилованное мясо нарезают на куски в 50–70 г (для небольших банок емкостью 100 г – 25–30 г). Для резки мяса может быть использована мясорезательная машина. Нарезанное мясо смешивают в мешалке, чтобы добиться равномерного распределения разнородных кусков во всей партии одного и того же вида мяса. Жир-сырец жилюют, отделяя посторонние ткани и органы, и тоже нарезают на мелкие куски. Жилованное мясо направляют или для закладки в банки (при изготовлении консервов «Мясо тушеное», «Мясо с бобовыми») или на дополнительную обработку – бланшировку, обжарку («Мясо жареное», «Гуляш») и маринование («Кисло-сладкое мясо»). Операции по жиловке мяса в консервном производстве проще, чем в колбасном, и для консервов не требуется сортировки жилованного мяса, поэтому механизация транспортных операций на этом этапе не вызывает затруднений.

Бланшировка мяса. Бланшируют мясо для уменьшения содержания в нем воды с тем чтобы увеличить коэффициент заполнения банки питательными веществами. После бланшировки масса мяса уменьшается на 40–45 %, а объем примерно на 30 % в результате отделения воды и растворимых в ней веществ (главным образом глютина и экстрактивных веществ). Образующийся при бланшировке бульон после упаривания заливают в банку. Так как бланшировка увеличивает общую продолжительность тепловой обработки мяса, качество консервов несколько ухудшается.

Бланшировать мясо можно в собственном соку и в воде. В первом случае к мясу, загружаемому в котел, добавляют 4–6 % воды в начале бланшировки первой партии. Такой прием позволяет избежать последующего упаривания образующегося бульона, поскольку значительная часть воды, выделяющейся при нагреве, испаряется во время бланшировки. Бланшированное мясо охлаждают примерно до 50 °С и направляют для закладки в банки.

Бланшировка в воде позволяет легко механизировать загрузку и разгрузку бланшировочных котлов, а при массовом производстве осуществляется в непрерывно действующих бланширователях типа

ФБН производительностью 500 кг/ч. Но бульон при этом получается низкой концентрации и должен упариваться. Качество его хуже даже в том случае, если это производится под вакуумом. Упаренный бульон часто теряет способность застудневать. В таких случаях к нему добавляют 0,5–1,0 % желатина.

Обжаривание мяса. Обжариванием называют тепловую обработку продуктов в присутствии достаточно больших количеств жира. Жир пропитывает обжариваемый материал, увеличивая его пищевую ценность. При обжаривании в поверхностном слое вследствие его обезвоживания преобладают процессы термического распада. Процесс разложения с образованием летучих веществ, вызывающих ощущение вкуса и аромата жареного, начинается примерно при 105 °С и усиливается с повышением температуры. Выше 135 °С в небольшом количестве образуются вещества с неприятным вкусом и запахом пригорелого, а выше 150–160 °С этот процесс усиливается настолько, что качество продукта резко ухудшается; при 180 °С возможно даже обугливание поверхностного слоя.

В большинстве случаев оптимальная температура обжаривания лежит в пределах 150–160 °С.

При обжаривании неизбежны частичные потери некоторых витаминов, которые сравнительно невелики (исключая витамин А) при небольшой продолжительности процесса. При длительном обжаривании потери витаминов группы В доходят до 30–50 % (наименее устойчив витамин В₁). Значительны также потери пантотеновой и фолиевой кислот. Витамины D, E и К наиболее устойчивы.

Приготовление соусов. Состав соусов разнообразен и для каждого вида консервов регламентирован рецептурой. В их состав в большинстве случаев входят: бульон (костный или получаемый при бланшировке и обжаривании сырья), томат-пюре или томат-паста, мука пшеничная (в сыром или обжаренном виде), жир, жареный лук, овощи сырые или обжаренные (морковь, коренья), соль, сахар и специи (в зависимости от рецептуры – перец, лавровый лист, чеснок, гвоздика, уксус и др.).

Соусы готовят в двутельном котле. Обычно вначале обжаривают в жире нарезанный лук и, если предусмотрено рецептурой, овощи. При употреблении овощей смесь после обжаривания измельчают на волчке. Муку или обжаривают вместе с луком или же предварительно пассируют (прожаривают без жира до слабо-коричневого оттенка), смешивают с теплым бульоном и кипятят до исчезновения крупинок. В первом случае в котел к обжаренному луку добав-

ляют томат, бульон и специи. Смесь кипятят 15–20 мин. Во втором случае к прокипяченному бульону с мукой добавляют обжаренные овощи, а затем специи и также кипятят 15 мин. Готовый соус процеживают через сито с ячейками около 1 мм и сохраняют нагретым (70–75 °С) до заливки в банки.

Подготовка тары. Сборные жестяные банки поступают в производство после проверки на герметичность. Перед укладкой сырья банки и крышки моют горячей водой и стерилизуют острым паром. Стерилизация банок необходима в связи с тем, что их микробная загрязненность влияет на эффект стерилизации. В массовом производстве для мойки и стерилизации жестяных банок удобно пользоваться карусельной моечной машиной, устанавливаемой на желобе, по которому банки подаются для наполнения.

Стеклоянную тару, поступившую со стеклозавода, также тщательно моют горячей водой. Обратную стеклоянную тару, используемую вторично, сначала замачивают в 3%-ном щелочном растворе, а затем моют и ополаскивают горячей водой. Для мойки стеклоянной тары служат моечные машины. В этих машинах банки транспортером погружаются в ванну с щелочным раствором на 2 мин, затем подаются под сильные струи воды, которыми многократно отмывается внутренняя поверхность банки, и, наконец, поступают под струи горячей воды, которыми многократно ополаскиваются. После стекания воды банки готовы для заполнения.

Расфасовка сырья и материалов в банки. Расфасовка сырья и материалов в банки включает: укладку плотных составных частей (мяса, растительного сырья, специй) и заливку жидких составных частей (бульона, соуса), взвешивание консервов (порционирование) и уплотнение содержимого банки.

Укладывают и заливают составные части консервов в определенном порядке и в соответствии с установленной рецептурой. Обычно вначале в банку закладывают специи (смесь соли с перцем, лавровый лист, лук), жир-сырец (расплавленный жир), затем мясо, которое заливают бульоном. В мясо-растительных консервах вначале кладут бобовые, а затем мясо. В некоторых случаях растительное сырье укладывают вперемешку с мясопродуктом. Сыпучие и жидкие составные части дозируют по объему, плотные составные части – по размерам и числу кусков (при ручном заполнении) или по объему (при механической укладке).

В зависимости от объема производства, свойств и состояния сырья и материалов, технической оснащенности предприятия банки наполняют вручную или с помощью машин.

После заполнения банки взвешивают, устанавливая вес брутто.

Вакуумирование. Воздух в консервной банке заполняет свободное пространство, не заполненное продуктом, содержится в порах и капиллярах продукта, растворен в заливке. Кислород воздуха увеличивает коррозию внутренней поверхности банки, уменьшает коэффициент теплопередачи и, следовательно, скорость прогрева, способствует разрушению витаминов, чувствительных к окислению, благоприятствует развитию аэробных форм микроорганизмов.

Нагрев содержимого обеспечивает перед герметизацией удаление около половины всего количества воздуха. Однако эта операция усложняет производственный процесс и увеличивает его продолжительность. Вакуумирование позволяет удалить 80-90 % всего количества воздуха, в банке остается только около 0,6 % кислорода к общему объему паров и газов. В большинстве случаев вакуумирование практикуют одновременно с закаткой в вакуум-закаточных машинах непосредственно перед образованием закаточного шва. При необходимости вакуумировать консервы, которые по размерам и форме банки нельзя закатывать на вакуум-закаточной машине, эту операцию можно провести после закатки в вакуум-запайной машине. В таком случае банку закатывают крышкой, имеющей небольшое отверстие в центре, через которое затем удаляют воздух. Сразу же после этого отверстие запаивают электропаяльником.

Так как при вакуумировании давление в банке снижается, давление окружающего воздуха может вызвать деформацию банки и нарушение герметичности. Вероятность деформации большая для крупных банок, поэтому глубину вакуума необходимо соотносить с размерами банки. Для небольших банок ее доводят до 400–600 мм рт. ст., для больших – до 250–350 мм рт. ст.

Герметизация и маркировка. *Закатка жестяных банок.* Жестяные банки герметизируют соединением фланца крышки с фланцем корпуса банки двойным закаточным швом, внутри которого находится уплотняющий слой пасты. Такой шов состоит из пяти, а в стыке с углошвом – из шести слоев жести.

Укупорка стеклоянной тары. Герметичность укупорки стеклоянных банок достигается плотным заклиниванием резинового кольца

между загнутым венцом жестяной крышки и венчиком горла банки. Прочность соединения обеспечивается канавкой, пролегающей по периметру венчика горла банки. Обжим крышки, необходимый для заклинивания резинового кольца, производится обкаткой крышки роликами соответствующего профиля на закаточных машинах.

Маркировка банок. На доньшке и крышке жестяных банок без литографированной этикетки выштамповываются условными обозначениями данные, характеризующие консервы, место и время их изготовления. На дне банки штампуют индекс ведомства буквой, номер завода цифрой и год изготовления последней цифрой года (у цельнотянутых банок эти знаки наносят на крышке во второй ряд). На крышке выштамповывают номер смены, дату изготовления (месяц – буквами алфавита по порядку, исключая букву З), ассортиментный номер консервов. На доньшке штампуют знаки при изготовлении банок, на крышке – перед закаткой на специальной машине или компостером, установленным на закаточной машине.

Проверка герметичности. Консервы в негерметичной таре быстро портятся вследствие жизнедеятельности микрофлоры, проникающей в тару извне. Даже при незначительной негерметичности уменьшение давления внутри банки вследствие ее охлаждения после стерилизации сопровождается засасыванием воздуха, а вместе с ним и микроорганизмов. В большинстве случаев брак, вызываемый развитием микроорганизмов (микробиальный бомбаж), обусловлен наличием труднообнаруживаемых мельчайших отверстий. Поэтому проверка герметичности консервов является ответственной операцией.

Проверяют на герметичность все банки, за исключением закатанных на вакуум-закаточной машине. Банки, негерметичные по продольному шву и углошву, подпаивают. Негерметичные по закаточным швам повторно подкатывают роликом второй операции и вновь проверяют. Банки, негерметичные вследствие проштамповки или по другим причинам, вскрывают, а содержимое немедленно перекладывают в другие банки.

Обычно герметичность проверяют погружением банок в горячую (85–90 °С) воду на 1 мин. В местах негерметичности появляются воздушные пузырьки, выделяющиеся вследствие расширения объема воздуха при нагреве. Ванны для удобства наблюдения за пузырьками изнутри выкрашены в белый цвет и освещены.

Давление воздуха внутри банок, обусловленное его расширением, не превышает 0,3 атм. Такое давление недостаточно для того, чтобы обнаружить небольшие отверстия, закупоривающиеся содержимым банки, поэтому проверка герметичности в ваннах не дает полной гарантии предотвращения брака. Так как при хорошо поставленной проверке герметичности пустых банок главной причиной негерметичности являются дефекты в работе закаточной машины, рекомендуется систематически проверять ее работу. Для этого одну из закатанных банок вскрывают по дну и, освободив от содержимого, проверяют на тестере под давлением до 1 ат.

Стерилизация. Стерилизацией не всегда достигается стерильность консервов, но обеспечиваются их стойкость и доброкачественность. Наиболее стойкие при хранении без изменений органолептических свойств после термостатирования при 37 °С в течение 10 сут (промышленная стерильность) консервы, стерилизуемые при температуре выше 100 °С.

Меньшей стойкостью – до 6 мес при 6 °С характеризуются полуконсервы, стерилизуемые при температуре ниже 100 °С. Полуконсервы рассматривают как продукты, содержащие микроорганизмы, поэтому при тестировании выявляют не стерильность, а их стойкость. Повышенной стойкостью обладают полуконсервы, прошедшие двукратную стерилизацию при 100 °С. Они также не являются стерильными, но сохраняют высокое качество при температуре до 15 °С в течение 1 года. Чем ниже температура хранения, тем лучше сохраняется качество полуконсервов.

Более ограниченная стойкость у пресервов – продуктов, не подвергнутых тепловой обработке до и после укупоривания. Консервирующий эффект в пресервах достигается повышением кислотности, добавлением поваренной соли, антисептиков и изоляцией от внешней среды.

Способы стерилизации выбирают в зависимости от вида продукта, тары и температуры стерилизации.

Стерилизация консервов в жестяной таре паром. Банки устанавливают в корзины, осторожно загружают в автоклав, пускают пар для вытеснения основной массы воздуха, затем автоклав закрывают, открывают продувной кран на крышке автоклава, вставляют термометр в гнездо, заполненное минеральным маслом, и открыва-

ют вентиль для спуска конденсата. После прогревания температуру в автоклаве повышают до температуры стерилизации.

По окончании собственно стерилизации перекрывают подачу пара и осторожно, чтобы не нарушить герметичность банок, постепенно из автоклава выпускают пар и остаток конденсата. Таким образом понижают давление в автоклаве до атмосферного в течение времени, установленного для спуска пара.

Стерилизация консервов в жестяной и стеклянной таре с противодавлением. При стерилизации консервов в стеклянных банках воду нагревают до 40–50 °С, консервы в жестяных банках для стерилизации погружают в кипящую воду.

Температуру и давление в автоклаве повышают в течение периода времени, указанного в формуле стерилизации, и затем охлаждают с целью предупреждения образования подтеков.

Противодавление при охлаждении обеспечивается подачей сжатого воздуха или воды под давлением (3...4) 10⁵ Па. Во избежание конденсации пара и образования в автоклаве вакуума, крайне опасного для герметичности банок, по окончании стерилизации вместо пара в автоклав подают воздух, чтобы при охлаждении на банки действовало такое же давление, как и при стерилизации.

В случае стерилизации консервов в жестяной таре паром их охлаждают водой до 40–50 °С с противодавлением в течение 20–30 мин. Давление в автоклаве поддерживают на одном уровне до тех пор, пока температура выходящей воды в течение 20–30 мин с начала охлаждения водой не снизится до 70–80 °С. При дальнейшем охлаждении в следующие 10–15 мин давление в автоклаве можно постепенно снижать до атмосферного. Охлаждение считается окончательным, когда температура выходящей из автоклава воды будет около 50 °С. Общая продолжительность охлаждения составляет 30–40 мин.

При стерилизации консервов в жестяной и стеклянной таре с противодавлением в первые 10–15 мин охлаждения давление в автоклаве должно быть постоянным. Затем его постепенно понижают до атмосферного пропорционально снижению температуры, т. е. в среднем на 1,5–2 °С в минуту. После охлаждения открывают крышку автоклава, выгружают из него консервы и передают на контроль.

Сортировка и охлаждение. После стерилизации банки подвергают внешнему осмотру, отбраковывая негерметичные и сильно

деформированные. О негерметичности банок судят по прямым (разрывы, трещины) и по косвенным (потеки, неполная масса, не вспученные донышки) признакам.

Потеки – это следы бульона на поверхности банок. Потеки образуются вследствие избыточного давления в банке, когда бульон вытекает через отверстия. Различают потеки активные – на поверхности негерметичной банки и пассивные – на поверхности соседних банок. Банки с пассивными потеками очищают и проверяют на герметичность.

Неполная масса банок (легковесы) может быть обусловлена вытеканием бульона и свидетельствует о негерметичности.

Этикетировка и упаковка консервов. На банках, предназначенных для реализации в торговой сети, должны быть этикетки с надписями. В надписях указывают ведомство и все необходимые сведения о месте изготовления консервов, название, сорт и вес нетто консервов, номер стандарта. При необходимости указывают также условия хранения, состав консервов и другие дополнительные данные, исходя из особенностей консервов (содержание витаминов, суточная доза и т. д.).

Этикетку наносят на поверхность жестяной банки литографированием при ее изготовлении или наклеивают на нее бумажную этикетку. Наклеивать этикетки на жестяные банки можно автоматической этикетировочной машиной. Консервы упаковывают в деревянные или прочные картонные ящики. Каждый ряд банок перекладывают картонными или плотными бумажными прокладками. Нелакированные банки без этикеток перед упаковкой покрывают антикоррозионной смазкой (обычно вазелином). В массовом производстве для покрытия банок вазелином могут быть использованы автоматические машины различной конструкции. В ящик укладывают контрольный талон. На торцевые стенки наносят трафарет с названием ведомства, указанием места и времени изготовления, наименования и сорта консервов, числа банок и массы одной банки.

Хранение консервов. Консервы хранят в сухих, хорошо проветриваемых помещениях, при относительной влажности воздуха не выше 75–78 %. Ящики укладывают штабелями на деревянные подкладки.

На рисунке 14 показана машинно-аппаратурная схема линии производства мясных консервов.

5.3. Устройство и принцип действия технологической линии

Мясное сырье, поступающее в замороженном состоянии, размораживают при определенных условиях и направляют на конвейер 1 для обвалки и жиловки. Здесь происходит отделение мышечной, соединительной и жировой тканей от костей, а также отделение хрящей, жира, сухожилий, косточек и кровеносных сосудов (рис. 14).

Жилованное мясо поступает в мясорезательную машину 2, где оно измельчается на отдельные кусочки. По лотку 3 куски мяса направляются в дозатор мяса 4, а с помощью дозаторов для соли и перца 5 и жира 6 в определенных пропорциях подводятся соответствующие ингредиенты. После их контрольного взвешивания на весах 7 заполненные всеми компонентами банки подводятся в вакуум-закаточную машину 8, в которой операцию закатки проводят в вакуумной камере при вакууме 58...66 кПа.

После закатки банки направляют в стерилизатор непрерывного действия 9, где консервы стерилизуют под давлением, превышающим давление насыщенных паров при температуре стерилизации 120 °С. С помощью лотка 10 прошедшие термообработку консервы поступают на стол сортировки 11 для обнаружения дефектов и негерметичности банок. После охлаждения на банки всех типов (за исключением литографированных) наклеивают бумажные этикетки с помощью этикетировочного автомата 12.

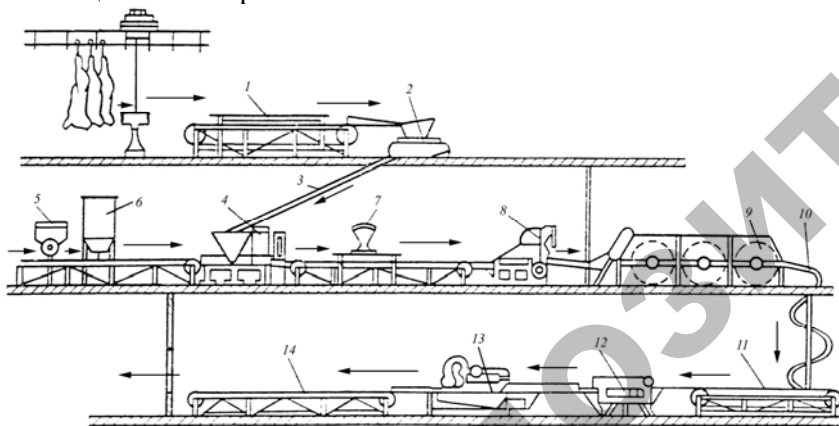


Рис. 14. Машинно-аппаратурная схема линии производства мясных консервов: 1 – конвейер; 2 – мясорезательная машина; 3, 10 – лоток; 4 – дозатор мяса; 5 – дозатор для соли и перца; 6 – дозатор для жира; 7 – весы; 8 – вакуум-закаточная машина; 9 – стерилизатор непрерывного действия; 11 – стол сортировки; 12 – этикетировочный автомат

Консервы, предназначенные для дальнейшего хранения, во избежание коррозии покрывают антикоррозийной смазкой (техническим вазелином) на машине 13 для смазки банок и направляют на конвейерный стол 14. Банки, направляемые непосредственно в реализацию, смазкой не покрывают.

5.5. Расчет автоклава

Теоретическая часть

Для прекращения жизнедеятельности микроорганизмов в продукте и создания условий для его длительного хранения он подвергается тепловой обработке при температуре до 100 °С (пастеризация), или при температуре свыше 100 °С (стерилизация).

Продолжительность и температура тепловой обработки устанавливаются в зависимости от консистенции продукта, его физических свойств (удельная теплоемкость, динамическая вязкость, удельная теплопроводность), вида микроорганизмов и их спор, кислотности, материала и размера тары, начальной температуры продукта, химического состава консервов, температуры пара или воды в автоклаве, условий проникновения теплоты и др.

В зависимости от режима стерилизации аппараты классифицируются на периодически и непрерывно действующие, работающие при атмосферном давлении и выше.

Автоклавы изготавливают двух типов: вертикальные и горизонтальные. Горизонтальные автоклавы применяют для стерилизации консервов в жестяной таре, вертикальные – для всех видов консервов (как в жестяной, так и в стеклянной таре), поэтому они получили широкое распространение на консервных заводах.

Автоклав Б6-КАВ-2 (рис. 15) предназначен для стерилизации герметически укупоренных банок с продуктом при температуре свыше 100 °С.

Автоклав Б6-КАВ-2 состоит из корпуса 3, крышки 4, корзин 10, штуцера 9 для подключения регулятора, арматуры для соединения с магистралями пара, воды, воздуха и для спуска конденсата.

Сварной корпус автоклава состоит из цилиндрических обечаек толщиной 6 мм и днища толщиной 8 мм. На корпусе установлены манометр 8, термометр 7 и датчики регулятора. Внизу корпуса расположены паровой барботер 11 и сливной патрубком со стаканом.

Фланцы крышки и корпуса прижимаются один к другому с помощью быстродействующего зажима 2, состоящего из пятнадцати

секторных захватов, укрепленных на кольце из пружинной полосовой стали, и рычажной системы для стягивания и разведения поясного зажима. На крышке имеются штуцеры для предохранительного клапана 5 и пробно-спускного крана 6.

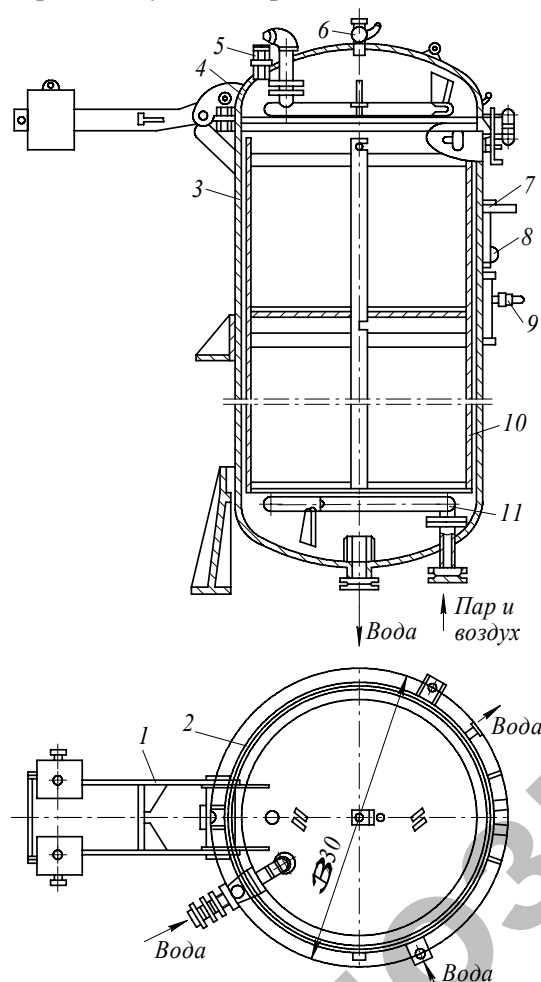


Рис. 15. Автоклав Б6-КАВ-2:

- 1 – уравнивающее устройство; 2 – быстродействующий зажим; 3 – корпусы;
4 – крышка; 5 – предохранительный клапан; 6 – цилиндрические обечайки;
7 – термометр; 8 – манометр; 9 – штуцер; 10 – корзины; 11 – паровой барботер

Крышка имеет уравнивающее устройство 1, облегчающее ее открывание и закрывание. Наполненные банками корзины устанавливаются в автоклаве одна на другую, после чего крышка закрывается. Сосуд заполняется водой, а через барботер подается пар. Воздушным компрессором создается и поддерживается постоянное давление в системе. По истечении времени, необходимого для стерилизации, пар и горячая вода постепенно вытесняются из аппарата поступающей холодной водой. После охлаждения корзины с банками выгружаются из аппарата.

В таблице 13 приведены технические характеристики автоклавов, предназначенных для стерилизации герметически упакованных банок с продуктом при температуре свыше 100 °С.

Таблица 13

Технические характеристики Б6-КАВ-2 и Б6-КАВ-4

Показатель	Б6-КАВ-2	Б6-КАВ-4
Объем автоклава, л	1570	2750
Внутренний диаметр, мм	1000	1000
Рабочее избыточное давление в автоклаве, МПа	0,35	0,35
Число погружаемых корзин	2	4
Габариты, мм:		
ширина	1350	1350
длина	2200	2200
высота:		
с закрытой крышкой	2750	4200
с открытой крышкой	3350	5000
Масса, кг	2370	3534

Расчетная часть

Задание. Выполнить расчет автоклава, если заданы: тип банки; масса автоклава C_1 , кг; вид продукта; производительность линии П, банок/с.

Методика расчета

Количество банок, вмещаемых одной сеткой, шт.

$$z = 0,785ad^2_c / d^2_6 \quad (1)$$

где $a = \frac{h_c}{h_6}$ – отношение высоты сетки к высоте банки (ближайшее

целое меньшее число);

h_c – высота сетки, м ($h_c = 0,700$ м);

h_6 – высота банки, м; (таблица 14);

d_c – диаметр сетки автоклава, м ($d_c = 0,94$ м);

d_6 – наружный диаметр банки, м (таблица 14)

Таблица 14

Основные параметры банки

Условное обозначение	Вместимость, дм^3	Масса m_6 , кг	Высота h_6 , м	Диаметр d_6 , м
№ 8	0,346	0,140	0,0518	0,1023
№ 9	0,375	0,164	0,0968	0,0761
СКО 83-5	0,350	0,225	0,0760	0,0950
СКО 83-1	0,500	0,270	0,1060	0,0950
СКО 83-2	1,000	0,430	0,1500	0,1100

Время наполнения банками одной сетки, с,

$$\tau_c = z / \Pi \quad (2)$$

Число сеток, загруженных в один автоклав, шт.,

$$z_c = \tau_0 / \tau_c, \quad (3)$$

где τ_0 – максимальная продолжительность выдержки (накопления) банок до их стерилизации после укрупоривания (обычно $\tau_0 < 1800$ с).

Число сеток z_c округляют до ближайшего целого меньшего числа.

Число банок, загружаемых в автоклав, шт.,

$$N_6 = z_c \cdot z \quad (4)$$

Продолжительность полного цикла работы автоклава, с,

$$\tau = \tau_0 + \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4,$$

где $\tau_0, \tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$ – соответственно время загрузки автоклава (в расчете $\tau_0 = \tau_4 = 15 \dots 25$ мин), повышения температуры, собственно стерилизации, снижения давления, температуры в автоклаве и охлаждения банок, разгрузки автоклава, с (таблица 15).

Таблица 15

Режимы стерилизации для различных банок

Условное обозначение банки	Режимы стерилизации, мин, при температуре $t_c, ^\circ\text{C}$			Противодавление, МПа
	113	115	120	
№ 8	20-80-20	-	20-60-20	-
№ 9	20-90-20	-	20-40-25	-
СКО 83-5	-	35-135-50	40-140-55	0,25
СКО 83-1	-	25-115-30	25-75-30	0,25
СКО 83-2	-	30-125-40	30-100-40	0,25

Производительность одного автоклава, банок/с,

$$\Pi_a = N_6 / \tau \quad (5)$$

Тепловой расчет автоклава устанавливает расход пара на стерилизацию и расход охлаждающей воды. Расход пара за один цикл работы автоклава находят отдельно для первого периода, когда температура в автоклаве повышается до температуры стерилизации, и для второго периода, когда в автоклаве поддерживается постоянная температура стерилизации.

В *первый период* работы автоклава тепловая энергия затрачивается на нагрев аппарата, сеток, банок, крышек, продукта и воды (при стерилизации в воде) и на компенсацию потерь теплоты в окружающую среду путем лучеиспускания и конвекции.

Расход теплоты на нагрев автоклава, Дж,

$$Q_1 = G_1 \cdot c_1 \cdot (t_c - t_1) \quad (6)$$

где G_1 – масса автоклава, кг;

c_1 – удельная теплоемкость стали; ($c_1 = 482$ Дж/(кг·К));

t_c – температура стерилизации, $^\circ\text{C}$ (таблица 15);

t_1 – начальная температура автоклава, $^\circ\text{C}$ ($t_1 = 18$ $^\circ\text{C}$).

Расход теплоты на нагрев сеток, Дж,

$$Q_2 = G_2 \cdot c_1 \cdot (t_c - t_2), \quad (7)$$

где G_2 – масса сеток, кг;
 t_2 – температура сетки, °C ($t_2 = 19$ °C);

$$G_2 = z_c \cdot m_c, \quad (8)$$

здесь $m_c = 50$ кг – масса одной сетки, кг.

Расход теплоты на нагрев банок, Дж,

$$Q_3 = G_3 \cdot c_3 \cdot (t_c - t_3), \quad (9)$$

где G_3 – масса банок, кг.

$$G_3 = P_6 \cdot m_6, \quad (10)$$

здесь P_6 – число банок, загружаемых в автоклав, шт.;

m_6 – масса одной банки, кг (таблица 14);

c_3 – удельная теплоемкость материала тары, Дж/(кг·К); для стеклянных банок – $c_3 = 0,670...0,835$ кДж/(кг·К), для жестяных банок № 8 и № 9 – $c_3 = 0,482$ кДж/(кг·К);

t_3 – начальная температура банок, °C (принимается такой же, как температура продукта).

Расход теплоты на нагрев продукта в автоклаве, Дж,

$$Q_4 = G_4 \cdot c_4 \cdot (t_c - t_4), \quad (11)$$

где G_4 – масса продукта, кг.

$$G_4 = \rho_{пр} \cdot V_6 \cdot P_6, \quad (12)$$

где $\rho_{пр}$ – плотность продукта, кг/м³ (таблица 16);

V_6 – объем одной банки, м³ (таблица 14);

P_6 – число банок, загружаемых в автоклав, шт.;

c_4 – удельная теплоемкость продукта, Дж/(кг·К) (таблица 16);

t_4 – температура продукта, °C ($t_4 = 25$ °C).

Таблица 16

Параметры обрабатываемого сырья

Наименование	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	Плотность, кг/м ³
Свинина	3865	1130
Говядина	4007	1038
Рыба	3601...4145	1050
Молоко сгущенное	2261	1240

Расход теплоты на нагрев воды в автоклаве, Дж,

$$Q_5 = G_5 \cdot c \cdot (t_c - t_5), \quad (13)$$

где G_5 – масса воды в автоклаве, кг.

$$G_5 = 0,95 \cdot \rho_B \cdot (V_a - V_6 \cdot P_6), \quad (14)$$

где ρ_B – плотность воды ($\rho_B = 1000$ кг/м³);

V_a – объем автоклава, м³;

c – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·К); $c = 4186$ Дж/(кг·К);

t_5 – начальная температура воды в автоклаве, °C ($t_5 = 20$ °C).

Потери теплоты в окружающую среду Q_6 , Дж, принимают обычно равными 5 % от общего расхода теплоты $Q_{общ}$, Дж,

$$Q_{общ} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6. \quad (15)$$

Расход пара в первый период работы автоклава, кг/с,

$$D_1 = Q_{общ} / (i - i_k), \quad (16)$$

где i – энтальпия пара, Дж/кг (2700 кДж/кг);

i_k – энтальпия конденсата, кДж/кг.

$$i_k = c_B \cdot t_{конд}, \quad (17)$$

где c_B – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·К) ($c_B = 4,186$ кДж/(кг·К);

$t_{конд}$ – температура конденсата, °C ($t_{конд} = 96...98$ °C).

Интенсивность расхода пара в первый период работы, или расход пара в единицу времени, кг/с,

$$D'_1 = D_1 / \tau_2. \quad (18)$$

Во второй период работы автоклава (при постоянной температуре стерилизации) тепловая энергия расходуется на компенсацию потерь теплоты в окружающую среду путем конвекции и лучеиспускания, Дж,

$$Q_7 = F_2 \cdot \tau_2 \cdot \alpha_0 \cdot (t'_{ст} - t_B), \quad (19)$$

где F_2 – площадь поверхности автоклава, м²;

τ_2 – продолжительность собственно стерилизации, с (таблица 15);

α_0 – суммарный коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К), ($\alpha_0 = 1750$ Вт/(м²·К);

$t'_{ст}$ – температура стенки во второй период работы, °C ($t'_{ст} = 30$ °C).

Расход пара, кг,

$$D_2 = Q_7 / (i - i_k), \quad (20)$$

или расход пара в единицу времени, кг/с,

$$D''_4 = D_2/\tau_2. \quad (21)$$

Общий расход пара за один цикл работы автоклава, кг,

$$D = D_1 + D_2. \quad (22)$$

Общая масса автоклава, сеток, банок и воды, кг,

$$G'' = G_1 + G_2 + G_3 + G_5, \quad (23)$$

где G_1, G_2, G_3, G_5 – соответственно масса автоклава, сеток, банок и воды, кг.

Приведенная теплоемкость массы G'' , Дж/(кг·К),

$$c_{пр} = (G_1 \cdot c_1 + G_2 \cdot c_2 + G_3 \cdot c_3 + G_5 \cdot c_в) / G'', \quad (24)$$

где c_1, c_2, c_3 – соответственно удельная теплоемкость материалов автоклава, сеток и банок, Дж/(кг·К); ($c_3 = 0,482$ кДж/(кг·К); $c_в = 4,186$ кДж/(кг·К) – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·К).

Конечная температура автоклава, сеток, банок и воды, °С,

$$t'_k = t_k - (5...7), \quad (25)$$

где t_k – конечная температура продукта, °С ($t_k = 40...50$ °С).

Расход охлаждающей воды, кг/с,

$$W = 2,303 \left(G_4 \frac{c_{пр}}{c_в} \lg \frac{t_c - t_o}{t_k - t_o} + G_4 \frac{c_{пр}}{c_в} \lg \frac{t_c - t_o}{t'_k - t_o} \right), \quad (26)$$

где t'_k – конечная температура автоклава, заполняющей его воды, сеток и банок, °С.

Таблица 17

Варианты индивидуальных заданий

Номер варианта	G_1 , кг	Тип банки	Вид продукта	Π , банок/с	Оборудование
1	1150	№ 8	Свинина	3,0	Инжекционный стерилизатор
2	1130	№ 9	То же	3,1	
3	1110	СКО 83-5	«	3,2	
4	1170	СКО 83-1	«	3,3	
5	1190	СКР 83-2	«	3,4	

6	1140	№ 8	Говядина	4,0	Установка непрерывного действия А2-КПО	
7	1160	№ 9	То же	4,1		
8	1180	СКО 83-5	«	4,2		
9	1120	СКО 83-1	«	4,3		
10	1750	СКР 83-2	«	4,4		
11	1730	№ 8	Рыба	5,0		
12	1710	№ 9	То же	5,0		
13	1790	СКО 83-5	Свинина	5,0		
14	1770	СКО 83-1	То же	5,0		
15	1130	СКР 83-2	«	5,0		
16	1150	№ 8	Молоко	6,0		
17	1140	№ 9	То же	5,0		Деаэратор-пастеризатор
18	1130	СКО 83-5	Говядина	3,0		
19	1160	СКО 83-1	То же	3,1		
20	1750	СКР 83-2	«	3,2		
21	1760	№ 8	Молоко	3,3		
22	1740	№ 9	То же	3,4		
23	1720	СКО 83-5	Свинина	4,0		
24	1710	СКО 83-1	То же	4,2		
25	1770	СКР 83-2	«	4,3		

Контрольные вопросы

1. Перечислите сырье для производства мясных консервов.
2. Что такое бланширование?
3. Что называется стерилизацией?
4. Что называется пастеризацией?
5. Назовите типы автоклавов.
6. Каково устройство и принцип действия автоклава?

Отчет включает:

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой излагаются теоретические основы технологии производства пряников (заполнить таблицу 18);
- 3) классификация автоклавов; чертеж, описание конструкции и принцип действия одного из автоклавов: инжекционный стерилизатор, установка непрерывного действия А2-КПО, деаэратор-пастеризатор; техническая характеристика; ответы на контрольные вопросы:

4) расчетная часть, в которой приводится расчет автоклава по предлагаемому варианту (таблица 17).

Таблица 18

Название технологической операции	Цель технологической операции	Технологические режимы	Применяемое оборудование	Классификация оборудования	
				по выполняемым общим функциям	по характеру воздействия на обрабатываемый продукт
Например: герметизация жестяных банок	Обеспечение сохранности консервов	-	Вакуум-закаточная машины	Оборудования для выполнения финишных операций	оборудование для упаковки пищевой продукции (машины для фасования жидких и пастообразных продуктов)
Вид технологической линии					

Задание 6. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЬМЕНЕЙ

Цель работы: изучение теоретических основ производствапельменей, работы технологической линии; знакомство с классификацией оборудования для формования пищевых продуктов, их устройством и принципом действия; приобретение практических навыков по расчетупельменного автомата.

6.1. Характеристика сырья и готовой продукции

Пельмени – блюдо русской кухни в виде отварных изделий из пресного теста с начинкой из рубленого мяса или рыбы. Для выработкпельменей применяют следующее сырье: говядину, свинину, шпик хребтовый и боковой, субпродукты, муку из твердой и мягкой хлебопекарной пшеницы, муку соевую, белок соевый, яйца куриные, яичный порошок, казеинат натрия, сыворотку светлую пищевую, соль пищевую, сахар-песок, перец черный молотый, воду пищевую.

6.2. Технологический процесс производства

Подготовка сырья

Подготовка муки. Муку, полученную непосредственно после помола, выдерживают не менее одной недели для созревания при температуре 20–25 °С и относительной влажности 75–85 %. С целью предотвращения попадания металлических примесей муку просеивают. Мука, подаваемая на приготовление теста, должна иметь температуру 18–20 °С.

Подготовка меланжа и плазмы (сыворотки) крови. Замороженный меланж, сыворотку или плазму крови размораживают, для чего банки с меланжем помещают в ванну с водой, температура которой должна быть не выше 45 °С. Пакеты с замороженным меланжем, сывороткой или плазмой крови помещают в ёмкости и размораживают при температуре 18–20 °С. По окончании размораживания органолептически проверяют качество меланжа или плазмы крови. Размороженный меланж, сыворотка или плазма крови не подлежат хранению. При использовании куриных яиц, их освобождают от скорлупы, полученную яичную массу процеживают для предотвращения попадания скорлупы в тесто. Меланж рекомендуется растворять в небольшом количестве подсолненной воды для

более равномерного распределения в тесте. Количество воды, добавляемое в меланж, исключают из потребного количества воды на приготовление теста.

Подготовка специй. Поваренную соль перед употреблением просеивают на механических ситах, затем развешивают на порции из расчета на один замес или растворяют в воде. Полученный раствор после отстаивания в течение 4–6 часов и фильтрации используют при приготовлении фарша и теста. Сахар и перец развешивают на порции из расчета на один замес.

Подготовка мясного сырья. Обвалку и жиловку мясного сырья осуществляют по инструкциям, применяемым в колбасном производстве. Субпродукты второй категории (мясная обрезь, мясо с голов, пищевода и калтыка, сердце) подвергают разборке и жиловке: из них удаляют кровоподтёки, соединительную ткань, кровеносные сосуды, лимфатические узлы, мелкие косточки и хрящи. Рубец и свиной желудок тщательно промывают, после чего варят в течение 2–2,5 часов при температуре 90–100 °С, а затем охлаждают до температуры 4–6 °С. Блоки мяса механической обвалки кур или уток размораживают. Жилованную говядину, субпродукты и жир-сырец измельчают на мясорубке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм, а свинину с диаметром отверстий решётки 3–5 мм. Для производства иркутских, столичных, крестьянских и мясокартофельных пельменей мясное сырьё рекомендуется измельчать на куттере.

Подготовка картофельного сырья. Очищенный картофель или сульфитированный очищенный картофель промывают, варят в воде в течение 30–40 минут, сульфитированный картофель варят только в открытых ёмкостях. Вареный картофель измельчают на мясорубке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм и охлаждают до температуры 8–10 °С. Выход вареного измельченного картофеля от сырого неочищенного составляет 56,14 %, от сульфитированного сырого очищенного – 96,8 %. Картофельные хлопья, крупу, гранулы, пюре сухое молочно-картофельное засыпают непосредственно в куттер (или мешалку) без предварительного измельчения. Вода на сухое картофельное сырьё в соотношении 4:1 добавляется в холодном состоянии при изготовлении фарша вместе с основной водой по рецептуре.

Подготовка капусты. Свежую капусту очищают от верхних листьев, моют водой, нарезают на четыре части и куттеруют до получения однородной массы или измельчают на мясорубке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм. Допускается использование за-

мороженной капусты. Её измельчают на куттере от 1 до 1,5 мин или частично размораживают на воздухе в течение 1–2 часов и направляют на куттерование или измельчение на мясорубке с диаметром отверстий решётки 2–3 мм.

Подготовка лука и чеснока. Свежий репчатый лук очищают и промывают. Лук, сушёный дольками, замачивают в течение 2-х часов в воде при температуре 15–17 °С. В лук добавляют 65 % воды от нормы, остальные 35 % добавляют в фарш (на 225 г сушеного лука добавляют 775 г воды). Лук свежий и сушёный, замоченный перед добавлением в фарш, измельчают на мясорубке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм. Рекомендуется лук измельчать совместно с мясом. Порошок сушеного лука добавляют в фарш в сухом виде, а воду по указанной норме доливают в фарш.

Сушёный чеснок закладывают в фарш без предварительного замачивания в воде из расчета 0,5 кг сушеного вместо 1 кг свежего чеснока. Норма воды, добавляемой в фарш, увеличивается на разницу в весе между свежим и сушеным чесноком.

Приготовление теста. При замешивании теста подбирают муку с массовой долей клейковины 32–33 % (клейковина с хорошей пластичностью, по растяжимости длина свыше 20 см) или готовят смесь хлебопекарной и макаронной муки (массовая доля клейковины в смеси не менее 30 %, по растяжимости свыше 20 см) и раствор соли с меланжем, или светлой пищевой сывороткой, или плазмой крови.

Тесто готовится в специальном тестомесе для крутого теста, куда вносят одновременно все компоненты, предусмотренные рецептурой, и смешивают их до получения равномерно перемешанного пластичного теста.

Казеинат натрия в виде порошка вносится вместе с мукой. При этом вместо заменяемого количества меланжа вводится 25 % казеината натрия и 75 % воды.

Допускается при замешивании теста предварительная гидротермическая обработка муки. Для этого 30 % муки, предусмотренной рецептурой, смешивают с равным количеством воды температурой 98–100 °С в течение 1–3 минут. Продолжая перемешивание, добавляют оставшееся количество воды температурой 12–17 °С, смешанной с солью. Затем вносят меланж, оставшееся количество муки (70 %) и перемешивают до получения пластичного теста.

При использовании гидротермической обработки муки допускается выдерживание теста перед штамповкой в течение 30–40 мин.

Приготовление фарша. Приготовление фарша дляпельменей можно осуществлять в мешалке периодического действия или в куттере.

Приготовление фарша в мешалке. Подготовленное (измельченное) сырьё взвешивают в количествах, потребных на один замес, загружают в мешалку и добавляют 18–20 % воды от массы сырья (температура воды не выше 10 °С), раствор соли или сухую соль, сахар-песок, перец и измельченный лук. Все компоненты, загруженные в мешалку, перемешивают в течение 5–6 минут до получения хорошо перемешанной массы.

Приготовление фарша в куттере. Куттерование производят следующим образом: сначала загружают куски говядины, соль, специи, очищенный лук и куттеруют с добавлением воды или солевого раствора в течение 1 мин, после чего добавляют полужирную или жирную свинину, куттерованную капусту (для крестьянских пельменей), картофель вареный (для мясо-картофельных пельменей).

Общая продолжительность куттерования составляет 2–3 мин. при скорости вращения ножей 2650 об/мин. Куттерование производят до получения однородного фарша.

Формовка пельменей. Пельмени формуют на автоматах типа АИПР-0,55-60, в который подаются:

- в один бункер – готовое тесто;
- в другой – мясной фарш;
- в третий – мука на подсыпку для предотвращения слипания пельменей.

После загрузки включается работа автомата и начинается приготовление пельменей согласно паспорту на автомат.

Во избежание прилипания теста к штамповочному барабану ручки теста непрерывно посыпают мукой, излишки которой удаляются.

Собранную муку можно повторно использовать при замесе теста. Посыпку муки можно исключить при использовании для приготовления теста макаронной муки из твердой пшеницы в количестве 30–50 % к общему расходу, а также при смазке штамповочного барабана растительным маслом.

Деформированные пельмени можно использовать при изготовлении пельменей в количестве до 3 % от массы сырья, с зачетом 50 % теста и 50 % фарша.

Замораживание пельменей. Перед заморозкой отштампованные пельмени не должны находиться при плюсовой температуре более 20 мин. Готовые пельмени замораживают в морозильных камерах с температурой воздуха минус 15–25 °С в течение 2–3 часов до достижения температуры внутри фарша не выше минус 10 °С.

Упаковка и хранение пельменей. Замороженные пельмени снимают с лотков и упаковывают вручную на технологических платформенных весах в готовые коробки или полиэтиленовые пакеты массой нетто 350 г, 500 г, 1000 г и не более 6 кг.

Замороженные пельмени в упакованном виде хранят в холодильной камере при температуре – 10 °С не более одного месяца со дня изготовления.

Машинно-аппаратурная схема линии производства пельменей представлена на рисунке 16.

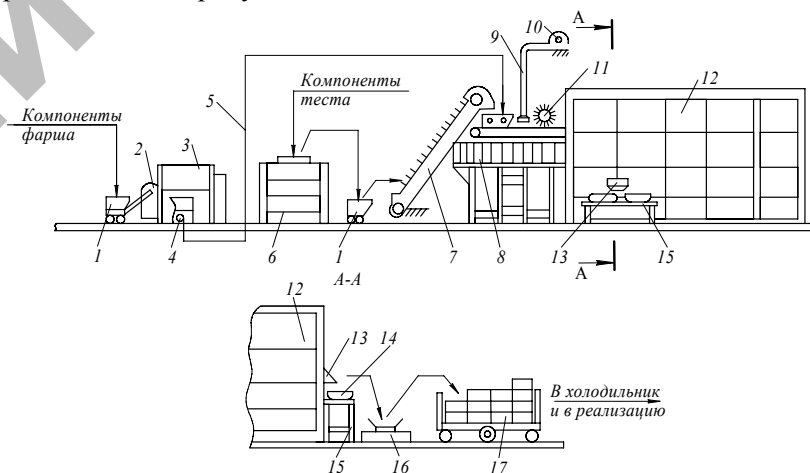


Рис. 16. Машинно-аппаратурная схема линии производства пельменей:

- 1 – тележка для транспортирования фарша и теста; 2 – гидравлический подъемник; 3 – фаршемешалка; 4 – фаршевый насос; 5 – фаршепровод;
- 6 – тестомесильная машина; 7 – скребковый конвейер; 8 – пельменный автомат;
- 9 – специальное устройство для просушивания воздухом; 10 – вентилятор;
- 11 – барабан для штамповки; 12 – скороморозильный аппарат; 13 – окно выгрузки;
- 14 – транспортная тара; 15 – приемный стол; 16 – мешки или гофрированные ящики; 17 – тележки

6.3. Устройство и принцип действия технологической линии

В комплект оборудования линии входят тележки 1 для транспортирования фарша и теста и гидравлический подъемник 2.

Приготовленное тесто из тестомесильной машины 6 с помощью скребкового конвейера 7 и фарш, приготовленный в фаршемешалке 3, по фаршепроводу 5 с запорной арматурой фаршевым насосом 4 подаются впельменный автомат 8. Сформованные тестофаршевые жгуты просушиваются воздухом с помощью специального устройства 9, подаваемого вентилятором 10. Затем с помощью барабана для штамповки 11 пельмени штампуются и подаются в скороморозильный аппарат 12.

В скороморозильном аппарате 12 принята система воздухораспределения, которая предохраняет замораживаемые продукты от нарушения целостности их тестовой оболочки, наблюдаемого в процессе замораживания при низких температурах и больших скоростях воздуха. В нем пельмени подмораживаются в потоке воздуха температурой $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. При скорости $3\text{...}7\text{ м/с}$ на движущейся ленте конвейера их срезают ножом.

Затем они попадают в барабан на галтовку и окончательно замораживаются при температуре воздуха $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ и скорости $2\text{...}4\text{ м/с}$. Из этого барабана через окно выгрузки 13 пельмени поступают в транспортную тару 14 (полиэтиленовые тазики), установленную на приемном столе 15, упаковываются в мешки или гофрированные ящики 16 и с помощью тележек 17 поступают в холодильник. Там их взвешивают и направляют далее в камеры хранения.

Продолжительность охлаждения продукта на подмораживающем конвейере составляет $6\text{...}12$ мин, общая продолжительность процесса – $15\text{...}40$ мин.

6.4. Расчет агрегата для приготовления пельменей и вареников

Теоретическая часть

Формованием называется технологический процесс придания перерабатываемому продукту определенной формы. Для переработки пластичного полуфабриката в готовые изделия определенной формы и размера используются следующие виды формования: отсадка, штамповка, отливка, резка, прессование, экструдирование и т. д.

Отсадкой называется процесс получения формованных изделий путем циклического выдавливания пластичной массы через профильные насадки на подвижную или неподвижную поверхность.

Штамповка – это резка исходного продукта в виде жгута на отдельные изделия и придания им различной формы.

Резка – это деление пластов пищевых масс на отдельные части в форме параллелепипеда.

Отливка – это получение изделий определенного объема, формы и рисунка из полужидкой или жидкой кондитерской массы отливкой ее в формы.

Агрегат для приготовления пельменей и вареников Л5-ФАП является машиной периодического действия, в которой при ручной загрузке теста и начинки в бункеры происходит автоматическая штамповка пельменей и вареников. Агрегат (рис. 17, а, б) состоит из станины 1 с приводом 9, конвейера 14, штампующего барабана 3, формующей головки 8, мукопосыпающего устройства и пульта управления 13.

В станине размещены спаренные бункеры для теста 12 и фарша 17. На дне бункеров находятся два фаршевых шнека 16 с правым и левым направлениями навивки и тестовый шнек 10. Шнеки подают тесто и фарш в соответствующие камеры формующей головки, откуда оно в виде овальной трубки поступает на лотки, непрерывно укладываемые вручную на ленту конвейера 14, и одновременно из фаршевой камеры подается фарш, образуя начинку тестовой трубки. При движении конвейерной ленты штампующий барабан вращается и, прокатываясь по начиненной фаршем тестовой трубке, штампует пельмени или вареники.

Штампующее устройство (рис. 17, в) состоит из рычага 1, закрепленного на станине конвейера, барабана 2 и опорного ролика 4. Давление барабана на лотки, необходимое для штамповки пельменей и вареников, создается подпружиненным рычагом. Для подъема и опускания штампующего барабана служит регулировочный винт. Штампующий барабан при помощи резинового кольца вращает ворошитель мукопосыпающего устройства.

Формующая головка (рис. 17, г) состоит из корпуса, в котором расположены канал подачи фарша 3, представляющий собой трубку овальной формы, канал для теста 4 и лопастной вытеснитель 2.

Для качественного изготовления пельменей и вареников решающее значение имеют исходные продукты и правильная технология приготовления теста и фарша.

Расчетная часть

Задание. Определить кинематические параметры и мощность электродвигателя N пельменного автомата, если заданы: производительность M , кг/ч; количество штамповочных гнезд на окружности штамповочного барабана z , шт.; диаметр штамповочного барабана D_ϕ , м.

Методика расчета

Производительность пельменного автомата:

- штучная, шт./с,

$$M_{\text{шт}} = \frac{z \cdot v_0}{L}, \quad (1)$$

где z – количество штамповочных гнезд на окружности штамповочного барабана, шт.;

v_0 – окружная скорость штамповочного барабана, м/с;

L – длина окружности штамповочного барабана, м;

- массовая, кг/с,

$$M_{\text{шт}} = znq, \quad (2)$$

где n – частота вращения штамповочного барабана, об/с;

q – масса одного пельменя, кг (обычно $q = 0,012$ кг).

Окружная скорость, м/с

$$v_0 = \pi D_\phi n, \quad (3)$$

где D_ϕ – диаметр штамповочного барабана, м.

Частота вращения штамповочного барабана, об/с,

$$n = \frac{v_m}{\pi D_\phi}, \quad (4)$$

где v_m – скорость движения конвейерной ленты, м/с.

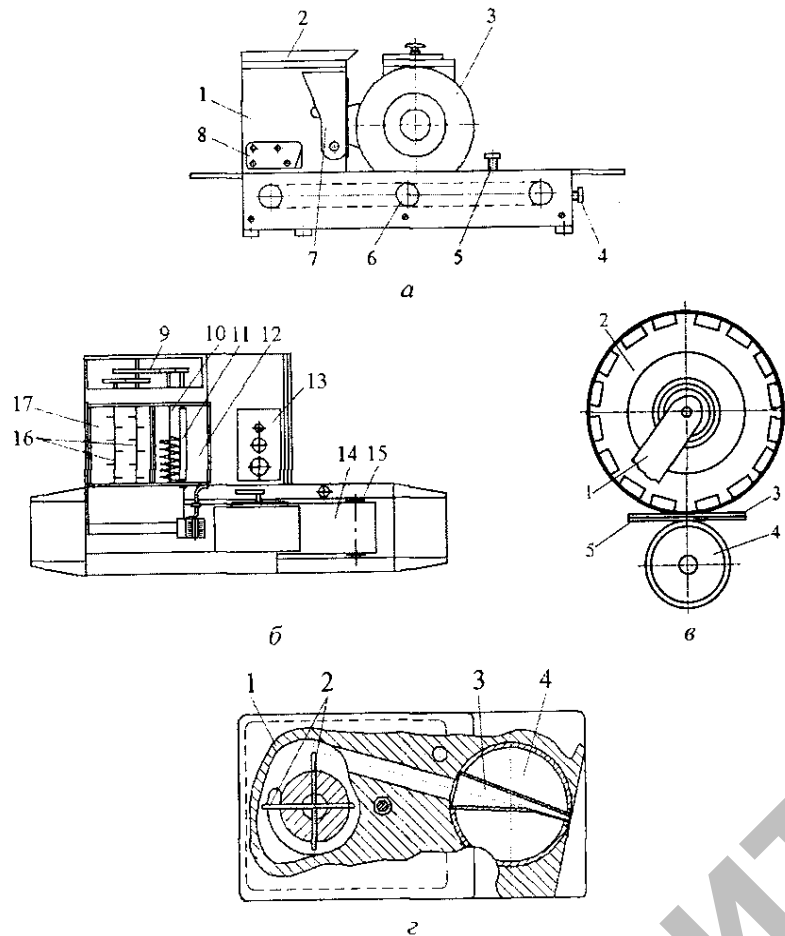


Рис. 17. Агрегат для приготовления пельменей и вареников Л5-ФАП:

- a – общий вид автомата; $б$ – вид сверху; 1 – станина; 2 – крышка; 3 – штамповочный барабан; 4 – винт натяжной; 5 – регулировочный винт; 6 – опорный ролик; 7 – бункер для муки; 8 – формующая головка; 9 – привод; 10 – тестовый шнек; 11 – тестовый барабан; 12 – бункер для теста; 13 – пульт управления; 14 – лента конвейера; 15 – натяжной ролик; 16 – фаршевые шнеки; 17 – бункер для фарша; $в$ – штамповочное устройство: 1 – рычаг; 2 – штамповочный барабан; 3 – лоток; 4 – опорный ролик; 5 – лента транспортера; $г$ – формующая головка: 1 – корпус; 2 – лопасть; 3 – канал подачи фарша; 4 – канал подачи теста

$$v_m = \frac{\pi D_p \cdot n_p}{60}, \quad (5)$$

где D_p – диаметр приводного ролика конвейера, м;

n_p – частота вращения приводного ролика, об/мин.

Технологическая мощность привода пельменного автомата

$$N = N_1 + N_2 + N_3, \quad (6)$$

где N_1 – мощность привода питателя для теста, кВт;

N_2 – мощность привода питателя для фарша, кВт;

N_3 – мощность привода транспортера, кВт.

Мощность привода питателя для теста

$$N_1 = \frac{P_m \cdot M_m}{3600 \cdot 1000 \cdot \rho_m}, \quad (7)$$

где P_m – давление нагнетания теста, Н/м² ($P_m = 100 \cdot 10^5$ Н/м²);

M_m – производительность питателя для теста, кг/ч;

ρ_m – плотность теста, кг/м³ (для пельменного теста $\rho_m = 900$ кг/м³).

Мощность привода питателя для фарша определяется по формуле:

$$N_2 = \frac{P_\phi \cdot M_\phi}{3600 \cdot 1000 \cdot \rho_\phi}, \quad (8)$$

где P_ϕ – давление нагнетания фарша, Н/м² ($P_\phi = 80 \cdot 10^5$ Н/м²);

M_ϕ – производительность питателя для фарша, кг/ч;

ρ_ϕ – плотность фарша, кг/м³ (для мясного фарша $\rho_\phi = 1050$ кг/м³).

Мощность привода транспортера рассчитывается по формуле:

$$N_3 = A_m \cdot v_m, \quad (9)$$

где A_m – тяговое усилие транспортера, Н.

Тяговое усилие транспортера определяется методом обхода контура с учетом максимальной нагрузки. Ориентировочно тяговое усилие определяется по формуле:

$$A_m = (0,215q_0L_p + 50 + 0,215q_mL)g, \quad (10)$$

где q_0 – масса полезной нагрузки (отформованных пельменей) на 1 м транспортера, кг;

L_p – длина рабочей ветви транспортера, м;

q_m – масса 1 м транспортера без груза, кг;

L – длина транспортера, м.

Таблица 19

Варианты индивидуальных заданий

Номер варианта	Производительность M , кг/ч	Количество штамповочных гнёзд z , шт	Диаметр штампующего барабана D_ϕ , м	Оборудование самостоятельного изучения
1	65	36	0,225	Автомат пельменный Л5-ФАП
2	60	32	0,200	
3	50	32	0,200	
4	55	36	0,225	
5	65	34	0,216	
6	60	34	0,211	
7	50	36	0,225	
8	50	32	0,216	
9	55	36	0,211	
10	65	34	0,225	Пельменный автомат П6-ФПВ
11	60	36	0,200	
12	50	32	0,225	
13	60	32	0,211	
14	50	36	0,211	
15	55	34	0,225	
16	65	36	0,216	
17	60	32	0,211	
18	65	32	0,225	
19	60	36	0,200	Пельменный автомат СУБ-2-67
20	50	34	0,200	
21	60	36	0,225	
22	50	32	0,211	
23	60	32	0,216	
24	50	36	0,225	
25	50	34	0,211	

Последовательность расчета:

1. При массе одного пельменя $q = 0,012$ кг по формуле (2) определяется частота вращения штампующего барабана.
2. Окружная скорость штампующего барабана определяется по формуле (3).
3. Штучная производительность пельменного автомата определяется по формуле (1).
4. Скорость движения конвейерной ленты определяется по формуле (4).
5. Приняв диаметр приводного ролика конвейера $D_p = 0,08$ м, по формуле (5) находится частота вращения ролика.
6. Поскольку в производимых пельменях соотношение теста и фарша 1:1, то производительность питателей для теста и фарша $M_m = M_\phi$.
7. При давлении нагнетания теста $P_m = 100 \cdot 10^5$ Н/м и плотности теста $\rho_m = 900$ кг/м³ мощность привода питателя для теста определяется по формуле (7).
8. При давлении нагнетания фарша $P_\phi = 80 \cdot 10^5$ Н/м² и плотности фарша $\rho_\phi = 1000$ кг/м³ мощность питателя для фарша определяется по формуле (8).
9. Мощность привода транспортера для настольных пельменных автоматов пренебрежимо мала, поэтому ее не рассчитывают.
10. Мощность электродвигателя настольного пельменного автомата при КПД механического привода $\eta = 0,65$ определяется по формуле (6).

Контрольные вопросы

1. Что является сырьем для производства пельменей?
2. Что такое галтовка?
3. Что такое формование?
4. Назовите виды формования и дайте им определения.
5. Опишите устройство агрегата для приготовления пельменей и вареников.
6. Опишите принцип работы агрегата для приготовления пельменей и вареников.

Содержание отчета:

- 1) цель работы;
- 2) теоретическая часть, в которой излагаются теоретические основы технологии производства пельменей (заполнить таблицу 20);
- 3) классификация оборудования для формования пищевых продуктов; чертеж, описание конструкции и принципа действия одного из пельменных автоматов – автомат пельменный Л5-ФАП; пельменный автомат П6-ФПВ; пельменный автомат СУБ-2-67; ответы на контрольные вопросы;
- 4) расчетная часть, в которой приводится расчет пельменного автомата по предлагаемому варианту (таблица 19).

Таблица 20

Название технологической операции	Цель технологической операции	Технологические режимы	Применяемое оборудование	Классификация оборудования	
				по выполняемым общим функциям	по характеру воздействия на обрабатываемый продукт
Например: приготовление теста	Смешивание муки с различными компонентами	$t - 1-3$ мин	Тестомесильная машина	Оборудование для выполнения основных операций	Оборудование для ведения механических и гидромеханических процессов (оборудование для смешивания пищевых сред)
Вид технологической линии					

Список рекомендуемой литературы

1. *Антипов, С. Т.* Машины и аппараты пищевых производств: В 2 кн. / С. Т. Антипов [и др.]. М., 2001.
2. *Антипов, С. Т.* Машины и аппараты пищевых производств. В 3 кн. / С. Т. Антипов [и др.]. М., 2007.
3. *Ковальская, Л. П.* Технология пищевых производств / Л. П. Ковальская. М. 1999.
4. *Личко, Н. М.* Технология переработки продукции растениеводства / Н. М. Личко. М. 2008.
5. *Остриков, А. Н.* Практикум по курсу «Технологическое оборудование» / А. Н. Остриков, М. Г. Парфенопуло, А. А. Шевцов. Воронеж, 1999.
6. *Хромеенков, В. М.* Технологическое оборудование хлебопекарных и макаронных фабрик / В. М. Хромеенков. Санкт-Петербург, 2002.

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Учебно-методическое пособие

В двух частях

Часть 2

Ответственный за выпуск *В. Я. Груданов*
Редактор *Н. А. Антипович*
Компьютерная верстка *А. И. Стебули*

Подписано в печать 20.07.2011 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 5,81. Уч.-изд. л. 4,54. Тираж 100 экз. Заказ 740.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.
ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.
Пр. Независимости, 99–2, 220023, Минск.