

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРАКТИКА
ЦЕЛЕВОГО ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА
В АГРОИНЖЕНЕРИИ

Минск
БГАТУ
2017

Авторы:

доктор технических наук, профессор *И. Н. Шило* (БГАТУ),
кандидат технических наук, доцент *Н. Н. Романюк* (БГАТУ),
кандидат технических наук, доцент *В. А. Агейчик* (БГАТУ),
кандидат технических наук, доцент *В. Н. Основин* (БГАТУ),
доктор технических наук, профессор *С. О. Нукешев* (КазАТУ)

Практика целевого изобретательства в агроинженерии /
И. Н. Шило, Н. Н. Романюк, В. А. Агейчик [и др.]. – Минск :
БГАТУ, 2017. – 520 с.: ил.. – ISBN 978-985-519-867-4.

Рассмотрены профессиональные особенности деятельности агроинженера-изобретателя, пути развития культуры инженерного мышления на основе изучения законов развития техники, создания новых и модернизации существующих технических объектов сельскохозяйственного профиля. Большое внимание уделено наиболее распространенным методам технического творчества, объединенным понятием «Теория решения изобретательских задач». В качестве примеров творческого применения этих законов на практике представлены 100 избранных изобретений и 2 полезные модели авторов, полученные в последние годы. Рассмотрены тенденции научно-технического развития и основы инновационной деятельности.

Предназначено для ученых, инженеров, конструкторов, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов, а также специалистов агроинженерного профиля.

Табл. 26. Ил. 253. Библиогр.: 162 назв.

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом
Учреждения образования «Белорусский государственный
аграрный технический университет»
(протокол № 1 от 10 февраля 2017 г.)

Рецензенты:

заведующий кафедрой «Теоретическая механика и ТММ» БГАТУ
доктор технических наук, профессор *А. Н. Орда*;
заведующий лабораторией обработки почвы
и посева РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации
сельского хозяйства» кандидат технических наук,
доцент *Н. Д. Лепешкин*

СОДЕРЖАНИЕ

Список условных сокращений.....	6
Введение.....	7
1. АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ	
1.1. Профессиональные особенности деятельности агроинженера.....	8
1.2. Особенности культуры инженерного мышления.....	10
1.3. Творческие уровни инженерного труда.....	13
1.4. Анализ существующих методов решения технических задач. Выбор приоритетов.....	14
2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. ИЕРАРХИЯ ОПИСАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	
2.1. Основные понятия и определения по объекту проектирования.....	16
2.2. Общие свойства объектов проектирования.....	19
2.3. Классификация оборудования.....	22
2.4. Оценка работы технической системы.....	23
2.5. Иерархия описания технических объектов.....	25
2.5.1. Потребность.....	26
2.5.2. Техническая функция. Физическая операция. Операции Коллера.....	27
2.5.3. Функциональная структура.....	34
2.5.4. Физический принцип действия.....	35
2.5.5. Техническое решение. Проект и объект.....	38
3. ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВИТИЯ, ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	
3.1. Показатели развития технического объекта. Выбор критерия.....	41
3.2. Показатели качества.....	44
3.3. Недостатки технического объекта.....	48
4. ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ОБЪЕКТОВ	
4.1. Сведения о некоторых законах строения и развития техники.....	55
4.1.1. Закон корреляции параметров однородного ряда технических объектов.....	55
4.1.2. Законы симметрии технических объектов.....	56

4.1.3. Закон гомологических рядов.....	57
4.1.4. Закон расширения множества потребностей (функций).....	58
4.1.5. Закон прогрессивной эволюции техники.....	59
4.1.6. Закон соответствия между функцией и структурой....	65
4.1.7. Закон полноты частей системы.....	66
4.1.8. Закон «энергетической проводимости» системы.....	67
4.1.9. Закон согласования ритмики частей системы.....	67
4.1.10. Закон увеличения степени идеальности системы.....	67
4.1.11. Закон неравномерности развития частей системы....	68
4.1.12. Закон перехода в надсистему.....	68
4.1.13. Закон перехода с макроуровня на микроуровень....	69
4.1.14. Закон увеличения степени управляемости.....	69
4.2. Прогнозирование создания новых объектов.....	70
4.2.1. Технологические уклады.....	70
4.2.2. Тенденции технического развития.....	70
4.2.3. Методы прогнозирования.....	72
4.3. Жизненный цикл технического объекта.....	81
5. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
5.1. Методология проектирования.....	84
5.1.1. Определение и виды потребностей, постановка задачи.....	84
5.1.2. Этапы проектирования.....	87
5.2. Современные методы оптимального проектирования на основе САПР.....	94
5.3. Этапы творческого процесса. Препятствия к творчеству.....	98
5.4. Традиционные методы проектирования.....	102
5.4.1. Метод проб и ошибок.....	103
5.4.2. Метод адаптивного поиска.....	104
5.4.3. Метод случайного поиска.....	104
6. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА	
6.1. Классификация типовых технических задач.....	105
6.2. Мышление прорыва в инженерном творчестве.....	107
6.3. Задача улучшения известного технического объекта.....	108
6.4. Методы мозговой атаки.....	116
6.5. Синектика.....	125

6.6. Контрольные перечни.....	126
6.7. Функционально-стоимостный анализ.....	132
7. ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА	
7.1. Метод эвристических приемов.....	145
7.2. Изобретения БГАТУ, полученные с использованием метода эвристических приемов.....	171
7.3. Фундаментальный метод проектирования Мэтчетта....	391
8. ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (ТРИЗ)	
8.1. История создания и развития ТРИЗ.....	398
8.2. Основные понятия и определения. Уровни сложности задач.....	400
8.3. Современные версии ТРИЗ.....	406
8.4. Каталог и матрица приемов.....	412
8.5. Изобретения БГАТУ, полученные с помощью матрицы приемов ТРИЗ.....	421
8.6. Недостатки ТРИЗ.....	466
9. ВЫБОР СТРАТЕГИИ И МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕНДЕНЦИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ	
9.1. Нетрадиционные методы проектирования.....	468
9.2. Возможности развития и границы методологии проектирования.....	476
9.3. Накопление и свертывание данных.....	478
9.4. Выбор стратегии и методов проектирования.....	485
9.5. Основы инновационной деятельности и тенденции научно-технического развития.....	493
Краткий словарь терминов.....	499
Список литературы.....	503

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ЕСКД – единая система конструкторской документации
ИТР – идеальное техническое решение
МА – мозговая атака
ОКР – опытно-конструкторская работа
ОО – опытный образец
ОП – объект проектирования
ПД – принцип действия
РП – рабочий проект
САПР – система автоматизированного проектирования
СТО – станция технического обслуживания
СОЖ – смазочно-охлаждающие жидкости
СВЧ – сверхвысокие частоты
ТЗ – техническое задание
ТО – технический объект
ТП – техническое предложение
ТР – техническое решение
ТРИЗ – теория решения изобретательских задач
ТС – техническая система
ТФ – техническая функция
ФПД – физический принцип действия
ФС – функциональная структура
ФСА – функционально-стоимостный анализ
ФТЭ – физико-технический эффект
ФЭ – физический эффект
ЭП – эскизный проект

*Становится великим не тот,
кто много размышляет,
а тот, кто принимает решение.*
Восточная мудрость

ВВЕДЕНИЕ

Согласно современным представлениям (Википедия), ТРИЗ – область знаний, исследующая механизмы развития технических систем с целью создания практических методов решения изобретательских задач. Опираясь на изучение объективных закономерностей развития технических систем, она дает правила организации мышления по многоэкранной схеме и основана на идее о том, что: *изобретательское творчество связано с изменением техники, развивающейся по определенным законам, и создание новых средств труда должно, независимо от субъективного к этому отношения, подчиняться объективным закономерностям.* Появление ТРИЗ было вызвано потребностью ускорить изобретательский процесс, исключив из него элементы случайности: внезапное и непредсказуемое озарение, слепой перебор и отбрасывание вариантов, зависимость от настроения и т. п. Кроме того, целью ТРИЗ является улучшение качества и увеличение уровня изобретений за счет снятия психологической инерции и усиления творческого воображения. ТРИЗ не является строгой научной теорией, но представляет собой обобщенный опыт изобретательства и изучения законов развития науки и техники. В результате своего развития ТРИЗ вышла за рамки решения изобретательских задач в технической области, и сегодня используется также в нетехнических областях (бизнес, искусство, литература, педагогика, политика и др.). В монографии авторы раскрывают основные положения ТРИЗ и на практических примерах своих (полученных в последние годы) 100 избранных изобретений и 2 полезных моделей демонстрируют возможности творческого применения ТРИЗ для получения объектов интеллектуальной собственности, используемых в промышленности и учебном процессе.

1. АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ

1.1. Профессиональные особенности деятельности агроинженера

Профессиональная деятельность агроинженера обусловлена уровнем технического обеспечения сельскохозяйственного производства, требующего определенной системы знаний, умений, навыков и мышления.

Инженер (от лат. *ingenium* – врожденные способности, талант, изобретательность, остроумная выдумка; *ingenio* – искусный изобретатель, остроумный выдумщик) – специалист с высшим техническим образованием (Толковый словарь С.И. Ожегова).

ЮНЕСКО предлагает называть инженером такого работника, который умеет творчески использовать накопленные знания, проектировать и строить предприятия, машины и оборудование, разрабатывать производственные технологии, используя различные инструменты, конструировать эти инструменты, пользоваться ими, хорошо зная принципы их действия и предугадывая их поведение в определенных условиях [1].

Работа агроинженера является одной из сложнейших в производственной деятельности человека, с высоким уровнем личной ответственности и необходимостью принятия важных решений в условиях нередко крайне ограниченного ресурса времени и материальных возможностей. Это вызвано особенностями сельскохозяйственного производства, когда в период посевных и уборочных работ происходит мобилизация всех трудовых и материальных ресурсов сельхозпредприятия, обусловленная необходимостью выполнения технологических операций в сжатые агротехнические сроки, нарушение которых ведет к значительным потерям сельскохозяйственной продукции.

Непостоянство погодных условий, разнообразие почвенного фона, значительное количество одновременно используемых машин и технологических комплексов, включающее зарубежные образцы, ограниченность числа и взаимозаменяемости инженерных кадров требует от агроинженера не только широких универсальных знаний, гибкости мышления и быстроты принятия творческих инженерных решений, но и решительных волевых действий по скорейшему воплощению их в жизнь.

В период подготовки к предстоящему сезону работ агроинженер не только несет ответственность за своевременное техническое обслуживание, ремонт, постановку на хранение сельскохозяйственной техники, но и участвует в принятии ответственных решений по приобретению новой техники, средств ее технического обслуживания и ремонта. При формировании парка машин должны учитываться особенности агрофона, контурности и рельефа полей, климатические условия и другие факторы применительно к конкретному сельхозпредприятию. Особое внимание уделяется изучению научно-технической информации, документации и опыта использования и сервисного сопровождения предлагаемой для закупки техники в условиях, близких к имеющимся на данном сельхозпредприятии.

Большие возможности современной сельскохозяйственной техники могут быть реализованы только при надлежащей организации ее использования, в первую очередь, ее обслуживания и ремонта. Продукцией, возобновляемой системой обслуживания и ремонта, является время – время работоспособности машин. Может показаться странным, что результат деятельности людей выражен в виде такого эфемерного продукта, как время. Но это так. Время является экономической категорией не менее важной, чем показатели объема или качества продукции.

По словам известного ученого-металлурга, члена-корреспондента АН СССР В.Е. Грум-Гржимайло, «инженерная карьера потому и заманчива, что люди со средними способностями могут творить, т. е. могут испытывать счастье, доступное только сверходаренным людям: поэтам, музыкантам, художникам и ученым» [2]. Опытный и знающий инженер по имеющейся технической документации может быстро определить слабые места в конструкции машины, прогнозировать возможные отказы в процессе использования в конкретных условиях, наметить пути и методы устранения этих отказов, в том числе способы модернизации конструкций рабочих органов, подвергающихся наиболее интенсивному воздействию сельскохозяйственных сред. Поэтому на каждом сельхозпредприятии особенно ценятся местные кулибины, способные быстро найти выход из сложной технической ситуации путем принятия нередко неординарного, но наиболее эффективного решения.

Основными критериями оценки качества профессиональной подготовки агроинженера в настоящее время являются: объем знаний,

степень развития технического мышления, творческих способностей, инженерных умений и психологической структуры личности, необходимых в сфере деятельности технического обеспечения агропромышленного комплекса как системы.

Имеющийся в других областях техники опыт позволяет предположить, что современный агроинженер может значительно ускорить срок своей адаптации в новых производственных условиях за счет освоения современных методов инженерного творчества.

1.2. Особенности культуры инженерного мышления

Новые знания, технические решения и изобретения приходят в мир через отдельно взятого человека, являются продуктом его творческой деятельности. Инженеры, которые достигли высот в познании и преобразовании техносферы, остаются в памяти потомков. Им посвящают творческие произведения, такие как роман А. Бека «Талант», – о выдающемся изобретателе и ученом, создателе поршневых, турбовинтовых и ракетных двигателей академике А.А. Микулине. Нобелевский лауреат писатель У. Фолкнер в своем произведении «Безумство пахаря» описал личный фермерский пионерский опыт прямого посева, нашедшего в дальнейшем широкое применение в сельскохозяйственном производстве.

История человечества зависит от успехов отдельных стран в той или иной технической области.

В древние времена изобретение нового орудия для возделывания почвы обеспечивало лидирующее положение племенам и целым народам в течение нескольких столетий [3]. Принесшее множество бедствий славянским народам нашествие шведов, помимо наличия на территории этой страны богатейшего в мире по содержанию железа месторождения, было обусловлено также тем, что шведам удалось решить проблему передачи на десятки километров механической энергии от горных рек к этим месторождениям для добычи руды. Открытие голландцами Австралии, Индонезии и других земель было осуществлено в результате того, что им удалось приспособить ветряные мельницы для распила досок так, как это делается на современной пилораме. В результате голландцы получили возможность строить в десятки раз больше кораблей,

чем соседние с ними страны. Современный мир тоже характеризуется острой конкурентной борьбой в глобальной гонке за производительностью и выживанием [4].

Наиболее важными проблемами в подготовке инженера являются: самостоятельная постановка новых задач; поиск новых конструкторско-технологических решений на уровне изобретений, ноу-хау, обеспечивающих повышение качества продукции, достижения мирового уровня, всестороннюю интенсификацию производства и экономию всех видов ресурсов.

Процесс формирования инновационных инженерных знаний и умений должен быть подчинен развитию навыков самостоятельно-го инженерного творчества, развитию творческого потенциала и системного анализа технико-экономических проблем. Это положение хорошо характеризуется словами английского философа К.Р. Поппера: «Практика – не враг теоретического знания, а наиболее значимый стимул к нему» [5].

Основная задача инженера состоит в том, чтобы, используя различные знания, достичь определенной практической цели: разработать прибор, машину или технологию и организовать их производство.

Научное знание вовлечено в процесс создания технического объекта, поэтому важна роль понятийно-логического уровня инженерного мышления.

Не менее важно для инженера представить мысленно в идеале будущее творение. Ведущей слабо формализуемой процедурой инженерного мышления является переход от научно-логической системы к системе принципиального иного порядка, где эстетический образно-чувствительный компонент, обладающий качеством интуитивной очевидности, целостности и завершенности, становится мощным интеллектуальным и эмоциональным стимулом и подкреплением в творчестве.

Отсюда вывод: доминанта инженерного мышления базируется на парадигме понятийно-логического и образно-чувственного уровней в процессе диалектического взаимодействия, что составляет методологию и специфику этого типа мышления [1].

Вероятностный, приближенный характер образного мышления делает его незаменимым для оптимизации инженерного мышления, особенно на стадии поиска концептуальной идеи или обобщающей гипотезы.

В этих условиях инженерное мышление выступает как специфическая духовная, умственная деятельность по отражению определенной стороны социальной деятельности, связанной с техникой и техническими знаниями по конструированию, проектированию и созданию человеко-машинных производственных систем. Результатом инженерной деятельности является инженерное решение в форме проекта, чертежа, стандарта, нормы, распоряжения, приказа, поручения и т. д.

Объем и характер знаний, используемых инженером, обуславливает эвристическую и методическую культуру инженерного мышления, предъявляемые к нему требования.

Вторжение кибернетики, информатики в сферу инженерной деятельности, обострение глобальных экологических, демографических проблем, продовольственной безопасности, предотвращения мирных техногенных катаклизмов и катастроф обусловило необходимость развития системного мышления инженера. Перечисленные факторы инженерного мышления требуют развития способности к самоорганизации, самовоспитания, внутренней потребности в постоянном самосовершенствовании – как необходимых элементов современной культуры инженерного мышления. Эта культура выступает инициатором в создании и внедрении инноваций и прогнозировании их социально-экономических последствий.

Старые темпы производства и репродуктивного (подражательного) образования обеспечивали постепенное изменение и развитие технической (предметной) сферы, так что инженер успевал приспособляться к новой ситуации. Современный технологический динамизм требует кардинальных изменений в трудовой деятельности, нового качества инженерного мышления и инновационного знания для целесообразного преобразования окружающей производственной сферы.

Инженерное творческое мышление – это резерв современного научно-технического прогресса, который является неременным условием в инженерной деятельности.

Творчески работающий инженер, совершенствующий технику и технологию и связанные с ней производственные отношения, одновременно совершенствует свои способности, обогащается знаниями, оттачивает и систематизирует методы мышления, на опыте разрабатывает и уточняет собственную шкалу ценностей в своей работе.

Основные принципы инженерного мышления:

- практичность;
- всесторонность (системность);
- оптимальность принятия решений, которые учитывают объективные общественные потребности, соответствующие социальным, технико-технологическим, экономическим требованиям.

1.3. Творческие уровни инженерного труда

Основные виды технического творчества, высших форм инженерной деятельности следующие:

1) рационализаторское предложение – предмет использования уже известных методов и устройств на своем предприятии впервые:

рацпредложение = (новизна на предприятии) + (полезность);

2) изобретение – решение специальной проблемы в технической области, имеющее мировую новизну и полезность:

изобретение = (мировая новизна) + (полезность);

3) открытие – вскрытая объективная закономерность, вносящая коренные изменения в уровень познания.

Два первых уровня – плод инженерного труда, а третий – научное познание окружающей нас действительности, как правило, с элементами инженерного творческого труда.

Раципредложение и изобретение – искусственные системы, а открытие есть познание объективно независимого явления окружающего мира в результате научной деятельности. В этом его отличие от первых двух видов творчества.

Творческая деятельность людей, известных своими выдающимися достижениями, исследуется и обобщается. Результаты их исследований свидетельствуют о том, что протекание процесса мышления в творческой деятельности различного типа имеет много общего.

Знание закономерностей формирования и организации творческого мышления полезно для любого человека, тем более для инженера. Достаточно перечислить основные работы русского инженера-механика В.Г. Шухова, чтобы понять, что для этого нужны поистине фантастическая работоспособность и знания. Он спроектировал около 500 мостов, и все они были построены. А были и паровые котлы, нефтеперегонные установки, трубопроводы, баржи, домны, элеваторы,

ангары, краны, маяки, радиобашни и многое другое. В порту города Портсмута и сейчас находится в рабочем состоянии первый в мире паровой кран грузоподъемностью 35 т, созданный в 1850 г. для погрузки на суда экспортируемых паровозов. Более полувека успешно эксплуатируются самолеты В-52, ТУ-95, а также некоторые образцы сельскохозяйственной техники в фермерских хозяйствах.

Томас Эдисон получил более 1000 патентов на свои изобретения, в том числе 25 – в России, однако на создание и внедрение каждого изобретения его фирме требовалось в среднем 7 лет.

В области сельскохозяйственного производства в Республике Беларусь крупные изобретения на счету академиков С.И. Назарова, И.С. Нагорского, членов-корреспондентов П.П. Казакевича и З.В. Ловкиса, профессоров В.И. Передни, В.Н. Кондратьева, Л.Я. Степука и др. Созданные ими школы, их сподвижники и ученики продолжают развивать научно-технический прогресс в области сельскохозяйственного производства.

Многие считают мышление процессом настолько естественным, что оно не требует анализа и контроля. Творческий опыт многих людей и ученых показывает, что это не так.

1.4. Анализ существующих методов решения технических задач. Выбор приоритетов

В настоящее время разработано более 50, а с учетом частных методик – несколько сотен методов поиска решений технических задач. Они ориентированы на развитие как логического мышления, так и интуиции, необходимых инженеру при создании новых технических разработок и в решении других творческих задач.

Познавательные способности каждого человека не безграничны. В те или иные моменты времени мы можем наблюдать и анализировать отдельные фрагменты окружающей действительности, а во многих случаях только воспроизводим и повторяем, другими словами, пользуемся так называемым «репродуктивным мышлением». Наподобие студента, заучившего курс лекций перед экзаменом.

В существующей учебной литературе по основам инженерного творчества с той или иной степенью полноты излагаются основные методы решения инженерных задач, приводятся практические

примеры их использования, но, как правило, не высказывается своего предпочтения в пользу тех или иных методик [1, 2, 6, 7, 8]. Такое изучение курса напоминает посещение выставки или музея: впечатлений масса, а остановить свой выбор и практически освоить что-либо не удается. И это не вина авторов, ведь в отведенных объемах учебных часов они добросовестно сделали все возможное. Следуя предлагаемыми ссылками на дополнительную литературу, студент может установить, что, например, только для ознакомления с принципами ТРИЗ необходимо 40 часов занятий, и в три раза больше – для освоения ее рабочих инструментов [9].

Большая часть существующей литературы по разработке новой техники ориентирована на узкие предметные области. К литературе такого рода можно отнести пособия по проектированию металлообрабатывающего оборудования [10], космических аппаратов [11], лесосплавных комплексов [12], обувных машин [13] и др.

Впервые задача более высокого уровня была решена учеными Пермского технического университета [6], которые рассмотрели методологию и технологию проектирования указанных технических объектов на основе теории проектирования технических систем с учетом многочисленного отечественных и зарубежных публикаций.

Исходя из имеющегося опыта решения различного рода творческих инженерных задач, для использования в процессе обучения студентов нами предлагается метод эвристических приемов (на основе анализа созданных авторами и их коллегами многочисленных изобретений и патентов). После освоения методики эвристических приемов на их основе предлагается освоение современных методик теории решения изобретательских задач [13].

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. ИЕРАРХИЯ ОПИСАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В основе любой сформировавшийся учебной дисциплины лежит комплекс четко определенных понятий. Они, как правило, связаны с понятиями фундаментальных наук и между собой. Правильный выбор и точное определение понятий способствуют лучшему восприятию и усвоению материала по конкретной дисциплине. Введение ошибочных понятий, напротив, затормаживает развитие науки и прикладной дисциплины или влечет возникновение ложных построений, которые впоследствии отбрасываются.

В настоящей главе даются определения исходных понятий в рамках обобщенных методов проектирования изделий машиностроения. Система таких понятий позволит рассуждать о разных технических объектах и достаточно четко сопоставлять их свойства. При формировании основных понятий руководствуются следующими принципами:

- каждое понятие должно иметь отношение ко всем (или почти ко всем) известным техническим объектам и методам проектирования – в этом заключается его инвариантность;
- понятия должны описывать основные свойства объектов, с которыми приходится иметь дело при их проектировании, конструировании и изучении;
- понятия должны определять по возможности измеримые, имеющие количественную характеристику свойства объектов;
- вводимые понятия должны в наибольшей мере использовать и учитывать сложившуюся в технических науках терминологию; число основных понятий должно быть минимальным.

2.1. Основные понятия и определения по объекту проектирования

Техническим объектом (ТО) называют созданное человеком или автоматом реально существующее (существовавшее) устройство, предназначенное для удовлетворения определенной потребности.

Устройство – это техническое сооружение, механизм, машина, прибор.

Понятие «техническое устройство» очень широкое. Оно подразумевает самые разнообразные предметы – от простых приспособлений, небольших узлов до сложнейших и огромнейших машин, приборов, аппаратов, автомобилей, подъемников и транспортных средств, сооружений и, наконец, целых промышленных установок.

К техническим объектам относят отдельные машины, оборудование, аппараты, приборы, ручные орудия труда, одежду, здания, сооружения и подобные устройства, выполняющие определенную функцию (операцию) по преобразованию объектов живой и неживой природы, энергии или информационных сигналов.

Техническим объектом также является любой из *элементов* (агрегат, блок, узел, деталь), из которых состоят машины, аппараты, приборы и т. д., а также любой из комплексов взаимосвязанных машин, аппаратов, приборов. Это может быть технологическая линия, цех, завод и т. п.

Механизм – это система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других объектов.

Машина – это сочетание механизмов или устройств, осуществляющих определенные целесообразные движения для преобразования энергии, материалов или информации либо для производства полезной работы.

Различают машины:

- энергетические, преобразующие любой вид энергии в механическую, и наоборот;
- рабочие, в том числе технологические, преобразующие форму, свойства, положение материала (обрабатываемого предмета);
- транспортные, преобразующие положение материала (перемещаемого предмета);
- информационные (шифровальные машины, арифмометры, механические интеграторы, компьютеры и др.).

Как видно из определения, технический объект также представляет собой весьма широкое понятие.

Например, к ТО можно отнести самолет и кофемолку, мачту ЛЭП и лопату, ЭВМ и туфли, завод и выпускаемые им болты и гайки.

Техническая система (ТС) – это объективное единство машин, осуществляющих весь технологический цикл производства одного или нескольких продуктов, с возможностью их усовершенствования и самостоятельного функционирования.

Понятие «техническая система», как и понятие «технический объект», не всегда может выступать синонимом понятия «оборудование». Например, к сложной технической системе относится такой вид общественного транспорта, как трамвай. В эту ТС кроме подвижного состава (трамваев) входят пути, токопроводящая подвеска, опоры подвески, депо, ремонтная и обслуживающая база, система управления движением, водительский состав и т. д. С другой стороны, техническая система включает в себя по определению любое оборудование.

С учетом изложенного, термин «техническая система» в зависимости от контекста будет означать либо действительно техническую систему в самом широком понимании, либо более конкретно – оборудование.

Под *объектами новой техники* принято подразумевать машины, механизмы и оборудование, создаваемые впервые или взамен уже существующих, с новым принципом действия, превосходящие прежние по технико-экономическим показателям. К ним относятся не только такие сложные объекты машиностроения, как обрабатывающее оборудование, атомный реактор, но и простейшие, по сути, состоящие из одной детали – шпильки, штифты и другое, которые самостоятельно не могут осуществлять производственный (технологический) процесс [6].

Следует также отметить, что проектирование оборудования невозможно без одновременной разработки реализуемого на нем технологического процесса, или технологии.

Технология – это способ, метод или программа преобразования вещества, энергии или информации из заданного начального состояния с помощью определенного оборудования. Можно сказать, что технология – это способ применения определенных технических объектов.

Попробуем выяснить, что объединяет все многообразие видов, классов, назначения, характеристик, конструкций, внешнего вида оборудования.

2.2. Общие свойства объектов проектирования

Оборудование как материальный объект независимо от конкретного предназначения реализует функции преобразования вещества, энергии или информации из заданного начального состояния в требуемое. При этом изменяются форма, структура, содержание элементов, следовательно, и вся система в целом. Это самое главное, что объединяет все типы оборудования.

Организация потоков энергии, информации и вещества в заданном пространстве технического объекта осуществляется в последовательности, определяемой процессом передачи преобразуемых потоков от их источников к потребителям. Состав первичных источников энергии, информации и вещества, их параметры и пространственное положение зависят, как правило, от внешних по отношению к объекту условий (например, расположения и параметров источников сырья, местоположения и параметров внешних источников энергии, возможного относительного положения и параметров наблюдаемых внешних объектов как источников информации и т. д.). Соответственно, состав, параметры и пространственное положение получаемого в системе конечного продукта (вещества, энергии, информации) определяются целевым назначением и содержанием поставленной перед создаваемым оборудованием функциональной задачи.

Все промежуточные преобразования вещества, энергии и информации в техническом объекте диктуются принятыми условиями оптимальности процесса получения конечного продукта и выбором целесообразного вида передаваемого промежуточного продукта. Многообразие этих промежуточных преобразований определяется разновидностями вещества, энергии и информации, а также возможными способами технической реализации (воздействий) физических и химических процессов их преобразования. Например, способы передачи информации могут быть механическими (с помощью кинематических схем, контактов) или энергетическими (магнитным полем, световым лучом и т. д.).

Отдельно выделим взаимосвязи технической системы с операторами, управляющими оборудованием. Воздействия этой группы могут быть представлены в виде примерной схемы (рис. 2.1).

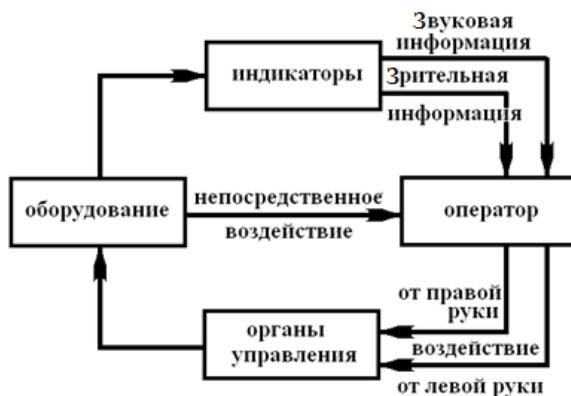


Рис. 2.1. Схема взаимодействия оборудования и оператора

Индикаторы, чувствительные элементы, датчики и органы управления рассматриваются как промежуточные звенья между человеком и устройством.

Конструктивно эти звенья могут быть либо разделены, либо слиты с устройством. Взаимосвязи между оператором и машиной – объект специального изучения. Это одно из новых важных направлений – так называемая инженерная психология, рассматривающая комплекс проблем, связанных с приспособлением индикаторов и органов управления к органам чувств и двигательному аппарату человека.

При всем многообразии областей применения оборудования можно выделить основное его отличие от остальных предметов, созданных человеком. Это отличие состоит в том, что функционирование оборудования (одна или несколько функций преобразования) или реализуемая технология определяются одним из глаголов действия: разрезать, сварить, нагреть, расплавить, охладить, распылить, разделить, растворить, очистить, отфильтровать, осветить, закрепить, сориентировать, удалить, перенести, штабелировать, смешать, размолоть, спечь, наполнить, слить, зафиксировать и т. д.

Второе универсальное свойство любого оборудования заключается в том, что оно находится в определенном взаимодействии с окружающей средой. Под внешним окружением понимается материальная среда, которая, находясь вне оборудования, оказывает

на него какие-либо воздействия или испытывает их со стороны оборудования. В качестве окружающей среды могут выступать объекты живой и неживой природы и другие объекты, которые находятся в функциональном или вынужденном взаимодействии с рассматриваемым оборудованием и оказывают заметное влияние на его проектно-конструкторское решение.

Любое оборудование в силу объективных причин не может быть ни аморфным образованием, ни хаотичным набором разнородных элементов, а представляет собой строго организованное материальное образование, состоящее из ряда функциональных элементов (агрегатов, блоков, узлов). К ним относятся: корпус, приводы, узлы подачи, рабочий орган, система и пульт управления и т. д. Функциональные элементы объединены между собой в пространстве строго упорядоченным и взаимообусловленным образом. Отсюда следует, что оборудование, независимо от области применения, габаритов, содержания выполняемых функций, способов их реализации, степени автоматизации и прочего, обладает *функциональной структурой* (ΦC).

Под структурой понимают совокупность функциональных составляющих и их отношений, необходимых для достижения техническим объектом заданных целей. Можно считать, что структура – это способ организации целого из составных частей. В объекте отражается одна из структур, которая отвечает поставленной цели. Например, ходовая часть транспортной машины может быть выполнена по колесной и гусеничной схеме с обеспечением требуемой скорости движения в определенных дорожных условиях.

Силовая передача гусеничной машины состоит из трех подсистем: двигателя, коробки передач и бортовой передачи. Подсистема A в этом примере представляет собой двигатель, передающий первичному валу коробки передач крутящий момент определенной величины. Подсистема B – это коробка передач, которая трансформирует получаемый от двигателя крутящий момент и с помощью промежуточных звеньев силовой передачи передает его ведущему элементу бортовой передачи. Подсистема C – бортовая передача, которая трансформирует крутящий момент, получаемый от коробки передач, и передает его ведомому элементу бортовой передачи, который, в свою очередь, соединен с ведущим колесом. Этот же

объект можно рассматривать совместно с подсистемой главной передачи и другими частями силовой передачи (сцепление и др.). В общем случае структура системы может включать различное число подсистем, каждая из которых имеет разное число элементов. Взаимосвязи могут иметь место между отдельными элементами внутри подсистем и между элементами разных подсистем.

Примером подсистемы, состоящей из шести элементов, может быть силовая передача автомобиля: двигатель, сцепление, коробка передач, карданная передача, главная передача и ведущее колесо. Вторая подсистема, состоящая из пяти элементов, может представлять собой тормозное устройство, в котором элементами являются тормозной рычаг, главный тормозной цилиндр, трубопроводы, тормозные рабочие цилиндры и тормозные колодки. Взаимосвязь между этими элементами представляет физическое взаимодействие сопрягаемых поверхностей, определяющих эффективность торможения при определенном давлении тормозной жидкости.

2.3. Классификация оборудования

В зависимости от вида и назначения, частей, целевых функций и состояния оборудование подразделяется на классы и подклассы.

Единая классификация оборудования невозможна, поскольку определены пока еще не все классификационные признаки. Рассмотрим известные.

Техническое оборудование может быть классифицировано:

- по функции (рабочему действию) – системы фиксации, придания формы, вращения, подъема;
- по типу операнда – системы преобразования материи, энергии, информации, биологических объектов;
- по принципу осуществления рабочего действия – основанное на механическом, гидравлическом, пневматическом, электронном, химическом, оптическом, акустическом принципах;
- по характеру функционирования – мощностное, скоростное, импульсное;
- по назначению – производящее, управляющее, обслуживающее, обеспечивающее;

- по степени сложности – машины, комплексы, технические системы в целом;
- по способу упорядочения более низких уровней систем – по действиям, технологии изготовления;
- по степени оригинальности – доработанное, модифицированное, оригинальное;
- по типу производства – для применения в условиях единичного, опытного, серийного или массового производства.

С точки зрения характера функций различают специализированное, многофункциональное и универсальное оборудование. Для специализированного оборудования свойственны единственность назначения элементов и узкая профессиональная специализация обслуживающего персонала. Примером является нестандартное оборудование.

Универсальные системы реализуют множество функций на одной и той же структуре, при этом функции по виду и количеству не определены в полной мере. Примером может быть быстро перестраиваемая автоматическая линия станков.

2.4. Оценка работы технической системы

Установлено, что техническая система в целом качественно отличается от составляющих ее компонентов, подсистем и не может рассматриваться как простая сумма входящих в нее элементов. Поэтому понимание системы, ее особенностей, путей развития, функционирования возможно только при рассмотрении ее как целостного образования.

Сложные технические системы, к которым относится и большая часть нестандартного оборудования, обладают только им присущим набором особенностей. Они проявляются в период жизнедеятельности системы в зависимости от конкретных условий эксплуатации и поведения отдельных элементов [14].

Проявление особенностей, или свойств, в сложной системе осуществляется за счет расхода имеющихся у нее ресурсов (энтропии, энергозапаса, энтальпии, возможностей, внутренней энергии и т. д.). Все многообразие этих свойств поддается классификации с трудом.

Выделяют следующие классификационные признаки свойств: способ их установления; причинная связь; функциональная зависимость; значимость; физическая сущность и степень полезности.

Примерами свойств реальной сложной системы могут быть вместимость, герметичность, деформативность, нагруженность, образование теплоты, прочность, упругость, устойчивость, прочность при низких температурах. Свойства сложной системы считаются известными, если они установлены разработчиками, исследователями, пользователями или кем-либо другим.

На практике встречаются свойства, которые еще не выявлены, хотя в действительности существуют и оказывают влияние на поведение системы в процессе ее жизнедеятельности. Эти свойства нуждаются в изучении, поскольку с их выявлением намного глубже познается соответствующая сложная система. Используя эти знания, можно обеспечить более эффективное проектирование и более рациональную эксплуатацию сложных систем.

Проявление свойств не является мгновенным. Оно всегда происходит в течение определенного времени, причем интенсивность проявления зависит от степени воздействия внешней среды, а также длительности процесса функционирования.

Чтобы использовать свойства сложной системы при проектировании новых, их необходимо оценить. Такая оценка может быть собственной или практической.

Собственная оценка осуществляется субъектом на основе его наблюдений, а также имеющихся у него знаний о подобных системах. Такие оценки часто называют эмоциональными, или относительными. Практические оценки являются результатом исследования сложных систем. Они определяются при выполнении следующих действий: формулировки цели, ее реализации, сравнения затрат и полученного эффекта. Как правило, такие оценки являются объективными, т. е. не зависят от субъекта.

При анализе работы сложной системы стремятся получить практические оценки, хотя немаловажными являются и собственные.

Результат оценки свойств сложной системы отражается в значениях специально разработанных показателей [14]. Они могут характеризовать одно или одновременно несколько свойств. За единицу измерения можно принять, например, баллы.

Определение значений осуществляется органами чувств, экспертными и статистическими методами с помощью специальных приборов и устройств. Структура показателей, параметры, критерии развития ТО будут подробно рассмотрены ниже.

2.5. Иерархия описания технических объектов

Каждый технический объект может быть представлен описаниями, имеющими иерархическую соподчиненность [15]. Во-первых, каждое последующее описание является более детальным и более полно характеризует технический объект по сравнению с предыдущим; во-вторых, каждое последующее описание включает в себя предыдущее (рис. 2.2).

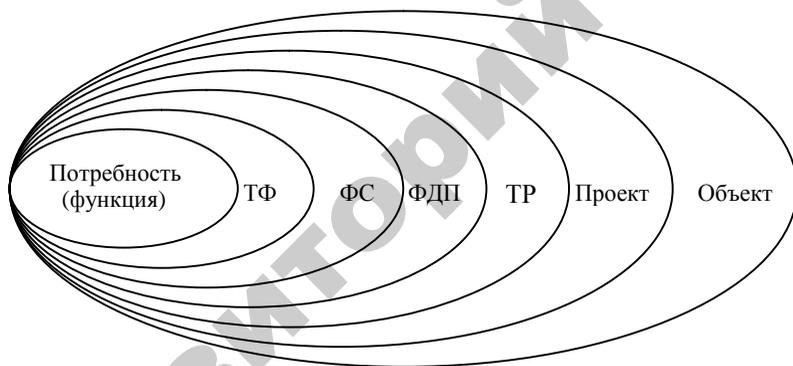


Рис. 2.2. Иерархия описания технического объекта

Таковыми свойствами обладают следующие описания:

- потребность, или функция технического объекта;
- техническая функция (ТФ);
- функциональная структура (ФС);
- физический принцип действия (ФПД);
- техническое решение (ТР);
- проект;
- объект.

Далее рассмотрим понятия, входящие в иерархию описания ТО.

2.5.1. Потребность

Потребность – это общепринятое и краткое описание назначения технического объекта или цели его создания (существования). При описании потребности отвечают на вопрос, какой результат желательно получить и каким особым условиям и ограничениям он должен удовлетворять.

Если рассматривать более детально описание потребности, то оно должно включать следующую информацию: необходимое действие (наименование действия); объект (предмет обработки), на который направлено это действие; особые условия и ограничения.

Описание потребности P условно можно представить в виде трех компонентов:

$$P = (D, G, H), \quad (2.1)$$

где D – действие, производимое рассматриваемым ТО и приводящее к желаемому результату, т. е. к удовлетворению (реализации) интересующей потребности;

G – объект, или предмет обработки, на который направлено действие D ;

H – особые условия и ограничения, при которых выполняется действие D .

Примеры покомпонентного описания потребности приведены в табл. 2.1.

Наряду с понятием потребности при проектировании также широко используется понятие *функции ТО*. Описания потребности и функции ТО совпадают.

Различие между понятием потребности и функции состоит в том, что понятие потребности всегда связано с человеком (коллективом людей) или автоматом, поставившим задачу реализации потребности и выполняющим проектирование соответствующего технического объекта и его изготовление, а понятие функции всегда связано с объектом, реализующим ее. В связи с этим интересно отметить, что человек часто выступает в двух качествах: как субъект, формулирующий потребность, и как элемент технического объекта, реализующий эту потребность.

Будем отличать эти понятия только тем, что в описании *потребности* действия используется существительное, а в описании *функции* – глагол (табл. 2.1, столбец *D*).

Таблица 2.1

Примеры описания потребности

Наименование ТО	<i>D</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
Светильник	Освещение (освещает)	Помещение	Рабочее напряжение 220–240 В
Электроплитка	Нагревание (нагревает)	Емкость с жидкостью	–
Мельница	Размалывание (размалывает)	Зерно	–
Грузовой автомобиль	Перевозка (перевозит)	Грузы	По дороге
Путепровод	Обеспечение движения (обеспечивает движение)	Автомобили	Через препят- ствие
Термометр	Измерение (измеряет)	Среда (темпе- ратура среды)	Диапазон температуры среды

2.5.2. Техническая функция. Физическая операция. Операции Коллера

Описание *технической функции (ТФ)* условно можно предста-
вить в виде двух компонентов:

$$F = (P, Q), \quad (2.2)$$

где *P* – удовлетворяемая потребность, описываемая по формуле (2.1);

Q – физическая операция (физическое превращение, преобразо-
вание), с помощью которой реализуются потребности.

Описание *физической операции (ФО)* формально можно представить в виде трех компонентов:

$$Q = (A^T, E, C^T), \quad (2.3)$$

где A^T , C^T – соответственно входной или выходной поток (фактор) вещества, энергии или сигналов;

E – наименование операции Коллера по превращению A^T в C^T (характеристика операций Коллера).

Описание физической операции отвечает на вопросы, что (A^T), как (E) и во что (C^T) преобразуется с помощью описываемого ТО. Число входов A^T , действий E и выходов C^T в общем случае произвольное.

Иначе говоря, под физической операцией подразумевается физическое преобразование заданного входного потока (фактора) в выходной поток (фактор).

В табл. 2.2 приведены примеры описания физических операций для технических объектов, указанных в табл. 2.1.

Таблица 2.2

Примеры описания физических операций

Наименование ТО	A^T	E	C^T
Светильник	Электрический ток	Преобразование	Световой поток
Электроплитка	Электрический ток	Преобразование	Теплота
Мельница	Зерно, механическая энергия	Соединение	Мука
Грузовой автомобиль	Топливо	Преобразование	Движение груза
Путепровод	Масса транспорта (воспринимает проезжая часть)	Передача	Масса транспорта (воспринимают опоры моста)
Электрический термометр	Температура среды	Преобразование и сравнение	Электрический ток

Колер Р. [2] предложил 12 основных и 2 дополнительные пары операций E , которые должны, по его мнению, описывать физические операции любого технического объекта или его элемента независимо от физических принципов действия: излучение—поглощение, проводимость—изоляция, сбор—рассеяние, проведение—непроведение, преобразование—обратное преобразование, увеличение—уменьшение, изменение направления—изменение направления, выравнивание—колебание, связь—прерывание, соединение—разъединение, объединение—разделение, накопление—выдача, отображение—обратное отображение, фиксирование—расфиксирование.

Рассмотрим по порядку содержание этих операций.

1. Излучение—поглощение. Излучение соотносится с источником энергии, вещества или информации, поглощение – со стоком (местом впадения) энергии, вещества или информации (сигналов). Эти две основные операции, противоположные друг другу, представляют собой необходимое условие для создания или ликвидации потока (вещества, энергии или информации). Источники и стоки могут быть природные и искусственные (источники – солнце, топливо, генераторы; стоки – звукопоглощающее покрытие, заземление и т. п.). Источниками являются также все естественные источники энергии вещества или сигналов. В технических системах стоком в большинстве случаев служит природная окружающая среда.

2. Проводимость—изоляция. Для возникновения потока, кроме наличия источника и стока, требуется, чтобы между ними было проводящее пространство, обеспечивающее движение или распространение потока от источника к стоку (здесь не имеется в виду специальная организация потока, например, с помощью трубопровода).

Примеры проводящего пространства: воздух, электролит и т. п. Примеры изолирования: непрозрачные шторы, изолятор, стенка и т. п.

3. Сбор—рассеяние. Основная операция «сбор» служит для того, чтобы поток (ресурсы) энергии, вещества и сигналов, распространяющийся по всем направлениям (рассредоточенный в пространстве или движущийся широким фронтом), заставить протекать в одном направлении или сосредоточиться (сфокусироваться) в одной точке. Операцию «сбор» осуществляют, например,

параболическая антенна, фокусирующая линза, патрубок, через который вытекает жидкость из бассейна.

Операция «рассеяние» предназначена для того, чтобы имеющийся сконцентрированный или упорядоченный поток рассеять, распространить по всем направлениям или направить более широким фронтом. Рассеяние осуществляют антенна радиопередатчика, наконечник душа, рассеивающая линза и т. п.

Отметим различия между операциями «сбор–рассеяние» и «излучение поглощение». Последние соответствуют начальному и конечному участкам в потоке энергии, вещества или информации. До и после этих участков нет организованного потока. Операции «сбор» и «рассеяние» соответствуют промежуточным участкам потока; до и после этих участков существует организованный поток.

4. Проведение—непроведение. Операция «проведение» обеспечивает движение сконцентрированного потока по определенному заданному пути (траектории) с помощью технических средств, например, трубопровода, электропровода, шарнира. «Непроведение» означает, что на естественное направление движения и распространения потока ТО не оказывает никакого влияния (свободно падающая струя воды, летящая пуля, световой луч). Проведение – это движение, ограниченное связями; непроведение – свободное движение.

5. Преобразование—обратное преобразование. Эти наиболее распространенные основные операции, противоположные друг другу, обеспечивают изменение свойств энергии, вещества и сигналов.

Под преобразованием энергии понимается превращение одного вида энергии в другой, которое происходит, например, в электродвигателе или двигателе внутреннего сгорания. Виды энергии: тепловая, кинетическая, потенциальная, звуковая, оптическая и пр.

Под преобразованием вещества понимается качественное изменение вещества, добавление или исчезновение его определенных свойств (например, изменение агрегатного состояния, нормальная проводимость—сверхпроводимость, немагнитное—магнитное вещество и т. п.).

Под преобразованием сигналов следует понимать операции, при которых одна физическая входная величина превращается в другую.

6. Увеличение—уменьшение. Эти основные операции изменяют состояние потока, т. е. значения какой-либо скалярной или векторной

физической величины. При этом на входе и выходе имеем одну и ту же физическую величину. Примерами реализации операций «увеличение» и «уменьшение» являются система рычагов, зубчатые передачи, передачи с изменяемым крутящим моментом, электрические трансформаторы, механические и электрические усилители, вентили, задвижки, регулирующие площадь сечения потока.

7. Изменение направления—изменение направления. Эти основные операции обеспечивают изменение направления векторной физической величины, значение которой остается неизменным. Изменение направления осуществляют коленчатые равноплечные рычаги, передачи с коническими шестернями, зеркала и отражательные пластины, изогнутые трубопроводы или световоды и т. п.

Для реализации операций «изменение направления» и «проведение» в отдельных случаях могут быть использованы одинаковые физические эффекты и, соответственно, одинаковые конструктивные элементы. Например, световод может применяться для проведения светового пучка и для изменения направления пучка лучей; такую же двойную функцию может иметь резиновый шланг с жидкостью. Это объясняется тем, что конструктивные элементы обладают не одним, а несколькими свойствами.

8. Выравнивание—колебание. Основная операция «выравнивание» преобразует колеблющийся (пульсирующий или нестационарный) поток в стационарный (электрические выпрямители, муфты свободного хода, обратные запорные клапаны и т. п.). Операция «колебание» производит обратное преобразование (кривошипный механизм, преобразующий равномерное вращательное движение в колебательное, прерыватель, колебательный контур и т. п.).

9. Связь—прерывание. Основная операция «прерывание» прерывает (останавливает) поток энергии, вещества или информации и прекращает их передачу от одного пункта к другому. Операция «связь», напротив, восстанавливает (возобновляет) движение или передачу энергии, вещества и сигналов в потенциально существующем потоке. Примеры реализации этих операций: выключатели, соединительные муфты, затворы, задвижки, запорные клапаны и т. п.

Следует заметить, что для реализации операций «связь—прерывание» и «увеличение—уменьшение» в отдельных случаях могут быть использованы одинаковые конструктивные (функциональные)

элементы, которые обеспечивают реализацию двух основных операций (например, задвижка на трубопроводе и т. п.).

10. Соединение—разъединение. Основные операции «соединение—разъединение» имеют отношение к неоднородным потокам (энергий, веществ и сигналов), имеющим различные значения физических величин (массу, плотность, окраску, агрегатное состояние, амплитуду, длину волны, геометрическую форму, размеры и т. п.). Примеры реализации операции «соединение»: смесители механических компонентов, частот, электрических сигналов, карбюраторы и насосы, соединяющие энергию и вещество, и т. п. Примеры реализации операции «разъединение»: сепараторы, центрифуги, различные фильтры, спектроскопы, сортирующие устройства, гидравлические двигатели или турбины, радиаторы водяного отопления, разъединяющие энергию и вещество, и т. п.

11. Объединение—разделение. Основные операции «объединение—разделение» обеспечивают, соответственно, объединение нескольких однородных потоков энергии, веществ или сигналов в один поток либо, напротив, разделение одного потока на несколько однородных потоков (т. е. устройства, реализующие операции «объединение—разделение», взаимодействуют с такими потоками энергии, веществ и сигналов, в которых параметры потока, кроме количества энергии, вещества или сигналов, до и после устройств объединения—разделения остаются неизменными). Примеры реализации операций «объединение—разделение»: тройники и разветвления в водопроводных, тепловых, газовых, электрических и измерительных сетях передачи с распределением энергии, вещества или сигналов; дифференциалы; устройства для сварки, пайки и резки материалов и т. п.

12. Накопление—выдача. Потоки энергии, веществ и информации могут накапливаться и при необходимости востребоваться из накопителя. Для этого существуют две основные операции «накопление» и «выдача». Примеры реализации этих операций:

- для потоков энергии – механические, гидравлические, пневматические, электрические и тепловые аккумуляторы;
- для веществ – резервуары, баки, газовые баллоны, бункеры, элеваторы и т. п.;

- для сигналов – перфокарты, магнитные ленты и диски, фото- пленки и т. п.

13. Отображение—обратное отображение. Операция «ото-бражение» применяется в том случае, когда реальный поток энергии, вещества или физических сигналов на входе в процессе преобразования получает информационное отображение на вы-ходе в графическом, числовом и другом виде, удобном для визу-альной оценки, наблюдения или расчета. Это может быть код, запись, изображение числового значения на цифровом индикаторе, показания на шкале прибора, изображение на экране дис-плея или телевизора и т. д. «Обратное отображение» связано со случаями, когда на входе задается числовое значение или графич-еское изображение, а на выходе получается поток реального вещества или энергии.

14. Фиксирование—расфиксирование. Операция «фиксирова-ние» связана с уменьшением числа свободы движения техническо-го объекта, включая закрепление его в определенной точке про-странства и уменьшение числа степеней свободы движения до нуля. Операцию «фиксирование» осуществляют приспособления и объекты, которые прикрепляют одни элементы технического объ-екта или системы к другим, поддерживают составные части техни-ческого объекта на определенном расстоянии друг от друга, фик-сируют данное положение объекта. Здесь имеется в виду не только уменьшение степеней свободы какого-либо элемента относительно другого, а закрепление его на строго определенном расстоянии. В последнем случае на входе задается неопределенная координата (одна или несколько), а на выходе – координаты, имеющие для данного технического объекта определенное значение. Операция «расфиксирование» связана с увеличением числа степеней свободы перемещения или с уменьшением определенности положения в пространстве.

Проведенная ведущими специалистами в области проектирова-ния, например А.И. Половинкиным, проверка полноты предложен-ного Р. Коллером списка операций *E* показала, что может встрети-ться технический объект, для которого более уместны будут другие операции *E*. Поэтому при затруднениях в выборе операции из списка Коллера можно давать свое, более подходящее наимено-вание и обозначение. Примеры описания физических операций (ФО) с использованием операций Коллера приведены в табл. 2.3.

Примеры описания физических операций

Наименование ТО	Физическая операция		
	Вход A^T	Операция E	Выход C^T
Рефлектор	Луч света	Рассеяние	Расходящийся пучок света
Зеркало	Луч света	Изменение направления	Луч света другого направления
Насос	1. Жидкость 2. Механическая энергия	Соединение	Энергия движущейся жидкости
Двигатель внутреннего сгорания	Химическая энергия топлива	Преобразование	1. Механическая энергия вращения вала. 2. Тепловая энергия
Трансформатор (активная часть трансформатора)	Переменное электрическое напряжение	Увеличение–уменьшение	Переменное электрическое напряжение

2.5.3. Функциональная структура

Структура – упорядоченное множество элементов и их отношений. Подавляющее большинство технических объектов состоит из нескольких элементов (агрегатов, блоков, узлов), которые могут быть естественным образом разделены на части. Каждый элемент как самостоятельный объект выполняет определенную функцию и реализует физическую операцию. Между элементами существуют два вида связей и, соответственно, два вида их структурной организации.

Функциональная структура представляет собой наиболее абстрактное описание технических объектов. Ее можно представить в виде ориентированного графа, вершины которого – наименования элементов технических объектов, а ребра – функции элементов и (или) потоки вещества, энергии и информации, передаваемые от одного элемента к другому. Исходя из этого, можно выделить три типа функциональных структур.

Первый тип – **конструктивная функциональная структура**, когда элементы имеют определенные функциональные связи друг с другом.

Эта структура представляет собой ориентированный граф, вершинами которого являются наименования элементов, а ребрами – функции элементов, описанные по формуле (2.1).

Второй тип – **потоковая функциональная структура**, т. е. взаимосвязанный набор физических операций, реализующих один определенный поток преобразований вещества, энергии или сигналов либо несколько взаимосвязанных потоков. Потоковая ФС представляет собой граф, вершинами которого являются наименования элементов ТО или операций Коллера E , а ребрами – входные A^T и выходные C^T потоки (факторы).

Различают две разновидности потоковой ФС: конкретизированную потоковую ФС, у которой в вершинах графа указаны наименования элементов; абстрагированную потоковую ФС, в вершинах графа которой – наименования операций Коллера.

Абстрагированную потоковую функциональную структуру называют также *структурой физических операций*.

К третьему типу относят совмещенные функциональные структуры, у которых ребра могут быть представлены и функциями (см. формулу (2.1)), и потоками (формула (2.2)). Например, в прокатном стане на входе такого потока имеются заготовки сечением 200×200 мм, а на выходе – стальная лента толщиной 1 мм, шириной 2 м; в гидроэлектростанции на входе – поток воды с напором 20 м и расходом $150 \text{ м}^3/\text{с}$, а на выходе – электрический ток напряжением 380 Вт и частотой 50 Гц. Такие потоки определенным образом объединяют и связывают элементы технических объектов и их физических операций.

В сложных технических объектах часто присутствуют несколько взаимосвязанных потоков.

2.5.4. Физический принцип действия

Физическим принципом действия (ФПД) технической системы называется структура совместимых и объединенных физических эффектов (ФЭ), обеспечивающих преобразование заданного начального входного воздействия A в заданный конечный результат

(выходной эффект) C . ФПД дает описание технических объектов на физическом уровне и указывает, с помощью каких физических эффектов и явлений реализуются функции и подфункции в ФС. Принцип действия также представляет собой ориентированный граф, который строится на основе потоковой ФС, где для операций Коллера указывают реализующие их ФЭ. Под ФПД будем понимать ориентированный граф, вершинами которого являются наименования физических объектов B , а ребрами – входные A и выходные C потоки.

Таким образом, во многих случаях ФПД легко построить с помощью потоковой ФС путем замены наименований элементов или физических операций на наименования объектов B .

Описание ФПД, как правило, включает в себя принципиальную схему ТО, где в упрощенно-идеализированной форме показаны основные конструктивные элементы, обеспечивающие реализацию ФПД, а также направления потоков и основные физические величины, характеризующие используемые физико-технические эффекты. Принципиальная схема облегчает последующую разработку технического решения.

Физико-технические эффекты (ФТЭ). Работа любого технического объекта основывается на одном или нескольких определенным образом взаимосвязанных физических и (или) химических эффектах (законах, явлениях), которые выделены и описаны в литературе по физике и химии. Принято для краткости все эффекты и явления, используемые в техническом объекте, называть физическими или физико-техническими эффектами (ФЭ или ФТЭ).

Существует несколько различных определений физико-технического эффекта. Приведем два наиболее характерных.

1. Под физико-техническим эффектом понимается результат воздействия одних физических объектов на другие, который при заданных условиях взаимодействия приводит к вполне определенным изменениям значений обусловленных физических величин.

2. Под физико-техническими эффектами понимаются различные приложения физических законов, закономерностей и следствий из них, физические эффекты и явления, которые могут быть использованы в технических устройствах.

Как правило, в ФТЭ есть определенная причинно-следственная связь между «входом» и «выходом». ФТЭ должен иметь стандартное

формализованное (с определенной структурой) описание, удобное для технических приложений и машинной обработки.

Наиболее обобщенное качественное описание физико-технического эффекта состоит из трех компонентов:

$$(A, B, C), \text{ или } (A \Rightarrow B \Rightarrow C), \quad (2.4)$$

где A – входной поток вещества, энергии или сигналов;

C – выходной поток;

B – физический объект, обеспечивающий или осуществляющий преобразование A в C .

Для входного A и выходного C потоков, так же как и для компонентов A^T, C^T , в формуле (2.4) можно указать носители потоков и их качественные и количественные характеристики.

Определение и описание ФЭ в большой мере зависят от характера решаемых задач, в которых предполагается использовать понятие ФЭ. Описание по формуле (2.4) называется качественным. В табл. 2.4 приведены примеры описания как широко известных, так и относительно недавно установленных ФЭ.

Таблица 2.4

Примеры описания физико-технических эффектов

Наименование ФТЭ	A	B	C
Закон Гука	Сила	Твердое тело	Линейная деформация
Закон Джоуля–Ленца	Электрический ток	Проводник	Теплота
Термоэлектронная эмиссия	Теплота (нагревание)	Оксидная суспензия	Поток электронов
Пьезоэлектрический эффект	Деформация (сила)	Пьезокристалл	Электрическое поле
Ультразвуковой капиллярный эффект	Ультразвук	Жидкость в капилляре	Подъем жидкости

В теории проектирования наряду с понятием физического эффекта используется и понятие *элементарной физической*

операции (ФО), под которой понимаются только такие физические операции, которые могут быть реализованы с помощью одного физико-технического эффекта.

2.5.5 Техническое решение. Проект и объект

Техническим решением (ТР) называют конструктивное описание функциональной структуры технического объекта, включающее в себя информацию о функциональных элементах (блоки, узлы, детали), способах соединения между элементами и последовательности их взаимодействия, особенностях конструктивного исполнения элементов по форме, материалу, соотношению важнейших параметров и т. п.

Техническое решение представляет собой как бы безразмерное описание технического объекта, которое может иметь самые различные реализации.

Поскольку каждый элемент технических объектов может быть тоже разделен на свои элементы и указанным образом описан, то ТР технического объекта может быть описано с любой степенью детализации. Для этого используют иерархический набор многоуровневых описаний ТР, т. е. сначала описывают ТР устройства в целом, затем – каждого блока, затем – каждого узла и т. д. В описание ТР, как правило, включают его графическое изображение. Способы описания ТР достаточно хорошо разработаны и изложены в методических и инструктивных материалах по патентоведению, поскольку во всех патентах и авторских свидетельствах на устройство дается описание ТР прототипа и нового решения.

Описание технического решения должно содержать:

- перечень основных элементов;
- взаимное расположение элементов в пространстве;
- способы и средства соединения и связи элементов между собой;
- последовательность взаимодействия элементов во времени;
- особенности конструктивного исполнения элементов (геометрическая форма, материалы и т. д.);
- принципиально важные соотношения параметров для технического объекта в целом или отдельных элементов.

Под *проектом технического объекта* понимается комплекс технической документации, на основании которого можно определить устройство этого объекта и все необходимые данные по разработке его конструкции, изготовлению, контролю, приемке, испытаниям, эксплуатации и ремонту.

К технической документации относятся:

1) теоретический чертеж – документ, определяющий геометрическую форму (обводы) изделия и координаты расположения составных частей;

2) габаритный чертеж – контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами;

3) чертеж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия;

4) сборочный чертеж – документ, включающий изображение изделия и сведения, необходимые для сборки (изготовления) и контроля. К сборочным чертежам также относят гидромонтажные, пневмомонтажные и электромонтажные чертежи;

5) монтажный чертеж – контурное (упрощенное) изображение изделия, а также сведения, необходимые для его установки;

6) схема – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними;

7) чертежи деталей – документы, содержащие изображение деталей и сведения, необходимые для изготовлений и контроля;

8) спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта;

9) ведомость ссылочных документов – перечень документов, на которые имеются ссылки в конструкторских документах изделия;

10) ведомость спецификаций – перечень всех спецификаций составных частей изделия с указанием их числа;

11) ведомость покупных изделий – перечень покупных изделий, примененных в разрабатываемом изделии;

12) ведомость согласования применения изделия – документ, подтверждающий согласование с соответствующими организациями применения покупных изделий в разрабатываемом изделии, например, ведомость согласования применения подшипников;

13) ведомость держателей-подлинников – перечень предприятий, на которых хранятся подлинники документов, разработанных для данного изделия;

14) ведомость технического предложения – перечень документов, вошедших в техническое предложение;

15) ведомость эскизного проекта – перечень документов, вошедших в эскизный проект;

16) ведомость технического проекта – перечень документов, вошедших в технический проект;

17) пояснительная записка – описание устройства и принципа действия разрабатываемого объекта, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений;

18) технические условия – документ, содержащий потребительские (эксплуатационные) показатели объекта и методы контроля его качества;

19) программа и методика испытаний – технические данные, подлежащие проверке при испытании объекта, а также порядок и методы их контроля;

20) расчеты – документы, включающие расчеты параметров и величин, например расчет размерных цепей, расчет на прочность и др.;

21) эксплуатационные документы, предназначенные для использования при эксплуатации, обслуживании и ремонте объекта;

22) ремонтные документы, содержащие данные для проведения ремонтных работ на специализированных предприятиях.

Таким образом, проект – это, по существу, совокупность графической и текстовой документации, позволяющей с высокой степенью достоверности судить о технической и экономической целесообразности или нецелесообразности воплощения разработанного технического объекта, под которым подразумевается материализованное воплощение разработанного проекта изделия.

3. ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВИТИЯ, ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

3.1. Показатели развития технического объекта. Выбор критерия

Показатели развития являются важнейшими факторами, количественно выражающими предельную меру полезности принимаемых решений. Они одновременно выступают требованиями к оценке их качества, технических систем и объектов.

Развитие техники определяется следующей группой критериев:

- функциональные, характеризующие важнейшие показатели реализации функций ТО;
- технологические – связаны только с возможностью и простотой изготовления ТО;
- экономические – определяют экономическую целесообразность реализации функций с помощью рассматриваемого ТО;
- антропологические – связаны с вопросами безопасности, дизайна, санитарии и гигиены и эксплуатации ТО.

Условия и требования, которым должна соответствовать система критериев эффективности и развития техники:

- условия измеримости, которые допускают возможность количественной оценки по одной из шкал измерений: отношений, интервалов, порядка:
 - условие сопоставимости должны иметь единицы измерения, которые позволяют сопоставлять ТО для различных времен и стран, лучше всего в безразмерных или удельных величинах;
 - условие исключения отрицательных эффектов характеризует параметры, которые оказывают отрицательное влияние на развитие техники;
 - условие постоянства исключения отрицательных эффектов, для которых всегда имеет место условие исключения;
 - условие минимальности и независимости критериев, которые не могут быть логически выведены из других классов критериев или прямых следствий из них.

Умение выделить и описать объективную систему критериев дает возможность кардинально оценить существующую и создаваемую технику, открыть путь заимствования улучшенных технических решений из других областей техники. В качестве критериев

для оценки технических объектов могут использоваться экстремальные значения следующих показателей:

- функциональные критерии производственного ТО:
- производительность (т/ч, л/ч, т·км/ч, кВт·А, кВт·ч и др.);
- уровень механизации как отношение механической работы к сумме механической и ручной работы;
- уровень автоматизации как отношение числа автоматически управляемых операций к сумме управляемых и операций управления, производимых человеком;
- уровень непрерывности процессов обработки как отношение числа операций с использованием непрерывных процессов к сумме непрерывных и прерывистых процессов;
 - функциональные показатели точности: измерения, попадания в цель, обработки материала, обработки потока энергии и потока информации;
 - функциональные показатели надежности: безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность;
 - технологические показатели:
 - трудоемкость изготовления ТО, как затраты труда на единицу получаемой эффективности;
 - полезное использование материалов как отношение массы ТО к массе израсходованных материалов;
 - разделение ТО на элементы, обеспечивающие оптимальное упрощение технологии разработки, доводки изготовления, ремонта, замены и модернизации изделий, как основы стандартизации и унификации;
 - экономические показатели ТО:
 - расход материалов и энергии как отношение ТО к главному показателю экономической эффективности (себестоимости и др.);
 - затраты на информационное обеспечение как отношение затрат на подготовку и обработку информации к главному экономическому показателю;
 - габаритные размеров ТО как отношение объема к его экономической эффективности и др.;
 - антропологические показатели:
 - эргономичность как отношение реализуемой эффективности человеко-машинной системы к максимально возможной;
 - эстетичность, безопасность, экологичность как отношения соответствующей фактической величины к нормативной.

При решении несложных задач обычно стремятся использовать один критерий. Однако многие реальные задачи, возникающие при проектировании, являются многокритериальными. В этих случаях состояние одних и тех же структурных составляющих одной системы оценивают несколькими показателями. Например, конструкцию оценивают по таким показателям, как долговечность, масса и т. д. При этом, стремясь к обеспечению требуемой долговечности, увеличивают отдельные сечения конструкции, что приводит к возрастанию массы. В то же время, стремясь к снижению массы, уменьшают отдельные сечения, среди которых могут оказаться и такие, которые отрицательно влияют на долговечность.

Упростить многокритериальную задачу можно путем выделения главного критерия, по которому находят оптимальные значения параметров. Кроме того, возникает трудность с переводом остальных критериев в класс ограничений. Такой путь приводит к снижению точности решения задачи, и поэтому выбор главного критерия необходимо провести с минимально возможным ущербом.

Например, при проектировании транспортной машины, прежде всего, решают вопросы обеспечения требуемой скорости движения, грузоподъемности, проходимости и т. п., т. е. характеристик, содержащихся в техническом задании на проектирование. Решив их, переходят к оптимизации конструкции по установленному или выбираемому критерию. Таким критерием может быть масса машины, которую стремятся привести к минимуму, или КПД, который приводят к максимуму.

Стремление всесторонне оценить техническое средство или систему машин привело к широкому использованию обобщенных (комплексных) критериев, получаемых путем агрегирования частных оценочных показателей с учетом их весомости.

Чтобы совместно рассматривать показатели с различными размерностями и диапазоном изменения, необходимо преобразовать их в безразмерные величины. С этой целью каждый натуральный показатель y_r приводится в соответствие с относительным показателем d_r :

$$y_{r \min} \leq y_r \leq y_{r \max}; d_{r \min} \leq d_r \leq d_{r \max}, \quad (3.1)$$

где $y_{r \min}$, $y_{r \max}$ – предельные значения r -го показателя;
 $d_{r \min}$, $d_{r \max}$ – его безразмерные оценки.

Предложено интервалу изменения того или иного показателя поставить в соответствие равномерную шкалу. Тогда оценочный показатель

$$d_r = \begin{cases} d_{r_{\max}} + (d_{r_{\min}} - d_{r_{\max}}) \frac{y_r - y_{r_{\max}}}{y_{r_{\min}} - y_{r_{\max}}}, & y_{r_{\max}} \leftrightarrow d_{r_{\max}} \\ d_{r_{\max}} + (d_{r_{\min}} - d_{r_{\max}}) \frac{y_r - y_{r_{\min}}}{y_{r_{\max}} - y_{r_{\min}}}, & y_{r_{\max}} \leftrightarrow d_{r_{\min}} \end{cases}. \quad (3.2)$$

Таким образом, лучшей машине (комплексу машин) соответствует наиболее высокая оценка, худшей – самая низкая, средней – средняя. В качестве эталона по каждому из показателей можно принять его значение, соответствующее (в зависимости от типа решаемой задачи) лучшему мировому или отечественному уровню.

В практике квалиметрии для сведения отдельных показателей в комплексный используют различные средние (арифметическое, геометрическое и др.). Предпочтительнее, на наш взгляд, применять среднее геометрическое

$$D = \sum_{r=1}^n \beta_r \sqrt[n]{\prod_{r=1}^n d_r^{\beta_r}}, \quad (3.3)$$

где β_r – коэффициент весомости r -го показателя.

В этом случае приоритет отдается техническому средству или комплексу машин с меньшим разбросом оценочных показателей.

3.2. Показатели качества

Качество продукции – совокупность свойств и характеристик продукции, которые придают ей способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности в соответствии с назначением.

Качество продукции является основным фактором обеспечения конкурентоспособности (остальные факторы – цена, затраты

в сфере потребления продукции, качество сервиса). Структура приоритетов конкурентоспособности: 4:3:2:1, – т. е. главное внимание следует уделять обеспечению высокого качества продукции. Из этого соотношения следует, что при формировании стратегии повышения конкурентоспособности в первую очередь ресурсы следует направлять на повышение качества продукции, затем – на снижение издержек предприятия, совершенствование организации эксплуатации (применения) продукции с целью сокращения эксплуатационных затрат и в последнюю очередь – на повышение качества сервиса продукции.

С точки зрения степени использования совокупности потребительских свойств товара следует различать понятия «качество» и «полезный эффект». Качество – потенциальная способность продукции удовлетворять конкретную потребность, а «полезный эффект» – действительная (фактическая) способность продукции удовлетворять конкретную потребность. Фактическое значение полезного эффекта составляет 40–70 % его потенциальной способности, т. е. потребительские свойства используются на 40–70 %. На практике экономически нецелесообразно достигать 100 % использования потребительских свойств, так как в этом случае происходит разунификация продукции и повышение издержек производства. Экономически целесообразным уровнем использования потребительских свойств продукции машиностроения является величина, находящаяся в пределах 0,7–0,9.

Под *качеством продукции и технической эффективностью* некоторой технической системы понимается совокупность ее свойств, обуславливающих степень пригодности удовлетворять определенные потребности применительно к назначению. Техническая эффективность (качество) характеризуется рядом показателей, которые осознаются как мера действенности и прогрессивности и в самом общем виде называются критериями развития.

К *показателям качества ТО* кроме критериев развития относят некоторые параметры, определенное изменение которых может приводить к улучшению качества и эффективности этого ТО. Кроме того, показатель качества позволяет выбрать из двух альтернативных вариантов ТО или их описаний лучший при равенстве других показателей. Критерии развития и показатели качества во многом повторяют друг друга.

Перечислим основные группы показателей, которые учитываются при проектировании технического объекта или технической системы:

1) *геометрические*: длина, ширина, высота, площади, занимаемые конструкцией в плане, и площади сечений, объем, форма;

2) *физико-механические*: масса конструкции и отдельных ее элементов, материалоемкость, прочностные и иные качества используемых материалов (в том числе новых), коррозионная устойчивость и т. д.;

3) *энергетические*: вид энергии и мощность, привод, КПД и т. д.;

4) *конструкторско-технологические*: технологичность изготовления объекта, его транспортабельность, жесткость, а также соотношение с техническим решением таких факторов, как защищенность от вредных воздействий среды, сложность или простота изготовления и др.;

5) *надежность и долговечность*: данные чисто технического характера – техническая надежность, долговечность, нечувствительность к вредным воздействиям среды (все, что связано с участием человека в работе, вынесено в другую группу);

6) *эксплуатационные*: производительность, точность и качество работы оборудования, стабильность его параметров, степень специализации (универсальности), готовности к работе (быстрота «разгона») и т. д.

7) *экономические*: себестоимость оборудования и отдельных его элементов, трудозатраты на производство и эксплуатацию и т. д.;

8) *степени стандартизации и унификации* оценивают соответствующими коэффициентами. **Коэффициент стандартизации** представляет собой отношение числа стандартизированных деталей к общему количеству деталей изделия. **Коэффициент унификации** – отношение унифицированных деталей к общему числу деталей изделия. Стандартизация и унификация способствуют сокращению номенклатуры деталей, уменьшению стоимости их изготовления, упрощению эксплуатации ТО;

9) *удобство обслуживания и безопасность*: все, что связано с охраной труда и техникой безопасности, эргономикой и инженерной психологией, удобством работы, контролем и ремонтом, требованиями комфорта (шум, вибрации, влажность, температура, запыленность, освещенность), т. е. с участием человека в обслуживании оборудования;

10) *художественно-конструкторские*: все показатели, которые, с одной стороны, придают объекту высокие художественно-конструкторские достоинства (масштабность, цельность, гармоничность, пропорциональность и др.), а с другой – позволяют рассматривать его как промышленный образец.

Применительно к модернизации сельскохозяйственных машин, находящихся в эксплуатации, показатели качества машин приведены в табл. 3.1 [16].

Таблица 3.1

Показатели качества машин

Основные группы показателей качества	Показатель (примеры)
1. Назначение	Полнота сбора продукции (потери), равномерность размещения семян, производительность, дробление (повреждение) зерна, очистка зерна, приспособленность к условиям работы
2. Безопасность	Прочность и надежность изоляции, наличие защитных устройств, время срабатывания защитных устройств, вибрация
3. Экологичность	Воздействие на окружающую среду, содержание вредных примесей, выбрасываемых в окружающую среду, шум
4. Надежность	Безотказность: наработка на отказ, вероятность безотказной работы. Долговечность: ресурс до ремонта; ремонтпригодность – трудоемкость технического обслуживания и приспособленность к ТОР. Сохраняемость: средний срок сохраняемости
5. Эргономичность	Приспособленность машины к человеку
6. Технологичность	Трудоемкость изготовления, ремонта: подготовки производства, подготовки изделия к функционированию
7. Транспортабельность	Продолжительность и трудоемкость транспортирования, показатель использования транспортных средств

Основные группы показателей качества	Показатель (примеры)
8. Стандартизация и унификация	Показатели повторяемости, унификации
9. Патентно-правовой	Патентная защита, чистота, степень обновления
10. Эстетичность	Показатели цветового колорита, соответствие стилю
11. Экономический	Себестоимость изготовления, содержания и эксплуатации
12. Однородность (продукции)	В условиях массового (серийного) производства однородность изделий, проб качества продукции

Следует отметить, что показатели и их изменения реальны, объективны, а приемы улучшения показателей – субъективны и отражают работу человеческого мозга. Конечно, одинаковое решение может быть принято и объяснено различными приемами. Часто независимо друг от друга появляются одинаковые изобретения.

3.3. Недостатки технического объекта

У любого технического объекта в процессе изготовления и эксплуатации сразу или со временем выявляются определенные недостатки (дефекты). Из закона прогрессивной эволюции техники, который будет кратко рассмотрен далее, следует, что каждый используемый объект обычно имеет некоторые недостатки, устранение которых обеспечивает получение новой, улучшенной модификации технического объекта.

К недостаткам относятся неучтенные или неудовлетворенные, а также невыявленные требования, которые могут улучшить какой-либо показатель качества. Недостатки могут возникать или изменяться с ходом технического прогресса.

В итоге для каждого используемого ТО формируется список недостатков, который служит основой для составления списка требований при разработке и проектировании нового поколения ТО. Более детально о механизме и путях выявления недостатков будет сказано ниже, а сейчас остановимся на анализе погрешностей, неправильностей конструкций и промахов проектантов (далее для краткости – ошибки).

Анализ ошибок. К сожалению, иногда уже появившиеся в эксплуатации изделия имеют некоторые, лишь до известной степени оправдываемые недостатки. При изготовлении и проверке опытных или производственных образцов почти всегда выявляются нетерпимые недостатки, которые подлежат устранению при всех обстоятельствах. Этим недостаткам можно было бы избежать при своевременном проведении достаточно основательных предварительных исследований. Однако в большинстве случаев это не делается, потому что соблюдение срока сдачи проекта представляется более важным, чем тщательная, продуманная во всех подробностях работа.

Для того чтобы улучшить положение, еще в процессе проектирования необходим тщательный анализ потенциальных ошибок. Он должен сопровождать весь период систематической разработки технического решения, хотя можно отметить и отрезки этого процесса, где анализ ошибок особенно важен. Таким является переход к этапу разработки, когда уже найдены первые принципиальные решения. Анализ ошибок можно также проводить перед комбинированием, ведущим к физическому принципу действия, а именно перед моментом, когда первые элементы решения исключаются как заранее неприемлемые. Здесь критика действует не как конструктивный, а как исключающий фактор. Элементы конструкции при этом исследуются с точки зрения их принципиальной приемлемости. Решение в большинстве случаев может дать ответ на вопрос, годится или нет, и почти никогда – возможно или невозможно. Известно, что необходимость компромиссов при составлении частных решений на первых порах может привести к отказу от тех элементов решений, которые позднее могут оказаться правильными. Поэтому признаки, относящиеся к этим решениям, следует не исключать, а лишь зачеркивать в предварительном порядке. Элементы решения следует рассматривать не по абсолютной ценности, а в их комбинации для данной задачи.

Анализ ошибок особенно полезен, когда при отыскании ошибочных или слабых мест в физическом принципе действия возникает необходимость улучшений, заключающихся в применении других известных конструктивных элементов или в поисках новых. Он подразумевает следующие действия. Сначала нужно ознакомиться с возможностями возникновения ошибок; затем оценить эти возможности с различных точек зрения: их важности, степени влияния на предполагаемые мероприятия, на стоимость последних и т. д. При этом необходимо решить, насколько действие существенно и требуются ли контрмеры (преодоление ошибок). Таким образом, всегда повторяется один и тот же ход действий:

Поиск ⇒ Опознание ⇒ Оценка ⇒ Преодоление.

Следует иметь в виду, что ошибки могут проявляться по-разному. Полное их перечисление почти невозможно. Но список важнейших форм проявления ошибок можно составить таким образом, что пользование им достаточно гарантирует от упущений (в табл. 3.2 приведена классификация форм ошибок).

Таблица 3.2

Формы проявления ошибок

Воздействие ошибок	Формы проявления ошибок в виде отклонения от номинала	Примеры
На функционирование	Геометрические	Ошибки угловые. Ошибки длины. Ошибки биения
	По времени	Колебания скорости
	Типичные физические формы ошибок	Отклонения силы света, инерция, сопротивление, нерезкость изображения, неправильная собственная частота, шумы, рефлекссы, газообразование и т. д.
На производство	Трудности изготовления	Незакрепляемость, плохая технология литья
	Трудности сборки	Юстировка лишь путем проб
	Трудности контроля	
	Затруднения с материалами	Нельзя своевременно приобрести
	Применение специальных деталей вместо нормалей	
На потребителя	Неудобство обслуживания	Работа в неудобном положении, частая смазка
	Возможность неправильного обслуживания	Кнопки слишком близки к друг другу
	Опасность обслуживания	Несовершенная техника безопасности
На сбыт	Высокая стоимость	
	Трудность доставки	Чувствительность к толчкам, громоздкость
	Дефекты внешнего вида	

Физические явления и химические процессы должны всегда исследоваться для оценки их возможного влияния на качество функционирования технического объекта. При этом нужно учитывать и знания тех областей физики, которые на первых порах кажутся не имеющими отношения к применяемому физическому принципу действия. Это особенно необходимо для уяснения побочных явлений и эффектов. Такие эффекты проявляются в форме вибраций, инерционных нагрузок, шумов, смолообразования, износа и др. Так, например, в каком-либо фотометрическом приборе вблизи светового потока может оказаться постоянный магнит, который, как предполагалось, не должен влиять на работу прибора. Но при высокоточных измерениях действие его магнитного поля может отрицательно повлиять на исследуемый световой поток.

Ошибки, которые выявляются на производстве, по большей части обнаруживаются и устраняются при оформлении технической документации. Ни в коем случае не следует хотя бы на этом позднем этапе упускать возможность их опознания, иначе большая часть проектной работы может оказаться напрасной.

Анализ ошибок всегда следует проводить с трех точек зрения. Нужно отличать собственно ошибку от того, чем она вызывается (причины) и от результата ошибки (ее следствия или воздействия). Поэтому полезно применение формы обзора ошибок согласно табл. 3.3. Эта форма служит не столько для заполнения, сколько для указания на то, о чем следует помнить, анализируя ошибки. Здесь указаны области их проявления: функция, производство, пользование, сбыт.

Таблица 3.3

Форма для анализа ошибок

Ошибка	Функция	Производство	Эксплуатация	Сбыт
Проявление				
Причина				
Воздействие				
Мероприятие				

Не всегда просто выявить возможные ошибки, при некоторых обстоятельствах для этого требуется много времени и сил, это необходимо. Принципиальный подход к работе над ошибками, изучение их с помощью расчетов, графиков, опытов с моделями позволит избежать нежелательных последствий в дальнейшем – особенно при подготовке производства и в самом производстве.

Одним из действенных средств для своевременного нахождения ошибок является *метод возможных отклонений*. Он состоит в том, что при проектировании учитывают проявление на этапе эксплуатации сочетания предельно допустимых значений различных параметров. Только с учетом всех возможных отклонений будет создана работоспособная и надежная конструкция для всех заданных условий эксплуатации.

Пример конструктивной ошибки – плохая подвижность шарнирной передачи. Результатом данной ошибки будет в лучшем случае потеря мощности, в худшем – износ шарнира до непригодности к эксплуатации или даже его разрушение. Причины ошибки здесь разнообразны: слишком малый зазор, непредусмотренная температура, недостаток смазки, плохая сборка и т. д. Лишь на основе знания конкретной причины могут быть применены действенные меры по повышению эффективности работы шарнира.

Как было сказано выше, действие ошибок можно предотвратить путем своевременного установления и устранения их причин. При предварительном обдумывании, т. е. на начальном этапе проектирования, когда еще не существует опытного образца технического объекта, разработчики знают лишь о возможностях появления ошибок и их причинах. В процессе проектирования необходимо представить все трудности и предотвратить последствия ошибки соответствующими техническими средствами.

В борьбе с ошибками следует различать три вида мероприятий: *предотвращение, компенсация и учет*. На практике все три вида могут проводиться совместно.

Самыми действенными являются меры предотвращения, которые сводятся к устранению причин ошибок. Не столь основательная, но все же часто достаточная мера – компенсация самой ошибки. Последней, правда, самой непопулярной мерой является учет влияния ошибки.

Предотвращение ошибок требует иногда больших издержек. Однако в большинстве случаев это себя окупает, так как иначе возникают постоянные затруднения либо в производстве, либо в эксплуатации. Кроме того, снижаются затраты на текущий ремонт и другие косвенные убытки. Если ошибки были предотвращены, то не только снижаются затраты на ремонт, но и резко уменьшается брак.

В примере с шарнирной передачей средства для устранения причин ошибки были бы, естественно, самыми разнообразными, поскольку и самих причин также очень много. Могут быть, например, применены такие меры, как замена материалов шарнирной пары, тщательный подбор степени гладкости поверхностей, уплотнение против попадания чужеродных тел и др. Сама ошибка может быть предотвращена применением притирки. Компенсация действия ошибки в этом случае была бы неэкономичной (например, увеличение входной мощности, использование довольно дорогой смазки под давлением).

На примере [6] можно увидеть, как подробное рассмотрение ошибок основных конструктивных элементов может привести к надежному результату. Рассмотрим паяное или склеенное соединение тонкого и толстого листов.

При нормальной нагрузке силами растяжения или сжатия в плоскости листа шов достаточно прочен. Если же будет установлено, что в месте стыка имеются разрывы, нужно искать их причину. Они могут произойти в результате возникновения колебаний. При этом тонкий лист начинает раскачиваться; в толстом же листе вследствие его большей жесткости колебания не возникают; шов оказывается нагруженным дополнительными силами, и в нем появляются перенапряжения. Прежде всего, необходимо устранить колебания. Если это невозможно, то нужно обратить внимание на другую причину, а именно, жесткость толстого листа – ее необходимо уменьшить. Это можно осуществить сравнительно легко, сделав скос (рис. 3.1).

Если из-за неточности изготовления возможна ошибка функционирования, то нужно произвести расчет допусков. Главным образом это:

- а) жесткие допуски, что удорожает изготовление;
- б) конструкция с короткой цепочкой допусков, т. е. с малым количеством следующих друг за другом функционирующих деталей;
- в) возможность юстировки;
- г) выбор другого физического принципа действия (ФПД).

Если найденный ФПД подвергают критике, то в каждом частном случае нужно выяснить, целесообразно ли следовать данному принципу в дальнейшей работе, можно ли уменьшить выявленный недостаток и, наконец, будет ли улучшение ФПД экономичным. Как производится улучшение ФПД, покажем на примере устройства [6], в котором тяжелый груз должен перемещаться по дуге круга (рис. 3.2).



Рис. 3.1. Шов, предохраненный скосом от разрушения вибрациями

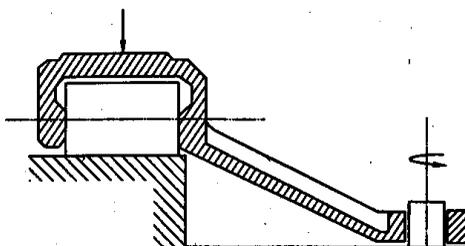


Рис. 3.2. Физический принцип действия круговой направляющей

Груз опирается на плиту через цилиндрический ролик. При анализе ошибок установлено, что чистое обкатывание наблюдается лишь в одном месте, а в остальных – скольжение, следствием которого будет износ пары. Причиной ошибки является несовпадение окружных скоростей движения вокруг оси ролика и вертикальной оси вращения. Эта ошибка может быть устранена путем придания ролику бочкообразной формы (рис. 3.3, а).

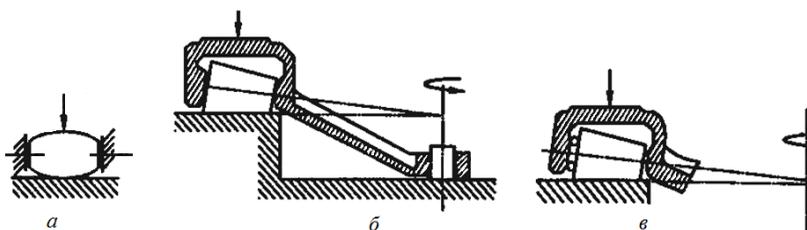


Рис. 3.3. Улучшение рабочего принципа круговой направляющей

Расчет дал в этом случае высокое удельное давление. Чтобы устранить ошибку, необходимо ось ролика и вертикальную ось вращения пересечь в одной точке. Таким образом, получаем конический ролик (рис. 3.3, б). Возникшее осевое давление устраняется осевым подшипником (рис. 3.3, в). Следует оценить, какое из трех исполнений будет обладать наименьшей суммой недостатков (учитывая также и стоимость) по сравнению с представленным на рис. 3.2. Лишь после этого соответствующее исполнение можно принять в качестве улучшенного рабочего принципа.

4. ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ОБЪЕКТОВ

4.1. Сведения о некоторых законах строения и развития техники

В условиях все возрастающего количества информации, имеющей как специальное, так и общетехническое направление, личного опыта отдельных разработчиков уже оказывается недостаточно для эффективного проектирования. Поэтому все большее значение приобретает прогнозирование в области создания новых технических объектов, в том числе и оборудования [2, 17, 18]. Неоценимую роль в прогнозировании играют законы развития техники.

Эти законы, а также более частные и локальные закономерности могут иметь многоплановое приложение в инженерном творчестве. Во-первых, на их основе могут быть разработаны наиболее эффективная методология и методы проектирования. Во-вторых, привязка законов и закономерностей к конкретному классу ТО позволяет определить наиболее правильные структурные свойства, облик и характеристики ТО в следующих поколениях.

Закономерности строения и развития техники охватывают ТО с одинаковыми или близкими функциями. Законы техники имеют отношение к любому ТО или многим классам, имеющим различные (значительно различающиеся) функции.

4.1.1. Закон корреляции параметров однородного ряда технических объектов

К однородному ряду относятся такие технические объекты, которые имеют одинаковые функцию, структуру, условия работы (в смысле взаимодействия с предметами труда и окружающей средой) и отличаются только значениями главного параметра. Главным параметром в техническом объекте называют тот, который характеризует его главный функциональный элемент и от которого зависят значения остальных параметров. Так, для лопастного насоса это будет диаметр рабочего колеса, для экскаватора – объем ковша, для огнестрельного оружия – калибр и т. п.

Закон имеет следующую формулировку: «Однородный ряд технических объектов S_1, S_2, \dots, S_k , имеющих одинаковые функцию

и техническое решение, описываемое набором параметров x, y_1, \dots, y_n , и отличающихся значениями главного параметра, связан отношениями $y_i = a_{ij}x_j + b_{ij}$ ($i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, k$)».

4.1.2. Законы симметрии технических объектов

Технический объект, испытывающий существенное действие внешней среды в виде потоков вещества, энергии или информации, имеет определенный тип симметрии, обусловленный комбинацией и характером этих потоков. С точки зрения проявления тех или иных свойств объектов было выделено несколько типов симметрии [19].

Закон двусторонней симметрии. Любой технический объект, который испытывает действие потоков среды (в виде вещества или энергии), находящихся под углом друг к другу, имеет симметрию (m), а плоскость симметрии параллельна направлению векторов действия потоков (рис. 4.1, *a*).

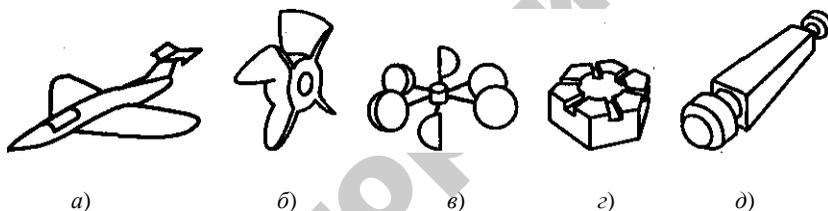


Рис. 4.1. Типы симметрии:

- a*) – (m) – самолет; *b*) – (n) – гребной винт; *в*) – ($n : m$) – вертушка анемометра;
г) – ($n \cdot m$) – гайка; *д*) – ($m \cdot n : m$) – вал переменного сечения

Закон осевой симметрии

А. Любой технический объект, который испытывает существенное однонаправленное действие среды в виде потока вещества или энергии, имеет симметрию (n) или ($n : m$) с осью симметрии, параллельной действию среды (рис. 4.1, *б, в*).

Б. Любой технический объект, который испытывает существенное вертикальное действие силы тяжести и плоскопараллельное горизонтальное действие среды (равновероятное или равномерно распределенное со всех сторон), имеет симметрию (n) или ($n \cdot m$) с вертикальной осью симметрии.

В. Любой технический объект, который испытывает существенное равновероятное или равномерно распределенное со всех сторон

(снаружи или изнутри) плоскопараллельное действие среды, имеет симметрию (n) или $(n - m)$, $(n : m)$, $(n \cdot m : m)$ с осью симметрии, перпендикулярной действию среды (рис. 4.1, б–д).

4.1.3. Закон гомологических рядов

Гипотеза о законе гомологических рядов в технике была сформулирована по аналогии с законом гомологических рядов Н.И. Вавилова, относящимся к живой природе. Суть биологического закона заключается в том, что у близких видов, принадлежащих одному роду, имеет место удивительный параллелизм одинаковых признаков. Вавилов Н.И. дал следующую формулировку закона: «Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм и для других видов и родов. Чем ближе генетически расположены в общей системе роды в виды, тем полнее сходство в рядах их изменчивости. Целые семейства характеризуются определенным циклом изменчивости, проходящей через все роды и виды, составляющие семейство».

Для применения закона гомологических рядов в технике необходимо было определить факторы, которые играют роль генотипа, т. е. как генотип в живой природе определяет видовые, родовые и другие признаки, так и в технике необходимо выделить факторы, обуславливающие характерные признаки ТО. К таким факторам относятся компоненты описания функции, принципа действия и условий работы технического объекта, оказывающих существенное влияние на техническое решение (структуру) ТО.

Гипотеза о законе гомологических рядов технического объекта имеет следующую формулировку: «Технические объекты с близкими функциями, принципами действия и характеристиками условий работы имеют частично совпадающие наборы варьируемых конструктивных признаков P_1, \dots, P_k , принимающих одинаковые значения $a^i_1, a^i_2, \dots, a^i_{mj}$ ($j = 1, \dots, k$).

Число совпадающих наборов признаков k будет тем больше, чем больше совпадающих компонентов описания функций, принципов действия и условий работы. При этом имеют место корреляционные связи между определенными компонентами и признаками.

4.1.4. Закон расширения множества потребностей (функций)

Этот закон имеет отношение к развитию техники в целом, а не отдельной фирмы, отрасли или страны. Уже давно известен закон возвышения потребностей, который сформулирован на качественном уровне. Предлагаемая формулировка закона относится только к потребностям, реализуемым с помощью ТО.

При наличии необходимого потенциала и социально-экономической целесообразности возникшая новая потребность удовлетворяется с помощью впервые созданных технических средств (объектов); при этом возникает новая функция, которая затем существует как угодно долго, пока ее реализация будет обеспечивать сохранение улучшения жизни людей. Число таких качественно и количественно различающихся потребностей (функций) P_i , относящихся к техносфере, со временем монотонно и ускоренно возрастает по экспоненциальному закону:

$$P_i = P_0 e^{\alpha t}, \quad (4.1)$$

где P_0 – число потребностей (функций) до момента $t = 0$;
 e – показатель основания экспоненты, равный 2,72;
 α – эмпирический коэффициент;
 t – время, год.

Важной величиной, которая также сильно изменяется со временем, является эволюция спроса на техническую систему. Для простоты анализа будем полагать, что производство технической системы всегда соответствует спросу на нее. Упрощенная, сглаженная кривая увеличения и уменьшения спроса с течением времени показана на рис. 4.2.



Рис. 4.2. Кривая развития: эволюция спроса на техническую систему

Спрос на техническую систему даже после разработки новых, более эффективных систем не всегда падает до нуля. Морально устаревшее оборудование, машины еще используют некоторое время, хотя и в сокращающемся масштабе. Так, например, специализированные сельскохозяйственные машины не могут полностью вытеснить трактор и комбайн.

4.1.5. Закон прогрессивной эволюции техники

Действие закона прогрессивной эволюции в мире техники аналогично действию закона естественного отбора Дарвина в живой природе: он отвечает на вопросы, почему происходит переход от предшествующего поколения технического объекта к следующему, улучшенному; при каких условиях, когда и какие структурные изменения происходят с переходом от поколения к поколению. Закон прогрессивной эволюции техники состоит в следующем.

В техническом объекте с одинаковой функцией переход от поколения к поколению вызван устранением выявленного главного дефекта (дефектов), связанного, как правило, с улучшением критериев развития, и происходит при наличии необходимого научно-технического уровня и социально-экономической целесообразности следующими наиболее вероятными путями иерархического исчерпания возможностей конструкции:

а) при неизменном физическом принципе действия и техническом решении улучшаются параметры ТО до приближения к глобальному экстремуму по значениям параметров;

б) после исчерпания возможностей цикла **а)** происходит переход к более рациональному техническому решению (структуре), после чего развитие опять идет по циклу **а)**.

Циклы **а)** и **б)** повторяются до приближения к глобальному экстремуму по структуре для данного принципа действия. При этом значения критериев развития K , как правило, изменяются в соответствии с функцией вида:

$$K = L / (a + e^{be - \beta t}), \quad (4.2)$$

где L , a , b , β – коэффициенты, определяемые по статистическим данным;

t – время;

в) после исчерпания возможностей циклов а) и б) происходит переход к более рациональному физическому принципу действия, после чего развитие опять идет по циклам а) и б). Циклы а), б), в) повторяются до приближения к глобальному экстремуму по принципу действия для множества известных физических эффектов.

В каждом случае перехода от поколения к поколению, в соответствии с частными закономерностями, происходят изменения конструкции, корреляционно связанные с характером дефекта у предшествующего поколения, а из всех возможных изменений реализуется в первую очередь то, которое дает необходимое или существенное устранение дефекта при минимальных интеллектуальных и производственных затратах. Вид функции (4.2), называемой S-функцией, показан на рис. 4.3.

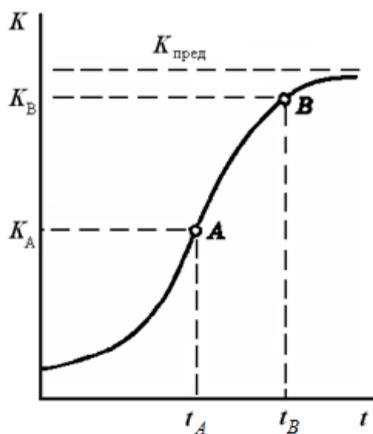


Рис. 4.3. Закономерность изменения значений критерия развития K при неизменном принципе действия:

A, B – технические объекты; t_A, t_B – моменты появления технических объектов

Используемое в формулировке закона понятие «научно-технический уровень» имеет отношение к стране, отрасли и определенному моменту времени. Понятие включает используемые технические объекты, технологии, источники энергии, материалы и вещества, информацию об использовавшихся в прошлом, а также о новых (пока не реализованных) ТО, технологиях, источниках энергии, материалах и веществах; данные о физико-технических эффектах, которые используются или могут быть использованы в технике и т. п.

Социально-экономическая целесообразность создания и использования технических объектов указывает на то, что, во-первых, их изготовление и практическое использование экономически возможно и выгодно, во-вторых, не ухудшает антропологических критериев развития техники. Таким образом, суть закона состоит в том, что в технических объектах с одинаковой функцией каждый переход от поколения к поколению вызван устранением возникшего главного дефекта (дефектов), связанного с улучшением какого-либо критерия (показателя) развития при наличии определенных технико-экономических условий. Если же рассматривать все переходы от поколения к поколению, т. е. всю историю конструктивной эволюции определенного класса техники, то можно наблюдать некоторые закономерности иерархического исчерпания возможностей конструкторско-технологических решений на трех уровнях.

Сначала на 1-м уровне улучшаются параметры используемого технического решения (ТР). Когда это мало что дает, изменения осуществляются на 2-м уровне путем перехода к более эффективному ТР без изменения физического принципа действия (ПД). Затем, при исчерпании параметров, переходят к новому, более прогрессивному ТР. Указанные циклы на первом-втором уровнях происходят до тех пор, пока в рамках используемого принципа действия уже не находят новых технических решений, обеспечивающих улучшение интересующих показателей. После этого наступает революционное изменение на 3-м уровне – переход на новый, более прогрессивный принцип действия, и т. д. В каждом случае перехода от поколения к поколению действуют весьма определенные частные закономерности изменения конструкций, которые с большой вероятностью конкретизируют направление и характер изменения технического объекта в следующем поколении. Примером может служить последовательный переход в авиастроении в течение длительного времени от поршневых – к турбовинтовым и далее – к реактивным двигателям.

Применительно к зерноуборочным комбайнам примером такого изменения по одной из его основных функций назначения – по показателям полноты вымолота (потери) и повреждения (в частности, дробления) зерна – является замена традиционно бильного барабана на турбинный вариант бильного. Последний позволяет:

- сократить дробление и травмирование зерна;
- повысить вымолот зерна, в т. ч. при повышенной влажности хлебной массы;
- улучшить выделение зерна из соломистого вороха на соломотрясе;
- уменьшить уровень вибрации комбайна;

- уменьшить неравномерность нагрузки на двигатель;
- повысить безотказность молотильного аппарата (за счет сокращения случаев забивания);
- повысить ритмичность работы измельчителя.

При равенстве цены традиционного и турбинного вариантов ба-
рабана последний обеспечивает:

- сокращение потерь зерна на 6–10 %;
- сокращение расхода ГСМ на 10–18 %;
- увеличение срока службы узлов и агрегатов молотилки в 3–4 раза [15].

В области технического обслуживания основными принципами организации модернизации СТО являются:

- установление областей и направлений эффективной модернизации;
- принятие простых конструктивных решений, реализация которых не вызывает излишнего удорожания работ;
- разработка типовых проектов модернизации;
- изготовление на предприятиях головных образцов модернизированных средств;
- организация модернизации средств по типовым проектам на средства заказчика. Затраты на СТО не должны превышать 30 % стоимости новых средств;
- совмещение работ по модернизации с ремонтом. При этом удастся избежать лишних расходов, которые связаны с выполнением разборочно-сборочных работ.

Общая схема модернизации СТО представлена на рис. 4.4.

Экономическая целесообразность модернизации СТО определяется совокупностью ряда показателей: повышением производительности средства, уровнем затрат на модернизацию, экономией на эксплуатационных расходах после модернизации, сроком окупаемости затрат. При решении вопроса об эффективности модернизации морально устаревших средств важным аспектом является установление базы сравнительной оценки. Если решается вопрос о целесообразности выполнения модернизации с учетом альтернативного варианта замены морально устаревшего средства, то базой для сравнительной оценки выступает новое, прогрессивное средство. Если возникает вопрос о выборе между модернизацией морально устаревшего средства или проведением его ремонта, то базой для сравнительной оценки является экономическая эффективность модернизации по сравнению с ремонтом.



Рис. 4.4. Принципиальная блок-схема модернизации СТО

При сравнении нескольких альтернативных вариантов модернизации средств предпочтение должно быть отдано решению, обеспечивающему минимум затрат [20].

В законе прогрессивной эволюции иерархическое исчерпание конструкции не действует формально: пока не будут достигнуты глобально оптимальные параметры, не может произойти переход к новому техническому решению, или пока не будут исчерпаны возможности наилучшего технического решения (в рамках определенного принципа действия), не может произойти переход к новому принципу действия. Закономерность иерархического исчерпания конструкции действует при соблюдении следующего условия: если при наличии необходимого научно-технического потенциала переход к новому техническому решению или принципу действия обеспечивает получение дополнительной эффективности, существенно превышающей дополнительные интеллектуальные и производственные затраты на его реализацию.

Для некоторых классов ТО в будущем, по-видимому, станут более частыми случаи указанных скачков к новым техническим решениям или принципу действия без исчерпания возможностей предыдущих. Этому способствует создание мощных систем автоматизированного проектирования, включающих подсистемы поискового конструирования с выбором глобально оптимальных решений. При этом циклы а); а)—б); а)—б)—в) будут происходить в основном с использованием компьютерных технологий. Автоматизированные системы научных исследований и гибкие автоматизированные производства позволят без чрезмерных затрат производить доводку и изготовление нового поколения ТО, значительно отличающегося от предыдущего. Можно сказать, что в этих случаях закон будет использоваться для ускорения развития техники.

Прогнозирование с помощью *S*-функции позволяет установить, насколько недоиспользованы возможности применяемого принципа действия. Если эти возможности имеют значительные резервы (рис. 4.3, точка *A*), то на основе прогнозирования можно сформулировать реальное задание на улучшение интересующих главных показателей. Если же прогноз покажет, что возможности принципа действия практически исчерпаны (рис. 4.3, точка *B*), то будет сделан обоснованный вывод о необходимости перехода на новый физический принцип действия. В связи с этим возникает задание на поиск и разработку более перспективного принципа действия.

Это тем более важно, что суммарное действие закона прогрессивной конструктивной эволюции даже за короткое обозримое время часто приводит к поразительным результатам. Так, например, только за 50 лет – с 1910 до 1950 г. XX в. удалось облегчить дизель-мотор в 250 раз при сохранении одной и той же мощности; расход металла на 1 л. с. мощности двигателя уменьшился в 80 раз; паросиловые установки на электростанциях облегчены в 25 раз и т. д. Исследования прогрессивной конструктивной эволюции отдельных классов ТО позволят не только объяснить такие удивительные результаты, но главное – извлечь в полной мере, обобщить и использовать в последующем ценный инженерный опыт.

Закон прогрессивной эволюции целесообразно использовать на начальных стадиях проектирования новых поколений технических объектов – при анализе и прогнозировании развития техники.

4.1.6. Закон соответствия между функцией и структурой

Суть закона заключается в том, что в правильно спроектированном ТО каждый элемент (от сложных узлов до простых деталей), каждый его конструктивный признак имеют вполне определенную функцию (назначение) по обеспечению работы ТО. И если лишить такой ТО какого-либо элемента или признака, то он либо перестанет работать (выполнять свою функцию), либо ухудшит показатели своей работы. В связи с этим у правильно спроектированных технических объектов нет «лишних деталей».

Эта суть соответствия между функцией и структурой лежит в основе всей познавательной деятельности, связанной с анализом и изучением существующих ТО, и всей проектно-конструкторской деятельности по созданию новых ТО. Закон соответствия между функцией и структурой ТО имеет следующую формулировку: «Каждый элемент ТО или его конструктивный признак имеют хотя бы одну функцию по обеспечению реализации функции ТО, т. е. исключение элемента или признака приводит к ухудшению какого-либо показателя ТО или прекращению выполнения им своей функции».

Совокупность таких соответствий в ТО представляет собой функциональную структуру в виде ориентированного графа, который отражает системную целостность ТО и соответствие между его функцией и структурой (конструкцией). Выражение закона соответствия между функцией и структурой в количественной форме обеспечивает:

1) формализованное описание функций элементов через компоненты D , G , H , которые могут иметь также количественные характеристики;

2) представление функциональной структуры ТО в виде ориентированного графа, у которого вершинами являются элементы ТО, а ребрами могут быть функции элементов по обеспечению работы других элементов и (или) потоки вещества, энергии или сигналов, передаваемых между элементами.

На основе закона соответствия между функцией и структурой разработаны методики построения функциональных структур конкретных ТО. Эти методики используются в различных подходах и методах проектирования. Данный закон имеет несколько практически важных

следствий – закономерностей, отражающих обобщенные функциональные структуры широких классов ТО.

Материалом для выявления конкретных закономерностей является патентный фонд, содержащий описания миллионов изобретений. Анализ патентных материалов позволил Г.С. Альтшуллеру предложить следующие законы развития технических систем. Первая группа этих законов, «статика», относится к критериям работоспособности новых технических систем. Вторая группа, «кинематика», характеризует направление развития независимо от конкретных технических и физических механизмов этого развития.

Законы «статики» и «кинematики» универсальны – они справедливы во все времена не только применительно к техническим системам, но и к любым системам вообще.

Третья группа, «динамика», включает законы, отражающие развитие современных технических систем под действием конкретных технических и физических факторов. «Динамика» отражает главные тенденции развития технических систем именно в наше время.

Любая техническая система возникает в результате синтеза в единое целое отдельных частей. Не всякое объединение частей дает работоспособную систему. Существуют три закона, выполнение которых необходимо для того, чтобы система оказалась работоспособной.

4.1.7. Закон полноты частей системы

Необходимым условием принципиальной работоспособности технической системы является наличие и минимальная работоспособность основных частей системы.

Каждая техническая система должна включать четыре основные части: двигатель, трансмиссию, рабочий орган, орган управления. Смысл первого закона заключается в том, что для синтеза технической системы необходимо наличие этих четырех частей и их минимальная пригодность к выполнению функций системы.

Из этого закона вытекает очень важное для практики следствие: чтобы техническая система была управляемой, необходимо, чтобы хотя бы одна ее часть была управляемой. Под термином «быть управляемой» понимается способность изменять свойства так, как это нужно тому, кто управляет.

4.1.8. Закон «энергетической проводимости» системы

Необходимым условием принципиальной работоспособности технической системы является сквозной проход энергии по всем частям системы.

Любая техническая система является преобразователем энергии, поэтому очевидна необходимость передачи энергии от двигателя через трансмиссию к рабочему органу.

Передача энергии от одной части системы к другой может быть вещественной (вал, шестерни, рычаги), полевой (магнитное поле) и вещественно-полевой (передача энергии потоком заряженных частиц). Многие инженерные задачи сводятся к подбору вида передачи энергии, наиболее эффективного в заданных условиях.

Большое значение имеет следствие из второго закона: «Чтобы часть технической системы была управляемой, необходимо обеспечить энергетическую проводимость между этой частью и органами управления».

4.1.9. Закон согласования ритмики частей системы

Необходимым условием принципиальной работоспособности технической системы является согласование ритмики (частоты колебаний, периодичности) всех частей системы.

К «кинематике» относятся законы, определяющие развитие технических систем независимо от конкретных технических и физических факторов, обуславливающих это развитие.

4.1.10. Закон увеличения степени идеальности системы

Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности. **Идеальная техническая система** – это система, вес, объем и площадь которой стремятся к нулю, хотя ее способность выполнять работу при этом не уменьшается. **Идеальная система** – это когда системы нет, а функция ее сохраняется и выполняется.

Несмотря на очевидность понятия «идеальная техническая система», существует определенный парадокс: реальные системы все чаще становятся крупноразмерными и тяжелыми. Увеличиваются

размеры и вес самолетов, танкеров и автомобилей. Парадокс этот объясняется тем, что высвобожденные при совершенствовании системы резервы направляются на увеличение ее размеров и повышение рабочих параметров. Первые автомобили имели скорость 15–20 км/ч. Если бы эта скорость не увеличивалась, постепенно появились бы автомобили, намного более легкие и компактные с той же прочностью и комфортабельностью. Но каждое усовершенствование в автомобиле (использование более прочных материалов, повышение КПД двигателя) направляется на увеличение скорости и того, что «обслуживает» эту скорость (мощная тормозная система, прочный кузов, усиленная амортизация).

Видимый вторичный процесс роста скорости, мощности и тоннажа маскирует первичный процесс увеличения степени идеальности технической системы. При решении изобретательских задач необходимо ориентироваться именно на увеличение степени идеальности – это надежный критерий для корректировки задачи и оценки полученного ответа.

4.1.11. Закон неравномерности развития частей системы

Развитие частей системы идет неравномерно: чем сложнее система, тем неравномернее развитие ее частей.

Неравномерность развития частей является причиной возникновения технических и физических противоречий и, следовательно, изобретательских задач. Например, когда начался быстрый рост тоннажа грузовых судов, мощность двигателей быстро увеличилась, а средства торможения остались без изменений. В результате возникла задача: как тормозить танкер водоизмещением 200 тыс. т? Задача эта до сих пор не имеет эффективного решения – от начала торможения до полной остановки крупные корабли успевают пройти несколько миль.

4.1.12. Закон перехода в надсистему

Исчерпав возможности развития, система включается в надсистему в качестве одной из частей. При этом дальнейшее развитие идет на уровне надсистемы.

Рассмотрим законы «динамики».

4.1.13. Закон перехода с макроуровня на микроуровень

Развитие современных технических систем идет в направлении увеличения степени дробления (дисперсности рабочих органов). В особенности типичен переход от рабочих органов на макроуровне к рабочим органам на микроуровне.

В большинстве современных технических систем рабочими органами являются механические объекты, например прерыватель-распределитель контактно-транзисторной системы зажигания. На макроуровне он исчерпал возможности своего развития, и поэтому для преодоления возникающих технических и физических противоречий дальнейшее развитие этой системы перешло на микроуровень: разработаны полностью электронные системы зажигания, управляемые бортовыми компьютерами.

4.1.14. Закон увеличения степени управляемости

Развитие технических систем идет в направлении увеличения управляемости, иногда применяется термин «увеличение вепольности». Невепольные и неполные вепольные системы превращаются в полные веполи; простые веполи переходят в сложные; увеличивается качество управляемых связей. В веполи вводят вещества и поля, которые позволяют без существенного усложнения реализовать новые физические эффекты, расширить функциональные возможности системы и тем самым повысить степень ее идеальности.

В создании современных машин невозможно обойтись без фундаментальных наук: физики, химии, математики. Для того чтобы изобретатель мог воспользоваться их основными достижениями, в ТРИЗ уже многие годы разрабатываются указатели физических эффектов.

Таким образом, можно заключить, что технические средства развиваются:

- 1) в направлении увеличения степени идеальности;
- 2) увеличения степени динамичности;
- 3) неравномерно, через возникновение и преодоление технических противоречий;
- 4) до определенного предела, за которым система включается в надсистему в качестве одной из ее частей; при этом развитие на уровне системы резко замедляется или совсем прекращается, заменяясь развитием на уровне надсистемы.

4.2. Прогнозирование создания новых объектов

4.2.1. Технологические уклады

Технологический уклад – совокупность взаимосвязанных и согласованных технологических процессов и механизмов, соответствующих уровню техники и квалификации работников и обеспечивающих получение конечного продукта. Он важен для понимания процессов инновационного технико-технологического развития и места государства в мировой экономике.

Классификация технологических укладов включает 5 видов и 6 характеристик каждого из укладов [1]. Например, ключевыми факторами укладов являются:

1-й уклад (1770–1830 гг.) – текстильные машины;

2-й уклад (1830–1880 гг.) – паровой двигатель, станки;

3-й уклад (1880–1930 гг.) – электродвигатель, сталь;

4-й уклад (1930–1980 гг.) – двигатель внутреннего сгорания, нефтехимия;

5-й уклад (1980–2100 гг.) – микроэлектронные компоненты, биотехнология.

Лидеры 5-го уклада: Япония, США, Великобритания, Германия, Швеция, Тайвань, Южная Корея, Канада, Австралия.

Ядро 5-го технологического уклада: электронные процессоры, вычислительная техника, оптико-волоконная техника, телекоммуникация, робототехника, производство и переработка газа, информационные технологии и услуги.

4.2.2. Тенденции технического развития

Для определения тенденций развития техники следует исходить из того, к чему стремится общество. Философия и социология, гуманитарные дисциплины обычно не входят в сферу интересов людей, связанных с созданием техники. Однако в настоящее время ответственность инженеров за состояние общества подобна ответственности врачей за здоровье людей, так что решение социальных проблем нельзя оставлять только политикам и ученым.

Есть ряд неоспоримых общественных целей, очевидных большинству людей, – борьба с голодом; избавление от болезней и увеличение продолжительности активной жизни людей; борьба с преступностью; повышение благосостояния; повышение уровня образования; сокращение доли физического труда; сокращение рабочего времени.

Мнения о том, какую роль в достижения этих целей должна играть техника, разделились. Некоторые предлагают полностью отказаться от нее, другие выступают за бесконтрольное развитие техники. Независимо от высказываемых крайних мнений наука и техника будут развиваться, и важно, чтобы они развивались на благо людей. Для того чтобы правильно управлять развитием техники, необходимо знать, в каком направлении оно должно происходить и каким образом регулироваться. Каждый инженер (разработчик, проектант) должен понимать значение своей деятельности и всегда сопоставлять свою задачу с интересами общества.

Тенденции развития техники часто формулируются на уровне определенных свойств ТО. Это снижение материалоемкости и энергоемкости изготовления ТО, механизация, автоматизация, электрификация, компьютеризация, использование новых принципов работы и прогрессивных способов производства.

Механизацию можно определить как передачу функций действия от человека машине. Аналогично этому *автоматизация* – это передача функций управления и контроля от человека машине. *Электрификация, химизация* и другие направления означают расширение использования электрических, химических и иных явлений для решения технических задач. Анализ этих тенденций показывает, что они непосредственно влияют только на снижение доли физического труда, связь с другими целями общества проявляется косвенно.

Связь тенденций развития техники с целями общества станет яснее, если обозначить важнейшие отрасли, которые определяют технический уровень развития:

- информатика, электроника и вычислительная техника;
- ракетно-космическая техника;
- атомная энергетика;
- транспорт и связь;
- охрана окружающей среды;
- медицинская техника.

Достижения в этих областях должны повышать благосостояние и охранять здоровье людей, удовлетворять их потребности и делать жизнь более полной. Кроме того, следует помнить, что прогресс техники осуществляется в результате развития свойств технических систем.

4.2.3. Методы прогнозирования

Прогнозирование в области создания новых ТО или новых конструкций существующих объектов приобретает все большую значимость в связи с частым изменением требований, предъявляемых к ТО, и охватывает широкий круг научных и технических направлений.

Одним из основных положений научного прогнозирования [12] является то, что утверждение о вероятности свершения события делают на основании анализа событий, которые уже свершились. В настоящее время в связи с необходимостью научно обоснованного предвидения развития техники, технологии получения новых материалов и многого другого интенсивно развивается инженерное прогнозирование.

Под *инженерным прогнозированием* понимают научно обоснованную информацию, отражающую в виде вероятностной категории потенциальные возможности развития техники. Вопросы экономики входят в содержание прогнозирования как составная часть. В то же время техническое прогнозирование создает базу для экономических прогнозов.

Эффективность инженерного прогнозирования перед началом проектирования технических объектов весьма значительна, и расходы на его выполнение вполне окупаются. Однако для этого необходимо преодолеть ряд сложностей, связанных с подготовкой исходной информации.

Во-первых, зачастую недостаточен объем исходной информации и отсутствуют количественные данные, по которым можно оценить возможные варианты ТР. Во-вторых, необходимо учитывать большое число параметров и связей между решениями даже в относительно простом проекте, в связи с чем невозможно или весьма затруднительно дать обобщенную оценку ТР по разным критериям.

Основу инженерного прогнозирования составляют три направления, определяющие:

- значимость новых открытий и изобретений;
- цель и техническую стратегию;
- перспективный уровень развития технических решений изделий.

Первые два направления используют в основном для среднесрочного (до 5–10 лет) и долгосрочного (до 10–20 лет) прогнозирования, а последнее направление – преимущественно для краткосрочного прогнозирования (до 5 лет). В инженерном прогнозировании используют теоретические и экспериментальные средства анализа и синтеза. Оно опирается на информацию, содержащуюся в законченных проектных и научно-исследовательских разработках, в патентах и авторских свидетельствах. В табл. 4.1 представлены временные периоды прогнозирования разных этапов работ по созданию технического объекта.

Таблица 4.1

Этапы работ по созданию технического объекта
и периоды прогнозирования

Прогнозы	Этапы работ	Вид прогноза
Сверхдолгосрочные (более 30 лет)	Поисковые	Научное предвидение
Долгосрочные (10–20 лет)	Планируемые НИР	Инженерное прогнозирование
Среднесрочные (5–10 лет)	Законченные НИР	
Краткосрочные (до 5 лет)	Патенты	
	Проектные разработки	
	Производство объекта	

На основе инженерного прогнозирования можно получить ответы на следующие вопросы:

- Какие направления займут лидирующее положение в технике?
- Каковы возможные пропорции внедрения в практику конкурирующих направлений?

- Какова вероятность использования техники?
- Какова предполагаемая экономическая эффективность реализации технических направлений?
- Когда можно ожидать внедрения в производство техники или целых направлений ее развития?

Разнообразие решаемых задач привело к разработке большого числа методов прогнозирования. Рассмотрим наиболее широко используемые в технике методы.

Метод экстраполяции основывается на переносе динамики событий и состояний, имевших место в недалеком прошлом, на будущее. Он широко применяется при краткосрочном прогнозировании, преимущественно в областях техники, где не предвидятся существенные качественные изменения в ее развитии. Это, в основном, события, развивающиеся эволюционным путем и достаточно медленно. Прогнозирование методом экстраполяции тесно связано с использованием выявленных законов и закономерностей развития техники, рассмотренных в предыдущей главе. Методом экстраполяции можно решать задачи двух типов:

- 1) статические, в которых анализируют связи между главным параметром и другими без учета фактора времени;
- 2) динамические, в которых непременной составляющей уравнений является фактор времени.

При решении задач второго типа устанавливают изменения главного параметра в будущем. Исходной информацией для решения таких задач является *динамический ряд*, отражающий изменение главного параметра в функции времени.

Прогнозирование развития техники на базе динамических рядов состоит из следующих операций:

- а) приведение исходной информации к виду, приемлемому для предварительного анализа ряда;
- б) нахождение зависимости между главным параметром и фактором времени;
- в) проверка точности прогнозирования по главному параметру;
- г) корректирование результатов расчета в случае существенных расхождений.

Метод экспертных оценок основан на обработке мнений специалистов. Опрос экспертов может проводиться в устной форме (интервью) или путем заполнения анкет. В качестве экспертов

следует выбирать специалистов, признанных ведущими в данной области и имеющих некоторый опыт прогнозирования. Суть метода сводится к тому, что группе экспертов ставят ряд вопросов, касающихся развития данного технического направления или прогнозируемого объекта. Затем с помощью математической обработки результатов опроса устанавливают преобладающее мнение. Сложным при использовании этого метода, который носит субъективный характер, является установление принципов проведения опроса, оценка точности результатов и др. Этот метод целесообразно использовать в случае отсутствия достаточно систематизированной информации о прошлом или когда научно-техническое развитие в большей степени зависит от принимаемых решений, чем от самих технических возможностей.

Метод моделирования характеризуется тем, что анализ исходных данных ведут не на исследуемых объектах, а на их моделях, выполненных в соответствии с требованиями теории подобия. Этот метод базируется на целесообразном абстрагировании процессов развития событий в будущем.

При проектировании нового технического объекта разработчики анализируют, изобретают, принимают решения. Инженерный анализ проектной ситуации – одна из важнейших процедур поиска и обоснования нового технического решения. При выполнении этой процедуры часто прибегают к моделированию, в котором исследованию подвергают уже не сам проектируемый объект, а его модель.

Есть несколько формализованных определений, раскрывающих суть термина «модель». Приведем два из них.

Моделью называется техническая или знаковая система, искусственная конструкция, определенные свойства которой согласованы с основными свойствами оригинала и из поведения которой могут быть получены объективно верные выводы о поведении или некоторых качествах оригинала.

Чернов Л.Б. [22] предложил следующую формулировку: «Модель представляет собой реально существующий или мысленно представляемый объект, который, замещая в познавательных процессах оригинал, находится с ним в определенном отношении (подобии), вследствие чего изучение модели позволяет получить информацию об оригинале».

Модели подразделяются на физические, вещественно-математические, логико-математические, механические, фотооптические, аналоговые, цифровые, знаковые, а также на макеты. ГОСТ 15.101–98 определяет макет как упрощенное воспроизведение в определенном масштабе изделия или его части, на котором исследуются отдельные характеристики изделия, а также оценивается правильность принятых технических и художественных решений. *Знаковыми моделями* являются карты, формулы, рассматриваемые в качестве аналога какого-либо явления.

Иначе говоря, цветные плакаты, чертежи, макеты образцов, испытания в аэродинамической трубе, цифровые шкалы для отражения объективной оценки или субъективного мнения, математические модели теплопереноса и собственные описания проектантом «проблемы» или «решения» – все это модели некой реальности, которая подвергается исследованию и изменению, но при этом непосредственно не присутствует.

Моделирование сегодня – центральный этап исследования или проектирования любых систем, орудие прогнозирования и оптимального управления. От эффективности модели зависит не только результат, но и все аспекты анализа систем.

Рассмотрим наиболее часто используемые модели.

1. Мысленные, или интуитивные модели. Их реализует человек (эксперт, проектант), который на основе имеющихся знаний и опыта проводит мысленные эксперименты с техническим объектом с целью выявить его соответствие требованиям или выбрать из двух вариантов наилучший по определенному показателю качества. Например, глядя на чертежи двух различающихся по конструкции технических устройств, эксперт (он же проектант) может ответить на следующие вопросы:

- Выдержат ли они задаваемую нагрузку?
- У какой конструкции меньше трудоемкость изготовления или расход материалов?
- Какой из вариантов лучше впишется в заданную зону размещения?

2. Математические модели позволяют оценить требования и критерии качества с помощью расчетных формул, систем уравнений, алгоритмов и т. п. Математическая модель в информационном отношении принципиально беднее объекта, поэтому для успешного использования она должна быть адекватна объекту в интересующей

разработчика области изменения параметров. Кроме того, она должна быть экономичной. При математическом моделировании на компьютере статистическая оценка адекватности затруднена. В связи с этим предлагаются два показателя качества модели: погрешность как косвенная оценка адекватности и вычислительная сложность, определяемая объемом и трудоемкостью вычислений с помощью модели, а также затратами на ее получение. Эти показатели, как и соответствующие свойства, противоречивы. Одним из способов разрешения противоречия является применение на разных этапах проектирования моделей, различных по точности и сложности.

При наличии мощных технических средств реализации теоретических исследований компьютеров и ЭВМ роль математического моделирования в работе современного проектанта становится весьма значительной.

3. С помощью **физических моделей** можно оценить требования и критерии качества путем реализации и испытания самого ТО или его уменьшенных (иногда увеличенных) и часто упрощенных образцов.

Еще до изготовления натурального дорогостоящего образца оборудования в целях проверки соответствия требованиям принято выполнять (на основе физических критериев подобия) его уменьшенную модель (но не менее чем в соотношении 1:10), чтобы испытать ее в разных условиях эксплуатации, в том числе и запредельных режимах. Например, так изучается динамика и характеристики установок, работающих в условиях обтекания их газовыми или гидравлическими потоками, самолетов, дирижаблей, кораблей, подводных лодок, торпед и т. д.

Анализ исходных данных производят на моделях, выполненных в соответствии с требованиями теории подобия, и при соблюдении физического подобия геометрическое не сохраняется. Метод базируется на целесообразном абстрагировании процессов развития событий в будущем.

Натурное моделирование – самый эффективный, но и самый дорогой метод физического моделирования. К его результатам следует относиться с определенной долей осторожности, потому что такое моделирование в конкретном месте и условиях не может отразить все факторы, которые проявлялись в других местах.

Перед лицом быстрого роста сложности абстрактных динамических моделей очень важно ясно осознавать заложенные в них

ограничения. Для выявления границ применимости модели необходимо ответить на следующие вопросы:

- Какой конкретный опыт исследования реальной действительности использован в модели?
- Что она не отражает?
- Расширяет или сужает данная модель взгляд специалиста на реальную действительность или на самого себя?

В настоящее время выбор того или иного типа модели обуславливается требованиями точности, временными затратами и стоимостью моделирования. В табл. 4.2 приведена приближенная относительная оценка по этим показателям разных типов моделей, где в скобках отмечены отдельные отклонения. В этой же таблице в последней строке указаны наиболее часто используемые задачи.

Таблица 4.2

Относительная оценка различных способов моделирования ТО

Показатель	Модель		
	мысленная	математическая	физическая
Точность оценки	Низкая	Средняя (высокая)	Высокая
Затраты времени на оценку	Малые	Средние (малые)	Большие
Стоимость оценки	Низкая	Средняя	Высокая
Вид задач	Выбор ФО, ФС, ФПД, ТР	Выбор ФПД, ТР, параметров	Выбор ТР, параметров

Однако существует большое число ТО, для которых математические модели не вытеснили и, очевидно, долго еще не смогут заменить мысленные и физические модели (например, при разработке реактивных двигателей). Это объясняется тремя причинами. Во-первых, существующие возможности математических моделей пока недостаточны для описания явлений и процессов в некоторых ТО. Во-вторых, для реализации подобных моделей требуются суперкомпьютеры с производительностью 200–400 ГТц, которые в настоящее время чрезвычайно дороги (такие компьютеры пока используются для моделирования атмосферных явлений при

прогнозировании погоды или для углубления знаний о физических процессах, происходящих при ядерном взрыве). В-третьих, темпы возрастания сложности ТО опережают рост возможностей математических моделей.

В инженерной практике используют также различные комбинации указанных трех типов моделей. К примеру, аналоговое моделирование представляет собой комбинацию математического и физического моделирования. Его применяют, например, в тренажерах, предназначенных для обучения пилотированию будущих летчиков, космонавтов. Комбинируют также мысленные и математические модели, когда в методике (алгоритме) расчета используют предварительные или последующие экспертные оценки.

В процессе моделирования технического объекта проектант должен получить ответы на два вопроса:

- Соответствует ли рассматриваемый ТО или его описание (ТФ, ФС, ФПД, ТР или проект) данному требованию или списку требований?
- Какой из двух-трех альтернативных вариантов ТО лучше по принятому показателю качества?

Прогнозирование технических решений можно представить как часть научно-исследовательской работы, направленной на подбор и подготовку исходного материала, необходимого для разработки технического задания на проектирование.

Период упреждения и точность прогнозирования устанавливают исходя из цели и объекта. Период упреждения (когда производят прогнозирование) зависит от требуемой точности прогнозирования: чем больше период упреждения, тем меньше точность; при необходимости повысить точность прогнозирования уменьшается период упреждения.

В зависимости от периода упреждения устанавливают необходимый объем и содержание исходных данных об объекте прогнозирования: чем больше период упреждения, тем полнее должны быть исходные данные.

Прогнозирование ведут в такой последовательности:

- 1) разработка общей схемы прогнозирования;
- 2) установление комплекса прогнозируемых параметров;
- 3) определение требуемой точности прогнозирования;
- 4) установление продолжительности периода упреждения.

Процесс прогнозирования может иметь три составляющие, различающиеся точностью предсказания:

- 1) детерминированную, поддающуюся точному расчету;
- 2) вероятностную, позволяющую установить предполагаемую закономерность протекания процесса;
- 3) случайную, которая не поддается расчету.

Научно детерминированное прогнозирование характеризуется тем, что период упреждения может быть значительным и при этом точность прогнозирования не снижается. При **вероятностном прогнозировании** точность ниже. Использование при прогнозировании детерминированной и вероятностной частей позволяет сравнить прогнозируемый процесс с действительным и установить влияние случайной составляющей. Соотношение между детерминированной, вероятностной и случайной составляющими зависит от уровня научного познания рассматриваемого процесса и может изменяться со временем. Научно-технический прогресс способствует увеличению влияния детерминированной части и снижению влияния других составляющих. Поэтому повышение значимости и точности вероятностной составляющей приводит к повышению общей точности прогнозирования.

Прогнозирование конструкций технических объектов включает рассмотрение следующих основных свойств моментов (факторов):

- 1) функциональное назначение;
- 2) основные технические и экономические параметры;
- 3) возможные компоновочные схемы;
- 4) новые материалы в виды заготовок;
- 5) новые технологические процессы, оборудование и технологическая оснастка;
- 6) новые формы и методы организации и управления производством;
- 7) потребность и предполагаемый план изготовления машин;
- 8) строительство нового или реконструкция действующего предприятия;
- 9) экономическая эффективность от использования нового технического решения.

Прогнозировать можно и отдельные параметры объекта, например массы. В ряде конструкций особое значение приобретает необходимость ограничения массы на ранних стадиях проектирования,

для чего анализируют аналогичные конструкции и устанавливают математическую зависимость массы от основных параметров объекта. При этом следует учесть влияние на массу повышения конструктивной сложности отдельных сборочных единиц, а также коэффициента прогрессивного снижения массы конструкции совершенствованием методов расчета и конструирования, применением прогрессивных материалов, заготовок и т. д.

4.3. Жизненный цикл технического объекта

Любой технический объект с течением времени физически и морально устаревает и заменяется новым, более совершенным [10, 12, 13]. Так, металлорежущие станки, рассчитанные на работу с инструментом из быстрорежущих сталей, после внедрения металллокерамических резцов оказались в техническом отношении устаревшими, поскольку их мощность, скорость резания и прочность не обеспечивали достигнутых к этому времени эксплуатационных показателей инструмента, т. е. произошел не физический, а моральный износ станков.

Различают *две формы морального износа* технических объектов. Первая обуславливается удешевлением производства оборудования. У потребителя уменьшается сравнительная фондоотдача, т. е. величина отношения стоимости произведенных оборудованием работ к стоимости самого оборудования. Вторая форма морального износа оборудования связана с появлением другого, заменяющего его, с более высокими техническими показателями. В настоящее время на предприятиях с современным менеджментом все устойчивее проявляется тенденция по замене физически работоспособного и, в ряде случаев, еще достаточно нового, но морально устаревшего, громоздкого (а значит, и материалоемкого) оборудования со сложными пространственными кинематическими схемами, обеспечивающими взаимное синхронное движение заготовок, рабочего органа, инструмента, на прогрессивное – автоматизированное, высокопроизводительное и высокоточное, с использованием силовых приводов прямого действия, управляемых встроенным компьютером.

Это, разумеется, не означает, что с появлением новых моделей предыдущие всегда обесцениваются до такой степени, что их следует сдать в металлолом, однако экономически целесообразный срок службы оборудования должен определяться и моральным старением.

С точки зрения морального износа любое оборудование имеет определенные *циклы жизни*. Весь цикл жизни технического объекта состоит из четырех крупных этапов: разработка, изготовление, использование по назначению (эксплуатация) и ликвидация (утилизация). Современными стандартами ISO 9000 выделено девять этапов. Однако для наших целей достаточно рассмотреть четыре. Каждый из этих этапов содержит целый ряд стадий, операций и приемов.

Как для планирования разработки, так и для последующего использования важно знать в подробностях весь цикл жизни ТО и влияющие на него факторы. Еще сравнительно недавно разработчик (проектант) принимал непосредственное участие лишь в первой стадии жизненного цикла и сопровождал (отслеживал) вторую стадию – производство.

Сейчас разработчик обязан принимать участие (хотя бы как консультант) во всех стадиях жизненного цикла ТО, включая этапы эксплуатации и утилизации. Уже в проекте он должен предусмотреть, через какой период оборудование следует принудительно снять с эксплуатации; как, каким образом проводить его утилизацию, какие детали и узлы отправить в переплавку, какие – в переработку и на какие цели повторно использовать и т. д. Этап эксплуатации для проектанта важен с точки зрения отслеживания и управления качеством продукции. Следовательно, в конструкции необходимо предусмотреть возможность проведения диагностики состояния, не выводя оборудование из эксплуатации.

В сфере эксплуатации типичный цикл жизни объекта определяется разностью между величиной прибыли, образующейся у потребителя, и эксплуатационными затратами. С течением времени эта разность убывает, и с критического момента эксплуатация оборудования становится убыточной. При этом возрастание эксплуатационных затрат в основном обуславливается физическим износом оборудования, вызывающим необходимость ремонтно-восстановительных работ, замены изношенных частей, более частых регулировок и наладок. Чем выше качество изготовленного оборудования, тем медленнее растут эксплуатационные затраты.

В случаях, когда оборудование используется в какой-либо отрасли промышленности впервые и поэтому конструкции еще не достигли достаточной степени зрелости и совершенства, критический момент наступает раньше.

В настоящее время периодический выпуск новых видов оборудования как гарантия процветания предприятия является общепризнанным. Поэтому требуется непрерывный активный поиск новых идей. Статистика показывает, что для создания одного объекта, пользующегося большим спросом и способного приносить прибыль, необходимо иметь 55–60 хороших идей, которые можно найти как внутри, так и вне предприятия.

«Внутренние» идеи рождаются в процессе совершенствования существующих изделий и создания новых, в процессе организационного творчества не только разработчиков объекта, но и торговых работников, производственников, лаборантов, среднего руководящего персонала и т. п., для чего существует система поощрения за поданные идеи и предложения.

«Внешние» идеи можно получить:

- 1) при изучении возможностей и последствий конкуренции;
- 2) изучении деятельности и новой продукции фирм вне сферы действия рынка сбыта;
- 3) от существующих и потенциальных клиентов;
- 4) изобретений и заявок на патенты;
- 5) консультантов по поиску патентной информации;
- 6) при консультации научных работников и инженеров;
- 7) из университетов и частных лабораторий;
- 8) технических, экономических и других специальных книг и журналов;
- 9) в ходе собраний профессиональных обществ и торговых ассоциаций;
- 10) из правительственных консультационных организаций.

Специальными исследованиями установлено, что в наше время обновление существующих видов оборудования происходит через 5–7 лет.

*Человек, который знает, как нужно делать,
всегда будет иметь работу.
Человек, который знает, почему это нужно делать,
всегда будет его начальником.*
Ральф Уолдо Эмерсон

5. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

5.1. Методология проектирования

5.1.1. Определение и виды потребностей, постановка задачи

Понятие потребности требует определения, поскольку она является причиной любой человеческой деятельности, следовательно, и проектирования и изготовления изделия. Согласно принципу детерминизма требования к свойствам и качеству изделия должны быть обусловлены потребностью, которая представляет собой ощущаемое или осознаваемое «напряжение», «неудовлетворенность», отражение несоответствия между внутренним состоянием и внешними условиями деятельности индивида, выступающее источником (побудителем, стимулом) различных форм активности, направленной на снятие этого напряжения (удовлетворение потребности).

Исходное условие возникновения потребности – наличие некоего конфликта в начальном окружении (недостаток, излишек чего-либо или то и другое вместе). Это отражается в сознании человека, и возникает нужда устранить этот конфликт. Потребность не является непосредственным побудителем действий до тех пор, пока не достигнет того состояния напряжения, которое обычно называют интересом (в психологии – мотивом). Интерес всегда направлен, и на острие его – цель. Интересы формируются в условиях внешних ограничений, вызванных как особенностями данной социальной группы, так и рядом других факторов.

Потребности классифицируются:

- по источнику возникновения: личные, общественные, государственные;
- средству удовлетворения: технические, организационные, юридические, образовательные и др.;

– области деятельности: культурные, экологические, социальные, производственные, духовные, научные и др.

Процесс проектирования начинается с формирования потребности. Реализация потребности, в каком-либо отношении полезной обществу, требует творческого мышления. При этом необходимо заставлять работать воображение и, непрерывно следя за обстановкой, искать новые идеи. Если разработчик «настроен» на определение потребности в ситуации, которая не является идеальной, и он принимает решение изменить положение, то генерирование идей происходит автоматически. В таком состоянии следует проводить предварительный отбор идей (выбрать наилучшую), прежде чем переходить к следующему этапу. Далее необходимо ответить на вопросы: соответствует ли идея критериям фирмы, имеет ли она шансы на успех и можно ли ее реализовать при существующем развитии техники за приемлемый промежуток времени. Если ответы утвердительны, то потребность (идея) существует и можно переходить к следующему логическому этапу.

Инженерное проектирование – это непрерывный процесс, в котором научная и техническая информация используется для создания новой системы, нового устройства или процесса, приносящих человеку, предприятию, обществу, государству определенную пользу.

Согласно ГОСТ 34.003–90 под проектированием понимается процесс составления описания, необходимого для создания в заданных условиях еще несуществующего объекта. Следовательно, **проектирование** – это процесс создания модели оптимального качества несуществующего объекта.

В дополнение к изложенному выше определению приведем некоторые формулировки процесса проектирования, появившиеся за рубежом в XX веке: «отыскание существенных компонентов какой-либо физической структуры»; «моделирование предполагаемых действий до их осуществления, повторяемое до тех пор, пока не появится полная уверенность в конечном результате»; «использование научных принципов, технической информации и воображения для определения механической структуры машины или системы, предназначенной для выполнения заранее заданных функций с наибольшей экономичностью и эффективностью».

Может создаться впечатление, что имеется столько же различных процессов проектирования, сколько существует авторов, которые

описывают эти процессы. Интересно и то, что ни разу не упоминается черчение (традиционное – на бумаге, пергаменте, кальке, миллиметровке или компьютерное), хотя эта операция неизбежно выполняется проектантами всех специальностей. Множественность мнений свидетельствует, что в зависимости от обстоятельств характер процесса проектирования может меняться в очень широких пределах.

Главная трудность проектирования заключается в том, что разработчик должен на основании современных данных прогнозировать некоторое будущее состояние, которое возникнет только в том случае, если его прогнозы верны. Предположения о конечном результате проектирования приходится делать еще до того, как исследованы средства для его достижения. Проектант вынужден проследивать события в обратном порядке: от следствий к причинам, от ожидаемого влияния данной разработки на мир – к началу той цепочки событий, в результате которой и возникнет это влияние. Часто случается, что на одной из промежуточных ступеней обнаруживаются непредвиденные трудности или открываются новые, более благоприятные возможности. При этом характер исходной проблемы может коренным образом измениться, и разработчик будет отброшен на исходную позицию. Именно нестабильность самой задачи придает процессу проектирования такую сложность и делает его интересным.

Главной составляющей процесса разработки проектов новых технических объектов является творческое мышление, основанное на базе законов и категорий диалектики, законов логики и теории познания, а также использования достижений науки и техники.

Процесс творческого проектирования характеризуется следующими положениями:

1. Новые решения появляются в результате постепенного приближения к цели.
2. Решение сложной задачи обычно проходит путь от общих положений к все более частным.
3. Нахождение правильных решений на основе известных положений должно базироваться на рассмотрении их в новом аспекте.
4. Традиционные решения, принимаемые в определенной ситуации, затрудняют нахождение новых в случае изменения ситуации.
5. Решения, эффективность которых уже была установлена, могут со временем устареть, если они не соответствуют новым ситуациям.

Разработчик должен добиться, чтобы каждый из многочисленных и разнообразных показателей, интересующих заказчика, обладал двумя свойствами:

1) не выходил за пределы возможностей поставщиков, изготовителей, системы сбыта и т. д. ни на одном из этапов существования изделия;

2) был связан с тем, что ему предшествует, и с тем, что за ним следует.

5.1.2. Этапы проектирования

Неотъемлемым требованием при разработке технического объекта, независимо от используемого метода, концепции или стратегии проектирования, является соблюдение стандартов, т. е. формализация процесса. Формализация ряда процедур позволяет успешно участвовать в проектировании, изготовлении и эксплуатации технических объектов различными организациями и предприятиями различных стран. Она отражает достижения науки, техники, передовую технологию и накопленный позитивный опыт прошлых лет.

Стандарты распространяются не только на изделия, оборудование и их составляющие части, но и на техническую документацию, в том числе разрабатываемую в процессе проектирования.

Техническое задание (ТЗ) на проектирование – первый и весьма важный технический документ для проектирования технического объекта с подготовкой соответствующей документации. Он является обязательным и готовится всегда независимо от дальнейшей стадии работы над проектом.

Основное назначение технического задания – определить цели проектирования, обосновать направление поиска.

В ТЗ включают: перечень и значения прогнозируемых параметров с отражением уровня стандартизации и унификации; параметров, характеризующих научно-технический уровень (патентную чистоту) и качество изделия (ТО) с учетом полного удовлетворения целевого назначения; стоимость разработки.

Техническое задание в общем случае состоит из следующих основных разделов:

- наименование и область применения;
- основание для разработки;

- цель, назначение и источник разработки;
- технические требования;
- условия эксплуатации;
- экономические показатели;
- стадии и этапы разработки;
- порядок контроля и приемки;
- приложения.

Составляется этот документ заказчиком на основе результатов выполненных научно-исследовательских и экспериментальных работ, научного прогнозирования, анализа передовых достижений отечественной и зарубежной промышленности.

В ТЗ заказчик должен перечислить все основные данные, определяющие разработку технического объекта и обеспечивающие достижение поставленной цели. Важно иметь в виду, что формулировка, задания должна представлять собой не свод правил для разработчика, а скорее памятку, помогающую направить усилия на достижение поставленной цели. Поскольку на этом этапе проектант должен творчески мыслить, охватывая все этапы работы над объектом, то он может подвергнуть сомнению поставленную цель, пересмотреть ее или даже отказаться от проекта.

Для предварительной оценки возможности реализации требований технического задания вводится этап разработки технического предложения.

Техническое предложение (ТП) должно содержать указания и обоснования по принципиальному устройству объекта, целесообразности использования в его конструкции тех или иных технических решений, а также сравнительную оценку вариантов этих решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей. В техническом предложении должны быть приведены сведения по технико-экономической оценке принятых решений, их надежности, необходимости полной или частичной экспериментальной проверки и т. д., а также объем и стадийность разработки проекта.

Состав технической документации на стадии **эскизного проекта (ЭП)**:

- 1) чертеж общего вида объекта;
- 2) габаритный чертеж объекта;
- 3) теоретический чертеж объекта;
- 4) общие виды основных узлов;
- 5) пояснительная записка, имеющая следующие разделы:
 - выбор и обоснование предлагаемого технического решения;

– техническая характеристика объекта (назначение, габариты, масса, потребляемая мощность, производительность, режим работы и т. д.);

– описание конструкции объекта с указанием его особенностей;

– расчет технико-экономических показателей работы объекта и сравнение с самыми высокими показателями, достигнутыми на сегодняшний день;

– результаты экспериментальных исследований, рекомендованных в ТП;

б) расчеты (кинематические; динамические, прочностные);

7) ведомость эскизного проекта.

Как правило, в состав ЭП также входят схемы (кинематическая, гидравлическая, электрическая и др.), ведомость покупных изделий, ведомость согласования применения покупных изделий, программы и методики испытаний, расчеты, таблицы, патентный формуляр, карта технического уровня и качества продукции.

В состав эскизного проекта может входить также конструкторская документация макетов отдельных частей конструкции объекта для проверки принципов их работы, утвержденных в техническом предложении.

При эскизном проектировании, в отличие от этапа ТП, расчеты выполняются по более точным данным и методикам. Если расчеты подтверждают экономический эффект, определенный на стадии разработки ТП, то принимается решение о продолжении разработки. В противном случае нужно внести изменения.

При выполнении ЭП совместно работают проектанты, технологи, материаловеды, специалисты по стандартизации и унификации, расчетчики, снабженцы, производственники, дизайнеры, экономисты. Так, инженер-технолог совместно с разработчиком проекта проводит отработку конструкции на технологичность, что подразумевает:

– окончательный выбор рациональной конструктивной схемы;

– принципиальную оценку технологичности основных составных частей;

– выявление составных частей, которые могут быть стандартными или унифицированными;

– обнаружение составных частей, которые могут быть позаимствованы;

– определение условий сборки изделия и составных частей;

– установление номенклатуры используемых конструкционных материалов;

- выявление условий технического обслуживания изделия;
- проверку условий контроля, регулировки и подготовки изделия к функционированию.

Расчет показателей технологичности производится на основе базовых данных, установленных в техническом задании.

На стадии выполнения ЭП продолжают работы по выявлению патентоспособных решений, которые могут возникнуть в ходе компоновки объекта. Оформляются заявки на изобретение как по устройству, так и промышленному образцу. Определяются страны или фирмы – потребители объекта, разрабатываются предложения о патентовании изобретений за границей.

Решаются задачи выбора принципиальных конструктивных решений, дающих общее представление об устройстве и принципе работы изделия. На этом этапе выполняется предварительный расчет функциональных параметров и показателей качества разрабатываемого изделия. Признаками нормального формирования качества изделий на этапе выполнения ЭП являются:

- правильный выбор конструктивных решений, зависящий от качественного расчета, удачных компоновок и выбора материала, обоснованного назначения допусков, конструкции кинематических узлов, достаточной жесткости конструкции, учета требований технологии;
- верный выбор решений технологического характера, зависящий от технологичности деталей и самого изделия, точности обработки, методов контроля и вида соединения (сварка, пайка, механическое крепление);
- отсутствие ошибок производственного характера из-за применения некачественного сырья, материалов и комплектующих изделий, использования оборудования, станков, инструмента, не соответствующих технологическим требованиям, отступления от технологических режимов, нарушения правил контроля и приемки;
- недопущение ошибок, вызванных неправильной эксплуатацией, применением несоответствующих топлив, смазок и других эксплуатационных материалов, нарушением правил технического обслуживания, условий и режимов эксплуатации.

При разработке ЭП для выбора вариантов ТР и общей конструкции объекта применяют методы инверсии, аналогии, конструктивной преемственности. Особо выделяют требования к соблюдению показателей качества, технической эстетике, увеличению рентабельности объекта и повышению экономического эффекта в течение всего периода работы.

Невыполнение эскизного проекта может привести к выбору неоптимальных параметров объекта.

После согласования и утверждения эскизного проекта выполняется завершающая процедура проектирования – *технический проект (ТП)*.

На стадии технического проекта (в отличие от предыдущей) все конструктивные решения должны разрабатываться полностью. При этом техническая документация должна давать не общее, а полное и окончательное представление об устройстве объекта, включая все необходимые данные для разработки рабочей документации и гарантийной прочности основных элементов конструкции при указанных в проекте размерах и сечениях деталей.

Проводится всесторонняя теоретическая и экспериментальная проработка схемных и конструктивных решений разрабатываемого технического объекта на макетах или специальных установках.

Технический проект должен содержать расчетное подтверждение соответствия отдельных функциональных параметров и показателей качества заданным требованиям. После выбора элементов и определения режимов их использования проводится оптимизация показателей качества изделия.

Технологи, участвуя в создании технического проекта, отрабатывают конструкцию на технологичность, добиваясь наилучших значений ее показателей.

На этапе технического проектирования должны решаться также вопросы обеспечения ремонтпригодности и контроля пригодности, являющиеся составляющими технологичности. При обработке технического объекта на ремонтпригодность необходимо обращать внимание на следующие требования:

- простота и удобство разборки и сборки; доступ к часто заменяемым деталям и узлам;
- степень применения унифицированных деталей и узлов;
- наличие маркировки элементов.

Инженерно-психологической и художественной проработкой объекта определяются: окончательная компоновка и конструкция рабочих мест; средства обеспечения условий обитаемости; конкретные задачи и функции, выполняемые оператором; техническая форма объекта и его составных частей.

На основании патентных исследований устанавливается возможность использования технических решений, защищенных патентами, проверяются на патентоспособность вновь создаваемые конструкции, оформляются заявки на изобретения.

В состав технической документации на стадии технического проекта входят:

- 1) эскизный чертеж;
- 2) габаритный чертеж;
- 3) чертеж общего вида объекта;
- 4) чертежи общих видов узлов объекта;
- 5) кинематические, электрические, гидравлические и другие схемы;
- 6) сборочный чертеж объекта;
- 7) пояснительная записка, включающая разделы:
 - назначение и область применения разработанного объекта;
 - обзор существующих образцов объектов подобного назначения отечественного и зарубежного производства (прототипов) и сравнительная оценка их конструктивных особенностей и эксплуатационных показателей;
 - краткое описание конструктивных особенностей нового объекта;
 - решение вопросов техники безопасности и производственной санитарии;
 - результаты экспериментальных исследований, рекомендованных в ЭП;
 - решение вопросов технологичности с точки зрения производственных условий завода-изготовителя;
 - расчеты масштаба производства новых объектов и эффекта от внедрения их у потребителей;
- 8) расчетная записка, включающая подробные кинематические, динамические, прочностные и другие расчеты;
- 9) перечень комплектующих изделий;
- 10) ведомость технического проекта.

Как правило, в состав ТП также входят:

- перечень специального инструмента и запасных частей;
- ведомость покупных изделий;
- ведомость согласования применения покупных изделий;
- технические условия, программа и методика испытаний;
- патентный формуляр;
- карта технического уровня и качества продукции.

По окончании выполнения этапа ТП составляется заключение о качестве технического объекта.

В рабочем проекте осуществляется детализация документации путем разработки чертежей на каждый элемент технического объекта. **Рабочая документация (РД)** является основной продукцией проектной организации. Состав рабочего проекта и рабочей

документации определен Единой системой конструкторской документации (ЕСКД).

В состав документации на стадии рабочего проекта входят:

- 1) чертежи общих видов;
- 2) чертежи узлов и деталей;
- 3) спецификация деталей;
- 4) кинематическая, электрическая схемы, циклограммы и др.;
- 5) пояснительная записка с технической характеристикой и поверочными расчетами узлов и деталей;
- 6) проект технических условий на изготовление, приемку, упаковку и транспортировку (при необходимости включая чертежи тары, размещения и крепления на железнодорожном подвижном составе);
- 7) ведомости ориентировочных норм расхода материалов, стандартных и нормализованных деталей и узлов, покупных деталей и изделий, применения посадочных размеров, моделей и т. д.;
- 8) технический паспорт и инструкция по эксплуатации, уходу и монтажу (с пояснительными схемами и чертежами);
- 9) ведомости согласования комплектующих изделий;
- 10) проект программы испытаний.

Вначале проводится разработка конструкторской документации опытного образца (опытной партии), изготовление, испытание опытных образцов, затем – корректировка конструкторских документов по результатам испытаний. Специалисты по качеству и надежности обращают внимание на реализацию всех рекомендаций, разработанных на предыдущих этапах. При необходимости определяются режимы и продолжительность технологической приработки, направленной на выявление ранних отказов. В зависимости от специфики изделия на данном этапе проводятся испытания на надежность. На основании подробного анализа результатов испытаний производится корректировка конструкторской документации, улучшающая качество проекта, и принимается решение о сдаче проекта государственной комиссии.

При формальном сопоставлении эскизной, технической и рабочей документации создается видимость ненужного повторения на последующих стадиях некоторых документов, разработанных на ранних стадиях. Однако такое повторение оправдывает себя, так как чертеж общего вида объекта на различных стадиях проектирования разрабатывается с нарастающей степенью технических подробностей. Аналогично обстоит дело и с другими повторяющимися на последующих стадиях техническими документами.

5.2. Современные методы оптимального проектирования на основе САПР

В настоящее время чрезвычайно возросли сложность и комплексность проблем, требующих решения в процессе проектирования. Создание машин качественно нового уровня предполагает использование важнейших достижений фундаментальных наук, конструирования и технологии, повышенную защиту обслуживающего персонала от вибрации и шума, учет современных экономических, социальных и экологических проблем. Задача повышения качества машин решается на стадии проектирования, когда можно всесторонне проанализировать конструктивные варианты с учетом большого числа требований. Так, каждая машина должна, по возможности, иметь минимальную массу и достаточную надежность, высокую быстроходность и минимальную динамическую загруженность, низкую стоимость и большой срок службы и др. [23].

При конструировании необходимо выбрать ее оптимальные параметры (структурные, кинематические, динамические, эксплуатационные), наилучшим образом соответствующие предъявляемым требованиям. При этом следует учитывать конкретные условия применения машины. Нельзя, например, произвольно увеличить ее производительность, не учитывая производительности смежного оборудования. В некоторых случаях машины с повышенной производительностью могут оказаться при эксплуатации недогруженными и будут больше простаивать, чем работать. Это снижает степень их использования и уменьшает экономическую эффективность.

Схему машины выбирают путем параллельного анализа нескольких вариантов, оценивая их конструктивную целесообразность, совершенство кинематической и силовой схем, стоимость изготовления, энергоемкость, надежность, габаритные размеры, металлоемкость и массу, технологичность, степень агрегатности, удобство обслуживания, сборки-разборки, осмотра, наладки, регулирования.

Не существует машины или конструкции, оптимальной по всем критериям одновременно. Поэтому расчеты производят для каждого критерия, строят таблицы результатов расчетов и используют их для обоснования выбора оптимального решения.

Зная возможности конструкции по всем критериям, проектировщик совместно с заказчиком может обоснованно назначить на каждый из них ограничения, которые, с одной стороны, были бы

практически достижимы, а с другой – удовлетворяли требованиям заказчика. Далее путем расчета выявляют конструкции, удовлетворяющие всем ограничениям одновременно.

Такие конструкции и составляют допустимое множество решений, из которого конструктор совместно с заказчиком выбирает оптимальную модель. Если таких конструкций не оказалось, то ограничения могут быть ослаблены.

Из вышеизложенного следует, что развитие техники сопровождается усложнением всех систем машин и технологического оборудования. Возрастает трудоемкость их создания при одновременном повышении требований к качеству и эффективности конструкции, что находится в противоречии с необходимостью сокращения сроков ее разработки и промышленного освоения. Ликвидация указанного противоречия наиболее полно реализуется при широком внедрении в проектирование вычислительной техники. Основное направление при этом – создание систем автоматизированного проектирования (САПР).

Целями создания САПР как организационно-технической (человеко-машинной) системы являются:

1) повышение качества проектирования вследствие увеличения количества анализируемых конструкторских решений и более детального анализа каждого из них;

2) сокращение срока разработки конструкции за счет автоматизации выполнения чертежных работ и расчетов, обработки исходной и полученной информации;

3) уменьшение стоимости проектных работ путем сокращения их части, выполняемой без использования ЭВМ.

Эти цели достигаются применением совершенных математических методов и вычислительной техники, разработкой эффективных математических моделей, методов многовариантного проектирования и оптимизации, автоматизацией проведения расчетов и оформления графической документации.

Таким образом, использование САПР дает проектировщику реальную возможность обосновать постановку задачи многокритериальной оптимизации. Использование САПР предполагает активное участие человека в анализе вариантов, оптимизации и принятии решений. Такой творческий подход характерен и для учебного проектирования

приводов технологических машин, так как все задачи в нем многокритериальные и содержат множество управляемых параметров.

Оптимальное проектирование предполагает создание технического объекта, не только выполняющего заданные функции, но и отвечающие некоторым заранее установленным критериям качества.

Самый низкий уровень оптимального проектирования предполагает нахождение лучшего варианта конструкции, основанное на подборе нескольких выполненных без использования вычислительной техники математических моделей и соответствующих методов оптимизации вариантов. Например, при проектировании редуктора для двух-трех вариантов разбивки общего передаточного числа между отдельными ступенями можно выполнить проекторочные расчеты, для каждого варианта оценить какой-либо критерий качества (масса, размеры и т. д.) и затем окончательно выбрать наиболее подходящий вариант исполнения редуктора.

При более высоком уровне задачи оптимального проектирования, сформулированные в виде математических моделей, решаются с применением соответствующих математических методов оптимизации и на базе ЭВМ. К высшему уровню относятся задачи оптимального проектирования, решаемые в рамках САПР.

В САПР задачи оптимизации могут решаться на всех этапах процесса проектирования. Так, на этапе эскизной проработки задача оптимального проектирования может состоять в определении рациональных значений необходимого числа основных параметров проекта, определяющих будущий облик технического объекта. На этапах технического и рабочего проектирования задачи оптимизации могут носить более глубокий характер, охватывающий вопросы определения оптимальных значений основных параметров как объекта в целом, так и отдельных узлов и деталей.

В процессе разработки САПР проблема оптимального проектирования заключается в решении следующих основных задач:

- определение этапов процесса автоматизированного проектирования, сопровождаемых решением тех или иных задач оптимизации;
- построение математических моделей оптимизации и разработка машинных алгоритмов;
- создание или заимствование программного обеспечения для решения задач оптимизации;
- разработка системы диалогового формирования и просмотра вариантов объекта проектирования с определением значений тех или

иных показателей качества, а также формирования математических моделей и управления процессом решения соответствующих задач.

Совершенствование конструкции при проектировании обеспечивается ее оптимизацией по одному или нескольким критериям. Для различных механизмов критериями эффективности конструкции могут быть приняты: высокая надежность, минимальное межосевое расстояние или масса, габаритные размеры, стоимость, наибольший КПД, высокая точность и т. д.

При структурной оптимизации можно анализировать различные типы редукторов, например многоступенчатый цилиндрический, планетарный, волновой, комбинированный. Исходные данные при проектировании механизмов в соответствии с техническим заданием могут включать в себя следующие характеристики: мощность, скорость, ресурс, режим работы, циклограмма нагружения и т. д.

При параметрической оптимизации, например, зубчатых приводов управляющими параметрами могут быть: распределение передаточных чисел по ступеням, числа зубьев, относительная ширина и материал колес, геометрия зацепления, частота вращения двигателя и др.

Ограничения разделяют:

- на кинематические (по передаточному числу одной пары, предельным окружным скоростям);
- прочностные (по условиям контактной и прочности на изгиб зубчатых колес);
- конструктивные (по габаритным размерам, условию регулирования элементов, их взаимодействию и соединению).

При оптимизации по одному критерию задача решается наиболее просто. Например, решение можно получить перебором различных вариантов конструкции и выбором наилучшего из них.

Решение многокритериальных задач более сложное. Многокритериальная оптимизация используется, когда одного критерия для оценки качества недостаточно. Например, когда стоит задача обеспечения максимальной надежности и минимальной массы при проектировании редуктора или обеспечения максимальной грузоподъемности и минимальных размеров при проектировании транспортной машины.

В строгой математической постановке выбор оптимальных параметров машины – не простая задача. Например, варьирование всего шести параметров (при 5 % точности расчета) приводит к поиску во всем множестве решений из $(1/0,05)^6 = 64\,000\,000$ вариантов. В условиях развития САПР формализация процесса автоматизированного поиска технических решений и оптимизация параметров

технических объектов сельскохозяйственного профиля вызывает значительные трудности и требует применение специальных эвристических методов принятия решений, численных методов оптимизации и больших ресурсов по времени и мощности ЭВМ.

При проектировании приводов машин в силу технической целесообразности используются в основном два критерия: масса и объем. Массогабаритные характеристики в значительной степени зависят от выбора материала и термообработки. Недостаточность на начальном этапе исходной информации предопределяет проведение как проекторочных, так и проверочных расчетов. При поисковом расчете сначала задают некоторые исходные параметры, а затем рядом последовательных приближений их уточняют. Механические приводы машин представляют собой совокупность подсистем передач, валов, опор, связанных слабыми связями. Это дает возможность выполнить их комплексный расчет и анализ по частям, т. е. по элементам.

Таким образом, проектирование – многовариантно. Оптимальным в общем случае следует считать вариант, который обеспечивает нужные показатели работы при минимальных затратах общественного труда.

5.3. Этапы творческого процесса. Препятствия к творчеству

Независимо от уровня проявляемого на данный момент таланта каждый будущий инженер должен и может развивать имеющиеся у него творческие задатки. Для этого необходимо, по крайней мере, понять, что же представляет собой творческий процесс.

Творческие идеи чаще появляются у людей, обладающих большой любознательностью, которая свойственна детям, однако угасает в людях зрелого возраста. Творчество начинается с внимания к деталям, которые обычно игнорируются. Многие убеждены, что только последовательный упорядоченный процесс обеспечивает творческое решение проблемы, создание нового устройства или оригинальной идеи. Следует иметь в виду, что не существует какой-либо формулы творчества. То, что подходит в одном случае, может не быть неприменимо в другом. Хотя процесс творчества далее рассматривается в определенном порядке, творческие идеи могут быть получены и в том случае, когда он содержит не все перечисленные этапы или протекает

в другой, более предпочтительной последовательности. Важно, чтобы будущий проектант сформировал верное представление о творческой стороне умственной деятельности.

Этап 1. Беспокойство и осознание задачи. Часто творчество начинается с того, что в определенной ситуации человек сталкивается с чем-то, вызывающим у него раздражение или беспокойство. Такая ситуация ставит перед ним определенную проблему, заставляет приняться за ее решение и предпринять некоторые шаги.

Этап 2. Подготовка. Подготовительный этап представляет собой период сознательной и направленной умственной деятельности и требует самой высокой дисциплины ума. На этом этапе очень подробно исследуются все возможные решения и различные сочетания, способные дать удовлетворительный результат. Довольно часто проблема может быть решена уже на стадии подготовки. Если же решение, удовлетворяющее проектанта, получено не будет, то он ознакомится с задачей в самых мельчайших подробностях.

Этап 3. Вынашивание идеи. Теперь ум уже полностью насыщен всеми возможными вариантами, но еще не способен выдать творческую идею и продолжает терзаться поиском решения, даже если необходимо отказаться от этой задачи и перейти к выполнению другой. Этот период характеризуется началом непроизвольной мыслительной работы над решением задачи. Проблеме дают возможность дозреть в течение определенного времени, пока мозг подсознательно проверяет различные «забытые» комбинации.

Этап 4. Озарение. Возникает, когда творческая идея или оригинальное решение приходит мгновенно, обычно в период отдыха или во время выполнения другой работы, совершенно не связанной с решением данной задачи. Некоторые считают, что можно глубже проникнуть в сущность идеи, когда мозг не работает.

Этап 5. Проверка. Найдена творческая идея. Теперь необходимо ее оценить и определить, действительно ли она является решением задачи. Для такой оценки необходимы данные, подтверждающие, что полученная идея действительно является ценной: в этом можно убедиться путем анализа, с помощью эксперимента, а иногда – прибегнуть к мнению признанных авторитетов. Проверка часто требует большого напряжения. Это последний и наиболее важный этап творческого процесса.

Учеными установлено, что творческая мысль не рождает абсолютно новую идею. Нельзя создать что-то такое, чего еще не существовало бы. Творчески мыслящий человек фактически рождает

новые, еще не испытанные комбинации идей, уже существующих в его голове. Мозг – это бездонная кладовая идей, куда ежедневно добавляется множество других. Активный и любознательный ум накапливает гораздо больше идей, чем пассивный, и поэтому он может создать гораздо больше новых комбинаций.

Наряду с применением методов генерирования идей и стимулирования творческого процесса необходимо устранить многие обычные препятствия, мешающие творческому подходу к проектированию. Эти препятствия могут быть как личного, так и организационного порядка, причем оба эти класса часто выступают совместно. Задача приводимой здесь классификации – объяснить некоторые опасности и показать, каким образом конструкторское бюро, предприятие, фирма может создать творческую обстановку для своих сотрудников. Некоторые препятствия кратко характеризуются ниже. Приведем и примеры их преодоления.

Препятствиями личного порядка могут быть:

1) *отсутствие гибкости*. Знакомство с определенными предметами или концепциями порождает некоторые неизменные представления относительно их функции, чем ограничивается их ценность;

2) *сила привычки*. Здесь имеется в виду использование прежнего образа мыслей, а также известных методов и приемов для перехода к новым проблемам. Установившийся подход к решению проблем часто приводит к тому, что новые проблемы решаются старыми методами;

3) *узкопрактический подход*. Прямолинейный подход характеризуется тем, что вместо всестороннего обдумывания проблемы мы сразу же переходим к фактам и тем самым слишком быстро беремся за ее непосредственное решение. Преждевременный упор на детали губит всякую возможность творчества;

4) *чрезмерная специализация*. Специализация может настолько ограничивать кругозор, что технические познания инженера и его понимание реального мира будут неглубокими и помешают поиску идей, лежащих на стыке различных дисциплин. Никогда не отказывайтесь от идей, которые находятся за пределами вашей дисциплины. Старайтесь как можно больше расширять свои познания в различных областях: психологии, искусстве, экономике;

5) *влияние авторитетов*. Часто инженеры и студенты в такой степени находятся под влиянием суждений и методов признанных

авторитетов, что безоговорочно признают их ведущую роль и не могут выработать в себе качества, необходимые руководителю. Чем быстрее человек убеждается в том, что его окружают такие же люди, как он сам, тем больше он способен к творчеству. Новые идеи не нуждаются в поддержке авторитетов, поскольку являются оригинальными и могут возникать лишь в результате самовыражения;

б) *боязнь критики*. Люди с исключительными творческими способностями рожают необычные идеи. Чем ярче эти способности, тем необычнее идеи. Если проектанта постоянно занимает вопрос, приемлемы ли его находки для других, то это может лишь подавить в нем творческое начало.

Резкая критика хороших идей – это самый верный способ погубить их. Более 80 % из всех впоследствии использованных нововведений специалисты отрицают в момент их появления как «противоречащие установленным законам» и потому «нереальные».

Препятствиями организационного порядка являются:

1) стремление к немедленному использованию идей: нажим с целью ускоренного изготовления продукции обычно приводит к спешке, так как необходимо уложиться в непомерно сжатые сроки, установленные руководством;

2) недоверие к оригинальному решению: стремление руководства указывать творчески мыслящим инженерам, что и как делать;

3) строго иерархическая организационная структура, нежелание руководства возлагать ответственность на подчиненных;

4) отсутствие долгосрочных целей;

5) разногласия внутри руководства относительно основных целей;

6) неудача эксперимента;

7) частое изменение основных решений;

8) отсутствие эффективной системы контактов между инженерами и руководителями фирмы;

9) горизонтальный, а не вертикальный поток новых идей;

10) неумение руководства предприятия выявлять и поощрять творческие способности;

11) отрицательное отношение руководства предприятия ко всем новым идеям;

12) нежелание руководителей предприятия рисковать;

13) неправильное использование или неправильное распределение кредитов;

14) удовлетворенность существующим положением, стремление придерживаться заведенного порядка или следовать установившейся практике;

15) отказ в приеме на работу творчески мыслящим инженерам по той причине, что их не устраивает «структура организации».

5.4. Традиционные методы проектирования

Знакомство с методами проектирования в различных КБ показало, что в настоящее время в большинстве из них используются исключительно традиционные методы, независимо от того, выполняются чертежи в определенном масштабе на бумаге с помощью кульмана или на плоттере с помощью компьютера.

Под традиционными методами подразумеваются выработанные в течение длительного времени многими поколениями проектантов наиболее часто применяемые определенные совокупности приемов и способов создания проектов технического объекта. Для традиционных методов характерно эмпирическое накопление знаний в области проектирования. Причем процесс накопления знаний является в значительной степени неосознанным и крайне длительным; поиск технических решений в подавляющем большинстве случаев базируется на интуиции проектанта.

Основным критерием оценки различных вариантов конструкции служит геометрическая увязка деталей, которую можно определить по чертежу. Чтобы решить, какая конструкция окажется работоспособной, а какая нет, что можно изготовить, а что нельзя, проектанту приходится полагаться в основном на свою память и воображение. При этом обучение молодого инженера обнаружению недостатков в своей работе проводится не на реальном рынке сбыта и не в реальном производственном процессе, а на основании оценок его руководителя – главного или ведущего конструктора.

Отметим следующее: над чертежом одновременно может работать только один человек, и все ситуации, которым должно удовлетворять техническое решение, ему приходится держать в голове. Из-за этого на ранних стадиях проектирования работу ведет всего один человек, чаще всего главный (ведущий) специалист. Только после того, как ему удалось сформулировать критические проблемы данной задачи и найти удовлетворительные их решения, можно распределить работу между несколькими исполнителями.

Традиционные методы решения сложных задач ориентированы на непосредственное наблюдение объектов проектирования с учетом их специфики. При этом полагают, что исследуемый объект можно выделить, ограничить от окружающей среды, т. е. его можно изучать изолированно.

К традиционным методам можно отнести: методы проб и ошибок, случайного поиска, адаптивного поиска и др. Рассмотрим некоторые более подробно.

5.4.1. Метод проб и ошибок

Основным традиционным методом, которым пользуются проектанты в процессе получения технических решений, является метод проб и ошибок. Суть этого метода заключается в том, что на первом этапе формулируется исходное предложение (гипотеза) по разрабатываемому техническому решению в виде его схемы или эскиза. Проектант лишь интуитивно предполагает, что данный вариант окажется работоспособным. На втором этапе проверяется (например, с помощью моделирования или экспериментальных исследований) качество предложенного варианта. Обычно после первой пробы не удается получить требуемое проектное решение, тогда формируется второе предложение, которое учитывает ошибки, допущенные в первом предложении, и снова выполняется проверка работоспособности конструкции и т. д.

Метод проб и ошибок часто используется следующим образом: принимают какое-либо значение неизвестного конструктивного параметра, а затем в результате вычисления других конструктивных параметров оценивают приемлемость значения первого. Эту процедуру повторяют до тех пор, пока не будет найдена совокупность значений конструктивных параметров, соответствующих ограничениям на параметры и качественным показателям конструкции.

Основой для формирования проектных гипотез обычно служит базовая модель, т. е. действующий образец конструкции машины или отдельного узла. При разработке нового конструктивного образца, отвечающего требованиям ТЗ, используются данные по результатам эксплуатации и испытаний базовой модели. Степень переработки узлов определяется отличием технических требований к параметрам машины или устройства от требований к параметрам действующего образца изменением условий эксплуатации, введением новых конструктивных и технологических решений.

Переработке подвергаются те узлы или детали, которые сдерживают повышение качества проектируемой машины или устройства до требуемого уровня. Число вариантов конструкции значительно сокращается при наличии унифицированных узлов и деталей.

Эффективность использования метода проб и ошибок в основном определяется интуицией и опытом проектанта.

5.4.2. Метод адаптивного поиска

Надежным вариантом адаптивного поиска является стратегия приращений. Эта осторожная стратегия составляет основу традиционного проектирования. Кроме того, на ней основаны многие методы автоматической оптимизации. При поиске методом приращений имеется риск пропустить хорошие решения, когда приращения слишком велики, и не охватить всего поля поиска, когда они слишком малы.

5.4.3. Метод случайного поиска

Используется в новаторском проектировании, когда неразумно пренебрегать ни одним из внесенных предложений, пока не будет собрана дополнительная информация. Интересно отметить, что в большинстве попыток создания «машинного интеллекта» важная роль отводится «генератору случайных чисел». Обратная сторона применения метода случайного поиска состоит в том, что если выбор идей осуществляется под влиянием настроения, интуиции или эмоций, то новые технические решения обречены на неудачу. Известны случаи, когда предприятия испытывали серьезные затруднения со сбытом оборудования, которое было разработано исходя из субъективных предпочтений либо в процессе отбора игнорировались некоторые основные правила.

6. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

6.1. Классификация типовых технических задач

Классификация типовых технических задач представлена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Классификация технических задач

Тип задачи	Модель задачи			Характеристика задачи
	1	2	3	
I	0	0	0	Компоненты задачи определены. Задача тривиального преобразования (например: увеличить ширину захвата агрегата, скорость вращения рабочего органа)
II	X	0	0	Определен требуемый конечный результат и способ его получения. Не определено исходное состояние (например: возделывание почвы роторным плугом; в зависимости от состояния почвы, засоренности ее сорняками и наличия в ней камней могут возникнуть серьезные проблемы)
III	0	X	0	Определены исходное и конечное состояние. Не определен способ преобразования (например: перемещение семян из бункера в почву может осуществляться самотеком, с помощью давления воздуха и т. д.)
IV	0	0	X	Определены исходное состояние и способ его преобразования. Не определен конечный результат (например: плоскорезная обработка почвы – в зависимости от погодных условий, засоренности полей, степени внесения гербицидов, т. к. результат часто не предсказуем)
V	X	X	0	Определен конечный результат. Не определены исходное состояние и способ его преобразования (например: внесение в почву органики; исходное состояние может быть как жидким, так и в смеси с соломой или торфом, что делает способы внесения принципиально отличными друг от друга)

Тип задачи	Модель задачи			Характеристика задачи
	1	2	3	
VI	0	X	X	Определено исходное состояние. Не определен конечный результат и способ его преобразования (например: цикл технологических операций по возделыванию с.-х. культур в зоне рискованного земледелия)
VII	X	0	X	Определен способ преобразования. Не определены исходное и конечное состояния (например: измельчение при переменной угловой скорости разных с.-х. материалов)
VIII	X	X	X	Все компоненты не определены
Условные обозначения: 1 – исходное состояние ТО; 2 – способ преобразования ТО; 3 – конечный результат решения задачи; 0 – способ определен; X – способ не определен				

Градации технических задач по степени сложности приведена в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Матрица инженерного творчества

Уровни характеристики	1 Рационализация	2 Модернизация	3 Принцип	4 Синтез	5 Открытие
Условия задачи	Четкая Однопараметрическая	Неполная многопараметрическая постановка; есть прямые структурные аналоги	Плохо структурированный «клубок» задач; только функциональные аналоги	Неизвестность многих факторов; близких функционально-структурных аналогов нет	Неизвестность главных целевых факторов; аналогов нет
Ресурсы задачи и решения	Ресурс очевиден и легко доступен; элементарная профессиональная подготовка	Ресурс не очевиден, но, как правило, присутствует в системе; традиционная профессиональная подготовка	Ресурс часто привлекается из других систем; развитое комбинаторное мышление	Ресурсы из разных отраслей знания; сильное ассоциативное мышление, широкая эрудиция, способность преодолевать стереотипы	Неизвестный ранее ресурс и (или) его применение; исключительная мотивация, свобода от стереотипов

Уровни характеристики	1 Рационализация	2 Модернизация	3 Принцип	4 Синтез	5 Открытие
Правила преобразования	Инженерное оптимизационное решение	Инженерное решение на основе аналогии и «стандартов»	Изобретательское решение на основе комбинирования «инструментов»	Избирательское решение на основе интеграции научно-технических «эффектов»	Открытие и (или) новое применение научно-технического эффекта
Уровень новизны	Наибольшие параметрические изменения	Оригинальные функционально-структурные решения	«Сильные» изобретения системным сверхэффектом	Выдающиеся изобретения со сверхэффектом существенного изменения окружающей среды	Крупнейшие изобретения со сверхэффектом кардинального изменения цивилизации
Класс задачи	Задачи без противоречий	Стандартные задачи	Нестандартные задачи	Прорыв стереотипов	Уникальные системы
Пример	Увеличение ширины захвата агрегата	Увеличение скорости (улучшение подвески)	Создание двигателя внутреннего сгорания	Создание лазера, компьютера	Создание атомной бомбы, нанотехнологий

6.2. Мышление прорыва в инженерном творчестве

Крупный специалист в области искусственного интеллекта, профессор, доктор технических наук, пятикратный чемпион мира по шахматам М. Ботвинник говорил, что разница между животным и человеком заключается в умении человека выделять главное [24]. На таком подходе формируются основные принципы *Мышления прорыва* как пути преодоления объективных противоречий между знаниями, потребностями, решениями и результатами их применения.

Семь принципов *Мышления прорыва*:

1. *Принцип уникальности.*

Каждая проблема по-своему уникальна и может потребовать уникального решения.

2. *Принцип целенаправленности.*

Сосредоточение на способствующих помочь, отбросив несущественные аспекты проблемы, целях и их расширении.

3. Принцип опоры на конечное решение.

Ориентация на будущее целевое решение дает направление для выработки решений ближайших перспектив и встраивание их в решение более крупных задач, в дерево целей-задач;

4. Принцип системности.

Каждая проблема есть часть более крупной системы проблем, поэтому решение одной проблемы неизбежно влечет за собой появление следующей. Четкое представление о структуре решения и составляющих ее элементах и измерениях (оценках) обеспечивает его работоспособность и реализуемость. В качестве примера здесь можно привести такой важнейший для человечества вопрос, как применение различных способов обработки почв и их взаимосвязь с водной и ветровой эрозией этих почв.

5. Принцип ограниченности сбора информации.

Накопление избыточного количества данных сделает из вас эксперта в области рассматриваемой проблемы, но может помешать обнаружить ряд ценных альтернатив решения. Наиболее полно этот принцип можно выразить известным выражением: «На всякого мудреца довольно простоты».

6. Принцип работы с людьми.

Необходимо постоянно подключать к процессу выработки решения тех, кто будет его реализовывать и непосредственно исползовать. При этом не следует забывать известное выражение Ж. Ростана: «Наука сделала нас богами раньше, чем мы научились быть людьми» [5]. Поэтому при воплощении этого принципа в жизнь необходимо в полной мере пользоваться полученными во время обучения знаниями в области гуманитарных наук, и в первую очередь – в области психологии человеческих отношений.

7. Принцип непрерывности и своевременности усовершенствований, инноваций.

Сохранение жизнеспособности решения – заключение в него программы жизнеспособности реализации нововведений.

6.3. Задача улучшения известного технического объекта

Рассмотрим методику постановки самого широкого класса задач проектирования, когда требуется улучшить известный технический объект, называемый прототипом, внося в него определенные измене-

ния. При этом нельзя недооценивать возможную большую экономическую эффективность подобного рода задач. Так, перевод подвижного железнодорожного состава с установленных на осях колес подшипников скольжения на подшипники качения сокращает на 10–12 % расход топлива или электроэнергии на тягу поездов [25].

Эта методика не охватывает такие классы задач, как:

- поиск новых потребностей и формулировка новых функций ТО;
- разработка принципиально новых технических решений, не имеющих прототипов;
- поиск новых технических решений как задача математического программирования.

При решении подобного рода задач [6] делается несколько приближений к искомому на основании полученных результатов. На первом этапе выполняется 5 операций, после чего предпринимаются попытки решения задачи естественным способом «проб и ошибок». На втором этапе выполняются операции 6–12 с последующими попытками решения задачи.

Операция 1. Описание проблемной ситуации. Эта операция представляет собой самую предварительную краткую формулировку задачи, в которой должны содержаться ответы на следующие вопросы:

- В чем состоит затруднение или проблемная ситуация и какова ее предыстория?
- Что требуется сделать для устранения проблемной ситуации, т. е. какую потребность нужно удовлетворить?
- Что мешает устранению проблемной ситуации или достижению цели?
- Что дает решение задачи для людей, предприятия, отрасли и т. д.?

Операция 2. Описание функции (назначения) ТО. Описание содержит четкую и краткую характеристику технического средства, с помощью которого можно удовлетворить возникшую потребность. При этом рекомендуется давать сначала качественное, а затем количественное описание функции, которую требуется реализовать с помощью разрабатываемого ТО.

Примеры такого описания функций, в том числе для системы пневмотранспорта, приведены в табл. 6.3, где описание функций дано в виде отдельных компонентов (действие, объект, условия).

(Обратите внимание, что строки таблицы читаются как одно предложение.)

Операция 3. Выбор прототипа и составление списка требований. В описании проблемной ситуации часто указывают прототип, который требуется усовершенствовать. Этот исходный прототип обычно приходится брать за основу при поиске улучшенного решения.

Таблица 6.3

Примеры описания функции

Наименование ТО	Описание функции		
	Действие	Объект	Условия
1. Пневмо-транспорт внутри цеха	Транспортирует	Крупные заготовки	Между складом и рабочими местами
	Транспортирует	Крупные заготовки с габаритными размерами 420×275×350 мм	Между складом и рабочими местами на расстояние до 60 м
2. Бытовая электроплитка	Нагревает	Емкость с жидкостью	До кипения
	Нагревает	Емкость с водой объемом до 5 л	До кипения за время не более 20 минут
3. Амперметр	Измеряет	Силу электрического тока	–
	Измеряет	Силу постоянного тока	В диапазоне 6–9 А с точностью до 0,1 %
4. Подшипник	Снижает	Вращающий момент колеса	–
	Снижает	Вращающий момент колеса	До 2,9 Н·м при радиальной нагрузке 7848 Н и частоте вращения 130 с ⁻¹

Кроме этого рекомендуется выбрать еще один-два дополнительных прототипа, имеющих определенные достоинства по сравнению с исходными. При этом в качестве прототипов в первую очередь должны использоваться существующие ТО, выполненные на уровне лучших мировых образцов, и аналогичные технические решения в ведущем классе ТО. Ведущий класс ТО, по сравнению с рассматриваемым, имеет близкую функцию и более высокий уровень

характеристик. Например, для автомобилестроения ведущим классом может быть авиация, так как соотношение выполняемой полезной работы (перемещение груза заданной массы на заданное расстояние) и массы конструкции ТО, или показатели надежности в авиации значительно выше.

При выборе дополнительных прототипов рекомендуется использовать словари технических функций, международную классификацию изобретений (МКИ), патентные описания за последние 5–10 лет (как по рассматриваемому, так и по функционально близким классам ТО), каталоги выставок и т. д. Дополнительно может быть также использована прямая мозговая атака (этот метод будет рассмотрен в разделе 6.4).

Список основных требований к прототипу составляют в зависимости от уровня его описания в виде списка требований к принципу действия или техническому решению. (Рекомендации по составлению таких списков будут изложены в разделе 6.6.) Количественное описание функции ТО вместе со списком основных требований представляет собой техническое задание на разработку нового поколения ТО.

Иногда при выборе прототипа удается найти подходящее решение и тем самым снять проблемную ситуацию. В этом случае при дефиците времени и ресурсов можно прекратить решение задачи поиска улучшенного технического решения. Однако при наличии времени почти всегда имеет смысл и есть возможность улучшить выявленное решение и тем самым отодвинуть время возникновения новой проблемной ситуации.

Операция 4. Составление списка недостатков прототипа.

При выполнении этой операции необходимо стремиться выявить все недостатки прототипа, которые могут быть устранены в новом объекте, т. е. для каждого прототипа следует указать:

- критерии развития технического объекта;
- показатели, не соответствующие сформулированной функции;
- факторы, снижающие эффективность или затрудняющие использование прототипа;
- показатели, которые желательно улучшить.

Для каждого критерия, показателя и фактора следует дать по возможности количественную оценку с перспективой на будущее.

При составлении списка недостатков целесообразно изучить конструктивную эволюцию рассматриваемых ТО для более обоснованного выбора критериев развития и использовать метод обратной мозговой атаки. Полученный список недостатков необходимо упорядочить по степени важности и выделить те, устранение которых считают главными целями решения задачи.

При выполнении этой операции рекомендуется использовать (а также самим составлять и развивать) существующие проблемно-ориентированные и объективно(предметно)-ориентированные списки недостатков.

Операция 5. Предварительная формулировка задачи. Кратко обобщаются результаты, полученные при выполнении операций 1–4. При этом задача традиционно содержит две части: «дано» и «требуется». Такое обобщение дает комплексное и легко обозримое представление о задаче, что способствует продуктивной работе. Дано:

а) качественное или количественное (в зависимости от характера задачи) описание функции и ограничений, накладываемых на ее реализацию;

б) перечень и описание возможных прототипов и списки требований к ним;

в) списки недостатков прототипов.

Требуется: в процессе решения задачи так изменить прототип, т. е. найти такое новое техническое решение, которое бы реализовало интересующую функцию и не имело (или имело меньше) присущих прототипу недостатков.

Операция 6. Анализ функций прототипа и построение улучшенной конструктивной функциональной структуры. Анализ функций прототипа и построение его конструктивной ФС выполняется в соответствии с рекомендациями, частично рассмотренными в предыдущих разделах.

После этого проводят корректировку (улучшение) ФС, для чего необходимо ответить на вопросы:

- Какие можно ввести новые функциональные элементы, обеспечивающие устранение недостатков прототипа или существенное повышение эффективности и качества ТО? (Дают названия таким элементам и описывают их функции);

- Какие можно исключить элементы для устранения недостатков прототипа или повышения эффективности и качества ТО?

- Какие элементы целесообразно исключить путем передачи их функций другим элементам?

- Для каких элементов, имеющих несколько функций, целесообразно разделение последних и введение вместо одного элемента два или более? (Дают названия новым элементам и описывают их функции.)

После ответа на перечисленные вопросы строят улучшенную конструктивную ФС. При этом возможны ситуации, когда не удастся изменить ФС прототипа или появляется несколько альтернативных улучшенных ФС.

Операция 7. Анализ функций вышестоящей по иерархии системы. Почти всегда рассматриваемый ТО можно представить как элемент в другой, более сложной технической системе (например, деталь в узле, узел в машине, машина в технологической линии цеха и т. д.).

Для анализа функций такой системы необходимо:

- 1) выделить вышестоящую по иерархии систему, в которой в качестве отдельных элементов (подсистем) выступают рассматриваемый ТО и другие смежные с ним объекты (другие ТО, окружающая среда, человек и т. д.).

- 2) описать функции всех элементов, входящих в выделенную систему, и построить конструктивную ФС;

- 3) выяснить возможность удовлетворения потребности:

- можно ли выполнить функцию рассматриваемого ТО путем внесения изменений в смежные объекты?

- нельзя ли какому-либо смежному объекту частично или полностью передать выполнение функции рассматриваемого ТО?

- что мешает внесению необходимых изменений и нельзя ли устранить мешающие факторы?

- 4) сформулировать (по аналогии с операцией 5) задачу внесения изменений в смежные объекты. Провести технико-экономическое сравнение первоначальной постановки задачи по операции 5 с задачей внесения изменения в смежные объекты. Если последняя более эффективна, то следует проработать ее по операциям 1–6.

Операция 8. Выявление причин возникновения недостатков. Проводятся более углубленный анализ и изучение задачи для выявления причин возникновения недостатков в прототипе, сформулированных при выполнении операции 4.

Следует сопоставить каждый недостаток и причину его возникновения и попытаться ответить на вопрос: можно ли полностью или частично избавиться от недостатка, исключив причину его возникновения?

Операция 9. Выявление и анализ противоречий развития. Улучшение многих ТО связано с преодолением так называемых *противоречий развития*, которые могут иметь место. Типичны ситуации, когда улучшение какого-либо желаемого показателя ТО приводит к существенному ухудшению одного или нескольких других важных показателей (например, увеличение грузоподъемности моста приводит к увеличению расхода материалов; снижение помех от деформации антенны радиотелескопа приводит к резкому повышению стоимости антенны).

При выявлении и анализе противоречий развития выполняют следующие процедуры:

1. Из списка недостатков прототипа, выявленных в операции 4, выбирают связанные с улучшением количественных показателей, и в первую очередь относящиеся к критериям развития ТО;

2. При рассмотрении каждого такого показателя отвечают на вопросы:

- Какой показатель ТО существенно ухудшается при улучшении рассматриваемого показателя?

- Какие факторы (константы, стандарты и т. д.) ограничивают улучшение желаемого показателя?

3. Строят качественный или количественный график зависимости ухудшаемого показателя от улучшаемого.

При выполнении пункта 3 списка рекомендуется использовать программы и системы математического моделирования ТО.

Операция 10. Уточнение списка прототипов и формирование идеального технического решения. Выявление и анализ недостатков прототипа (операции 4, 8, 9), анализ функций прототипа и вышестоящей системы (операции 6, 7) значительно расширяют представление о задаче и требованиях к прототипу. В связи с этим целесообразно еще раз вернуться к выбору наиболее подходящего прототипа для разработки улучшенного ТО и использовать рекомендации, данные в операциях 3, 6, 7.

Все новые технические решения можно разделить на две группы: *прогрессивные* и *тупиковые*, уходящие в сторону. При

создании нового объекта задача заключается не в поиске новых, улучшенных технических решений вообще, а в поиске прогрессивных решений, лежащих на главной магистрали развития технических объектов, ведущей к *идеальному техническому решению (ИТР)*, сущность которого раскрыта в разделе 8.

Операция 11. Улучшение других показателей ТО. При разработке новой модели или нового поколения ТО их стремятся сделать такими, чтобы не только были устранены главные видимые недостатки, определенные в операции 4, но и приобретены значительные преимущества перед существующими образцами по комплексу всех важных показателей. Поэтому по отношению к выбранным в операции 10 прототипам рекомендуется провести анализ и ответить на вопросы:

- Какие еще можно устранить недостатки в прототипе?
- Какие показатели могут быть дополнительно улучшены и насколько?
- При ответе на эти вопросы следует рассмотреть возможности улучшения средств выполнения функций, сформулированных в операциях 6, 7; устранения недостатков, выявленных в операциях 8, 9; приближения к ИТР.

При выполнении этой операции следует также учесть рекомендации, указанные в операции 4. Кроме того, полезно использовать существующие (а также самим составлять и развивать) проблемно-и объективно-ориентированные списки критериев развития ТО, параметров и требований к ТО.

Операция 12. Уточненная постановка задачи. По форме она излагается, как и предварительная постановка задачи (в операции 5). При этом к исходным данным относятся:

- качественное и количественное описание функции ТО;
- перечень и краткое описание прототипов, к которым могут быть отнесены улучшенные функциональные структуры и ИТР; списки основных требований к прототипам;
- списки главных недостатков прототипов с указанием неочевидных причин возникновения недостатков;
- списки дополнительных недостатков и показателей, которые желательно улучшить;
- формулировка противоречий развития прототипов.

6.4. Методы мозговой атаки

Известно, что критика или даже ее боязнь служит помехой творческому мышлению. Разумеется, любая новая идея может оказаться неверной. Если автор боится критики, которая может быть вызвана тем, что идея его плоха, то он не захочет высказывать непроверенные мысли. В этом случае многие потенциально хорошие идеи (или мысли, которые могут вызвать эти идеи у других) оказываются потерянными. Чтобы устранить препятствия, вызываемые боязнью критики при генерировании идей, был разработан так называемый метод мозгового штурма [15]. (Его иногда называют также мозговой атакой.) Этот метод нельзя рассматривать как универсальное средство, и с ним связаны определенные успехи и неудачи. Для эффективного применения метода мозгового штурма необходимо представлять себе его возможности и знать, как и когда его целесообразно применять. Только при таких условиях он может служить мощным средством генерирования идей.

Мозговой штурм представляет собой метод получения новых идей путем творческого сотрудничества отдельных членов организованной группы. Возникновение термина связано с тем, что группа как единый мозг штурмует творческие решения рассматриваемых проблем. Это необходимо делать энергично, причем все члены группы должны сосредоточивать свое внимание на одном и том же вопросе. Данный метод изобрел А. Осборн, заместитель ректора университета в Буффало и основатель Института творческих методов обучения. Во время Второй мировой войны морской офицер А. Осборн был капитаном небольшого транспортного судна. Однажды судно под его командованием везло груз в Европу и оказалось без надежной охраны и прикрытия. В это время была получена радиограмма о скором нападении немецких подводных лодок. Капитан собрал всех на палубе, сообщил о готовящемся нападении и попросил каждого подумать и высказать свои соображения по поводу того, что необходимо сделать, чтобы предотвратить гибель судна, которое не имело эффективных средств защиты. Один из матросов сказал, что нужно всей команде встать вдоль борта, к которому будет приближаться торпеда, дружно дуть на торпеду и «отдуть» ее в сторону.

В этот раз встреча с подводными лодками не была роковой. Однако высказанная матросом смешная, абсурдная идея оказалась плодотворной. Когда судно вернулось на свою базу, А. Осборн по разработанным в пути эскизам изготовил вентилятор, создающий мощный направленный поток воды, и этим вентилятором в одном из рейсов действительно «отдул» торпеду от борта.

Так у А. Осборна родилась идея создания метода коллективного поиска идей для устранения затруднительных ситуаций. После войны он разработал метод мозговой атаки и создал свою школу подготовки изобретателей и рационализаторов. Всем этот метод хорошо знаком по телевизионной передаче «Что? Где? Когда?».

Методы мозгового штурма, или мозговой атаки (МА), основываются на следующем психологическом эффекте. Если собрать группу в 5–8 человек и каждому предложить независимо и индивидуально высказывать идеи и предложения по решению поставленной проектной (изобретательской) задачи, то в сумме можно получить N идей. Если предложить этой группе коллективно высказывать идеи по этой же задаче, то получится N^k идей. При этом оказывается, что N^k намного больше N .

Во время сеанса МА происходит как бы цепная реакция идей, приводящая к интеллектуальному взрыву. В одном из американских руководств по методу МА говорится: «Девяносто девять процентов ваших конструктивных идей возникает подобно электрической искре при “контакте” с мыслями других людей».

Изучение методов МА не требует специальной подготовки, и они осваиваются легко и быстро как студентами, так и опытными проектантами. И еще одно достоинство МА – универсальность метода и весьма широкая область его применения.

Мозговую атаку целесообразно использовать:

- при решении изобретательских и рационализаторских задач в самых разных областях техники;
- при постановках задачи, различающихся по форме, детальности и глубине проработки;
- на многих этапах решения творческой задачи и на различных стадиях разработки и проектирования изделий;
- в сочетании с другими эвристическими методами.

Удивительная универсальность методов МА позволяет с их помощью рассматривать почти любую проблему или затруднение в сфере человеческой деятельности. Это могут быть задачи из области организации производства, сферы обслуживания, бизнеса,

экономики, социологии, уголовного розыска, военных операций и т. д., если они достаточно просто и ясно сформулированы.

Приглашать на совещание (сеанс МА) желательно за два-три дня с изложением сути задачи, чтобы участники могли подумать и настроиться. Иногда бывает целесообразно заранее сообщить постановку задачи только части участников.

Полная продолжительность совещания (сеанса МА) составляет 1,5–2 ч. Совещание имеет следующий порядок проведения (укажем затраты времени на отдельные мероприятия):

- 1) представление участников совещания друг другу и ознакомление их с правилами проведения сеанса МА (5–10 мин);
- 2) постановка задачи ведущим с ответами на вопросы (10–15 мин);
- 3) проведение МА (20–30 мин);
- 4) перерыв (10 мин);
- 5) составление отредактированного списка идей (30–45 мин).

Помещение должно быть по возможности нейтральное (не кабинет руководителя) и не шумное. Лучше всего сидеть за круглым или П-образным столом, чтобы все друг друга видели.

Весьма повышают эффективность следующие мероприятия по психологической настройке и психоэвристическому стимулированию:

- показ перед МА короткометражного фильма, заставляющего забыть заботы дня, или фильма, актуализирующего постановку задачи;
- включение негромкой фоновой музыки во время сеанса МА;
- показ натурального образца, макета или эскиза объекта, который требуется улучшить;
- показ на экране аналогичных объектов, случайно выбранных предметов или слов (существительных и глаголов);
- угощение чаем или кофе;
- объявление перед сеансом о гонораре, вручаемом сразу после окончания совещания (это могут быть интересные сувениры, билеты в сауну, лотерейные билеты или деньги и т. п.).

Метод прямой мозговой атаки

Формулировка задачи. Постановка задачи перед творческой группой – участниками МА – может иметь самую различную форму и содержание, однако в ней должны быть четко сформулированы два момента: что в итоге мы желаем получить и что мешает получению желаемого результата.

Задачу может сформулировать внешний заказчик, руководитель творческой группы или ее член. Важно одно – чтобы перед сеансом МА имелась достаточно исчерпывающая четкая постановка задачи, желательно в документальном виде. Она должна также быть краткой.

Постановка задачи может быть дана в виде описания проблемной ситуации (см. операцию 1 в разделе 6.3). Иногда имеет смысл более детально изложить постановку, когда описание проблемной ситуации дополняют предварительной формулировкой задачи в соответствии с операцией 5 (раздел 6.3).

Главное содержание постановки задачи (операция 1, раздел 6.3) содержится в ответах на вопросы 1 и 2. Ответы на вопрос 4 и частично – на вопрос 1 должны стимулировать и вдохновлять членов творческой группы на активную деятельность, чтобы предлагаемая задача стала для них главной, которую необходимо неотложно решить.

Если формулировка задачи содержит очень специальные и малопонятные термины для специалистов из смежных или других областей, то необходимо сделать вторую редакцию без специальных терминов.

Формирование творческой группы. Наиболее эффективное количество участников в творческой группе для проведения сеанса МА – 5–12 человек, хотя допустимо и меньшее (до трех) и большее число участников.

Как правило, творческие группы состоят из двух подгрупп: постоянное ядро группы и временные члены. *Постоянное ядро группы* постепенно отбирается при решении различных задач методом МА. В него входят руководитель группы и сотрудники, легко и плодотворно генерирующие идеи, а также хорошо знающие и соблюдающие правила сеанса МА. *Временные члены* приглашаются в зависимости от характера и содержания предстоящей задачи. В творческую группу никогда не включаются прирожденные скептики и критиканы. В формировании группы необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- число специалистов по решаемой задаче должно составлять не более половины общей численности группы;

- целесообразно включать специалистов-смежников (конструкторы, технологи, экономисты, снабженцы и т. д.), которые обеспечивают комплексное и всестороннее рассмотрение задачи;

- желательно включать женщин, которые весьма практично и оригинально мыслят, стимулируют и повышают дух соревнования среди мужчин;

– приглашать людей со стороны.

При проведении мозговой атаки придерживаются следующих правил:

- стремятся высказывать максимальное число идей;
- запрещена всякая критика и осуждения;
- стремятся развивать и улучшать высказанные ранее идеи;
- создание дружественной и демократичной атмосферы;
- рекомендуется, чтобы члены группы не были лично заинтересованы в рассматриваемой задаче и не состояли в близких отношениях.

Настоящий сеанс МА – это особое психологическое состояние людей, когда мыслительный процесс протекает без волевых усилий и принимается во внимание «все, что придет в голову». Именно такое состояние оказывается наиболее продуктивным, поскольку позволяет в наибольшей мере использовать подсознание человека – самый мощный аппарат творческого мышления.

Обязанности ведущего (руководителя) в сеансе мозговой атаки.

Успех и результативность мозговой атаки в очень большой мере зависят от председателя совещания (ведущего), который осуществляет оперативное управление сеансом. Чаще всего им бывает руководитель творческой группы. Ведущий должен руководствоваться правилами для участников сеанса мозговой атаки и поддерживать непринужденную обстановку. Кроме того, на него возлагаются следующие обязанности:

1. Если в творческой группе есть новички, ведущий в самом начале представляет всех участников, давая каждому короткую лестную характеристику. Далее излагает правила для участников сеанса мозговой атаки.

2. Ведущий четко и эмоционально излагает формулировку задачи как в специальном, так и в общедоступном варианте. При этом заставляет участников воспринимать задачу как свою главную проблему, усиливая постановку, например, такими замечаниями: «Представьте себя на месте того-то», «Что бы вы сделали, если бы сами отвечали за это дело?».

3. Ведущий должен уметь обеспечить соблюдение участниками всех правил проведения мозговой атаки, не пользуясь при этом приказами и критическими замечаниями. Его роль подобна функциям судьи на футбольном поле.

4. Руководитель группы должен обеспечивать непрерывность высказывания идей, заполнять паузу поощрительными репликами. Например: «В свое время предлагалось то-то (можно использовать

протоколы предыдущих мозговых атак для аналогичных задач)», «Давайте три минуты будем высказывать только непрактические и фантастические идеи», «А что думаете по этому поводу вы, Николай Владимирович?», «Каким будет решение задачи, если убрать такое-то ограничение?», «У нас уже 25 идей, давайте дотянем до 27».

5. Ведущий следит, чтобы обсуждение не шло в слишком узком и практическом направлении, своими идеями или репликами он должен расширять сферу поиска.

6. Руководитель следит за регламентом работы. Говорит, сколько времени осталось до конца сеанса. Тактично останавливает участника, который высказывает свою идею более полминуты, интенсифицирует работу последних минут, например, такими восклицаниями: «Неужели ничего не найдем в последние три минуты?!», «Неужели не забьем гол в последнюю минуту?!».

Поскольку мозговая атака – это интенсивный, быстро протекающий творческий процесс, то не может быть единой постоянной схемы проведения сеанса. Каждый ведущий должен искать свои, индивидуальные пути повышения результативности. Например, создатель метода А. Осборн (как бывший моряк) во время сеанса употреблял крепкие соленые выражения.

Запись и оформление результатов МА. Фиксирование идей, высказываемых во время сеанса МА, производится одним из трех способов:

- 1) среди участников имеется стенографист (можно вести записи и иным способом);
- 2) с помощью диктофона;
- 3) каждый участник после высказывания записывает свою идею.

После сеанса проводится быстрое коллективное редактирование полученного списка идей с *полукритическим* отношением. При этом участники МА быстро отбрасывают наименее приемлемые и абсурдные идеи. Они могут также усилить и конкретизировать высказанные идеи и дополнить список новыми, возникшими во время редактирования. Все полученные идеи желательно разделить на три группы: наиболее приемлемые и легко реализуемые для решаемой задачи; наиболее эффективные и перспективные; прочие.

Отредактированный и оформленный список передается заинтересованным лицам для дальнейшей, более детальной оценки и проработки с точки зрения патентования и использования в проектно-конструкторской деятельности.

После принятия решения об оформлении отдельных идей (в виде технических предложений для проектирования, заявок на изобретения и т. д.) уточняется и определяется список авторов с руководителем, а затем согласуется со всей творческой группой участников сеанса МА.

Двойная прямая мозговая атака. Суть ее заключается в том, что после проведения прямой МА делается перерыв от двух часов до двух-трех дней и еще раз повторяется прямая МА.

В основе *обратной мозговой атаки* лежит закон прогрессивной конструктивной эволюции ТО (см. п. 4.1.5). По этому закону, *переход к новым образцам техники происходит через выявление и устранение дефектов (недостатков) в существующем поколении ТО при наличии необходимого научно-технического потенциала*. И в процессе создания любого нового значительно улучшенного технического объекта решаются две задачи:

1) выявление в существующих технических объектах максимального числа недостатков;

2) устранение этих недостатков во вновь разрабатываемом объекте.

Первая задача относится к постановке изобретательских и проектно-конструкторских задач, вторая – к синтезу нового технического решения. Первая задача оказывается не менее сложной, поскольку необходимо выявить полный список недостатков, которые можно разделить на две части:

– недостатки, обнаруженные при изготовлении, эксплуатации, ремонте и утилизации выпускаемых технических объектов;

– недостатки, которые возникнут в обозримом будущем у разрабатываемого объекта.

Таким образом, методы решения первой задачи должны обеспечивать не только выявление всех известных недостатков, но и прогнозировать все будущие.

Гипотетически существует некоторый идеальный полный список недостатков, каждый из которых может быть устранен или учтен в новом объекте, в результате чего новое устройство будет реализовывать максимально возможный скачок существующего научно-технического уровня. Поэтому наилучшее решение первой творческой задачи соответствует наибольшему приближению к такому идеальному списку недостатков, т. е. полный список недостатков (независимо от причины их возникновения) должен

отражать все возможные отклонения действительно существующего положения от желаемого.

Метод обратной мозговой атаки ориентирован на решение первой творческой задачи, т. е. цель заключается в составлении наиболее полного списка недостатков рассматриваемого объекта, на который обрушивается ничем не ограниченная критика. Объектом обратной МА может быть конкретное изделие или его узел, технологический процесс или его операция, сфера обслуживания и т. д.

Обратная МА может быть использована, например, при решении следующих вопросов и задач:

- уточнение постановки изобретательских и рационализаторских задач;
- разработка технического задания или технического предложения;
- экспертиза проектно-конструкторской документации на любой стадии разработки (техническое задание, техническое предложение, эскизный, технический или рабочий проект, экспериментальный или опытный образец);
- оценка эффективности закупаемых изделий.

Формулировка задачи для обратной мозговой атаки должна содержать краткие и достаточно исчерпывающие ответы на следующие вопросы:

- Что представляет собой объект, который требуется улучшить?
- Какие известны недостатки объекта, связанные с его изготовлением, эксплуатацией, ремонтом и т. д.?
- Что требуется получить в результате мозговой атаки?
- На что нужно обратить особое внимание?

Ответ на первый вопрос желательно сопроводить наглядным эскизом, слайдами, кинофильмом, показом макета и натурального образца («лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать»). Наиболее полно и объективно информация по второму вопросу может быть собрана у изготовителей, пользователей, наладчиков и ремонтников.

В третьем вопросе мозговая атака должна дать максимально полный список недостатков и дефектов у рассматриваемого объекта. Во время сеанса участники должны угадать все будущие недостатки – на 10–20 лет вперед, чтобы полученный полный список обеспечивал наиболее длительную конкурентоспособность созданного объекта. По четвертому вопросу нужно указать, какого рода недостатки и дефекты особенно нетерпимы (например, прочность

определенных деталей, надежность работы системы, экономия жидкого топлива, охрана окружающей водной среды и т. п.).

Формирование творческой группы. Здесь остаются в силе рекомендации, данные при описании прямой мозговой атаки, кроме одного: в творческую группу необходимо включить технологов, наладчиков, ремонтников, эксплуатационников, работников по сбыту и продаже.

Правила для участников сеанса обратной мозговой атаки также совпадают с правилами проведения прямой МА.

Обязанности ведущего (руководителя) в сеансе обратной МА совпадают с обязанностями ведущего при прямой МА. Для обеспечения непрерывности высказывания идей и полноты формируемого списка недостатков ведущему рекомендуется использовать следующий список вопросов:

- У каких параметров объекта или его элемента ожидаются отклонения от нормы?
- Какие ожидаются трудности изготовления, сборки, контроля изделия или его отдельных узлов?
- Какие могут возникнуть затруднения с материалами и комплектующими деталями и узлами в настоящее время и через 10–20 лет?
- Какие ожидаются трудности энергоснабжения в данное время и через 10–20 лет?
- Какие могут возникнуть неудобства в обслуживании или ошибки оператора?
- Могут ли возникнуть опасные моменты для пользователей и обслуживающего персонала?
- Какие возможны трудности доставки и транспортирования в настоящее время и через 10–20 лет?

Организация проведения обратной и прямой МА не имеет различий. Для стимулирования мышления на экране показывают отдельные предложения из межотраслевого, проблемно- и объектно-ориентированных списков недостатков изделий и списков их параметров.

Запись и оформление результатов. Этот этап также проводится аналогично. В дополнение выполняется классификация недостатков по родственным группам. Могут быть выделены, например, следующие группы: основные функциональные требования, производство, сбыт, эксплуатация, защита окружающей среды.

Проводится ранжирование недостатков – от самых больших (главных) до малых (второстепенных). Это можно выполнить

также путем отнесения каждого недостатка к главным, средним или второстепенным.

Изложенные методы прямой и обратной МА могут быть совместно использованы в различных комбинациях.

6.5. Синектика

Синектический подход к генерированию идей разработан У. Гордоном (США) и напоминает мозговой штурм в том отношении, что также основан на усилиях группы, направленных на получение возможных решений предложенной задачи [15].

Отличие состоит в том, что первоначально рассматривается лишь небольшое число идей (две-три), которые затем анализируются детально. В процессе обсуждения основную роль играет руководитель.

Синектический метод реализуется следующим образом.

Вначале группе, состоящей из руководителя, 5–10 членов и стенографистки, подробно объясняется проблема или задание, причем объяснение повторяется до тех пор, пока все не поймут задачу до конца. Руководитель начинает сеанс с выбора методики работы. Это может быть вживание в роль, исследование некоторых второстепенных деталей проблемы или рассмотрение аналогичной ситуации, которая не обязательно должна иметь непосредственное отношение к предложенной проблеме. Когда кто-либо из членов группы высказывает интересную идею, которая может оказаться полезной, руководитель стремится направить обсуждение на развитие, а иногда и на анализ этой идеи.

Синектический метод, к примеру, применялся NASA при разработке инструментов для работы в космическом пространстве, и в частности, при проектировании устройств для сверления отверстий в орбитальной платформе, которые уже использовались космонавтами. Руководитель группы может рассмотреть, например, такие, связанные с созданием этих устройств, вопросы, как потребность в портативных источниках энергии, смазка при исключительно низких температурах, потребность в устройствах с нулевой реактивной силой и хранение инструмента. Он может применить метод аналогий и, подвесив к потолку на нитке кусок пенопласта, попытаться просверлить в нем отверстие с помощью электродрели, не придерживая пенопласт

свободной рукой. Разумеется, при прикосновении электродрели пенопласт начнет раскачиваться, и отверстие сделать не удастся. Такая наглядная демонстрация обычно производит сильное впечатление на любого наблюдателя. Затем группа получает задание предложить способы получения отверстий в пенопласте, и рано или поздно кто-либо предлагает прожечь отверстие горячей сигаретой. После этого руководитель начинает обсуждать с группой получение более детального описания устройства, позволяющего достичь той же цели в космическом пространстве. В общем случае этот метод опирается на тот факт, что умственная деятельность более продуктивна в новой или незнакомой обстановке.

6.6. Контрольные перечни

Цель метода – дать проектантам сведения о требованиях, которые были признаны релевантными в аналогичных ситуациях [15].

В настоящее время контрольные перечни – самое простое и приносящее непосредственную пользу средство решения технических задач. Они составляются исходя из предположения, что требования, которые не были учтены ранее, не будут учтены и впоследствии. Как правило, так и получается, когда новые специалисты начинают работать над обычными проектными проблемами. Так же бывает и в тех случаях, когда повышается уровень требований к комфортности, надежности, простоте обслуживания и т. д., возникают вопросы, и разработчики нуждаются в помощи, чтобы выявить новый уровень требований. Приведенный ниже пример относится именно к последнему случаю.

Метод контрольных перечней включает следующий план действий:

- 1) подготовка перечня вопросов, которые были признаны важными в одной или нескольких аналогичных ситуациях;
- 2) определение круга вопросов применительно к проекту, подлежащему оценке.

Пример. Перечень вопросов, на которые надо ответить при проверке качества и надежности конструкции деталей авиационных двигателей.

1. Оценка конструкции. Цель введения нового устройства.

- Это новая проблема?
- Имеется ли устройство, которое можно использовать в существующем виде или с соответствующей модификацией?

- Каковы существующие официальные нормативы?
- Имеется ли полезная релевантная информация конкурирующих фирм?
 - Не является ли это просто усовершенствованием существующего устройства?
 - Каковы в этом случае новые требования?
 - Не следует ли воспользоваться этой возможностью для введения также других изменений?
 - Если предлагается модифицировать существующее устройство, то каковы новые условия эксплуатации по сравнению с теми, для которых оно было первоначально создано?

2. Консультации по специальным проблемам.

- Обсуждались ли специальные аспекты проблемы с авиаконструктором, инженерами по прочности, специалистами по системам обслуживания, по инженерным программам снижения стоимости изделий, по аэродинамике, надежности, проектированию оснастки, по безопасности (для управляемых, снарядов) и т. д.?
- Передана ли вся релевантная информация экспертам?
- Может ли что-то быть неправильно понято?
- Правильно ли поняты советы экспертов?

Конструктор несет окончательную ответственность и должен как можно тщательнее проверить всю информацию.

3. Соответствие официальным стандартам и фирменным нормам.

- Соответствует ли проект официальным стандартам и фирменным нормам и т. д.?
- Имеются ли другие проектные требования?

4. Напряжения.

- Каковы основные механические напряжения в конструкции?
- Имеются ли в соединениях консольные детали, способные вызвать вибрацию?
 - Будет ли тепловое расширение вызывать напряжения?
 - Учтены ли временные напряжения, возникающие в результате увеличения температуры?
 - Если конструкция разрушится, то в каком месте?

5. Изготовление деталей.

- Какова технология производства деталей?
- Можно ли ее упростить?

- Может ли использоваться имеющаяся оснастка?
- Оправдано ли применение деталей, трудно поддающихся механической обработке, или использование дорогостоящих материалов?
- Можно ли применить полностью управляемую автоматами сварку?

6. Сборка.

- Стыкуются ли детали?
- Возможно ли неправильное соединение трубопроводов?
- Возможна ли неправильная установка односторонних клапанов?
- Можно ли путем контроля проверить правильность и точность сборки? Например, если опорный подшипник установлен неправильно, можно ли обнаружить это визуально без его демонтажа?
- Предусмотрены ли там, где это необходимо, специальные инструкции?

7. Демонтаж.

- Предусмотрены ли простые экстракторы?
- Учтено ли влияние коррозии и нагара?
- Не вызовет ли затруднений заедание резьбы и т. п.?
- Не возникнет ли авария из-за деформации или износа?
- Можно ли выполнить частичный или полный осмотр и ремонт данного узла без демонтажа других узлов и без риска уронить в них детали или инструменты?

8. Обслуживание и ремонт.

- Будет ли обеспечен доступ к узлу после его монтажа?
- Не требуется ли подъемное приспособление и предусмотрены ли для него места доступа?
- Можно ли заменить узел без регулировки или без стендовых испытаний?
- Учтена ли возможность ношения оператором арктической одежды и толстых перчаток?
- Достаточно ли прочен узел, чтобы механик мог опереться на него ногой или рукой?
- Не может ли слабое крепление обтекателя быть лишь по видимости прочным?
- Можно ли уменьшить коррозию и износ?
- Нужны ли бароскопические отверстия?

9. Анализ дефектов.

- Может ли небольшой дефект привести к серьезному отказу?
- Не может ли отвернуться гайка или срезаться головка заклепки и попасть во впускное сопло?

- Может ли механизм управления заклинить из-за попадания в него инородного тела?

- Как может система выйти из строя, что на это укажет и каковы будут результаты?

- Может ли система выйти из строя, не создавая опасности для людей?

10. Опасность возгорания.

- Что может загореться?

- Возможна ли утечка масла или топлива?

- Можно ли обнаружить возгорание? Можно ли отключить подачу топлива?

- Имеется ли источник возгорания?

- Повредит ли вынужденная посадка на фюзеляж систему подачи топлива или масла?

11. Зазоры.

- Можно ли увеличить зазоры, не ухудшая качества конструкции?

- Приведут ли накопленные ошибки в допусках и производственные ошибки к отказам?

- Насколько зазор будет уменьшен:

- а) при временном дифференциальном расширении?

- б) нормальных рабочих напряжениях?

- в) высоких гравитационных нагрузках?

12. Коррозия.

- Находятся ли разнородные металлы в контакте друг с другом в условиях влажности?

- Подвергается ли материал коррозии при рабочих напряжениях и температурах?

- Будет ли защитное покрытие разрушаться при эксплуатации или сборке, при использовании гаечных ключей и т. д.?

- Можно ли поврежденные участки исправить во время эксплуатации? Имеются ли карманы, в которых может накапливаться влага?

- Возможно ли интергранулярное проникновение плакировочного слоя при нормальных рабочих температурах или при температурах, возникающих в случае небольших повреждений?

13. Термообработка.

- Учтены ли полностью все условия эксплуатации?

- Не превышает ли температура закалки максимально допустимую температуру?

- Достаточен ли запас прочности, чтобы противостоять местным концентрациям напряжения?

14. Использование стандартного оборудования.

- Имеются ли стандартные спецификации?
- Проведены ли консультации с поставщиком?
- Можно ли использовать оборудование должным образом?
- Хорошо ли читается табличка с инструкцией на оборудовании?
- Возможен ли доступ к оборудованию после его установки?

15. Восстановление и ремонт.

• Можно ли восстановить дорогостоящие детали при их износе или поломке?

- Есть ли место для установки вкладышей с резьбой?
- Можно ли подвергнуть повторной механической обработке дорогостоящие детали, чтобы подогнать их к дешевым деталям с заниженными или завышенными размерами?

16. Человеческий фактор.

- Могут ли инструкции быть неправильно поняты?
- Достаточно ли места для работы?
- Используются ли токсичные материалы?
- Требуются ли специальные навыки?
- Осуществляются ли регулировки достаточно естественным и привычным образом?

17. Специальные электротехнические требования.

• Могут ли ненадежный контакт или помехи, генерируемые одной системой, вызвать опасную активацию другой?

• Когда штекерные соединения разомкнуты, может ли в них накапливаться грязь или влага?

• Достаточно ли хорошо закреплены провода и кабели и защищены ли они от перетирания?

• Не могут ли быть повреждены провода при обслуживании?

• Достаточно ли они защищены от активных жидкостей?

• Требуется ли пайка?

18. Холод на земле или в воздухе.

• Может ли дифференциальное сжатие вызвать блокировку управления, например, топливной системой?

• Не закроет ли лед вентиляционные отверстия?

• Не может ли снег попасть в электрооборудование?

• Достаточно ли размер трубопроводов маслосистемы?

• Не будет ли в каких-нибудь трубопроводах скапливаться вода и превращаться в лед?

• Не может ли лед блокировать систему управления?

19. Материалы.

- Известна ли стоимость материала?
- Легко ли он поддается ковке, литью, холодной обработке, сварке и т. д.?
- Легко ли его приобрести?
- Не стратегический ли это материал?
- Каковы его механические свойства? Какова теплостойкость?
- Каковы антикоррозийные свойства?

20. Сравнение с другими конструкциями.

- Сравнили ли данную конструкцию с существующими видами?
- Легче ли данная конструкция?
- Более ли она надежна?
- Дешевле ли она?

21. Соответствие современным требованиям.

- Проверено ли, не изменились ли проектные требования и условия окружающей среды с того времени, когда началась работа над проектом?
- Не сделал ли отдел эксплуатации какие-либо замечания в последний момент?
- Не появились ли новые информационные материалы?

При составлении перечней могут возникнуть следующие трудности.

Во-первых, время, необходимое на то, чтобы прочесть и обдумать все вопросы в длинном перечне, может значительно превысить общее время, отведенное на проектирование. Составители подобных перечней пытались избежать этого путем сохранения в них только достаточно общих вопросов, оставив на долю проектанта формулирование при необходимости более частных. Второй путь – это составление длинного перечня таким образом, чтобы разработчик мог быстро выбрать вопросы, имеющие отношение к проблеме, над которой он работает. Это можно сделать, снабдив перечень сетевой схемой и указав, какое из многих ее ответвлений имеет отношение к данной проблеме.

Во-вторых, перечни основаны на допущениях, которые скорее уведут проектанта от нового творческого решения, чем приближают к нему. Эта опасность всегда присутствует при любой попытке перенести соображения, касающиеся одной ситуации, на другую. Этого можно избежать путем сравнения допущений, на которых основан перечень, с теми, которые разработчик считает оправданными. Несмотря на указанные недостатки, контрольные перечни необходимы в ряде технических ситуаций. Однако разработчики,

вероятно, пренебрегут даже хорошим контрольным перечнем, если он не будет принят также их руководителем или заказчиком в качестве технических условий для проверки приемлемости или неприемлемости разработанных проектов.

Для многих технических проблем имеется достаточное количество заранее прогнозируемых требований, которые неизвестны проектной группе, что оправдывает составление, по крайней мере, краткого контрольного перечня. Важно, чтобы контрольные вопросы имели самое непосредственное отношение к критериям, по которым будет оцениваться приемлемость технического решения.

6.7. Функционально-стоимостный анализ

Томас Эдисон тонко подметил основную проблему любого вида творчества: «Мы упускаем возможность главным образом потому, что она одета в рабочий халат и выглядит как работа» [24]. С конца 1960-х годов в инженерной практике технически развитых стран все чаще стали по-новому подходить к снижению стоимости (затрат) и повышению качества продукции. Этот подход назвали *функционально-стоимостным анализом (ФСА)* [2, 26, 27]. Многочисленная статистика разных стран показывает, что, несмотря на свою большую трудоемкость, ФСА позволяет на одну денежную единицу затрат получить до 20 единиц экономии.

Основная суть ФСА заключается:

- в применении системного подхода к выявлению, по возможности, всех излишних затрат (трудоемкость, расход материалов и энергии и т. д.) на существующие или проектируемые изделия;
- систематическом использовании методов инженерного творчества при поиске новых ТР с пониженными затратами;
- четкой организации работ со стороны руководства предприятия, направленных на проведение ФСА.

Решение задач, связанных со снижением себестоимости, предполагает возможность применения двух подходов – предметного и функционального.

Традиционным, используемым в течение многих десятилетий, является *предметный подход*. Специалист, занимающийся проблемой снижения себестоимости изделия, формулирует задачу следующим образом: как снизить затраты на данное изделие? При *функциональном подходе* специалист, наоборот, полностью

абстрагируется от реальной конструкции анализируемой системы и сосредоточивает внимание на ее функциях. При этом изменяется и направление поиска путей снижения себестоимости продукции. Четко определив функции анализируемого объекта, их количественные характеристики, специалист по-другому формулирует задачу: необходимы ли эти функции? Если да, то необходимы ли предусмотренные количественные характеристики? Каким наиболее экономичным путем можно достичь выполнения функций?

Важность и целесообразность функционального подхода обуславливается тем, что потребителя, в конечном счете, интересуют не предметы и вещи как таковые, а те действия, которые он может производить с их помощью, т. е. функции. Например, его интересует не электродвигатель, холодильник, трансформатор, лампочка и т. д., а соответствующие выполняемые ими функции: вращение вала, сохранение продуктов, изменение напряжения, излучение света и т. д.

Область применения ФСА весьма широка, поскольку этот подход имеет смысл использовать в любой сфере человеческой деятельности, в которой требуется снизить какие-либо затраты. ФСА является очень сильным средством интенсификации экономики. С учетом опыта успешного применения ФСА в первую очередь его рекомендуется использовать при решении следующих задач:

- проектирование новых изделий и технологий;
- модернизация освоенных в производстве изделий;
- реконструкция предприятий;
- снижение затрат основного и вспомогательного производства;
- снижение затрат сырья, материалов, топлива и энергии;
- снижение трудоемкости и экономия людских ресурсов.

Опыт по освоению и использованию ФСА был опробован Министерством электротехнической промышленности СССР в 80-х годах XX века.

Один из основополагающих принципов ФСА – определенная последовательность его проведения, задаваемая рабочим планом. Он включает четыре взаимосвязанных этапа, каждый из которых состоит из нескольких отдельных работ. Последовательность, заданная рабочим планом, имеет обязательный характер, т. е. нельзя приступать к очередному этапу, не выполнив полного объема работ предыдущего.

Рабочий план проведения ФСА:

1. Подготовительный этап.

1.1. Выбор ТО и определение целей ФСА.

- 1.2. Подбор и утверждение состава исследовательской группы.
 - 1.3. Обучение специалистов группы основам ФСА.
 - 1.4. Составление, согласование и утверждение технического задания (ТЗ) на проведение ФСА.
 2. Информационно-аналитический этап.
 - 2.1. Сбор и изучение информации по проектно-конструкторским решениям ТО, интересующим затратам, условиям работы и недостаткам ТО.
 - 2.2. Построение конструктивной функциональной структуры ТО.
 - 2.3. Определение списка основных показателей и требований к ТО, критериев развития ТО.
 - 2.4. Анализ и классификация функций элементов ТО.
 - 2.5. Определение и сравнение стоимостей функций.
 - 2.6. Выявление функциональных зон наибольшего сосредоточения затрат в ТО.
 - 2.7. Постановка задач поиска более рациональных и оптимальных конструкторско-технологических решений.
 3. Поисково-исследовательский этап.
 - 3.1. Поиск улучшенных ТР.
 - 3.2. Математическое моделирование улучшенных ТР.
 - 3.3. Поиск оптимальных параметров улучшенных ТР.
 - 3.4. Экспериментальное испытание новых ТР.
 - 3.5. Выбор наилучших вариантов ТР.
 - 3.6. Оформление результатов в виде технического предложения и (или) эскизного проекта, их согласование с заинтересованными подразделениями и утверждение.
 4. Разработка и внедрение результатов ФСА.
 - 4.1. Составление и оформление проектно-технологической документации и рекомендаций по реализации результатов ФСА с уточнением расчетов эффективности.
 - 4.2. Согласование предложений по пункту 4.1 с заинтересованными подразделениями, службами и их утверждение.
 - 4.3. Организация работы по реализации предложений.
 - 4.4. Материальное и моральное поощрение участников разработки и внедрение рекомендаций по ФСА. Оформление отчета о выполненной работе с предложениями по улучшению проведения ФСА.
- Работа на *подготовительном этапе* имеет две стадии. На первой (пункты 1.1, 1.2) – готовится приказ, в котором указывается, какое изделие или какой технологический процесс требуется

проработать с позиции ФСА и какие затраты понизить в первую очередь. Затем определяется состав временной группы специалистов, сроки проведения исследований и подразделения, обеспечивающие работу временной группы ФСА.

В эту группу входят один или несколько человек из постоянной группы (отдела) ФСА, а также прикомандировываются разные специалисты (технолог, методолог, энергетик, снабженец, экономист, эколог и т. д.), компетенция которых необходима при решении поставленных задач ФСА. Если на предприятии нет подразделения ФСА, то во временную группу необходимо включить хотя бы одного специалиста (желательно руководителя временной группы), владеющего подходом ФСА, и методолога-специалиста, владеющего методами инженерного творчества.

На второй стадии (пункты 1.3, 1.4) временная группа ФСА составляет ТЗ, в котором уточняется:

- какие узлы и блоки изделия необходимо подвергнуть тщательному ФСА;
- какие затраты требуется сократить в первую и во вторую очередь;
- какие особые условия и ограничения требуется выполнить;
- какая необходима работа обеспечивающих подразделений по сбору и подготовке информации.

Составной частью ТЗ является также сетевой график или план-график проведения ФСА.

Одновременно с составлением ТЗ ведется обучение членов временной группы основам ФСА, если они не имеют соответствующего опыта работы. Для этого иногда целесообразно привлекать методолога со стороны.

Выполнение работ по пунктам 2.1–2.3 информационно-аналитического этапа не требует дополнительных пояснений. Заметим, что при комплексном изучении затрат придется часто проводить многоуровневый анализ функций ТО, например описывать функции интересующих блоков ТО, затем узлов, из которых состоят блоки, затем деталей и т. д.

Рассмотрим более подробно *классификацию функций ТО* (пункт 2.4). Функции элементов ТО, выявленные и описанные при выполнении пункта 2.2, могут быть разделены на четыре группы: главные, основные, вспомогательные, ненужные.

Главные элементы ТО выполняют **главные функции**; они выделяются при составлении таблицы анализа функций и обозначаются через Φ^0 .

Основные функции относятся к элементам, которые непосредственно обеспечивают работу главных элементов; при исключении любой основной функции главная в принципе не может быть реализована.

Вспомогательные функции относятся к элементам, которые реализуют главную или основную функции более эффективно; при их исключении работоспособность ТО сохраняется, но ухудшаются некоторые показатели качества.

Ненужные функции относятся к элементам, которые не играют существенной роли в обеспечении работоспособности ТО и повышении его качества.

В табл. 6.4 приведен пример классификации функций для электросчетчика.

Таблица 6.4

Анализ функций электросчетчика

Функция	Описание
1. Главная	Измерение расхода энергии
2. Основные	Обеспечение непрерывности электрической цепи между входом и выходом. Преобразование электрической энергии в механическую. Измерение мгновенных значений расходуемой энергии. Непрерывное суммирование мгновенных расходов энергии
3. Вспомогательные	Обеспечение индикации результатов измерения. Обеспечение необходимой точности измерения. Создание красивого внешнего вида. Гарантирование требуемой надежности и износоустойчивости. Обеспечение нормального уровня техники Безопасности

Определение и сравнение стоимости функций составляет содержание пункта 2.5. Стоимость функций понимается в широком смысле, т. е. имеются в виду любые затраты, связанные с реализацией функций.

Поскольку определение и сравнение стоимости функций проводится для выявления излишних затрат, то укажем следующие **основные причины (источники) возникновения излишних затрат**.

1. Разработчики в первую очередь стремятся получить требуемые эксплуатационные показатели. При этом они не уделяют достаточного внимания экономическим показателям или у них нет полной информации о стоимости некоторых материалов, способов обработки и т. д. Это часто приводит к изготовлению многих деталей из неоправданно дорогих или дефицитных материалов с использованием не самых дешевых технологий.

2. Иногда разработчики плохо знают условия эксплуатации и изготовления ТО. В связи с этим к некоторым показателям ТО они предъявляют для перестраховки неоправданно высокие требования, что приводит к излишним затратам.

3. В ряде случаев из-за чрезмерной загруженности разработчики принимают на начальных стадиях проектирования временные, недостаточно обоснованные и отработанные технические решения, которые затем переходят в документацию на серийное производство.

4. Стремление к достижению высокого уровня унификации часто превращается в самоцель. При этом не учитываются объем выпускаемой продукции и экономическая целесообразность унификации.

Существуют *два способа оценки стоимости функций*. Первый – метод прямого расчета затрат на основании стоимости материалов, операций технологического процесса и т. д. Несмотря на высокую точность этого метода, часто не удается (в связи с большой трудоемкостью сбора информации или отсутствием таковой) расчетным путем определить стоимость функций для изучаемого и аналогичных ТО. В связи с этим чаще используют менее трудоемкий и более универсальный метод экспертных сравнений стоимостей функций для изучаемого и аналогичных изделий. При использовании этого метода для каждой функции заполняют форму (табл. 6.5), в которой по каждому показателю и для каждого варианта реализации функции устанавливается относительная шкала порядка, т. е. лучшему варианту присваивается стоимость I , худшему – m , равная числу сравниваемых вариантов.

В табл. 6.5 приведен пример относительной оценки затрат для пяти вариантов реализаций функции, где вариант 4 (патент 1) имеет наименьшие затраты.

Таблица 6.5

Сравнение затрат на реализацию продукции

Варианты реализации функции	Показатели затрат					Суммарная стоимость $\sum \gamma_i$
	Расход материала		Трудоемкость		Энергозатраты γ_5	
	Сталь γ_1	Медь γ_2	изготовл. γ_3	эксплуат. γ_4		
1. Изучаемое изделие	3	2	5	4	2	16
2. Аналог 1	1	3	3	5	5	17
3. Аналог 2	5	4	1	3	1	14
4. Патент 1	4	1	2	2	3	12
5. Патент 2	2	5	4	1	4	16

Разумеется, набор показателей затрат (табл. 6.5) для разных функций будет разным.

Самая предварительная оценка затрат, определяемая по табл. 6.5, равна сумме оценок: $C = \sum \gamma_i$. Более точная оценка затрат может быть сделана с учетом весовых коэффициентов:

Самая предварительная оценка затрат, определяемая по табл. 6.5, равна сумме оценок: $C = \sum \gamma_i$. Более точная оценка затрат может быть сделана с учетом весовых коэффициентов:

$$C = \sum_{i=1}^m (\gamma_i / k_i), \quad (6.1)$$

где k_i – весовой коэффициент, принимает значения на отрезке 1–10; чем важнее показатель, тем выше весовой коэффициент.

При относительной оценке стоимостей функций важно выделить суммарную стоимость по таблице 6.5 или формуле (6.1) и максимально допустимую стоимость (обычно соответствующую изучаемому изделию). Обе эти величины являются хорошими ориентирами в поиске улучшенных вариантов ТР при выполнении третьего, поисково-исследовательского этапа.

Эффективное применение этой методики возможно при создании объективно ориентированных каталогов или банков данных, где конструктор мог бы быстро находить готовые оценки затрат на реализацию интересующей функции (табл. 6.6).

Таблица 6.6

Сводная ведомость стоимостей функций

Описание функции	Наименование соответствующего документа	Наименование показателей затрат (оценки стоимости функций)	Единица измерения	Стоимость функции	
				Минимально возможная	Максимально допустимая
1. ...	1. ...	1.1. ... 1.2. ...			
2. ...	2. ...	2.1. ... 2.2.			

Пункт 2.6 рабочего плана – **выявление зон наибольшего сосредоточения затрат**. Здесь можно использовать несколько подходов.

1. После выявления затрат на выполнение функций элементов для каждой из них определяют ресурс функции по сравнению с нормативным сроком эксплуатации ТО. Относительно этого срока вычисляют повышенный (со знаком «+») или пониженный (со знаком «-») ресурс i -го элемента, реализующего свою функцию:

$$P^i = (D^i \pm D^H / D^H), \quad (6.2)$$

где D^i – срок службы i -го элемента (детали, узла и т. п.);

D^H – нормативный (фактический) срок службы ТО.

Далее определяют долю излишних и недостающих затрат:

$$R^i = (P^i Q^i / 100), \quad (6.3)$$

где Q^i – относительные затраты на выполнение функции i -м элементом в процентах.

Значение R^i соответствует доле повышенных (излишних) или пониженных (недостающих) затрат по отношению к стоимости ТО.

Наибольшие положительные значения R^i соответствуют зонам наибольшего сосредоточения затрат. Если повышение ресурса ТО в целом является актуальной задачей, то следует рассматривать наибольшие отрицательные значения R^i повышения ресурса i -го элемента.

2. С помощью данных табл. 6.6 составляют таблицу (по форме табл. 6.7) наибольших разностей между существующей (в рассматриваемом ТО) и минимально возможной стоимостями по отношению к существующей, где функции упорядочивают по уменьшению разностей до 5–10 %. Зоны наибольшего сосредоточения излишних затрат соответствуют наибольшим разностям стоимостей функций.

Таблица 6.7

Сводная ведомость наибольших разностей стоимостей функций

Описание функции	Наименование соответствующего элемента	Относительная разность стоимостей, %
1. ...		
2. ...		

3. Для выявления зон наибольшего сосредоточения затрат используют АВС-анализ, который предполагает разбивку узлов и деталей любого изделия на три группы:

- группа А – дорогостоящие элементы (детали, узлы);
- группа В – элементы средней стоимости;
- группа С – элементы низкой стоимости.

Статистические исследования показывают, что в большинстве случаев между числом деталей в этих группах и их суммарной себестоимостью сохраняется более или менее постоянное соотношение (табл. 6.8).

Таблица 6.8

Классификация зон сосредоточения затрат

Группа элементов	Доля от общего числа элементов (деталей), %	Доля общей стоимости изделия, %
А	5	75
В	20	20
С	75	5

Для выявления зон наибольшего сосредоточения затрат используют данные расчетов излишних и недостающих затрат по формуле (6.3)

и данные табл. 6.5, на основе которых составляют список функций с наибольшими затратами. В этот список включают функции (элементы), которые одновременно имеют наибольшие значения в табл. 6.7 и наибольшие положительные значения R^i . Кроме того, выделяют функции с наибольшими отрицательными значениями R^i , для реализации которых необходимы другие (более долговечные и надежные) ТР или дополнительные затраты.

Другой способ выделения зон наибольшего сосредоточения затрат состоит в том, что составляют два списка таких зон: первый (главный) список включает функции (элементы), которые одновременно вошли в табл. 6.7 и группу элементов А табл. 6.8, второй (дополнительный) список содержит функции элементов, которые одновременно вошли в табл. 6.7 и группу В в табл. 6.8.

Существует еще один подход выявления зон наибольшего сосредоточения затрат. В соответствии с изложенной выше классификацией функций затраты обычно имеют следующее нормативное распределение:

- основные функции – 20–30 %;
- вспомогательные функции – 40–50 %;
- ненужные функции – 5–10 %.

При оценке функций нередко обнаруживается, что на вспомогательные функции приходится чрезмерно большая доля затрат (60–70 %), т. е. здесь заложены основные резервы снижения себестоимости.

Распределение затрат в соответствии с классификацией функций в значительной степени зависит от специфики ТО. Поэтому требуются обоснованные нормативы распределения долей затрат по группам функций для интересующего класса ТО. Однако таких нормативов пока нет.

Пункт 2.7 предусматривает **постановку задач поиска более рациональных решений и оформление результатов информационно-аналитического этапа**. Постановка задачи поиска улучшенных решений выполняется по методике, изложенной в разделе 6.3; при этом ведется проработка по операциям 3–9, 11, 12. Отметим некоторые особенности только для двух операций. Так, при выполнении операции 3 берут имеющийся технический объект, который требуется улучшить, и выбирают наиболее выигрышные и эффективные варианты реализации из табл. 6.6. В список недостатков (операция 4) попадают в основном зоны наибольшего сосредоточения излишних затрат.

Результатом проведения информационно-аналитического этапа является следующая документация:

- таблица анализа функций ТО и конструктивная функциональная структура ТО;
- перечень главных, основных, вспомогательных и ненужных функций;
- список критериев развития, основных показателей и требований, предъявляемых к улучшаемому ТО;
- сводная таблица стоимостей функций;
- список и характеристика зон наибольшего сосредоточения затрат;
- постановка конструкторских задач по устранению элементов с ненужными функциями;
- постановка конструкторских задач по удешевлению функций, содержащих излишние затраты;
- список неясных вопросов, возникших при сборе, систематизация и анализе информации, для последующего обсуждения со специалистами;
- перечень и описание возникших идей по улучшению ТО.

При выполнении информационно-аналитического этапа возникают следующие характерные ошибки:

1) неиспользование знаний и опыта специалистов других служб из-за ложной боязни потерять свой авторитет или из-за нежелания, а иногда и неумения наладить с ними деловые контакты;

2) получение слишком скудного или чрезмерно большого объема информации об исследуемом объекте, на что затрачивается слишком много времени и ресурсов; поэтому следует ограничиваться оптимальным объемом информации, определяемым конкретными целями анализа и временем, оговоренными в плане работы;

3) пренебрежение известными правилами делопроизводства; вся собранная и обработанная информация должна систематизироваться и надежно храниться для повторного использования.

Характерной ошибкой является и отвлечение внимания на одну из первых идей, возникших в процессе сбора и анализа информации. Идея может показаться интересной, перспективной. Появляется желание заняться ее разработкой и, по существу, прекратить дальнейший сбор и анализ информации. От таких соблазнов следует уходить, не изменяя главным принципам системного анализа.

При *поиске улучшенных технических решений* (пункт 3.1) следует руководствоваться рекомендациями, данными в разделе 6.3.

Для *математического моделирования улучшенных ТР* (пункт 3.2) целесообразно использовать интегрированные системы математического моделирования, которые имеют большие возможности по моделированию изделий с различными ТР.

При *поиске оптимальных параметров улучшенных ТР* (пункт 3.3) следует руководствоваться рекомендациями, изложенными в книгах по оптимизации проектных параметров изделий, а также использовать соответствующие пакеты прикладных программ.

Выполнение пунктов 3.4–3.6 не требует дополнительных пояснений. Только заметим, что *экспериментальное испытание новых ТР* (пункт 3.4) проводится в случае, если математическое моделирование не дает удовлетворительных результатов, а проверка предложений необходима. При *выборе наилучших вариантов* (пункт 3.5) полезно составлять положительно-отрицательные оценки по форме табл. 6.9.

Таблица 6.9

Пример оценки вариантов

Факторы	Варианты	
	1	2
Положительные	Сумма приведенных затрат – 2100 бел. рублей. Снижение себестоимости – на 600 бел. рублей. Рост производительности труда – на 11 %	Сумма приведенных затрат – 3300 бел. рублей. Снижение себестоимости – на 400 бел. рублей. Рост производительности труда – на 5 %. Улучшение товарного вида
Отрицательные	Изготовление сложной пресс-формы	Необходимость применения нового материала

Выполнение пунктов 4.1, 4.2 не требует особых пояснений. Следует заметить, что в некоторых случаях вообще не понадобится разработка проектно-технологической документации, а достаточно будет ограничиться рационализаторским предложением.

Выполнение пункта 4.3 связано с составлением и утверждением плана-графика внедрения рекомендаций по ФСА, доведением его до соответствующих подразделений и служб, а также обеспечением

контроля выполнения. При этом необходимо добиться, чтобы внедрение предложений ФСА осуществлялось в рамках общего плана повышения эффективности производства, а мероприятиям по ФСА уделялось особое внимание ввиду их новизны и повышенной сложности, обусловленной большим числом новых оригинальных решений.

Один из возможных путей ускорения практической реализации результатов ФСА – создание специальных групп (групп реализации, комплексных бригад и т. п.), состоящих из конструкторов, технологов, исследователей, работников цехов, которые более оперативно доводят найденные решения до практического осуществления.

Поэтому целесообразно участников внедрения заинтересовать и привлечь к работам по ФСА на всех четырех этапах.

Необходимо пропагандировать ФСА и обучать специалистов использованию его подходов. Его применение становится особенно актуальным в свете проводимого правительством Республики Беларусь курса на сбережение материальных и энергетических ресурсов. Кроме своего основного назначения ФСА дает действенные организационные рекомендации для внедрения методов инженерного творчества на предприятиях.

Следует отметить, что, несмотря на успешный опыт применения, в ряде стран этот весьма эффективный и перспективный метод пока слабо разработан. В связи с этим укажем некоторые важные направления работ по развитию ФСА и повышению его эффективности:

1. Разработка объектно- и проблемно-ориентированных словарей технических функций, а также межотраслевого словаря технических функций. Такие словари должны создаваться в виде баз данных на машинных носителях с необходимым программным обеспечением.

2. Теоретическая и методическая разработка вопросов определения стоимости функций элементов ТО. Особое внимание следует обратить на создание соответствующих автоматизированных информационно-поисковых систем и баз данных.

3. Теоретическая и методическая разработка вопросов определения зон наибольшего сосредоточения в ТО интересующих затрат. Полезно проводить исследования с учетом как объектной и проблемной ориентации, так и обобщенного межотраслевого характера.

4. Объединение разработки и внедрения системы автоматизированного проектирования (САПР) и ФСА, т. е. широкое использование подходов и достижений последнего.

Практические примеры применения ФСО приведены в работе [28].

7. ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

7.1. Метод эвристических приемов

Специализированный метод эвристических приемов может быть разработан проектантом или конструктором для индивидуального пользования. В то же время больший интерес представляет разработка таких методов для коллектива конструкторов или технологов отдельного предприятия, группы родственных предприятий или отрасли. Особенно полезен такой руководящий методический материал для начинающих инженеров. Хотя опытным специалистам большинство эвристических приемов известно, однако ценность метода для них состоит в более или менее полном систематическом охвате различных приемов, поскольку об одних трудно «вовремя вспомнить», а другие оказываются субъективно новыми (до них в данной ситуации «трудно додуматься»). Разумеется, такой руководящий методический материал каждый проектант будет видоизменять, дорабатывать и адаптировать. Разработка специализированных методов эвристических приемов для отдельных предприятий или групп предприятий также способствует ускорению создания соответствующих программ и использования вычислительной техники. Краткая характеристика обобщенного межотраслевого фонда эвристических приемов дана в таблице.

Таблица

Характеристика межотраслевого фонда эвристических приемов

Наименование группы	Число
1. Количественные изменения	18
2. Преобразования формы	15
3. Преобразования в пространстве	21
4. Преобразования во времени	13
5. Преобразование движения	18
6. Преобразование материала	19
7. Преобразования исключением	14
8. Преобразования добавлением	13
9. Преобразования заменой	22

Наименование группы	Число
10. Дифференциация	12
11. Интеграция	12
12. Использование профилактических мер	12
13. Использование резервов	9
14. Преобразования по аналогии	8
15. Комбинирование и комплексный синтез	21
16. Повышение технологичности	13
Всего	240

Разделение фонда на 16 групп и их состав определялись в основном удобствами и опытом практического применения и поэтому не претендуют на логическую строгость, научную обоснованность и полный охват всех приемов. Описание приемов, собранных в межотраслевом фонде, несколько унифицировано, сокращено и стилистически сглажено (в первоисточниках многие из них имеют явную эмоциональную окраску). Поэтому во многих приемах под указанием, например, «изменить» часто подразумевается «увеличить» или «уменьшить». Под «средой» наряду с природными факторами подразумеваются другие конструктивные элементы или технические системы, имеющие отношение к объекту.

Рассмотрим более детально содержание групп межотраслевого фонда эвристических приемов преобразования объекта (*подробное описание патентов дано в разделе 7.2 согласно нумерации пунктов перечня*).

1. Количественные изменения.

1.1. Резко изменить (в несколько раз, в десятки и сотни раз) параметры или показатели объекта (его элементов, окружающей среды). Пример – ковш экскаватора по сравнению с лопатой.

1.2. Увеличить в объекте число одинаковых или подобных друг другу элементов (или сделать наоборот). Изменить число одновременно действующих или обрабатываемых объектов (элементов), например, рабочих машин, их рабочих органов, двигателей и т. д. Инверсия приема – фреза, роторный экскаватор, многомоторный самолет, обрабатывающий центр.

1.3. Изменить число одновременно действующих или обрабатываемых объектов (элементов), например рабочих машин, их органов,

двигателей, движителей и т. д. (замена колесного хода гусеничным, зерновые, свеклоуборочные и картофелеуборочные комбайны).

1.4. Изменить габариты, объем или длину объекта (элемента) при переводе его в рабочее или нерабочее состояние (зонтик, надувные павильоны, устройство для снятия защитной пленки по патенту ВУ 12159 [29]).

1.5. Осуществить накопление деталей, вещества, энергии, полуфабрикатов и т. п. (бункер комбайна, аккумулятор, баллон с газом, ВУ 3366U [30]).

1.6. Произвести накопление малых доз до получения ощутимой величины (радиационные дозиметры-накопители, устройство для отделения от корнеплодов комков почвы и растительных остатков по патенту ВУ 13673 [31]).

1.7. Увеличить степень дробления (измельчения) объекта. Инверсия приема – дробление комков почвы, расположенной внутри почвообрабатывающего катка спиралью по патенту ВУ 11879 [32].

1.8. Увеличить эффективность действия путем последовательного применения группы однородных объектов (элементов). Пример – орудие для глубокого рыхления почвы с использованием виброэффекта по патенту ВУ 12092 [33].

1.9. Отказаться от высокой точности или стабильности параметров (установки залпового огня «Катюша»).

1.10. Допустить незначительное снижение требуемого эффекта (предохранительное устройство по патенту ВУ 11765 [39], позволяющие рабочим органам преодолевать камни при уменьшении заглубляющего момента).

1.11. Использовать идею избыточного решения (если трудно получить 100 % требуемого эффекта, получите «чуть больше»). Пример – предварительная затяжка болтового соединения крышек резервуаров.

1.12. Изменить (усилить) вредные факторы настолько, чтобы они перестали быть вредными (торможение самолета с помощью реверса двигателя или тормозного парашюта, трение в тормозных системах автомобилей).

1.13. Осуществить подбор оптимальных значений параметров объекта, его элементов или окружающей среды (использовать пакет программ оптимизации). Пример – оптимизация давления на почву рабочих органов и опорных колес комбинированных почвообрабатывающих машин.

1.14. Осуществить автоматический подбор оптимальных значений параметров в процессе работы объекта или при различных воздействиях внешней среды (использовать пакет программ оптимизации). Пример – самолет с изменяющейся геометрией крыла.

1.15. Унифицировать линейные размеры объекта (элемента) или другие его характеристики. Пример – габариты автомобилей, вагонов, диаметры сверл и т. д.

1.16. Уменьшить число функций объекта и сделать его более специализированным, соответствующим только оставшимся функциям и требованиям (истребитель-перехватчик, кукурузоуборочный, чаеуборочный, хлопкоуборочный и смородиноуборочный комбайны).

1.17. Гиперболизировать, значительно увеличить размеры объекта и найти ему применение. Инверсия приема – при малых размерах плуга он используется как луцильник, при средних – для основной обработки почвы, при больших – для запашки кустарников.

1.18. Создать местное локальное качество; осуществить локальную концентрацию сил, напряжения и т. д. (режущие инструменты с использованием алмазов, особо твердых сплавов).

2. Преобразования формы.

2.1. Изменить форму путем скручивания или изгиба (использовать круговую, спиральную, древовидную, сферическую, эллиптическую или другую компактную форму). Примеры – устройство для извлечения корнеплодов из почвы по патенту ВУ 12465 [40].

2.2. Сделать в объекте (элементе) отверстия или полости. Пример – очиститель корнеплодов по патенту ВУ 13739 [41]. Инверсия приема.

2.3. Проверить соответствие формы объекта законам симметрии (самолеты, корабли, патент ВУ 15837 [42]). Перейти от симметричной формы и структуры к асимметричной (плоскорез А.З. Пилецкого [43]). Инверсия приема.

2.4. Перейти от прямолинейных частей, плоских поверхностей кубических и многогранных форм (особенно в местах сопряжений) к криволинейным, сферическим и обтекаемым. Пример – очиститель корнеплодов по патенту ВУ 17869 [44]. Инверсия приема.

2.5. Объекту (элементу) работающему под нагрузкой, придать выпуклую (более выпуклую) форму. Примеры – крыша БелЭКСПО, наконечник ракеты, ВУ 12087 [45].

2.6. Использовать периодическое изменение формы в пространстве или во времени (выкапывающий рабочий орган по патенту ВУ 12316 [46], рабочие органы подборщиков кормовых культур).

2.7. Вывернуть форму «наизнанку» или изменить традиционную форму (расположить направляющие суппорта строгального станка в положении, удобном для обеспечения эффективной смазки, патент ВУ 18084 [47]).

2.8. Преобразовать форму с учетом уменьшения «неработающей» поверхности или пространства (расположить бобышку с резьбовым соединением по направлению нагрузки на винт).

2.9. Компенсировать нежелательную форму сложением с противоположной по очертанию формой (сложить симметрично друг другу две тарельчатые пружины), ВУ 14829 [48].

2.10. Выполнить объект (элемент) в форме:

– другого технического объекта, имеющего аналогичное назначение (катамаран);

– животного, растения или их органа (подводная лодка, дельтаплан);

– человека или его органов (лопата экскаватора);

– другого технического объекта, имеющего совершенно иное назначение, животного или растения с целью создания ложного представления (блесна для рыбной ловли).

2.11. Сделать объект (элемент), приспособленный к форме человека или его органов. Пример – джойстик.

2.12. Использовать в аналогичных условиях работы природный принцип формообразования в живой или неживой природе (пчелиные соты при конструировании несущих конструкций зданий и машин [42]).

2.13. Изменить форму объектов среды с помощью перечисленных выше приемов.

2.14. Осуществить подбор оптимальной формы по заданному критерию качества. Например, с целью экономии материала, использования принципа равнопрочности или повышения усталостной прочности, снижения сопротивления в жидкостях и газах и т. д. (использовать пакет программ оптимизации).

2.15. Предусмотреть изменение формы как реакцию на изменение внешних условий, среды или условий работы (осуществить авторегуляцию; использовать пакет программ оптимизации). Примеры – биметаллические пластинки, материалы с памятью.

3. Преобразования в пространстве.

3.1. Заменить традиционную ориентацию объекта (элемента) в пространстве на противоположную. Например:

а) положить на бок (захватное устройство для лежащего в ряд груза по патенту ВУ 12221 [49]);

б) повернуть низом вверх (элеватор по патенту ВУ 16999U [50]);

в) повернуть путем вращения (ременная сортировка по патенту ВУ 12158 [51]).

3.2. Использовать «пустое пространство» между элементами объекта; один элемент проходит сквозь полость в другом элементе (каток сеялки по патенту ВУ 13022 [52]).

3.3. Объединить известные порознь объекты (элементы) с размещением одного внутри другого; один элемент по принципу «матрешки» размещается внутри другого, который, в свою очередь, находится внутри внешнего (каток сеялки по патенту ВУ 13007 [53]).

3.4. Размещение по одной линии заменить размещением по нескольким линиям или по плоскости (механизм крепления конца каната грузоподъемного устройства по патенту ВУ 11280 [54]). Инверсия приема.

3.5. Заменить размещение по плоскости размещением по нескольким плоскостям или в трехмерном пространстве; перейти от одноэтажной (однослойной) компоновки к многоэтажной (многослойной). Инверсия приема – корпус плуга по патенту ВУ 15177 [55].

3.6. Изменить направление действия рабочей силы или среды (глубококорыхлитель по патенту ВУ 17095 [56]).

3.7. Перейти от контакта в точке к контакту по линии; от контакта по линии к контакту по поверхности; от контакта по плоскости к объемному (пространственному). Пример: шариковый подшипник – роликовый подшипник – подшипник скольжения. Инверсия приема.

3.8. Осуществить сопряжение по нескольким поверхностям (четырёхгусеничный ход).

3.9. Приблизить рабочие органы объекта к месту выполнения ими своих функций без передвижения самого объекта (манипулятор для работы с радиоактивными элементами).

3.10. Заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие с наиболее удобного места и без затрат времени на их доставку (стационарные гидранты для орошения, тушения пожаров).

3.11. Возвратить объект (элемент) к исходной точке, начальному положению (механизм подвески сошника по патенту ВУ 17918 [57]).

3.12. Разделить объект на части так, чтобы приблизить каждую из них к тому месту, где она работает и непосредственно нужна (технологии из руды драгоценных металлов, алмазов и т.д).

3.13. Разделить объект на две части – «объемную» и «необъемную»; вынести «объемную» часть за пределы, ограничивающие объем (технологии отделения почвенных комков от корнеплодов и томатов с помощью воды), устройство для мойки корнеклубнеплодов по патенту ВУ 16840 [59].

3.14. Вынести элементы, подверженные действию вредных факторов, за пределы их действия (выполнение емкостей для ядохимикатов и удобрений из полимерных материалов), устройство для приготовления силосованных кормов по патенту ВУ 17289 [60].

3.15. Перенести (поместить) объект или его элемент в другую среду, исключаящую действие вредных факторов (использование озонирования при хранении плодоовощной продукции и сжатого воздуха во время вспашки), плуг-удобритель по патенту ВУ 17408 [62].

3.16. Выйти за «традиционные» пространственные ограничения или габариты (машины на воздушной подушке, корнеизвлекающее устройство по патенту ВУ 12346 [63]).

3.17. Поменять местами противоположно размещенные и другие элементы (в газораспределительном механизме замена выпуклой формы головки толкателя и плоской коромысла на плоскую головки толкателя на выпуклую коромысла устраняет действие на толкатель радиальной силы, что уменьшает износ соответствующей пары трения [42]).

3.18. Перейти от последовательного соединения элементов к параллельному или смешанному (при использовании сцепок для агрегатирования нескольких машин построение их для транспортирования по дороге). Инверсия приема.

3.19. Растянуть или расширить объект, удалив друг от друга элементы, или сблизить удаленные элементы (устройство для отделения почвенных комков от корнеплодов или томатов по патенту ВУ 3826 U [64]).

3.20. Обособить (локализовать) размещение групп элементов в пространстве (применение магнитного поля для перекрытия трубопровода с предварительной подачей в него смеси, содержащей ферромагнитные материалы [9]). Инверсия приема.

3.21. Существенно изменить компоновку элементов, преобразовав ее или переставив элементы в другом порядке (машина для скашивания растительности со дна мелиоративного канала ВУ 17754 [65]).

4. Преобразования во времени.

4.1. Изменить время функционирования или существования объекта (элемента); растянуть или сжать во времени происходящее действие; ускорить (замедлить) процесс осуществления операции (затвор фотоаппарата, мины, теплицы).

4.2. Выполнить требуемое действие до начала работы. Инверсия приема (выполнить после окончания работы). Примеры – зарядка аккумуляторов, заправка топливом, семенами и т. д.

4.3. Перенести выполнение действия на другое время (будильник, автоответчик).

4.4. Перейти от непрерывной подачи энергии или непрерывного режима к периодическому или импульсному (переменный и постоянный ток, вибраторы, перфораторы, ВУ 17410 [66]). Инверсия приема.

4.5. Если действие осуществляется периодически, изменить периодичность (одну жилу в многожильном проводе сделать толще для устранения возможности резонансных колебаний, ВУ 14384 [67]).

4.6. Перейти от постоянного (во времени) к изменяющемуся режиму (рыхлитель для мелиоративных работ по патенту 15037 [68]). Инверсия приема.

4.7. Перейти от фиксированного физического поля к изменяющемуся во времени (свет маяка). Инверсия приема.

4.8. Превратить асинхронный процесс (действие) в синхронный (соломотряс зернового комбайна, зубовая борона по патенту ВУ 13334 [69]). Инверсия приема.

4.9. Изменить последовательность операций (прямой посев).

4.10. Перейти от последовательного осуществления операций к параллельному (одновременному). Пример – комбинированный почвообрабатывающий агрегат (ВУ 18552 [70]). Инверсия приема.

4.11. Исключить бесполезные («вредные») интервалы времени. Использовать паузу между импульсами (периодическими действиями) для осуществления другого действия (автомат Калашникова).

4.12. Ввести обратную связь в управление процессом, при необходимости автоматизировать управление объектом (использовать пакет программ оптимизации). Пример – движение автомобиля со спутниковой связью по заданному маршруту.

4.13. Характеристики объекта (масса, габариты, скорость, температура, агрегатное состояние и т. д.) должны быть меняющимися и оптимальными на каждом этапе процесса при новом режиме (сушка зерна).

5. Преобразование движения.

5.1. Изменить направление вращения (машина для уборки ботвы корнеплодов ВУ 11665 [71]).

5.2. Заменить поступательное (прямолинейное) движение вращательным (плуг с вращающимся отвалом ВУ 18155 [72]). Инверсия приема.

5.3. Заменить возвратно-поступательное движение вращательным (кривошипно-шатунный механизм двигателя внутреннего сгорания, питатель погрузчика корнеплодов ВУ 13543 [73]). Инверсия приема.

5.4. Существенно изменить направление движения, в том числе на противоположное (самолеты Як-35, «Хариер», системы рулевого управления, борона ВУ 14428 [74]).

5.5. Заменить традиционную сложную траекторию движения на движение по прямой или окружности (замена центробежного разбрасывателя удобрений штанговым, корпус плуга ВУ 17919 [75]). Инверсия приема.

5.6. Изменить число степеней свободы движения:

а) по прямой линии – заменить движением по плоскости (в двух измерениях, машина для уборки ботвы корнеплодов ВУ 12470 [76]).

б) по плоскости – заменить движением в трехмерном пространстве (пример: при разделении семян скатную доску заменить триером, комкодавитель картофелеуборочной машины ВУ 12896 [77]);

в) по одной линии – заменить движением по нескольким линиям (разбрызгивание при поливе, машина для сухой очистки картофеля по ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ 016705 [78]);

г) по одной плоскости заменить движением по нескольким плоскостям (устройство для отделения растительных и почвенных примесей от корнеклубнеплодов по патенту ВУ 12394 [79]).

Инверсия приема.

5.7. Разделить объект на две части – «тяжелую» и «легкую», передвигать только «легкую» часть (флотирование, сортировка с помощью воздушного потока).

5.8. Изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать обрабатываемый объект (замена оборота пласта плоскорезной обработкой).

5.9. Устранить обратные и холостые ходы (заменить возвратно-поступательное движение вращательным).

5.10. Перейти от неподвижного физического поля к движущемуся (уничтожение сорняков электрическим полем мобильного агрегата ВУ 7745 U [80]). Инверсия приема.

5.11. Изменить характер функционального соединения между элементами, повысив степень свободы перемещения одних по отношению к другим (шарнирное соединение рабочих органов для предохранения от поломок, рабочий орган кротодренажной машины ВУ 12721 [81]). Инверсия приема.

5.12. Разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга (полосовой отвал плуга ВУ 18090 [82]).

5.13. Преобразовать неподвижный объект (элемент) в подвижный; обеспечить перемещение элемента в объекте (планировщик с роторным метателем ВП-3,6, автоматический захват для штучных грузов ВУ 12415 [83]). Инверсия приема.

5.14. Сделать движущиеся элементы неподвижными, а неподвижные – движущимися (устройство для сбора потерь корнеплодов с земли по патенту ВУ 11936 [85]).

5.15. Сделать объект (элемент) качающимся или привести в колебательное движение (рабочий орган культиватора по патенту ВУ 14955 [86]). Инверсия приема.

5.16. Придать объекту (элементу) движение, аналогичное движению органов человека или животного (махолет, устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода ВУ 15434 [87]).

5.17. Подобрать оптимальные характеристики движения (использовать пакет программ оптимизации). Пример – раскройка листа металла лазером с помощью компьютера.

6. Преобразование материала.

6.1. Выполнить элемент или его поверхность из пористого материала. Заполнить поры каким-то веществом (вкладыши подшипников из керамических пористых материалов со смазкой).

6.2. Перейти от однородных материалов к композиционным (корпус лодки выполнен из стекловолокна вместо дерева). Инверсия приема.

6.3. Сделать объект (элемент) прозрачным (бункер-накопитель). Инверсия приема.

6.4. Разделить объект (элемент) на части так, чтобы каждая из них могла быть изготовлена из наиболее подходящего материала (долота–лемех–отвал).

6.5. Убрать лишний материал, не несущий функциональной нагрузки (замена круглого сплошного сечения вала трубчатым).

6.6. Для наблюдения за плохо видимыми объектами или процессами использовать красящие добавки, меченые атомы и т. п. (бытовой газ, технический спирт).

6.7. Изменить поверхностные свойства объекта (элемента). Пример: повышение твердости металла на 500 НВ повышает прочность в 10 раз. Устройство для очистки корнеплодов по патенту ВУ 13535 [88]. Нейтрализовать свойства материала на поверхности объекта (подбор соответствующих смазывающих материалов).

6.8. Выполнить жесткую часть из материала, допускающего изменение формы при работе; вместо жестких объемных конструкций использовать гибкие оболочки и пленки (обод колеса с пневматической шиной, комкодавитель по патенту ВУ 12577 [89]). Инверсия приема.

6.9. Изменить физические свойства материала (антифриз).

6.10. Заменить некоторые объекты среды на объекты с другими физико-механическими и химическими свойствами. Примеры – газовая смазка при вспашке, выделение воздушных пузырьков в воде для увеличения скорости подводных объектов (например, торпеды).

6.11. Использовать другой материал: заменить более дешевым, взять новейший материал, заменить используемый материал его эквивалентом и т. д. (использовать пластик, магниевые сплавы, бронзу, текстолит и др.).

6.12. Присоединить новый ингредиент или заменить его (легирование сталей).

6.13. Использовать детали из материала с последующим отверждением (бетон, полимерные смолы).

6.14. Выполнить элементы из материалов с разными характеристиками, дающими нужный эффект (например, с разным термическим расширением). Пример – биметаллические пластинки.

6.15. Вместо твердых частей использовать жидкие или газообразные (надувные, гидронаполняемые, воздушную подушку, гидростатические, гидрореактивные). Примеры – подушка безопасности в автомобиле, транспортные средства на воздушной подушке. Инверсия приема.

6.16. Подобрать оптимальные физические свойства материалов (использовать пакет программ оптимизации). Примеры – защитные покрытия мониторов, бронезилет.

6.17. Использовать материал с изменяемыми во времени характеристиками (жесткостью, прозрачностью и т. д.). Пример – пневмомортизаторы с изменяемым давлением, тонированные стекла очков.

6.18. Иметь оптимальные характеристики материала в различные моменты, этапы работы объекта (использовать пакет программ

оптимизации). Примеры – поляризованное стекло фар автомобиля, вывод текущей информации на лобовое стекло истребителя.

7. Преобразования исключением.

7.1. Исключить трущиеся поверхности, в первую очередь на корпусных деталях (вкладыши и втулки из капрона и других антифрикционных материалов, рабочий орган культиватора по патенту ВУ 14948 [90]).

7.2. Исключить наиболее напряженный (нагруженный) элемент (установка тавровой балки плоской поверхностью вниз, применение в сопрягающихся с полками швеллеров болтовых соединениях косых шайб).

7.3. Устранить местные ослабления (увеличение опасного сечения и площади контакта, транспортирующее устройство для корнеклубнеплодов по патенту ВУ 12297 [91]).

7.4. Выполнивший свое назначение или ставший ненужным элемент отбросить (отцепить, сжечь, растворить, испарить и т. д.). Пример – разлагающиеся под действием солнечных лучей полимерные пленки теплиц.

7.5. Исключить бесполезные или вредные промежутки времени (автопилот, реверс авиадвигателя при посадке самолета).

7.6. Исключить подбор и подгонку (регулировку и выверку) деталей и узлов при сборке объекта (применение стандартных изделий, использование упоров и фиксаторов).

7.7. Отделить вредные или нежелательные примеси от вещества (использование фильтров).

7.8. Выделить в объекте вредное свойство или «мешающий» элемент и изолировать его или оказать на него локальное «устраняю» (торможение самолета в критической ситуации сеткой АПА; обезвреживание гнилостных бактерий озонированием при хранении плодов и ягод, колесный движитель по патенту ВУ 15275 [92]).

7.9. Уменьшить число функций объекта и сделать его более специализированным, соответствующим только оставшимся функциям и требованиям (хлопковый трактор, смородиноуборочный комбайн, гребенка по патенту ВУ 13975 [93] и т. д.).

7.10. Исключить элемент, сохраняя все прежние функции объекта. Один элемент выполняет несколько функций, благодаря чему отпадает необходимость в других элементах).

7.11. Исключить некоторые объекты и факторы среды (газовая смазка почвообрабатывающих рабочих органов, плуг с решетчатым отвалом).

7.12. Ликвидировать вредные факторы за счет элементов, имеющих другое назначение (уменьшение тягового сопротивления почвообрабатывающих пружинных лап за счет автоколебаний, создание уплотненного ложа сошниками А. Точицкого).

7.13. Устранить вредный фактор за счет сложения его с другим вредным фактором (автоматическое гашение колебаний кабины трактора, катапульта самолета, битеплица, тормозная колодка дискового тормоза по патенту ВУ 17054 [94]).

7.14. Исключить элементы в связи с полной или существенной утратой (или изменением) их первоначальной функции. Убрать «лишние детали», изменив при необходимости характер соединения между оставшимися и потеряв «один процент» эффекта. Пример – снятие углоснимов и предплужников в связи с более полным оборотом пласта винтовым отвалом плуга.

8. Преобразования добавлением.

8.1. Обеспечить автоматическую подачу смазки к трущимся частям (газовые подшипники).

8.2. Присоединить к объекту новый элемент в виде жестко или шарнирно соединенной пластины (стержня, оболочки или трубы), находящейся в рабочей среде в контакте с ней (реборды сошника сеялки для мелкого посева семян трав на рыхлых почвах, токозаземляющая цепь троллейбуса, громоотвод, устройство для очистки дрены по патенту ВУ 13440 [96]).

8.3. Компенсировать массу объекта, соединив его с элементом (объектом), обладающим подъемной силой (нагрев воздуха воздушного шара; параплан; поместить внутрь гребного колеса пенопласт; тростниковые острова в Перу).

8.4. Изолировать объект (элемент) от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок. Поместить объект в оболочку, гильзу, капсулу (выращивание рассады и растений под пленкой, подготовленные к приему витамины и капсулы). Инверсия приема.

8.5. Расходуемые элементы должны восстанавливаться непосредственно в процессе работы (подкачка шин бронетранспортера во время боя, электролитическое растворение и электролитическое осаждение ролика электроконтактной наплавки по а. с. СССР 872165 [9]).

8.6. Присоединить к базовому объекту дополнительные специализированные орудия (элементы). Примеры – комплекс «Полесье», спецоборудование трактора.

8.7. Выполнение операции (или изготовление объекта) осуществлять с применением специального оборудования или инструмента (плазменное напыление для повышения антифрикционных и физико-механических свойств материалов).

8.8. Ввести элементы, допускающие или обеспечивающие сборку объекта только в нужном положении (ограничители, блокираторы и т. д.).

8.9. Придать объекту новое свойство: обеспечить его плавучесть, герметизацию, самовосстановление, сделать его прозрачным, электропроводным и т. п. (герметизация отсеков корабля, полупроводники).

8.10. Сделать объект (элемент) самоустанавливающимся, саморегулирующимся (автоматические системы уровня среза, бокового смещения зерновых комбайнов академика И.С. Нагорского и автоматические коробки скоростей автомобилей).

8.11. Использовать «посредника» в виде промежуточного объекта – переносчика энергии, силы, массы и т. п. (маховик, пружины, аккумуляторы, корнеизвлекающее устройство по патенту ВУ 12956 [97]).

8.12. Противопоставить вредному эффекту тот же эффект, «взятый наоборот» (битепица по а. с. СССР 950241 [9], борона гибкая для глубокого рыхления по патенту ВУ 15159 [98]).

8.13. Приспособить объект к взаимодействию с человеком; сделать так, чтобы объект вызывал положительные эмоции (тюнинг автомобилей).

9. Преобразования заменой.

9.1. Заменить изгиб растяжением или сжатием (применение в сопрягающихся с полками швеллеров болтовых соединениях косых шайб).

9.2. Заменить трение скольжения трением качения (замена опорных лыж колесами, дисковое почвообрабатывающее орудие по патенту ВУ 16911 [99]). Инверсия приема.

9.3. Заменить механическую обработку способом без снятия стружки (штамповка, порошковая металлургия, комбинированный упругий элемент по патенту ВУ 14898 [100]).

9.4. Перейти от последовательного соединения элементов к параллельному или смешанному (замена лемешного плуга фронтальным или роторным, комбинированный инструмент для магнитно-абразивной обработки по патенту ВУ 13786 [101]).

9.5. Заменить традиционную воздушную среду; рассмотреть возможность использования вакуума, инертной, водной, космической

или какой-либо другой среды (вакуумная упаковка, упаковка с использованием азота или других инертных газов, сортировка томатов по степени зрелости с помощью воды, изготовление новых материалов в космосе в условиях невесомости).

9.6. Заменить объекты (элементы) их оптическими копиями (изображениями); использовать изменение масштаба изображения. Перейти от видимых оптических копий к инфракрасным, ультрафиолетовым и другим изображениям (лазерное шоу, поиск объектов из вертолета с помощью инфракрасного излучения).

9.7. Вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые копии, модели, макеты (беспилотные самолеты, применение дельтаплана для внесения гербицидов).

9.8. Заменить связи (способ или средства соединения) между элементами, жесткую связь гибкой (дисковый тормоз по патенту ВУ 17092 [102]). Инверсия приема.

9.9. Изменить крепление объекта (элемента) на противоположное (расположение отвала в бульдозере, грейфере и прицепном планировщике).

9.10. Дорогостоящий долговечный элемент заменить дешевым, недолговечным (установка в предохранительном устройстве срезного штифта вместо пружины, рабочий орган кротодренажной машины по патенту ВУ 13852 [103]).

9.11. Осуществить превращение одних физических величин в другие (расходуя топливо, собираем зерно в бункер комбайна).

9.12. Осуществить обратную связь с помощью других величин (телефон—SMS—Интернет).

9.13. Заменить аналог или модель объекта (применение мостового земледелия вместо обычного).

9.14. Заменить в объекте источник энергии, тип привода, цвет и т. д. (электротрактор, автомобили и самолеты на солнечных батареях и т. д.).

9.15. Заменить механическую схему электрической, тепловой, оптической или электронной (первый телевизор был механическим).

9.16. Произвести замену конструкции (узла) ее эквивалентом (замена металлической пружины резиновым амортизатором, узел крепления рабочего органа сельскохозяйственной машины по патенту ВУ 15705 [104]).

9.17. Заменить объект (элемент) более простым (загортач по патенту ВУ 13158 [105]).

9.18. Заменить объект (элемент) аналогичным по своему функциональному назначению (шнековый оборачиватель льна по патенту ВУ 17772 [106]). Инверсия приема.

9.19. Вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие (например, не охлаждать объект, а нагревать). Пример – при монтаже прессового соединения можно как охлаждать вал, так и нагревать втулку.

9.20. Использовать принцип действия, явления, процессы, приемы и свойства, диаметрально противоположные (обратные) традиционным и имеющимся (замена тербления корнеплодов моркови срезом ботвы с последующим выкопкой корнеплодов копателем).

9.21. Заменить принцип работы объекта (элемента) эквивалентным. Использовать другой принцип действия (в АН-24 авиадвигатели с одним пропеллером, а в АН-70 с двумя встречно вращающимися; замена пропеллерного двигателя на реактивный).

9.22. Несколько специализированных объектов заменить одним универсальным (жатку, подборщик и молотилку заменить зерновым комбайном). Инверсия приема.

10. Дифференциация.

10.1. Разделить движущийся поток (вещества, энергии, информации и др.) на два или несколько (пневмосеялка со многими сошниками, стабилизатор потока воды по патенту ВУ 17511 [107]).

10.2. Разделить сыпучий, жидкий или газообразный объект на части (дождевание, внесение удобрений, сепаратор для отделения картофеля от ботвы по патенту ВУ 12628 [108]).

10.3. Сделать элемент съемным, легко отделимым (лемех плуга, колесо автомобиля).

10.4. Применить раздвижную конструкцию из элементов, перемещающихся в пространстве относительно друг друга (зонтик, крыша кабриолета, двери метро, многокорпусный навесной плуг по патенту ВУ 14165 [109]).

10.5. Сделать автономным управление и привод к каждому элементу (обрабатывающий центр, строительный кран).

10.6. Разделить объект на части, после чего обрабатывать, грузить и т. п. каждую часть отдельно (сортировальный пункт ПС-6, устройство для сепарации корнеплодов по патенту ВУ 12723 [110]).

10.7. Разделить объект на части так, чтобы их можно было заменять при изменении режима работы (почвообрабатывающий каток по а. с. СССР 1342438 на комбинированном почвообрабатывающем агрегате АКШ-7,2).

10.8. Разделить технологический процесс (объект) на несколько специализированных этапов, операций или элементов (раздельная уборка зерна, корнеплодов, льна).

10.9. Использовать принцип специализации объектов (зверо-, птице- и свинофермы).

10.10. Разделить функции объекта; разные элементы должны выполнять различные функции (подача воды, корма и уборка навоза при привязном содержании животных).

10.11. Разделить объект на секции и сделать его секционным, ячеистым и т. п. (крылья самолета в виде набора отдельных баков для топлива).

10.12. Выделить в объекте самый нужный элемент (нужное свойство) и усилить его или улучшить условия его работы (намолачивание лемехов для плуга по технологии БГАТУ, ротор-кустурез по патенту ВУ 13010 [111]).

10.13. Уменьшить взаимозависимость элементов; уменьшить силу связей между ними; разделить объект на части и соединить их гибкой связью; разделить объект на независимые части (шарнирная рама трактора, косилка с шарнирной секцией для обработки откосов).

10.14. Раздробить семейство (множество) родственных объектов так, чтобы их можно было изготавливать из стандартных или унифицированных элементов (кирпичи, фундаментные блоки, панели и другие строительные материалы).

11. Интеграция.

11.1. Сосредоточить органы управления и контроля в одном месте (руль болида «Формулы-1»).

11.2. Объединить элементы единым корпусом или станиной (корпус корабля, рама комбайна).

11.3. Осуществить параллельное соединение машин и агрегатов для увеличения общей мощности или производительности (сцепка сеялок или борон).

11.4. Ввести единый привод, единую систему управления, энергоснабжения или питания (современный коровник с автоматизированной дойкой коров).

11.5. Соединить аналогичные объекты (элементы), последовательно присоединяя их к связующему нитевидному элементу (скрепки транспортера, ковши элеватора, вагоны метро).

11.6. Изготовить объект целиком (лодка из стекловолокна, пластиковый корпус «Трансбанда»).

11.7. Используя одновременно два и более однотипных объектов с разными количественными характеристиками, получить качественно новый эффект (плуг и луцильник, машина для контурной обрезки деревьев по патенту ВУ 12843 [112]).

11.8. Создать объект, объединить два или несколько элементов самостоятельного назначения, чтобы они полностью или частично включались один в другой (седельный тягач с прицепом, прицепной грейдер или скрепер, картофелекопатель по патенту ВУ 13439 [113]).

11.9. Использовать принцип агрегатирования. Создать базовую конструкцию, на которую можно «навесить» различные рабочие органы и агрегаты (мобильный комплекс «Полесье», трактор «Беларус» с оборудованием для коммунального хозяйства).

11.10. Объединить стандартные или унифицированные элементы, узлы и детали (шарики или ролики в подшипниках).

11.11. Совместить или объединить явно несовместимые объекты, устранив возникающие противоречия (автомобиль-амфибия).

11.12. Осуществить симбиоз объекта с человеком или живым организмом (роботы, вживление ЧИПов).

12. Использование профилактических мер.

12.1. Предусмотреть прикрытие и защиту легко повреждаемых элементов (чехлы, кожаные, лакокрасочные покрытия).

12.2. Ввести предохранительные устройства или блокировку (храповой механизм безопасной рукоятки).

12.3. Разделить хрупкий и часто повреждаемый объект на части (остекление теплиц).

12.4. Выполнить объект (элемент) разборным так, чтобы можно было заменить отдельные поврежденные части (лемех плуга, вкладыши подшипников скольжения).

12.5. Для уменьшения простоев и повышения надежности создать легко используемый запас рабочих органов или элементов. Предусмотреть в ответственных частях объекта дублирующие элементы (запас лемехов при работе на почвах, засоренных камнями; тройное дублирование органов управления самолета).

12.6. Защитить объект (элемент) от электростатического или другого вредного поля (микроволновая печь, экран монитора).

12.7. Произвести экранирование объекта (хранение техники под навесом, маскировочные сети).

12.8. Заранее выполнить требуемое изменение объекта (полностью или хотя бы частично). Пример – предварительная уборка ботвы или подкормка корнеплодов.

12.9. Рассредоточить деформируемые участки объекта (элемента). Пример – многоосный колесный ход.

12.10. Предусмотреть компенсацию неточностей изготовления объекта (устраняющая зазор поджимающая пружина).

12.11. Разделить объект на части так, чтобы при выходе из строя одного элемента объект в целом сохранял работоспособность (двигатели самолета, шины бронетранспортера).

12.12. Использовать принцип снижения нагрузки (снижение скорости на повороте или при движении по неровностям).

13. Использование резервов.

13.1. Использовать массу объекта (элемента) или периодически возникающих весовых и других усилий для получения дополнительного эффекта (утрамбовывание силоса трактором).

13.2. Использовать силу ноги (ног) или другого органа тела человека (велосипед).

13.3. Допустить факторы и явления, которые считаются недопустимыми. Пример – обратный ход в устройстве для отделения от корнеплодов почвы и растительных остатков по патенту KZ 26534 [115].

13.4. Использовать паузы между импульсами (периодическими действиями) для осуществления другого действия. Пример – использование в пресс-подборщиках паузы в процессе сжатия для подачи материала.

13.5. Компенсировать чрезмерный расход энергии получением какого-либо дополнительного эффекта (использование опилок в качестве топлива, применение ресурсосберегающих технологий сельскохозяйственного производства).

13.6. Расширить номенклатуру обрабатываемых деталей. Применить групповую обработку [62].

13.7. Один объект (элемент) поочередно работает в нескольких местах (зуб роторной бороны по патенту ВУ 12318 [115]).

13.8. По принципу самообслуживания объект должен выполнять не только основную работу, но и сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции, используя отходы энергии вещества и т. п. (космическая станция).

13.9. Выполнившие свое назначение или ставшие ненужными элементы, отходы (энергия, вещество) должны быть наиболее эффективно использованы для других целей (органические удобрения).

14. Преобразования по аналогии.

14.1. Применить объект, используемый для подобных целей в другой отрасли техники (применение радиоизотопов с сельском хозяйстве).

14.2. Использовать природный принцип повторяемости однотипных элементов (пчелиные соты, клетки, листья, кристаллы и т. п.). Пример – блочное строительство.

14.3. Рассмотреть возможность копирования (брикетирование и гранулирование кормов).

14.4. Применить решение, аналогичное имеющемуся:

– в ведущей отрасли техники или в древних и прошлых технических объектах (колесо, рыхлитель, кран);

– в неживой природе (физика, химия, биология и др.). Пример – аэрозоли для внесения ядохимикатов;

– у современных или вымерших живых организмов (крылья);

– в экономике или общественной жизни людей (психологическая атака [24], шумовые, световые, электромагнитные сигналы для разгона птиц, крыс, мышей и т. д.);

– в научно-фантастической литературе (подлодки, роботы, межпланетные корабли).

Ответить на вопрос, как решаются подобные задачи в указанных областях. Перенести в свой объект аналогичный элемент. Выполнить аналогично компоновку, структуру, принцип действия и т. п.

14.5. Использовать принцип имитации, заключающийся в создании таких объектов, которые по форме, цвету, внешнему виду аналогичны другому объекту, но по ряду других свойств не соответствуют ему (лжеаэродромы и другие военные объекты).

14.6. Приспособить природные конструкции для технических целей.

14.7. Использовать аналогии функций и поведения других объектов.

14.8. Проверить, как решаются задачи, обратные данной.

15. Комбинирование и комплексный синтез.

15.1. Гиперболизировать размеры объекта, создать «гигант» и найти ему применение. Инверсия приема (миниатюризация) – дирижабли, беспилотные летательные аппараты размером с муху.

15.2. Рассмотреть возможность использования различных энергетических установок (видов энергии) и их комбинации (биотопливо и т. д.).

15.3. Создать объект (машину), сочетая унифицированные элементы (агрегаты), представляющие собой автономные узлы, устанавливаемые в различном числе и комбинациях на общей станине

(устройство для магнитно-абразивной обработки по патенту ВУ 14770 [118]).

15.4. Базовый объект или основные его элементы использовать для создания объектов различного назначения, близких или различных по рабочему процессу.

15.5. Комбинировать универсальные элементы для осуществления различных функций (секция культиватора по патенту ВУ 16309 [119]).

15.6. Комбинировать: секции, узлы, блоки, агрегаты; универсальные элементы; переходные состояния.

15.7. Сделать объект компактным; изменить объект конструктивно, обеспечив его портативность (туковывсевающий аппарат по патенту ВУ 15553 [120]).

15.8. Создать комплекс, гарнитур и т. п. [6].

15.9. Комбинировать привлекательные признаки и свойства объекта, технические идеи.

15.10. Рассмотреть комбинированное использование различных принципов действия.

15.11. Переделать объект, приспособив его к другим условиям работы: операциям, видам продукции – без изменения основной конструкции.

15.12. Использовать в качестве прототипа искомого объекта объект неживой или живой природы, близкие или отдаленные области техники, детские игрушки.

15.13. Создать технический объект, моделирующий живой организм (махолет).

15.14. Рассмотреть возможность использования различных физических эффектов и их комбинаций.

15.15. Перейти от однофункционального объекта к многофункциональному. Комбинировать функции или цели (двигатель вездехода по патенту ВУ 17460 [121]).

15.16. Применить известный объект для другого назначения.

15.17. Найти новую область или способ применения объекта (корпус плуга по патенту ВУ 8443 [122]).

15.18. Придумать новую функцию, техническая реализация которой принесет значительное улучшение для жизни и работы человека (устройство для самовытаскивания заднеприводного колесного транспортного средства по патенту ВУ 16905 [123]).

15.19. Сформулировать (синтезировать) идеальное конструктивное решение и перейти от него к реальному.

15.20. Найти новое применение разработанной идеи или идеи, обратной ей.

15.21. Использовать принцип дробления общественных потребностей на несколько субпотребностей с последующим созданием технических объектов для удовлетворения каждой отдельной субпотребности.

16. Повышение технологичности [124–128].

16.1. Упростить форму и конструкцию деталей путем сокращения числа обрабатываемых поверхностей.

16.2. Выбрать форму и конструкцию элементов, обеспечивающих применение наиболее технологического оборудования, приспособлений и инструмента.

16.3. Выбрать конструкцию деталей и узлов, обеспечивающую максимальное совмещение и одновременное выполнение операций обработки и сборки.

16.4. Уменьшить или исключить пригоночные работы при сборке. Использовать средства компенсации неточности изготовления.

16.5. Осуществить технологическую унификацию конструкций, формы и размеров деталей.

16.6. Заменить механическую обработку способом обработки без снятия стружки.

16.7. Использовать саморегулирующиеся, восстанавливающиеся, самозатачивающиеся элементы и инструменты, сокращающие трудоемкость технического обслуживания и ремонта.

16.8. Максимально применять стандартные методы, имеющие широкую область применения.

16.9. Использовать модульный принцип конструирования, когда из небольшого числа стандартных элементов (универсального набора) можно собрать любое изделие в заданном классе (например, универсально-сборные приспособления).

16.10. Максимально использовать в проектируемом объекте освоенные в производстве узлы и детали.

16.11. Использовать заготовки с размерами, максимально близкими к размерам готовой детали. Использовать точное литье, штамповку, сварку.

16.12. Выбрать наиболее целесообразное расчленение объекта на блоки, узлы и детали.

16.13. Выбрать материал, обеспечивающий минимальную трудоемкость изготовления деталей.

При формировании индивидуального фонда эвристических приемов необходимо в первую очередь отобрать наиболее подходящие и эффективные приемы из межотраслевого фонда. Для этого полезно руководствоваться следующими рекомендациями.

1. В индивидуальный фонд необходимо включать не менее одного приема из каждой классификационной группы (см. таблицу). При этом особое предпочтение следует отдавать приемам преобразования по аналогии (группа 14). Всего из межотраслевого фонда отбирается от 50 до 100 приемов. Большинство из них с позиций логического анализа и экспертных оценок должны иметь значительные потенциальные возможности по улучшению интересующего класса ТС или технологических процессов. Кроме того, до 20 % отобранных приемов должны, наоборот, содержать наименее вероятные потенциальные возможности, поскольку такие приемы нередко обеспечивают нахождение наиболее оригинальных и эффективных ТР. Отобранные из межотраслевого фонда приемы желательно отредактировать и конкретизировать с ориентацией на рассматриваемый класс объектов.

2. Дальнейшее расширение и развитие индивидуального фонда можно выполнять на основе изучения и анализа истории конструктивной эволюции и соответствующего патентного фонда рассматриваемого класса ТС и объектов, близких по своему назначению и функциям, особенно в ведущих отраслях техники. При этом тщательно изучают моменты перехода от прототипов к улучшенным конструкциям и пытаются описать эти переходы в виде эвристических приемов. Особенно ценными являются заимствования из ведущих отраслей техники, где более быстрыми темпами развиваются аналогичные функциональные узлы и архитектура изделия в целом. Понятие «ведущая отрасль техники» объясняется функциональной близостью к рассматриваемому классу и более быстрыми темпами технического прогресса.

3. Индивидуальный фонд должен включать приемы, отражающие субъективный стиль мышления конструктора-изобретателя и его личный опыт. Как правило, эта группа приемов формируется независимо каждым пользователем.

Весьма ценное дополнение к индивидуальному фонду эвристических приемов составляют примеры решения конструкторско-изобретательских задач, описанные в специальной технической

литературе. Для каждого целесообразно подобрать по два-три существенно различающихся примера, которые бы иллюстрировали широкие возможности приема. Вместе с тем необходимо подбирать такие примеры, которые можно было бы заимствовать как готовые решения (или фрагменты решений) при поисковом конструировании интересующего класса изделий. Подборку примеров уместно производить во время изучения и анализа истории конструктивной эволюции и патентного фонда указанных классов ТС.

Формирование фонда аналогов ТР. Фонд эвристических приемов используется в основном для преобразования некоторого аналога (известного конструктивного решения), не удовлетворяющего заданным требованиям, в искомое решение.

В проектно-конструкторских разработках на выбор аналога часто не накладывается никаких ограничений, а иногда, наоборот, прототип оказывается жестко заданным. Даже в последнем крайнем случае оказывается полезным рассматривать более широкую постановку задачи, т. е. искать решение путем преобразования нескольких аналогов. Таким образом, всегда полезно иметь заранее подобранный фонд аналогов, чтобы, с одной стороны, сократить затраты времени на их поиск в процессе решения задачи, а с другой – брать за основу наиболее ценные прототипы с точки зрения отдельных показателей или комплексной оценки. В качестве аналогов рекомендуется брать существенно отличающиеся наиболее перспективные ТР. Особое внимание следует уделить отбору ТР на уровне лучших мировых образцов. В целом фонд аналогов лучше подбирать во время изучения и анализа истории конструктивной эволюции аналогичных ТС и соответствующего патентного фонда.

Формирование фонда материалов и конструктивных элементов. Поскольку многие приемы преобразования прототипов связаны с использованием новых материалов или узлов и деталей, с их заменой или комбинированием, то желательно иметь специально подобранный (для интересующего класса ТС) фонд материалов и конструктивных элементов. Этот фонд должен также включать наиболее разнообразные и перспективные материалы и элементы, которые можно подбирать в процессе изучения и анализа истории конструктивной эволюции различных ТС и их патентных фондов, а также на основе изучения справочной литературы и новых стандартов на соответствующие материалы, узлы и детали.

Рекомендации по применению метода. При решении задач методом эвристических приемов последовательно выполняются следующие этапы поиска и обработки информации:

1) уяснение или формулировка технического задания – списка требований к искомому ТР;

2) выбор из фонда аналогов одного или нескольких прототипов, в наибольшей мере удовлетворяющих техническому заданию;

3) анализ прототипов, выявление их недостатков и формулировка постановки задачи в виде ответов на вопросы: какие показатели в прототипе и насколько желательно улучшить; какие новые свойства должно иметь создаваемое изделие или какие свойства должен утратить рассматриваемый прототип;

4) задачу начинают решать с выбора наиболее подходящих приемов из индивидуального фонда эвристических приемов. С помощью этих приемов преобразуют выбранные на втором этапе прототипы и анализируют возможность решения поставленной задачи. При этом следует иметь в виду, что задачу можно решить не сразу, с помощью одного приема, а последовательно улучшая результаты с помощью различных отдельных приемов. Иногда удачное решение можно получить при одновременном комплексном использовании двух и более приемов.

Если использование какого-либо из выбранных приемов вызывает затруднение, то анализируют соответствующие примеры, которые играют роль обучающих задач или полуготовых решений. Если выбранные приемы не дают желаемого результата, то делается попытка применить подряд все приемы фонда. Если решаемая задача весьма важна и нет жестких ограничений по времени, то также целесообразно анализировать ее с точки зрения всех приемов индивидуального или даже межотраслевого фонда. Причем повторный анализ может дать интересные дополнительные результаты, если в качестве аналогов используются уже полученные промежуточные ТР. При неудачных попытках решения задачи необходимо вернуться к этапу 2 и изменить состав прототипов или к этапу 1 и изменить список требований.

Практическое применение метода. Метод эвристических приемов был использован при решении задач из различных областей техники. Наиболее показательным является описанный А.И. Половинкиным [2] случай разработки и применения специализированного

метода эвристических приемов для поиска рациональных технических решений гидромелиоративных конструкций с применением мягких синтетических тканей, пленок и т. п. Метод использовался в СССР в 1980-х годах при систематической разработке нового класса конструкций различного назначения (водоподпорных, водопроводящих, регулирующих, сопрягающих, рыбопроводящих и др.) и для различных природных условий (топографических, гидрологических, геологических и т. д.). За короткое время было получено более 800 рекомендуемых технических решений, из которых около 40 многократно реализовано в строительстве с фактическим экономическим эффектом от 2 до 3 млн советских рублей в год. По этим разработкам получено более 50 авторских свидетельств, ряд из них запатентованы в Италии, ФРГ, Японии и других странах.

Эффективность специализированного метода эвристических приемов можно значительно повысить, привлекая компьютерные технологии. Рекомендуются следующие пути использования вычислительной техники.

На первом этапе можно создать обычную фактографическую информационно-поисковую систему, позволяющую по определенным запросам выбирать необходимую информацию (из фонда эвристических приемов и примеров решения аналогичных задач, фонда материалов и конструктивных элементов), что значительно сократит время поиска нужных приемов и других сведений. При этом преобразование аналогов (синтез новых технических решений и их оценка) остается за человеком. На втором этапе ведут работы по программированию эвристических приемов, что позволяет, с одной стороны, часть работы по синтезу передать ЭВМ, с другой – иметь возможность создания и программирования математических моделей по оценке автоматически синтезируемых ТР. В некоторых случаях можно создавать универсальные математические модели, позволяющие оценивать весьма широкий класс решений по части показателей. Это позволяет в значительной мере автоматизировать оценку технических решений, синтезируемых конструктором или машиной. Метод эвристических приемов можно использовать при разработке самостоятельных человеко-машинных программ поиска новых ТР заданного класса. Такую программу можно включить в пакет прикладных программ подсистемы поискового конструирования. Кроме того, этот метод рекомендуется использовать

при подготовке информационного обеспечения в машинных методах синтеза ТР, в частности при расширении множества ТР. Межотраслевой фонд эвристических приемов используется также при расширении возможностей методов математического программирования в поисковом конструировании.

7.2. Изобретения БГАТУ, полученные с использованием метода эвристических приемов

1.4

ВУ 12168 Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур [29]

Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур (рис. 7.1, 7.2) агрегируется с трактором и состоит из рамы 1, направляющего элемента 2, механизма очистки пленки в виде ротора 3, опорной площадки 4, вала 5 со встречной винтовой навивкой, механизма наматывания пленки 6 в виде планчатого барабана, консольно закрепленного на боковой стойке, содержащей в основании шарнир с вертикальной осью и имеющей вследствие этого неподвижную нижнюю 7 и подвижную верхнюю 8 части. К верхней части 8 боковой стойки крепится привод механизма наматывания пленки в виде гидромотора 9 и цепной передачи 10 (т. е. механизм наматывания пленки консольно закреплен на раме со стороны привода). К подвижной верхней части 8 боковой стойки крепится гидроцилиндр 11, который также укреплен на раме 1. Для привода ротора 3 и вала со встречной винтовой навивкой 5 на раме 1 установлен гидромотор 12, вращение от которого передается с помощью цепных передач 13 и 14. На раме 1 установлены левый 15 и правый 16 пьезоэлектрические датчики и положения краев снимаемой пленки 17, а также блок 18, содержащий преобразовательный блок, силовой каскад и гидрораспределитель с электромагнитами. Устройство содержит также два опорных колеса 19. Гидромоторы 9, 12 и гидрораспределитель блока 18 подключены к гидросистеме трактора, блок 18 подключен также к электросистеме трактора.

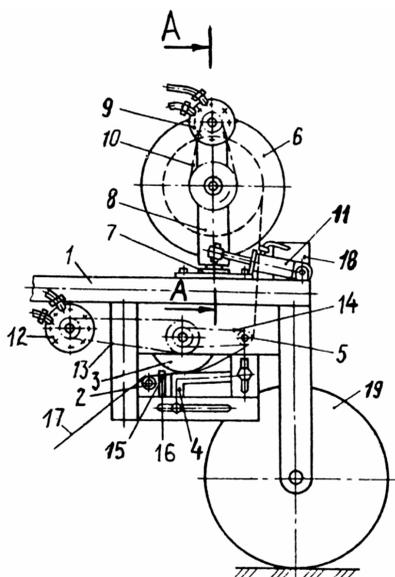


Рис. 7.1. Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур (вид сбоку)

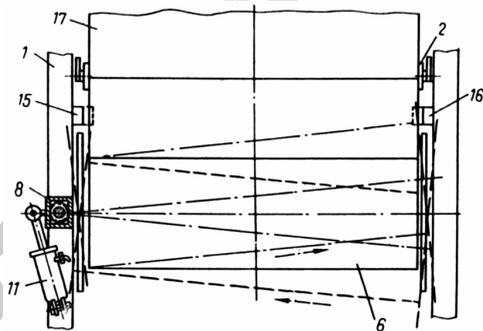


Рис. 7.2. Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур (вид сверху)

Механизм наматывания пленки 6 выполнен (рис. 7.2 и 7.3, разрез А–А и рис. 7.4, разрез В–В) в виде вала 20 с неподвижным 21 и подвижным 22 торцовыми ограничителями и стопорного элемента, состоящего из втулки 23 и штифта 24. Торцовый ограничитель 21 имеет отверстия, в которые вставляются продольные планки 25 шарнирно связанные с поперечными планками 26, расположенными

ми по концам и по середине вала 20 и шарнирно закрепленные на нем. Подвижный торцевой ограничитель 22 имеет ячейки в виде шаровых сегментов, в которые упираются концы продольных планок 25, и жестко прикреплен к втулке 23 стопорного элемента. Продольные планки 25 имеют зацепы с направленными в сторону втулки 23 остриями. Механизм 6 наматывания пленки консольно закреплен на подвижной верхней части 8 боковой стойки, к которой приварен образующий корпус подшипников 26 стакан 27. В подшипниках 26 установлен горизонтальный вал 20, ось которого параллельна механизму очистки пленки в виде ротора 3 и валу 5 со встречной навивкой. К валу 20 крепится с помощью трубы 28 и втулки 29 со стороны цепной передачи 10 неподвижный торцевой ограничитель 21, образуя жесткую сварную несущую конструкцию. Подшипники 26 фиксируются относительно стакана 27 и вала 20 с помощью прикрепленных к стакану винтов крышек 30, распорной трубы 31 и стопорного кольца 32.

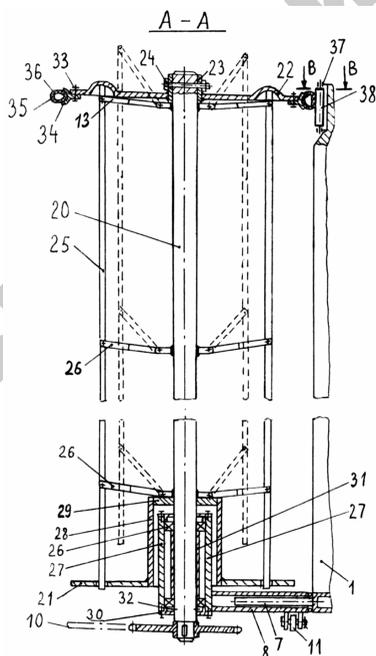


Рис. 7.3. Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур (разрез А на рис. 7.1)

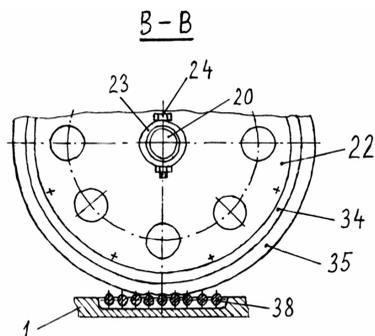


Рис. 7.4 Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур (разрез В-В на рис. 7.3)

Подвижный торцевой ограничитель 22 имеет закрепленный на его периферии с помощью болтовых соединений 33 обод 34 с установленной на нем шиной 35 с расположенной внутри нее резиновой пневматической камерой 36 с вентиляем. Шина 35 опирается на часть рамы 1, выполненную в виде последовательно установленных в подшипниках 37 друг за другом параллельно оси вала 20 роликов 38. Давление в пневматической камере 36 (создается с помощью присоединяемого к вентилю насоса, например велосипедного) шины 35, ее размеры и размеры роликов 38 подобраны таким образом, что деформированная шина 35 контактирует одновременно не менее чем с тремя роликами 38.

Устройство работает следующим образом. Перед началом движения устройства в агрегате с трактором защитная пленка 17 насаживается на зацепы планчатого барабана механизма намотки 6 равномерно по его длине. При работе устройства пленка 17 поступает на направляющий элемент 2 и далее – на опорную площадку 4, где верхняя и нижняя поверхности пленки очищаются при участии эластичных лопастей ротора 3. Очищенная пленка 17 расправляется на валу со встречной винтовой навивкой 5 и наматывается на планчатый барабан механизма наматывания пленки 6. Вращение к механизму намотки 6 передается с помощью гидромотора 9 и цепной передачи 10, а к ротору 3 и валу 5 со встречной винтовой навивкой с помощью гидромотора 12 и цепных передач 13 и 14. При правильном расположении краев пленки 17 оба пьезоэлектрических датчика 15 и 16 находятся с ней в контакте, и золотник гидрораспределителя находится в нейтраль-

ном положении. При смещении пленки влево (вправо) правый 15 (левый 16) датчик подает сигнал на преобразовательный блок, который далее через силовой каскад поступает к одному из электромагнитов гидрораспределителя, который перемещает золотник, в результате чего гидроцилиндр 11 поворачивает барабан механизма намотки 6 назад (вперед), в результате чего пленка 17 начинает перемещаться вдоль поверхности барабана слева направо (справа налево), пока край пленки не коснется левого 15 (правого 16) датчика. Так как подвижный торцевой ограничитель 22 имеет закрепленный на его периферии с помощью болтовых соединений 33 обод 34 с установленной на нем шиной 35 с расположенной внутри нее резиновой пневматической камерой 36, контактирующей с не менее чем тремя роликами 38, то в процессе работы устройства, несмотря на изменяющийся вес пленки 17 и колебания рамы 1 под действием неровностей почвы, вал 20 механизма намотки 6 практически не меняет своего горизонтального относительно поверхности поля положения, а возможные незначительные отклонения компенсируются упругими свойствами пленки 17. Это обеспечивает равномерность распределения пленки (шириной около 2 м) по длине механизма намотки 6 при любых постоянно изменяющихся эксплуатационных условиях работы устройства.

После намотки всего рулона пленки транспортное средство останавливается, вынимается штифт 24 и снимается втулка 23 вместе с закрепленным на ней подвижным торцевым ограничителем 22. К рулону пленки прикладывается незначительное усилие для его снятия с механизма наматывания пленки 6, при этом концы продольных планок 25 выходят из отверстий неподвижного торцевого ограничителя 21, поперечные планки 26 поворачиваются вокруг своих шарнирных креплений к валу 20 и продольные планки 25 совершают плоскопараллельное движение к валу 20. В результате намотанный рулон пленки легко и быстро снимается с механизма намотки 6, причем зацепы, загнутые в сторону съема рулона, не препятствуют этому. После съема пленки втулка 23 вместе с подвижным торцевым ограничителем 22 возвращаются в исходное положение вместе с продольными планками 25, и штифт 24 стопорит втулку 23 с подвижным торцевым ограничителем 22 относительно вала 20, шина 35 опирается на ролики 38. Устройство готово к работе.

Схема автоматического управления механизмом наматывания пленки приведена на рис. 7.5.

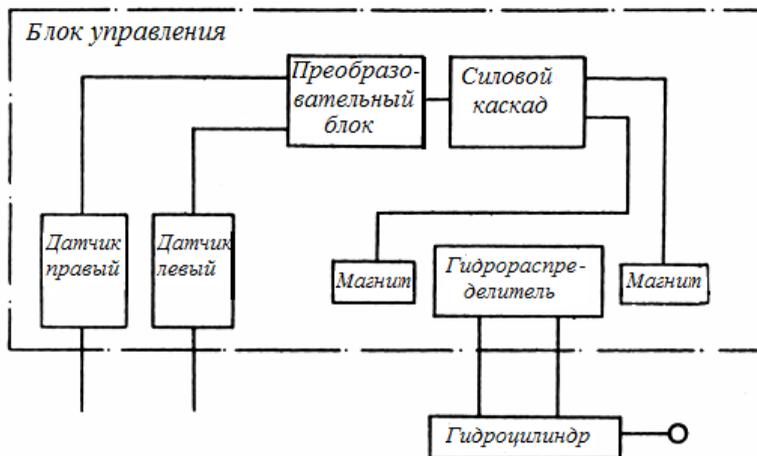


Рис. 7.5. Схема автоматического управления механизмом наматывания пленки

1.5

ВУ 9366 U Бункер для сыпучих материалов [30]

Задача, которую решает изобретение, заключается в уменьшении времени опорожнения бункера и снижении эксплуатационных затрат на его обслуживание.

Бункер для сыпучих материалов (рис. 7.6, 7.7) содержит корпус 1 с боковыми стенками 2, днищем 3, выполненными из решеток с расположенным в верхней части корпуса 1 загрузочным патрубком 6 и расположенным в нижней части корпуса 1 содержащим подвижную заслонку 17 выходным патрубком 8. Внутри корпуса 1 размещена эластичная емкость 7, часть которой закреплена на верхних краях корпуса 1, а верхние и нижние концы связаны соответственно с загрузочным 6 и выходным 8 патрубками и механизмом подъема эластичной емкости 7 в виде примыкающих к закрепленному к днищу 3 с наружной стороны корпуса 1 фланцу 11 нижними концами вертикально расположенных винтовых цилиндрических пружин растяжения 5, к верхним концам которых присоединены канаты 12, соединенные через направляющие блоки 4 с нижней половиной эластичной емкости 7. Эластичная емкость 7 снабжена

в нижней части, контактирующей с дном 3, не менее чем двумя упругими концентрическими кольцами 9, оси симметрии которых совпадают с осями симметрии выгрузного отверстия выходного патрубка 8 и выполненными с возможностью изменения длины их окружности и кривизны механизмом регулировки.

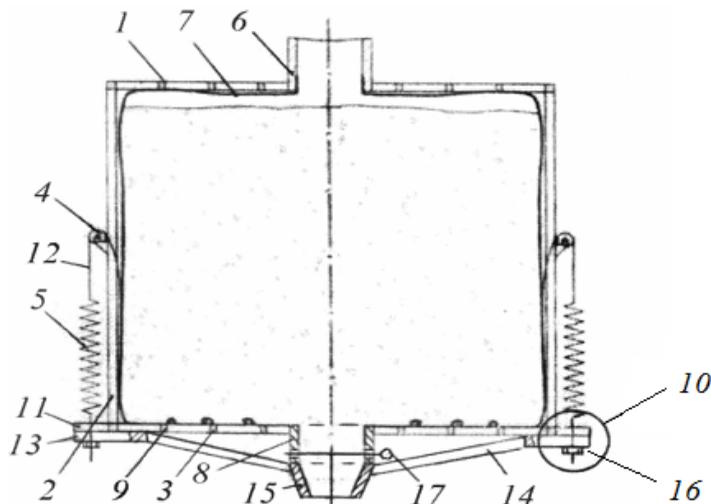


Рис. 7.6. Общий вид бункера в положении загрузки

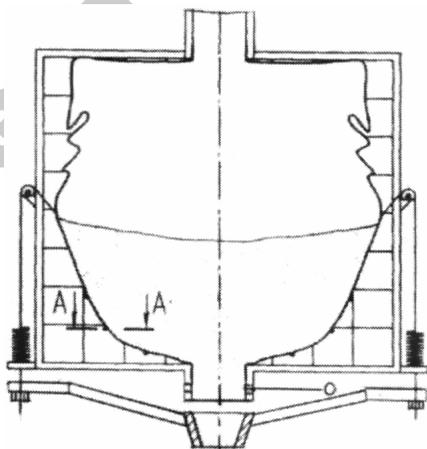


Рис. 7.7. Общий вид бункера в положении выгрузки

Под фланцем 11 расположено совпадающее с ним по внешнему контуру плоское кольцо 13, ось симметрии которого совпадает с осью симметрии выгрузного отверстия выходного патрубка 8, а на контуре внутреннего отверстия плоского кольца 13 симметрично оси симметрии выгрузного отверстия выходного патрубка 8 закреплены стержни 14, закрепленные противоположными плоскому кольцу 13 концами с наружной поверхностью расположенного большим основанием вверх полого усеченного прямого конуса 15, ось симметрии которого совпадает с осью симметрии выгрузного отверстия выходного патрубка 8. Диаметр полости у верхнего большего основания полого усеченного прямого конуса 15 больше, а диаметр полости у нижнего меньшего основания полого усеченного прямого конуса меньше диаметра выгрузного отверстия выходного патрубка 8. Нижний конец круглого прутка каждой пружины растяжения 5 направлен вертикально вниз по ее оси, выступает частично над верхней поверхностью фланца 11, проникает с зазором в выполненные в фланце 11 и плоском кольце 13, расположенные под пружиной 5 отверстия, оси симметрии которых совпадают с осями пружин 5, при этом выступающие вниз за пределы плоского кольца 13 концы пружин 5 выполнены с нарезанной на их цилиндрической поверхности метрической резьбой, с помощью которой на нижних концах пружин установлены регулировочные гайки 16.

Бункер для сыпучих материалов работает следующим образом.

Перед началом загрузки бункера эластичная емкость 7 под действием пружин 5 механизма подъема эластичной емкости 7 находится в натянутом состоянии, а выходной патрубок 8 корпуса 1 закрыт заслонкой 17. В процессе заполнения бункера сыпучим материалом, который поступает внутрь корпуса 1 через загрузочный патрубок 6, пружины 5 механизма подъема эластичной емкости 7 под действием веса сыпучего материала начинают растягиваться. При этом эластичная емкость 7 опускается вниз и в сторону боковых стенок 2 и днища 3, выполненных в виде решеток, соприкасаясь с ними. При наполнении бункера 1 сыпучим материалом до уровня загрузочного патрубка 6 загрузка прекращается. Упругие кольца 9 прижимаются сыпучим материалом к днищу 3, располагаясь вокруг выгрузного патрубка 8. При выгрузке сыпучего материала из бункера 1 открывается заслонка 17 выходного патрубка 8,

и сыпучий материал поступает, например, в транспортное средство (не показано). В процессе загрузки уменьшается давление сыпучего материала на эластичную емкость 7, которая через направляющие блоки 4 под действием пружин 5 поднимается вверх, образуя воронку, вогнутую гиперболически. Воспринимая на себя давление сыпучего материала, упругие кольца 9 находятся в растянутом состоянии. При дальнейшем уменьшении нагрузки и давления на стенки упругие кольца 9 поочередно, начиная с верхнего, уменьшают свой диаметр и затем придают воронке выпуклую гиперболическую форму, соответствующую нормальному истечению материала без сводообразования. При этом происходит саморегулирование кривизны поверхности воронки эластичной емкости 7, что позволит повысить эффективность выгрузки сыпучего материала. Механизм регулировки 10 позволяет изменять длину упругих колец, тем самым регулировать кривизну поверхности выпускной воронки эластичной емкости 7 при разгрузке материала. При открытии заслонки 17 сыпучий материал из бункера поступает на полый усеченный прямой конус 15, воздействует на него с переменной нагрузкой, которая через стержни 14, плоское кольцо 13 и регулировочные гайки 16 воздействует на пружины растяжения 5, дополнительно их растягивая и увеличивая тем самым усилия в канатах 12, поднимающих эластичную емкость 7, что значительно уменьшает время опорожнения бункера и эксплуатационные затраты на его обслуживание. В зависимости от степени слеживания материала, содержащегося в бункере, опорожняющее усилие в канатах 12 регулируется с помощью регулировочных гаек 16. Предлагаемый бункер обеспечивает повышение эффективности выгрузки благодаря саморегулированию кривизны конической поверхности емкости во время загрузки, последовательное изменение диаметров упругих колец, что также способствует достижению цели без дополнительных затрат. Кроме того, возможность регулирования кривизны боковой поверхности воронки путем изменения диаметра, а следовательно, и упругости колец повышает универсальность устройства, т. е. возможность его использования для различных сыпучих материалов.

К тому же изменением высоты крепления ролика механизма подъема возможно регулирование кривизны поверхности выпускной воронки с учетом размеров корпуса бункера и выходного патрубка.

1.6

ВУ 13673 Устройство для отделения корнеплодов или лука от примесей [31]

Задача, которую решает изобретение, заключается в снижении материалоемкости и повышении качества отделения корнеплодов и лука от примесей.

Устройство для отделения корнеплодов (рис. 7.8–7.11) или лука от примесей содержит разделительную горку 1, выполненную в виде наклонного транспортера с установленной на нем с возможностью движения транспортерной лентой 2, образующей рабочую и обратную ветви с закрепленными на ней упругими пальцами 3, преимущественно из резины, щетку 4 с возможностью вращения навстречу движению транспортерной ленты 2 и подающий транспортер 5. Пальцы 3 установлены в шахматном порядке на свободных концах эластичных пластин 6, прикрепленных к скребкам 7, которые установлены перпендикулярно продольной оси полотна ленты транспортера и наклонно к полотну в сторону движения транспортерной ленты 2, при этом эластичные пластины 6 касаются кромками свободных концов оснований упругих пальцев 3 соседних впереди по ходу движения транспортерной ленты 2 расположенных эластичных пластин 6. Основания и, соответственно, свободные концы упругих пальцев 3 расположены на расстоянии друг от друга в продольном и поперечном направлениях с учетом площади просеивания примесей.

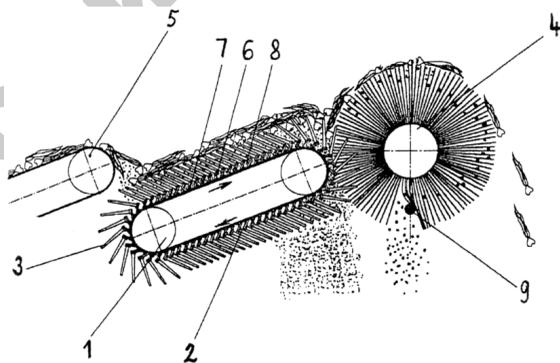


Рис. 7.8. Схема устройства для отделения корнеплодов или лука от примесей (вид сбоку)

Эластичные пластины 6 образуют совместно с полотном транспортерной ленты 2 осадочные камеры 8 для сбора почвенных примесей. Сзади разделительной горки 1 установлена щетка 4, горизонтальная ось которой расположена выше горизонтальной оси заднего вала транспортера 2. Окружности траекторий свободных концов ворса щетки 4 и эластичных пластин 6 касательны. В нижней части щетки 4 установлен среди ее ворса деформатор 9.

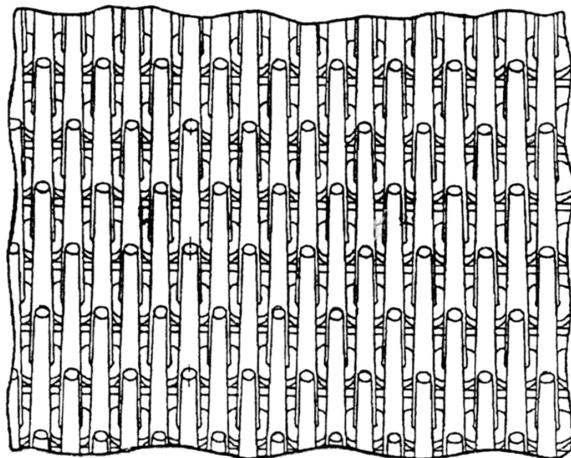


Рис. 7.9. Схема расположения пальцев на полотне транспортера (вид сверху)

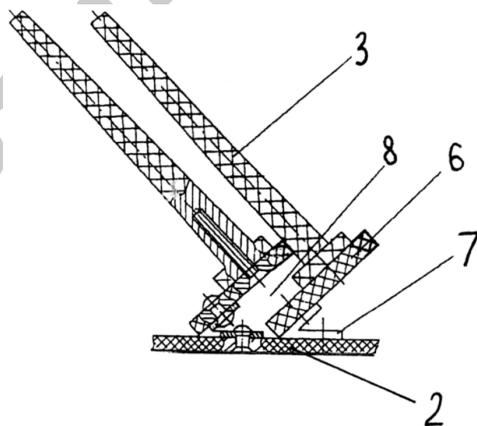


Рис. 7.10. Схема крепления пальцев

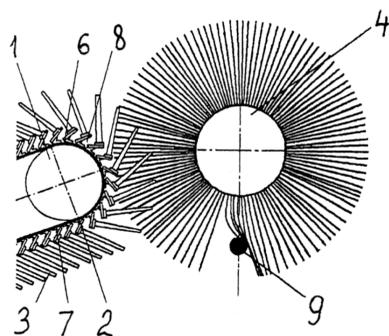


Рис. 7.11. Схема взаимодействия горки и щетки

Устройство работает следующим образом.

Ворох лука, включающий луковицы с ботвой, почвенные и растительные примеси, подается транспортером 5 на разделительную горку 1. При падении вороха лука с подающего транспортера 5 на поверхность пальцев 3 происходит их колебание совместно с эластичными пластинами 6, что способствует интенсивному выделению почвенных примесей из вороха. При дальнейшем движении транспортерной ленты 2 упругие пальцы 3 продолжают колебательные движения, за счет чего оставшиеся почвенные примеси легко просыпаются в промежутки между ними и оседают на поверхность полотна транспортерной ленты 2 в осадочные камеры 8. Благодаря наклонным упругим пальцам 3, расположенным в шахматном порядке, исключается свободное прохождение луковиц между ними и наматывание ботвы на пальцы 3. Луковицы за счет ботвы и связности вороха находятся в подвешенном состоянии и не опускаются ниже уровня эластичных пластин 6.

На сходе с рабочей поверхности разделительной горки 1 при помощи щетки 4, горизонтальная ось которой расположена выше горизонтальной оси заднего вала разделительной горки 1 в виде транспортера, удаляется ворох и зависшие между пальцами 3 луковицы, а почвенные примеси, попавшие в осадочные камеры 8, остаются в этот момент осадочных камерах 8 за счет того, что окружности траекторий свободных концов ворса щетки 4 и эластичных пластин 6 касательны. Далее примеси из осадочных камер 8 осыпаются на поверхность поля с обратной ветви транспортерной ленты 2 разделительной горки 1. Почвенные примеси

вороха, которые не попали в осадочные камеры 8, удаляются вместе с ворохом лука щеткой 4. Во время прохождения вороха лука по поверхности щетки 4 оставшиеся почвенные примеси оседают в ней и выделяются в нижней части щетки 4 с помощью воздействия на ее ворс деформатора 9.

1.7

ВУ 11879 Почвообрабатывающий каток [32]

Задача, которую решает изобретение, заключается в интенсификации процесса крошения и снижении эрозионно-опасных частиц почвы.

Почвообрабатывающий каток (рис. 7.12) включает диски 1, в промежутке между которыми расположены, по меньшей мере, два обода 2. На периферийной поверхности дисков и ободьев жестко расположены битеры 3. Внутри катка между дисками 1 свободно помещена цилиндрическая пружина сжатия 4 с направлением навивки витков, противоположным направлению установки битеров 3, и шагом, меньшим расстоянию между ними. Число расположенных между дисками 1 ободьев 2 принято не менее двух для того, чтобы исключить возможность выпадения цилиндрической пружины сжатия 4 из катка. Концы последних витков цилиндрической пружины сжатия 4 приварены к последним виткам, чтобы исключить проникновение в возможный зазор растительных остатков.

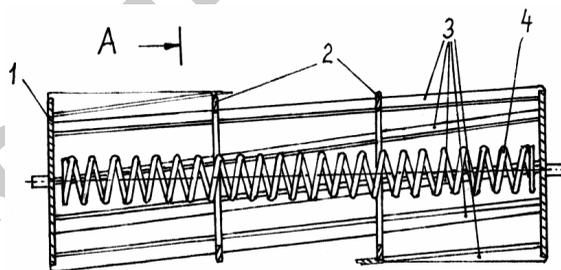


Рис. 7.12. Вид сверху почвообрабатывающего катка с разрезом горизонтальной плоскостью по оси его вращения

Почвообрабатывающий каток работает следующим образом.

При движении почвообрабатывающего катка по полю битеры 3 погружаются в почву и производят крошение комков и выравнива-

ние поверхности поля. Цилиндрическая пружина сжатия 4 перемежается внутри катка и дробит проникающие между битерами 3 комки почвы на частицы, размер которых не превышает значение шага цилиндрической пружины сжатия 4, вследствие чего они свободно покидают внутреннее пространство катка и оказываются на поверхности поля, так как шаг пружины 4 меньше расстояния между битерами 4. При этом направление навивки витков цилиндрической пружины сжатия 4, противоположное направлению установки битеров 3, приводит к образованию угла между ними, близкого к прямому, и вследствие этого минимального истирания комков почвы до мелких эрозионно-опасных частиц при их контакте. Постоянная вибрация, изгиб и скручивание в процессе работы почвообрабатывающего катка цилиндрической пружины сжатия 4 способствует быстрейшему дроблению комков почвы на агротехнически оптимальные размеры и самоочищению битеров 3 и цилиндрической пружины сжатия 4 от налипающей почвы и растительных остатков. При этом комки почвы, попадающие на цилиндрическую пружину сжатия 4, не отражаются от ее поверхности и не скользят по ней, а подвергаются интенсивному разрушающему многостороннему воздействию вибрирующих витков пружины 4 до образования комков размером, меньшим расстояния между ними, но без образования эрозионно-опасных частиц почвы вследствие отсутствия истирающего эффекта.

1.8

ВУ 12092 Орудие для глубокого рыхления почвы [33]

Известно [34], что при использовании вибрации наблюдается снижение тягового сопротивления до 40,9 %, а снижение полных энергозатрат – до 14,3 %. Природа виброэффекта, заключающегося в наблюдении значительного снижения силы сопротивления движению орудия при дополнительном приложении поля механических вибраций, объясняется переходом среды под их воздействием в неустойчивое состояние [35]. При воздействии виброремеха на пласт увеличивается угол скалывания, крошение почвы происходит более интенсивно [36], уменьшается длина скалываемого участка [37]. С увеличением глубины обработки и увеличением скорости эффект

вибрации снижается [38]. Работа орудия будет наиболее эффективна и наименее энергоемка в тех случаях, когда длина скалываемых участков минимальна. Это происходит при наличии в почвенном слое полостей, в сторону которых деформация может беспрепятственно распространяться. Такие полости под воздействием вибрирующих воздействий на нож и лемех периодически образуются, требуется только их чередовать таким образом, чтобы при деформирующем воздействии ножа лемех в это время высвобождал для него своим колебательным движением полость, в которую нож производил скалывание почвы, и наоборот.

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении качества крошения почвы при одновременном снижении энергоемкости процесса ее глубокого рыхления.

Орудие для глубокого рыхления почвы (рис. 7.13) состоит из шарнирно закрепленного на раме 1 ножа 2 с шарнирно прикрепленным к нему лемехом 3 на нижнем конце, причем нож 2 соединен коротким шатуном 4 с коротким кривошипом 5, а лемех – длинным шатуном 6 с длинным кривошипом 7 жестко закрепленного на раме эксцентрикового привода 8. Короткий 5 и длинный 7 кривошипы установлены на эксцентриковом приводе 8 со смещением по фазе на 180° .

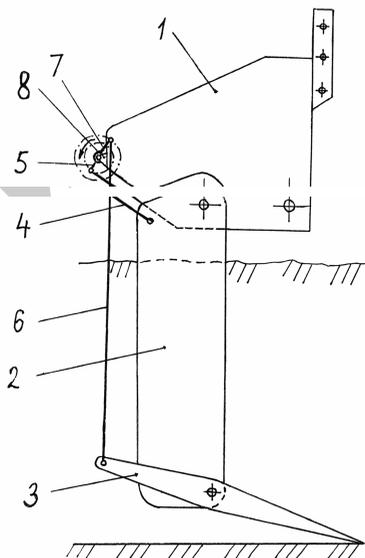


Рис. 7.13. Принципиальная схема орудия для глубокого рыхления почвы

Орудие работает следующим образом.

При движении рабочего органа относительно поверхности поля вращающийся эксцентриковый привод 8 с помощью короткого кривошипа 5 и короткого шатуна 4 приводит в колебательное движение нож 2, а с помощью длинного кривошипа 7 и длинного шатуна 6 приводит в колебательное движение лемех 3. Так как короткий 5 и длинный 7 кривошипы установлены на эксцентриковом приводе 8 со смещением по фазе на 180° , то при деформирующем воздействии (движении вперед) ножа 2, под действием короткого кривошипа 5 и короткого шатуна 4, лемех 3 в это время, под действием длинного кривошипа 7 и длинного шатуна 6, высвобождает для него своим колебательным движением передней части вниз полость, в которую нож 2 беспрепятственно производит скалывание почвы. При повороте по направлению вращения короткого 5 и длинного 7 кривошипов на 180° нож 2 под действием короткого шатуна 4 движется назад, высвобождая тем самым свободную полость для беспрепятственного скалывающего воздействия движущейся в это время вверх под действием длинного шатуна 6 передней части лемеха 3.

Таким образом, установка короткого и длинного кривошипов на эксцентриковом приводе со смещением по фазе на 180° является оптимальной для достижения качественного крошения почвы и минимальных энергозатрат. Кривошип 5, приводящий в колебательное движение с помощью шатуна 4 нож 2, выполнен коротким, так как глубоко расположенные части ножа 2 располагаются от шарнира его присоединения к раме 1 на расстоянии значительно большем, чем расстояние носка лемеха 3 до шарнира присоединения лемеха 3 к ножу 2.

1.10

ВУ 11765 Рабочий орган почвообрабатывающей машины [39]

Рабочий орган (рис. 7.14) состоит из стойки 1 с рыхлящей лапой 2, которая установлена на грядиле 3, передняя часть которого подвешена к раме машины 4 с помощью шарнира 5, а задняя часть закреплена на регулируемом упругом элементе. Упругий элемент

состоит из блока, включающего два элемента 6 и 7, которые расположены по обе стороны точки (А) присоединения его к грядилю 3. При этом элемент 7 выполнен в виде демпфера, а стойка 1 прикреплена к грядилю 2 с помощью оси 8, разделяющей ее на верхнюю и нижнюю части.

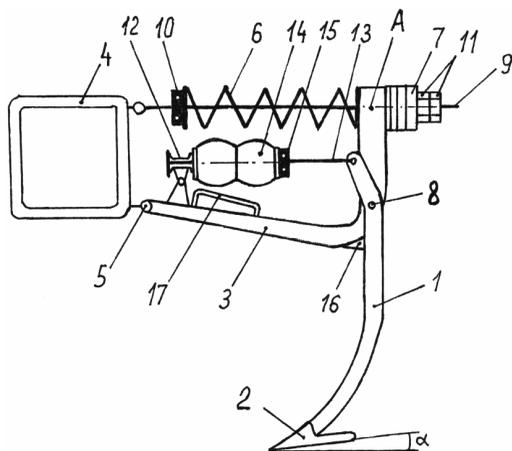


Рис. 7.14. Принципиальная схема предлагаемого рабочего органа почвообрабатывающей машины в заглубленном рабочем положении

Для регулирования силы предварительного сжатия упругого элемента и угла α наклона лапы 2 к горизонтальной плоскости поля имеется шарнирно закрепленный к раме машины 4 шток 9 с гайками 10 и 11. Верхний конец стойки 1 наклонен в сторону рамы 4 и соединен шарнирно под упругим элементом 6 с проходящей сквозь сухарик 12 нажимной штангой 13 с установленными на ней амортизаторами 14. Амортизаторы 14 упираются в сухарик 12, шарнирно соединенный с верхней поверхностью грядиля 3, и предварительно сжимаются с помощью установленной на нажимной штанге 13 гайки 15, в результате чего нажимная штанга 13 прижимает расположенную ниже оси 8 часть стойки 1 к прикрепленному к нижней поверхности грядиля 3 упору 16, причем момент относительно оси 8 силы со стороны амортизаторов 14 при их минимальном предварительном деформировании, прижимающий стойку 1 к упору 16 в рабочем положении, равен максимальному моменту упругого элемента 6 относительно шарнира 5 во время его максималь-

ного предельно допустимого сжатия. Под амортизаторами 14 на верхней поверхности грядила 3 установлена опорная площадка 17.

Рабочий орган работает следующим образом. В процессе поступательного движения машины лапа 2 и нижняя часть стойки 1 рабочего органа, установленного на раме машины 4, заглубляются и движутся в почве.

В процессе работы лапа 2 со стойкой 1 удерживаются в рабочем положении с одной стороны – силой сжатого гайкой 10 упругого элемента 6, а с другой – демпфером 7, сжатым гайкой 11. Поскольку сопротивление почвы, которое преодолевает во время своего движения лапа 2 со стойкой 1, нестабильно по величине вследствие постоянно меняющихся технологических свойств почвы, то лапа со стойкой приходит в колебательное движение, благодаря чему снижается тяговое сопротивление. Блок упругих элементов способствует уменьшению динамических нагрузок в рабочем органе, так как сопротивление почвы рабочему органу и сила сжатия упругого элемента 7 уравновешиваются силой предварительного сжатия упругого элемента 6, т. е. не создается дополнительного прижатия грядила.

При наезде на препятствие упругий элемент 6 сжимается, а грядиль 3 со стойкой 1 и лапой 2 поворачивается вокруг шарнира 5 и обходит препятствие. Поскольку упругий элемент 6 предварительно существенно нагружен путем завинчивания гайки 10, а максимальное его сжатие возможно лишь до смыкания витков пружины сжатия, то при встрече с препятствиями большей высоты происходит сжатие амортизаторов 14, отход стойки 1 с лапой 2 от упора 16 и поворот их вокруг оси 8. При этом заглубляющий момент относительно оси 8 со стороны амортизаторов 14 за счет наклона в сторону рамы 4 верхней части стойки 1 сначала несколько увеличивается, а затем резко падает за счет уменьшения плеча силы сжатия амортизаторов 14 относительно оси 8 и уменьшения интенсивности их сжатия. При достижении шарниром присоединения нажимной штанги 13 к верхней части стойки 1 линии, соединяющей шарнир присоединения к грядилу 3 сухарика 12 и ось 8, деформация амортизаторов 14 достигает максимальной величины, а действующий с их стороны за счет усилия сжатия, направленного вдоль нажимной штанги 13 относительно оси 8, заглубляющий стойку 1 с лапой 2 момент становится равен нулю. Поэтому при приближении к этому равновесному положению нажимной штанги 13 боковые

поверхности сжатых амортизаторов 14 входят в соприкосновение с опорной площадкой 17, в результате чего на нажимную штангу 13 начинают действовать заглубляющие стойку 1 с лапой 2 силы от упругой деформации этих боковых поверхностей, перпендикулярные поверхности опорной площадки 17 и нажимной штанге 13, имеющие большое плечо относительно оси 8. В результате этого действующий на стойку 1 с лапой 2 со стороны амортизаторов 14 заглубляющий момент относительно оси 8 остается только положительным даже в случае необходимости дальнейшего выглубления лапы 2, что обеспечивает быстрое возвращение, после прохождения самых высоких препятствий, стойки 1 с лапой 2 в рабочее заглубленное положение.

2.1

ВУ 12465 Устройство для извлечения корнеплодов из почвы [40]

Устройство для извлечения корнеплодов из почвы (рис. 7.15) содержит установленные наклонно к горизонтальной плоскости подкапывающий лемех и имеющую форму желоба сепарирующую решетку, состоящую из выполненных из пружинной стали (например 65Г) упругих прутков, в которой расположено транспортирующее устройство, выполненное в виде консольно закрепленной и связанной со своим задним концом с приводом винтовой спирали, имеющей свободный разомкнутый передний конец. Над верхней частью переднего конца спирали закреплена неподвижно направляющая, охватывающая этот конец спирали. Спираль выполнена из четырех витков с уменьшающимся в направлении к своему заднему концу внутренним диаметром. Сепарирующая решетка в ее нижней части установлена с зазором относительно подкапывающего лемеха. Спираль имеет шаг увеличивающийся, а ее внутренний диаметр имеет волновые неровности, уменьшающиеся в направлении к заднему концу спирали. Три первых витка спирали, считая со стороны ее разомкнутого конца, имеют на своей наружной поверхности волновые неровности с шагом не менее удвоенного зазора между упругими прутками сепарирующей решетки.

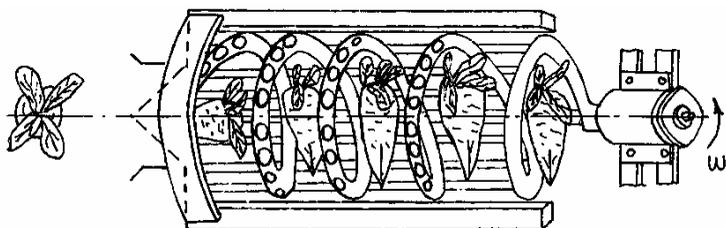


Рис. 7.15. Общий вид устройства для извлечения корнеплодов из почвы

Устройство для извлечения корнеплодов из почвы работает следующим образом.

При движении устройства заглубленный подкапывающий лемех нарушает связь корнеплодов с почвой, приподнимает пласт почвы с корнеплодами и подает его в активную нижнюю часть рабочего органа. Так как передний конец винтовой спирали в нижней части вращается под передающей частью лемеха, а верхний охватывается направляющей, то не происходит контактирование разомкнутого переднего конца винтовой спирали с ворохом почвы, что не приводит к затаскиванию почвы и сорняков под передающую часть желобовидного лемеха. Вращаясь, винтовая спираль рассредоточивает ворох по упругим пруткам сепарирующей решетки, оказывает мягкое фрезерующее и дробящее воздействие волновыми неровностями своего внутреннего диаметра на почвенный пласт без повреждения находящихся в нем корнеплодов, перемещая их внутри почвенного пласта. При этом, в силу значительной массы большинства кормовых корнеплодов, они под действием волновых неровностей внутреннего диаметра спирали выполняют функцию своеобразных ядер и не только дополнительно, в результате шевеления их волновыми неровностями внутреннего диаметра спирали, разрушают пласт почвы, но растирают и продавливают часть образовавшихся в результате разрушения пласта комков почвы через сепарирующую решетку. Так как толщина вороха быстро уменьшается по мере продвижения к выходу из устройства, необходимость в интенсивном воздействии волновых неровностей внутреннего диаметра снижается и они постепенно уменьшаются до нуля в задней части. Выполнение спирали в передней части с меньшим шагом позволяет максимально воздействовать на почвенный пласт волновых неровностей внутреннего диаметра в той части устройства,

где он еще находится над ними. Далее в целях снижения металлоемкости шаг спирали увеличивается до значения, при котором в полной мере сохраняется ее транспортирующая способность. Выполнение внутреннего диаметра спирали уменьшающимся за счет увеличения высоты витка в направлении к выходу из устройства препятствует перекатыванию части крупных корнеплодов через витки спирали в нижнюю часть устройства там, где вследствие исчезновения препятствующего перекатыванию слоя вороха оно возможно. Так как три первых витка спирали, считая со стороны ее разомкнутого конца, имеют на своей наружной поверхности волновые неровности с шагом не менее удвоенного зазора между упругими прутками сепарирующей решетки, то эти волновые неровности активно воздействуют на проникающие по мере вращения и осевого воздействия витков спирали между ними и упругими прутками комки почвы, но не захватывают значительно большие по размерам корнеплоды кормовой свеклы. При этом осуществляется защемление и подпорное крошение даже комков почвы повышенной твердости, а не поддающиеся дроблению твердые случайные примеси продавливаются наружными волновыми неровностями спирали на поверхность поля за счет упругой деформации упругих прутков сепарирующей решетки. В то же время выполнение последнего четвертого, считая со стороны разомкнутого конца спирали витка без наружных волновых неровностей позволяет стабилизировать положение спирали относительно упругих прутков сепарирующей решетки, следовательно, постоянно иметь установленного размера окна между волновой наружной поверхностью двух предыдущих витков спирали и упругими прутками сепарирующей решетки в течение всего срока работы устройства.

2.2

ВУ 13167 Очиститель корнеплодов [41]

Очиститель корнеплодов (рис. 7.16, 7.17) состоит из образующих ротор 1 вала 2, жестко закрепленных с ним насадки 3 и выполненного в виде спиц и корпуса водила 4 с подшипниковыми гнездами для установки осей сепарирующих элементов в виде радиально расположенных через один конических вальцов 5

и с меньшими в два раза большими основаниями конусов конических валцов 6 с винтовыми выступами, высота которых меньше зазора между вальцами. Большие основания конических валцов 5 и 6 обращены к периферии водила 4.

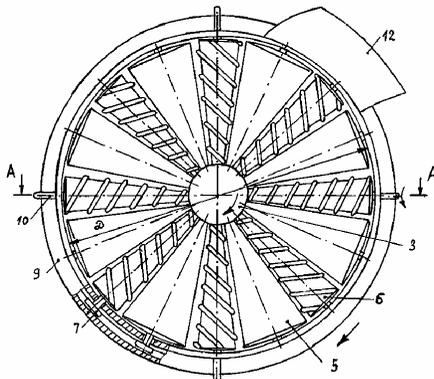


Рис. 7.16. Горизонтальная проекция очистителя корнеплодов (вид сверху)

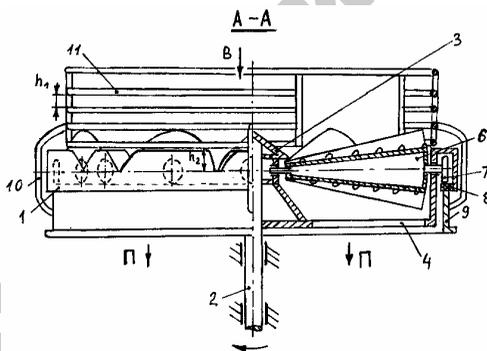


Рис. 7.17. Горизонтальная проекция очистителя корнеплодов

Оси конических валцов 5 и 6 установлены в жестко соединенных с валом 2 насадке 3 и водиле 4, а внешние концы осей снабжены роликами 7, опирающимися на кольцевую дорожку 8 неподвижной рамы 9. К раме 9 с помощью поручней 10 жестко крепится периферийная ограждающая решетка 11 с зазором между прутками h_1 , имеющая окно с лотком 12 для выхода очищенных корнеплодов. Водило 4 по торцам, напротив максимального сближения друг с другом поверхно-

стей соседних конических вальцов 5 и 6 у их больших оснований, имеет фигурные окна высотой h_2 , не менее зазора между прутками ограждающей решетки h_1 . Большие конические вальцы 5 выполнены в виде закрепленных вершинами на приводных валах 13 конических пружин сжатия 14 с зазором между витками, равным зазору между коническими вальцами 5 и 6, без учета винтовых выступов навивки, и имеющих направление навивки, совпадающее с направлением навивки винтовых выступов малых конических вальцов 6. (Позиции 13 и 14 на рис. 7.16 и 7.17 не показаны.)

Очиститель корнеплодов работает следующим образом.

При помощи привода ротор 1 через вал 2 приводится во вращение относительно неподвижной рамы 9, жестко соединенной поручнями 10 с ограждающей решеткой 11. В результате действия сил трения между роликами 7 и кольцевой дорожкой 8 неподвижной рамы 9 приводятся во вращение конические вальцы 5 и 6. Направление вращения ротора 1 выбирается таким, чтобы направление вращения конических вальцов с винтовыми выступами 6 и в виде конических пружин сжатия 14 совпало с направлением навивки винтовых выступов и витков конических пружин. При этом обеспечивается движение вороха к ограждающей решетке 11 и неразматывание конической пружины сжатия 14 большего конического вальца 5. При входе в очиститель (по стрелке В) корнеплоды в первую очередь контактируют с насадкой 3 и ближайшей к ней частью вальцов 5 и 6, что в виду малых линейных скоростей на этих участках ротора 1 не оказывает существенного влияния на повреждаемость корнеплодов. Вследствие вращения ротора 1, конических вальцов 5 и 6 и возникающих в результате этого сил (центробежных инерции, составляющих силы веса корнеплодов, Кориолиса, трения о поверхность вальцов, винтовые выступы и витки конических пружин) корнеплоды движутся внутри очистителя по сложным спиралевидным траекториям к ограждающей решетке 9. Соотношение наклонов поверхностей вальцов 5 и 6, с одной стороны, способствует задержанию корнеплодов в рабочей зоне очистителя до требуемой степени очистки, а с другой, – за счет в два раза меньшего диаметра больших оснований конусов вальцов 6 с винтовыми выступами, корнеплоды своевременно доставляются к окну с лотком 12, что снижает повреждаемость корнеплодов. При этом примеси в виде частиц почвы и остатков ботвы просеиваются между поверхностями конических вальцов 5 и 6 и спицами водила 4 (по стрелке П).

2.3

ВУ 15837 Культиваторная секция [42]

Задача, которую решает изобретение, заключается в снижении тягового сопротивления рабочего органа при выполнении технологического процесса рыхления почвы и обходе препятствия, а также интенсификации процесса очистки стойки от сорняков.

Упругая подвеска 1 (рис. 7.18, 7.19) крепится к раме 2 с помощью хомута 3. Снизу хомутом 4 к подвеске 1 прикреплена стойка с лапой 5. Упругая подвеска 1 имеет форму параллелограмма, причем подвеска выполнена упругой и в каждом ее углу расположены концентрично пружины кручения равной жесткости левой и правой навивки, причем в верхнем переднем углу *A* расположены наружная пружина кручения левой навивки 6 и внутри нее – пружина кручения правой навивки 7, в верхнем заднем углу *B* – наружная пружина кручения правой навивки 8 и внутри нее – пружина кручения левой навивки 9, в нижнем переднем углу *C* – наружная пружина кручения правой навивки 10 и внутри нее – пружина кручения левой навивки 11, в нижнем заднем углу *D* – наружная пружина кручения левой навивки 12 и внутри нее – пружина кручения правой навивки 13. Концы наружной пружины кручения левой навивки 6 верхнего переднего угла *A* соединены с верхним горизонтально расположенным концом наружной пружины кручения правой навивки 9 верхнего заднего угла *B* и с вертикально расположенным концом внутренней пружины кручения левой навивки 11 нижнего переднего угла *C*, а концы внутренней пружины кручения правой навивки 7 верхнего переднего угла *A* соединены с верхним горизонтально расположенным концом внутренней пружины кручения левой навивки 8 верхнего заднего угла *B* и с вертикально расположенным концом наружной пружины кручения правой навивки 10 нижнего переднего угла *C*. Концы наружной пружины кручения левой навивки 12 нижнего заднего угла *D* соединены с нижним горизонтально расположенным концом наружной пружины кручения правой навивки 10 нижнего переднего угла *C* и с вертикально расположенным концом наружной пружины кручения правой навивки 8 верхнего заднего угла *B*, а концы внутренней пружины кручения правой навивки 13 нижнего заднего угла *D* соединены с нижним вертикально расположенным концом внутренней пружины кручения левой навивки 9 верхнего

заднего угла *B* и с горизонтально расположенным концом внутренней пружины кручения левой навивки *11* нижнего переднего угла *C*. Концы пружин жестко соединены между собой втулочными муфтами *14*. Внутренние пружины установлены относительно наружных с зазорами, обеспечивающими их беспрепятственное деформирование во время скручивания. Равная жесткость на скручивание наружных и внутренних пружин обеспечивается за счет выполнения внутренних пружин с меньшим диаметром прутка, чем у наружных.

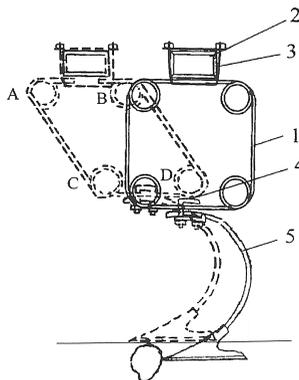


Рис. 7.18. Схема рабочего органа культиваторной секции при выполнении технологического процесса

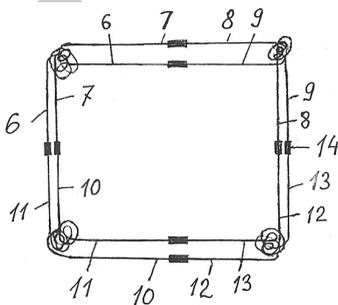


Рис. 7.19. Схема конструкции упругой подвески

Во время работы стойка с лапой *5*, благодаря упругой подвеске и неоднородности твердости почвы, совершает колебания, снижающие тяговое сопротивление рабочего органа при выполнении

технологического процесса рыхления почвы и интенсифицирующие процесс очистки стойки от сорняков. При взаимодействии стрелчатой лапы с препятствием нижняя сторона CD подвески смещается относительно стороны AB на необходимую величину, и стрелчатая лапа выходит из зацепления с препятствием.

2.4

ВУ 17869 Резинометаллический шарнир для гусеничной цепи транспортного средства [44]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении надежности и долговечности работы резинометаллического шарнира.

Резинометаллический шарнир (рис. 7.20) для гусеничной цепи транспортного средства содержит резиновые кольца 1 , установленные на металлическом пальце 2 шарнира, и металлические элементы, являющиеся ограничителями радиальной деформации резиновых колец 1 , напрессованные на палец 2 в промежутках между резиновыми кольцами 1 . Резиновые кольца 1 одновременно являются уплотнениями. Металлические элементы выполнены из двух напрессованных на палец 2 втулок 3 и 4 , на которые установлено свободно вращающееся относительно втулок металлическое кольцо 5 , то есть между внутренней поверхностью металлического кольца 5 и внешней поверхностью втулок 3 и 4 существует зазор. Наружная поверхность кольца 5 выполнена сферической с центром в точке пересечения его осей симметрии. Втулки 3 и 4 снабжены буртиками 6 и 7 соответственно, являющимися ограничителями осевого перемещения кольца 5 , которое расположено на одинаковом расстоянии от резиновых колец 1 . Металлический палец 2 в сборе с резиновыми кольцами 1 и металлическими элементами устанавливается в отверстия проушины 8 звеньев гусеничной цепи. Внешний радиус кольца 5 меньше радиуса отверстия проушины 8 на величину допускаемого упругого эксцентриситета шарнира. В металлическом пальце 2 в местах установки на них резиновых колец 5 выполнены на всю их ширину выточки 9 глубиной, равной двойной величине допускаемого упругого эксцентриситета шарнира. Таким образом, толщина металлического элемента, а именно

толщина установленных рядом с образованием одной поверхности втулок 3 и 4 и толщина кольца 5, размещенного на этих втулках, меньше толщины резиновых колец 1 на три величины допускаемого упругого эксцентриситета шарнира.

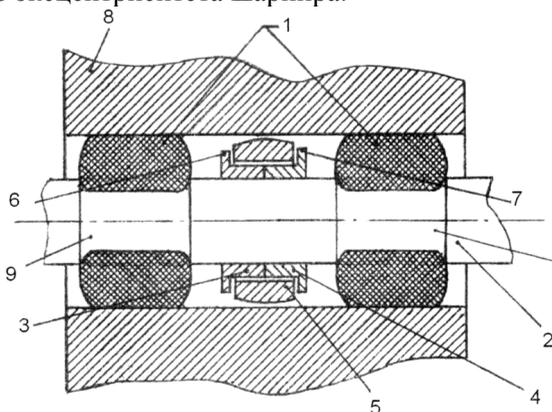


Рис. 7.20. Резинометаллический шарнир в разрезе

Резинометаллический шарнир для гусеничной цепи транспортного средства работает следующим образом.

Когда деформация резиновых колец 1 меньше величины допускаемого упругого эксцентриситета шарнира, то в работу включена резиновая часть шарнира. Металлические элементы включаются в действие с того момента, когда упругий эксцентриситет резиновых колец 1 превышает величину радиального зазора между поверхностью проушины 8 и металлическим кольцом 5. В результате в момент контакта поверхности проушины 8 с поверхностью кольца 5 происходит вращение только металлического кольца 5 относительно втулок 3 и 4. Таким образом, сохраняется поверхность проушины 8 и уменьшается износ металлических элементов, являющихся ограничителями радиальной деформации резиновых колец 1. При повороте трактора резиновые кольца 1 подвергаются дополнительной деформации, в несколько раз превышающей их деформацию при прямолинейном движении. За счет выточек 9 обеспечивается ограничение радиальной деформации резиновых колец 1 в пределах, допускаемых с точки зрения сохранения их упругих свойств, 20–30 %, что повышает их надежность и долговечность.

2.5

ВУ 12087 Устройство для выкапывания корнеплодов [45]

Задача, которую решает изобретение, заключается в увеличении степени крошения выкапываемого пласта почвы при одновременном повышении надежности работы на почвах, засоренных камнями.

Устройство для выкапывания корнеплодов (рис. 7.21, 7.22) содержит лемех 1 с направителем 2, имеющим расположенные в междурядьях прорези, выполненные в виде окон ромбовидной формы для размещения в них рыхлителя 3, вал 4 вращения которого расположен под направителем 2. Рыхлитель 3 выполнен в виде закрепленного на ступице 5 дискового ножа 6 с установленными по его сторонам боковинами 7 в виде примыкающих большими основаниями к дисковому ножу 6 гофрированных поверхностей усеченного конуса. Над лемехом 1 и направителем 2 установлен битер 8 с упругими рабочими элементами 9, выполненными из эластичной ленты, закрепленной на валу 10 при помощи прижимных планок 11, один конец каждой из которых связан с валом 10, а другой выполнен в виде консоли, обращенной в сторону вращения битера 8. Лемех 1 выполнен вогнутым в сторону битера 8, а направитель 2 – в сторону рыхлителя 3. За устройством для выкапывания корнеплодов на корнеуборочной машине установлен элеватор 12.

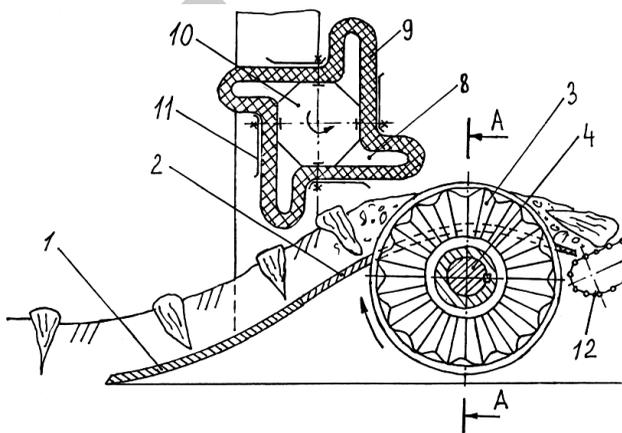


Рис. 7.21. Устройство для выкапывания корнеплодов
(вид сбоку)

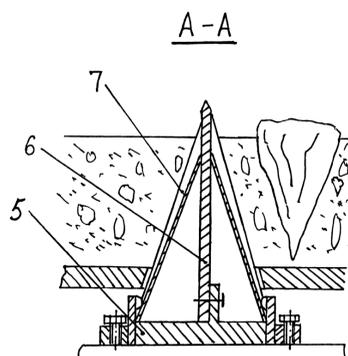


Рис. 7.22. Разрез А-А на рис. 7.21

Устройство для выкапывания корнеплодов работает следующим образом.

Заглубленный лемех *1*, имеющий вогнутое сечение, разрушает выкапываемый пласт, сжимая его вместе с корнеплодами. Затем пласт перемещается по выпуклой поверхности направлятеля *2*, что способствует растягиванию пласта и последующему его крошению. На направлятеле *2* между рядами почвенного слоя разрезаются дисковым ножом *6*, вращающимся в своей верхней части по ходу движения пласта, и затем подвергаются мягкому фрезерирующему воздействию гофрированных конических поверхностей боковин *7*, которые одновременно способствуют дальнейшему продвижению уже разделенного на полосы с тянущего свою целостность слоя почвы. При этом достигается значительное увеличение качества крошения почвы в масштабах всего почвенного пласта, что позволит быстро и эффективно отделить корнеплоды от почвы на установленном за устройством для выкапывания корнеплодов элеваторе *12*. Одновременно исключается попадание между направлятелем *2* и дисковым ножом *6* с боковинами *7* камней, корневищных или растительных остатков, так как они отбрасываются от окон ромбовидной формы направлятеля *2* центробежными силами, а гофрированная коническая поверхность боковин *7* во время работы образует поверхность вращения, отражающую от нее частицы почвы, камни, корневищные и растительные остатки. Поэтому остановки агрегата из-за поломок рыхлящих элементов или наматывания на них растительных остатков исключаются, как и повреждения корнеплодов. Последнему способствует также трапециевидная, обращенная большим основанием вниз (если смотреть поперек движения агрегата), форма выфрезерованного боковинами *7* следа в почвенном пласте, об-

ратная профилю корнеплодов. Битер 8 своими рабочими элементами 9 дополнительно разрушает пласт и способствует продвижению почвенного пласта с корнеплодами в сторону элеватора 12.

2.6

ВУ 12316 Выкапывающий рабочий орган корнеклубнеуборочной машины [46]

Выкапывающий рабочий орган (рис. 7.23–7.25) орган корнеклубнеуборочной машины содержит установленное в подшипниковых опорах колесо 1, имеющее пару усеченных конусов, обращенных один к одному меньшими основаниями, и расположенный между ними цилиндр.

Кромки больших оснований конусов колеса 1 переходят в отбортовки 2 в виде боковых поверхностей усеченных конусов с плавно уменьшающимися вдвое углами, при образующих конусные поверхности вершинах.

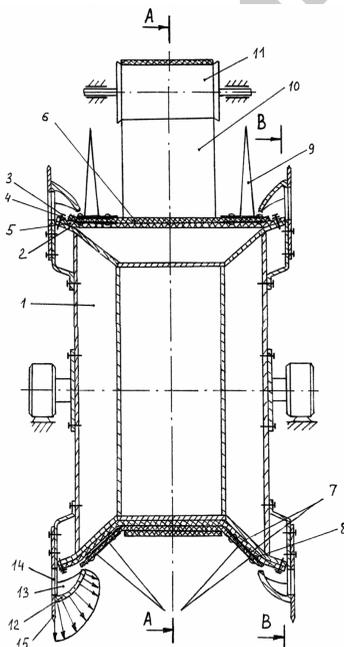


Рис. 7.23. Принципиальная схема выкапывающего органа

К отбортовкам 2 крепится с помощью винтов 3 и планок 4 с предварительным натяжением гибкая резиновая обочайка 5, которую охватывают замкнутая эластичная обечайка 6 с закрепленными на ней посредством пластин 7 и заклепок 8 расширяющимися и уменьшающимися по толщине к периферии решетчатыми ножами 9 и механизм сведения решетчатых ножей 9 в рабочей зоне, выполненный в виде ленты 10 с установленными в подшипниковых опорах обводными шкивами 11, огибающей замкнутую эластичную обечайку 6. К большому основанию конусов колеса 1 крепятся охватывающие отбортовки 2, состоящие из двух стыкующихся по диаметру половин ободы 12 с направленными внутрь колеса выпуклыми поверхностями, содержащие внутренние ребра жесткости 13 с расположенными между ними с внешней стороны окнами 14, с закрепленными на внешних сторонах ободов ножами 15 в виде колец с окнами, совпадающими с окнами ободов 12. Выкопанные корнеклубнеплоды попадают на транспортер 16.

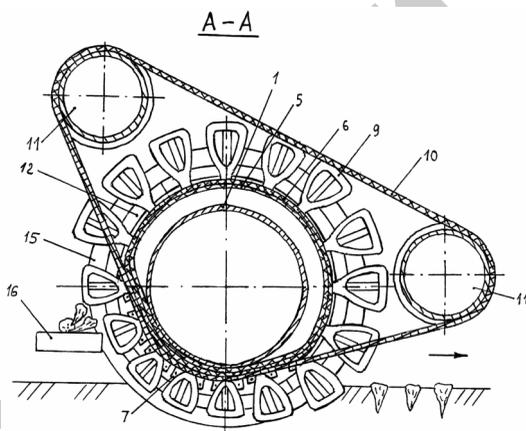


Рис. 7.24. Разрез А-А на рис. 7.23

Выкапывающий рабочий орган работает следующим образом.

При перекачивании колеса 1 по грядке ножи 15 в виде колец с окнами перерезают стелющуюся по сторонам ботву и сорную траву. При этом решетчатые ножи 9 при встрече с поверхностью почвы под действием силы тяжести колеса и рамы машины внедряются в почву. Одновременно в почву внедряются ободы 12, деформируя (показано на примере левого обода 12, см. рис. 7.21) и

сдвигая ее в сторону решетчатых ножей 9. Под действием деформирующей замкнутой эластичной обечайки 6 ленты 10 и деформирующего воздействия на почву ободов 12 решетчатые ножи 9 совершают в почве поворот в сторону выкапываемого рядка.

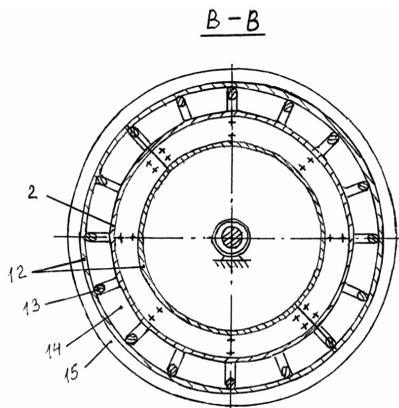


Рис. 7.25. Разрез В-В на рис. 7.23

Почвенный пласт, заключенный между решетчатыми ножами 9, при дальнейшем повороте колеса 1 и замкнутой эластичной обечайки 6 просеивается между решетчатыми ножами 9 и сквозь их решетки. Корнеклубнеплоды поднимаются решетчатыми ножами 9 на необходимую высоту и по мере возврата пальцев в первоначальное положение под действием силы тяжести, отжимной плоской ленты 10 и гибкой резиновой обоймы 5 выбрасываются, например, на транспортер 16. Гибкая резиновая обойма 5 возвращает решетчатые ножи 9 в первоначальное положение и удерживает их в плоскости вращения колеса 1. При этом амплитуды изгиба в месте крепления к отбортовкам 2 гибкой резиновой обоймы 5 уменьшаются в два раза, вследствие уменьшения в два раза угла при образующих конусные поверхности вершинах, по сравнению с усеченными конусами колеса 1.

Согласно известным закономерностям кривой усталости Велера [3], уменьшение амплитуды (следовательно, и напряжения) изгиба конструкционных материалов приводит к увеличению их долговечности в 5–10 раз. Ободы 12 защищают наиболее напряженные и уязвимые с точки зрения последствий повреждений участки гибкой резиновой обоймы 5 от прямого воздействия содержащихся в почве

режущих и колющих предметов, что также существенно увеличивает надежность работы рабочего органа. Деформирующее почву воздействие ободов 12 существенно снижает рабочее напряжение в резиновых деталях устройства, увеличивая его надежность. Совпадающие окна 14 на внешних сторонах ободов 12, ножах 15 исключают препятствующее возвращению в свое первоначальное положение краям замкнутой эластичной обечайки 6 забивание зазоров между ободами 12 и замкнутой эластичной обечайкой 6 почвой, причем, поскольку рабочий орган предназначен для работы на легких сыпучих почвах, при распрямлении замкнутой эластичной обечайки 6 и, в первую очередь, под собственным весом, почва при выглублении колеса 1 будет вытекать из окон 14. Для удобства монтажа ободы 12 выполнены состоящими из двух стыкующихся по диаметру половин.

2.7

ВУ 18084 Лебедка грузовая [47]

Такая лебедка не обладает необходимой надежностью и долговечностью в работе, так как при больших диаметрах расчлененной на сегменты обечайки барабана наматываемый на нее канат подвергается неравномерной деформации смятия и растяжения его опорной внешней поверхности, а недостаточная опорная поверхность обечайки приводит к дополнительной нагрузке на проволочки внешней оболочки каната, их обрывам с последующей выбраковкой каната.

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении надежности и долговечности работы каната лебедки.

В состав лебедки (рис. 7.26, 7.27) входят опорная рама 1, привод лебедки 2, обечайка барабана с навитым на нее канатом (на рисунках не показан), скомпонованная из основных сегментов 3 с радиальными пазами 4 в его ребордах 5, установленный на опорные подшипники 6. Внутри барабана, по его оси, размещены винт 7 с правой и левой резьбой и навинченными на них каретками 8 и 9 с проушинами для удержания осей 10, на которые насажены концы тяг 11 и 12 основных сегментов 3, а вторые концы тяг – на оси 13, установленные в ребрах жесткости 14 барабана. Основные

сегменты 3 выполнены с жестко закрепленными на них фланцами 15 по торцам, к которым прикреплены шпильки 16 с резьбой на их концах, выходящие сквозь пазы 4 за реборды 5, и с помощью гаек 17 фиксируют основные сегменты обечайки.

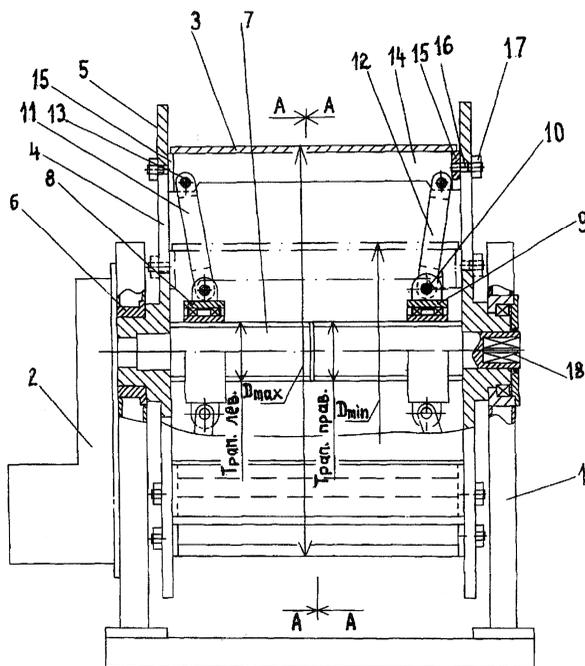


Рис. 7.26. Общий вид лебедки в разрезе

С целью исключения относительного поворота винта 7 и барабана в процессе работы они фиксируются между собой шпильками 16. Выставление обечайки барабана на необходимый диаметр производится вручную с помощью рукоятки при отключенном приводе и освобожденной от троса обечайке в следующем порядке. Ослабляют фиксирующие гайки 17 и затем вставляют рукоятку в гнездо 18, выполненное в правом торце винта 7, и в зависимости от направления вращения увеличивают или уменьшают диаметр барабана, после чего затягивают гайки 17, фиксируя настроенный диаметр обечайки барабана. При выставлении обечайки барабана на максимальный внешний диаметр D_{\max} между основными сегментами 3 симметрично им и на одинаковом расстоянии с ними внешних

концентричных поверхностей от оси барабана располагаются дополнительные сегменты 19 с шарнирно присоединенными к ним с возможностью поворота дополнительными тягами 20, каждая из которых располагается в плоскости соседних с ними основных тяг 11 или 12 основных сегментов 3 симметрично им, и жестко закреплена на упругой вогнутой в сторону оси барабана листовой металлической рессоре 21, жестко закрепленной на соседних с ней тягах 11 или 12 основных сегментов 3 симметрично им. При этом образуется общая для всех основных 3 и дополнительных 19 сегментов концентрическая поверхность обечайки барабана.

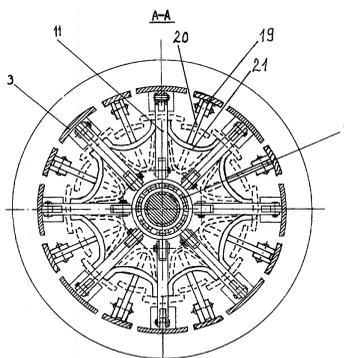


Рис. 7.27. Сечение А–А на рис. 7.26

Работает лебедка следующим образом.

При выставлении обечайки барабана на максимальный диаметр D_{\max} наматываемый на обечайку барабана канат опирается на все основные 3 и дополнительные 19 сегменты, в результате напряжение смятия каната с их стороны минимально. При необходимости работы барабана с меньшим внешним диаметром, включая минимальный D_{\min} , в целях достижения предельной грузоподъемности и производительности лебедки без превышения затрачиваемой мощности привода, вышеописанным способом производится выставление обечайки барабана на необходимый диаметр. При этом каждая листовая металлическая рессора 21 сжимается стенками закрепленных на ней тяг 11 или 12 основных сегментов 3 и дополнительно выгибается в сторону оси барабана, в результате чего дополнительные сегменты 19 с шарнирно присоединенными к ним и жестко – к листовым металлическим рессорам 21 дополнительными

тягами 20 располагаются относительно оси барабана на меньшем расстоянии, чем основные сегменты 3 (на рис. 7.25 – штриховые линии), и не препятствуют сближению последних.

2.9

ВУ 14829 Захватное устройство для киповых грузов [48]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении надежности работы устройства и снижении повреждений кип.

Захватное устройство для киповых грузов (рис. 7.28) состоит из подвешиваемой с помощью петли 1 к крюку (на рисунке не показан) грузоподъемной машины монтажной плиты 2, которая связана со штоком силового пневмоцилиндра дифференциального действия 3 и направляющими штангами 4. На монтажной плите 2 также смонтированы подшипники 5, которые соединены с одними концами винтов винтовых передач 6 и 7, а другие концы передачи соединены со штопорами 8 и 9, причем винтовая передача 6 и штопор 8 выполнены с противоположным направлением навивки по отношению к винтовой передаче 7 и штопору 9. Смонтировано захватное устройство на несущей раме 10, на которой расположены также направляющие втулки 11. При этом монтажная плита 2 и несущая рама 10 выполнены составными, с расположенными в их пазах стыкующихся частей болтовых соединений 12 с возможностью изменения расстояния между штопорами 8 и 9.

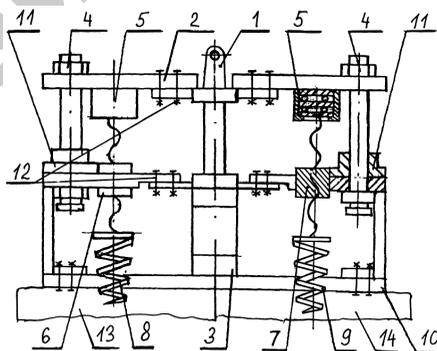


Рис. 7.28. Схематическое изображение захватного устройства для киповых грузов

Устройство работает следующим образом.

С помощью болтовых соединений 12 устанавливается такое расстояние между штопорами 8 и 9, которое соответствовало бы расстоянию между центрами кип 13 и 14, подъем которых предполагается осуществить. Штопоры устанавливаются по центрам кип, и несущая рама 10 прижимается к кипам 13 и 14 до упора, после чего срабатывает силовой цилиндр дифференциального действия 3, который приводит в движение монтажную плиту 2, которую удерживают направляющие штанги 4, расположенные в направляющих втулках 11. При опускании монтажной плиты 2 винтовые передачи 6 и 7 приводят в движение и штопоры 8 и 9, которые ввинчиваются в кипы 13 и 14, создавая при этом вследствие разного направления вращения штопоров усилие, прижимающее кипы 13 и 14 друг к другу, что уменьшает вероятность срыва кип со штопоров во время подъема, повышая тем самым надежность работы устройства и снижая повреждаемость кип. Далее происходит остановка штока пневмоцилиндра 3. После переноса кип 13 и 14 происходит обратное движение штока силового цилиндра 3, и штопоры 8 и 9 вывинчиваются из кип. Затем несущая рама отводится, и захватное устройство освобождается от кип.

3.1a

ВУ 12221 Грузозахватное устройство для лежащего в ряд груза [49]

Задача, которую решает изобретение, заключается в расширении эксплуатационных возможностей путем обеспечения захвата лежащего в ряд груза без свободного доступа строп для охвата груза снизу.

Грузозахватное устройство (рис. 7.29–7.33) содержит прижимную плиту 1. На верхней поверхности прижимной плиты 1 закреплены четыре штанги 2. На штангах 2 установлены с возможностью перемещения вдоль них параллельно друг другу две балки 3, причем одна балка 3 крепится на двух принадлежащих ей штангах 2. К балкам 3 шарнирно с помощью осей 4 с квадратным сечением средней части присоединены прижимные рычаги 5, причем каждая ось 4 своей средней частью с квадратным сечением свободно вставляется в соответствующий паз балки 4 и фиксируется в нем на имеющемся

на конце паза углублении по форме квадратного сечения средней части оси 4, а прижимные рычаги 5 имеют присоединяемые к балкам 3 концы, выполненные в виде охватывающих их вилок, стороны которых свободно поворачиваются на цилиндрических крайних частях осей 4. Противоположные выполненным в виде вилок внешние плечи прижимных рычагов 5 связаны с подвеской 6 гибкими тягами 7. Подвеска 6 навешивается на крюк 8 подъемного крана посредством тросов 9. Штанги 2 выполнены с регулируемыми ограничителями 10 перемещения балок 3 и с амортизаторами 11. К прижимным рычагам 5 на их внешних плечах прикреплены посредством оси 12 стропные крюки 13. На стропные крюки 13 навешиваются стропы 14 для охвата грузов 15. К прижимной плите 1 жестко крепится с помощью болтов плоскостью максимальной кривизны параллельно балкам 3 копир 16 для грузов 15.

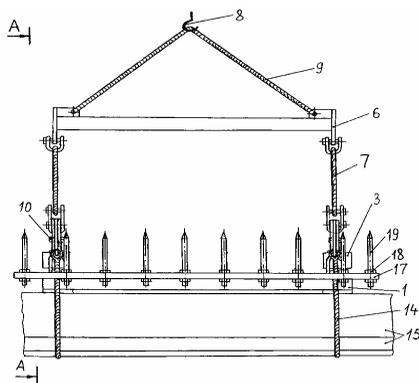


Рис. 7.29. Общий вид грузозахватного устройства

Между стропами 14 для охвата грузов 15 к верхней части прижимной плиты 1 с одной из ее сторон, перпендикулярной балкам 3, жестко прикреплена пластина 17. В ней на периферии, в перпендикулярном балкам 3 продольном пазу, установлены и зафиксированы в нем гайками 18 направленные острыми концами перпендикулярно пластине 17 вверх передвигаемые штыри 19. К противоположной пластине 17 стороне верхней части прижимной плиты 1 напротив балок 3 закреплены две скобы 20 с размерами, позволяющими присоединение к каждой из них одновременно двух стропных крюков 13.

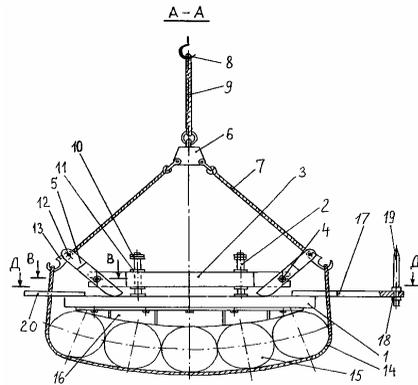


Рис. 7.30. Разрез А-А на рис. 7.29

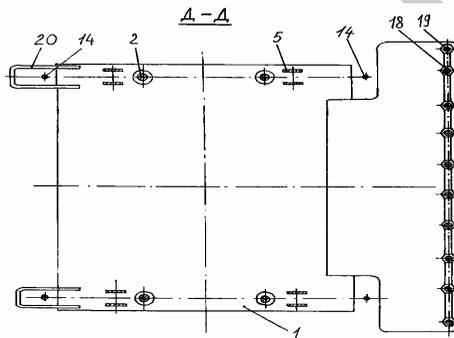


Рис. 7.31. Разрез Д-Д на рис. 7.30

Грузозахватное устройство работает следующим образом.

Выбирают подходящий для груза копир *16* и присоединяют его к прижимной плите *1*. Устройство навешивают на крюк *8* подъемного крана и устанавливают на ряд предварительно уложенных на лаги грузов *15*. Грузы *15* охватывают снизу стропами *14*, пропуская их между лагами. Стропы *14* навешивают на стропные крюки *13* и грузы *15* поднимают.

Прижимные рычаги *5* поворачиваются вокруг своих осей *4* и прижимают прижимную плиту *1* с копиром *16* к грузам *15*. После транспортировки грузы *15* опускают на лаги, стропы *14* отсоединяют от стропных крюков *13* и вынимают из-под грузов *15*, протаскивая их между лагами.

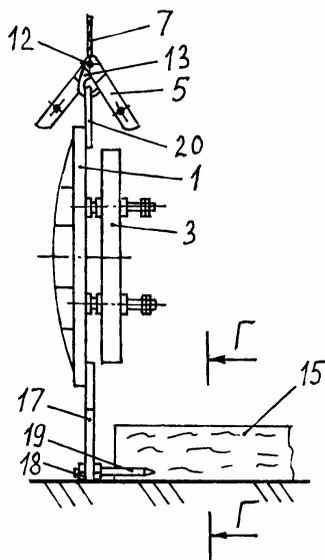


Рис. 7.32. Схема установки плиты с пластиной с передвижными штырями для подъема одной из сторон грузов

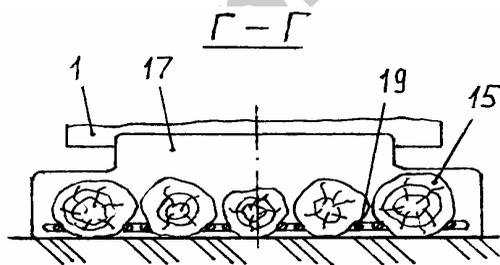


Рис. 7.33. Разрез Г-Г на рис. 7.32

В ситуациях отсутствия или невозможности использования лаг, что имеет место в большинстве случаев использования подобных устройств на производстве, стропы 14 отсоединяют от стропных крюков 13. Предназначенные для одной стропы 14 оба стропных крюка 13 присоединяют к соответствующей скобе 20, предварительно вынув оси 4 с прижимными рычагами 5 из углублений в пазах балок 3, и грузозахватное устройство поднимается за обе скобы 20 краном и подводится к одному из торцов грузов 15, как

показано на рис. 7.32. Гайками 18 ослабляют крепление передвижных штырей 19 к пластине 17 и путем передвижения их в пазу пластины 17 выставляют передвижные штыри 19 так, чтобы они, проникнув в полости между грузами 15, обеспечивали при подъеме грузозахватного устройства краном захват торцевой части грузов 15. После фиксации передвижных штырей 19 в новом положении путем затягивания гаек 18 краном поднимают грузы 15 с одного из торцов на высоту, достаточную для беспрепятственного пропуса под грузами 15 строп 14. При этом стропы 14 располагают перпендикулярно осям грузов 15 таким образом, чтобы центры тяжести грузов 15 располагались между стропами 14, а расстояние между стропами 14 было равно расстоянию между балками 3. Далее грузы 15 опускаются на стропы 14, и грузозахватное устройство устанавливают над ними на грузы 15 таким образом, чтобы было наиболее удобным присоединение строп 14 к стропным крюкам 13.

Стропные крюки 13 отсоединяют от скоб 20 и оси 4 прижимных рычагов 5 вставляют в пазы балок 3 и фиксируют в соответствующих углублениях в них. После присоединения строп 14 к стропным крюкам 13 грузы 15 перемещаются краном в предназначенное для них место, на которое устанавливаются, несмотря на отсутствие лаг. Стропные крюки 13 снова освобождаются от строп 14 и присоединяются к скобам 20. Грузозахватное устройство перемещается в один из торцов грузов 15, где снова путем установки передвижных штырей 19 в полости между грузами 15 этот торец грузов 15 приподнимается до возможности беспрепятственного удаления из-под грузов 15 строп 14. После этого торец грузов 15 опускается, и погрузочно-разгрузочные работы далее продолжают-ся аналогичным образом.

3.16

ВУ 16999 Вертикальный элеватор для кусковых грузов [50]

Задача, которую решает изобретение (рис. 7.34), заключается в снижении энергоемкости технологического процесса транспортирования кусковых грузов.

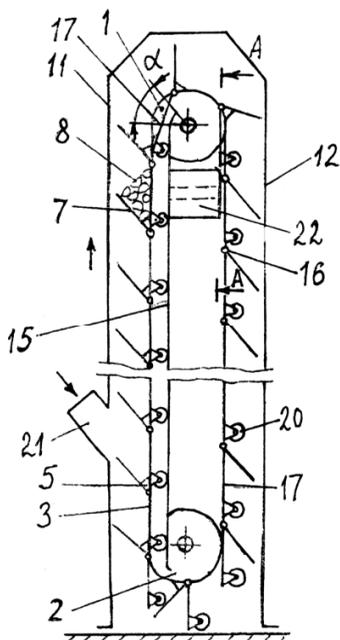


Рис. 7.34. Вертикальный элеватор для кускового груза
(вид сбоку, без боковой стенки)

Вертикальный элеватор (рис. 7.34–7.36) для кускового груза содержит замкнутый в вертикальной плоскости на приводной 1 и натяжной 2 звездочках гибкий тягово-несущий контур с образованием грузонесущей и нерабочей ветвей, состоящий из двух пластинчатых цепей 3 и 4 с консольно прикрепленными к ним под углом с одинаковым шагом посредством двух щек 5 и 6 полками 7. (Позиция 6 на рис. 7.34 и 7.35 не показана.) Полки 7 установлены с возможностью размещения на них транспортируемого груза 8. Каждая полка 7 выполнена с отогнутой по нормали к плоскости цепей 3 и 4 кромкой 9, которая является внутренней, примыкающей к двум пластинчатым цепям 3 и 4 горизонтальной стороной каждой полки, а с нерабочей стороны полки 7 снабжены ребрами жесткости 10. Гибкий тягово-несущий контур размещен в кожухе, состоящем из передней 11, задней 12 и боковых 13 и 14 стенок. На грузонесущей ветви цепей 3 и 4 с прикрепленными к ним

полками 7 размещены с минимальными зазорами относительно боковых стенок 13, 14 и с зазором относительно установленной внутри кожуха внутренней вертикальной стенкой 15, закрепленной своими концами на боковых стенках 13 и 14 кожуха элеватора. Внутренняя вертикальная стенка 15 в своей верхней части, начиная с уровня пересечения с горизонтальной плоскостью, проходящей через ось приводной звездочки 1, выполнена в виде цилиндрической поверхности с радиусом, равным кратчайшему расстоянию от внутренней вертикальной стенки 15 до оси приводной звездочки 1, измеренному по проходящей через эту ось горизонтальной плоскости, причем угол α между этой горизонтальной плоскостью и плоскостью, проходящей через верхний край внутренней вертикальной стенки 15 и ось приводной звездочки 1, равен 450...600. К кромке 9, являющейся внутренней примыкающей к двум пластинчатым цепям 3 и 4 горизонтальной стороне каждой полки 7, с помощью шарнира 16, с возможностью вращения, прикреплена прямоугольная пластина 17 шириной, меньшей расстояния между двумя пластинчатыми цепями 3 и 4 с возможностью проникновения между ними и высотой, меньшей расстояния между соседними внутренними, примыкающими к двум пластинчатым цепям, горизонтальными сторонами соседних полок 7 в виде кромок 9. По параллельной цепям 3 и 4 оси симметрии каждой пластины 17 на участке, примыкающем к противоположной шарнирному соединению 16 горизонтальной стороне на закрепленной между прикрепленных к пластине 17 кронштейнами 18 параллельной пластине 17 горизонтальной оси 19 с возможностью вращения относительно ее, установлен опорный ролик 20 таким образом, что при нахождении пластины 17 на грузонесущей ветви цепи в ее вертикальном положении он касается внутренней вертикальной стенки 15. Находящийся на полках 7 транспортируемый груз 8 размещен с возможностью его взаимодействия с пластиной 17 и боковыми стенками 13 и 14. Загрузочное устройство элеватора выполнено в виде наклонного патрубка 21 на передней стенке 11. Разгрузочное устройство выполнено в виде наклонного лотка, размещенного под приводной звездочкой 1 и закрепленного на внутренней вертикальной стенке 15 с возможностью приема и выведения по наклонному лотку за пределы кожуха элеватора разгружаемого с него транс-

портируемого груза 8, ссыпавшегося с огибающих приводную звездочку 1 полку 7. Наклонный лоток 22 выполнен двускатным. Вал приводной звездочки 1 снабжен защитной втулкой (на рисунках не показана).

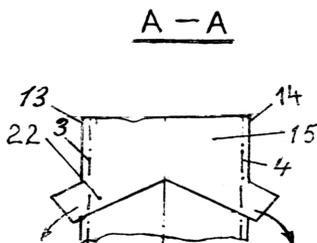


Рис. 7.35. Разрез А-А по рис. 7.34

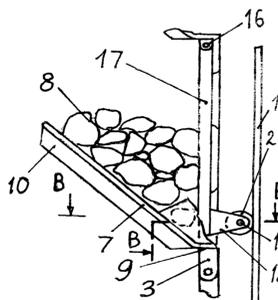


Рис. 7.36. Узел крепления полки к пластинчатым цепям с шарнирно прикрепленной к ней пластине при нахождении ее на грузонесущей ветви цепи

Вертикальный элеватор для кусковых грузов работает следующим образом.

Подлежащий транспортированию груз 8 через загрузочный патрубок 21 подается внутрь кожуха, попадая на движущуюся, наклонно ориентированную полку 7, и свободно размещается на ней. При этом положение груза ограничено внутри кожуха по его ширине боковыми стенками 13, 14 и прямоугольной пластиной 17. При движении цепей 3 и 4 находящийся на полках 7 груз 8 взаимодействует за счет своего бокового давления с внутренней вертикальной стенкой 15 и боковыми стенками 13 и 14 кожуха элеватора. При этом взаимодействие с внутренней вертикальной

стенкой 15 осуществляется с помощью перекатывающегося по ней с минимальными затратами на трение качение установленного на прямоугольной пластине 17 опорного ролика 20. Во время огибания цепями 3, 4 приводной звездочки 1 опорный ролик 20, дойдя до края верхней закругленной части внутренней вертикальной стенки 15, проваливается вниз под действием собственного веса, веса прямоугольной пластины 17 и веса груза 8, при этом прямоугольная пластина 17 поворачивается вокруг шарнира 16 крепления пластины 17 к внутренней, примыкающей к двум пластинчатым цепям 3 и 4 горизонтальной стороне каждой полки 7, и груз 8 самотеком разгружается с полок 7 и попадает на наклонный двускатный 22 лоток, по которому выводится за пределы кожуха элеватора в сторону боковых стенок 13 и 14 кожуха. Прямоугольная пластина 17 с опорным роликом 20 опускается в вертикальном положении вниз и затем в таком же положении входит в контакт опорным роликом 20 с внутренней вертикальной стенки 15 на грузонесущей ветви цепей 3 и 4.

3.16

ВУ 12158 Ременная сортировка корнеклубнеплодов [51]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении качества разделения плодов и корнеплодов на размерные фракции.

Ременная сортировка (рис. 7.37–7.41) содержит, соответственно, транспортеры 1, 2 и 3 для загрузки и выгрузки крупной и мелкой фракций, калибрующий орган, образованный системой сортирующих ремней 4, огибающих шкивы 5, встряхиватель 6 и устройство 7 для поворота сортирующих ремней 4 вокруг своей оси. Устройство 7 образовано бесконечным гибким закручивающим ремнем 8, выполненным в виде стального каната 9 с нанизанными на него вплотную друг к другу роликами 10, огибающим выполненные из резины шкивы ведущего 11 и ведомого натяжного 12 валов поперечно относительно сортирующих ремней 4.

Верхняя ветвь бесконечного гибкого закручивающего ремня 8 огибает поочередно сначала нижнюю, а затем верхнюю стороны соседних сортирующих ремней 4, а нижняя ветвь охватывает стороны сортирующих ремней 4, противоположные охваченным верхней ветвью. Между ветвями бесконечного закручивающего ремня 8

до сортирующих ремней 4 и перед шкивами ведущего 11 и ведомого натяжного 12 валов установлены разделительные пластины 13. Устройство 7 может содержать несколько закручивающих ремней 8, а ременная сортировка – несколько устройств 7.

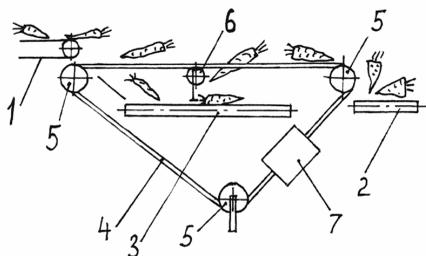


Рис. 7.37. Схема ременной сортировки (вид сбоку)

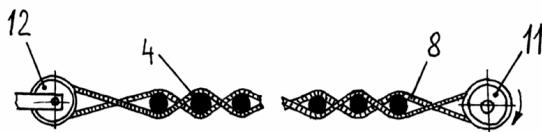


Рис. 7.38. Схема устройства для поворота сортирующих ремней вокруг своей оси (вид вдоль сортирующих ремней)

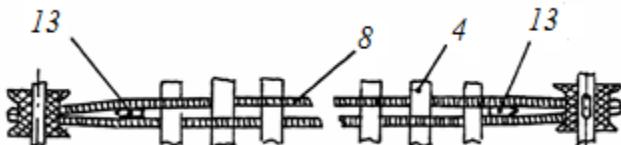


Рис. 7.39. Схема устройства для поворота сортирующих ремней вокруг своей оси (вид сверху)

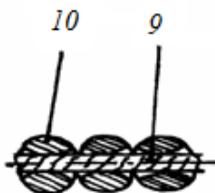


Рис. 7.40. Разрез бесконечного гибкого закручивающего ремня

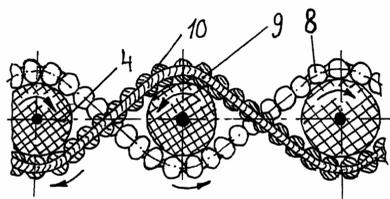


Рис. 7.41. Фрагмент устройства (рис. 7.38) в увеличенном масштабе

Ременная сортировка работает следующим образом.

Транспортер 1 подает технологическую массу, содержащую корнеклубнеплоды различных фракций, почвенные и растительные примеси, на движущиеся с одинаковой скоростью сортирующие ремни 4. Устройство 7 бесконечным гибким закручивающим ремнем 8 с помощью нанизанных на стальной канат 9 роликов 10, прижимаемых силами натяжения закручивающего ремня 8 и сжатия резиновых шкивов ведущего 11 и ведомого натяжного 12 валов к верхним и нижним сторонам сортирующих ремней 4, за счет того, что верхняя ветвь бесконечного гибкого закручивающего ремня 8 огибает поочередно сначала нижнюю, а затем верхнюю стороны соседних сортирующих ремней 4, а его нижняя ветвь охватывает стороны сортирующих ремней 4, противоположные охваченным верхней ветвью, поворачивает соседние сортирующие ремни 4 навстречу друг другу. В результате этого силы трения между соседними сортирующими ремнями 4 и расположенными на них корнеклубнеплодами поворачивают корнеклубнеплоды до их положения вдоль сортирующих ремней 4, в котором и осуществляется наиболее эффективно сортировка корнеклубнеплодов, согласно их размерам, на фракции. При этом ролики 10 вращаются вокруг расположенных в них стальных канатов 9, сводя до минимума сопротивление движению сортирующих ремней 4 вдоль их оси согласно заданному шкивами 5 направлению. Разделительные пластины 13 предотвращают трение между ведущей и ведомой ветвями бесконечного гибкого закручивающего ремня 4. Одновременно происходит поворачивание сортирующих ремней в канавках шкивов 5, освобождая их от налипших и намотанных примесей.

Мелкие корнеклубнеплоды поступают на транспортер 3, а крупные – на транспортер 2, примеси в зависимости от размера – и на тот и на другой транспортеры, а часть их попадает под сортировку, в том числе и удаленные из канавок шкивов 5 поворотом сортирующих

ремней 4 устройством 7. Регулируется натяжение гибкого закручивающего ремня 8 с помощью перемещения ведомого натяжного вала 12, например, за счет деформации пружины растяжения (на рисунках не показана). При этом за счет упругой деформации резиновых шкивов ведущего 11 и ведомого натяжного 12 валов, обеспечивается их сцепление с гибким закручивающим ремнем 8.

3.2

ВУ 13022 Устройство для формирования кротовых дрен при гидромелиоративном строительстве [52]

Устройство для формирования кротовых дрен (рис. 7.42) при гидромелиоративном строительстве включает демпфирующий дренаж, содержащий коническую круглую винтовую пружину растяжения 1, которая плавно переходит в винтовую цилиндрическую пружину и установлена своим первым меньшим витком на посадочный поясок горловины бутылочнообразного полого внутреннего корпуса 2. Остальные витки пружины 1 имеют осевой зазор относительно внутреннего корпуса 2 не более диаметра прутка пружины 1. Внутренний корпус имеет на горловине отверстие 3 для шарнирного присоединения с помощью пальца к ножу, а на противоположном горловине конце – рант 4, наружный диаметр которого равен среднему диаметру последнего витка пружины 1. Концы первого и последнего витков пружины 1 приварены к ближайшим соседним виткам и представляют собой жесткие конструкции. К внутреннему корпусу 2 сзади с помощью гибкой связи в виде цепи 5 присоединен цилиндрический дренаж 6 с коническим наконечником, наружный диаметр которого превышает максимальный наружный диаметр винтовой пружины растяжения 1 не менее чем на диаметр ее прутка.

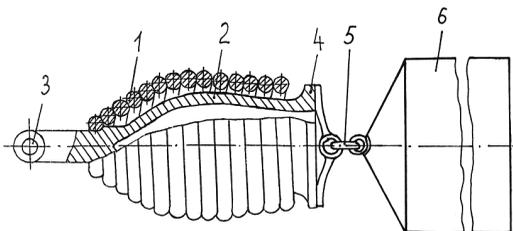


Рис. 7.42. Устройство для формирования кротовых дрен

Устройство работает следующим образом.

Нож увлекает за собой шарнирно присоединенный к нему внутренний корпус 2 с плотно установленным на посадочном пояске его горловины первым меньшим витком коническо-цилиндрической пружины 1. Поскольку остальные витки пружины 1 имеют осевой зазор относительно внутреннего корпуса 2 не более диаметра прутка пружины 1, то в процессе работы они вследствие неравномерности сопротивления почвы совершают осевые и радиальные колебательные движения относительно внутреннего корпуса 2. Это позволяет значительно снизить силы сопротивления движению дрена, что объясняется переходом почвы под воздействием механических вибраций в неустойчивое состояние [2].

При этом, так как осевой зазор витков пружины 1 относительно внутреннего корпуса 2 не превышает диаметра прутка пружины 1, их деформация остается даже при воздействии на витки пружины 1 корневищных остатков, каменистых включений и других предметов в пределах допустимой. В этом случае подвергшийся такому воздействию виток пружины 1 деформируется в допустимых пределах, а далее упирается в наружную поверхность конической части внутреннего корпуса или на цилиндрической части – в соседний виток, который через последующие сомкнутые цилиндрические витки упирается в рант 4. Таким образом, жесткая конструкция внутреннего корпуса 2 воспринимает действующие на дрена в критических ситуациях предельные нагрузки, а приваренные к ближайшим соседним виткам концы первого и последнего витков пружины 1 исключают возможное в таких случаях разматывание пружины 1. Образованная после прохода такой передней части в виде демпфирующего дрена неровная, с чередованием участков различной плотности, внутренняя поверхность кротовой дрены с просыпавшимися через витки пружины частицами грунта на дне повторно подвергается выравнивающему и уплотняющему воздействиям цилиндрического дрена б с коническим наконечником.

Так как его наружный диаметр превышает максимальный наружный диаметр винтовой пружины растяжения 1 не менее чем на диаметр ее прутка, то, благодаря наличию гибкой связи в виде цепи 5, дрена б движется независимо от вибрирующей передней части в виде пружины 1 и, за счет наличия конического наконечника, выбирает в процессе своего движения оптимальное, с точки зрения равномерного распределения плотности внутренних стенок кротовой дрены, положение, что способствует ее максимальной надежности.

3.3

ВУ 13007 Каток сеялки [53]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении разравнивающего и уплотняющего воздействия на поверхность почвы.

Каток сеялки (рис. 7.43–7.45) содержит рамку 1, ось 2, реборды 3, в отверстиях которых установлены с возможностью вращения вокруг своих осей образующие рабочую поверхность катка стержни 4, средняя часть которых выполнена с эксцентриситетом относительно их осей вращения, где ось 2 имеет равное или меньшее по длине средней части стержней колено [3] и жестко крепится при его нижнем положении к рамке 1.

Реборды 3 установлены по краям оси 2 с возможностью вращения, а на колено оси 2 по его длине установлен резиновый каток 5, внутренний диаметр d_k которого больше диаметра оси d_o , но не превышает высоты колена h вместе с диаметром оси d_o , а наружный диаметр резинового катка для обеспечения контакта – резинового катка 5 со стержнями 2. Резиновый каток 5 монтируется на колене оси 2 с учетом возможностей его упругой деформации. Для предупреждения накопления почвы внутри катка сеялки в ребордах 3 выполнены окна 6.

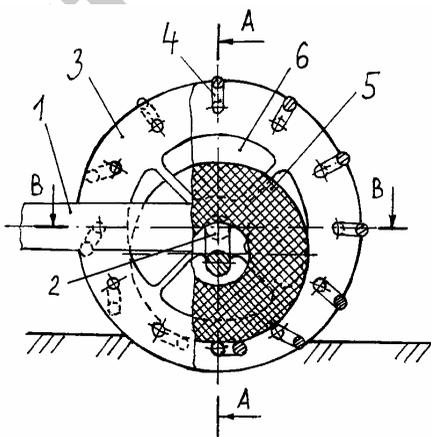


Рис. 7.43. Каток сеялки (вид сбоку)

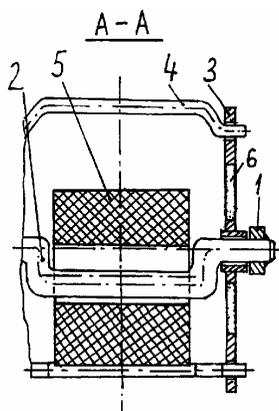


Рис. 7.44. Разрез А-А на рис. 7.43

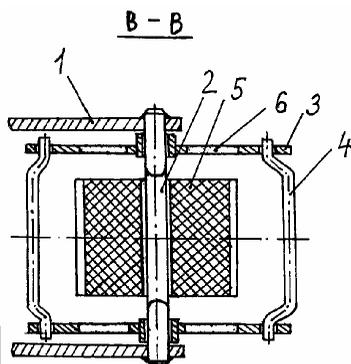


Рис. 7.45. Разрез В-В на рис. 7.43

Каток сеялки работает следующим образом.

При перекачивании катка за присоединенную к сеялке рамку 1 опирающиеся на почву стержни 4, благодаря эксцентрично расположенной средней части, проворачиваются в отверстиях реборд 3, поскольку эксцентриситет создает кутиющий момент. При этом в нижнем положении стержни 4 прижимаются сверху к поверхности почвы резиновым катком 5, в результате чего возникает эффект подтормаживания катка сеялки, и стержни 4 эффективно выполняют свою разравнивающую поверхность почвы функцию, а резиновый каток 5 одновременно прикатывает почву над семенами. После отрыва от почвы вследствие эксцентриситета и под действием

центробежных сил стержни 4 вновь проворачиваются в отверстиях реборд 3, что обеспечивает самоочистку рабочей поверхности катка сеялки от налипающей почвы.

3.4

ВУ 12280 Барабан с устройством крепления конца каната [54]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении надежности крепления конца каната к барабану механизма намотки при одновременном снижении габаритных размеров и массы барабана.

Барабан с устройством крепления конца каната (рис. 7.46–7.48) при одинарном полиспасте содержит конец каната 1, барабан 2 в виде тонкостенного цилиндра с наружными направляющими бортами 3 и утопленными внутрь его боковыми дисками 4, один из которых выполнен с резьбовыми отверстиями, и со ступицами 5, установленными на валу 6 приводного механизма. Барабан 2 имеет в своей цилиндрической части на уровне наружной поверхности бокового диска 4 с резьбовыми отверстиями отверстие 7, для заправки конца каната 1 под тонкостенный цилиндр к наружной поверхности этого бокового диска 4, и прижимающие к боковому диску 4 конец каната 1 прижимные планки 8, выполненные в виде равных частей кругового кольца с внутренним опорным ребром и с цилиндрическими отверстиями. В цилиндрические отверстия планок 8 вставляются болты 9, ввинчивающиеся в наружную поверхность бокового диска 4, имеющие сопрягающуюся с отверстием прижимной планки 8 цилиндрическую и боковую коническую поверхности. В головках болтов 9 имеются отверстия для крепежной проволоки. Под прижимными планками 8 расположено между их наружными кольцевыми кромками и болтами 9, подобно планкам 8, с возможностью упора в конец каната 1 подпорное круговое кольцо 10, выполненное из двух равных полуколец со скошенными внутрь торцами и с конической внутренней поверхностью, прилегающей к боковым коническим поверхностям болтов 9. К стыку внутренней цилиндрической поверхности барабана 2 и наружной боковой поверхности диска 4 укладывают конец каната 1, прижимаемый к наружной поверхности диска прижимными планками 8, а к внутренней цилиндрической поверхности барабана 2 – установленным под планками 8, упирающимся в канат и конические поверхности

болтов 9, подпорным круговым кольцом 10, состоящим из двух равных полуциркулярных колец с внутренней конической поверхностью, прилегающей к боковым коническим поверхностям болтов 9. Соприкасающиеся с концом каната 1 поверхности стыка цилиндрической внутренней поверхности барабана 2 и бокового диска 4, а также подпорного кругового кольца 10 могут иметь канавки по форме контактирующей поверхности конца каната 1, а контактирующая с концом каната 1 часть прижимных планок 8 имеет такие канавки в обязательном порядке. Под головками болтов 9 установлены по форме опорной части их головок регулировочные кольца 11. В случае необходимости под ребра некоторых или всех прижимных планок 8 могут устанавливаться тонкие регулировочные пластинки 12. Прижимные планки 8 в виде равновеликих частей кругового кольца соединены между собой с помощью вкрученных в них винтов 13 жесткими перемычками 14. Болты 9 фиксируются между собой от выкручивания проволокой 15.

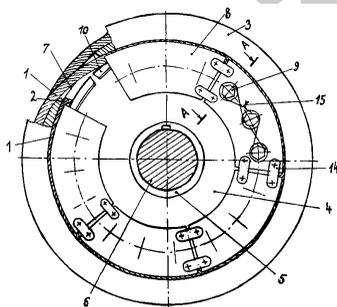


Рис. 7.46. Вид торца барабана с установленным на нем устройством крепления конца каната к барабану

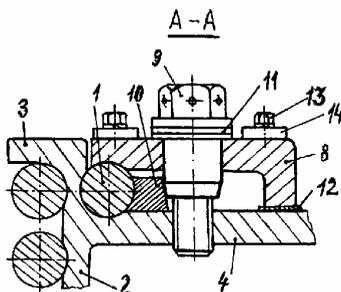


Рис. 7.47. Разрез А-А из рис. 7.46

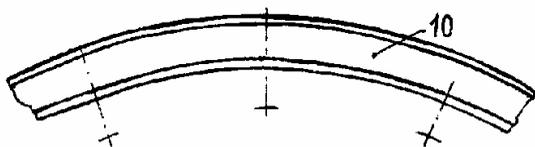


Рис. 7.48. Вид сверху части подпорного кругового кольца

Барабан работает следующим образом.

Конец каната *1* укладывается к стыку цилиндрической внутренней поверхности барабана *2* и наружной боковой поверхности диска *4* на максимально возможную длину. Установка крепления начинается с конца каната, причем первая прижимная планка *8* после установки подпорного кругового полукольца *10* с применением регулировочных колец *12* прижимается к концу каната *1*, который периодически натягивается, болтами *9*. При этом с помощью регулировочных пластинок *12* и колец *11* и точного расположения резьбовых отверстий в боковых дисках *4* добиваются равновеликого и равномерного прижатия конца каната *1* как прижимной планкой *8*, так и подпорным круговым полукольцом *10*, а также плотного прилегания к цилиндрической внутренней поверхности отверстий прижимной планки *8* цилиндрической наружной поверхности болтов *9*, в первую очередь, со стороны центра бокового диска *4* и, во вторую очередь, со стороны, обратной концу каната.

После установки первой с конца каната *1* прижимной планки последовательно и тщательно устанавливаются аналогичным образом другие прижимные планки *8*. В представленном варианте конкретного исполнения устройства имеются пять прижимных планок *8* с тремя болтами *9* в каждой из них. Скошенные внутренние торцы подпорных круговых полуколец *10* способствуют их беспрепятственному монтажу. После установки всех прижимных планок *8* они соединяются между собой вкрученными в них винтами *13* жесткими перемычками *14*. Это обеспечит более равномерное распределение нагрузки между деталями устройства во время его работы. Фиксация болтов *9* проволокой *15* обеспечит надежную работу устройства для крепления конца каната в течение длительного времени.

В устройстве крепления конца каната к барабану два подпорных круговых полукольца *10* выполняют также функцию опорной, обхватываемой концом каната *1*, поверхности барабана (см. формулу (1)).

С учетом конкретного угла обхвата, получаем растягивающее нормальное напряжение $291,0 \text{ Н/мм}^2$. Его выдержат три болта нашей конструкции, что в 5,3 раза меньше, чем у конструкции с желобом или без него. Использование в нашем исполнении 15 болтов дает пятикратную гарантию надежности крепления вместо требуемой двойной.

В конструкции заявляемого устройства концентрируется целый ряд преимуществ и достоинств: отсутствие недопустимых изгибов каната; наличие эффекта одного неприкосновенного витка; увеличение прижимаемых поверхностей каната до четырех вместо двух; работа прижимных болтов только на растяжение; повышение в 5,3 раза надежности крепления при одновременном уменьшении его размеров и массы; компактность и эстетичность конструкции.

3.5

ВУ 15177 Корпус плуга [55]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении качества обработки почвы путем улучшения рыхления пласта.

Корпус плуга (рис. 7.49–7.52) включает стойку с башмаком 1, лемех 2, отвал 3, полевую доску 4, рыхлящие элементы 5 с гибкими шлейфами 6. Рыхлящие элементы 5 закреплены на рабочей поверхности отвала, выполнены в виде клиновидных ножей с вершиной, обращенной в сторону носка лемеха 2, и установлены со смещением один относительно другого. Рыхлящие элементы 5 закреплены на клине болтовыми соединениями 7. Клиновидный нож состоит из двух элементов: опорной пластины 8 и самого ножа 5 саблевидной формы.

В передней части пластины 8 выполнено уширение с отверстием под болтовое соединение, а перед отверстием образован защитный козырек 9 этого соединения. Клиновидный нож 5 саблевидной формы жестко закреплен к пластине 8, и в его вершине выполнено отверстие для крепления гибкого шлейфа 6.

К верхней части клиновидного ножа с помощью имеющегося в нем отверстия шарнирно присоединен гибкий шлейф 6, представляющий собой отрезок якорной цепи. Ко всем звеньям 10 гибкого шлейфа, за исключением первого, присоединены перпендикулярно

к боковым поверхностям каждого звена и под наклоном две равно-
 великие лопасти 11 с заостренными со стороны клиновидных но-
 жей кромками, обеспечивающие интенсивное крошение почвы.
 Первое звено каждого гибкого шлейфа, непосредственно прикре-
 ленное к клиновидному ножу 5, состоит из передней части 12, при-
 соединенной к клиновидному ножу 5, и задней части 13, которые
 соединены между собой с возможностью вращения задней части 13
 и других, соединенных с ней, основных звеньев гибкого шлейфа
 при помощи радиально-упорных подшипников, образованных при-
 соединенной к задней перемычке 14 цапфой 15 с торцевой опорной
 поверхностью 16 и охватывающей ее установленной на передней
 перемычке капроновой втулкой 17 с опорным буртиком, оси кото-
 рых совпадают с осями симметрии частей 12 и 13.

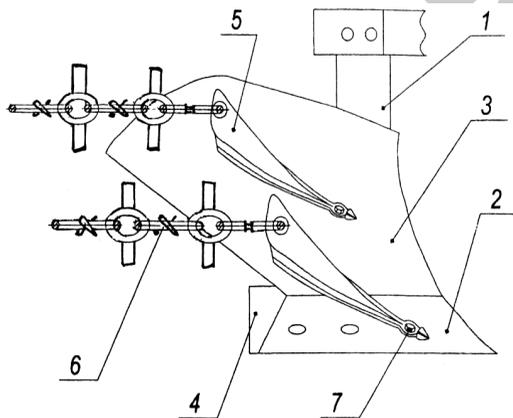


Рис. 7.49. Плужный корпус (вид спереди)

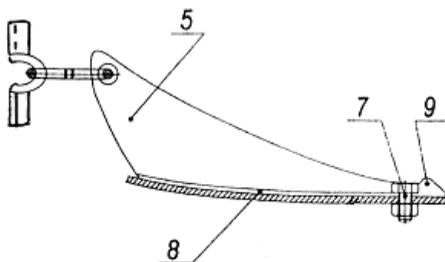


Рис. 7.50. Клиновидный нож с гибким шлейфом

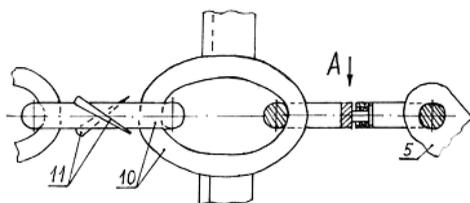


Рис. 7.51. Гибкий шлейф

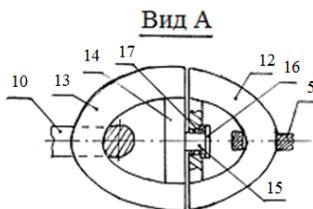


Рис. 7.52. Вид А на рис. 7.51

Корпус плуга работает следующим образом.

В процессе работы срезанный лемехом 2 пласт почвы поступает на поверхность отвала 3 и входит во взаимодействие с рыхлящими элементами 5, установленными на отвале 3 со смещением один относительно другого. Они разрушают пласт почвы за счет разрыва его на несколько частей. Затем пласт почвы вступает во взаимодействие с вращающимися под воздействием почвы лопастями 11, установленными под наклоном своими плоскостями к направлению движения корпуса плуга, основными частями гибких шлейфов 6, чем обеспечивается интенсивное объемное крошение почвы.

3.6

ВУ 17095 Устройство для перемешивания пищевых продуктов [53]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении качества и производительности перемешивания.

На рис. 7.53, а показан общий вид перемешивающего устройства, вид сбоку; на рис. 7.53, б – разрез А–А на рис. 7.53, а

с положением лопастей относительно рамки при выключении привода машины; на рис. 7.53, *в* – разрез А–А на рис. 7.53, *а* с положением лопастей при включенном приводе машины в одном из текущих значений вязкости перемешиваемого продукта.

Устройство для перемешивания пищевых продуктов содержит замкнутую плоскую рамку 1 с нижней 2 и верхней 3 горизонтальными полками. Внутри рамки 1, вдоль ее оси симметрии на указанных полках, закреплен вертикальный вал 4 с хвостовиком 5 на верхнем конце вала. Вал 4 выполнен в виде упругого элемента кручения (торсиона). Хвостовик 5 предназначен для установки и закрепления в шпинделе перемешивающей машины.

Нижний конец вала 4 закреплен в нижней горизонтальной полке 2 рамки 1, а верхняя часть вала 4 связана с верхней полкой 3 с возможностью относительного поворота в горизонтальной плоскости. По обе стороны вала 4 внутри рамки 1 симметрично и вертикально установлены лопасти 6 с заостренными режущими краями, шарнирно связанные с рамкой 1 верхними 7 и 8 полуосями, а также нижними полуосями 9 с возможностью поворота в горизонтальной плоскости относительно рамки 1. В верхней части вертикального вала 4 под хвостовиком 5 над верхней горизонтальной полкой 3 рамки 1 установлена на шпонке 10 зубчатая шестерня внешнего зацепления 11, а на верхних полуосях 7 и 8 лопастей 6 над верхней горизонтальной полкой 3 рамки 1 установлены на шпонках 12 и 13 верхнее 15 и нижнее 14 зубчатые колеса. На вертикальном валу 4 над зубчатой шестерней 11 установлено на шпонке 16 зубчатым венцом вниз зубчатое колесо внутреннего зацепления 17, входящее в зацепление с верхним зубчатым колесом 15, а нижнее зубчатое колесо 14 входит в зацепление с зубчатой шестерней 11 вертикального вала 4. Нижний конец 18 вала 4 выполнен в виде квадратного сечения и вставлен в квадратное окно 19 нижней полки 2 с целью взаимной фиксации. Шпонки 10, 12, 13 и 16 предотвращают взаимное проворачивание соответствующих шестерни и зубчатых колес относительно валов и полуосей.

Устройство работает следующим образом.

Рамку 1 с лопастями 6 опускают в емкость, заполненную пищевыми продуктами, а хвостовик 5 закрепляют в шпинделе перемешивающей машины, расположенном над указанной емкостью.

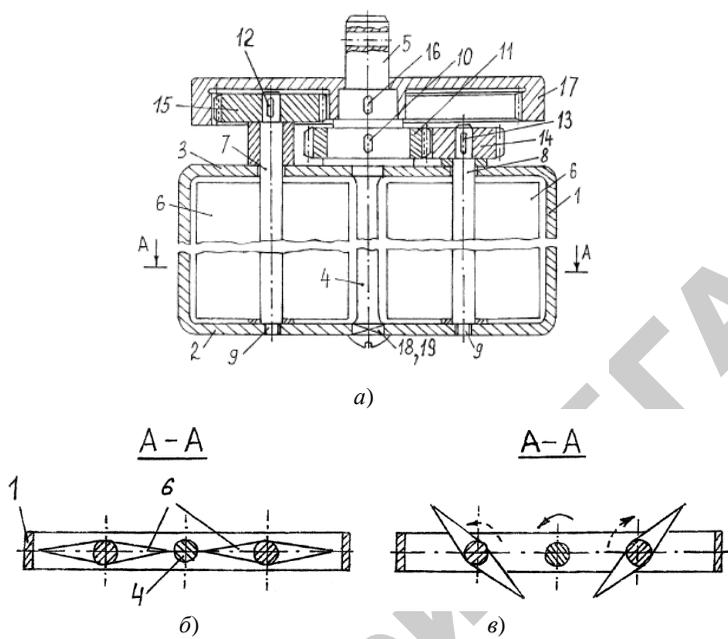


Рис. 7.53. Устройство для перемешивания пищевых продуктов

При выключенном приводе машины (рис. 7.53, б), когда отсутствует давление вязкого продукта на лопасти 6, последние расположены в плоскости рамки 1, а вал 4 разгружен от воздействия момента кручения. При включении привода перемешивающей машины вал 4 начинает вращаться. При этом на лопасти 6 будут действовать силы давления со стороны перемешиваемого продукта, величина которых будет тем больше, чем больше вязкость продукта и чем выше угловая скорость вращения шпинделя. Под воздействием этих сил лопасти 6 вместе с рамкой 1 и нижним концом 18 вала 4 будут поворачиваться относительно хвостовика 5, закручивая вал 4. При этом зубчатые колеса 14 и 15, зацепленные с неподвижными относительно хвостовика 5 шестерней 11 и зубчатым колесом внутреннего зацепления 17, будут обкатываться вокруг них, совершая планетарное движение, а полуоси 7 и 8 лопастей 6, жестко связанные с зубчатыми колесами 15 и 14, будут изменять углы поворота самих лопастей 6 относительно рамки 1 в разных направлениях. Причем эти углы будут тем больше, чем больше сумма площадей пластин, расположенных с противоположных сторон их

осей вращения, чем больше расстояние от осей вращения лопастей *б* до оси вала *4*, чем выше скорость вращения вала *4* и выше вязкость перемешиваемого продукта. На угол закручивания лопастей *б* влияют также упругие свойства самого вала *4*.

В начальный период процесса перемешивания, когда сопротивление набегающего на лопасть продукта велико, лопасти *б*, поворачиваясь относительно рамки *1*, будут уменьшать площадь лобового сопротивления, а режущие кромки могут измельчать продукт без значительных затрат энергии. При снижении вязкости продукта в процессе его обработки (в результате таяния охлажденных жиров, добавки жидких маловязких компонентов), лопасти *б* будут возвращаться в исходное положение под действием потенциальной энергии, накопленной валом *4* в результате его закручивания. При этом лобовое сопротивление лопастей *б* будет увеличиваться, а интенсивность процесса перемешивания продукта в разных направлениях в силу разного направления углов поворота лопастей, когда одна лопасть перемещает продукты смешивания к центру устройства, а другая к его периферии, – возрастать, что приводит в конечном итоге к повышению качества и производительности технологического процесса.

Так как боковые кромки лопастей выполнены режущими, то заявленное устройство может быть использовано для измельчения охлажденных жиров или измельчения и перемешивания овощей при производстве салатов.

3.11

ВУ 17918 Механизм подвески сошника [57]

Увеличение жесткости амортизаторов и подвески позволяет при высоких скоростях движения посевного агрегата (малых длинах основных неровностей поверхности поля) лучше копировать неровности поверхности поля. При малых скоростях движения (больших длинах основных неровностей поверхности поля) для того, чтобы сошник лучше копировал рельеф поля, не срезая его гребни, жесткость амортизаторов должна уменьшаться [58].

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении качества заделки семян в почву сошниками сеялки, в том числе и при работе на почвах, засоренных камнями, в зависимости от изменяющихся условий работы сеялки: характеристики микрорельефа

поля, включающей в себя длину основных неровностей, скорости движения посевного агрегата и физико-механического состава почвы.

Механизм подвески сошника (рис. 7.54, 7.55) содержит соединенные с рамой 1 сеялки при помощи шарнира 2 поводок 3 сошника, соединенный с нажимной штангой 4 при помощи прикрепленного к нему рычага 5 и шарнира 6. Причем угол, образуемый рычагом 5 и нажимной штангой 4 в точке их соединения со стороны крепления поводка к раме 1 сеялки в рабочем состоянии сеялки, меньше 180° . На нажимную штангу 4 надет упругий элемент в виде набора, например, трех резиновых амортизаторов 7, каждый из которых имеет наружную поверхность бочкообразной формы и содержит внутреннюю полость, соединенную с наружной поверхностью, по меньшей, мере одним дренажным отверстием.

Резиновые амортизаторы упираются сверху в сухарик 8, шарнирно прикрепленный к раме 1 сеялки, а снизу – в шайбу 9, закрепленную на штанге 4 шпилькой 10, вставленной в отверстие штанги. Штанга 4 может перемещаться по прорези сухарика 8, причем головка штанги 4 препятствует выпадению ее из сухарика 8. Поводок 3 выполнен в виде полого трапециевидального короба 11 с прямой сквозной прорезью по оси симметрии в его верхней части, по сторонам большего основания трапециевидального короба 11 закреплены втулки 12, являющиеся составными частями шарнира 2, причем верхняя часть короба 11 выполнена большей толщины, чем нижняя, а по бокам трапециевидального короба 11 установлены резиновые амортизаторы 16 с расположенным между ними по оси симметрии короба стержнем 17, к верхней части которого прикреплен рычаг 5, а верхняя 13 и нижняя 14 части трапециевидального короба 11 соединены по стороне меньшего основания двумя симметрично относительно оси короба установленными упорами 15 для амортизаторов, выполненными в виде остроугольных равнобедренных треугольников с направлением их вершин в сторону большего основания трапециевидального короба 11. В каждом дренажном отверстии резиновых амортизаторов 7 закреплена, например, с помощью клея или вулканизацией жесткая металлическая цилиндрическая втулка, выступающая на 40...60 % своей длины наружу амортизатора 7 и содержащая на своей наружной относительно резинового амортизатора 7 части от 2 до 3 пар сквозных отверстий, оси симметрии которых лежат в плоскостях, перпендикулярных оси симметрии втулки, и пересекают ее, при этом внутренняя цилиндрическая поверхность втулки выполнена с нарезанной на ней

метрической резьбой, в которую ввинчен (с возможностью осевого перемещения) регулировочный винт с возможностью полного или частичного перекрытия от 2 до 3 пар сквозных отверстий, а оси симметрии пар сквозных отверстий соседних плоскостей их расположения перекрещиваются под прямым углом, т. е. их проекции на одну из этих плоскостей образуют между собой угол 90° .

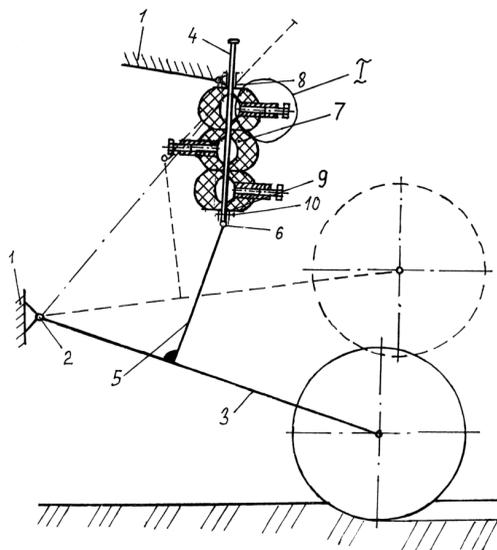


Рис. 7.54. Схема механизма подвески сошника и его кинематика при выглублении сошника в вертикальной плоскости при столкновении с камнем

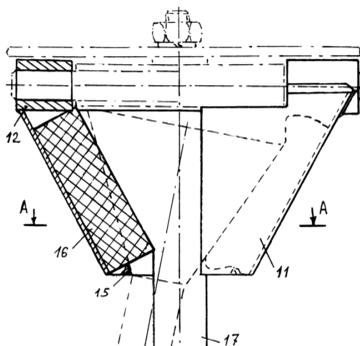


Рис. 7.55. Горизонтальная проекция поводка механизма подвески

Механизм подвески работает следующим образом.

При работе сеялки резиновые амортизаторы 7 бочкообразной формы предварительно сжимаются, заглубляя закрепленные на концах поводков 3 сошники в почву. Во время движения сеялки сошники перемещаются по поверхности поля. При этом за счет демпфирующих свойств материала амортизаторов – резины и трения амортизаторов 7 о нажимную штангу 4 обеспечивается демпфирование механизмом подвески каждого сошника негативного воздействия на них неровностей поверхности поля и неравномерности плотности почвы, включая воздействие мелких камней. Суммарная толщина амортизаторов определяет вместе с демпфирующими качествами конкретной марки резины общие демпфирующие свойства подвески, оптимальные значения которых подбираются в зависимости от конструкции сошника, его средней глубины хода и физико-механических свойств почвы. При сжатии внутренних полостей резиновых амортизаторов находящийся в них воздух удаляется через дренажные отверстия амортизаторов. Это позволяет наиболее полно использовать обладающие повышенными демпфирующими свойствами резиновые амортизаторы, так как в этих условиях для обеспечения сил сжатия и упругости задействованы только они, что обеспечивает более точное копирование сошниками неровностей поверхности поля и улучшает качество заделки семян в почву. В редких случаях лобового столкновения сошника с крупными камнями с ударом сошника по их центральной оси поводок 3 и закрепленный на нем рычаг 5 поворачиваются вокруг шарнира 2, что приводит к уменьшению плеча силы сжатия резиновых амортизаторов 7, вследствие чего силовая характеристика механизма подвески падает, принимая в момент пересечения шарниром 6 линии, соединяющей центры шарнира 2 и сухарика 8, нулевое, а при дальнейшем выглублении сошника – отрицательное значение. При этом установленные внутри трапециедального короба 11 поводка 3 резиновые амортизаторы 16 деформируются трапециедальным расширением переднего конца стержня 17, снижая возникающие ударные нагрузки на сошник и детали механизма подвески. После прохождения препятствия сошник под действием собственного веса, а в момент, когда шарнир 6 опустится ниже линии, соединяющей центры шарнира 2 и сухарика 8, и под действием усилия сжатия резиновых амортизаторов 7 возвращается в исходное положение.

В подавляющем большинстве случаев столкновений с камнями происходит косой удар сошников о камни. При этом в первую очередь происходит поворот в горизонтальной плоскости одного или двух, в зависимости от расположения и размеров камня, стержней 17 с закрепленными на их задних концах сошниками, в результате чего сжимаются трапециевидными расширениями установленных внутри трапециевидных коробов 11 передних концов стержней 17 резиновые амортизаторы 16, упирающиеся в боковые стенки трапециевидных коробов 11 и упоры 15, с амортизацией ударов как в продольном, так и в поперечном направлениях, за счет чего происходит лишь незначительное выглубление сошников из почвы, а в ряде случаев его вообще удается избежать. После прохождения камня сошники под действием упругих сил амортизаторов 16 и пружин 7, а также сил сопротивления почвы быстро возвращаются в исходное положение. Это приводит к резкому уменьшению заклинивания и протаскивания камней сошниками по поверхности поля, участков движения сошников с глубиной хода сошников меньше технологической или над поверхностью поля, улучшая тем самым качество заделки семян в почву с последующим увеличением урожайности сельскохозяйственных культур, при одновременном повышении надежности и долговечности сошников и деталей механизма подвески, вследствие снижения действующих на них при встречах с камнями ударных нагрузок за счет упругих и демпфирующих свойств резиновых амортизаторов. Соотношение размеров расстояния между втулками 12, ширины переднего конца стержня 17, ширины сквозной прорези верхней части 13 короба 11, ширины основной части стержня 17 и ширины рычага 5 обеспечивает в случае необходимости быструю и удобную сборку и разборку поводка 3, а также устойчивое положение деталей поводка 3 относительно друг друга во время работы сеялки. В зависимости от условий работы сеялки: характеристики микрорельефа поля, включающей в себя длину основных неровностей, скорости движения посевного агрегата и физико-механического состава почвы путем ввинчивания или вывинчивания регулировочного винта во втулку перекрываются или открываются отверстия, причем по мере увеличения числа закрытых отверстий жесткость амортизаторов увеличивается и подвеска позволяет при высоких скоростях движения посевного агрегата (малых длинах основных неровностей поверхности поля) лучше копировать неровности поверхности поля. При малых скоростях движения

(больших длинах основных неровностей поверхности поля) для того, чтобы сошник лучше копировал рельеф поля, не срезая его гребни, жесткость амортизаторов 7 путем вывинчивания из втулки регулировочного винта и открытия дополнительных отверстий для прохода воздуха уменьшается.

3.13

ВУ 16840 Устройство для мойки корнеклубнеплодов [59]

Устройство (рис. 7.56) содержит вертикальную моечную камеру 1 с герметично закрываемой крышкой 2, закрепленную неподвижно на раме 3. В нижней части моечной камеры 1 над ее днищем 4 закреплена перфорированная (сетчатая) перегородка 5. В зазоре между перегородкой 5 и днищем 4 камеры размещены нижняя газонаполненная торообразная оболочка 6 из эластичного упругого материала и центрирующий перфорированный элемент – патрубок 7, закрепленный на днище камеры по ее центру. В днище 4 камеры выполнено центральное отверстие, в котором герметично закреплен нижний торец вертикально установленного сильфона 8, размещенного с зазором внутри перфорированного патрубка 7. На верхнем торце сильфона 8 герметично закреплена горизонтальная пластина 9, соединенная через вертикальный шток 10 с источником вибрационных колебаний – вибратором 11.

Расстояние от пластины 9 до перегородки 5 позволяет пластине совершать свободные колебания, не касаясь перегородки 5. В боковой стенке моечной камеры 1 на уровне перфорированной перегородки 5 выполнен наружный разгрузочный люк, включающий наклонный короб 12 и заслонку (шибер) 13. Крышка 2 герметично прижимается к горловине камеры 1 (например, с помощью прижимного рычага 14), на котором она закреплена, например, болтом 15. Рычаг 14 одним концом закреплен на поворотной опоре 16 и имеет на другом конце продольный паз (на рисунке не показан), в который входит откидной болт 17 с накидной гайкой 18, закрепленный на опоре 19. В нижней части камеры 1 имеется патрубок 20 с запорным органом 21 для заполнения камеры водой или ее слива. Сильфон 8, обеспечивая герметичность места ввода штока 10 вибратора в моечную камеру, позволяет горизонтальной пластине 9 совершать свободные колебания в моющей жидкости. Короб 12 разгрузочного люка выполнен с сечением в виде горизонтального

прямоугольника, нижняя сторона (кромка) которого расположена на уровне перфорированной перегородки 5.

Для удобства выгрузки корнеплодов из моечной камеры короб 12 установлен с наклоном вниз под углом 10...20°. К штоку 10 над пластиной 9 закреплена верхняя часть штока 22 в виде стержня с круглым сечением постоянного диаметра, проходящая сквозь перфорированную перегородку 5 с возможностью движения относительно ее в вертикальном направлении, при этом к верхней части штока 22 над перфорированной перегородкой 5 прикреплена опорная дисковая пластина 23. Расстояние от опорной дисковой пластины 23 до перегородки 5 позволяет ей совершать свободные колебания, не касаясь перегородки 5.

На опорной дисковой пластине 23 сверху установлены выполненные из упругого материала, например резины, насаженные на пластину вокруг стержня торовые кольца 24 с внутренними диаметрами, равными диаметру стержня верхней части штока 22, причем наружные диаметры торовых колец 24 плавно уменьшаются в направлении снизу вверх. К верхнему концу верхней части штока 22 прикреплена с помощью резьбового соединения конусная насадка 25 в виде боковой поверхности прямого кругового конуса со скругленной вершиной, а к крышке 2 снизу, с возможностью полного погружения в воду, закреплена охватывающая своей нижней внутренней поверхностью конусную насадку 25 верхняя газонаполненная эластичная торообразная оболочка 26.

Устройство работает следующим образом.

При открытой крышке 2 моечную камеру 1 заполняют водой и корнеклубнеплодами, например свеклой, до заданного уровня жидкости. Вода заливается в камеру через ее открытую горловину или патрубков 20, свекла загружается через горловину камеры и располагается на перфорированной перегородке 5. После этого камеру 1 герметично закрывают крышкой 2 с верхней газонаполненной эластичной торообразной оболочкой 26, для чего опускают прижимной рычаг 14 и затягивают накидную гайку 18 на откидном болте 17, вводимом в паз рычага 14. При этом заполняющая моечную камеру жидкость и находящиеся в жидкости верхняя и нижняя газонаполненные эластичные оболочки 6 составляют нелинейную систему «жидкость—газ». Затем включают вибратор 11, сообщаящий через шток 10 периодические колебания горизонтальной пластине 9 и конусной насадке 25.

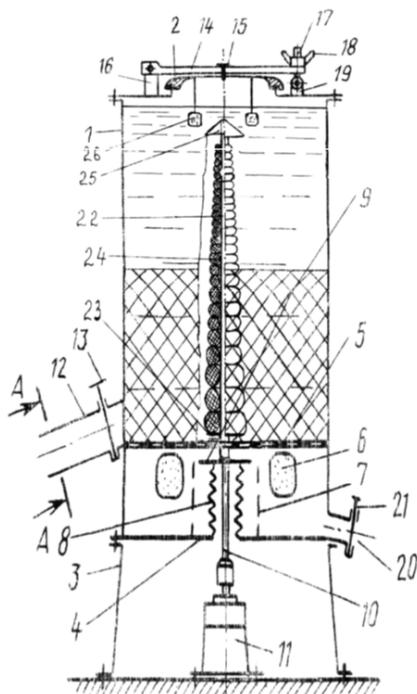


Рис. 7.56. Устройство для мойки корнеклубнеплодов

Колебания пластины 9, конусной насадки 25, сильфона 8 и тортовых колец 24 создают в моещей жидкости динамическое (переменное) давление и возбуждают пульсации газа в эластичных оболочках 6 и 26, обуславливая колебания системы «жидкость—газ» в моечной камере. Частота внешнего вибровоздействия устанавливается равной собственной частоте системы «жидкость—газ», поэтому при включении вибратора 11 в моечной камере устанавливается режим резонансных колебаний – режим вибротурбулизации с режимом увеличением амплитуды волн гидродинамического давления и максимальной интенсивностью турбулентных и кавитационных процессов в моещей жидкости. Размещенные на сетчатой перегородке 5 корнеклубнеплоды в процессе мойки подвергаются воздействию мощных турбулентных потоков (сверху и снизу жидкости) и кавитации, одновременно на них оказывают дополнительно упругое вибрирующее воздействие тортовые кольца 24, что в сумме вы-

зывает интенсивное отделение частиц связанных загрязнений с поверхности корнеклубнеплодов, обеспечивая высокую эффективность процесса мойки. По окончании процесса мойки выключают вибратор 11, колебания прекращаются, прекращаются турбулизация моющей жидкости и объемные пульсации газонаполненных оболочек. Затем откидывают прижимной рычаг 14 с крышкой 2, закрывающей горловину камеры, и открывают заслонку 13, перекрывающую сечение короба 12 разгрузочного люка. Под действием гидростатического напора столба жидкости в моечной камере происходит слив жидкости из камеры через короб разгрузочного люка. Поскольку нижняя часть (кромка) короба 12 находится на уровне перегородки 5, сливающаяся через люк жидкость увлекает с собой отмытые корнеплоды, находящиеся на перегородке 5. Для обеспечения лучших условий выгрузки корнеплодов высота проходного сечения короба 12 должна не менее чем в 1,5...2 раза превышать максимальный размер обрабатываемых корнеплодов, а ширина – в 2...3 раза превышать высоту короба. Это обеспечивает свободный проход корнеклубнеплодов с жидкостью через люк при открытой заслонке 13. Слив жидкости с корнеклубнеплодами производится в приемную емкость (ведро, бак), устанавливаемую под разгрузочным люком. Выгрузка отмытых корнеклубнеплодов из моечной камеры заканчивается при сливе моющей жидкости до уровня сетчатой перегородки 5. После этого закрывают заслонку 13 люка и производят последующее заполнение камеры жидкостью и загрузку корнеклубнеплодов. Таким образом, выполнение в моечной камере наружного люка с заслонкой, расположенного на уровне перфорированной перегородки, позволяет легко и быстро производить выгрузку отмытых корнеклубнеплодов из камеры.

3.14

ВУ 17289 Устройство для приготовления силосованных кормов [60]

Устройство (рис. 7.57–7.60) содержит уложенную в траншею 5 зеленую массу 8, укрытую полиэтиленовой пленкой 6 и слоем 7 минерального грунта толщиной 20...30 см. В нижнюю часть траншеи 5 уложены перфорированные трубы 1, подсоединенные к коллектору 4,

на конце которого расположен вентиль 2 и штуцер 3 для подключения к вакуум-насосу. Наружная поверхность перфорированных труб 1 выполнена гофрированной (волнистой) в продольном направлении, причем отверстия 10 перфорации выполнены равномерно во впадинах, а их оси перпендикулярны продольным осям перфорированных труб, при этом каждая перфорированная труба расположена внутри рукава из москитной сетки 9. Длина внутренней окружной поверхности рукава из москитной сетки 9 в поперечном направлении на 1...3 мм больше длины наружной окружности наибольшего диаметра каждой перфорированной трубы 1.

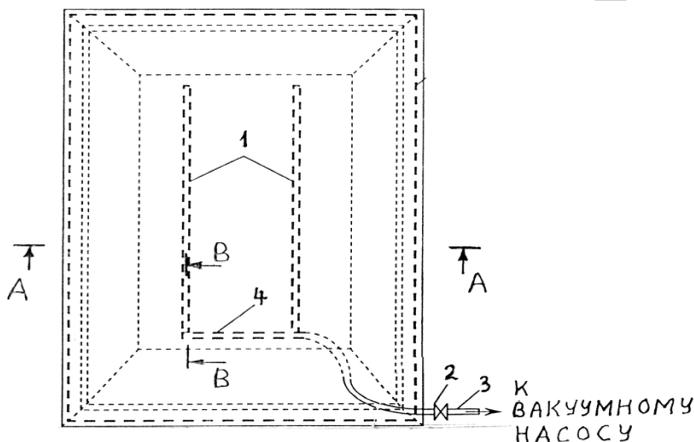


Рис. 7.57. Хранилище (вид сверху)

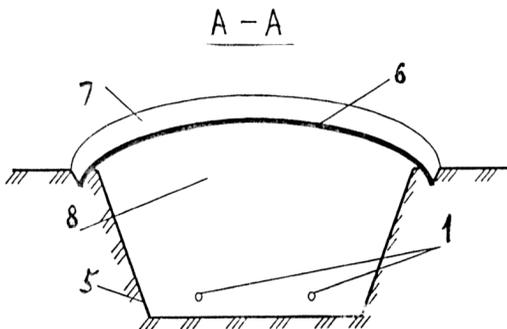


Рис. 7.58. Разрез А-А на рис. 7.57

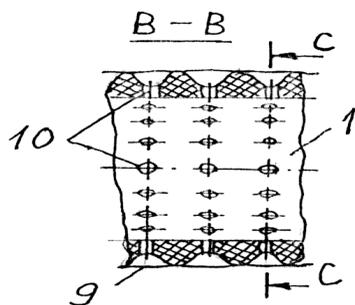


Рис. 7.59. Разрез В-В на рис. 7.57

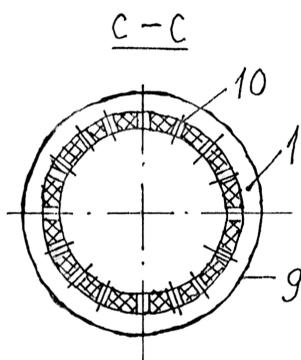


Рис. 7.60. Разрез С-С на рис. 7.59

Устройство работает следующим образом.

Уплотнение уложенной в хранилище массы 8 после герметизации хранилища осуществляется путем откачки воздуха с помощью вакуум-насоса через заложенные в нижнюю часть траншеи 5 перфорированные трубы 1, при этом москитная сетка 9 защищает трубы 1 и коллектор 4 от попадания в них измельченной зеленой массы. После откачки воздуха вентиль 2 закрывают и отсоединяют вакуум-насос.

Устройство позволяет за счет сокращения сроков уплотнения массы после герметизации хранилища обеспечить иницирование процесса молочнокислого брожения и снизить на 25...30 % потери питательных веществ в процессе брожения корма в сравнении с применяемыми технологиями силосования в горизонтальных хранилищах [61].

3.15

ВУ 17408 Плуг-удобритель [62]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении эксплуатационных показателей плуга-удобрителя, снижении расхода туков и предотвращении ущерба окружающей среде.

Плуг-удобритель (рис. 7.61–7.65) содержит раму 1, имеющую навесное устройство 2. На раме 1 установлен высоконапорный вентилятор 3 с воздухопроводом 4, который имеет патрубки 5.

Над отвальными корпусами на раме 1 установлены туковывсеивающие аппараты 6. Корпус плуга-удобрителя состоит из отвала 7 и лемеха 8. За отвалом 7 корпуса установлен тукопровод 9. Между лемехом 8 и отвалом 7 выполнена горизонтальная щель 10, направленная по касательной к отвалу 7. Лемех 8 с отвалом 7 закреплены с помощью стойки 11 к раме 1 плуга. Привод туковывсеивающих аппаратов 6 выполнен от вала 12 отбора мощности трактора, а высоконапорного вентилятора 3 – от гидромотора. Перед щелью 10 на лемехе 8 предусмотрены рыхлительные клинообразные выступы 13, продолжение которых над щелью выполнено в виде зубьев, каждый из которых выполнен в виде расположенной вершиной вверх симметричной относительно вертикальной перпендикулярной лезвию лемеха 8 плоскости пирамиды, наиболее удаленная от лезвия грань которой выполнена в одной плоскости с продолжением нижней параллельной лезвию лемеха 8 стенки щели.

Тукопровод 9 сопряжен со щелью 10 по радиусу, охватывает ее и имеет герметичное уплотнение. К нижней поверхности лемеха 8 на краю щели 10 внутри каждого тукопровода закреплено шарнирное соединение 14, горизонтальная ось симметрии и вращения которого параллельна нижнему краю щели 10, к которому с возможностью вращения относительно параллельной краю щели 10 оси присоединена перекрывающая щель 10 в своем верхнем положении от основной части тукопровода 9 пластина 15. Между нижней поверхностью пластины 15 по всей длине ее расположенной со стороны подачи туков кромки и внутренней стенкой тукопровода 9 установлен с помощью упоров 18 и, например, клея с предварительной деформацией, прижимающей пластину 15 к щели 10, резиновый амортизатор 17. К примыкающей к шарнирному соединению 14 верхней поверхности пластины жестко прикреплены в каждой вертикальной перпендикулярной лезвию лемеха 8 и проходящей через вершины зубьев 13 плоскостях по одному жесткому стержню 16 таким образом, что

в верхнем положении пластины 15 каждый стержень 16 соприкасается с нижней параллельной лезвием лемеха 8 стенкой щели 10 и далее вверх с наиболее удаленной от лезвия лемеха 8 гранью зуба 13 и его вершиной, при этом верхние части стержней 16 выступают за вершины зубов 13 и расположены сверху над ними. Ширина щели 10 в 3...5 раз больше диаметра стержня 16.

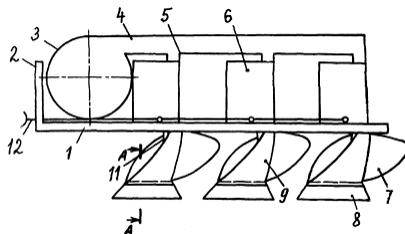


Рис. 7.61. Схема плуга-удобрителя (вид сбоку)

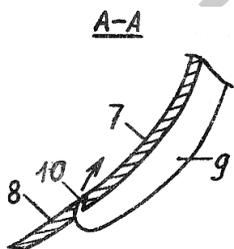


Рис. 7.62. Сечение А-А на рис. 7.61

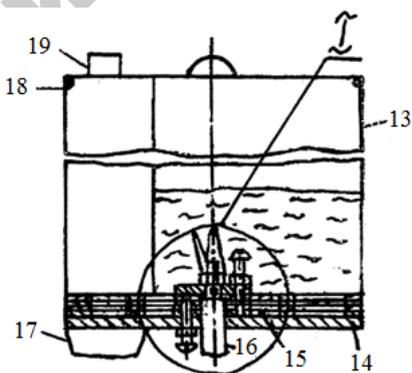


Рис. 7.63. Ящик для туков (вид сбоку)

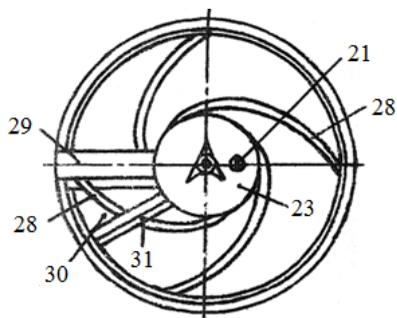


Рис. 7.64. Ящик для туков (вид сверху)

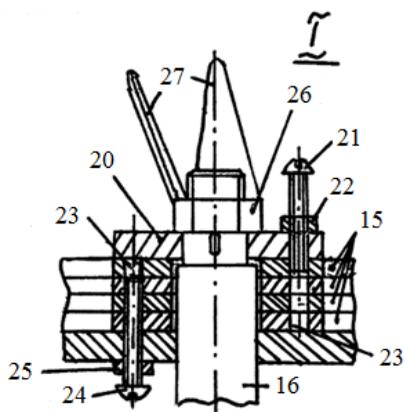


Рис. 7.65. Узел I на рис. 7.63

Плуг-удобритель работает следующим образом.

При движении плуга в заглубленном состоянии лемех 8 подрезает пласт почвы в горизонтальной плоскости, который перемещается по лемеху на отвал. В это время высоконапорный вентилятор 3 создает напор в воздухопроводе 4 и патрубках 5. Удобрения от туковывсеивающих аппаратов 6 подаются в тукопроводы 9, сюда же подается и воздух из патрубков 5. Воздух смешивается с удобрениями и направляется в щель 10. Подрезанный лемехом 8 пласт поступает на клинообразные зубья 13 и выступающие над ними верхние части стержней 16. Стержни 16 вместе с пластиной 15 поворачиваются за счет сжатия упругого амортизатора 17 вокруг шарнира 14, открывая доступ смеси туков с воздухом к щели 10. Разрыхленный зубьями 13 и

верхними частями стержней 16 пласт перемещается над щелью 10, взаимодействуя с потоком воздуха, насыщенным удобрениями. При этом между отвалом 7 и пластом почвы образуется воздушная подушка, насыщенная удобрениями. Удобрения в этом случае проникают между разрушенными комочками почвы и насыщают весь пахотный горизонт. В то же время воздушная подушка между почвой и отвалом 7 снижает тяговое сопротивление плуга. При выглублении корпусов плуга-удобрителя с целью поворотов или переездов к другому месту работы под действием сил упругой деформации амортизатора пластина 15 занимает свое верхнее положение, так как пласт почвы уже не воздействует на верхние части стержней 16, и перекрывает щель 10.

Почва, равномерно насыщенная удобрениями, обеспечивает благоприятные условия для роста и развития культурных растений, что значительно повышает их урожайность

3.16

ВУ 12346 Корнеизвлекающее устройство для корнеплодов [63]

Задача, которую решает изобретение, заключается в снижении потерь и повреждаемости корнеплодов.

Корнеизвлекающее устройство для корнеплодов (рис. 7.66–7.68) содержит два установленных под углом один к другому копача, каждый из которых выполнен в виде закрепленного на раме 1 корпуса 2, несущего вал копача 3 с конусообразным наконечником 4 спереди, над копачами за конусообразными наконечниками 4 закреплена пара корнезахватывающих элементов 5, кинематически связанных установленными в корпусах 2 и внутри корнезахватывающих элементов 5 приводными валами 6, а также коническими передачами 7 с валами копачей 3. Валы копачей 3 снабжены коническими шнеками 8 и 9, установленными сзади корнезахватывающих элементов 5 и имеющими противоположную по направлению навивку, причем каждый копач снабжен щитком 10, установленным над коническим шнеком. Корнезахватывающие элементы 5 выполнены в виде установленных на каждом из приводных валов 6 на шпонках 11 двух центральных звездочек 12, причем между центральными звездочками 12 и сверху них с помощью закрытых шариковых подшипников 13 установлены жестко соединен-

ные с корпусом 2 и между собой перемычками 14 и 15 с помощью винтов 16 расположенные параллельно валу соответствующего копача двуплечие составные кронштейны 17 с установленными в них по краям в закрытых шариковых подшипниках 18 параллельно приводному валу 6 и в одной плоскости с ним и валом соответствующего копача двух крайних валов 19 с установленными на них на шпонках 20 в одних плоскостях с центральными звездочками 12 по две с каждой стороны приводного вала 6 крайними звездочками 21, а на расположенные в одной плоскости центральные 12 и крайние звездочки 21 установлены цепи 22 с закрепленными на них на приваренных к наружным пластинам звеньев цепей 22 уголках 23 опускающимися до копача эластичными лопастями в виде металлических пластин 24 с установленными на их наружных поверхностях резиновых профилей 25, содержащих резиновые лопасти небольшой высоты.

Крайние звездочки 21 выполнены меньшего размера, чем центральные 12. Двуплечие составные кронштейны 17 за счет наличия в их верхней части паза 26 позволяют с помощью винтов 27 осуществлять натяжение цепей 22. Точная установка звездочек 12 и 21 в одной плоскости осуществляется с помощью подбора необходимого осевого размера распорных втулок 28, 29 и 30, а жесткая фиксация всей конструкции каждого корнезахватывающего элемента 5 осуществляется с помощью гаек 31. Размеры перемычек 14 и 15 подобраны таким образом, что они располагаются между ведущими и ведомыми ветвями цепей 22, не касаясь их. После конических шнеков на раме 1 закреплено приемное транспортирующее устройство 32.

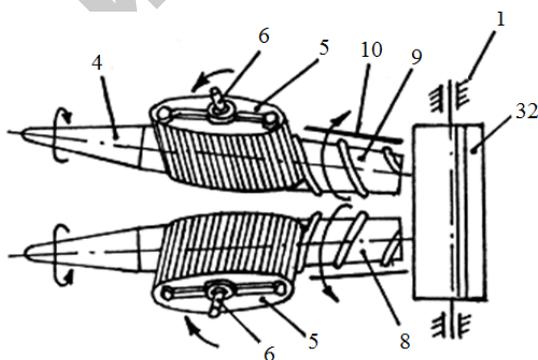


Рис. 7.66. Корнеизвлекающее устройство (вид сверху)

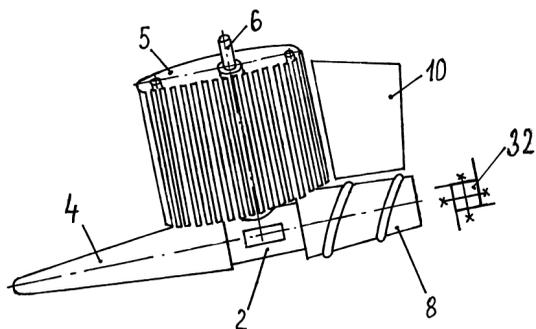


Рис. 7.67. Корнеизвлекающее устройство (вид сверху)

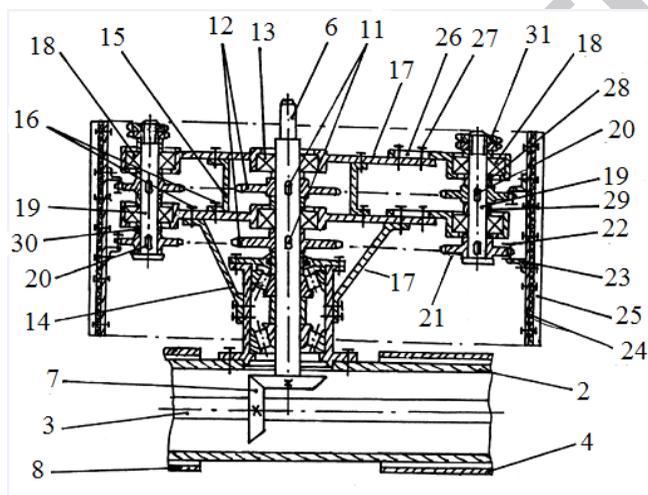


Рис. 7.68. Корнеизвлекающее устройство (вид в разрезе)

Устройство работает следующим образом.

Передние конусообразные наконечники 4, вращаясь в противоположные стороны, извлекают корнеплоды из почвы. Вследствие поступательного движения устройства и большой зоны действия корнезахватывающих элементов 5, извлеченные корнеплоды плавно, так как вектор скорости лопастей с резиновыми профилями 25 в зоне воздействия их на корнеплоды практически не изменяется, без потерь и повреждений подаются на задние вращающиеся шнеки 8 и 9, откуда поступают на транспортирующее устройство 32.

3.19

ВУ 3826 U Устройство для отделения почвенных комков от клубнеплодов и томатов [64]

Устройство для отделения почвенных комков от клубнеплодов и томатов (рис. 7.69, 7.70) содержит смонтированные на раме транспортер загрузки 1, наклонно установленное бесконечное пальчиковое полотно в виде наклонного ленточного транспортера 2 с возможностью движения его верхней ветви вверх, на ленте 3 которого закреплены перпендикулярно эластичные пальцы 4, несущий транспортер 5, имеющий наклон в плоскости, перпендикулярной направлению перемещения его полотна, и разделительный ленточный транспортер 6, установленный над несущим транспортером 5 торцами валов перпендикулярно его поверхности.

Рабочая поверхность несущего транспортера выполнена из перпендикулярно размещенных пальцев 7, а со стороны загрузки на части этой поверхности по ширине несущего транспортера 6 между пальцами установлены поперечно расположенные лопасти 8, выполненные в виде ряда эластичных стержней большей высоты и жесткости, чем пальцы 7.

Пальцы 4 бесконечного пальчикового полотна наклонного ленточного транспортера 2 имеют жесткость большую, чем пальцы 7 несущего транспортера 5. Разделительный ленточный транспортер 6 имеет два участка рабочей поверхности, один из которых – приемный – направлен параллельно продольной оси несущего транспортера 5, а другой – выходной – расположен под углом вниз к приемному участку. Для сбора клубнеплодов (плодов) на раме установлен бункер 9.

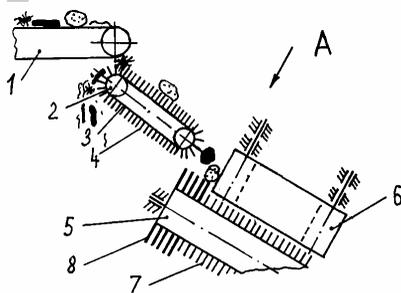


Рис. 7.69. Устройство для отделения почвенных комков от клубнеплодов и томатов (вид сбоку)

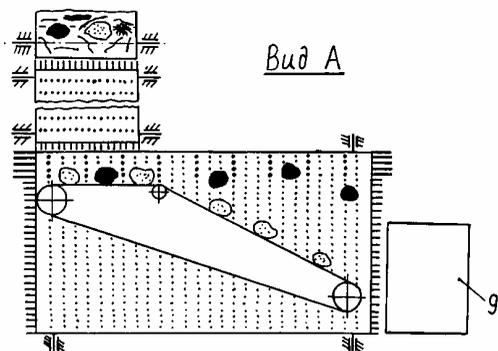


Рис. 7.70. Вид А на рис. 7.69

Устройство работает следующим образом.

Подаваемая транспортером загрузки 1 обрабатываемая смесь при встрече с поверхностью движущегося вверх бесконечного пальчикового полотна наклонного ленточного транспортера 2 частично разделяется на перемещаемые вверх по полотну с последующим выбросом на поверхность поля комки плоской формы и стебли ботвы с сорняками, а также скатывающиеся вниз по эластичным пальцам 4 на поверхность несущего транспортера 5 клубни и комки овальной формы. Последние при встрече с поверхностью несущего транспортера 5 западают в ячейки между его лопастями 8 и прокатываются вниз до соприкосновения с лентой разделительного транспортера 6 в его приемной части, расположенной параллельно торцу несущего транспортера 5, теряя первоначальную скорость движения. При отскоке от ленты разделительного транспортера 6 компоненты перемещаются вверх по своеобразным каналам, образованным лопастями 8, обособленно друг от друга и занимают в зависимости от состояния своей формы и массы различные исходные положения на пальчатой поверхности несущего транспортера 5. Округлые объекты в большинстве своем скатываются вниз до упора в ленту разделительного элемента 6 и при одновременном контакте с лопастями 8 выводятся из приемной части. Почвенные комки и тяжелые камни, имеющие большие по сравнению с плодами коэффициенты трения качения и скольжения, а также за счет микронеровностей поверхности и деформации пальцев 7, под действием веса фиксируются на пальчатой поверхности несущего транспортера 5 и выносятся на поверхность поля. Клубнеплоды

(плоды) при переходе на наклонный участок разделительного транспортера 6 скатываются вниз и при одновременном воздействии транспортеров 5 и 6 выносятся в бункер 9. Для лучшего рассредоточения вороха в приемной части несущего транспортера 5 лопасти 8 имеют большую жесткость и высоту, чем пальцы 7. Так как пальцы 4 бесконечного пальчикового полотна наклонного ленточного транспортера 2 имеют жесткость большую, чем пальцы 7 несущего транспортера 5, то потерь сельскохозяйственной продукции за счет захвата ее и выноса вверх и далее на поверхность поля наклонным ленточным транспортером 2 не происходит.

3.21

ВУ 17754 Машина для скашивания растительности со дна мелиоративного канала [65]

Машина (рис. 7.71–7.73) состоит из трактора 1 с закрепленной на нем стрелой 2 и выполненного в виде отдельного прицепного блока рабочего органа, соединенного своей рамой 3 со стрелой 2 посредством гибкого элемента в виде каната или цепи 4. К раме 3 рабочего органа снизу прикреплена лыжа 5 для опоры и передвижения, а к верхней части рамы 3 прикрепляется гидромотор 6, выходной вал которого направлен вниз и соединен с вертикальным приводным валом ротора с шарнирно установленными двумя или четырьмя ножами 7. Ножи 7 съемные, и их длины могут соответствовать различной ширине захвата, выбираемой в зависимости от ширины канала по дну. Под рамой 3 рабочего органа в его продольной вертикальной плоскости симметрии сзади ротора с шарнирно установленными двумя или четырьмя ножами 7 по направлению движения рабочего органа установлен дисковый нож 8, нижняя кромка которого расположена ниже уровня опорной поверхности лыжи 5. Дисковый нож 8 закреплен с возможностью вращения вокруг своей горизонтально расположенной оси симметрии к нижней части вертикального вала 9, который установлен на раме 3 с возможностью вращения в горизонтальной плоскости, при этом к расположенному над рамой верхнему концу вертикального вала 9 прикреплен в перпендикулярной к нему горизонтальной плоскости рычаг 10, внешний конец которого под углом

80...100° шарнирно присоединен к штоку 11 гидроцилиндра, корпус 12 которого расположен над рамой 3 впереди дискового ножа 8 по направлению движения машины и соединен шарнирно в горизонтальной плоскости с верхней частью рамы 3, а гидроцилиндр подключен к гидравлической системе трактора с возможностью изменения длины выдвинутой из корпуса 12 гидроцилиндра части его штока 11 из кабины трактора.

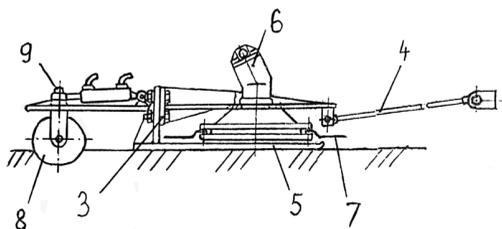


Рис. 7.71. Рабочий орган (вид сбоку)

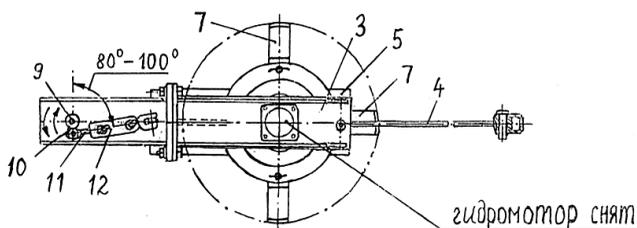


Рис. 7.72. Рабочий орган (вид сверху)

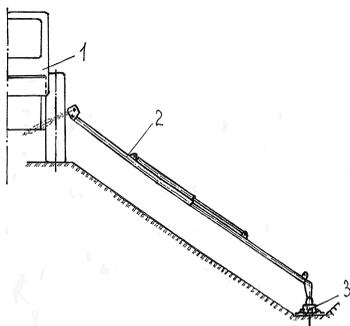


Рис. 7.73. Общий вид машины (вид сзади)

Машина работает следующим образом.

С помощью гидропривода стрела 2 вместе с выполненным в виде отдельного прицепного блока рабочим органом устанавливается в рабочее положение. Трактор 1 перемещается по берме канала с включенным гидромотором 6, приводящим во вращательное движение ножи 7, при этом за счет опоры на лыжи 5 прицепной блок скользит по дну канала, а установленный сзади ротора дисковый нож 8, нижняя кромка которого расположена ниже уровня опорной поверхности лыжи 5, врезаюсь в дно канала, повышает курсовую устойчивость при движении рабочего органа вдоль оси симметрии дна канала, что препятствует колебаниям рабочего органа в поперечном направлении движения направлении, одновременно повышая производительность технологического процесса и качество скашивания травы и другой сорной растительности. При этом, двигаясь по части дна канала со скошенной ножами 7 растительностью, дисковый нож 8 подвергается со стороны ее минимальному воздействию, что повышает его курсовую устойчивость. В случае отклонения движения рабочего органа от оси симметрии дна канала тракторист с помощью соответствующего рычага гидравлического распределителя выдвигает или втягивает шток 11 расположенного сверху на раме 3 рабочего органа гидроцилиндра из его корпуса 12 или в корпус 12, поворачивая вал 9 вместе с дисковым ножом 8, при этом дисковый нож своей вертикальной плоскостью симметрии поворачивается в горизонтальной плоскости по часовой или против часовой стрелки, смещая при поступательном движении трактора вместе с рабочим органом его положение влево или вправо, тем самым корректируя отклонения движения рабочего органа вдоль оси симметрии дна канала.

4.4

ВУ 17410 Плуг [66]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении качества крошения почвенных комков, увеличении глубины обработки при одновременном снижении энергоемкости технологического процесса рыхления подпахотного слоя при проведении основной обработки почвы.

Плуг (рис. 7.74, 7.75) содержит корпус, на котором установлена полевая доска 1, оснащенная рыхлителем долотообразной формы

для рыхления подпахотного слоя при основной обработке почвы. Полевая доска 1 содержит прямоугольный паз с вертикальными боковыми стенками 6 (позиции 4, 5, 6, 8, 9 на рисунках не показаны), в который с помощью перпендикулярного полевой доске 1 винта 7 с горизонтальной осью с посадкой скольжения и с возможностью вращения относительно винта 7 установлен рыхлитель долотообразной формы 2. Рыхлитель долотообразной формы 2 установлен относительно стенок 6 паза с зазорами, в которые вставлены упругие резиновые прокладки 8, закрепленные на вертикальных боковых стенках 6 прямоугольного паза полевой доски 1 с помощью клея. Рыхлитель долотообразной формы 2 имеет угол заострения и верхней заточки лезвия 5 и установлен под углом 30° от вертикальной плоскости в сторону оборота пласта. Носок 4 рыхлителя 2 с фронтальной стороны и в виде сзади имеет вертикальное расположение. Сзади в носке 4 в его плоскости симметрии выполнен паз, профиль которого в этой плоскости симметрии имеет форму сегмента. В сегментный паз носка вставлен с возможностью вращения относительно закрепленной сзади носка на его тыльной стороне оси 9 дисковый нож 10, заостренная режущая кромка которого выполнена в форме эллипса и имеет волновые неровности высотой и шагом, составляющими соответственно не более десятой и пятой части длины малой оси эллипса дискового ножа.

Центр кривизны сегментного паза совпадает с осью вращения дискового ножа 10, а радиус кривизны сегментного паза больше длины большой полуоси эллипса наружного контура дискового ножа 10.

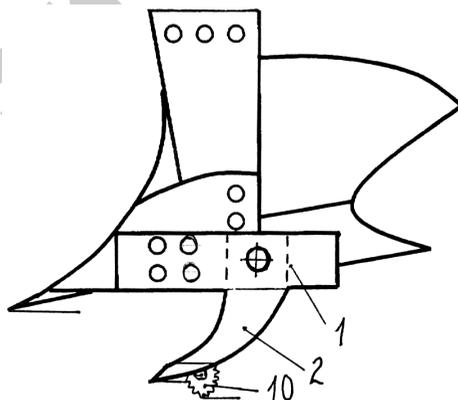


Рис. 7.74. Общий вид корпуса плуга (вид сбоку)

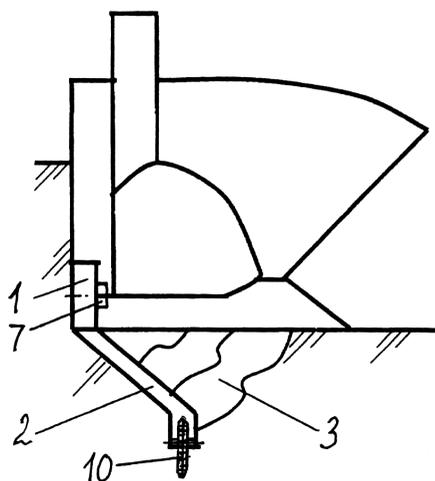


Рис. 7.75. Общий вид корпуса плуга (вид спереди)

Устройство работает следующим образом.

Рыхлитель долотообразной формы 2 с вертикальным расположением носка рыхлит подпахотный слой в борозде, вскрытой корпусом плуга, образуя зону рыхления 3. Одновременно дисковый нож 10, заостренная режущая кромка которого выполнена в форме эллипса и имеет волновые неровности, врезается в расположенный ниже носка 4 слой почвы, прорезает в нем дополнительную, способствующую увеличению влагоемкости и водопроницаемости подпахотного слоя почвы щель, также уменьшающую эрозионные процессы на склонах. При этом в силу эллипсной формы своей кромки перекатывающийся дисковый нож 10 приводит в колебательное движение относительно полевой доски 1 шарнирно присоединенный к ней с помощью винта 7 рыхлитель долотообразной формы 2, а упругие резиновые прокладки 8, закрепленные на вертикальных боковых стенках 6, препятствуют забиванию почвы боковых зазоров между полевой доской 1 и рыхлителем долотообразной формы 2. Такое вибрирующее колебательное воздействие повышает качество крошения почвенных комков и снижает энергоемкость технологического процесса рыхления подпахотного слоя при проведении основной обработки почвы. Наличие на режущей кромке дискового ножа 10 волновых неровностей обеспечивает его надежное сцепление с почвой и проворачивание вокруг оси 9.

4.5

ВУ 14385 Вибратор для стряхивания ягод [67]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении эффективности съема ягод.

Вибратор для стряхивания ягод (рис. 7.76–7.78) содержит корпус 1 с прикрепленным к нему шарнирно кронштейном 2, к которому шарнирно присоединено плечо 3 двухпальчатой вилки 4, шарнирно соединенной своим основанием со штоком 5 посредством рычажного механизма, выполненного в виде двулучевого рычага 6, имеющего расположенный между его концами продольный паз 7 с расположенной в нем роликовой опорой 8, присоединенной к стойке 9, жестко закрепленной на корпусе 1 вибратора. Двуплечий рычаг 6 имеет возможность перемещения за счет продольного паза 7 и роликовой опоры 8 поперек оси стойки 9.

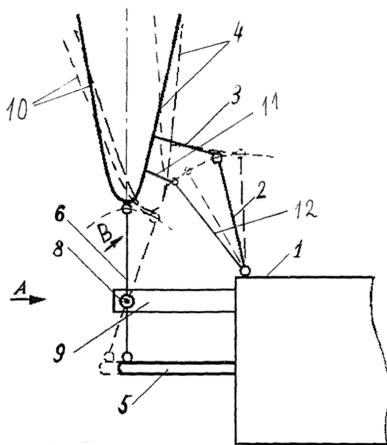


Рис. 7.76. Вибратор для стряхивания ягод

Над двухпальчатой вилкой 4 дополнительно расположена верхняя двухпальчатая вилка 10, шарнирно соединенная своим основанием со штоком 5 посредством рычажного механизма, выполненного в виде в виде двулучевого рычага и роликовой опоры на стойке 9, и шарнирно соединенная одним ее пальцем через дополнительное плечо 11 с дополнительным верхним кронштейном 12, соединенным шарнирно с корпусом 1, причем дополнительное плечо 11

дополнительной верхней двухпальчатой вилки выполнено меньшего размера и ближе расположено к ее основанию, чем плечо двухпальчатой вилки 4.

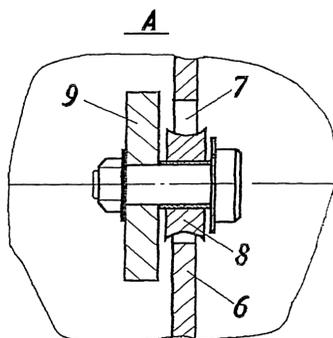


Рис. 7.77. Вибратор для стряхивания ягод (вид по стрелке А на рис. 7.76)

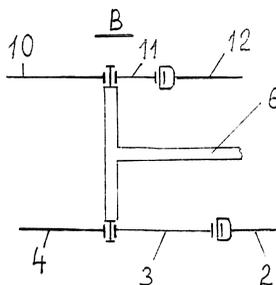


Рис. 7.78. Вибратор для стряхивания ягод (вид по стрелке В на рис. 7.76)

Вибратор работает следующим образом.

При возвратно-поступательных движениях штока 5 вдоль оси корпуса 1 вибратора с помощью двулучевого рычага 6 приводятся в колебательные движения двухпальчатая вилка 4 и дополнительная верхняя двухпальчатая вилка 10. Рычаг 6, соединяющий их со штоком 5, за счет роликовой опоры 8, присоединенной к стойке 9, закрепленной на корпусе 1 вибратора, задает дугообразные колебательные движения основаниям вилок 4 и 10. Нижний кронштейн 2, имея шарнирные соединения с корпусом вибратора 1 и плечом 3

двухпальчатой вилки 4, обеспечивает движения на двухпальчатой вилке 4 с нижним расположением при минимальных колебаниях ее концов, что важно для предотвращения повреждений вплотную расположенных друг относительно друга нижних частей стеблей ягодных кустов. Верхний кронштейн 12, имея шарнирные соединения с корпусом 1 вибратора и плечом 11 дополнительной верхней двухпальчатой вилки 10, выполненным меньшего размера и ближе расположенным к основанию своей вилки, чем плечо 3, обеспечивает за счет своего размера и указанного расположения движения на дополнительной верхней двухпальчатой вилки 10 с верхним расположением со значительно большей амплитудой ее пальцев, чем у вилки 4, что позволяет передавать стряхивающие воздействия вибратора непосредственно на более разреженно расположенные относительно друг друга верхние части стеблей без их повреждений. Таким образом, обеспечивается резкая интенсификация вибрационных стряхивающих воздействий на верхнюю часть кустов с наибольшим содержанием ягод, что значительно повышает эффективность съема ягод.

4.6

ВУ 15037 Рыхлитель для мелиоративных работ [68]

Рыхлитель (рис. 7.79, 7.80) состоит из плуга 1, снабженного генератором импульсных токов 2 и герметичной камерой 3 с эластичной оболочкой для рабочей жидкости, установленной в пространстве, образованном поверхностью плуга 1 и наклонной нижней частью 4 башмака, переходящей в его верхнюю вертикальную часть 5, причем место этого перехода соединено шарниром 6 с плугом 1. Между верхней частью 5 башмака и передней верхней частью плуга 1 установлена пружина сжатия 7, выполненная в виде набора тарельчатых пружин.

В герметичной камере 3 с эластичной оболочкой для рабочей жидкости установлена электродная головка 8, соединенная с генератором импульсных токов 2 кабелем 9. К нижней и верхней частям башмака жестко прикреплена рамка 10 с фланговыми ножами 11, причем боковые стороны рамки в поперечно-вертикальной плоскости рыхлителя наклонены к вертикали под углом 22° с увеличением расстояния между ними вверху, а линии, выходящие из нижних прямых углов башмака 4 и соединяющие расположенные на стороне

этих углов внешние края фланговых ножей 11, наклонены в поперечно-вертикальной плоскости к горизонтали под углом 44° и расходятся в верхней части.

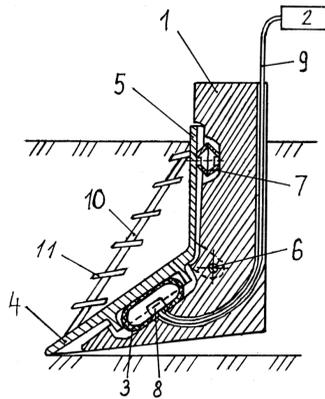


Рис. 7.79. Рыхлитель для мелиоративных работ (вид сбоку)

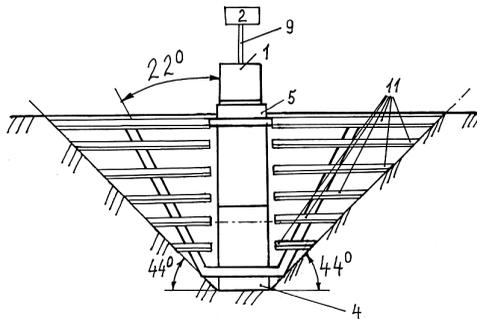


Рис. 7.80. Рыхлитель для мелиоративных работ (вид сверху)

Рыхлитель работает следующим образом.

Плуг 1 внедряют в почву. Под действием электрогидравлического взрыва, осуществляемого с помощью электродной головки 8 генератором импульсных токов 2 в жидкости, заполняющей герметичную камеру 3 с эластичной оболочкой, осуществляется движение вперед нижней части 4 башмака и сжимающее тарельчатую пружину 7 движение назад верхней части 5 башмака в процессе их общего поворота вокруг шарнира 6. Когда давление в герметичной

камере 3 снижается до нормального, тарельчатая пружина 7 возвращает нижнюю 4 и верхнюю 5 части башмака в первоначальное положение. Таким образом, периодически с рекомендуемыми частотой 29,2...43,4 с⁻¹ и амплитудой 4,2...6,3 мм [3, 4] совершаются чередующиеся поочередные воздействия на почву нижней 4 и верхней 5 частей башмака, при этом при движении нижней части 4 верхняя часть 5 высвобождает полость для скалывания в нее почвы под действием нижней части 4 и наоборот. Таким образом, существенно облегчается процесс деформации почвы, что приводит к повышению качества крошения почвы при одновременном снижении энергоемкости процесса ее рыхления. Работая как одно целое с башмаком, фланговые ножи 11 производят дополнительное дробление наползающей грунтовой призмы во всем ее объеме благодаря тому, что боковые стороны рамки в поперечно-вертикальной плоскости наклонены к вертикали под углом 22° с увеличением расстояния между ними вверху, а линии, выходящие из нижних прямых углов башмака и соединяющие расположенные на стороне этих углов внешние края фланговых ножей, наклонены в поперечно-вертикальной плоскости к горизонтали под углом 44° и расходятся в верхней части. Это особенно важно для верхних слоев почвы, где амплитуда их колебаний, следовательно, и степень воздействия – максимальные, причем комки почвы на всей ширине рыхления сразу дробятся фланговыми ножами до их засыхания под воздействием солнечных лучей. Углы наклонов в поперечно-вертикальной плоскости боковых сторон рамки обеспечивают рациональное расположение на них фланговых ножей с точки зрения действующих на фланговые ножи сил со стороны почвы, а расположение внешних краев фланговых ножей обеспечивает, согласно исследованиям [2], их беспрепятственное воздействие на взрыхленные комки почвы при движении рыхлителя во всех направлениях, обрабатываемых горизонтальных и склоновых участков полей.

4.8

ВУ 13334 Зубовая борона [69]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении качества обработки почвы за счет лучшего крошения комков почвы и вычесывания сорняков в ее поверхностные слои при одновременном повышении противоэрозионных свойств поверхности поля.

Зубовая борона (рис. 7.81–7.84) состоит из рамы 1 с закрепленными на ней, например, цилиндрическими зубьями 2, в которых выполнены отверстия 3 с размещенными в них с зазором изогнутыми упругими стержнями 4, причем каждый упругий стержень изогнут в плоскостях, проходящих через ось отверстия зуба, угол между которыми составляет $10...15^\circ$ таким образом, что изогнутые стержни образуют с осью отверстия верхнюю (след *a-a* на рис. 7.83) и нижнюю (след *б-б* на рис. 7.83) плоскости, угол между которыми $10...15^\circ$. Между этими плоскостями на рис. 7.83 показана горизонтальная плоскость (след *в-в*). Порядок расположения в зубьях с возможностью поворота вверх-вниз в отверстиях изогнутых стержней 4 в верхней и нижней плоскостях чередуется в шахматном порядке. Расстояние от конца зубьев 2 до центра крепления стержней 4 (оси отверстия 3) соответствует половине глубины обработки почвы бороной, при этом высота изогнутой части упругих стержней соответствует половине глубины обработки почвы зубовой бороной.

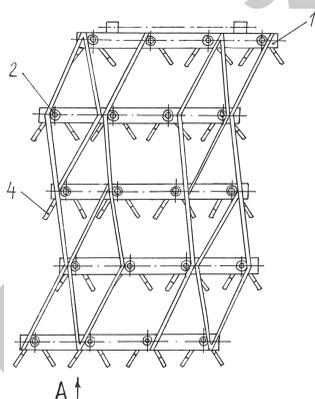


Рис. 7.81. Общий вид бороны (вид сверху)

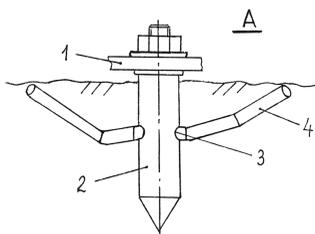


Рис. 7.82. Вид А на рис. 7.81

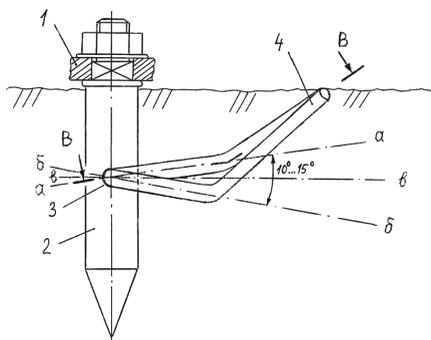


Рис. 7.83. Зуб с упругими изогнутыми стержнями (вид сбоку)

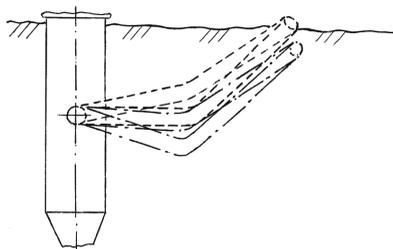


Рис. 7.84. Отклонения изогнутых стержней во время работы

Зубовая борона работает следующим образом.

При движении по полю зубья 2 с закрепленными на них изогнутыми упругими стержнями 4 заглубляются в почву, рыхлят ее, разбивают встретившиеся комки и выносят за счет перемещения силами сопротивления почвы по изогнутым концам стержней 4 на поверхность почвы пожнивные остатки и сорняки, мульчируя поверхность поля. При этом изогнутые упругие стержни 4 постоянно совершают интенсивные перемещения, поворачиваясь в отверстиях 3 зубьев 2 вверх-вниз и занимая попеременно положения, показанные на рис. 7.83 штриховыми и штрих-пунктирными линиями, так как угол $10...15^\circ$ между верхней и нижней плоскостями расположения изогнутых упругих стержней 4 не позволяет им достигнуть устойчивого равновесного положения. Это позволяет резко расширить за счет интенсивной широкоамплитудной вибрации изогнутых упругих стержней 4 их функциональное воздействие на почву и сорную растительность по дроблению комков почвы и вычесыванию

на поверхность пожнивных остатков и сорняков, мульчированию поверхности поля растительными остатками. Так как порядок расположения в зубьях 3 стержней 4 в верхней и нижней плоскостях чередуется в шахматном порядке, это позволяет получить верхний мульчированный пожнивными остатками и сорняками слой почвы в оптимальном противэрозионном состоянии, максимально затрудняющем эрозионное воздействие на поверхность поля ветра и воды.

4.10

ВУ 18552 Комбинированный почвообрабатывающий агрегат [70]

Комбинированный почвообрабатывающий агрегат (рис. 7.85) включает навеску 1, несущую систему 2 в виде рамы, на которой по схеме последовательного расположения установлены сменные рабочие органы: дисковые батареи 3, плоскорезы узкозахватные лапы 4, штангово-зубчатый каток 5, барабан-выравниватель 6. На несущей системе 2 в передней части агрегата перед сменными рабочими органами по следам колес трактора (на рисунках не показан) последовательно друг за другом установлены вначале передние гусеничные следорыхлители 8, а затем задние гусеничные следорыхлители 9. На горизонтальных частях гусеничных следорыхлителей 8 и 9 углы поворота почвозацепов 10 (позиция 10 на рисунке не показана) относительно перпендикулярной направлению движения агрегата поперечной горизонтальной линии равны $32...35^\circ$, что больше угла внешнего трения почвы, а расстояние между почвозацепами у передних гусеничных следорыхлителей в два раза больше, чем у задних. При этом направление поворота почвозацепов 10 задних гусеничных следорыхлителей 9 относительно перпендикулярной направлению движения агрегата поперечной горизонтальной линии по часовой стрелке противоположно направлению поворота относительно этой линии против часовой стрелки почвозацепов 10 передних гусеничных следорыхлителей 8, т. е. их продолжения в горизонтальной плоскости пересекаются под углами $64...70^\circ$.

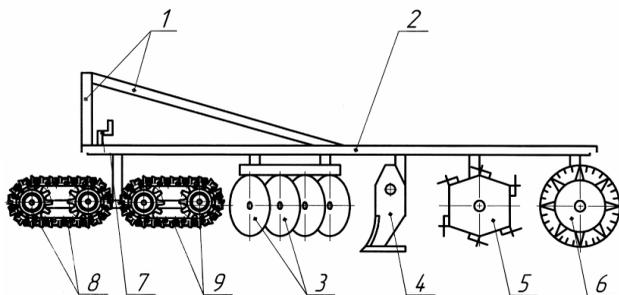


Рис. 7.85. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат (вид сбоку)

Глубина обработки почвы агрегатом изменяется высотой расположения передних и задних гусеничных следорыхлителей 8 и 9 соответственно относительно несущей системы 2 при помощи регулировочного винта 7.

Устройство работает следующим образом.

Агрегат навешивается на трактор с помощью навески 1. Регулировочным винтом 7 устанавливается глубина обработки почвы агрегатом. При выполнении операции по обработке почвы агрегат переводится в рабочее положение, а по ее окончании – в транспортное гидросистемой трактора (на рисунках не показана).

При движении машинно-тракторного агрегата по полю передние гусеничные следорыхлители 8 оставляют за собой следы с образованными их почвозацепами почвенными кирпичами. Затем почвозацепы задних гусеничных следорыхлителей 9, проходящих по следам передних гусеничных следорыхлителей 8, разрушают почвенные кирпичи, образованные почвозацепами передних, за счет того, что углы поворота передних и задних гусеничных следорыхлителей противоположны и равны $32...35^\circ$, а т. к. расстояние между почвозацепами передних гусеничных следорыхлителей в два раза больше, чем у задних, то разрушение почвенных кирпичей производится с удвоенной интенсивностью и минимальными энергозатратами. При взаимодействии с почвенными кирпичами почвозацепы 10 воздействуют на комки почвы и, наряду с нормальным давлением за счет углов их поворота относительно перпендикулярной направлению движения агрегата поперечной горизонтальной линии больших углов трения частиц почвы о поверхности почвозацепов,

скользят по поверхности почвенных кирпичей и разрушают их. При этом, наряду с воздействием на почвенные кирпичи со стороны почвозацепов в виде перпендикулярных их поверхности нормальных напряжений σ , имеют место и возникающие от сил трения об их поверхности боковые касательные напряжения τ . Это, согласно энергетической теории прочности, эквивалентно суммарному нормальному напряжению, большему, чем воздействие только нормальных напряжений, что дополнительно способствует разрушению почвенных кирпичей.

5.1

ВУ 11665 Устройство для удаления ботвы корнеплодов на корню [71]

Известные устройства способны удалять ботву в основном только с той стороны корнеплодов, где осуществляется первичный контакт эластичных консольных стержней с головкой корнеплода. При контакте эластичные консольные стержни деформируются и, после прохождения верхней точки головки корнеплода, проскакивают его обратную сторону, не успевая оказать существенное воздействие на прикрепленные к ней черенки ботвы.

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении качества удаления ботвы с головок корнеплодов.

Устройство (рис. 7.86) содержит установленный в корпусе 1 наклоненный в сторону движения устройства (показано стрелкой Д) приводной вал 2, на котором под корпусом 1 в подшипниках 3 установлен планетарный редуктор, корпус 4 которого жестко связан с корпусом 1 винтами 5 с помощью планки 6. На конце приводного вала 2 закреплено ведущее колесо 7 планетарного редуктора, а дисковый нож 8 прикреплен к ведомому центральному колесу 9 и имеет центральное отверстие, через которое проходит ведомое водило 10 планетарного редуктора. К ведомому водилу 10 прикреплен параллельно плоскости дискового ножа 8 диск 11 с закрепленными на его нижней поверхности очистительными элементами 12, выполненными в виде эластичных консольных стержней, имеющих длину, увеличивающуюся в направлении от кромки диска 11. На нижней

поверхности дискового ножа 8 закреплены очистительные элементы 13 в виде консольных стержней, имеющих длину, увеличивающуюся в направлении от режущей кромки дискового ножа 8 к его оси вращения. Корпус 1 содержит подшипниковую опору, кинематически связанный с копиром и рамой с помощью шарнирных тяг (на рисунке они не показаны, т. к. не влияют на техническую сущность изобретения).

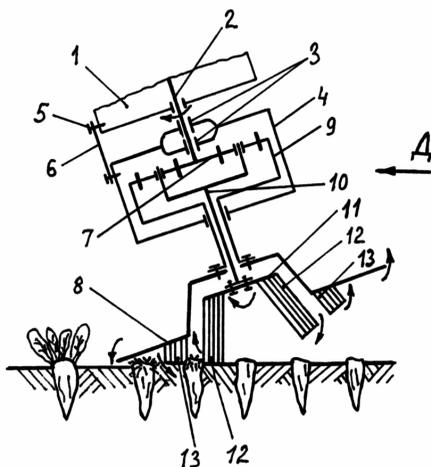


Рис. 7.86. Устройство для удаления ботвы корнеплодов на корню

Устройство работает следующим образом.

При движении устройства в направлении стрелки Д установленный в корпусе 1 наклоненный в сторону движения устройства приводной вал 2 вращает ведущее колесо 7 установленное на нем в подшипниках 3 планетарного редуктора. Так как корпус 4 планетарного редуктора жестко связан с корпусом 1 винтами 5 с помощью планки 6, то приводятся во вращение в противоположных друг другу направлениях центральное колесо 9 и ведомое водило 10 планетарного редуктора. Прикрепленный к ведомому центральному колесу 9 дисковый нож 8 срезает ботву вместе с частью головок корнеплодов, а его очистительные элементы 13 очищают остатки ботвы главным образом с одной стороны головок корнеплодов. Затем установленные на прикрепленном к ведомому водилу 10 планетарного редуктора диске 11 и вращающиеся вместе

с ним в противоположном ножу 8 направлении очистительные элементы 12 очищают остатки ботвы с другой стороны головок корнеплодов, завершая эту технологическую операцию.

5.2

ВУ 18155 Плуг навесной с активным отвалом [72]

Известно [34], что при использовании вибрации наблюдается снижение тягового сопротивления почвы при ее обработке до 40,9 %, а снижение полных энергозатрат – до 14,3 %.

Природа виброэффекта, заключающегося в наблюдении значительного снижения силы сопротивления движению орудия при дополнительном приложении поля механических вибраций, объясняется переходом среды под их воздействием в неустойчивое состояние [35]. При воздействии виброремеха на пласт увеличивается угол скалывания, крошение почвы происходит более интенсивно [36], уменьшается длина скалываемого участка [37].

Рекомендуемые частота – 29,2...43,4 с⁻¹, амплитуда – 4,2...6,3 мм [36, 38].

Задачей изобретения является повышение качества заделки растительных остатков и снижения тягового сопротивления почвы.

Плуг (рис. 7.87) с активным отвалом состоит из рамы 1, закрепленного на ней с помощью болтовых соединений 8 (позиции 8, 9, 10 на рисунке не показаны) лемешно-отвального корпуса с укороченным отвалом 2, лемеха 3 и закрепленного на лемешно-отвальном корпусе активного отвала 4. Активный отвал 4 представляет собой вал 5, на котором установлены четыре двояковыгнутых ножа 6, изогнутых в верхней части по параболе, а в нижней, не превышающей $\frac{1}{3}$ высоты ножа, – по гиперболе. Для лучшего преодоления нагрузок, связанных с работой на тяжелых по состоянию почвах, в конструкции активного отвала 4 также предусмотрен маховик 7, который значительно уменьшает силы инерции и способствует более равномерному вращению активного отвала 4. Маховик 7 выполнен в виде цельнометаллического усеченного конуса и установлен на валу в верхней части активного отвала 4. Маховик установлен на валу с эксцентриситетом (на рисунке не показан), при котором расстояние между вертикальной осью симметрии

и осью вращения маховика составляет 5...30 мм, и вращается с частотой от 30 до 44 с⁻¹. Между стойкой 9 лемешно-отвального корпуса плуга и рамой 1 установлена резиновая прокладка 10 с возможностью перемещения корпуса плуга относительно рамы в пределах от 4 до 7 мм.

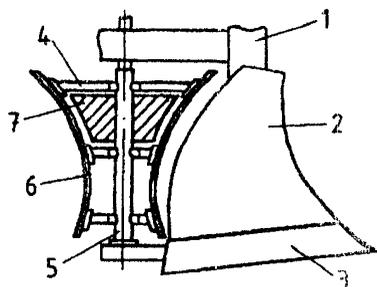


Рис. 7.87. Плуг с активным отвалом

Плуг работает следующим образом.

При движении агрегата плужный корпус с укороченным отвалом 2 подрезает пласт и подает его на вращающийся от вала отбора мощности трактора активный отвал 4. При этом нижний неплодородный слой почвы, подрезанный лемехом 3, попадая на нижнюю часть ножа 6, изогнутого по гиперболе с вершиной, направленной вверх, крошится и переворачивается на 180°. Верхний плодородный слой почвы со стерней, срезаемый верхней частью ножа 6, изогнутого по параболе с вершиной, направленной вниз, измельчается и переворачивается на 180°, заделывая все растительные остатки. При этом верхний плодородный и нижний неплодородный слои между собой не перемешиваются. Плодородный слой почвы всегда остается наверху, тем самым увеличивая урожайность сельскохозяйственных культур. При вращении маховика за счет установки его с эксцентриситетом и возможности перемещения лемешно-отвального корпуса плуга относительно рамы 1 за счет упругих свойств резиновой прокладки 10 происходит вибрирующее воздействие рабочих органов плуга на почву, снижающее тяговое сопротивление почвы и улучшающее качество ее рыхления. После прохода заявленного устройства поверхность поля получается выровненной, без гребней, борозд и воздушных карманов.

5.3

ВУ 13543 Питатель погрузчика корнеплодов [73]

Питатель погрузчика корнеплодов (рис. 7.88, 7.89) содержит корпус 1 с вертикальной 2 и горизонтальной 3 частями, на которой установлен горизонтальный вал 4 с закрепленными на нем лопастями 5. К вертикальной части 2 корпуса 1 крепятся цевки 6, установленные в пазы 7 задней части в виде балки скатной решетки 8, на передней части которой установлены кронштейны 9, в которых с возможностью вращения и взаимодействия с цилиндрической поверхностью горизонтального вала 4 эксцентрично смонтированы на осях 10 ролики 11, наружная поверхность 12 которых выполнена эластичной. Ниже пазов 7 на задней части скатной решетки 8 закреплены направленные вниз кронштейны 13 с установленными в них с возможностью вращения опорными роликами 14 с возможностью контакта их с вертикальной частью корпуса 2, а нижняя часть скатной решетки 8 соединена с горизонтальной частью корпуса 3 с помощью наклоненных вперед пружин растяжения 15. (На рис. 7.89 не показаны позиции 10, 13, 14 и 15.) За скатной решеткой 8 установлен последующий рабочий орган в виде, например, шнека 16.

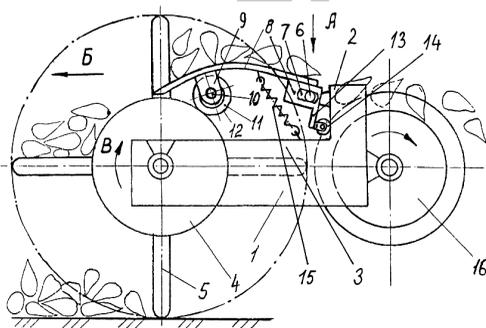


Рис. 7.88. Питатель погрузчика корнеплодов

Питатель погрузчика корнеплодов работает следующим образом.

При движении погрузчика вдоль валка корнеплодов в направлении по стрелке Б, вал 4 питателя вращается (по стрелке В) и захватывает корнеплоды лопастями 5, перемещая их на скатную решетку 8, проходя по которой корнеплоды поступают на рабочий орган 16 погрузчика. Эксцентрично установленные на оси 10 ролики 11 приводят скатную решетку 8 в колебательное движение.

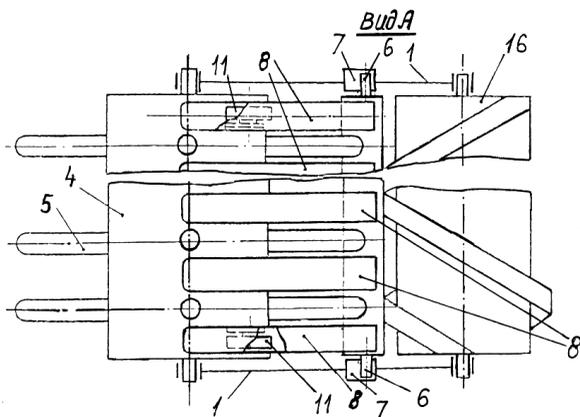


Рис. 7.89. Вид А на рис. 7.88

При этом при движении передней части скатной решетки 8 вверх под действием усилий наклоненных вперед пружин растяжения 15 и веса корнеплодов задняя часть скатной решетки 8 за счет перемещения ее пазов 7 относительно цевки 6 назад и вниз перемещается вниз вместе с катящимися по вертикальной части 2 корпуса 1 опорными роликами 14. При движении передней части скатной решетки 8 вниз под действием усилий пружин растяжения 15 и веса корнеплодов задняя часть скатной решетки 8 за счет перемещения ее пазов 7 относительно цевки 6 вперед и вверх перемещается вверх вместе с катящимися по вертикальной части 2 корпуса 1 опорными роликами 14. Таким образом, происходит сложное плоскопараллельное колебательное движение скатной решетки 8, облегчающее перемещение корнеплодов по скатной решетке 8, способствующее их очистке от растительных остатков и почвенных примесей, а также снижающее вероятность повреждаемости корнеплодов из-за защемления части из них между лопастями 5 и скатной решеткой 8.

5.4

ВУ 14428 Борона [74]

Задача, которую решает изобретение, состоит в том, чтобы повысить качество рыхления почвы, улучшить дробление ее комков и способствовать самоочищению бороны от растительных остатков.

Борона (рис. 7.90, 7.91) состоит из рамы 1, на которой с возможностью вращения с помощью шарниров 2 с вертикальной осью прикреплены центры планок 3 с прикрепленными к краям планок 3 зубьями 4 с помощью втулок 5. Зубья 4 имеют горизонтальное сечение в виде эллипса и фиксируются во втулках 5 с помощью винтов 6. Большие оси эллипсов сечений зубьев 4 составляют с планкой 3 равные углы 65° и пересекаются на оси симметрии планки 3 в направлении движения бороны. На раме 1 закреплены выполненные в виде рамки ограничителя 7, исключающие возможность поворота планок в обе стороны на угол, больший 25° .

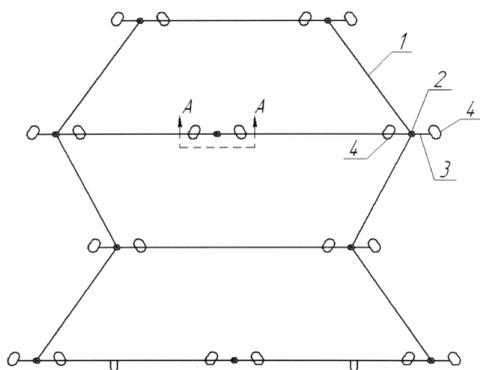


Рис. 7.90. Борона (вид сверху)

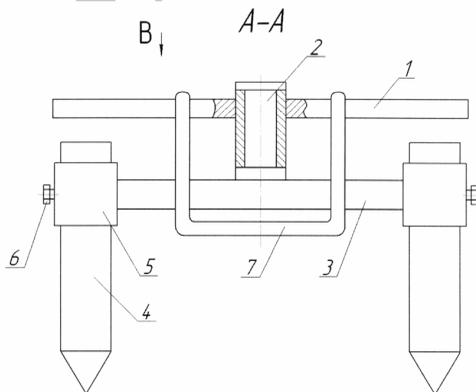


Рис. 7.91. Вид по А-А на рис. 7.90

Борона работает следующим образом.

При движении бороны силы сопротивления почвы, приложенные к зубьям 4, разные в каждый момент времени, поэтому периодически возникает крутящий момент, и зубья будут колебаться вокруг оси шарнира 2. При отклонении планок 3 от перпендикулярного направлению движения бороны, совпадающего с вектором ее поступательной скорости V , положения вследствие установки больших осей эллипсов сечений зубьев 4 к планкам 3 под равными углами 65° происходит увеличение площади поперечной проекции перемещающихся относительно рамы 1 вперед по направлению движения бороны зубьев и, соответственно, силы воздействия на них со стороны почвы. Одновременно происходит уменьшение площади поперечной проекции перемещающихся относительно рамы 1 назад по направлению движения бороны зубьев и, соответственно, силы воздействия на них со стороны почвы, причем поворот планок 3 ограничен рамками ограничителей 7 углом 25° , при котором большие оси эллипсов отстающих зубьев совпадают с направлением движения бороны. Далее, под действием разности моментов сил, действующих со стороны почвы на зубья 4, планки 3 поворачиваются в обратном направлении до упора в рамки ограничителей 7 противоположных зубьев 4.

Таким образом, совершаются одновременно продольные и поперечные перемещения зубьев, сохраняя при этом вертикальное расположение и распространяя деформацию почвы за пределы зоны непосредственного контакта зубьев с почвой. Такое воздействие зубьев на почву увеличивает объем почвы, деформируемой каждым зубом, улучшает ее крошение, повышает дробление комьев и способствует самоочищению зубьев от растительных остатков и налипшей почвы. Так как в положении планок 3, перпендикулярном направлению движения бороны 1, острые углы больших осей эллипсов сечений зубьев 4 с ним равны 25° , что меньше угла трения поверхности зубьев о почву в этом положении зубья 3 оказывают интенсивное боковое воздействие на почву, что способствует быстрейшему выходу их из положения равновесия и вовлечению в процесс продольных и поперечных перемещений.

5.5

ВУ 17919 Корпус плуга [75]

Задача, которую решает изобретение, заключается в уменьшении энергоемкости процесса вспашки и улучшения технологического процесса крошения почвенного пласта.

Корпус плуга (рис. 7.92–7.94) содержит стойку 1, полевую доску 2, лемех 3, укороченный отвал 4 со свободно закрепленным на оси 5 с возможностью вращения диском 6. Рыхлительные элементы 7 диска 6 выполнены в виде закрепленных на его поверхности своими основаниями в виде кругов диаметром 40 мм прямых круговых конусов, причем угол между образующей каждого прямого кругового конуса и его осью симметрии равен 45° , при этом ось симметрии одного из прямых круговых конусов совпадает с осью вращения 5 диска 6.

Точки пересечения с обращенной к почвенному пласту поверхностью диска 6 осей симметрии всех прямых круговых конусов рыхлительных элементов 7 находятся в вершинах примыкающих друг к другу квадратов со сторонами, равными 50 мм, причем эти квадраты образуют своими сторонами сетчатую в виде квадратной клетки со стороной, равной 50 мм, поверхность.

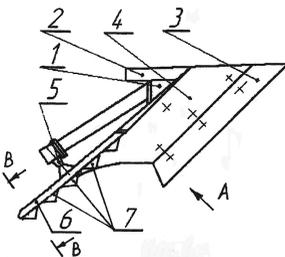


Рис. 7.92. Корпус плуга (вид сверху)

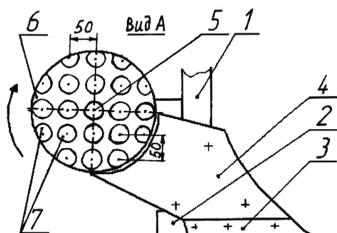


Рис. 7.93. Вид А на рис. 7.92

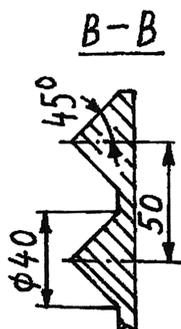


Рис. 7.94. Разрез В-В на рис. 7.92

Корпус плуга работает следующим образом.

Пласт почвы, поднимаясь по укороченной части отвала 4, поступает на диск 6, где взаимодействует с рыхлительными элементами 7. Ось 5 диска располагается выше центра тяжести пласта почвы, и за счет сил сцепления движущегося пласта с диском 6 и рыхлительных элементов 7 происходит вращение диска 6 в направлении движения почвы (по часовой стрелке). При взаимодействии рыхлительных элементов 7 с обрабатываемым пластом почвы происходит дополнительное его крошение и частичное измельчение растительных остатков в почве. При этом за счет расположения точек пересечения с поверхностью диска осей симметрии всех прямых круговых конусов в вершинах примыкающих друг к другу квадратов со сторонами, равными 50 мм, обеспечивается необходимое преобладание в обрабатываемом слое фракций размером до 50 мм. Так как углы трения различных типов почвы и расположенных в ней растительных остатков по стали не превышают 42° , то в соответствии с законом Кулона продвижение их по опорным поверхностям возможно, если острый угол этих поверхностей с направлением перемещения меньше 46° , то есть результирующая действующих на почвенную частицу сил не попадает в конус трения ее об опорную поверхность, что исключает при принятом угле между образующей каждого прямого кругового конуса и его осью симметрии, равном 45° , забивание и залипание поверхности диска 6 почвой и растительными остатками. Выполнение оснований рыхлительных элементов 7 в виде кругов диаметром 40 мм обеспечивает между поверхностями рыхлительных элементов зазор, исключая заклинивание и залипание между ними частиц почвы.

5.6a

ВУ 12896 Машина для уборки ботвы корнеплодов [77]

Машина для уборки ботвы корнеплодов (рис. 7.95–7.97) состоит из ботвосрезающего устройства 1, выполненного в виде косилки-измельчителя с бункером-накопителем, на которую при помощи механизма навески 2 и разгрузочной пружины 3 с передающей от нее усилие цепью 4 навешивается очиститель головок корнеплодов 5 с ротором, включающий гидромотор 6, установленный на несущей конструкции, выполненной в виде редуктора 7, входящие валы 8 которого вместе с закрепленными на них обоймами 9 образуют левую и правую (считая по направлению хода машины) секции ротора. К обоймам 9 под углом к оси ротора крепятся кронштейны 10, к которым присоединяются эластичные бичи 11. К редуктору 7 строго перед рабочими левой и правой секциями ротора крепятся катки 12 и 13 (на рис. 7.95–7.97 правый каток 13 не показан) с горизонтальной осью качения для смятия корешков ботвы в виде двух эластичных баллонов низкого давления, причем их горизонтальная ось качения составляет с центральной продольной осью симметрии по направлению острый угол d ($85...88^\circ$), а ширина сминающих катков 12 и 13 больше ширины обрабатываемого рядка, например, моркови. Положение сминающих катков 12 и 13 относительно валов 8 ротора по высоте регулируется винтовым соединением 14. Сминающие эластичные катки 12 и 13 имеют рифленую эластичную поверхность под углом g к их центральной оси вращения, большим угла трения ботвы о резину ($30...40^\circ$) [2], причем рифы выполнены в виде продольных равнобедренных треугольников с шагом, меньшим половины диаметра головки наименьших стандартных убираемых корнеплодов.

Сминающие левый 12 и правый 13 катки имеют соответственно левое и правое направление навивки рифов, по аналогии с витками многозаходной резьбы винта, на эластичной поверхности катков и устанавливаются соответственно на левую и правую стороны машины, считая по ходу ее движения, т. е. направление навивки катков совпадает со стороной их установки. При этом в рабочей нижней части катков 12 и 13 их рифы образуют с перпендикуляром к центральной продольной оси симметрии, обращенные к ней вершинами острые углы.

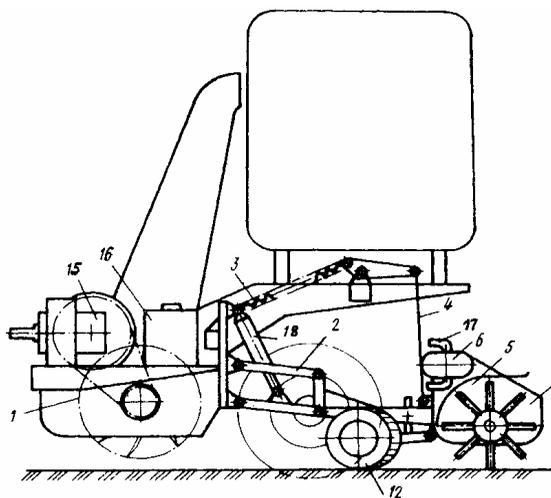


Рис. 7.95. Машина для уборки ботвы корнеплодов
(вид сбоку)

Под острым углом к центральной продольной оси валов 8 устанавливаются (привариваются) на обойме 9 кронштейны 10, причем численное значение и направление угла их установки для каждой из секций совпадает с углами и направлениями навивки рифов катков 12 и 13, т. е. для левой секции ротора оно соответствует левой навивке, а для правой – правой навивке. Эластичные бичи 11 имеют сечение в виде равнобедренной трапеции и крепятся к кронштейнам 10 каждой из секций ротора таким образом, что большие основания трапеций обращены в сторону центральной продольной оси симметрии машины. Положение сминающих катков 12 и 13 относительно валов 8 по высоте регулируется винтовым соединением 14. Для передачи мощности к очистителю головок корнеплодов 5 на ботвосрезающем устройстве 1 с бункером-накопителем установлены насосная станция с предохранительным клапаном 15, приводящаяся от вала отбора мощности трактора, и бак для масла 16, соединенные между собой и с гидромотором 6 шлангами 17. Подъем очистителя головок корнеплодов 5 в транспортное положение производится при помощи гидроцилиндра 18, а фиксация в этом положении к раме ботвосрезающего устройства 1 с бункером-накопителем осуществляется с помощью цепи 4.

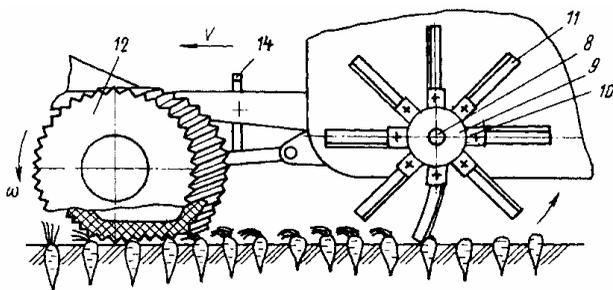


Рис. 7.96. Катки и ротор очистителя (вид сбоку)

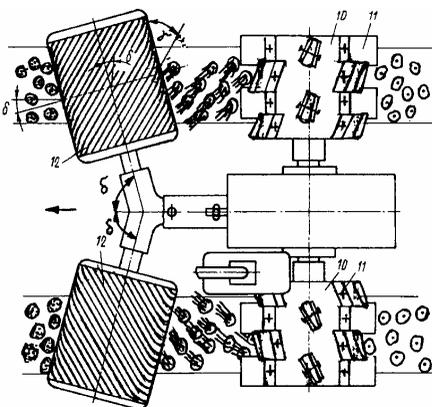


Рис. 7.97. Катки для смятия черенков ботвы и ротор очистителя (вид сверху)

Машина для уборки ботвы работает следующим образом.

При движении машины по полю с корнеплодами ботвосрезающее устройство 1 срезает ботву на высоте 30...80 мм от головок корнеплодов, измельчает ее и подает в бункернакопитель, откуда она по мере заполнения периодически выгружается в транспорт и используется в дальнейшем для кормовых целей. Сминающие левый 12 и правый 13 катки в виде эластичных баллонов низкого давления с рифленной поверхностью и острыми углами d установки осей катков относительно центральной продольной оси симметрии машины по ходу ее движения, у которых рифы на поверхности катков имеют направление навивки, совпадающее с левой или правой стороной их установки по направлению хода машины, перека-

тываются по рядкам корнеплодов и проскальзывают вдоль них. При этом черешки ботвы на головках корнеплодов сгибаются, сминаются и частично обламываются. Одновременно черешки захватываются рифами на поверхности катков и при их проскальзывании вдоль рядка, вследствие острого угла d установки осей катков относительно центральной продольной оси симметрии машины по ходу ее движения, направляются в сторону центральной продольной оси симметрии машины как у левого *12*, так и у правого *13* катков, и частично отделяются от головок корнеплодов. Контакт рифленных поверхностей катков *12* и *13* со всеми расположенными по высоте над уровнем почвы корнеплодами обеспечивается как упругостью эластичной поверхности катков, так и упругими свойствами почвы, а захват смятых черешков ботвы рифами катка на всех разных по размерам стандартных корнеплодах обеспечивается шагом навивки рифов, равным половине диаметра головки наименьших из убираемых корнеплодов. Направление черешков в сторону центральной продольной оси симметрии машины левым *12* и правым *13* катками обеспечивается за счет того, что сминающие катки *12* и *13* имеют соответственно левое и правое направление навивки рифов, и в рабочей нижней части катков рифы образуют с перпендикуляром к центральной продольной оси симметрии машины, обращенные к ней вершинами острые углы, больше угла трения черешков ботвы о резиновую поверхность рифов. Для исключения залипания рифов почвой они выполнены в виде тупоугольных равнобедренных треугольников. При этом под действием давления сминающих катков *12* и *13* происходит некоторое выравнивание головок корнеплодов. Необходимая для эффективного смятия черешков ботвы площадь контакта сминающих катков *12* и *13* с головками корнеплодов, т. е. степень воздействия катков *12* и *13* на корнеплоды, обеспечивается подбором величины избыточного давления в катках и натяжения разгрузочной пружины *3*, воспринимающей часть силы тяжести очистителя. Эластичные бичи *11* левой и правой секции ротора, приведенные во вращение от вала отбора мощности трактора с помощью гидропривода, включающего насосную станцию с предохранительным клапаном *15*, масляный бак *16*, гидромотор *6* и соединительные шланги *17*, воздействуют на черешки ботвы и головки корнеплодов в направлении, противоположном движению машины. При этом первоначальный контакт эластичных бичей *11* с сечением в виде равнобедренной трапеции с

черешками ботвы и поверхностью поля происходит имеющими большую кинетическую энергию утолщенными частями бичей, обращенными к центральной оси симметрии машины за счет их установки в каждой из секций ротора с углами g относительно оси валов 8 ротора, совпадающими с углами и направлениями навивки рифов соответствующих левого 12 и правого 13 катков. При этом утолщенная часть бичей врезается в основную часть направленных катками 12 и 13 в сторону центральной оси симметрии машины черешков ботвы, скручивая и поворачивая их в сторону, противоположную направлению движения машины, и частично отделяя их от головок корнеплодов. При этом головки корнеплодов, где усилие сцепления черешков ботвы минимально, максимально раскрываются для последующего воздействия выровненных в результате дальнейшего движения бичей их нижних частей, контактирующих с почвой и головками корнеплодов. В этой фазе бичи 11 воздействуют на раскрытые головки корнеплодов с максимально возможным усилием от их упругих свойств, удаляя остатки ботвы. В результате повышается кратность воздействия очистителя головок корнеплодов 5 на черешки ботвы за счет последовательно осуществляющихся наклона, смятия и перемещения черешков ботвы в сторону центральной оси симметрии машины с частичным отделением их эластичными катками от головок корнеплодов и размещения основной массы черешков ботвы под удар наиболее массивной части бичей с последующей зачисткой головок корнеплодов силами упругости бичей. Снижение неравномерности расположения головок корнеплодов по высоте после прохода сминающих катков 12 и 13 за счет вдавливания ими отдельных высокостоящих корнеплодов в почву также создает условия для более эффективного воздействия эластичных бичей 11 на черешки ботвы на головках корнеплодов. Сминающие катки 12 и 13 стабилизируют высоту расположения ротора относительно головок корнеплодов, которая регулируется с помощью винтового соединения 14. Ширина установленных по рядам корнеплодов сминающих катков 12 и 13 подбирается с учетом обеспечения ими эффективного воздействия на все корнеплоды, расположенные в соответствующем ряду.

Перевод очистителя головок корнеплодов 5 в транспортное положение осуществляется при помощи гидроцилиндра 18, а фиксация в этом положении к раме косилки-измельчителя с бункером-накопителем осуществляется с помощью цепи 4.

5.66

ВУ 12470 Комкодавитель картофелеуборочной машины [76]

Комкодавитель картофелеуборочной машины (рис. 7.98, 7.99) содержит закрепленный на раме 1 в подшипниковых опорах 2 горизонтальный приводной вал 3 с возможностью его вращения с помощью цепной передачи 4, концентрично расположенные закрепленные на приводном валу 3 внутренний 5 и неподвижный наружный 6 эластичные баллоны. Внутренний баллон 5 имеет на наружной поверхности эластичные пальчатые выступы 7, а наружный баллон имеет на внутренней поверхности винтовые канавки 8 со сквозными отверстиями 9. Со стороны подачи вороха клубнеплодов с комками почвы на приводном валу 3 с возможностью вращения совместно с внутренним баллоном 5 вплотную к его торцевой поверхности внутри примыкающего к торцевой поверхности наружного баллона 6 неподвижного желоба 10 с верхним загрузочным люком установлен винтовой конвейер 11 с направлением навивки винта 12, противоположным направлению вращения внутреннего баллона 5, причем наружный диаметр винта 12 равен диаметру винтовых канавок 8 наружного баллона 6, а внутренний диаметр винта 12 равен диаметру внутреннего баллона 5 без учета высоты его эластичных пальцевых выступов 7. Нижняя часть неподвижного желоба 10 содержит расположенные в шахматном порядке сквозные отверстия 13. Над загрузочным люком неподвижного желоба 10 установлен транспортер 14 подачи вороха клубнеплодов и комков почвы.

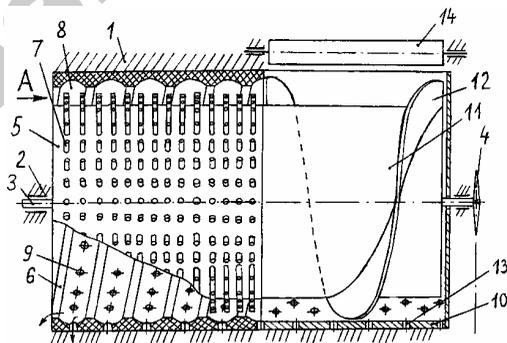


Рис. 7.98. Комкодавитель картофелеуборочной машины

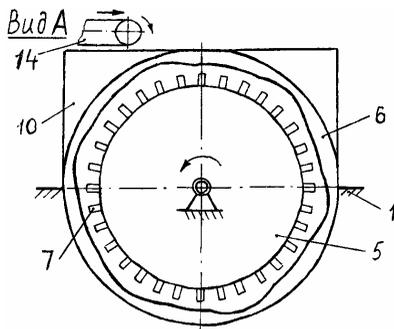


Рис. 7.99. Вид А на рис. 7.98

Комкодаватель работает следующим образом.

Транспортер 14 подает ворох клубнеплодов и комков почвы через открытую верхнюю часть (люк) неподвижного желоба 10 прямо на винтовой конвейер 11. Винтовой конвейер 11 приводится во вращение цепной передачей 4 одновременно с закрепленным вместе с ним на горизонтальном приводном валу 3 внутренним баллоном 5. Поскольку направление навивки винта 12 винтового конвейера 11 противоположно направлению вращения приводного вала 3, то ворох клубнеплодов и комков почвы подается винтом 12 винтового конвейера 11 в сторону внутреннего 5 и неподвижного наружного 6 баллонов. Так как наружный диаметр винта 12 равен диаметру винтовых канавок 8 наружного баллона 6, а внутренний диаметр винта 12 равен диаметру внутреннего баллона 5 без учета высоты его эластичных пальцевых выступов 7, то ворох подается винтовым конвейером 11 тонким сформировавшимся на его поверхности слоем прямо в зазор между внутренним 5 и наружным 6 баллонами. При этом некоторая часть почвы и мелких комков просеивается через расположенные в шахматном порядке сквозные отверстия 13 неподвижного желоба 10. В межбаллонном пространстве комки почвы и клубни картофеля испытывают действие внутреннего баллона 5 и с помощью эластичных пальцевых выступов 7 перемещаются по винтовой канавке 8 наружного неподвижного баллона 6, в результате чего они подвергаются длительному и всестороннему воздействию со стороны поверхностей эластичных внутреннего 5 и неподвижного наружного 6 баллонов, а также эластичных пальцеватых выступов 7 внутреннего баллона 5. Это позволяет значительно снизить максимальное сжимающее воздействие

эластичных баллонов на клубни и повесить тем самым время хранения и степень всхожести клубнеплодов при высокой производительности комкодавителя. Измельченные комки и частицы почвы просыпаются через сквозные отверстия 9 в винтовых канавках 8, а клубнеплоды картофеля выходят из межбаллонного пространства со стороны торцевой поверхности комкодавителя.

5.66

ЕВРАЗИЙСКИЙ ПАТЕНТ 016705

Машина для сухой очистки картофеля [78]

Машина для сухой очистки картофеля (рис. 7.100–7.104) состоит из рамы 1 с установленным на ней электродвигателем 2 с закрепленной на его валу звездочкой 3. Звездочка 3 электродвигателя 2 соединена с помощью роликовой цепи со звездочкой 4 закрепленного на раме 1 с возможностью вращения распределительного вала 5. На раме 1 ниже электродвигателя 2 и распределительного вала 5 установлены с возможностью вращения в подшипниках скольжения 6 в виде капроновых втулок валы 7 с прикрепленными к их наружной цилиндрической поверхности капроновыми очистительными элементами 8, образующими наклонную вниз по ходу движения картофеля (показано стрелкой на рис. 7.100) поверхность, и ограничительные борты 9 по краям очистительных элементов 8. Подшипники скольжения 6 поочередно слева и справа по направлению движения картофеля закреплены на раме 1 с помощью втулок 10 на шарнирах, оси 11 которых перпендикулярны осям валов 7 и сопряжены с рамой 1 с помощью подшипников скольжения в виде капроновых втулок 12. С противоположной втулкам 10 стороны подшипники скольжения 6 установлены в ползунах 13 с возможностью перемещения последних в закрепленных на раме направляющих 14, причем ползуны подпружинены снизу пружинами сжатия 15 и рядом с ними с наружных сторон бортов 9 на валах 7 установлены одинаковые звездочки 16 с эллипсными делительными поверхностями. Закрепленный на раме 1 распределительный вал 5 соединен с помощью установленных на нем звездочек 17 и роликовых цепей 18 и 19 с бочкообразными роликами со звездочками 20 на валах 7 со стороны, противоположной ползунам 13, причем роликовые цепи 18 и 19 с бочкообразными ролика-

ми сопряжены с подпружиненными натяжными звездочками 21. Звездочки 16 с эллипсной делительной поверхностью повернуты по ходу движения картофеля последовательно друг за другом с каждой стороны на 90° в одинаковой последовательности, начиная с одинакового положения, и соединены между собой роликовыми приводными цепями 22 с бочкообразными роликами, центры верхних ветвей которых расположены параллельно осям 11 шарниров на расстоянии среднего радиуса эллипсной делительной поверхности звездочек 16 и опираются на установленные на раме 1 с возможностью вращения направляющие звездочки 23. Направляющие 14, внутренние и наружные поверхности ползунов 13 и сопряженные с ними части ограничительных бортов 9 выполнены по радиусам окружностей с центрами на пересечении осей 11 шарниров и соответствующих ползунам 13 валов 7. Капроновые очистительные элементы 8 в осевом сечении имеют волнообразную форму, смещенную по фазе на 180° относительно соседних элементов, а высота волнообразных смещений формы капроновых очистительных элементов 8 в осевом сечении уменьшается от их центра к краям. Над капроновыми очистительными элементами 8 в начале образованной ими очистительной поверхности консольно в продольной плоскости с зазором, большим максимального размера клубнеплодов 24, и далее свободно установлено с помощью прикрепленной к ограничительным бортам 9 перпендикулярно направлению движения клубнеплодов основной планки 25, прижимной планки 26 и болтового соединения 27 упругое прорезиненное полотно 28, имеющее на нижней поверхности упругие шипы 29.

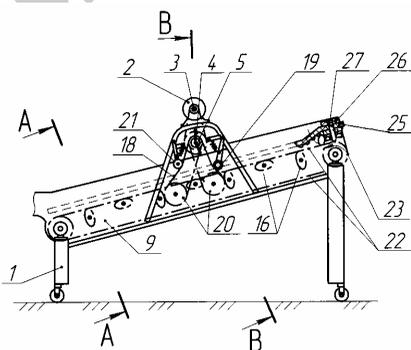


Рис. 7.100. Общий вид машины для сухой очистки картофеля (вид сбоку)

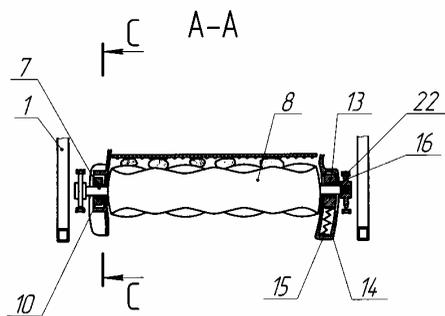


Рис. 7.101. Разрез А-А на рис. 7.100

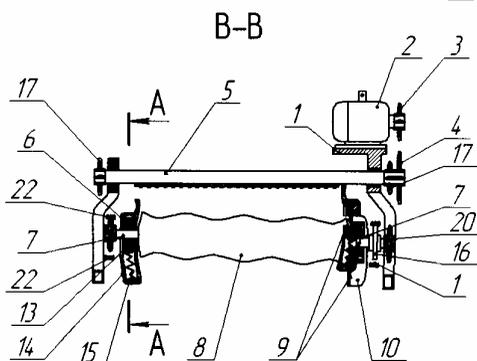


Рис. 7.102. Разрез В-В на рис. 7.100

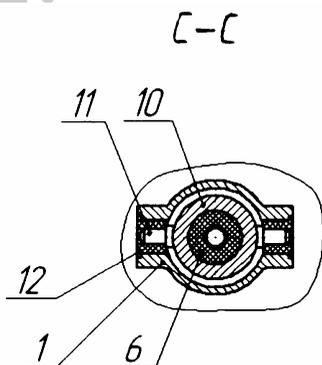


Рис. 7.103. Разрез С-С на рис. 7.101

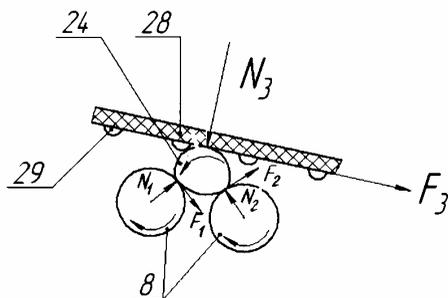


Рис. 7.104. Схема сил, действующих на клубень картофеля со стороны рабочих органов машины

Машина работает следующим образом.

Установленный на раме 1 электродвигатель 2 с закрепленной на его валу звездочкой 3 приводится во вращение с помощью подключения к сети электрического тока. Звездочка 3 электродвигателя 2 с помощью роликовой цепи и звездочки 4 приводит во вращение распределительный вал 5, откуда вращающий момент с помощью звездочек 17 и роликовых цепей 18 и 19 с бочкообразными роликами передается к звездочкам 20 на валах 7 со стороны, противоположной ползунам 13, причем роликовые цепи 18 и 19 с бочкообразными роликами находятся в натянутом положении с помощью подпружиненных натяжных звездочек 21. Звездочки 20 приводят в движение с помощью расположенных на противоположных им сторонах валов 7 звездочек 16 с эллипсными делительными поверхностями роликовые приводные цепи 22 с бочкообразными роликами. При этом приводятся во вращение все звездочки 16 с эллипсными делительными поверхностями, так как они постоянно соединены с роликовыми приводными цепями 22 с бочкообразными роликами, в том числе и за счет постоянного прижатия звездочек 16 к ним с помощью установленных под перемещающимися в направляющих 14 ползунами 13 пружин сжатия 15. Звездочки 16 с эллипсными делительными поверхностями приводят во вращение валы 7 с прикрепленными к их наружной цилиндрической поверхности капроновыми очистительными элементами 8, образующими наклонную вниз по ходу движения клубнеплодов картофеля поверхность, при этом направление вращения вала элек-

тродвигателя 2 устанавливается таким образом, что вектор скорости верхней части вращающихся валов 7 направлен в сторону движения клубнеплодов картофеля вниз. Так как звездочки 16 с эллипсной делительной поверхностью повернуты по ходу движения картофеля последовательно друг за другом с каждой стороны на 90° в одинаковой последовательности, начиная с одинакового положения, и соединены между собой роликовыми приводными цепями 22 с бочкообразными роликами, центры верхних ветвей которых расположены параллельно осям 11 шарниров на расстоянии среднего радиуса эллипсной делительной поверхности звездочек 16 и опираются на установленные на раме 1 с возможностью вращения направляющие звездочки 23, то за счет перемещения в закрепленных на раме 1 направляющих 14 подпружиненных снизу пружинами сжатия 15 ползунов 13 происходит по мере соприкосновения частей звездочек 16 с разными делительными радиусами с цепями 22 сдвинутое по фазе относительно друг друга поочередное колебание вверх и вниз установленных с возможностью вращения в ползунах 13 концов валов 7, а с ними – и наружных цилиндрических поверхностей с капроновыми очистительными элементами 8. При использовании роликовых приводных цепей с бочкообразными роликами допускаются угловые смещения валов вместе с установленными на них звездочками до $3...5^\circ$. Например, при длине вала 1000 мм это соответствует расстоянию между верхним и нижним положением его конца в 105...175 мм.

Таким образом, за счет скоординированного колебательного движения концов валов 7 наружные цилиндрические поверхности с капроновыми очистительными элементами 8 оказывают дополнительное интенсивное воздействие на клубнеплоды картофеля, значительно усложняя траекторию их движения и увеличивая разносторонность и очистительную эффективность этого воздействия.

Капроновые очистительные элементы 8 за счет волнообразной в осевом сечении, смещенной по фазе на 180° относительно соседних элементов формы оказывают дополнительное очистительное воздействие на клубнеплоды, так как высота волнообразных смещений формы капроновых очистительных элементов 8 в осевом сечении уменьшается от их центра к краям, с учетом колебательного движения концов валов 7 наружных цилиндрических поверхностей с капроновыми очистительными элементами 8 их воздействие на

клубнеплоды является равномерным по ширине очистительной поверхности. Установленное над капроновыми очистительными элементами 8 в начале образованной ими очистительной поверхности консольно в продольной плоскости с зазором, большим максимального размера клубнеплодов 24, и далее – свободно, упругое прорезиненное полотно 28 оказывает дополнительное очистительное воздействие на клубнеплоды с помощью имеющихся на его нижней поверхности упругих шипов 29, при этом, согласно представленной на рис. 7.104 схеме сил давления $N1$, $N2$ и трения $F1$, $F2$, воздействующих на клубень картофеля 24 со стороны капроновых очистительных элементов 8, и воздействующих на них сил давления $N3$ и трения $F3$ со стороны упругого прорезиненного полотна 28, направленная против направления вращения клубней 24 сила трения $F3$ их о нижнюю поверхность упругого прорезиненного полотна 28 с упругими шипами 29 проталкивает клубни картофеля к выходу из машины, увеличивая ее производительность.

5.62

ВУ 12394 Устройство для отделения растительных и почвенных примесей от корнеклубнеплодов [79]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении эффективности отделения растительных и почвенных примесей от корнеклубнеплодов в уборочных машинах и повышении их производительности.

Устройство для отделения растительных и почвенных примесей от корнеклубнеплодов (рис. 7.105, 7.106) содержит транспортирующий сепарирующий блок 1 и установленный над ним перпендикулярно направлению движения корнеклубнеплодного потока (стрелка B на рис. 7.105) отделитель примесей, выполненный в виде полой спирали 2, которая кинематически связана с ведущим валом транспортирующего сепарирующего блока 1 с помощью цепной передачи 3, причем над наружной поверхностью спирали и параллельно ее оси установлен гладкий валик 4, снабженный, как и полая спираль 2, подшипниковыми опорами 5. Полая спираль 2 выполнена в виде двух половин противоположной правой 6 и левой 7 навивки так, что их стык 8 в своем нижнем положении обращен

острым углом в сторону, противоположную направлению движения корнеклубненоносного потока, то есть по направлению вектора скорости V движения устройства.

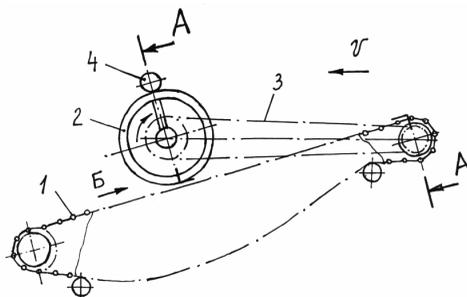


Рис. 7.105. Устройство для отделения растительных и почвенных примесей от корнеклубнеплодов

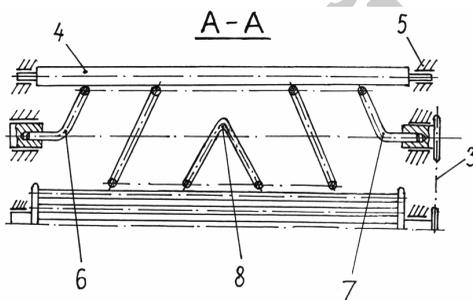


Рис. 7.106. Разрез А-А на рис. 7.105

Устройство работает следующим образом.

Корнеклубненоносный поток во время движения устройства со скоростью V перемещается сепарирующим блоком 1 в направлении стрелки B . По мере транспортирования мелкие почвенные примеси проходят в зазоры между прутками сепарирующего блока 1 и падают на поверхность почвы. Основная масса потока, состоящая из корнеклубнеплодов, почвенных комков, камней и растительных примесей, в частично связанном состоянии попадает к отделителю примесей, выполненному в виде полый спирали 2 . Поскольку он связан кинематически с транспортирующим сепарирующим блоком 1 с помощью цепной передачи 3 , то в своей нижней части

окружная скорость полой спирали 2 будет направлена навстречу движению корнеклубеносного потока по верхней части сепарирующего блока 1. При проходе сквозь вращающуюся полую спираль 2 корнеклубеносный поток при взаимодействии с острым углом стыка 8 и витками правой 6 и левой 7 навивки двух половин полой спирали 2 разрушается и одновременно частично перемещается в разные стороны за счет угла наклона витков правой 6 и левой 7 навивки. Растительные примеси, в том числе с частью корнеплодов, захватываются витками полой спирали 2, поднимаются к валику 4, где при поперечном транспортировании корнеплоды обрываются, разделяясь с растительными примесями. Валик 4 периодически проворачивается при взаимодействии с наружной поверхностью полой спирали 2 и эпизодическом заклинивании растительных остатков между спиралью 2 и валиком 4. При этом достигается эффективная разделка корнеклубеносного пласта.

5.10

ВУ 7745 U Электрический культиватор [80]

Культиватор (рис. 7.107) содержит несущую конструкцию 1, энергетический модуль 2 с приводным механизмом, систему удаления сорняков 3 и механизм перемещения в виде опорных колес 4, закрепленных на несущей конструкции 1 с помощью стоек 16. Система удаления сорняков 3 связана с несущей конструкцией 1 с энергетическим модулем 2 соединительным элементом 5, содержащим пружину 15. Приводной механизм энергетического модуля 2 включает в себя конический редуктор 6, к входному валу которого с помощью управляемой дисковой сцепной фрикционной муфты 7 подсоединен закрепленный на установленном в прикрепленных к несущей конструкции 1 опорах 17 и 18 валу 8 маховик 9 с возможностью его вращения вместе с валом 8 относительно опор, а на внешнем конце вала 8 маховика 9 установлена обгонная роликовая муфта 10 с возможностью ее подсоединения к энергетическому средству (например, выходному валу вариатора), в свою очередь подсоединенному к валу отбора мощности трактора. Система удаления сорняков 3 выполнена из генератора 11, связанного ремен-

ной передачей 12 с выходным валом конического редуктора 6, соединенного с генератором 11 устройства получения электрических импульсов 13 и хотя бы двух электродов 14 с устройством задания их положения. Соединительный элемент может включать в себя пружину 15.

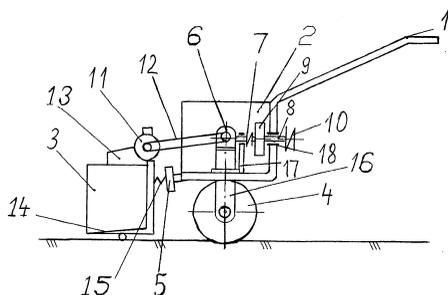


Рис. 7.107. Электрический культиватор

Работа культиватора осуществляется следующим образом.

Обгонная роликовая муфта 10 подсоединяется к энергетическому средству при рассоединенной дисковой сцепной фрикционной муфте 7. Энергетическое средство, включающее вариатор, вращает вал 8 с закрепленным на нем маховиком 9 до максимально допустимой с точки зрения безопасности и прочности конструкции скорости, после чего обгонная роликовая муфта 10 отсоединяется от энергетического средства. Культиватор оператором перемещается к месту расположения сорняков, устанавливается оптимальное положение электродов 14 относительно сорняков и почвы, оператор с помощью управляемой дисковой сцепной фрикционной муфты 7 соединяет вал 8 с маховиком 9 с входным валом конического редуктора 6, от которого с помощью ременной передачи 12 механическая энергия передается к генератору 11, откуда электрическая энергия поступает на устройство получения электрических импульсов 13 и далее – к электродам 14, при контакте с которыми происходит уничтожение сорняков. После снижения скорости вращения вала 8 с маховиком 9 ниже допустимой производится увеличение его механической энергии вышеописанным способом. Энергетическое средство целесообразно использовать для обслуживания нескольких культиваторов одновременно.

Предложенная конструкция культиватора обеспечивает эффективность уничтожения сорняков и в то же время является простой, недорогой, надежной в эксплуатации и удобной с точки зрения ее хранения в межсезонный период.

5.11

ВУ 12721 Рабочий орган кротодренажной машины [81]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении устойчивости кротовых дрен к обрушению в неоднородных грунтах и в грунтах с переменной влажностью.

Рабочий орган кротодренажной машины (рис. 7.108–7.110) содержит вертикальный нож 1, закрепленный на нем полый цилиндрический корпус 2 с внутренним рантом 3 на заднем торце и коническую переднюю часть 4, переходящую в цилиндрический пояс 5, внутренний диаметр которого сопряжен с возможностью относительного перемещения с наружной передней поверхностью цилиндрического корпуса 2. Между этими сопряженными поверхностями установлен сальник 6, а между внутренней стороной наконечника конической передней части и передней поверхностью внутреннего ранта установлена упирающаяся в них цилиндрическая пружина сжатия 7. К задней части цилиндрического корпуса 1 крепится демфирующее устройство, образованное закрепленным на ней с помощью винтов 8 рядом образующих сферическую полость упругих металлических пластин 9. В этой сферической полости размещен упругий элемент 10 (выполненный, например, из резины), содержащий внутреннюю полость, прилегающий наружной поверхностью к пластинам 9, передним торцом – к ранту 3, а задним – к подпятнику, выполненному в виде охватывающего задние концы пластин 9 кольца 11, сопряженного задней торцевой поверхностью с опорной поверхностью головки болта 12, соединенного резьбой с внутренней стороной наконечника конической передней части 4 и сопряженного своей цилиндрической частью с торцевыми отверстиями упругого элемента 10, причем коническая передняя часть 4, цилиндрический корпус 2, цилиндрическая пружина сжатия 7, упругий элемент 10, кольцо 11 и болт 12 имеют общую ось симметрии.

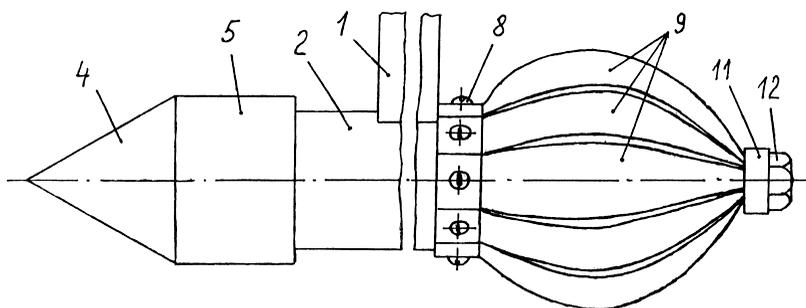


Рис. 7.108. Рабочий орган кротодренажной машины (вид сбоку)

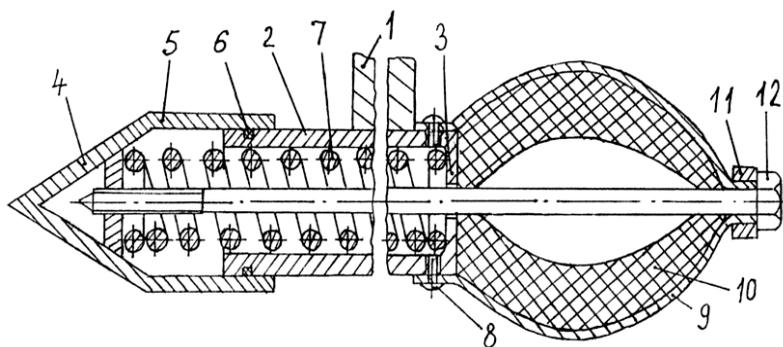


Рис. 7.109. Вертикальный разрез вдоль оси симметрии при работе в грунтах малой плотности

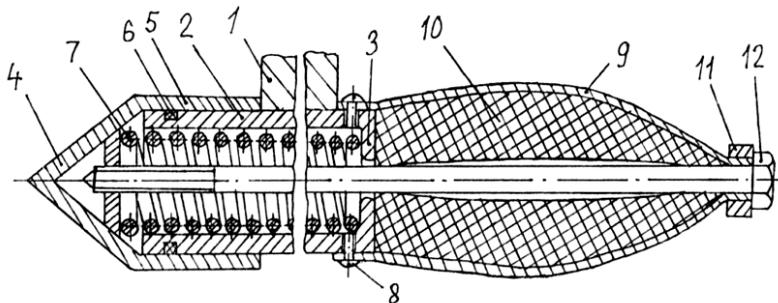


Рис. 7.110. Вертикальный разрез при работе в грунтах большой плотности

Рабочий орган работает следующим образом.

При прокладке кротового дренажа базовая машина задним ходом подходит к коллекторной канавке и опускает на заданную глубину рабочий орган кротодренажной машины.

В процессе движения базовой машины коническая передняя часть 4, переходящая в цилиндрический пояс 5, и цилиндрический корпус 2 внедряются в грунт откоса коллекторной канавки и до внедрения в грунт упругих металлических пластин 9 демпфирующего устройства формируют кротовую полость диаметром, равным диаметру цилиндрического пояса 5. При дальнейшем протаскивании рабочий орган начинает внедряться в грунт, а упругие металлические пластины 9 демпфирующего устройства, развальцовывая и уплотняя грунт вокруг устьевой части дрены, образуют там конус. При возрастании плотности грунта возрастают и силы сопротивления смятию грунта и трения-скольжения, которые противодействуют силе упругости пластин 9 и упругого элемента 10. При этом происходит сжатие цилиндрической пружины 7 и связанное с ним перемещение болта 12, которое позволяет упругим пластинам 9 и упругому элементу 10 деформироваться вплоть до упора кольца 11 подпятника в опорную поверхность головки болта 12. Таким образом, упругие металлические пластины 9 демпфирующего устройства уменьшаются в диаметре, увеличивая одновременно свое силовое воздействие на стенки дрены и уплотняя их. Сила упругости демпфирующего устройства достигает своего максимального значения в тот момент, когда его тело принимает форму, близкую к цилиндру, диаметр которого равен диаметру цилиндрического пояса 5 конической передней части 4.

В однородных грунтах или в грунтах постоянной влажности силы упругости пластин 9, упругого элемента 10 и пружины 7 обеспечивают уплотнение грунта вокруг кротовой полости до плотности, создаваемой цилиндрическим поясом 5 конической передней части 4. В этих грунтах упругие пластины 9 демпфирующего устройства заглаживают шероховатости и окончательно формируют кротовую полость. При прохождении рабочего органа в неоднородных грунтах или по участку с переменной влажностью и плотностью, например с большей влажностью и меньшей плотностью, силы упругости пластин 9, упругого элемента 10 и пружины 7, разжимаясь, обеспечивают уплотнение грунта вокруг кротовой по-

лости до однородной плотности, увеличивая дрена в диаметре. Таким образом, формируется кротовая поверхность разного диаметра, но равной плотности, что позволяет повысить устойчивость кротовых дрен и их устьев к обрушению и заилению за счет равномерного уплотнения стенок кротового дренажа.

Наличие сальника 6 между сопряженными цилиндрическими поверхностями 5 и 2, а также плотное прилегание упругого элемента 10 к внутреннему ранту 3 полого цилиндрического корпуса 2 и торцевых отверстий упругого элемента 10 – к цилиндрической части болта 12 предохраняет внутренние полости полого цилиндрического корпуса 2 с внутренним рантом 3 на заднем торце и конической передней части 4, переходящей в цилиндрический пояс 5, с цилиндрической пружиной 7 от попадания туда частиц почвы и воды, что гарантирует надежную работу рабочего органа в течение длительного временного периода.

5.12

ВУ 18090 Полосовой отвал плуга [82]

Полосовой отвал плуга (рис. 7.111, 7.112) включает грудь 1 отвала, несколько выполненных из пружинной стали (например 65Г) полос 2 и заднюю опору 3. Передние концы полос 2 жестко крепятся к груди 1 отвала с помощью болтового соединения 4. К задней опоре 3 задние концы полос 2 присоединены с помощью винта 5, жестко закрепленного в отверстии на каждой полосе 1 перпендикулярно ее поверхности с помощью расположенной с ее тыльной стороны гайки 6 и направленной своей резьбовой частью 7 в сторону задней опоры 3. Резьбовая часть 7 винта 5 проходит с зазором через отверстие 8 в задней опоре 3 и содержит навинченные на нее с тыльной стороны задней опоры 3 гайку и контргайку 9, не проходящие через отверстие 8 в задней опоре 3. Между каждой полосой 2 и задней опорой 3 на каждом винте 7 установлена цилиндрическая винтовая пружина сжатия 10 с возможностью перемещения задней части полосы 2 относительно задней опоры 3 за счет сжатия пружины 10. Жесткость каждой пружины 10 на 20...30 % меньше, чем жесткость ближайшей, расположенной ниже пружины.

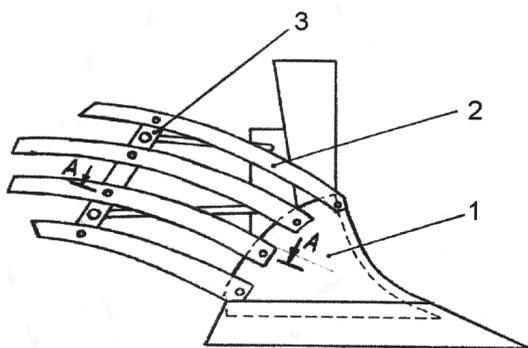


Рис. 7.111. Полосовой отвал плуга
(вид сбоку, со стороны рабочей поверхности)

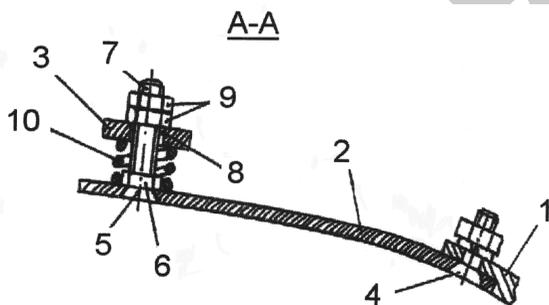


Рис. 7.112. Разрез А-А на рис. 7.111

При работе плуга меняющееся давление почвы действует на грудь 1 и полосы 2. Но грудь 1 остается неподвижной, а полоса 2 прогибается, сжимая пружину 10. Через какое-то мгновение давление почвы уменьшится, и пружина 10 вернет полосу 2 в исходное положение, в результате чего полоса 2 получает вибрацию, и рабочая поверхность корпуса плуга освобождается от налипшей почвы. Поскольку давление почвы на поверхность отвала внизу выше, чем в его верхней части, то уменьшение жесткости пружин 10 по мере увеличения их высоты расположения на отвале способствует равномерному распространению вибрации по поверхности отвала и на весь пласт в целом.

Предложенный полосовой отвал обеспечивает экономию силы тяги, сохранение своей геометрии и нормальный переворот

пласта из-за отсутствия залипания на увлажненных почвах, лучшее крошение пласта и менее выраженную гребнистость вспаханной поверхности.

5.13

ВУ 12415 Автоматический захват для штучных грузов [83]

Автоматический захват (рис. 7.113, 7.114) содержит траверсу, снабженную, например, четырьмя вертикальными цилиндрическими штангами 2, петлей 3 для подвески к крюку грузоподъемного устройства (на рисунках не показан) и ползуном 4. На раме 5 в подшипниках 6 (позиции 5, 6, 12, 13 на рисунках не показаны) установлены втулки 7, охватывающие штанги 2 и снабженные подхватными лапами 8. В средней части рамы закреплена пустотелая стойка 9, охватывающая ползун 4, с установленной в ней звездочкой 10. Звездочка 10 совместно с упором 11, приваренным к ползуну 4, и соответствующими прорезями в ползуне 4 и стойке 9 образует известный четырехтактный механизм фиксации [84]. На каждой штанге 2 вставлен фиксирующий палец 12, расположенный с возможностью перемещения в винтовом пазу 13, выполненном во втулке 7. При этом направления винтовой линии пазов 13 в соседних втулках различны. Ниже места крепления подхватных лап 8 втулки 7 имеют опорно-поворотную часть, выполненную в виде последовательно присоединенных болтовыми соединениями 14 к нижней опорной поверхности втулки 7 внутреннего кольца 15 с расположенными под ним верхних шариковых тел качения 16, наружного кольца 17 с расположенными под ним нижних шариковых тел качения 18, опирающихся на кольцевую нижнюю опорную крышку 19.

При этом кольцевая нижняя опорная крышка 19 охватывает проходящее сквозь нее с зазором наружное кольцо 17, которое имеет плоскую круговую опорную поверхность с закрепленным на ней по периферии, например, с помощью клея, резиновым кольцом 20, обеспечивающее образование при контакте с бетонной или с другой твердой опорной поверхностью с микронеровностями до 5 мм вакуумной камеры [84].

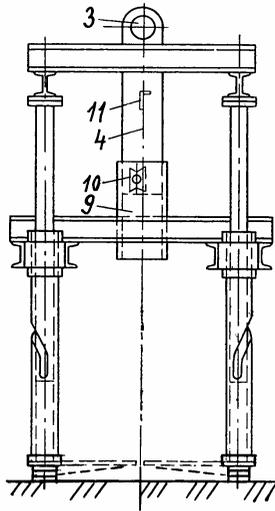


Рис. 7.113. Автоматический захват для штучных грузов

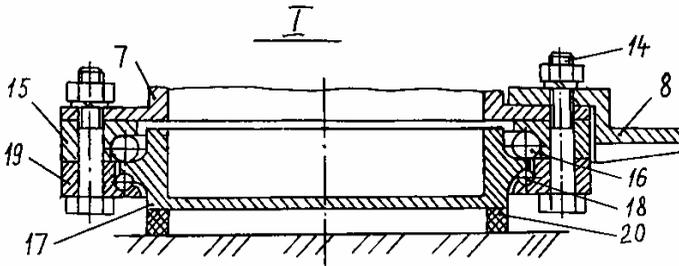


Рис. 7.114. Узел контакта с опорной поверхностью

Автоматический захват работает следующим образом.

В положении, показанном на чертеже, механизм фиксации разомкнут, траверса находится в верхнем положении и фиксирующие пальцы 12 упираются в верхние края пазов 13. При этом втулки 7 расположены так, что лапы 8 находятся под грузом. Во время опускания захвата с грузом на опорную поверхность, например, бетон или асфальт, первоначально останавливается рама с втулками 7 и лапами 8. Траверса 1 со штангами 2 под действием собственного веса продолжает опускаться, и фиксирующие пальцы 12 разворачивают втулки 7 так, что лапы 8 выходят из-под груза. Когда

автоматический захват поднимается, его элементы, зафиксированные известным четырехтактным механизмом фиксации [84], остаются в том же положении, и автоматический захват снимается с груза.

При опускании автоматического захвата на другой груз механизм фиксации размыкается, и при дальнейшем подъеме траверса 1 со штангами 2 поднимается, а рама 5 с втулками 7 и лапами 8 остается временно на опорной поверхности. Гарантией этого служит образовавшийся в результате деформации, под действием собственного веса автоматического захвата, резиновых колец 20 вакуум под нижними поверхностями наружных колец 17, в результате чего там образуется вакуумная камера, прижимающая нижние части наружных колец 17 к твердой опорной поверхности. При этом фиксирующие пальцы 12 разворачивают втулки 7 так, что лапы 8 снова заводятся под груз. После того как фиксирующие пальцы 12 упрутся в верхние края пазов 13, грузоподъемное устройство преодолевает присасывающие усилия вакуумных камер под нижними поверхностями наружных колец 17, и автоматический захват с грузом поднимается.

5.14

ВУ 11936 Устройство для сбора потерь корнеплодов [85]

Устройство для сбора потерь корнеплодов (рис. 7.115, 7.116) содержит смонтированный на раме 1 и установленный за выкапывающими рабочими органами поперечно направлению движения барабан 2 с закрепленными на его поверхности накалывающими иглами, расположенными радиально кольцевыми рядами, съемник корнеплодов 3 и транспортирующие элементы в виде шнекового транспортера 4 и элеватора 5. Иглы кольцевых рядов барабана 2, размещенные вслед за выкапывающими рабочими органами корнеуборочной машины, имеют большую относительно остальных рядов длину, а съемник корнеплодов 3 выполнен в виде шарнирно закрепленной на раме 1 и подпружиненной с помощью закрепленной на раме 1 пружины растяжения 6 изогнутой пластины с прорезьями для прохода игл. На раме 1 за барабаном 2 с накалывающими иглами закреплен бункер-накопитель 7 корнеплодов, имеющий решетчатые стенки. Барабан 2 и шнековый транспортер 4 связаны

цепной передачей 8. Бункер-накопитель 7 корнеплодов закрыт сверху присоединенным к раме 1 с помощью шарнира 9 своей обрешеткой 10 отражательным тентом 11. Все устройство навешено сзади на корнеуборочную машину 12 (или трактор) при помощи шарнира 13 и гидроцилиндра 14, связывающего раму устройства 1 и корнеуборочную машину 12.

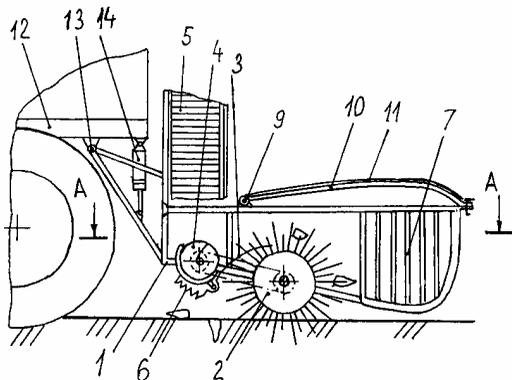


Рис. 7.115. Устройство для сбора потерь корнеплодов

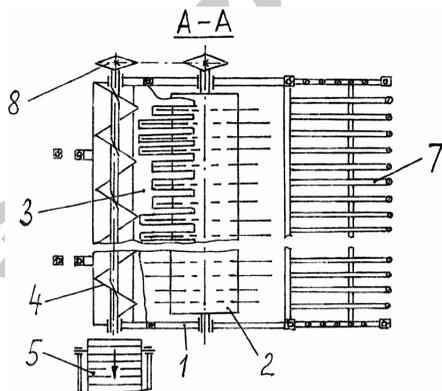


Рис. 7.116. Разрез А-А на рис. 7.115

Устройство работает следующим образом.

Устройство перемещается вместе с корнеуборочной машиной 12, а игольчатый барабан 2 перекатывается по поверхности почвы, при этом его длинные иглы сильно заглубляются в почву и

двигаются по следам выкапывающих рабочих органов корнеуборочной машины 12, накалывая и извлекая из почвы невыкопанные корнеплоды и их обломленные хвостовые части. Короткие иглы при этом практически не заглубляются в почву и, перекатываясь по ее поверхности, накалывают корнеплоды, лежащие сверху. Барабан 2 вращается благодаря сцеплению с почвой его игл. Большая часть наколотых на иглы корнеплодов или их частей поднимается вверх, где снимается вибрирующим под действием пружин растяжения 6 съемником 3 корнеплодов благодаря входу игл в его прорези. В дальнейшем эти корнеплоды и их части поступают в шнековый транспортер 4, которым они перемещаются на элеватор 5. Элеватор 5 грузит эти корнеплоды в рядом идущее транспортное средство. Привод шнекового транспортера 4 осуществляется от барабана 2 через цепную передачу 8. Меньшая часть корнеплодов вследствие внецентрового накалывания корнеплодов на иглы закрепляется на них слабо. Вращаясь вместе с барабаном 2, они под действием центробежных сил срываются с его игл и, в том числе и вследствие поступательного движения устройства, попадают в расположенный сзади бункер-накопитель 7 корнеплодов. Часть попадает в него, предварительно отразившись от отражательного тента 11. После заполнения бункера-накопителя 7 корнеплодов путем подъема за счет поворота вокруг шарнира 9 обрешетки 10 отражательного тента 11 получают доступ к находящимся в нем корнеплодам. Они вручную подаются на элеватор 5 или прямо в транспортное средство. Перевод всего устройства из транспортного положения в рабочее (и наоборот) производится поворотом его рамы 1 гидроцилиндром 14 вокруг шарнира 13.

5.14

ВУ 14955 Рабочий орган культиватора [86]

Рабочий орган культиватора (рис. 7.117, 7.118) включает стойку 1, наральник 2, стакан 3, стержень 4 переменного сечения, рыхлительную лапу 5. К наральнику 2 жестко прикреплен стакан 3, в полости 6 которого размещается с возможностью осевого перемещения задняя часть стержня 7 переменного сечения и пружина 8 с нелинейной характеристикой. Рыхлительная лапа 5

установлена на стержне 4 переменного сечения с возможностью поворота вместе с ним относительно стакана 3 и фиксируется на стержне болтовым соединением 9.

Степень сжатия пружины 8 регулируется гайкой 10. Рыхлительная лапа 5 и стойка 1 имеют по оси симметрии по вертикальному пазу 11 и 12, в которые вставлена с посадкой скользящая пластина 13 рессорчатого типа, верхнее ребро которой имеет заостренную форму и выполнено в виде режущего лезвия. На стойке 1 пластина 13 закреплена болтовым соединением 14.

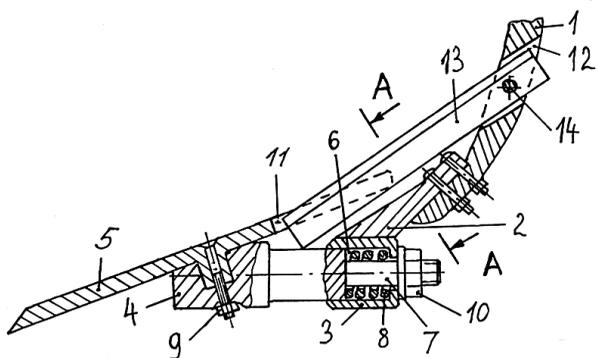


Рис. 7.117. Рабочий орган культиватора (вид сбоку)

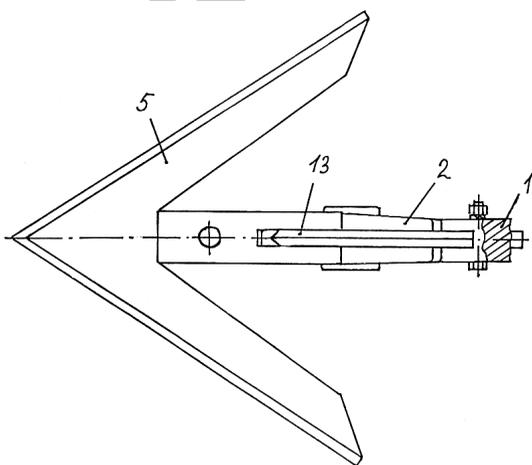


Рис. 7.118. Рабочий орган культиватора (вид сверху)

Рабочий орган культиватора работает следующим образом.

При движении вследствие неоднородности строения почвы, изменения скоростного режима возникают сложные автоколебания культиваторной лапы, складывающиеся из автоколебаний по ходу движения культиватора за счет сжатия пружины 8 и автоколебаний по углу поворота культиваторной лапы относительно стакана 3 за счет скручивания пластины 13 рессорного типа. Такие колебания культиваторной лапы улучшают крошение пласта почвы и срез сорной растительности, способствуют снижению тягового сопротивления и увеличивают диапазон применения на почвах различной плотности и влажности.

Одновременно разрезается сорная растительность, поступающая на выполненное в виде режущего лезвия верхнее ребро пластины 13, что предотвращает забивание рабочего органа растительными остатками.

5.16

ВУ 15434 Гибкое устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода [87]

Устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода (рис. 7.119, 7.120) содержит насадок 1 в виде сопряженных по общему большему основанию полых переднего и заднего усеченных конусов с задними боковыми наклонными соплами 2 для выхода рабочей среды.

Устройство оснащено наконечником 3 в виде сопряженных по общему большему основанию полых переднего и заднего усеченных конусов, максимальный диаметр которого меньше максимального диаметра насадка 1, имеющим одно переднее 4 и несколько (от восьми до двенадцати) задних боковых 5 наклонных сопел, причем наконечник 3 присоединен к насадку 1 с помощью жестко прикрепленной к ним эластичной тубы 6, имеющей на прилегающей к наконечнику половине расположенные перпендикулярно оси симметрии эластичной тубы, равномерно размещенные относительно ее поверхности в шахматном порядке поперечные щелевые прорези 7, причем длина каждой щелевой прорези на наружной поверхности эластичной тубы, измеренная по концентрической

наружной поверхности эластичной трубы, равна $\frac{1}{4} \dots \frac{1}{5}$ ее диаметра. Расстояние между щелевыми прорезями, измеренное вдоль оси эластичной трубы 6, равно 5...7 мм. Насадок 1 соединяется с гайкой 8, заделанной в шланг 9.

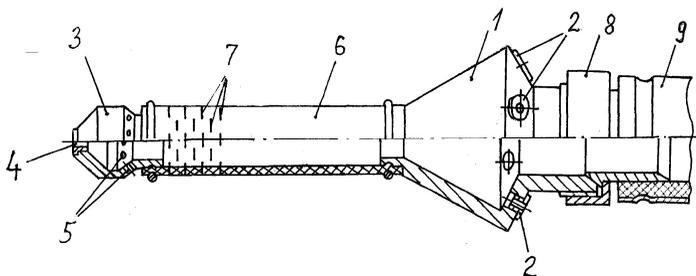


Рис. 7.119. Общий вид устройства

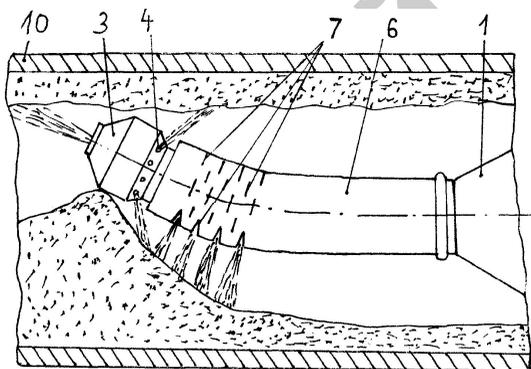


Рис. 7.120. Работа устройства внутри трубы при встрече наконечника с преобладающим односторонним загрязнением

Устройство работает следующим образом.

По шлангу 9 под давлением к насадку 1, по эластичной трубе 6 к наконечнику 3 вода, которая выходит через сопла 2, 4 и 5 в виде высокоскоростных струй. Передняя центральная струя, выходящая через сопло 4, размывает грунт, образуя углубление, которое расширяется струями из сопел 5, а все устройство перемещается за счет реактивной тяги задних струй 2 и 4. При этом после первичного воздействия струй воды из наконечника 3 на загрязненную по-

верхность проходит некоторое время до воздействия на нее наконечника *1*, достаточное для пропитки водой засоряющих трубу *10* загрязнений, что приводит к уменьшению внутреннего сцепления их частиц и облегчает очистительную работу насадка *1*. При прямой оси симметрии эластичной трубы *6* вода лишь в незначительных количествах равномерно просачивается через все поперечные щелевые прорези *7*, не оказывая существенного влияния на процесс очистки трубы. При соприкосновении с неравномерно расположенными по внутренней поверхности трубы *10* загрязнениями внутренней поверхности наконечник *1* перемещается в имеющийся в очищаемой трубе *10* асимметричный проход, изгибая эластичную трубу *6*. Имеющиеся на прилегающей к наконечнику *3* поперечные щелевые прорези *7* раскрываются со стороны скопления загрязнений (с противоположной зажимаются), и беспрепятственно прорывающиеся через них струи воды оказывают непосредственное воздействие на одностороннее скопление загрязнений и быстро их разрушают, расчищая проход для наконечника *1*. Образовавшаяся гидросмесь стекает по трубопроводу *10*.

6.7

ВУ 13535 Устройство для очистки корнеклубнеплодов [88]

Устройство (рис. 7.121–7.123) содержит приводные валы *1* валковых очистителей *2*, размещенных в концентрических отверстиях кольцевых дисков *3* по кругу и образующих таким образом полость трубчатого сечения, внутренняя часть которой является камерой очистки устройства. Диски *3*, установленные на поддерживающих роликах *4*, по периметру имеют цевки, которые входят в зацепление с зубьями приводных звездочек *5*. С одной стороны очистительной камеры располагается загрузочный лоток *6*, а с обратной стороны – выгрузной лоток *7*. Валковый очиститель набран из закрепленных на валах *1* отдельных элементов *8* в виде усеченных конусов, выполненных в виде упругих шин с пневматическими камерами *9* с вмонтированными в них вентилями *10*. На внешних конусных и установленных со стороны выгрузного лотка *7* торцевых большего диаметра поверхностях элементов *8*

закреплены эластичные наружные шипы 11. Давление в пневматических камерах 9 элементов 8 создается с помощью присоединяемого к вентилям 10 насоса, например велосипедного.

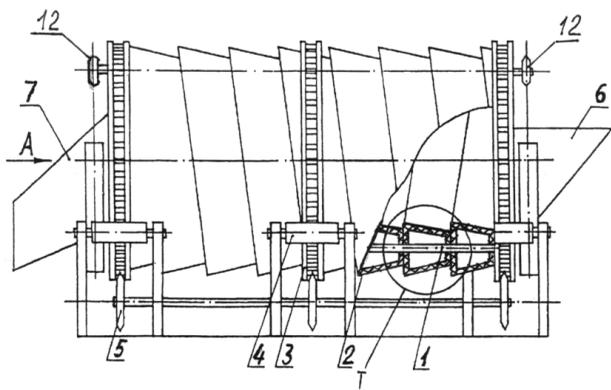


Рис. 7.121. Общий вид устройства для очистки корнеплодов (вид сбоку)

Элементы 8, располагаясь по кругу, образуют за счет увеличивающегося в сторону движения корнеклубнеплодов диаметра и размещения их на смежных валках со смещением в продольном направлении винтообразную полость трубчатого сечения. На концах валов 1 установлены приводные звездочки 12, которые входят в зацепление с двумя секторами 13 с внутренним зацеплением, размещенными на торцевых сторонах очистителя.

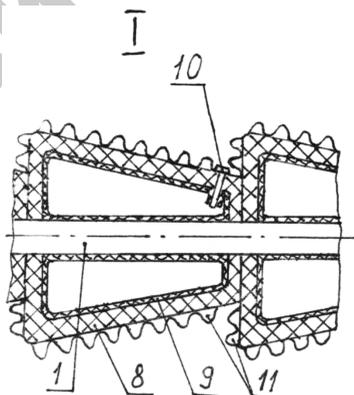


Рис. 7.122. Разрез I на рис. 7.121

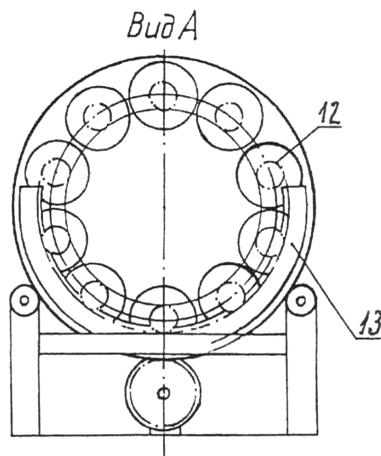


Рис. 7.123. Вид А на рис. 7.121

Устройство работает следующим образом.

Приводные звездочки 5 посредством цевок обеспечивают вращение дисков 3 и тем самым вращение всей камеры очистки устройства. При этом зубья приводных звездочек 12 валковых очистителей 2, в своем относительном движении достигнув точки зацепления с зубьями внутреннего зацепления неподвижных секторов 13, начинают перекашиваться по ним, обеспечивая тем самым вращение валковых очистителей 2 вокруг собственной оси. В момент, когда приводные звездочки 12 выходят из зацепления с зубьями секторов 13, очистительные валки 2 перестают вращаться вокруг собственной оси, и это имеет место для тех валков 2, которые находятся в относительном движении выше центральной оси устройства. Во внутреннюю полость камеры очистки, образованную вращающимися валками 2, из загрузочного лотка 6 поступают корнеклубнеплоды, которые подвергаются интенсивному воздействию со стороны упругих элементов 8 и закрепленных на них упругих шипов 11.

При этом упругая поверхность элементов 8 под действием слоя корнеклубнеплодов деформируется и приобретает очертания в сечениях, перпендикулярных валам 1, близкие к эллипсным, в результате чего на корнеклубнеплоды во время вращения валков 2 вокруг своей оси оказывается дополнительное очищающее

динамическое воздействие. Одновременно с этим деформация упругих элементов 8 способствует самоочищению их поверхности и упругих шипов 11 от налипшей почвы. При этом на поверхность корнеклубнеплодов интенсивно воздействуют также шипы 11 торцевой части со стороны выгрузного лотка 7 упругих элементов 8, что обеспечивает очистку связанных загрязнений с неровностей на поверхности корнеклубнеплодов, с подольных канавок и боковых отростков.

Перемещение корнеклубнеплодов к выгрузному лотку 7 устройства обеспечивается винтовой поверхностью, образованной элементами 8 за счет размещения их на смежных валах 1 с продольным смещением, причем на поверхность корнеклубнеплодов в осевом направлении действует обращенная в сторону выгрузного лотка 7 торцевая большего диаметра часть элементов 8 в виде усеченных конусов с эластичными шипами 11.

Путем изменения давления воздуха с помощью вентиля 10 в пневматических камерах 9 упругих элементов 8 осуществляется оптимизация процесса очистки корнеклубнеплодов при широком спектре их сортов, начиная от столовой свеклы и кончая кормовой свеклой.

6.8

ВУ 12577 Комкодавитель для картофелеуборочных машин [89]

Комкодавитель (рис. 7.124, 7.125) содержит привод, пару параллельных валов 1 и 2, установленных в подшипниковых опорах 3. На валах 1 и 2 закреплены посредством торцевых фланцев со стороны привода 6 и со стороны, противоположной приводу 7, баллоны в виде эластичных покрышек 5 с разделенным на равновеликие секции эластичным наполнителем 4. Вал ведущего баллона 1 соединен с цепной передачей привода, а вал ведомого баллона 2 соединен с устройством 8, обеспечивающим возможность относительного возвратно-поступательного перемещения ведомого баллона по отношению к ведущему вдоль образующей его цилиндрической поверхности. Со стороны, противоположной приводу, наружные части валов 1 и 2 снабжены резьбой с навинченными на нее регулировочными 10 и стопорными 11 гайками, а ближайшие к

ним торцевые фланцы 7 выполнены с радиальными окнами, в которых установлены упирающиеся в регулировочные гайки 10 хвостовики 13 расположенных с внутренней стороны торцевых фланцев дисковых упоров 12, установленных на валах 1 и 2 с возможностью их осевого перемещения вплотную к эластичному наполнителю каждого баллона.

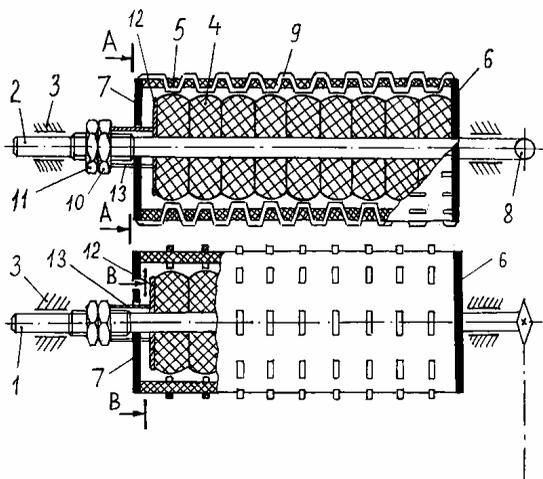


Рис. 7.124. Общий вид коммодатора для картофелеуборочных машин

В эластичных покрышках 5 выполнены сквозные отверстия, в которых размещены рабочие элементы 9 таким образом, что их внутренние части расположены напротив центральных областей ближайших секций эластичного наполнителя 4. При этом на эластичной покрышке ведущего баллона рабочие элементы 9 расположены равномерно по окружностям, а на эластичной покрышке ведомого баллона – по параллельным его оси образующим.

Предпочтительно эластичные рабочие элементы 9 (как наиболее интенсивно воздействующие на клубни, в целях снижения вероятности их травмирования) применять меньшей твердости, чем эластичные покрышки 5, а также различного геометрического сечения, например, на эластичной покрышке ведущего баллона эластичные рабочие элементы выполнены квадратными в поперечном сечении, а на эластичной покрышке ведомого баллона – треугольного поперечного сечения.

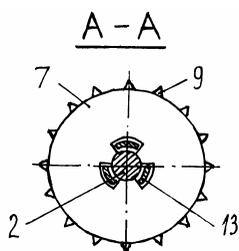


Рис. 7.125. Разрез А-А на рис. 7.124

Комкодавитель работает следующим образом.

При прохождении между клубнями вороха, состоящего из клубней и почвенных комков, разрушение последних происходит под воздействием эластичных покрышек 5, а так же рабочих элементов 9. Дополнительный эффект очистки клубней картофеля и разрушения почвенных комков возникает от перетирающего действия рабочих элементов 9 при относительном возвратно-поступательном перемещении ведомого баллона по отношению к ведущему и при наличии эластичных рабочих элементов 9 различного геометрического сечения, т. е. на эластичном рабочем элементе 9, например, треугольного или квадратного поперечного сечения имеются острые кромки, способствующие более качественной очистке клубней и более эффективному разрушению почвенных комков.

Изменение усилия воздействия баллонов на клубни и почвенные комки при различной степени их прочности вследствие разнообразия существующих почвенных и погодных условий, а также сортов и сроков созревания корнеплодов осуществляется в комкодавителях путем различной степени сжатия секций эластичного наполнителя 4 расположенными вплотную к ним с внутренней стороны торцевых фланцев 7 дисковыми упорами 12, что происходит при навинчивании гаек 10 и перемещении ими вдоль валов 1 и 2 хвостовиков 13 дисковых упоров 12. При достижении требуемой степени сжатия секций эластичного наполнителя 4 положение гаек 10 фиксируется стопорными гайками 11. Уменьшение степени сжатия секций эластичного наполнителя 4 осуществляется в обратном порядке.

Разделение эластичного наполнителя 4 на равновеликие секции позволяет осуществлять более равномерное распределение их деформации по длине барабанов.

Размещение рабочих элементов 9 на эластичных покрышках 5 таким образом, что их внутренние части расположены напротив центральных областей ближайших секций эластичного наполнителя 4, позволяет осуществлять изменение усилия воздействия баллонов на клубни и почвенные комки наиболее быстро и эффективно.

7.1

ВУ 14948 Рабочий орган культиватора [90]

Рабочий орган культиватора (рис. 7.126) состоит из стойки 1, рыхлительной лапы 2 и расположенного перед стойкой гибкого элемента 3 типа струны. Один конец гибкого элемента 3 жестко присоединен к рыхлительной лапе 2, а другой – через пружину 4 к регулировочному винту 5 с гайкой 6, проходящему через центр расположенной в пазах двух параллельных друг другу кронштейнов 7 пластины с регулировочным болтовым соединением 8, фиксирующим ее в пазах кронштейнов 7. На гибкий элемент 3 установлена резиновая втулка 9, выполненная в виде обращенного вершиной к рыхлительной лапе 2 конуса, с возможностью свободного вращения, с выполненными на ее внешней поверхности эластичными шипами 10 (позиции 10, 11 на рисунке не показаны), наклоненными в плоскостях, перпендикулярных оси конуса, в одну сторону, например, по ходу часовой стрелки, по касательным к боковой поверхности резиновой втулки 9. В местах расположения шипов на поверхности конуса в плоскостях, перпендикулярных оси конуса, их стороны наклонены к касательным к боковой поверхности конуса под углами 30...35° и 45...50°. Указанные углы выбраны в соответствии со значениями углов трения растительных остатков о резиновую поверхность в пределах 36...38°. Коническая резиновая втулка 9 внутренней поверхностью своего обращенного вверх основания опирается на втулку с предназначенной для этого опорной поверхностью 11, закрепленной на нижнем конце пружины 4, причем коническая резиновая втулка 3 устанавливается на опорную поверхность 11 за счет упругих свойств своего обращенного вверх основания. Кронштейны 7 закреплены жестко к пластинам 12, которые, в свою очередь, крепятся на стойке 1 тремя стяжными болтами 13.

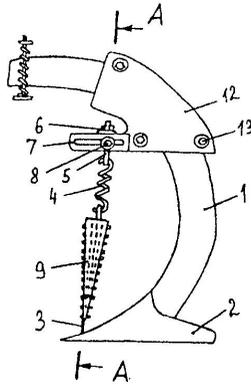


Рис. 7.126. Рабочий орган культиватора

Рабочий орган культиватора работает следующим образом.

При обработке почвенного пласта культиватором под воздействием сил сопротивления прогибается гибкий элемент 3, растягивая пружину 4, а резиновая втулка 9 совершает вращательное движение, которое обеспечивается разным воздействием комков почвы и растительных остатков на шипы 10 в зависимости от стороны их расположения относительно направления движения культиватора. При движении культиватора шипы 10 с правой по ходу движения стороны сгибаются, и их вершины приближаются к боковой поверхности конуса, причем комки почвы и растительные остатки проскальзывают по их наружной поверхности, а шипы 10 с левой по ходу движения стороны под воздействием комков почвы и растительных остатков разгибаются, их вершины удаляются от боковой поверхности конуса, захватывая дополнительно частицы почвы и растительные остатки. В результате разного воздействия обрабатываемой среды на боковые поверхности резиновой втулки 9 возникает вращающий коническую резиновую втулку 9 момент M . При переменных нагрузках гибкий элемент 3 совершает колебательное движение и сбрасывает нависшие сорняки. Коническая резиновая втулка 9, совершая вращательное движение, шипами 10 взаимодействует с сорной растительностью и предотвращает чрезмерное скопление сорняков на стойке 1, способствуя снижению тягового сопротивления.

Регулировка натяжения гибкого элемента 3 производится гайкой 6 регулировочного винта 5. Изменение угла наклона гибкого элемента 3 достигается перемещением пластины с регулировочным болтовым соединением 8 по пазам кронштейнов 7, а также кронштейнов 7 относительно стойки 1 за счет стяжных болтов 13. Это позволяет получить различные режимы колебаний рабочего органа культиватора.

7.2

ВУ 12297 Транспортирующее устройство для корнеклубнеплодов [91]

Транспортирующее устройство для корнеклубнеплодов (рис. 7.127–7.129) содержит расположенное на ведущем и ведомых валах бесконечное полотно 1 с установленными на нем эластичными лопастями 2, выполненными секционными в виде набора установленных с зазором друг к другу элементов, каждый из которых содержит две части, концы каждой из которых связаны соответственно с закрепленными на звеньях бесконечного полотна в стержнях 3 поперечными опорами. Поперечные опоры выполнены в виде установленных на стержнях 3 с возможностью вращения относительно друг друга секций 4, на каждой из которых закреплена часть элемента эластичной лопасти, выполненная в виде пластины 5 с установленными консольно вдоль ее верхнего края и параллельно стержню 3 прутком 6, диаметр которого в 1,5...2 раза больше толщины пластины 5, причем две пластины 5 и 7 с консольно установленными прутками 6, образующие элемент эластичной лопасти, наклонены друг к другу и соединены друг с другом трапециевидным резиновым амортизатором 8, в котором выполнены два несквозных паза для прохода пластин 5 и 7 и отверстия для прутков 6. Консольные части прутков 6, установленных на двух пластинах 5 и 7, образующих элемент эластичной лопасти 2, имеют противоположное направление, а на внутренней стороне каждой пластины консольно закреплены упоры 9 с возможностью опирания на них трапециевидного резинового амортизатора 8. К расположенным на стержнях 3 крайним секциям 4 примыкают компенсационные втулки 10. Стержни 3 входят в звенья цепи 11, служащие для перемещения бесконечного полотна 1. На участках бесконечного полотна 1, где отсутствуют эластичные лопасти 2, секции 4 заменены сплошными обрешеченными опорами, устанавливаемыми на стержни 3. При сборке транспортирующего устройства для корнеклубнеплодов вначале резиновые амортизаторы 8 устанавливают на закрепленных на

секциях 4 пластины одной стороны эластичной лопасти 2, а затем – противоположной, после чего собранные упругие лопасти 2 устанавливаются на смежных стержнях 3 и монтируют на цепи 11.

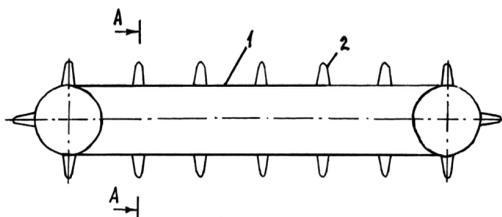


Рис. 7.127. Транспортирующее устройство для корнеклубнеплодов (вид сбоку)

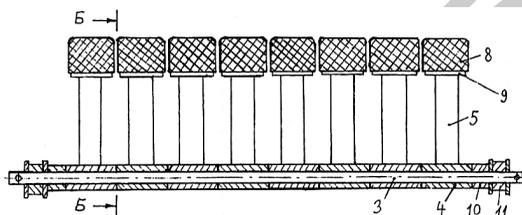


Рис. 7.128. Разрез А-А на рис. 7.127 с наложенным разрезом вдоль оси стержня

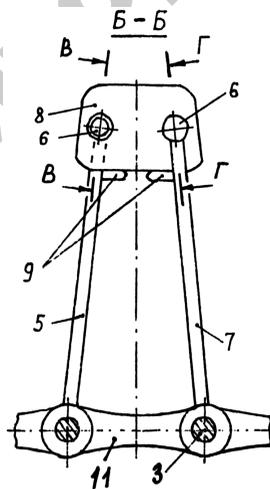


Рис. 7.129. Разрез Б-Б на рис. 7.128

Транспортирующее устройство для корнеклубнеплодов работает следующим образом.

Бесконечное полотно *1* с непрерывно перемещается и транспортирует падающие на него корнеклубнеплоды. При попадании на эластичную лопасть *2* корнеклубнеплод либо прямо взаимодействует с установленным на его вершине резиновым амортизатором *8*, который, деформируясь с одновременным поворотом пластин *5* и *7* эластичной лопасти *2*, гасит удар, предохраняя корнеклубнеплод от повреждений, либо при ударе по внешней стороне пластины *5* или *7* она, независимо от других пластин и лопастей своего ряда, поворачивается вокруг стержня *3*, сжимая резиновый амортизатор *8* между своей внутренней поверхностью и упором *9* противоположной пластины, что также смягчает удар. После прекращения взаимодействия с корнеклубнеплодом пластины *5* и *7* вместе с резиновым амортизатором *8* возвращаются в исходное положение, действуя автономно и независимо от других таких же элементов других эластичных лопастей *2* бесконечного полотна *1*. Это позволяет максимально использовать упругие свойства эластичных лопастей *2*, сведя к минимуму повреждаемость корнеклубнеплодов и увеличивая сроки их хранения.

7.8

ВУ 15275 Колесный движитель [92]

Задача, которую решает изобретение, заключается в обеспечении возможности передвижения транспортных средств как на рыхлых грунтах, так и на дорогах с твердым покрытием.

Колесный движитель (рис. 7.130–7.132) содержит пневматическую шину *1*, обод *2*, грунтозацепы-толкатели *3*, диск *4*, на поверхности которого концентрично относительно его центра на расстоянии *a* от наружной окружности движителя симметрично расположены пальцы *5*.

Каждый грунтозацеп-толкатель *3* состоит из серьги *6* для шарнирного крепления к пальцу *5*, штанги *7* и башмака *8* для взаимодействия с грунтом. Грунтозацепы-толкатели *3* расположены под углом β к осевым линиям колеса и имеют длину большую, чем величина *a*.

Каждый грунтозацеп-толкатель *3* подпружинен относительно диска *4* колеса при помощи пружины *9* и может поворачиваться

относительно пальца 5 в плоскости диска 4 на угол, величина которого ограничена возвратным действием пружины 9. На штанге 7 внутри башмака 8, разделяя его на две одинаковые части, установлен в вертикальной плоскости с возможностью вращения на оси 10 (позиция 10 рисунках не показана) малый диск 11, диаметр которого больше высоты башмака 8 и охватывает его в вертикальной проекции по контуру.

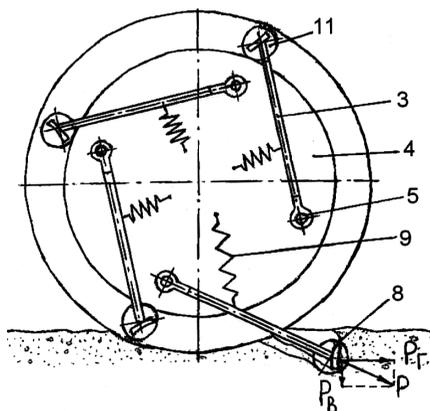


Рис. 7.130. Колесный в движении по слабонесущим грунтам (вид сбоку)

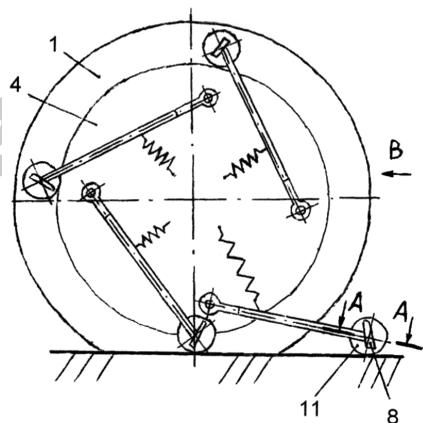


Рис. 7.131. Колесный движитель при движении по дорогам с твердым покрытием с большой деформацией шины (вид сбоку)

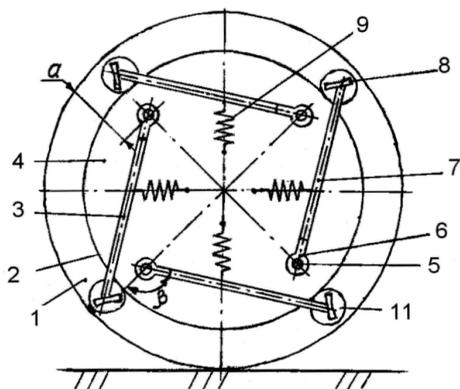


Рис. 7.132. Колесный движитель в неактивном состоянии при движении по дорогам с твердым покрытием с малой деформацией шины (вид сбоку)

Колесный движитель работает следующим образом.

При движении по твердой поверхности дорожного покрытия при достаточном давлении в шинах *1* каждый грунтозацеп-толкатель *3* при помощи пружины *9* находится в неактивном состоянии так, что башмак *8* и малый диск *11* не контактируют с поверхностью.

При движении в условиях бездорожья колесный движитель погружается в грунт на определенную глубину таким образом, что при повороте колеса башмак *8* также погружается в грунт. При этом малый диск *11* в силу своей незначительной толщины не препятствует этому. В случае начала буксования за счет увеличения окружной скорости колесного движителя грунтозацеп-толкатель *3* получает дополнительный момент и погружается на большую глубину. При дальнейшем повороте колесного движителя грунт под башмаком *8* уплотняется и препятствует дальнейшему движению грунтозацепа-толкателя *3*, тем самым создается необходимая опора для толкающего действия грунтозацепа-толкателя *3*, получив которую транспортное средство за счет действия реакции на горизонтальную составляющую $PГ$ от силы P приостанавливает буксование и движется вперед. При дальнейшем повороте колесного движителя за счет того, что грунтозацеп-толкатель *3* может поворачиваться относительно пальца *5*

в плоскости, параллельной плоскости диска 4, действие силы PG продолжается до тех пор, пока следующий грунтозацеп-толкатель 3 не получит опору.

После этого наступает момент, когда действие удерживающей силы ослабевает настолько, что силы возвратного действия пружины 9 и реакции на вертикальную составляющую PB действия силы PG заставляет грунтозацеп-толкатель 3 вернуться в нерабочее состояние. При движении по дороге с твердым покрытием, при недостаточном давлении в шинах 1, малые диски 11, контактируя с твердой поверхностью, перекатываются по ней, препятствуя контакту с ней башмаков 8 и предотвращая повреждение ими твердого покрытия.

7.9

ВУ 13975 Гребенка камнеуборочной машины [93]

Гребенка (рис. 7.133–7.135) содержит закрепленные шарнирно на раме 3, расположенные под углом к почве жесткие параллельные друг другу изогнутые зубья, причем место изгиба делит их на нижнюю накопительную 1 с заостренными в сторону движения зубьями и верхнюю выгрузную 2 части. К середине наружных боковых поверхностей верхней выгрузной части 2 крайних зубьев шарнирно крепится своей центральной частью с возможностью вращения по одному двухплечему рычагу 4, верхние части которых жестко соединены между собой опорными планками 5, а к нижним шарнирно с возможностью вращения присоединено по одному шатуну 6. Противоположные концы шатунов 6 шарнирно с возможностью вращения присоединены к установленному с охватом нижней накопительной части зубьев и проникающему в межзубовое пространство ползуну 7 с возможностью поступательного движения относительно нижней накопительной части зубьев. Верхние выгрузные части 2 крайних зубьев соединены пружинами растяжения 8 с нижними частями двуплечих рычагов 4. Жесткие параллельные друг другу изогнутые зубья соединены между собой в верхней части 2 на одинаковом расстоянии друг от друга перемычками 9.

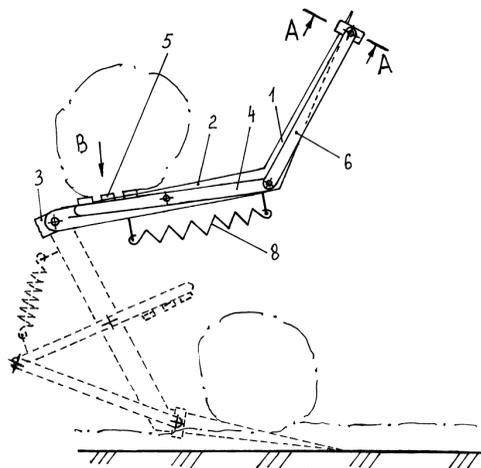


Рис. 7.133. Общий вид гребенки в момент очистки рабочих органов от налипшей почвы при выгрузке камней (сплошные линии) и в положении прочесывания (штриховые линии) слоя почвы с камнями (штрихпунктирные линии)

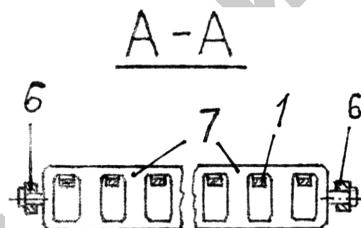


Рис. 7.134. Разрез А-А на рис. 7.133

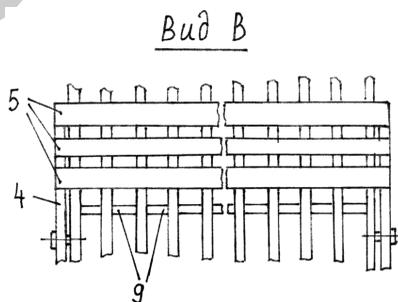


Рис. 7.135. Вид В на рис. 7.133

Гребенка работает следующим образом.

При прочесывании слоя почвы с камнями на глубину до 100 мм почва просеивается между заостренными зубьями нижней накопительной части 1 гребенки и к моменту поступления на нее значительной массы частично налипает на зубья и забивает межзубовое пространство. При этом под действием пружин 8 ползун 7 занимает крайнее левое положение в самом начале нижней накопительной части 1, наиболее удаленное от остриев зубьев. При включении гидроцилиндра (на рисунках не показан) для опрокидывания гребенки она поворачивается вокруг шарнира ее присоединения к раме 3, и, при достижении достаточной высоты подъема, происходит скатывание камней с нижней накопительной части 1 гребенки на ее верхнюю выгрузную часть 2. Одновременно камни ударяют по опорным планкам 5 и поворачивают двуплечие рычаги 4, растягивая пружины 8 и приводя с помощью шатунов 6 в движение ползун 7, в результате которого происходит очистка поверхностей зубьев нижней накопительной части 1 и межзубового пространства от налипшей почвы. При сходе камней с опорных планок 5 за счет усилия пружин 8 ползун возвращается в первоначальное положение. После опускания гребенки она с очищенными нижними заостренными зубьями снова готова к работе.

7.13

ВУ 17054 Тормозная колодка дискового тормозного механизма [94]

Известно [95], что перфорационные отверстия оказывают существенный, поглощающий шум эффект за счет того, что звуковые волны, попадая в них, отражаются от стенки к стенке отверстия и поглощаются, не находя выхода.

Задачей, которую решает изобретение, является снижение уровня скрипа тормозных механизмов на всех режимах торможения при движении автомобиля.

Устройство (рис. 7.13б) содержит опорную пластину 1, фрикционную накладку 2 с пазом 3, образующие тормозную колодку. В дисковом тормозе пластина 1 с накладкой 2 устанавливаются по обе стороны тормозного диска 4 (позиции 4, 6 на рисунке не пока-

заны). Вдоль оси паза во фрикционной накладке на расстоянии 2...3 мм друг от друга выполнены отверстия 5 в виде усеченных прямых круговых конусов, соприкасающихся большими основаниями с отпорными пластинами, при этом диаметры оснований прямых круговых конусов уменьшаются по мере удаления от оси дискового тормоза.

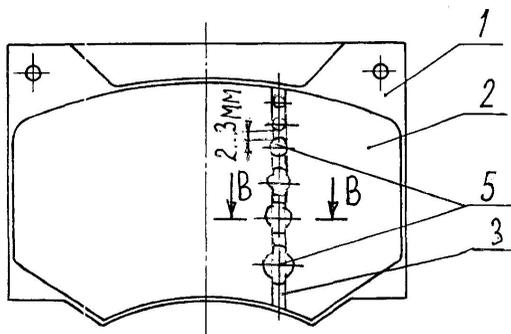


Рис. 7.136. Вид тормозной колодки в плане

Работает устройство следующим образом.

В тормозном механизме устанавливают тормозные колодки, при этом пазы 3 накладок 2 за счет их смещения от оси симметрии колодки располагаются асимметрично. При торможении автомобиля накладка прижимается к диску, и в ней возникают вибрации. Вибрации накладок имеют одинаковую величину, но противоположны по характеру действия, и вследствие асимметричного расположения паза происходит их наложение друг на друга и гашение в расположенных вдоль оси паза 3 во фрикционной накладке 2 на расстоянии 2...3 мм друг от друга отверстиях 5 в виде усеченных прямых круговых конусов. Уменьшение по мере удаления от оси дискового тормоза диаметров оснований прямых круговых конусов отверстий 5 позволяет отверстиям более полно поглощать высокочастотные шумы, возникающие в местах большей окружной скорости диска, расположенных в более удаленных от оси диска местах тормозной колодки, а конусность отверстий 5 препятствует выходу шумовых колебаний из отверстий 5 и направляет шумы в сторону массивных корпусных деталей 6 тормоза, которые их поглощают совместно с боковыми поверхностями отверстий 5.

8.2

ВУ 13440 Устройство для очистки дрена [96]

Устройство для очистки дрена (рис. 7.137) состоит из механического рыхлителя 1 наносных отложений с приводом 2 и линией связи в виде кабеля 3 с источником 4 энергии. Линия связи выполнена из плоского электрического кабеля 3, одной из токопроводящих линий которого является нить 5 из титаноникелевого сплава, обладающего памятью формы. На кабеле 3 через равные промежутки поочередно закреплены скребки, выполненные в виде конусных спиралей правой 6 и левой 7 навинок, обращенных вершинами в сторону механического рыхлителя 1. Устройство крепится на балке 8, уложенной поперек железобетонного кольца 9. Кабель 3 намотан на ось 10, которая снабжена механизмом привода (на рисунках не показан) сматывающего и наматывающего кабель 3 вращения, причем питание его осуществляется от источника 4 энергии.

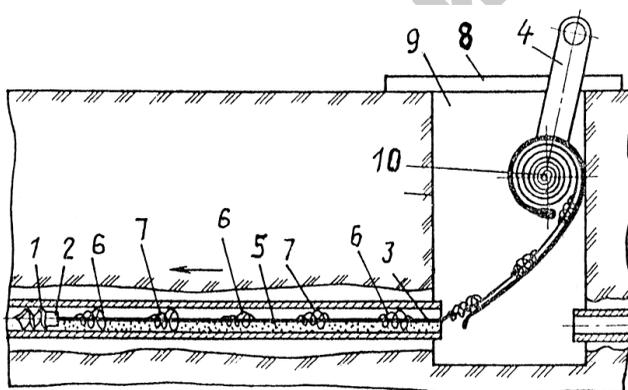


Рис. 7.137. Устройство с ходом вперед

Устройство работает следующим образом.

Механический рыхлитель 1 вставляется в дрена и на кабель 3 подается электрический ток. При подаче тока начинает работать двигатель привода 2, и нагреваются токопроводящие проволоки кабеля 3. От нагревания титаноникелевая нить 5 начнет выпрямляться, так как до этого ей была задана прямая форма при нагревании. Одновременно от источника 4 энергии начнет вращаться ось 10, помогая спира-

лям 6 и 7 разворачиваться и входить в дрону. При вращении по часовой стрелке оси 10 кабель 3 поступательно движется по дроне, разрыхляя механическим рыхлителем 1 отложившиеся наносы, эластичные скребки 6 и 7 растягиваются и сплющиваются под действием наносов, но вследствие того, что эластичные скребки выполнены в форме конусных спиралей правой 6 и левой 7 навиток и равномерно поочередно расположены на кабеле 3, наносы распределяются ими по дроне равномерно. После того как механический рыхлитель 1 дойдет до конца дрены, ток с него снимается и источником 4 вращению оси 10 задается обратный ход. При обратном движении титановая нить 5 остывает и становится эластичной, конусы скребков 6 и 7 при этом деформируются перпендикулярно движению кабеля, линии спиралей скребков 6 и 7 соприкасаются друг с другом и образуют жесткие тарелочки, поочередно захватывая и извлекая наносы. За счет того, что эластичные скребки выполнены в форме конусных спиралей правой 6 и левой 7 навиток и равномерно поочередно расположены на кабеле 3, захватывание и извлечение наносных отложений осуществляется качественно и равномерно по всей длине дрены. При выходе из дрены эластичные скребки, выполненные в форме конусных спиралей правой 6 и левой 7 навиток, резко распрямляются и выбрасывают наносы в приемок, а освобожденные, вместе с кабелем 3, навиваются на ось 10.

Извлечение наносов из приемка можно производить заранее приготовленной емкостью, которая может быть выполнена из различных материалов.

8.11

ВУ (11) 12956 Корнеплодоизвлекающее устройство [97]

Корнеплодоизвлекающее устройство (рис. 7.138, 7.139) состоит из рамы, полого рыхлительного ножа и вильчатого копача, выполненного из встречно вращающихся ведущего конусообразного ротора 4 и ведомого ротора 5, закрепленных на валах. К полуму рыхлительному ножу 2 прикреплен полый башмак 8. В наклонной части полого рыхлительного ножа 2 в продолговатом пазу с помощью закрепленных в сдвоенных пазах его боковой стенки винтами уголков установлен ползун, причем между уголками и ползуном

расположены приклеенные к ним резиновые амортизаторы. При этом обеспечивается возможность в зависимости от глубины расположения корнеплодов регулировочного перемещения ползуна в продолговатом пазу, что достигается в случае ослабления силы затяжки винтов, перемещения ползуна вместе с резиновыми амортизаторами и уголками в нужное положение с последующей затяжкой винтов. Вал ведущего конусообразного ротора 4 установлен в ползуне посредством подшипника скольжения, параллельно которому в ползуне установлен подшипник скольжения с расположенным в нем консольным валом. На валах смонтированы находящиеся в постоянном зацеплении колеса 19 и 20 цилиндрической зубчатой передачи. К консольному валу прикреплен конец расположенного в полости рыхлительного ножа 2 бронированного гибкого проволочного вала 21 с минимальным радиусом изгиба до 40 мм [6], другой конец которого закреплен на валу 22 центробежного вибратора 23, установленного в полем башмаке 8 посредством подшипников скольжения 24. Полый рыхлительный нож 2 соединен с помощью шарнира 25 со стойкой 26, которая крепится к раме хомутами, причем ось шарнира 25 и ось симметрии вала центробежного вибратора 23 перекрещиваются под прямым углом. Полый рыхлительный нож 2 снабжен задней стенкой, конструкция которой предусматривает защиту от попадания в его полость почвы при изменении положения ползуна относительно продолговатого паза.

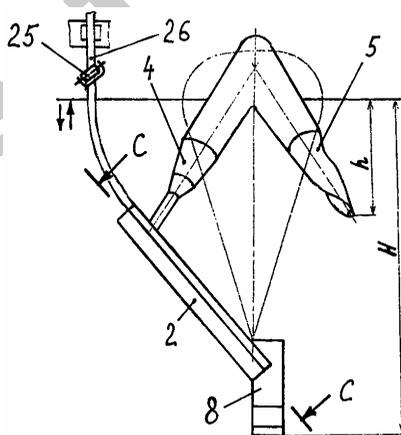


Рис. 7.138. Корнеизвлекающее устройство (вид сверху)

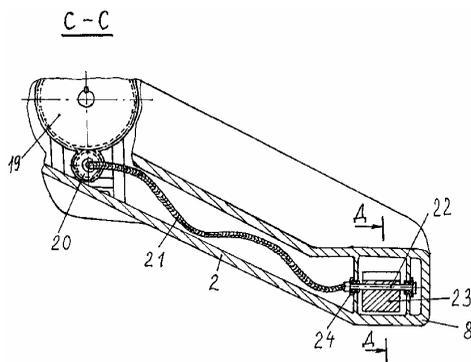


Рис. 7.139. Разрез С–С на рис. 7.138

Корнеплодоизвлекающее устройство работает следующим образом. При движении устройства вперед полый рыхлительный нож 2 и копач заглубляются на рабочую глубину своей наклонной частью. Находясь в почве, полый рыхлительный нож 2 нарушает боковые связи корнеплода с почвой, а полый башмак 8 подрезает хвостовую часть до полного нарушения этих связей. Вращение от вала ведущего конусообразного ротора 4 передается на находящиеся в зацеплении цилиндрические зубчатые колеса 19 и 20, после чего его частота вращения достигает оптимальных [2] параметров и далее, с помощью бронированного гибкого проволочного вала 21, передается на вал 22 центробежного вибратора 23, установленного в полой башмаке 8 посредством подшипников скольжения 24. Под воздействием возмущающих центробежных сил полый рыхлительный нож 2 вместе с полым башмаком 8 совершают вибрирующие колебательные движения, поворачиваясь относительно шарнира 25 и перемещаясь за счет деформации резиновых амортизаторов относительно вала ведущего конусообразного ротора 4, что обеспечивает улучшение отделения частиц почвы от корнеплодов и снижение энергоемкости процесса их выкапывания. Раскрошившийся пласт сепарируется передней частью ротора 4 и винтообразным коническим ротором 5, в результате чего корнеплоды извлекаются из почвы.

Для изменения глубины хода полого рыхлительного ножа 2, при увеличении или уменьшении глубины залегания корнеплодов, независимо от глубины хода вилки 3 необходимо ослабить крепление хомутов, держащих стойку 26, к раме, а также ослабить крепление

винтами ползуна в наклонной части полого рыхлительного ножа 2. При этом изменение расстояния между консольным валом 20 и валом 22 центробежного вибратора приводит к соответствующему увеличению или уменьшению радиусов кривизны бронированного гибкого проволочного вала 21. Следует учесть, что полый башмак 8 не должен сбиваться с оси рядка. После регулировок следует закрепить крепления.

8.12

ВУ 15159 Борона гибкая для глубокого рыхления почвы [98]

Борона (рис. 7.140) состоит из последовательных рядов треугольных пластин (зубьев) 1 с заточенными нижними кромками 2, штанг 3, для подвижного соединения пластин с зазором 2 мм, опорных промежуточных втулок 4.

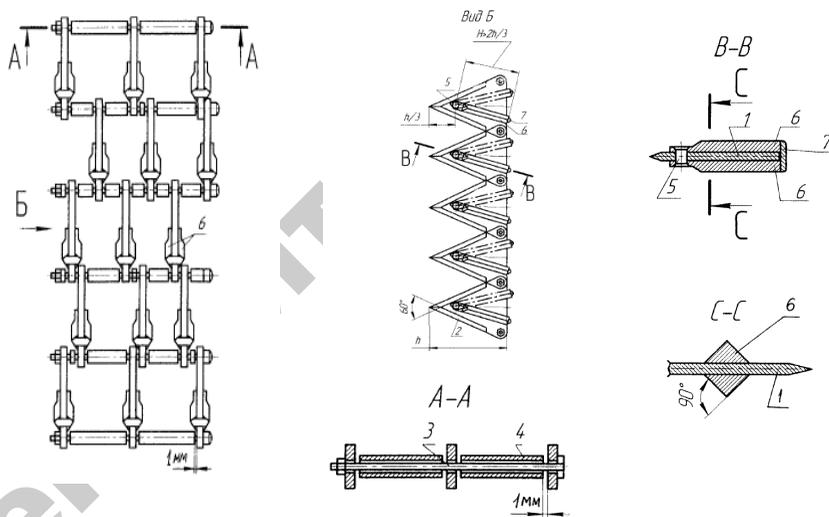


Рис. 7.140. Борона

В каждой пластине в виде зубьев 1 треугольной формы в точке, расположенной на оси симметрии на расстоянии одной трети высоты зуба h от его нижнего заостренного угла в 60° , выполнено от-

верстие, в которое с зазором вставлена ось 5 с жестко прикрепленными к ней по боковым поверхностям зуба своими нижними концами двумя стержнями 6 высотой H , измеренной от центра отверстия, большей $\frac{2}{3}$ высоты зуба h , жестко соединенными между собой симметрично поверх зуба перемычкой 7 с возможностью их относительного перемещения вдоль боковых поверхностей зуба 1 за счет вращения вместе с осью 5 относительно центра отверстия, а поперечные сечения стержней 6 выполнены в виде равнобедренного треугольника с обращенным наружу от зуба прямым углом при вершине.

Борона работает следующим образом.

При движении бороны треугольные пластины (зубья) 1 разрезают обрабатываемую почву на глубину 10...20 см, а расположенные по их бокам стержни 6 разрыхляют почву. Обратный наклон режущих кромок пластин 2 обеспечивает разрезание корневых остатков без вычесывания и утрамбовывания почвы, а наклон стержней 6 за счет расположения их нижней части впереди соединенной перемычкой 7 верхней обеспечивает за счет сопротивления почвы необходимое для выполнения технологического процесса вертикальное заглубляющее борону усилие. При заглублении одной стороны пластин в виде зубьев разворачивают агрегат на 180° , под действием сопротивления почвы стержни 6 поворачиваются вместе с осью 5 и снова занимают положение, заглубляющее борону в почву. Штанги 3 и промежуточные опорные втулки 4 за счет гибкой связи позволяют копировать обрабатываемый рельеф, снижая сопротивление движению агрегата.

9.2

ВУ 16911 Дисковое почвообрабатывающее орудие [99]

Почвообрабатывающее орудие (рис. 7.141) состоит из основного сферического диска 1 со стойкой 2, укрепленной на раме 3 сельскохозяйственного агрегата, и дополнительного диска 4 со стойкой 5, закрепленной с помощью втулки и кронштейна на стойке 2. Дополнительный диск 4 выполнен меньшего диаметра, чем основной диск 1, и установлен в верхней части с противоположной по отношению к нему кривизной рабочей поверхности таким образом, что кромки частей с большими диаметрами обоих дисков обращены

друг к другу. Изменение положения и угла атаки дополнительного диска 4 происходит за счет смещения и поворота стойки 5 во втулке любым известным в технике способом. Рабочая поверхность дополнительного диска 4 меньшего диаметра выполнена в виде жестко присоединенной витком меньшего диаметра к жестко закрепленной на оси втулки с возможностью вращения вместе с ней с помощью подшипника скольжения относительно стойки витой конической пружины.

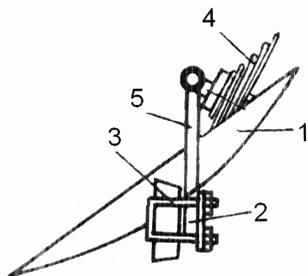


Рис. 7.141. Общий вид дискового почвообрабатывающего орудия (вид сверху)

Почвообрабатывающее орудие работает следующим образом.

Почва, движущаяся по вогнутой поверхности основного диска 1, поступает далее на поверхность в виде боковой поверхности конической пружины дополнительного диска 4, интенсивно крошится витками пружины и отбрасывается на поверхность формируемого гребня почвы. Проникающие между витками пружины комки почвы отбрасываются ими к расположенным в основном плоском диске и дополнительном плоском диске, совмещенным друг с другом полностью или частично окнам. При прохождении окон почвенные комки дополнительно крошатся и отбрасываются на поверхность поля. В случае необходимости изменения степени крошения почвы или изменения места расположения отбрасываемой почвы путем вращения головки гайки изменяется угол наклона боковой поверхности пружины и расстояние между витками. В случае, когда дисковое почвообрабатывающее орудие работает с образованием борозд путем поворота дополнительного плоского диска относительно основного плоского диска с последующей фиксацией их относительного положения стопорными винтами, закрываются расположенные в них сквозные окна, тем самым исключая попадание почвы в борозду.

Таким образом, обеспечивается высокое качество обработки и крошения почвы, в том числе при формировании гребня или борозды, для широкого спектра почвенных условий.

9.3

ВУ 14898 Комбинированный упругий инструмент для обработки отверстия [100]

Задача, которую решает изобретение, заключается в обработке конических отверстий с различной степенью конусности.

Инструмент (рис. 7.142) содержит корпус 1 в виде втулки, в центральном отверстии которого расположен шток 2, имеющий возможность возвратно-вращательного движения относительно корпуса и перемещения вдоль его продольной оси благодаря имеющемуся на штоке винтовому пазу 3 и шпонке 4, входящей в паз 3 и закрепленной в корпусе 1.

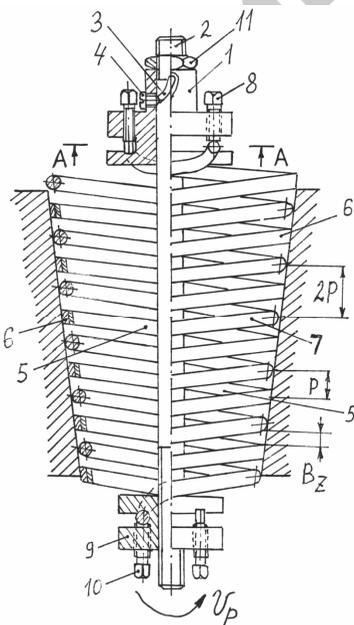


Рис. 7.142. Общий вид инструмента и его положение при обработке конического отверстия

Инструмент имеет чередующиеся в продольном направлении антифрикционные 5 и деформирующие 7 элементы, которые выполнены в виде упругих металлических проволок, свернутых в витки двухзаходной винтовой конической пружины. Одним заходом является коническая пружина с деформирующими витками 7, а другим заходом – дополнительная коническая пружина 5 с антифрикционным покрытием 6. Антифрикционное покрытие 6, применяемое при противозадирной обработке, содержит, например, медь, олово, цинк, дисульфид молибдена, графит и другие компоненты и представляет собой композиционный материал конструкционного характера, который наносится известными способами на наружную поверхность витков одной из пружин 5. Изготавливают пружины 5 и 7 путем навивки с удвоенным шагом $2P$, чтобы в собранном инструменте получить двухзаходную винтовую коническую пружину с шагом P и чередующимися в продольном направлении антифрикционными 6 и деформирующими 7 элементами. С каждого торца такой сборной пружины образуются два конца, которые закреплены в корпусе 1 с помощью винтов 8, а на штоке 2 – с помощью установленного на конце штока 2 посредством крепежной резьбы с возможностью изменения его положения относительно корпуса 1 фланца 9 и винтов 10.

Шток 2 в верхней части имеет резьбу с установленной на ней над корпусом 1 упорной гайкой 11. В случаях необходимости обработки конических отверстий, выполненных из материалов повышенной твердости, на внешней поверхности деформирующих витков 7 закреплены абразивные элементы (на рисунке не показаны), например, в виде алмазного порошка.

Инструмент работает следующим образом.

Перед обработкой конического отверстия винты 10 вывинчиваются, освобождая соприкасающиеся с ними концы пружин 5 и 7. Путем растяжения (сжатия) конических пружин 5 и 7 за счет вращения фланца 9 устанавливается конусность инструмента как у обрабатываемого конического отверстия, после чего винтами 10 концы пружин 5 и 7 снова прижимаются к фланцу 9. При обработке отверстий предлагаемому инструменту сообщают вращательное движение Vp относительно продольной оси, совпадающее по направлению с направлением нарезки имеющегося на штоке винтового

паза 3. При прижатии за счет осевой подачи инструмента к обрабатываемому коническому отверстию шток 2, вращаясь относительно корпуса за счет винтового паза 3 и шпонки 4, сближает концы пружин 5 и 7, скручивая их и дополнительно прижимая витки к обрабатываемой поверхности. При этом наружный диаметр пружины может дополнительно увеличиваться, а благодаря упругим свойствам проволоки и пружины в целом обеспечивается радиальная подача, необходимая для противозадирной обработки элементами из мягкого материала и для поверхностного пластического деформирования (ППД).

Рабочая поверхность, полученная таким образом, является винтовой цилиндрической поверхностью с аксиально-смещенным в продольном направлении рабочим слоем, способствующей снижению температуры обработки благодаря впадине V_z между витками и свободному проникновению смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) в зону обработки.

Аксиально-смещенный рабочий слой винтовой пружины позволяет интенсифицировать процесс обработки. Равномерное действие упругих сил металлической проволоки, свернутой в витки конической винтовой поверхности, повышает точность и производительность обработки, а также снижает теплонапряженность процесса за счет прерывистой в продольном направлении зоны обработки.

Вращение инструмента относительно обрабатываемой заготовки приводит к обкатыванию поверхности деформирующими витками и улучшает степень заполнения впадин микропрофиля антифрикционными материалами. Выполнение пружины с антифрикционным покрытием с меньшей жесткостью витков, чем у деформирующих витков, позволяет обеспечить высокую степень осцилляции витков с антифрикционным покрытием при выполнении технологического процесса, что дополнительно повышает качество обработки отверстий.

В случаях необходимости обработки конических отверстий, выполненных из материалов повышенной твердости, применяются деформирующие витки 7 с закрепленными на их внешней поверхности абразивными элементами (например, в виде алмазного порошка), которые позволяют интенсифицировать технологический процесс.

9.4

ВУ 13786 Комбинированный инструмент для магнитно-абразивной обработки [101]

Задача, которую решает изобретение, заключается в улучшении качества финишной обработки отверстий. Инструмент (рис. 7.143) содержит корпус *1* в виде втулки, в центральном отверстии которого расположен шток *2*, имеющий возможность возвратно-вращательного движения относительно корпуса и продольной оси благодаря имеющемуся винтовому пазу *3* и шпонки *4*, входящей в паз *3* и закрепленной в корпусе *1*.

Инструмент имеет чередующиеся в продольном направлении антифрикционные *5* и деформирующие *6* элементы, которые выполнены в виде упругих металлических проволок, свернутых в витки двухзаходной винтовой цилиндрической пружины. Одним заходом является пружина *5* меньшего диаметра с антифрикционными элементами, а другим заходом – вторая пружина с деформирующими витками *6* большего диаметра. Изготавливают пружины *5* и *6* путем навивки с удвоенным шагом $2P$, чтобы в собранном инструменте получить двухзаходную винтовую цилиндрическую пружину с шагом P и чередующимися в продольном направлении антифрикционными *5* и деформирующими *6* витками. С каждого торца такой сборной пружины образуются два конца, которые закреплены в корпусе *1* с помощью винтов *7*, на штоке *2* – с помощью фланца *8*, который неподвижно установлен на конце штока *2*, и винтов *9*. Шток *2* в верхней части имеет резьбу с установленной на ней над корпусом *1* регулировочной гайкой *10*. Пружина *5* меньшего наружного диаметра выполнена меньшей продольной и поперечной жесткости (за счет уменьшения размеров сечения прутка) и имеет закрепленные на ее наружной поверхности индукторы *11* на постоянных магнитах, расположенные на одинаковом расстоянии на наружной поверхности каждого витка с чередованием их полюсов таким образом, что относительно оси симметрии инструмента индукторы на постоянных магнитах *11* расположены в шахматном порядке. Каждый из габаритных размеров режущих элементов в виде зерен ферроабразивного порошка *12* находится в пределах 5...10 мм, а максимальный наружный диаметр пружины *5* с учетом расположения на ней индукторов *11* на постоянных магнитах – на 1...3 мм меньше наружного диаметра пружины с деформирующими витками *6*.

Радиальная подача осуществляется за счет дополнительного возвратно-поступательного движения штока 2 в корпусе 1, а благодаря имеющемуся винтовому пазу 3 и шпонки 4, входящей в паз и закрепленной в корпусе, шток совершает возвратноротационное движение относительно корпуса и продольной оси.

Упругая металлическая проволока свита в витки винтовых пружин диаметром несколько больше диаметра обрабатываемого отверстия D_3 , количество антифрикционных и деформирующих витков не менее двух, шириной впадины между витками B_z не менее $\frac{1}{3}$ шага пружины. Ввод упругого инструмента в обрабатываемое отверстие заготовки диаметром D производят в растянутом положении пружины при максимальной ее длине L_{max} , которая, вытягиваясь, уменьшается в диаметре до значения D_{min} и инструмент свободно вводится в необработанное отверстие заготовки. Далее, путем поворота регулировочной гайки 10, производится сжатие витков пружин с плотным прилеганием деформирующей пружины 6 к обрабатываемой поверхности.

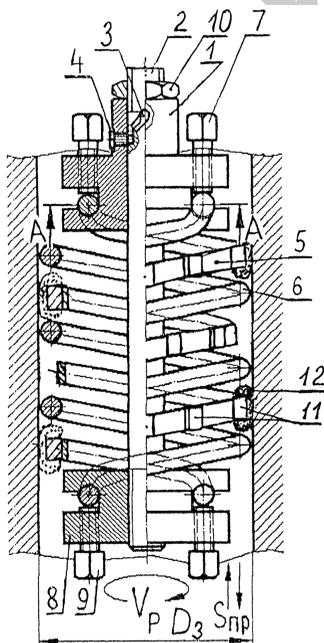


Рис. 7.143. Схема обработки отверстия предлагаемым инструментом и частичный продольный разрез инструмента

Инструмент работает следующим образом.

При обработке отверстий в них в зону обработки подаются режущие элементы в виде зерен ферроабразивного порошка и смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ), а инструменту сообщают вращательное V_p относительно продольной оси и возвратно-поступательное SPP движения. Кроме того, шток 2, вращаясь относительно корпуса за счет винтового паза 3 и шпонки 4, сближает концы пружины, раскручивая ее.

При этом наружный диаметр пружины может дополнительно увеличиваться, благодаря упругим свойствам проволоки и пружины в целом обеспечивается радиальная подача, необходимая для противозадирной обработки элементами из мягкого материала и для поверхностного пластического деформирования (ППД).

Рабочая поверхность, полученная таким образом, является винтовой цилиндрической поверхностью с аксиально-смещенным в продольном направлении рабочим слоем, способствующей снижению температуры обработки благодаря впадине B_z между витками и свободному проникновению режущих элементов в виде зерен ферроабразивного порошка и смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) в зону обработки.

Аксиально-смещенный рабочий слой винтовой пружины позволяет интенсифицировать процесс обработки. Равномерное действие упругих сил металлической проволоки, свернутой в витки винтовой поверхности, повышает точность и производительность обработки, а также снижает теплонапряженность процесса за счет прерывистой в продольном направлении зоны обработки.

Биение корпуса 1 штока 2 не влияет на биение металлической проволоки, свернутой в витки винтовой поверхности, так как этот инструмент свободно размещается и ориентируется в обрабатываемом отверстии.

В процессе противозадирной обработки шток освобождает упругие силы пружин, которые, раскручиваясь, увеличиваются в диаметре и соприкасаются витками с антифрикционным покрытием с обрабатываемой поверхностью и заполняют впадины микропрофиля. При этом деформирующие витки соприкасаются с обрабатываемой поверхностью.

Режущие элементы в виде зерен ферроабразивного порошка захватываются магнитным полем индукторов 11 на постоянных

магнитах и осуществляют финишную обработку внутренней поверхности отверстия. При этом повышается сопротивляемость обработанных поверхностей износу, коррозии и механическому разрушению, а расположение индукторов 11 на постоянных магнитах на одинаковом расстоянии на наружной поверхности каждого витка с чередованием их полюсов таким образом, что относительно оси симметрии инструмента индукторы на постоянных магнитах 11 расположены в шахматном порядке, образует магнитное поле инструмента оптимальной топографии, что способствует максимальной эффективности процесса обработки внутренней поверхности отверстия.

Вращение и возвратно-поступательное перемещение инструмента относительно обрабатываемой заготовки приводят к обкатыванию поверхности деформирующими витками и улучшают степень заполнения впадин микропрофиля антифрикционными материалами.

Выполнение пружины 5 с антифрикционным покрытием с меньшей жесткостью витков, чем у деформирующих витков, позволяет обеспечить высокую степень осцилляции витков с антифрикционным покрытием при выполнении технологического процесса, что дополнительно повышает качество обработки отверстий. По мере износа обрабатываемых поверхностей инструмента, путем дополнительного вращения регулировочной гайки 10 осуществляется, за счет сжатия пружин 5 и 6 и увеличения их диаметров, плавное восстановление первоначальных геометрических параметров инструмента.

После завершения обработки вращением регулировочной гайки 10 пружины расжимаются и уменьшаются в диаметре, и антифрикционные и деформирующие витки отходят от обрабатываемой поверхности, шток 2 выдвигается из корпуса (на рис. 7.143 – движение вверх).

9.8

ВУ 17092 Дисковый тормозной механизм [102]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении плавности работы дискового тормозного механизма.

Дисковый тормозной механизм (рис. 7.144) содержит корпус 4, в котором размещены тормозные колодки 6 по разные стороны

тормозного диска 5. На одну тормозную колодку воздействует тормозная скоба 7, на другую тормозную колодку воздействует цилиндр 8, выполненный заодно со стержнем 2, к которому прикреплен приводной рычаг 3 с помощью гайки 1. На противоположной тормозному диску торцевой поверхности цилиндра 8 расположены зубцы 9 с наклонными поверхностями, входящие в зацепление с аналогичными наклонными зубцами, выполненными на цилиндрической части тормозной скобы 7 и обеспечивающими возможность ее перемещения, при этом приводной рычаг 3 прикреплен к стержню 2, цилиндр 8 которого связан со второй из тормозных колодок.

Со стороны обращенной к тормозному диску 5 торцевой поверхности цилиндра 8 по его наружному диаметру закреплено выступающее за эту торцевую поверхность в сторону тормозного диска 5 упорное кольцо 10. На обращенной к тормозному диску 5 торцевой поверхности цилиндра 8 вплотную к упорному кольцу прикреплены большими основаниями к торцевой поверхности цилиндра 8 выступающие за пределы упорного кольца в сторону тормозного диска резиновые амортизаторы 11, имеющие в осевом сечении форму правильной трапеции. При этом резиновые амортизаторы располагаются своими крайними частями в виде малого основания трапеции ближе к тормозному диску 5, чем край упорного кольца 10.

На обращенной к тормозному диску торцевой поверхности цилиндра 8 вплотную к резиновым амортизаторам 11 со стороны оси цилиндра 8 симметрично ей шарнирно закреплены своими внутренними концами расположенные симметрично вертикальной по оси цилиндра 8 плоскости вдоль боковых поверхностей амортизаторов 11 две жесткие пластины 12 длиной, равной половине высоты сечения амортизаторов, к наружным концам которых шарнирно и симметрично оси цилиндра прикреплена выгнутая в сторону тормозного диска 5 упругая пластина 13 (позиция 13 на рисунке не показана), выполненная из упругой стали, например, марки Р6М5, причем расположенная по оси цилиндра 8 вершина ее выпуклости расположена ближе к тормозному диску 5, чем резиновые амортизаторы 11.

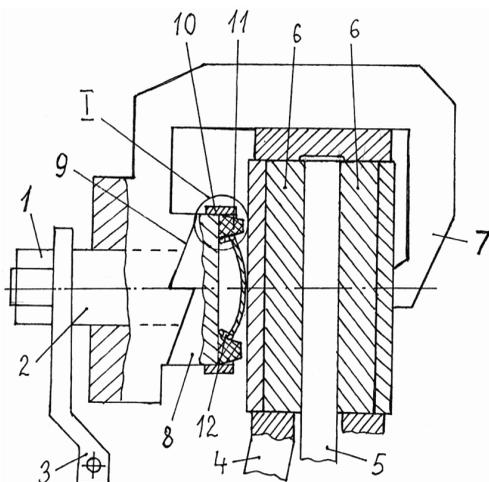


Рис. 7.144. Дисковый тормозной механизм

Дисковый тормозной механизм работает следующим образом.

Воздействие, приложенное к рычагу 3, вызывает вращение стержня 2 и, соответственно, цилиндра 8. Одновременно с вращением стержня 2 и цилиндра 8 происходит их осевое перемещение.

Осевое перемещение обеспечивается скольжением зубцов 9 по наклонным поверхностям аналогичных зубцов, выполненных в тормозной скобе 7. Перемещаясь в осевом направлении, цилиндр 8 легко прижимает выпуклостью пластины 13 левую тормозную колодку к тормозному диску 5, и начинается плавное торможение. При этом тормозная скоба 7 под действием реактивного усилия, возникающего при скольжении зубцов 9 по наклонным поверхностям, перемещаясь в противоположном направлении, прижимает правую тормозную колодку к тормозному диску 5 с другой стороны. В случае необходимости увеличения тормозного момента путем дальнейшего поворота рычага 3 вводят в соприкосновение с левой тормозной колодкой резиновые амортизаторы 11, что увеличивает прижатие колодок к тормозному диску 5. При дальнейшем повороте рычага 3 деформация пластины 13 и резиновых амортизаторов 11 нарастает вместе с более быстро увеличивающимся тормозным моментом до соприкосновения упорного кольца 10 с левой тормозной колодкой. Дальнейшее увеличение тормозного момента при повороте рычага 3 происходит наиболее интенсивно.

При снятии управляющего воздействия с органов управления тормозной системы путем поворота ручки 3 в обратном направлении тормозные колодки 6 возвращаются в нейтральное положение.

9.10

ВУ 13852 Рабочий орган кротодренажной машины [103]

Устройство (рис. 7.145–7.150) состоит из рамы 1 и закрепленных на ней ножа 2, дренажа 3, поперечное сечение которого больше сечения ножа 2 и в передней части выполнено на конус, а также уплотнителя свода в виде расположенного вертикально полозовидного ножа 4 и прикрепленному к нему по нижней кромке, боковой стороной присоединенного горизонтально к дренажу 3 полозовидного ножа 5. Над горизонтально расположенным полозовидным ножом 5 на его противоположной вертикальному полозовидному ножу 4 стороне в плоскости дренажа 3 установлен с возможностью вращения на конце поводка 6 каток 7 в виде диска толщиной, равной толщине дренажа 3. Поводок 6 крепится шарнирно к раме 1. На раме 1 закреплен кронштейн 8, к которому шарнирно присоединен сухарик 9. В сухарик 9 вставлена нажимная штанга 10 с отверстиями, нижний конец которой шарнирно присоединен к поводку 6. Нажимная штанга 10 может перемещаться по прорези сухарика 9, причем головка штанги 11 препятствует выпадению ее из сухарика 9. На нажимную штангу 10 надета спиральная пружина 12, которая упирается верхним концом в сухарик 9, шарнирно прикрепленный к кронштейну 8 рамы 1 сеялки, а нижним – в шайбу 13, закрепленную на штанге 10 шпилькой 14, вставленной в одно из регулировочных отверстий штанги. Вертикально установленный полозовидный нож 4, расположенный вдоль по ходу движения кротодренажной машины параллельно плоскости дренажа 3, в задней своей части стыкуется с направленным в сторону катка 7 под углом к ножам плоским уплотнителем 15, к которому параллельно направлению движения закреплен стабилизатор 16.

Плоский уплотнитель 15 расположен к вертикальному полозовидному ножу 4 в горизонтальной плоскости под углом a , меньшим, к горизонтальному полозовидному ножу 5 – под углом b , большим угла трения почвы о плоскость уплотнителя.

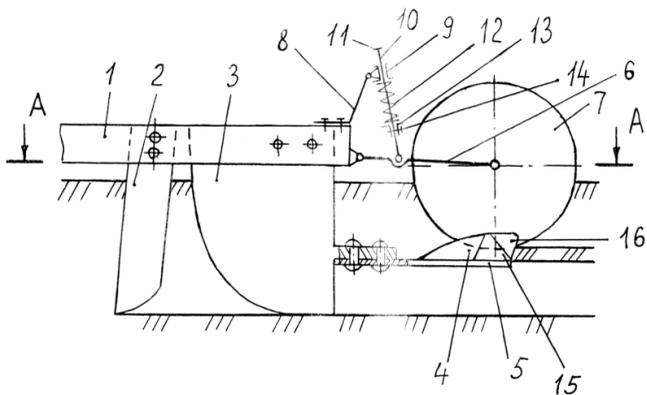


Рис. 7.145. Рабочий орган кротодренажной машины (общий вид)

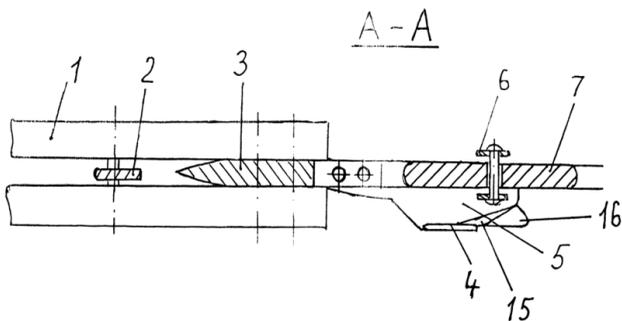


Рис. 7.146. Разрез А-А на рис. 7.145

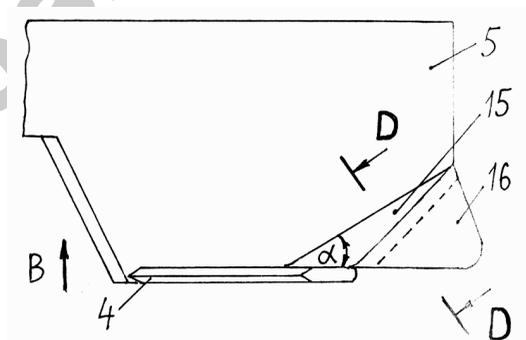


Рис. 7.147. Уплотнитель свода дрены (вид сверху)

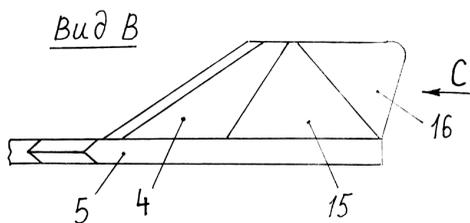


Рис. 7.148. Вид В на рис. 7.147

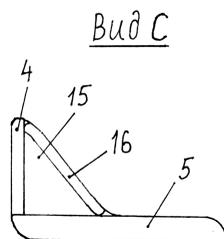


Рис. 7.149. Вид С на рис. 7.148

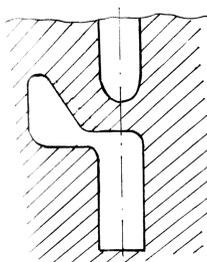


Рис. 7.150. Вид дрены, соединенной с полостью, прорезаемой уплотнителем свода дрены

Рабочий орган работает следующим образом.

При движении агрегата нож 2 прорезает в почве вертикальную щель. Следующий за ним дреноер 3 уплотняет дно и расширяет стенки щели, так как его поперечное сечение больше сечения ножа 2 и в передней части выполнено на конус. Полозовидный вертикальный нож 4 разрезает междренное пространство, а плоский уплотнитель 15 направляет расположенную со стороны дреноера 3 часть разрезанной почвы в сторону катка 7, где она подвергается одновременному уплотнительному воздействию со стороны горизонтального полозовидного ножа 5, катка 7 и плоского уплотнителя 15. При этом расположение плоского уплотнителя 15 к вертикальному полозовидному ножу 4 в горизонтальной плоскости под углом a , меньшим, к горизонтальному полозовидному ножу 5 – под углом b , большим угла трения почвы о плоскость уплотнителя 15, в первом случае не препятствует прохождению прессуемой почвы относительно уплотнителя свода в продольном направлении, а во втором – способствует максимально возможному по конструктив-

ным параметрам перемещению ее в поперечной плоскости в пресуемое пространство между плоским уплотнителем 15, горизонтальным ползовидным ножом 5 и катком 7. Далее стабилизатор 16 с учетом упругих и реологических свойств почвы окончательно формирует нижнюю боковую поверхность ее уплотненного свода без резких переходов и значительных концентраторов напряжения, одновременно обеспечивая на всем протяжении его необходимую толщину. Степень уплотнения, в зависимости от механического состава почвы, регулируется силой предварительного сжатия нажимной пружины 12 путем перестановки шайбы 13 на штанге 10 с помощью вставляемой в ее регулировочные отверстия шпильки 14. Плоскость горизонтального ползовидного ножа 5 в это время предохраняет почву от смещения вниз. Таким образом, формируется всесторонне уплотненный верхний свод кротодрены, трудно размываемый водой, а щель и междренная полость, прорезанные и образованные в стенке кротодрены уплотнителем свода, включающим горизонтально установленный нож 5, служат для поступления воды в междренное пространство. Это существенно повышает эффективность и надежность внутрипочвенного осушения и увлажнения на различных почвах, преимущественно среднего и тяжелого механического состава.

9.16

ВУ 15705 Узел крепления рабочего органа сельскохозяйственной машины [104]

Узел крепления рабочего органа сельскохозяйственной машины (рис. 7.151) включает раму 1, стойку 2 с хвостовиком 3 и гайкой 4, сопрягаемые поверхности которой с отверстием в раме 1 выполнены в виде полусфер 5. На стойке 2 закреплена опорная шайба 6. Между опорной шайбой 6 и рамой 1 установлены концентрично коаксиально расположенные на их общей с хвостовиком 3 оси симметрии наружная 7 и внутренняя 8 цилиндрические пружины сжатия с противоположным направлением навивки витков (например, у внутренней 8 – правое, а у наружной 7 – левое), причем наружная 7 и внутренняя 8 цилиндрические пружины сжатия выполнены относительно их скручивающих или раскручивающих

моментов равной жесткости за счет выполнения наружной цилиндрической пружины сжатия 7 с большим диаметром прутка, чем у внутренней 8. Рама 1 и опорная шайба 6 имеют расположенные центрами по средним диаметрам кольцевых поверхностей контакта с крайними витками наружной цилиндрической пружины сжатия 7 и внутренней 8 цилиндрической пружины сжатия большие, на 0,5...1,0 мм диаметров соответствующих прутков этих пружин, отверстия 9 и 10, оси симметрии которых параллельны осям симметрии цилиндрических пружин сжатия 7, 8 и хвостовика 3, а наружная 7 и внутренняя 8 цилиндрические пружины сжатия имеют отогнутые параллельно их оси симметрии концы 11 и 12, вставляемые в соответствующие диаметрам их прутков отверстия 10 и 9 на их кольцевых поверхностях контакта пружин с рамой и опорной шайбой. К стойке 2 снизу крепится культиваторная лапа 13.

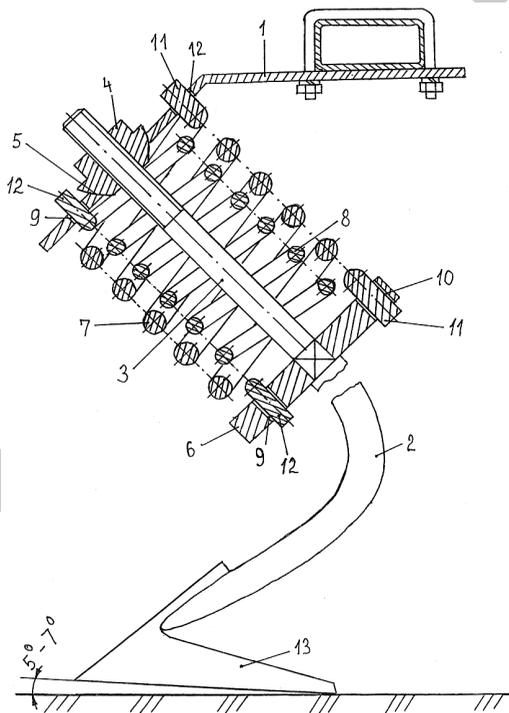


Рис. 7.151. Узел крепления рабочего органа сельскохозяйственной машины

Узел сельскохозяйственной машины работает следующим образом.

В зависимости от применения почвообрабатывающего агрегата на разных типах почв – легких, средних, тяжелых – величина затяжки гайки 4, от конца хвостовика 3, должна составлять соответственно 16, 20 и 28 мм. Далее, почвообрабатывающий агрегат цепляется к трактору и тягами навески (на рисунке не показаны) регулируется так, чтобы плоскости основания культиваторных лап 13 относительно горизонта площадки составляли $5...7^\circ$. Колеса почвообрабатывающего агрегата (на рисунке не показаны) по вертикали фиксируются относительно рамы так, чтобы разность между нижней точкой колес и нижней плоскостью культиваторных лап равнялась технологической глубине обработки почвы. Почвообрабатывающий агрегат готов к эксплуатации и в транспортном положении доставляется к месту назначения. Путем переключения навески трактора в нейтральное положение агрегат опускается в начале поля на землю.

Включается передача по движению машиннотракторного агрегата вперед, и стойки 2 с лапами 13 заглубляются на необходимую глубину. Под воздействием сил сопротивления продвижения лап 13 в почве стойки 2 отгибаются назад, при этом витки передней части цилиндрических пружин сжатия 7 и 8 растягиваются, а задние сжимаются. Полусферическое сопряжение 5 гайки 4 и отверстия на раме 1 совместно с цилиндрическими пружинами сжатия 7 и 8 и отверстиями 9 и 10 с вставленными в них отогнутыми концами 11 и 12 пружин способствуют мгновенному возвращению стойки 2 в исходное положение, в том числе и за счет одинакового во всех направлениях момента от скручивания (раскручивания) пружин при боковых воздействиях камней на рабочий орган. В последнем случае, поскольку одна из цилиндрических пружин сжатия 7 и 8 при этом скручивается, гарантируется упругая деформация обеих пружин без остаточных деформаций.

В связи с тем, что на лапу 13 в почве будут действовать силы сопротивления продвижению ее в почве, стойка 2 с лапой 13 будут отклоняться назад, проворачиваясь вместе с гайкой 4 в точке сферического сопряжения 5. Подтягивание сферической гайки 4 от конца хвостовика 3 на определенную величину позволит в процессе работы колебаться плоскости лапы 13 в пределах $\pm 1^\circ$ относительно горизонта. Если в процессе работы лапа 13 встречает препятствие, которое вынуждает ее отклоняться одновременно назад,

вверх и вбок и даже несколько развернуться вокруг своей оси, то цилиндрические пружины сжатия 7 и 8 после обхода препятствия возвращают стойку 2 в исходное положение.

9.17

ВУ 13158 Загортач сеялки [105]

Загортач (рис. 7.152–7.154) установлен за сошниками 1 сеялки. Загортач закреплен на несущей балке 2 сеялки с помощью установленных на ней поворотных втулок 3 с фиксирующими болтами 4 и закрепленных на поворотных втулках 3 опорных планок 5 с закрепленными на них шпильками 6, прижимных планок 7 и гаек 8. Загортач выполнен из пружинной стали, например, 65Г в виде установленных между опорными 5 и прижимными планками 6 в плоскости, отклоненной относительно несущей балки 2 назад от вертикали на 30°, соединенных попарно путем выполнения из одного прутка меньших пальцев одинакового размера 8, имеющих на концах заделывающие элементы в виде согнутых под углом их концов 9, и установленных между опорными 5 и прижимными планками 6 в плоскости, отклоненной относительно несущей балки 2 назад от вертикали на 40°, соединенных попарно путем выполнения из одного прутка больших пальцев одинакового размера 10, имеющих на концах заделывающие элементы в виде согнутых под углом их концов 11. Заделывающие элементы меньших пальцев 9 по размеру меньше заделывающих элементов больших пальцев 11. Заделывающие элементы каждой пары равных пальцев выполнены одинакового размера, обращены назад под углом к направлению хода машины в сторону сошника, след которого они разравнивают, и проходят горизонтально, причем заделывающие элементы пальцев 9 и 11 выполнены в виде усеченных наклонных конусов, вершины которых обращены назад и находятся на их нижних горизонтальных образующих. Зоны действия заделывающих элементов меньшего и большего размеров каждого сошника взаимно перекрываются, причем за каждым сошником сеялки установлено по паре пальцев меньшего и большего размеров, обращенных своими заделывающими элементами 9 и 11 друг к другу. Несущая балка 2 установлена в подшипниках скольжения на раме сеялки 12 и соединена с силовым гидроцилиндром подъема и опускания загортача с помощью закрепленного на несущей балке рычага 13.

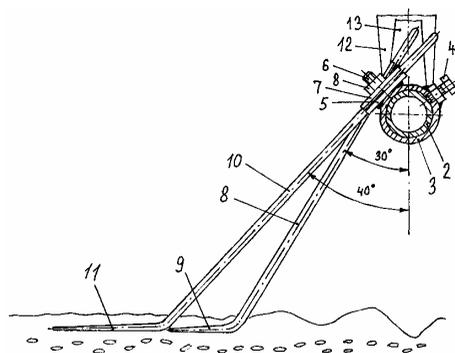


Рис. 7.152. Общий вид загортача (вид сбоку)

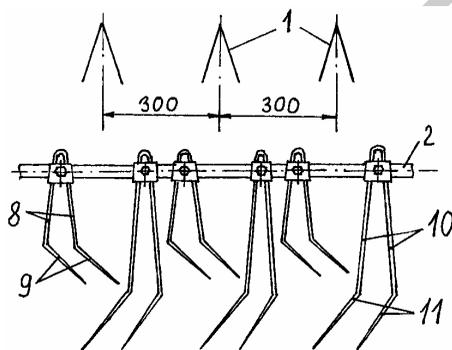


Рис. 7.153. Общий вид загортача (вид сверху)

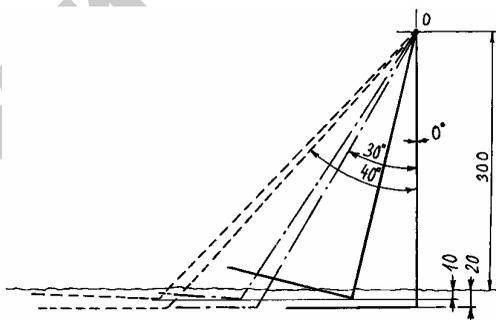


Рис. 7.154. Выглубление заглубленных на 20 мм заделывающих элементов при встрече с препятствием высотой 10 мм, когда пальцы лежат в плоскости, составляющей с вертикалью угол 0° (сплошные линии), 30° (штрихпунктирные линии) и 40° (штриховые линии)

Загортач работает следующим образом.

При движении сеялки в рабочем положении пальцы 8 и 10 сеялки вместе с сошниками 1 опускаются силовым гидроцилиндром в заглубленное до 20 мм положение. Имеющиеся после прохода сошника микронеровности почвы разравниваются обращенными друг к другу и перекрывающимися друг друга заделывающими элементами 9 и 11 меньших и больших пальцев. При этом за счет установки пальцев 8 и 10 в плоскостях, отклоненных относительно несущей балки 2 назад от вертикали на 30 и 40 градусов, осуществляется хорошее копирование вследствие упругих свойств пальцев макронеровностей поверхности поля, а также периодическое освобождение пальцев 8 и 10 от скопившихся у их основания растительных остатков, так как эти углы больше углов трения почвы и растительных остатков о сталь. Заделывающие элементы 9 и 11 не оставляют после себя расположенных вдоль направления движения валков почвы, так как их выполненные в виде усеченных наклонных конусов вершины обращены назад и находятся на их нижних горизонтальных образующих, что позволяет равномерно распределить почву над семенами при любых, в том числе и криволинейных, траекториях движения посевного агрегата.

После выполнения посевных работ загортач вместе с сошниками 1 сеялки с помощью соединенного с силовым гидроцилиндром рычага 13 выглубляется и переводится в транспортное положение. Регулировка угла наклона осуществляется путем поворота втулки 3 после ослабления ее стопорения фиксирующим болтом 4, а регулировка глубины хода – смещением пар пальцев 8 или 10 вверх или вниз на опорной планке 5 после ослабления гайки 8.

9.18

ВУ 17772 Шнековый оборачиватель лент льна [106]

Шнековый оборачиватель лент льна (рис. 7.155–7.157) включает подбирающий аппарат, состоящий из подбирающего барабана 1, ременной передачи 2 с направляющими прутками 3 и двух ведущих шкивов 4, на торцах которых жестко закреплены диски 5. Диаметр меньшего диска равен диаметру шкива 4. Диаметры других трех дисков увеличиваются в сторону, противоположную вращению оборачивающего механизма, который выполнен в виде горизонтально установленного многозаходного шнека.

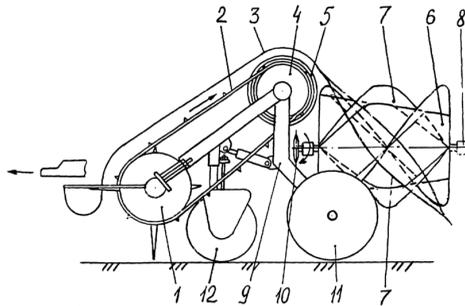


Рис. 7.155. Общий вид шнекового оборачивателя
(вид сбоку)

Вал шнека *б* выполнен в виде обращенного большим основанием в сторону подбирающего барабана *1* усеченного прямого кругового конуса, образующая которого наклонена к его направленной по направлению движения машины горизонтальной оси симметрии на угол $\alpha = 22...25^\circ$, а наружные диаметры закрепленных на валу многозаходного шнека сплошных спиральных навивок *7* и их шаги постоянны по всей длине вала *б* многозаходного шнека, причем по длине многозаходного шнека размещено полвитка каждой спиральной навивки *7* – необходимое условие работы многозаходного шнека как оборачивателя. Количество спиральных навивок *7* (на рисунках принято равным четырем) должно быть таким, чтобы обеспечивался равномерный захват стеблей льна, исключая нагромождение их, чем в дальнейшем обеспечивается на выходе равномерная по толщине лента льна, и количество спиральных навивок (*n*) рассчитывают по формуле

$$n = t / (n_{\text{ш}} V_n), \quad (7.1)$$

где *t* – шаг навивки спирали;

$n_{\text{ш}}$ – число оборотов шнека, с^{-1} ;

V_n – скорость подачи стеблей льна, м/с .

Угол подъема *g* (град) спиральных навивок *7* задается исходя из условия:

$$g \leq 90^\circ - d, \quad (7.2)$$

где *d* – угол наклона стебля к оси шнека, град.

Угол d наклона стебля к оси симметрии вала 6 шнека обеспечивается путем подбора дисков 5 с определенным диаметром, который изменяется от минимального d до максимального D , причем расстояние между крайними дисками равно B . Винтообразные направляющие прутки 3 огибают многозаходный шнек 6 со спиральными навивками 7, образуя канал для прохода стеблей льна. Вал многозаходного шнека 6 установлен на раме 8, которая жестко крепится к основной раме 9, и кинематически связан с приводом вращения 10, что обеспечивает возможность вращения его вокруг своей горизонтальной оси, направленной по направлению движения машины. Все технологические рабочие органы установлены на основной раме 9, которая в прицепном варианте оборачивателя опирается на колеса 11. Подбирающая часть опирается на копирующее колесо 12.

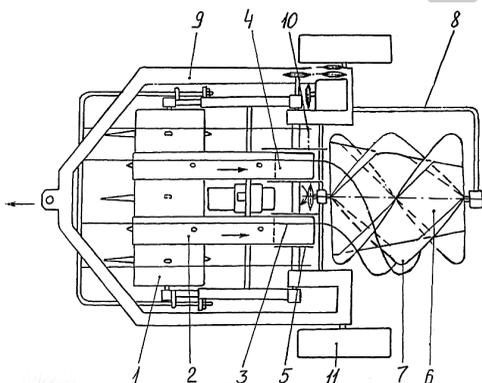


Рис. 7.156. Шнековый оборачиватель (вид сбоку)

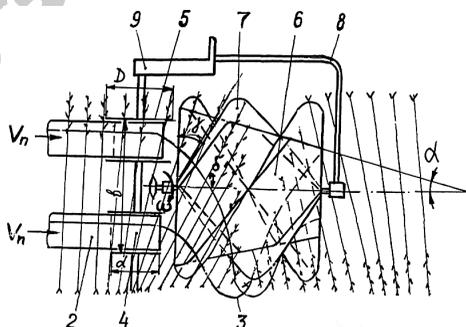


Рис. 7.157. Оборачивающий механизм (вид сверху)

Шнековый оборачиватель лент льна работает следующим образом.

При движении машины по полю подбирающий барабан 1 поднимает с земли ленту стеблей льна и посредством ременной передачи 2 с винтообразными направляющими прутками 3 доставляет ее к дискам 5, жестко закрепленным на шкивах 4. Диски 5 имеют неодинаковый диаметр, увеличивающийся от меньшего диска с диаметром d , равным диаметру шкива, до наибольшего крайнего диаметра D в сторону, противоположную направлению вращения вала 6 многозаходного шнека. Стебли льна, попадая на диски 5, как бы лежат на горке, концы стеблей приобретают разную линейную скорость, и, как следствие, происходит разворот стеблей льна, способствующий беспрепятственному попаданию их в каналы, образованные спиральными навивками 7 на поверхности вала 6 многозаходного шнека и винтообразными направляющими прутками 3. Условие, при котором обеспечивается наиболее благоприятное продвижение стеблей по каналам и практически исключаются завивки каналов стеблями, можно выразить неравенством (7.2).

Необходимый угол разворота стеблей обеспечивается подбором дисков 5 с определенными диаметрами. Далее стебли льна, зажатые в канале, образованном спиральными навивками 7 и винтообразными направляющими прутками 3, смещаются спиральными навивками 7 по валу 6 многозаходного шнека, выполненному в виде обращенного большим основанием в сторону подбирающего аппарата усеченного прямого кругового конуса, образующая которого наклонена к его оси симметрии на угол $\alpha = (22...25)^\circ$ вдоль его оси симметрии, совершая поступательное и вращательное движение, и, развернувшись на 180° (поскольку на всей длине многозаходного шнека размещено полвитка навивки), оказываются в нижней точке шнека. Скользя по винтообразным направляющим пруткам 3, стебли льна опускаются на землю. Так как коэффициент трения f стеблей льна о коническую поверхность вала 6 многозаходного шнека равен $f = 0,4$, то величина угла трения при принятом угле наклона образующей конической поверхности вала 6 к его оси симметрии $\alpha = (22...25)^\circ$ обеспечивает беспрепятственное перемещение спиральными винтами 7 стеблей льна вдоль оси симметрии вала 6 без сгрудивания и дальнейшего нагромождения стеблей льна на поверхности земли после оборачивания.

10.1

ВУ 17511 Стабилизатор расхода воды [107]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении степени стабилизации расходов воды в каналах оросительных систем с ограниченным диапазоном колебаний уровней воды.

Стабилизатор расхода воды (рис. 7.158–7.161) содержит затвор, выполненный в виде плоского щита 1 с приводом управления 2 и размещенный в боковых стенках сооружения 3 в пазах 4. К раме 5 щита 1 жестко прикреплены консоли 6, к которым также жестко присоединена П-образная водосливная стенка 7, образующая с полотнищем затвора 1 полость 8, внутри которой размещен короб 9, торцевыми гранями соединенный с полотнищем затвора 1 и перемещающийся внутри полости 8. В нижней части короба 9 к передней его стенке присоединена центральная секция криволинейного козырька 10, а две крайние его секции 11 присоединены к полотнищу затвора 1, к которому на уровне нижней грани центральной секции 10 криволинейного козырька прикреплен горизонтальный козырек 12, выполненный на длине внутренней полости короба 9, перпендикулярной оси симметрии сооружения 3.

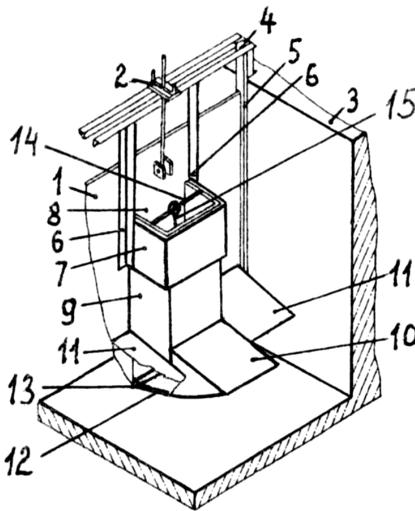


Рис. 7.158. Стабилизатор расхода воды (вид со стороны верхнего бьефа)

Плоский козырек *12* имеет продольную вдоль оси симметрии сооружения длину, равную продольному размеру короба *9*, и прикреплен к нижней кромке щита *1* с напорной его стороны с помощью шарнирного соединения *13* с возможностью вращения относительно его горизонтальной оси. На верхней торцевой поверхности короба *9* закреплена на середине его продольного вдоль оси симметрии сооружения *3* размера параллельно оси вращения плоского козырька *12* перекладина *14*, по центру тяжести которой на перекладине *14* закреплён с предварительным натяжением, большим веса плоского козырька *12*, упругий резиновый жгут *15*, нижний конец которого прикреплен к центру тяжести верхней поверхности плоского козырька *12*. Плоский козырек *12* выполнен с дренажными отверстиями *16*, равномерно расположенными по его поверхности.

Работает стабилизатор расхода в двух режимах: без перелива воды внутрь короба и с переливом.

Первоначально устанавливают стабилизатор расхода воды при помощи привода управления *2* на заданное открытие, соответствующее требуемому расходу воды, подаваемому в отводящий канал.

При работе стабилизатора расхода в режиме без перелива внутрь короба *9* и уровня в верхнем бьефе *H* меньше расчетного *H_р* вся вода, поступающая из верхнего бьефа, пропускается через водопропускное отверстие в отводящий канал. В этом режиме поступающие расходы меньше требуемого, а стабилизатор расхода работает как обычный плоский щит, но обладает повышенной пропускной способностью.

Расчленение криволинейного козырька на секции и рассредоточение их в профиле и плане (центральная секция *10* криволинейного козырька прикреплена к коробу *9* и выдвинута в сторону верхнего бьефа, а две крайние секции *11* прикреплены к полотнищу затвора *1* и отстоят от центральной секции *10* на ширину короба) не влияют на пропускную способность стабилизатора. Плоский козырек *12* усилием упругости предварительно растянутого резинового жгута *15* прижимается к нижней торцевой поверхности короба *9*, а поступающая в короб вода (например дождевая) удаляется из него с помощью дренажных отверстий *16*.

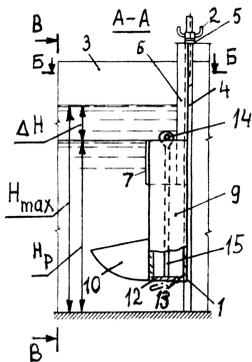


Рис. 7.159. Разрез А-А на рис. 7.158

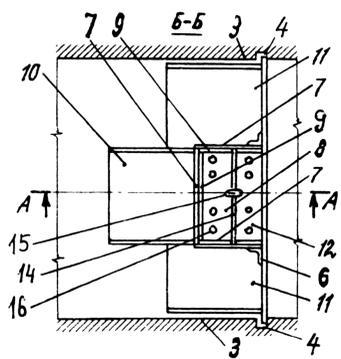


Рис. 7.160. Разрез Б-Б на рис. 7.159

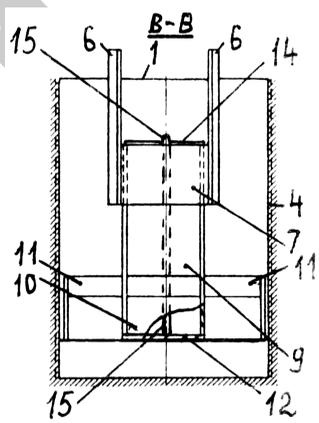


Рис. 7.161. Разрез В-В на рис. 7.159

При увеличении расходов воды в верхнем бьефе повышаются и напоры перед стабилизатором расхода ($H_p < H < H_{\max}$), начинается перелив воды через П-образную переливную стенку 7 внутрь короба 9. С увеличением напора в верхнем бьефе расход воды под крайними секциями 11 криволинейного козырька возрастает, а под центральной секцией – уменьшается. Уменьшение расхода воды под центральной секцией 10 происходит потому, что горизонтальный козырек 12 за счет веса и динамического воздействия падающей на его верхнюю поверхность воды, преодолевающих усилие упругой деформации резинового жгута 15, поворачивается вокруг шарнирного соединения 13 (на рисунке 7.159 показано штрихпунктирными линиями) и направляет струю воды, переливающуюся внутрь короба 9, навстречу потоку, проходящему под ним, что приводит к уменьшению расхода воды под секцией короба 9. Вместе с тем суммарный расход воды, проходящий под стабилизатором расхода, остается практически постоянным, так как увеличение расхода воды в результате общего повышения ее уровня под крайними секциями 11 компенсируется уменьшением его под центральной секцией 10.

10.2

ВУ 12628 Сепаратор для отделения клубней картофеля от ботвы, сорняков и загрязнений [108]

Сепаратор (рис. 7.162, 7.163) содержит закрепленные на раме 1 за элеватором для транспортировки вороха с клубнями картофеля (на рисунках не показан), расположенные на перпендикулярных направлению движения вороха (показано вектором скорости V на рис. 7.162) и параллельных друг другу осях, считая по этому направлению, первый рабочий элемент 2, а также второй рабочий элемент 3. Первый рабочий элемент 2 выполнен цилиндрическим, а второй рабочий элемент 3 выполнен из эластичного материала в виде цилиндра и снабжен закрепленными на цилиндрической поверхности перпендикулярными осям рабочих элементов 2 и 3 ребрами 4, образующими своими удаленными от центра рабочего элемента гранями плоские, касающиеся цилиндра поверхности, параллельные его оси. Расстояние между ребрами 4 больше толщины стеблей отделяемых сорняков и ботвы, но меньше минимального размера клубней. На раме 1 жестко закреплены

с возможностью очистки цилиндрической поверхности рабочего элемента 2 чистик 5 (позиция 5 на рисунках не показана) и с возможностью очистки цилиндрической поверхности рабочего элемента 3 между ребрами 4 секционные чистики 6.

Рабочие элементы 2 и 3 выполнены с возможностью вращения их вокруг параллельных осей в верхней части навстречу друг другу, при этом вершины ребер 4 рабочего элемента 3 периодически располагаются вплотную к цилиндрической поверхности рабочего элемента 2.

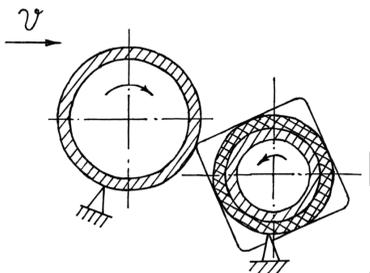


Рис. 7.162. Сепаратор в момент отсутствия зазора между элементами (вид сбоку)

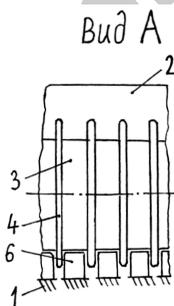


Рис. 7.163. Сепаратор (фронтальный вид)

Сепаратор работает следующим образом.

Ворох с клубнями картофеля поступает с элеватора (на рисунках не показан) на вращающуюся в направлении движения вороха верхнюю часть рабочего элемента 2 и далее – на вращающийся в противоположном рабочему элементу 2 направлении рабочий элемент 3.

Поскольку между рабочими элементами 2 и 3 в процессе работы периодически образуется щель, то часть примесей в виде комков поч-

вы, сорняков, отделившихся от клубней стеблей ботвы, туда проваливается. Основная масса сорняков и стеблей ботвы проходит между вращающимися ребрами 4 и, за счет своей сложной конфигурации и ответвлений, защемляется в них. Далее эта масса подается к элементу 2 и поступает, пройдя между рабочими элементами 2 и 3, в нижнюю часть сепаратора, где под воздействием секционных чистиков 6 удаляется из межреберного пространства на поверхность поля. Клубни картофеля остаются на поверхности ребер 4 и под действием динамических нагрузок, а также поверхностей рабочих элементов 1 и 2 отделяются от ботвы и поступают далее по ходу движения вороха на транспортер (на рисунках не показан). При этом под действием граней ребер 4 происходит дополнительное отделение от поверхностей клубней налипших на них частиц почвы. Поверхность рабочего элемента 2 очищается от налипших частиц почвы чистиком 5.

10.4

ВУ (11)14165 Навесной многокорпусный плуг [109]

Навесной многокорпусный плуг (рис. 7.164, 7.165) содержит навесное устройство 1 с поперечным брусом 2, который вертикальным шарниром 3 связан с продольным брусом 4. Последний вертикальным шарниром 5 соединен с диагональным брусом 6. Брус 2 шарниром 7 связан с качающейся балкой 8, которая шарниром 9 соединена с брусом 6. На последнем вертикальными шарнирами 10 смонтированы плужные корпуса 11, на осях шарниров 10 жестко закреплены рычаги 12, шарнирно связанные между собой тягой 13, которая расположена параллельно брусу 6 и образует с ним и с рычагами 12 первый параллелограммный механизм. Гидроцилиндр 14 смонтирован на брус 6 шарниром 15, а его шток шарнирно через звено 16 соединен с брусом 6. Звено 16 через дополнительную тягу 17, расположенную параллельно брусу 6 и через звено 18 шарнирно связано с рычагом 19, который жестко закреплен на вертикальном шарнире 20 бороздного колеса. Бороздное колесо имеет форму двухстороннего усеченного конуса и выполнено разделенным на пять секций 21, 22, 23, 24 и 25 с возможностью их независимого друг от друга вращения относительно собственной оси, причем секция 23 является центральной и имеет форму двухстороннего усеченного конуса, а секции 21, 22, 24 и 25 имеют форму односторонних

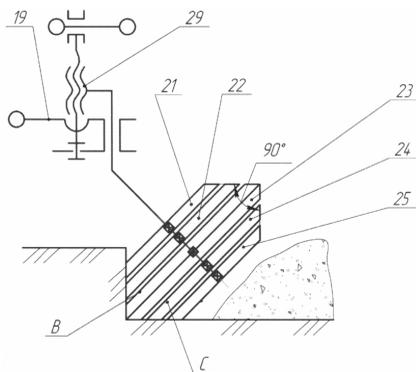


Рис. 7.165. Вид А на рис. 7.164

Навесной многокорпусный плуг работает следующим образом.

При изменении ширины захвата подают рабочую жидкость в поршневую полость гидроцилиндра 14, шток которого перемещает звено 16 и через тягу 17 рычаг 19, который поворачивает бороздное колесо, состоящее из вращающихся независимо друг от друга секций 21...25, в шарнире 20 против часовой стрелки (рис. 7.164) до упора его в стенку борозды. При этом тяга 17 через штангу 27, двухплечий рычаг 28, тягу 13 и рычаги 12 поворачивает в шарнирах 10 плужные корпуса 11, переводя их в соответствующие положения.

Плечи рычага 28 и положение тяги 17 на звене 16 выбираются таким образом, что изменение ширины захвата не вызывает изменение исходных установочных углов лемешно-отвальной поверхности плужных корпусов 11 к стенке борозды. При изменении почвенного фона исходные установочные углы лемешно-отвальной поверхности устанавливаются регулировкой длины штанги 27 при запортом положении гидроцилиндра 14. При выполнении технологического процесса вспашки бороздное колесо верхними секциями в виде усеченных конусов 21 и 22, а также верхней частью центральной секции 23, упираясь в стенку борозды, выполняет функцию полевых досок, а нижними секциями в виде усеченных конусов 24 и 25, а также нижней частью центральной секции 23 опирается на дно борозды и выполняет функцию полевого (опорного) колеса. При этом сгуживания почвы перед секциями 21...25 бороздного колеса вследствие их независимого вращения друг от друга не происходит, и секции перемещаются по опорным поверхностям без скольжения.

Так как бороздное колесо выполняет функцию полевого и бороздного колес, то одним винтовым устройством 29 регулируется глубина хода задних корпусов. Для обеспечения транспортной габаритной ширины плуг поворачивают в шарнире 7 гидроцилиндром 34. В рабочем положении плуг работает как полунавесной, что обеспечивает копирование рельефа почвы и устойчивость хода плужных корпусов 11 по глубине.

10.6

ВУ 12723 Устройство для сепарации корнеплодов [110]

Устройство (рис. 7.166–7.168) содержит прутковое элеваторное полотно 1, которое огибает ведомые звездочки 2, подпружиненный ролик 3 и эксцентрично установленные сборные ведущие звездочки в виде зубчатых венцов 4, установленных с посадкой скольжения на эксцентриковых ступицах 5, последние смонтированы на валу 6. Зубчатые венцы 4 связаны со ступицами 5 также посредством спиральных пружин 7. От осевого смещения венец 4 удерживается на ступице 5 стопором 8, а вращающий момент передается с вала 6 на звездочки при помощи шпонок 9. Зубчатые венцы 4 ведущих звездочек жестко связаны между собой цилиндрической трубой 10, наружный диаметр которой меньше окружностей их впадин, а внутренний – больше максимального диаметра спиральных пружин 7, при помощи винтов 11.

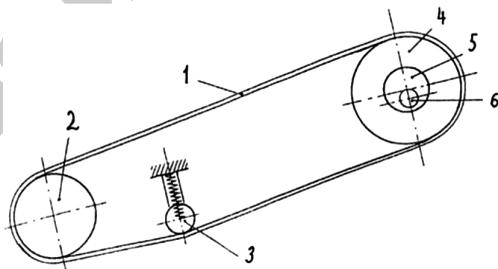


Рис. 7.166. Устройство для сепарации корнеплодов (вид сбоку)

Устройство для сепарации корнеклубнеплодов работает следующим образом.

В первоначальный момент на полотне элеватора *1* отсутствует сепарируемый ворох, и пружинные элементы *7* в виде спиральных пружин не скручены, зубчатые венцы *4* занимают начальное положение относительно ступиц *5*, что соответствует минимальному значению эксцентриситета. По мере поступления сепарируемого вороха корнеклубнеплодов на полотно элеватора *1* нагрузка через венцы *4* передается на пружинные элементы *7*, которые независимо от равномерности распределения вороха на полотне элеватора, жестко связанные между собой цилиндрической трубой *10* с помощью винтов *11*, в одинаковой степени деформируются (скручиваются), изменяя величину эксцентриситета. При этом пружины надежно защищены от частиц почвы и растительных примесей, которые не попадают между их витками и не препятствуют нормальному функционированию устройства. При вращении вала *6* прутковое полотно *1* получает периодические натяжения и поперечные колебания за счет натяжного ролика *3* и ведущих эксцентриковых звездочек. Амплитуда колебаний элеваторного полотна *1* зависит от величины эксцентриситета. По мере увеличения массы поступающего вороха на полотно *1* увеличивается значение эксцентриситета, что приводит к увеличению интенсивности сепарации, так как увеличивается амплитуда колебаний.

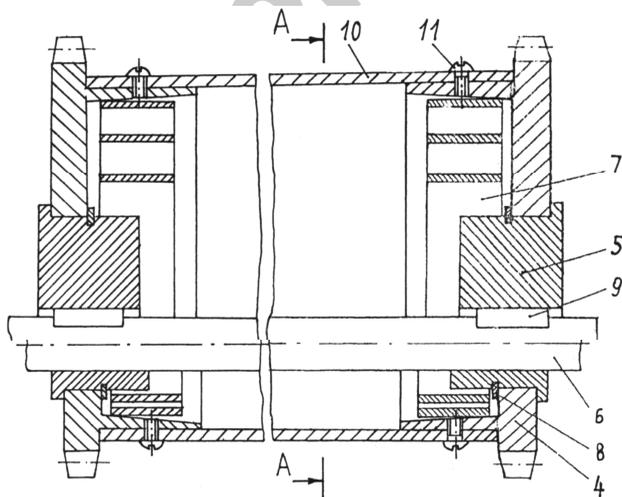


Рис. 7.167. Разрез ведущих звездочек по оси вала

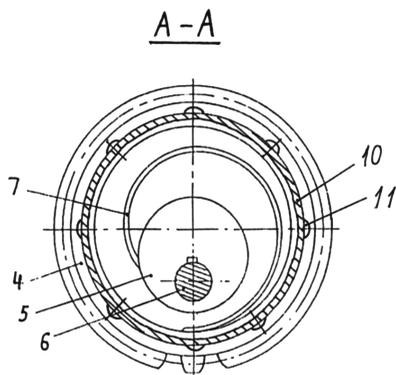


Рис. 7.168. Разрез А-А на рис. 7.167

Колебания полотна элеватора приводят к подбрасыванию компонентов вороха и уменьшению его давления на полотно *1*, вследствие чего пружинные элементы резко раскручиваются, придают полотну продольное перемещение, при этом происходит растаскивание вороха, улучшающее просеивание примесей. Когда компоненты вороха опускаются на полотно *1*, под их давлением пружинные элементы *7* опять скручиваются. Так как поступление и сепарация пласта на полотне элеватора *1* – процесс не постоянный, а просеиваемость компонентов вороха зависит от их физико-механических свойств, то при работе устройства периодически изменяется величина эксцентриситета ведущих звездочек, пружинные элементы начинают работать в режиме автоколебаний, который приводит к колебаниям полотна в продольном направлении, разрушая внутренние связи в ворохе.

По мере снижения нагрузки на полотне *1* автоматически изменяется относительное положение венцов *4* и ступиц *5*, при этом уменьшается эксцентриситет, очищенные корнеплоды не подбрасываются на элеваторе, следовательно, снижается их повреждение.

10.12

ВУ 13010 Ротор кустореза [111]

Ротор кустореза (рис. 7.169–7.171) содержит корпус *1* с приводом (на рисунке не показан) и валом *2*, на котором смонтирован диск *3* с закрепленными на нем в нижней части двумя кольцами *4*

с расположенными на них на одинаковом расстоянии друг от друга и на одной концентрической окружности тремя парами соосных отверстий, а также три гибких рабочих органа. Каждый гибкий рабочий орган выполнен комбинированным и представляет собой скрепленные звеньями 6 измельчающие 7 и срезающие 8 элементы, причем каждый измельчающий элемент выполнен в виде пластины, имеющей режущие кромки на обеих сторонах по направлению и против направления вращения ротора кустореза, в звеньях 6 закреплены двухсторонние заостренные вкладыши 9, а срезающие элементы 8 выполнены с двухсторонними режущими кромками, закреплены на обоих концах каждого гибкого рабочего органа и имеют по монтажному отверстию 10, с помощью которого один из его концов установленным в соосные отверстия колец 4 пальца 5 шарнирно присоединяется к диску 3.

Пальцы 5 с помощью шплинтов 11 фиксируются от осевого перемещения. Ротор кустореза при помощи подвески установлен на самоходном шасси (на рисунке не показано).

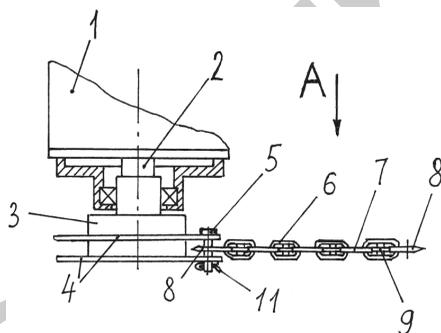


Рис. 7.169. Ротор кустореза (вид сбоку в разрезе)

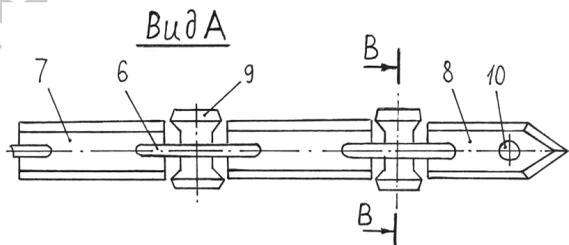


Рис. 7.170. Вид А на рис. 7.169

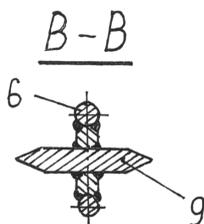


Рис. 7.171. Разрез В-В на рис. 7.170

Ротор кустореза работает следующим образом.

Включают привод и при помощи вала 2 вращают диск 3 с закрепленными на нем с помощью колец 4 и пальцев 5 тремя гибкими рабочими органами. Ротор кустореза подводят к древесно-кустарниковой растительности. Срезающим элементом 8 гибких рабочих органов древесно-кустарниковая растительность срезается. Срезанная древесно-кустарниковая растительность попадает затем в зону действия измельчающих элементов 7 и закрепленных в звеньях 6 двухсторонних заостренных вкладышей 9, в результате чего она в полной мере измельчается и разбрасывается. При снижении качества выполнения технологического процесса вследствие затупления режущих рабочих кромок срезающих элементов 8, измельчающих элементов 7 и закрепленных в звеньях 6 двухсторонних заостренных вкладышей 9, вращение вала 2 прекращается, шпильки 11 вынимаются из пальцев 5, пальцы 5 вынимаются из соосных отверстий колец 4 диска 3 и монтажных отверстий 10, гибкие рабочие органы оперативно поворачиваются на 180° в горизонтальной плоскости и снова монтируются на кольцах 4 диска 3. При последующем включении привода в работе будут использованы ранее не задействованные острые режущие рабочие кромки срезающих элементов 8, измельчающих элементов 7 и закрепленных в звеньях 6 двухсторонних заостренных вкладышей 9, что обеспечит повышение производительности работы кустореза при одновременном существенно более качественном, по сравнению с прототипом, измельчении древесно-кустарниковой растительности за счет дополнительного воздействия на закрепленных в звеньях 6 двухсторонних заостренных вкладышей 9.

11.7

ВУ 12843 Машина для контурной обрезки плодовых деревьев [112]

Машина для контурной обрезки плодовых деревьев (рис. 7.172, 7.173) содержит ходовую часть 1, раму 2 со смонтированным на нее режущим аппаратом, состоящим из равноудаленных друг от друга дисковых пил 3, каждая из которых закреплена на валу 4, а также закрепленной на каждом валу 4 под дисковой пилой 3 и параллельно ей на расстоянии, равном необходимой длине срезаемых ветвей, по крайней мере, одной дополнительной дисковой пилы 5, размер диаметра которой меньше размера диаметра дисковой пилы 3. Разность между радиусами дисковой пилы 3 и дополнительной дисковой пилы 4 больше диаметра срезаемых ветвей. На каждой дисковой пиле 3 закреплены симметрично относительно ее центра, по меньшей мере, одна пара вертикальных ножей 6, каждый из которых направлен острием в сторону вращения дисковых пил и имеет заостренную верхнюю кромку.

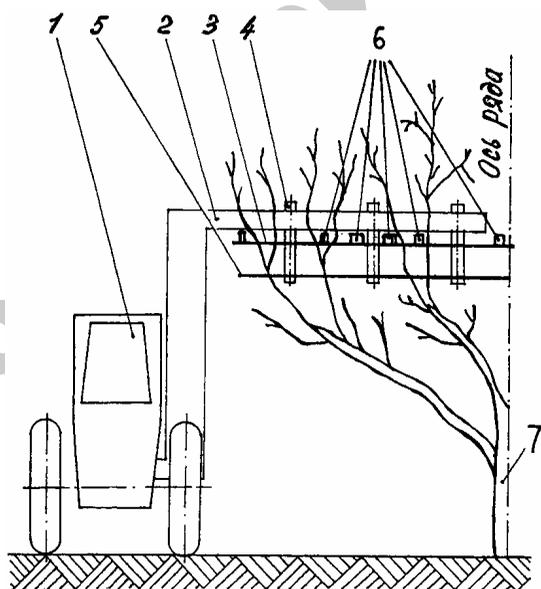


Рис. 7.172. Машина для контурной обрезки плодовых деревьев (вид сзади)

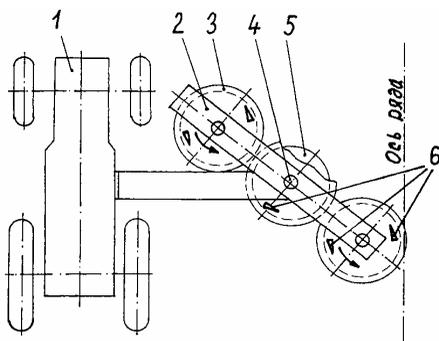


Рис. 7.173. Машина для контурной обрезки плодовых деревьев (вид сверху)

Машина для контурной обрезки плодовых деревьев работает следующим образом.

Машина заезжает в междурядье сада, плодовые деревья 7 которого необходимо обрезать по контуру. Режущий аппарат устанавливается в пределах диапазона действия рабочих органов машины на высоте, при которой дисковыми пилами 3 и 5 будут срезаться концы ветвей необходимой длины, т. е. длины, обеспечивающей их запахивание без забивания ими рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Включается привод валов 4, и начинают движение машины по междурядью. Ввиду сложной геометрической формы ветвей, имеющих разные углы изгиба в различных направлениях, и высоты отдельных ветвей за пределами диапазона действия рабочих органов машины, часть верхних ветвей разрезаются на части, большие необходимой длины. Падая под действием собственной силы тяжести вниз, они попадают в зону действия вертикальных ножей 6, которые дополнительно измельчают их. Дальнейшее снижение кроны плодовых деревьев достигается опусканием режущего аппарата на величину, равную двойному расстоянию по валу 4 между дисковой пилой 3 и дополнительной дисковой пилой 5 и последующему проходу по междурядью сада.

Для обеспечения контурной обрезки деревьев за один проход необходимо установить на каждом валу 4 дополнительной дисковой пилой 5 соответствующее количество дополнительных дисковых пил.

11.8

ВУ 13439 Картофелекопатель [113]

Картофелекопатель содержит (рис. 7.174, 7.175) раму 1, на которой смонтирован подкапывающий рабочий орган, выполненный в виде лемеха 2 с вертикальными стенками и расположенного над лемехом комкоразрушающего барабана 3 (позиции 1, 3, 5, 6 на рисунках не показаны). В дне лемеха выполнены продольные прорезы 4 различной длины для получения максимальной площади просеивания почвы при сохранении жесткости конструкции лемеха. На поверхности барабана выполнены волнообразные выступы 5 вдоль оси барабана. Зазор между дном лемеха и поверхностью барабана может регулироваться в зависимости от размеров клубней, чтобы свести к минимуму возможность повреждения крупных клубней картофеля. Сепарирующий рабочий орган 6 выполнен в виде жестко закрепленных на раме системы валов 7, на которых с возможностью вращения в шахматном порядке установлены диски 8, при этом диски 8 имеют пальцы, выполненные из эластичного материала с сечением, уменьшающимся от основания пальца к его вершине, причем наружная поверхность каждого пальца в его основании перпендикулярна радиусу диска 8, а пальцы дисков 8 смежных валов 7 установлены с перекрытием. Валы 7 имеют расположенные между дисками колена, каждое из которых выполнено из двух щек 9, соединенных на периферии шейкой 10, при этом шейки 10 каждого вала 7 расположены на параллельной ему оси, смещенной относительно вала 7 в плоскости под углом 45° вверх, поочередно, начиная с ближайшего к лемеху 2, вперед к нему и назад от лемеха 2 в противоположную сторону для следующего вала, с повторением этого порядка чередования для других, более удаленных от лемеха 2, пар валов 7, и закреплены на щеках 9 на одинаковом расстоянии от соседних валов, при этом диски 8 расположены между щеками 9 соседних валов вплотную, а к шейкам 10 с зазором. Расположенная рядом с сепарирующим рабочим органом 6 часть лемеха 2 содержит прорезы для размещения в них дисков 8 ближайшего к ней переднего вала 7 и примыкает к направленным вперед шейкам 10. Наиболее удаленный от лемеха 2 вал 11 выполнен прямым и содержит закрепленные на нем в пространстве

между дисками с зазором пластины 12. После сепарирующего рабочего органа 6 установлены сужающие щитки 13 для равномерного укладывания клубней картофеля на поверхность поля.

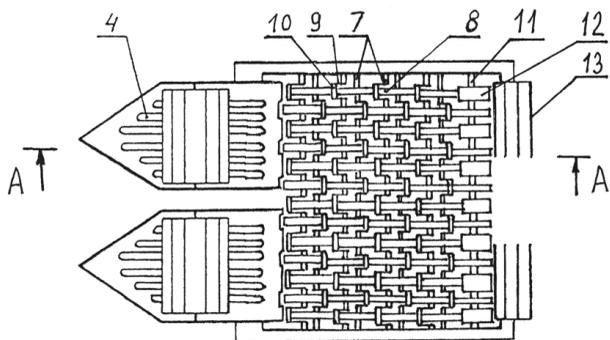


Рис. 7.174. Принципиальная схема картофелекопателя (вид сверху)

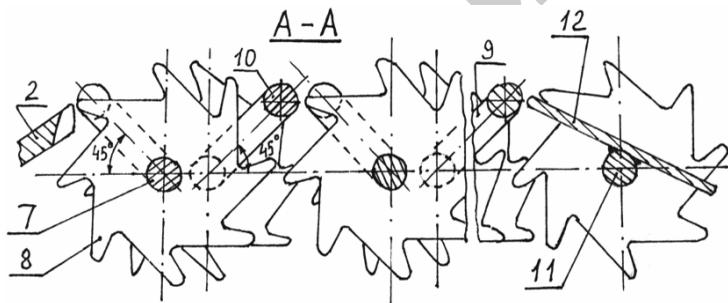


Рис. 7.175. Разрез А-А на рис. 7.174

Картофелекопатель работает следующим образом.

При движении картофелекопателя по полю лемехи 2 подкапывают картофельные ряды, обеспечивая захват минимального количества почвы без разваливания ее по сторонам.

Одновременно с подкапыванием пласта принудительно вращающиеся комкоразрушающие барабаны 3 крошат пласт почвы. Поверхность барабана с волнообразными выступами 5 вдоль его оси эффективно раздавливает крупные комки почвы, способствует отрыву клубней от ботвы и лучшей подаче массы на сепарирующий орган 6. Продольные прорези 4 в дне лемеха 2 обеспечивают

дополнительное крошение подкопанного пласта и частичную сепарацию почвы. Так как раздавливание почвенных комков происходит в момент подкапывания массы, то клубни картофеля хорошо защищены слоем почвы от повреждений комкоразрушающим барабаном. Далее масса поступает на сепарирующий рабочий орган 6, где подвергается интенсивному разделению эластичными пальцами дисков 8, что обеспечивается их значительно более плотным расположением на поверхности сепарирующего органа за счет наличия на валах 7 образованных щеками 9 и шейками 10 колен с размещенными в них дисками 8.

При этом примеси проходят в зазоры между дисками 8, а клубни переносятся их эластичными пальцами, в том числе и по верхним поверхностям шеек 10 сепаратора 6, без потерь и, направляемые сужающими щитками 11, укладываются на поверхность поля. Наличие на прямом валу закрепленных на нем в пространстве между дисками 8 с зазором пластин 12 препятствует потере части клубнеплодов до подхода их к равномерно укладывающим клубни картофеля на поверхность поля сужающим щиткам 13.

13.3

KZ 26534 Устройство для отделения от корнеплодов и растительных остатков [114]

Устройство для отделения от корнеплодов почвы и растительных остатков (рис. 7.176–7.179) включает барабан 1, размещенный внутри его концентрично основной шнек 2, приемный лоток 3, вариатор 4, приводной ремень 5 и механизм 6 его натяжения.

Барабан 1 состоит из переднего 7 и заднего 8 колец, соединенных между собой осями 9 с вальцами 10, между поверхностями которых имеются зазоры, значительно меньше максимальных частей примесей, уходящих в отход. Барабан 1 посредством крестовин 11 и 12 с подшипниковыми основаниями опирается на вал основного шнека 2. Со стороны подачи очищаемого материала на передней крестовине 11 закреплен конический кожух 13, имеющий вид усеченного конуса и обращенный большим основанием в сторону основного шнека 2, т. е. внутрь барабана. Основной шнек 2 состоит из пустотелого вала 14 и многозаходных спиралей с витками 15.

Конический кожух 13 установлен с перекрытием витков 15 спирали шнека 2, что исключает заклинивание поступающей в барабан 1 массы и обеспечивает надежное ее транспортирование.

Часть барабана 1 от загрузочного лотка 3 до большего (внутреннего) основания кожуха 13 в виде усеченного конуса является загрузочной, а остальная часть – рабочей, причем последняя треть (ближайшая к выходу) рабочей части является доочистительной.

Цилиндрические вальцы 10 в загрузочной части барабана 1 выполнены гладкими, меньшего диаметра, чем в рабочей части барабана, где они через один выполнены в виде шнеков. Для этого на участке от выхода очищаемого материала из барабана 1 до конического кожуха 13, но не доходя до него, вальцы 10 через один имеют эластичные, например, выполненные из ремня клиноременной передачи, винтовые одно- или многозаходные выступы 16 с направлением навивки, совпадающим с направлением навивки основного шнека 2 на основной рабочей части барабана 1, а на доочистительной рабочей части направление навивки вальцов 10 в виде шнеков направлено против навивки основного шнека.

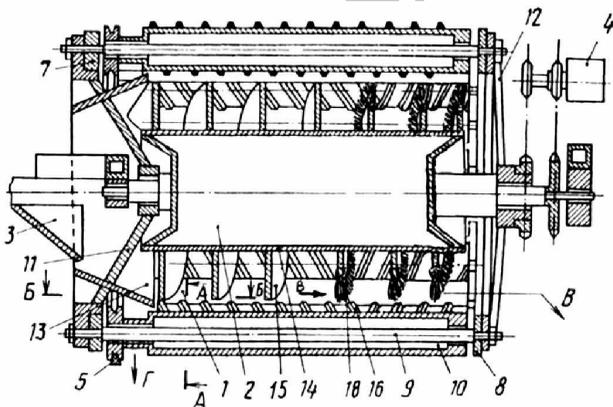


Рис. 7.176. Устройство для отделения от корнеплодов почвы и растительных остатков (вид сбоку)

На этой же доочистительной рабочей части барабана 1 высота витков основного шнека 15 уменьшена вдвое, в проделанные в них на этом участке близко расположенные к друг другу отверстия вставляются и стягиваются далее хомутами 17 (позиция 17

на рисунках не показана) пучки ворса щетки 18, фиксируемые, со стороны витков 15 не контактирующей с корнеплодами, прижимными планками 19 с помощью ввинчиваемых в витки 15 винтов 20, причем основной шнек 2 на этой доочистительной рабочей части имеет меньший шаг. Расстояние между соседними винтовыми выступами 16 по длине валцов 10, выполненных в виде шнеков, не превышает наибольшего диаметра самых мелких из подаваемых основным шнеком 2 к выходу из барабана 1 на дальнейшую переработку корнеплодов.

Внутренняя кромка конического кожуха 13 выполнена с вырезами в виде дуг окружностей с центрами, расположенными на равном расстоянии до ближайших центров соседних валцов 10, т. е. напротив зазоров между валцами 10 и радиусами в половину среднего диаметра максимальных частиц, уходящих в отход.

Величина зазоров между валцами 10 за внутренней кромкой конического кожуха 13 в загрузочной части барабана 1 больше среднего диаметра самых крупных из частиц, уходящих в отход, т. е. диаметр валцов здесь не превышает средний диаметр максимальных частиц, уходящих в отход.

Для исключения заклинивания сепарируемой массы между витками 15 основного шнека 2 и винтовыми выступами 16 валцов 10 кромки витков 15 выполнены обрезиненными до доочистительной части.

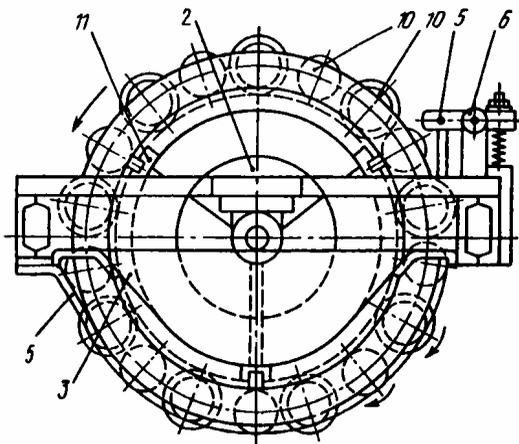


Рис. 7.177. Устройство для отделения от корнеплодов почвы и растительных остатков (вид спереди)

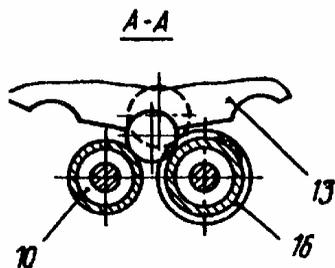


Рис. 7.178. Разрез А-А на рис. 7.176

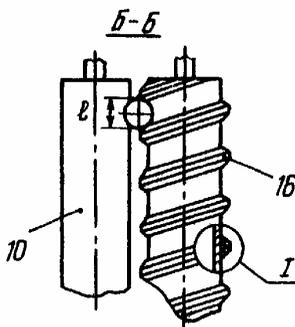


Рис. 7.179. Разрез Б-Б на рис. 7.178

Устройство работает следующим образом.

Барабан 1 и основной шнек 2 приводятся от вариатора 4 во вращение в одном направлении. Одновременно с барабаном 1 получают вращение и вальцы 10 за счет сил трения, возникающих от их торможения ремнем 5. При этом направление вращения вальцов 10 является противоположным барабану и шнеку.

С загрузочного лотка 3 масса поступает в конический кожух 13, который за счет конусной формы и вращения совместно с барабаном 1 предотвращает сгуживание массы и подает ее к виткам 15 основного шнека 2. Витки 15 основного шнека 2 транспортируют массу к выходу из барабана 1 по направлению стрелок В. Поскольку на основной рабочей части барабана направление навивки основного шнека 2 и вальцов 10, выполненных в виде шнеков, совпадает, а направления вращения их противоположны, то винтовые выступы 16 вальцов 10, выполненных в виде шнеков, оказывают на

массу действие, противоположное по направлению перемещения ее основным шнеком 2. В результате происходит интенсивное перемешивание массы, задерживание и дробление комков в основной рабочей части барабана 1. Винтовые выступы 16 вальцов 10, выполненных в виде шнеков, захватывают и обрывают остатки ботвы на корнеплодах, которые вместе с раздробленными комками почвы просеиваются через зазоры между вальцами 10. Непросеянные частицы постепенно перемещаются винтовыми выступами 16 вальцов 10, выполненных в виде шнеков, к загрузочной части барабана 1, к окнам, образованным вырезами внутренней кромки конического кожуха 13 в виде дуг окружностей с центрами, расположенными на равном расстоянии до ближайших центров соседних вальцов 10, т. е. напротив зазоров между вальцами с радиусами в половину среднего диаметра максимальных частиц, уходящих в отход, и впадинами гладких поверхностей вальцов 10, и после прохождения их за счет подпора других частиц, испытывающих воздействие винтовых выступов 16 вальцов 10, выполненных в виде шнеков, выгружаются в отходы по направлению стрелки Г благодаря увеличенным зазорам между вальцами 10 за внутренней кромкой конического кожуха 15 в загрузочной части барабана 1. Поскольку барабан вращается, окна в верхнем его положении самоочищаются, и их забивание исключено.

Так как расстояние 1 между соседними винтовыми выступами 16 по длине вальцов 10, выполненных в виде шнеков, не превышает величины наибольшего диаметра самых мелких из очищаемых и подаваемых основным шнеком 2 к выходу из барабана 1 на дальнейшую переработку корнеплодов (для сахарной свеклы этот наибольший диаметр самых мелких корнеплодов равен 40 мм), то это приводит к тому, что в области внутренней поверхности рабочей части барабана 1, примыкающей к коническому кожуху 13, мелкие корнеплоды (высота корнеплодов больше их максимального диаметра) ориентированы в положении, близком к горизонтальному. При этом винтовые выступы 16 вальцов 10, выполненных в виде шнеков, оказывают на эти корнеплоды воздействие, близкое по своей физической сущности к воздействию на них гладкой цилиндрической поверхности, образованной диаметром винтовых выступов 16. Произошедшее в результате этого смещение оси корнеплодов

относительно центров, образованных вырезами внутренней кромки конического кожуха 13 в виде дуг окружностей с центрами, расположенными на равном расстоянии до ближайших центров соседних валцов 10, т. е. напротив зазоров между валцами 10, с радиусами в половину среднего диаметра минимальных частиц, уходящих в отход, и впадин гладких поверхностей валцов 10 окон исключает прохождение через него корнеплодов (показано на рис. 7.178 штриховой линией), так как размеры этих окон также рассчитаны на прохождение частиц диаметром не большим, чем наибольший диаметр самых мелких очищаемых корнеплодов. Эти корнеплоды, а также те, которые могли в рассматриваемой области принять вертикальное положение (вероятность этого события мала) захватываются витками основного шнека 2, а также под действием подпора со стороны сепарирующей массы, поступающей в барабан 1 через конический кожух 13, перемещаются по направлению стрелки В к доочистительной рабочей части барабана 1.

В доочистительной рабочей части барабана 1 корнеплоды подвергаются воздействию прикрепленных к укороченным на половину виткам 15 щеток 18, что позволяет всухую дочистить их от прилипших к ним частиц почвы и песка. При этом использование на этом участке укороченных на половину витков 15 с мелким шагом позволяет интенсифицировать доочистительное воздействие щеток 18 на корнеплоды, а ухудшение условий их продвижения к выходу из барабана по стрелке В, в результате замены части витков 15 на щетки, компенсируется интенсивным воздействием на корнеплоды в сторону их выхода из барабана 1 со стороны валцов в виде шнеков 10 с винтовыми выступами 16 имеющими на доочистительной рабочей части барабана 1 направление навивки против направления навивки основного шнека 2, т. е. способствующее выталкиванию корнеплодов из барабана 1.

13.7

ВУ 12318 Ротационная борона [115]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении качества крошения почвы.

Ротационная борона (рис. 7.180, 7.181) содержит раму 1, на которой с возможностью вращения относительно вертикальных

осей 2 установлены секции 3. Каждая секция 3 выполнена в виде внешнего 4 и внутреннего 5 колец, на которых жестко закреплены рабочие органы, выполненные в виде вертикальных стоек 6 треугольного поперечного сечения, биссектриса одного из углов которого расположена по касательной к окружности, на которой расположены стойки, с жестко закрепленными на них лапами 7. Каждая лапа 7 выполнена с двумя рабочими кромками, а ее носок расположен по направлению вращения кольца. В каждой секции к сторонам стоек 6 перпендикулярным биссектрисам, расположенным по касательной к окружности, на которой расположены стойки, по их длине, погружаемой в почву, закреплены с помощью распорных скоб 8 и винтов 9 средней стороны упругие пластины 10 с сечением в виде трапеции без большего основания. Между стойками 6 и упругими пластинами 10 жестко установлены ограничители 11 (позиции 8, 9, 10, 11 на рисунках не показаны), предотвращающие раскрытие упругих пластин 10 за пределы их упругих свойств. Направления установки стоек 6 с лапами 7 внешнего 4 и внутреннего 5 колец противоположны по направлению и симметричны относительно продольной оси симметрии ротационной бороны.

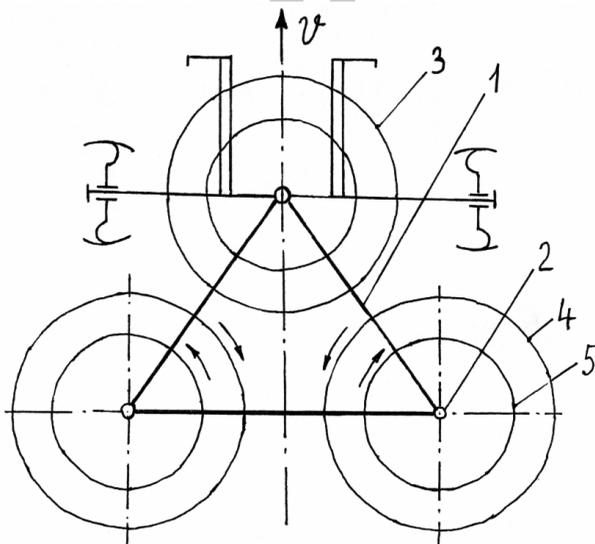


Рис. 7.180. Борона (вид сверху)

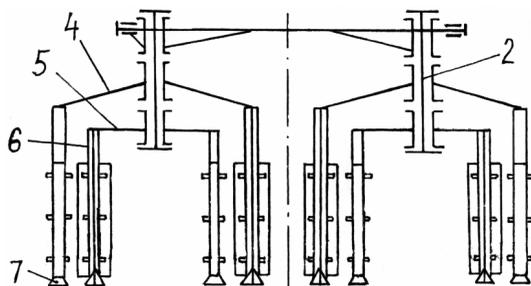


Рис. 7.181. Борона (вид сзади)

Ротационная борона работает следующим образом.

При перемещении заглубленной в почву бороны внутренние 5 и внешние 4 кольца с лапами 7 вращаются вокруг вертикальных осей 2 в разных направлениях и рыхлят почву.

При этом соседние стойки 6 с закрепленными на них лапами 7 внешнего и внутреннего колец повернуты относительно друг друга на 180° . В том случае, когда рабочие органы движутся в почве по направлению, указанному над стрелкой с обозначением скорости V вперед своими режущими кромками, то боковые стороны упругих пластин 10 отклоняются от своего свободного положения (показано штрихпунктирной линией) и упираются в распорные скобы 8, что делает сопротивление движению рабочих органов минимальным. Когда рабочие органы движутся вперед упругими пластинами 10, то под действием сопротивления почвы они раскрываются и упираются в ограничители 11. При этом площадь направленного против движения почвы сечения стоек 6 возрастает в три раза, а сопротивление их перемещению – в 5...6 раз [116, 117], так как площадь боковых, трущихся о почву поверхностей уплотненного почвенного клиновидного нароста возрастает в 6 раз. Таким образом, обеспечивается интенсивное и безостановочное вращение всех колец ротационной бороны, что гарантирует качественное выполнение технологического процесса крошения почвы. В то же время реактивный момент, возникающий при вращении внутренних колец 5, уравнивает реактивный момент внешних колец 4, так как имеет противоположное направление и этим обеспечивает прямолинейное движение бороны в процессе работы и одинаковую глубину обработки почвы.

15.3

ВУ 14770 Устройство для магнитно-абразивной обработки [118]

Задача, которую решает изобретение, заключается в повышении производительности и качества обработки поверхностей деталей, в том числе с помощью дополнительной концентрации магнитного потока на отдельных направлениях.

На приведенном чертеже дополнительно обозначено следующее: направления перемещения магнитной системы вдоль продольной оси основания, отмеченные на рис. 7.182 горизонтальной сплошной линией со стрелками, ориентированными в противоположные стороны; направления перемещения магнитной системы относительно своей оси, проходящей через отверстие для крепления электродвигателя, отмеченные на рис. 7.182 горизонтальной пунктирной линией со стрелками, ориентированными в противоположные стороны; направления поворота магнитной системы вокруг своей оси, проходящей через отверстие для крепления электродвигателя, отмеченные на рис. 7.182 дугообразной пунктирной линией со стрелками, ориентированными в противоположные стороны; направления перемещения магнитной системы вдоль оси отверстия, предназначенного для крепления кронштейна, отмеченные на рис. 7.182 вертикальной сплошной линией со стрелками, ориентированными в противоположные стороны; направления поворота магнитной системы вокруг поперечной горизонтальной оси, перпендикулярной продольной горизонтальной оси основания, отмеченные на рис. 7.182 дугообразной сплошной линией со стрелками, ориентированными в противоположные стороны; направления поворота магнитной системы вокруг оси отверстия, предназначенного для крепления кронштейна, отмеченные дугообразной сплошной линией со стрелками, ориентированными в противоположные стороны; направления перемещения магнитной системы вдоль поперечной горизонтальной оси, перпендикулярной продольной оси основания, отмеченные вертикальной сплошной линией со стрелками, ориентированными в противоположные стороны; направления поворота магнитной системы вокруг поперечной горизонтальной оси, перпендикулярной продольной горизонтальной оси основания, отмеченные дугообразной пунктирной линией со стрелками, ориентированными в противоположные стороны; направления вращения индукторов, отмеченные на рис. 7.183–7.189 дугообразными сплошными линиями со стрелками; направления

вращения деталей, дугообразными пунктирными линиями со стрелками; маленькими стрелками рядом с буквами *N* и *S* – места расположения северного и южного полюсов постоянных магнитов в виде дисков.

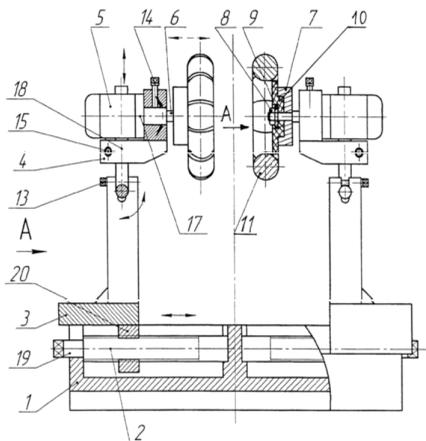


Рис. 7.182. Конструкция предлагаемого устройства для магнитно-абразивной обработки (вид сбоку)

Устройство для магнитно-абразивной обработки изготовлено из немагнитного материала, например, из алюминиевого сплава, и содержит основание *1* с продольной осью *2*, на котором установлены с возможностью перемещения салазки *3*. На салазках *3* размещены кронштейны *4*, на которых, в свою очередь, расположены напротив друг друга магнитные системы. Каждая магнитная система содержит электродвигатель *5* с регулируемой частотой вращения, на резьбовом валу *6* которого закреплен индуктор. Этот индуктор содержит корпус *7*, на котором с помощью гайки *8* и шайбы *9* закреплен выполненный в виде изготовленного из упругого диамагнитного материала, например резины, диск *10* с центральным крепежным отверстием и тороидальным ободом, разрезанным на равные части радиальными прорезями с боковыми сторонами, параллельными проходящим симметрично через эти прорези плоскостям симметрии диска *10* с тороидальным ободом, и вставленных в эти прорези постоянных магнитов в виде дисков *11*, причем толщина дисков *11* выполнена больше толщины прорезей, а их боковая поверхность выполнена рифленой за счет нанесения на нее пе-

ресекающихся друг с другом углублений 12. Постоянные магниты в виде дисков 11 вставляются в прорези тороидального обода диамагнитного диска 10 за счет деформирования их упругих стенок и удерживаются в торообразном ободке за счет сил сцепления, вызванных действующими на боковые стороны дисков 11 силами упругости диамагнетика и наличием на них углублений 12. При этом образуется рабочая тороидальная поверхность индуктора, в которой путем поворота постоянных магнитов в виде дисков 11 за счет преодоления сил сцепления их боковых сторон с упругими стенками прорезей тороидального обода можно дополнительно ориентировать направление сил магнитной индукции в оптимальном с точки зрения обработки поверхностей деталей направлении.

Каждая магнитная система установлена с возможностью перемещения вдоль трех взаимно перпендикулярных осей координат и поворота на угол 360° вокруг каждой из этих осей. Поворот и перемещение магнитных систем позволяют изменять пространство рабочей зоны, образованной тороидальными рабочими поверхностями индукторов. Положение магнитной системы фиксируется зажимными винтами 13, 14, 15. Зажимные винты 13 предназначены для обеспечения возможности перемещения магнитной системы вдоль поперечной горизонтальной оси 16 (на рисунках не показана), перпендикулярной продольной оси 2, и поворота на угол 360° вокруг этой оси. Зажимной винт 14 предназначен для обеспечения возможности перемещения магнитной системы вдоль ее оси 17, проходящей через отверстие для крепления электродвигателя 5, в пределах зазора между корпусом 7 и кронштейном 4 и поворота на угол 360° вокруг этой оси. Зажимной винт 15 предназначен для обеспечения возможности перемещения магнитной системы вдоль оси 18 отверстия, предназначенного для крепления кронштейна 4, и поворота на угол 360° вокруг этой оси. Регулировочные винты 19, представляющие собой ходовые винты с правой резьбой, предназначены для перемещения магнитных систем, установленных на салазках 3, вдоль продольной оси 2. При этом возможность раздвижения или сближения салазок 3 обеспечивается регулировочными винтами 19 с помощью закрепленных на салазках 3 гаек 20. Салазки 3 установлены на основании 1 по типу соединения «ласточкин хвост». С помощью винтов 21 и планки 22, расположенных в зоне соединительных поверхностей типа «ласточкин хвост» основания 1, устройство для магнитно-абразивной обработки может быть установлено на соответствующие поверхности направляющих типа «ласточкин хвост» суппорта токарного станка или хобота

горизонтально-фрезерного станка. В последнем случае устройство устанавливается вверх основанием 1. Для перемещения магнитной системы вдоль поперечной горизонтальной оси и поворота вокруг этой оси необходимо ослабить зажимные винты 13 и, после придания магнитной системе требуемого положения, снова их закрепить. Для перемещения магнитной системы вдоль оси 17 и поворота вокруг этой оси необходимо ослабить зажимной винт 14 и, после придания магнитной системе требуемого положения, необходимо снова закрепить этот винт. Для перемещения магнитной системы вдоль оси 18 и поворота вокруг этой оси необходимо ослабить зажимной винт 15 и, после придания магнитной системе требуемого положения, необходимо снова закрепить этот винт. Для перемещения магнитной системы вдоль продольной оси 2 необходимо вращать регулировочный винт 19 до придания магнитной системе требуемого положения.

Предлагаемое устройство применяется преимущественно для магнитно-абразивной обработки плоской поверхности детали на горизонтально-фрезерном станке (на рисунках не показан); цилиндрической поверхности детали 23 – на токарном станке; конической поверхности детали 24 – на вертикально-фрезерном станке; вогнутой сферической поверхности детали – на горизонтально-фрезерном станке с вращающимся столом (на рисунках не показано); выпуклой сферической поверхности детали – на горизонтально-фрезерном станке с вращающимся столом (на рисунках не показано); поверхности сложного профиля, являющейся фасонной поверхностью пуансона, симметричной относительно оси детали 25, – на горизонтально-фрезерном станке с вращающимся столом (рис. 7.189); спиральной поверхности или спиральной канавки детали 26 – на горизонтально-фрезерном станке, оснащённом поворотным столом. При этом ориентация полюсов N и S постоянных магнитов в виде дисков 11 меняется в зависимости от типа обрабатываемой поверхности даже у одной и той же детали, дополнительно ориентируя направление сил магнитной индукции в оптимальном, с точки зрения обработки участков поверхностей деталей, направлении. Величина рабочего зазора 27 между рабочими поверхностями индуктора и обрабатываемой поверхностью детали 23 или 24 устанавливается пластиной-щупом из твёрдого немагнитного материала (например меди), а величина рабочего зазора 26 между рабочими поверхностями индуктора и обрабатываемой поверхностью детали устанавливается пластиной-щупом из эластичного материала, например, полиэтилена (на рисунке не показаны). Рабочий зазор 27 используется для заполнения магнитно-абразивным порошком.

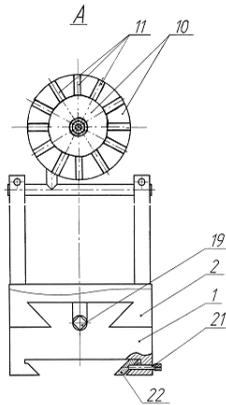


Рис. 7.183. Вид А на рис. 7.182

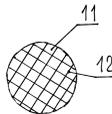


Рис. 7.184. Вид постоянного магнита в виде диска

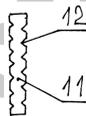


Рис. 7.185. Вид постоянного магнита в виде диска
(вид сбоку)

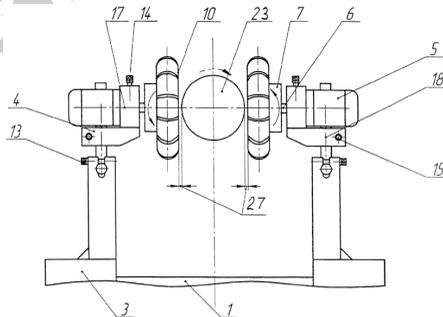


Рис. 7.186. Схема применения предлагаемого устройства
при обработке цилиндрической поверхности детали на токарном станке

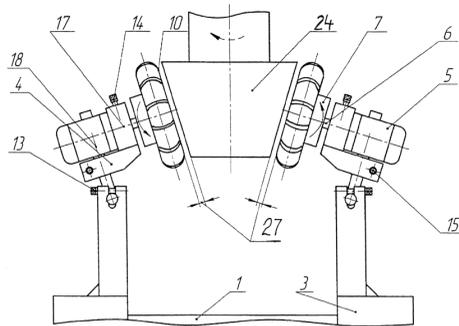


Рис. 7.187. Схема применения предлагаемого устройства при обработке конической поверхности детали на вертикально-фрезерном станке

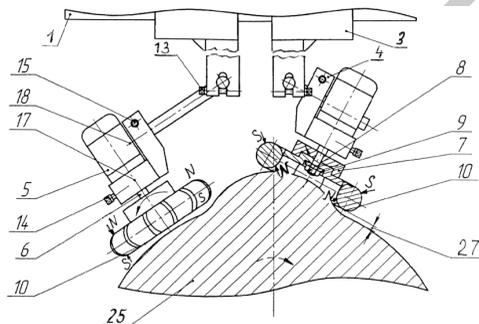


Рис. 7.188. Схема применения устройства при обработке поверхности сложного профиля, являющейся фасонной поверхностью пуансона, симметричной относительно оси детали, на горизонтально-фрезерном станке, оснащённом вращающимся столом

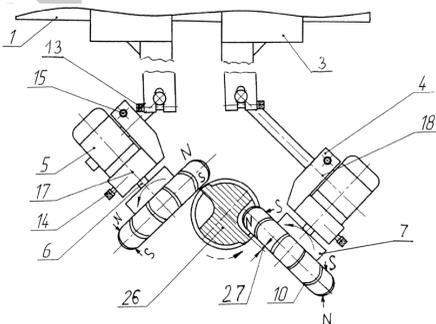


Рис. 7.189. Схема применения устройства при обработке спиральной поверхности или спиральной канавки детали на горизонтально-фрезерном станке, оснащённом поворотным столом

Устройство работает следующим образом.

Для обработки плоской поверхности детали на горизонтально-фрезерном станке (на рисунках не показан) деталь устанавливается на столе станка, устройство для магнитно-абразивной обработки закрепляется основанием 1 вверх на хоботе станка. Производится настройка рабочего положения индукторов. Ослабляются зажимные винты 13 и 15, и деталь 23 перемещается до плотного соприкосновения обрабатываемой поверхности с рабочими поверхностями 10 индукторов. Винты 13 и 15 закрепляются. После этого устанавливается требуемая величина рабочего зазора 27 с помощью пластины-щупа, для чего постепенно опускается стол станка, контролируя образующийся рабочий зазор 27. Затем в рабочий зазор 27 насыпается порция магнитно-абразивного порошка, включаются электродвигатели 5 и привод продольных подач станка в режиме возвратно-поступательных движений. В случае обработки цилиндрической поверхности детали 23 на токарном станке устройство для магнитно-абразивной обработки закрепляется основанием 1 вниз на поперечных направляющих суппорта токарного станка. Требуемая величина рабочего зазора 27 устанавливается перемещением салазок 3 с помощью регулировочных винтов 19. Для обработки конической поверхности детали 25 на вертикально-фрезерном станке устройство для магнитно-абразивной обработки закрепляется основанием 1 на столе этого станка, а деталь 24 – в шпинделе станка. Требуемая величина рабочего зазора 27 устанавливается перемещением салазок 3 с помощью регулировочных винтов 19.

Для обработки вогнутой сферической поверхности детали (на рисунках не показано), выпуклой сферической поверхности детали (на рисунках не показано), поверхности сложного профиля, являющейся фасонной поверхностью пуансона, симметричной относительно оси детали 25, используется горизонтально-фрезерный станок, оснащенный вращающимся столом. Устройство для магнитно-абразивной обработки закрепляется основанием 1 на хоботе этого станка, а деталь устанавливается на горизонтальный вращающийся стол станка так, чтобы ось обрабатываемой поверхности детали совпала с вертикальной осью вращающегося стола. После этого с помощью зажимных винтов 13, 14, 15 и регулировочных винтов 19, а также пластин-щупов из эластичного материала рабочие поверхности 10 индукторов устанавливаются над обрабатываемой поверхностью с требуемым рабочим зазором 27. Обработка спиральной поверхности или спиральной канавки детали 26 на гори-

зонтально-фрезерном станке, оснащенный поворотным столом, установка устройства для магнитно-абразивной обработки на станке, настройка рабочих поверхностей индукторов относительно обрабатываемой поверхности и запуск станка аналогичны условиям обработки поверхностей детали 25. Деталь 26 устанавливается с помощью делительной головки на столе станка, повернутом на требуемый для обработки спиральной поверхности или спиральной канавки угол. Устанавливаются сменные шестерни гитары, с помощью которых согласовывается вращение детали 26 с движением подачи станка. При этом ориентация полюсов *N* и *S* постоянных магнитов в виде дисков 11, как показано на рисунке 7.189, меняется в зависимости от типа обрабатываемой поверхности даже у одной и той же детали, дополнительно ориентируя направление сил магнитной индукции в оптимальном, с точки зрения обработки участков поверхностей деталей, направлении. Затем включаются электродвигатели 5, и привод вращающейся детали или вращающегося стола и производится обработка поверхностей деталей. Съем отработанного магнитно-абразивного порошка с рабочих поверхностей индукторов производится с помощью скребков, изготовленных из немагнитного материала.

Таким образом, предлагаемое изобретение позволяет высокопроизводительно и качественно обрабатывать широкий спектр поверхностей деталей на различном металлорежущем оборудовании с минимальными затратами на переналадку, что значительно снижает подготовительно-заключительное время и себестоимость магнитно-абразивной обработки.

15.5

ВУ 16309 Секция культиватора [119]

Секция (рис. 7.190–7.196) крепится к раме 1 при помощи скоб 2 и содержит культиваторную стойку 3, закрепленную с помощью держателя 4 на заднем нижнем плече рычага 5. Верхнее плечо рычага 5 соединено посредством регулируемой тяги 6 с предохранительной пружиной сжатия 7, установленной на опоре 8, которая крепится на ограничителе 9. Под ограничителем расположен упругий грядиль 10 с шарнирно прикрепленным рычагом 5. Упругий грядиль 10 прижат

к ограничителю 9 скобами 2 и 11. Регулировка предохранительной пружины сжатия 7 производится натяжными устройствами 12. Грядиль 10 выполнен из двух упругих пластин 13 и 14, расположенных своими горизонтальными гранями симметрично и под углом 45° к продольной вертикальной плоскости, причем их верхние грани находятся на расстоянии друг от друга от 30 до 40 мм. Заднее плечо рычага 5 внутренними поверхностями нижних вертикальных частей своих боковых пластин 15 и 16 (позиции 15, 16, 18 на рисунках не показаны), а также соединяющей их (например, при помощи сварки) нижней перемычкой 17, вплотную охватывает нижние грани упругих пластин 13 и 14. Шарнирное соединение рычага 5 и упругого грядиля 10, состоящего из двух упругих пластин 13 и 14, осуществляется за счет возможности перемещения в вертикальном направлении упругих пластин 13 и 14 относительно болта 18, входящего в продолговатые в вертикальном направлении отверстия 19 этих пластин. Для фиксации упругих пластин 13 и 14 между ограничителем 9 и скобами 2, 11 используется распорная деталь 20 с трапециевидным поперечным сечением.

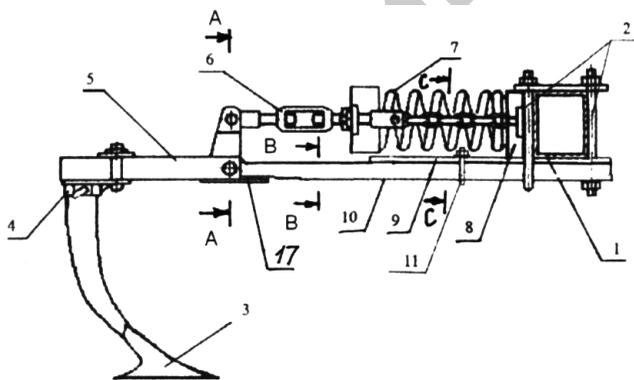


Рис. 7.190. Секция культиватора (вид сбоку)

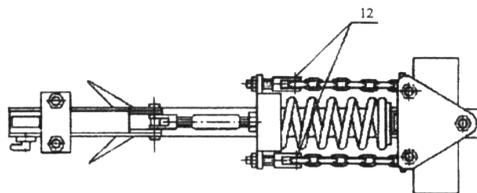


Рис. 7.191. Секция культиватора (вид сверху)

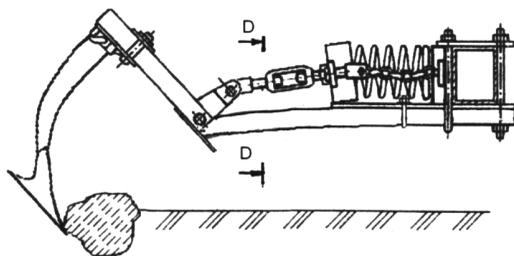


Рис. 7.192. Секция культиватора в момент преодоления крупного камня, расположенного по центру рабочего органа (вид сбоку)

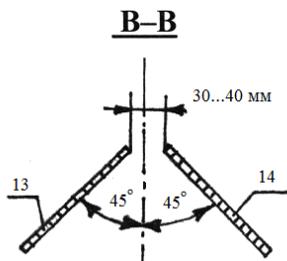


Рис. 7.193. Разрез В-В на рис. 7.190

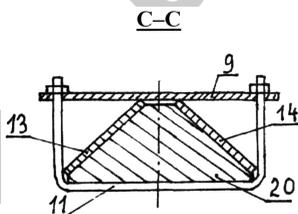


Рис. 7.194. Разрез С-С на рис. 7.190

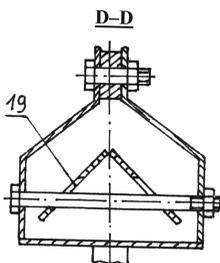


Рис. 7.195. Разрез D-D на рис. 7.190

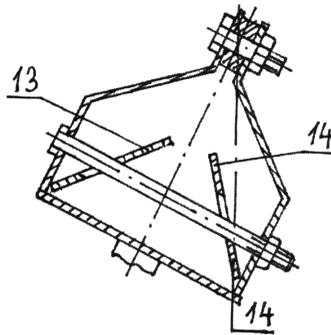


Рис. 7.196. Разрез А-А на рис. 7.190

Работает секция следующим образом.

При работе культиватора на участках поля без камней под действием вертикальной составляющей реакции почвы, прижимающего усилия с помощью перемычки 17 со стороны пружины 7 болт 18 прижат к верхней части отверстия 19, и они, при движении вверх, вместе с упругими пластинами 13 и 14, нижними вертикальными частями боковых пластин 15 и 16 рычага 5, образуют жесткую конструкцию, позволяющую рабочим органам строго выдерживать заданную глубину обработки почвы.

При встрече рабочего органа 3 с небольшими камнями рычаг 5 поворачивается вокруг шарнирного крепления упругого грядиля 10. Шарнир, расположенный в месте соединения упругого грядиля 10 с рычагом 5, остается на месте. Пружина 7 сжимается, и рабочий орган 3 выглубляется. После прохода препятствия под действием сил упругости пружины 7, посредством тяги 6 и верхнего плеча рычага 5, рабочий орган 3 возвращается в начальное положение.

В случае зацепления носка рабочего органа 3 о выступ большого камня рабочий орган 3 вместе с рычагом 5 начинает поворачиваться вокруг шарнирного соединения с упругим грядилем 10. Упругий грядиль 10 при этом изгибается, а само шарнирное соединение опускается вниз. Это обеспечивается за счет нижнего зазора в отверстии 19 и возможности беспрепятственного сближения упругих пластин 13 и 14 при их косом изгибе вниз.

Как только момент от силы упругости грядиля относительно задней скобы крепления станет больше моментов сил, образующихся

в месте зацепления рабочего органа с камнем, рабочий орган 3 начинает выглубляться. Таким образом, рабочий орган 3 как бы обкапывает большие камни, что позволяет снизить энергоемкость обхода. При боковом воздействии камня на рабочий орган за счет нижних зазоров в отверстиях 19 и возможности беспрепятственного перемещения упругих пластин 13 и 14 вверх и вниз при их комском изгибе осуществляется обход рабочим органом камня в боковом направлении крупных камней и быстрое возвращение его в исходное положение за счет сил упругости пластин 13 и 14 без остаточных их деформаций.

15.7

ВУ 15553 Туковысевающий аппарат [120]

Задача, которую решает изобретение, заключается в снижении расслоения смеси на компоненты в процессе высева.

Туковысевающий аппарат (рис. 7.197, 7.198) содержит бункер 1, поворотные кожухи 2 и 3, выполненные в виде полых цилиндров с высевными окнами 4, расположенными по винтовой линии.

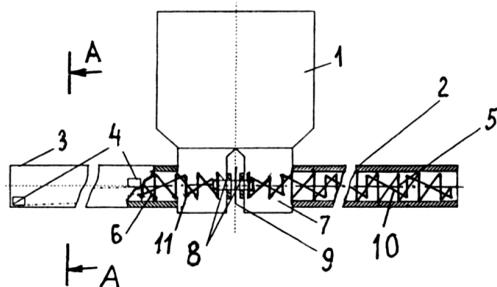


Рис. 7.197. Общий вид туковысевающего аппарата

Внутри поворотных кожухов 2 и 3 размещены транспортирующие спирали 5 и 6, имеющие левую и правую навивки, заборные части которых расположены в бункере, при этом транспортирующие спирали закреплены на приводном валу консольно. Привод транспортирующих спиралей 5 и 6 состоит из вала 7, установленного в подшипниковых опорах 8, и цепной передачи 9 и расположен между транспортиру-

щими спиралями 5 и 6. Внутри транспортирующих спиралей 5 и 6 под углом к образующей кожухов 2 и 3 на валу 7 жестко закреплены однозаходные внутренние спирали 10 и 11 с наружными диаметрами, меньшими внутренних диаметров транспортирующих спиралей 5, 6, имеющих противоположное направление навивки и больший шаг, чем односторонние с ними транспортирующие спирали 5 и 6, а угол наклона винтовой линии к плоскости, перпендикулярной оси спиралей, у транспортирующих спиралей 5 и 6 [3] меньше, а у однозаходных внутренних спиралей 10 и 11 больше угла трения туков о поверхности спиралей. При коэффициенте трения туков о сталь 0,47...0,60 [4], угол трения будет находиться в пределах 25...30°.

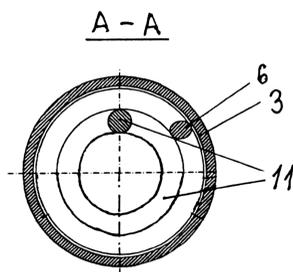


Рис. 7.198. Разрез А-А на рис. 7.197

Туковысевающий аппарат работает следующим образом.

Материал из бункера 1 с помощью рабочих спиралей 5 и 6 транспортируется в противоположные стороны по всей длине кожухов 2 и 3, одновременно через высевные окна 4 выбрасывается из кожухов 2 и 3 и распределяется по полю. Сыпучий материал под действием витков транспортирующих спиралей 5 и 6 вследствие того, что угол наклона их винтовых линий к плоскостям, перпендикулярным осям транспортирующих спиралей, меньше угла трения туков об их поверхности, транспортируется из бункера 1 в противоположные стороны к высевным окнам 4. Одновременно под действием однозаходных внутренних спиралей 10 и 11 вследствие того, что угол наклона их винтовых линий к плоскостям, перпендикулярным осям внутренних спиралей, больше угла трения туков об их поверхности, происходит постоянное интенсивное перемешивание смеси сыпучих материалов, что снижает расслоение смеси на составляющие компоненты.

15.15

ВУ 17460 Двигатель вездехода [121]

Двигатель вездехода (рис. 7.199, 7.200) содержит раму 1, имеющий возможность вращения корпус зубчатых колес 2, установленный concentрично с центральным валом 3 с общей горизонтальной осью с возможностью их вращения относительно рамы 1 и относительно друг друга. На установленных с возможностью вращения в корпусе зубчатых колес 2 трех горизонтальных осях 4 консольно, вне корпуса зубчатых колес 2, закреплены опорные колеса 5, причем оси симметрии этих осей расположены concentрично относительно оси симметрии центрального вала 3 на одинаковом расстоянии относительно друг друга. На конце центрального вала 3 перпендикулярно его торцу вне корпуса зубчатых колес 2 со стороны опорных колес 5 закреплено внутри своего корпуса 6, присоединенного снаружи со стороны опорных колес 5 к корпусу зубчатых колес 2, корончатое центральное колесо внутреннего зацепления 7, входящее в зацепление с наружными (относительно корпуса зубчатых колес 2) тремя шестернями 8, закрепленными консольно на установленных в корпусе зубчатых колес 2 с возможностью вращения относительно его трех горизонтальных осях 9, причем оси симметрии этих осей 9 расположены в плоскостях, проходящих через ось симметрии центрального вала 3 и оси симметрии осей 4 опорных колес 5, и на одинаковом расстоянии от оси симметрии центрального вала 3 между его осью симметрии и осями симметрии осей 4 опорных колес 5. Средняя часть центрального вала 3 расположена внутри concentрично его охватывающего с возможностью вращения относительно корпуса зубчатых колес 2 и с возможностью вращения относительно центрального вала 3 трубчатого вала 10, на конце которого внутри корпуса зубчатых колес 2 закреплена центральная солнечная шестерня 11, а на противоположном конце трубчатого вала 10, выходящем за пределы корпуса зубчатых колес 2, закреплен тормозной шкив установленного на раме 1 тормоза 15 солнечной шестерни 11. Центральная солнечная шестерня 11 входит в зацепление с закрепленными внутри корпуса зубчатых колес 2 на осях 9 с наружными относительно корпуса зубчатых колес 2 шестернями 8 зубчатыми сателлитными колесами 13, которые, в свою очередь, входят в зацепление с закрепленными внутри корпуса зубчатых колес 2 на осях 4 опорных колес 5 зубчатыми колесами 14. К корпусу зубчатых колес 2 прикреплен соосно, с общей осью симметрии

с центральным валом 3 тормозной шкив установленного на раме 1 тормоза 12 корпуса зубчатых колес 2. К противоположному корончатому центральному колесу внутреннего зацепления 7 концу центрального вала 3 прикреплена приводная шестерня 16.

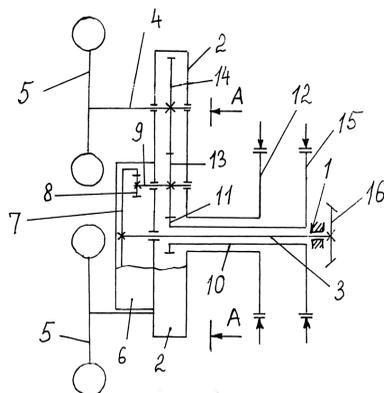


Рис. 7.199. Кинематическая схема движителя (вид сбоку)

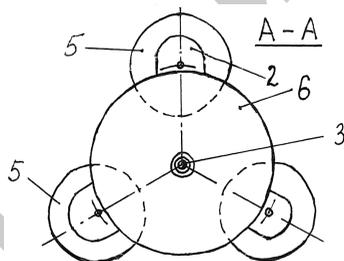


Рис. 7.200. Разрез А-А на рис. 7.199

Работает ведущее колесо следующим образом.

При движении транспортного средства по дороге с твердым покрытием (например, асфальт или твердый грунт) тормоз 15 солнечной шестерни 11 расторможен, а тормоз 12 корпуса зубчатых колес 2 заторможен, и от приводной шестерни 16 с помощью центрального вала 3 и зубчатых колес 7, 13, 14 и шестерни 8 от двигателя вращение передается колесам 5 движителя. При преодолении вездеходом водных и заболоченных препятствий тормоз 15 солнечной шестерни 11 заторможен, а тормоз 12 корпуса зубчатых колес 2 расторможен,

и вращательное движение от центрального вала 3 передается корпусу зубчатых колес 2, при этом движитель начинает передвигаться методом шагания. При повороте транспортного средства в ту или иную сторону тормоза 12 и 15 соответствующих движителей затормаживают. При эксплуатации движителя при использовании, например, ленточных тормозов запасные тормозные ленты могут быть помещены в багажном отделении. В случае износа и обрыва тормозных лент тормозов 12 и 15, в том числе вследствие тяжелых дорожных условий, они могут быть легко и быстро заменены водителем на новые.

При эксплуатации движителя при использовании, например, ленточных тормозов запасные тормозные ленты могут быть помещены в багажном отделении. В случае износа и обрыва тормозных лент тормозов 12 и 15, в том числе вследствие тяжелых дорожных условий, они могут быть легко и быстро заменены водителем на новые.

15.17

ВУ 18858 Корпус плуга [122]

Корпус плуга (рис. 7.201, 7.202) содержит стойку 1, башмак 2, лемех 3, отвал 4, полевую доску 5. Стойка 1 корпуса плуга представляет собой упругую пластину трапециевидной формы, в средней части повернутую на 90° и прикрепленную к раме плуга большим основанием, а к нижнему концу жестко прикреплен башмак 2, на котором закреплены лемех 3, полевая доска 5 и отвал 4. К концу отвала 4 прикреплены с помощью закрепленных на отвале кронштейнов 6 с цилиндрическими втулками 7 цилиндрическая пружина сжатия 8 за счет установки во втулки 7 с зазором загнутых и направленных наружу по оси симметрии цилиндрической пружины сжатия 8 ее концов таким образом, что оси симметрии концов совпадают с осью симметрии пружины, с возможностью вращения цилиндрической пружины сжатия 8 относительно собственной оси. Ось цилиндрической пружины сжатия 8 расположена в плоскости конца отвала посередине его толщины перпендикулярно плоскости бороздного среза [2] отвала. Направление навивки цилиндрической пружины сжатия 8 совпадает

с направлением оборота пласта корпусом плуга таким образом, что для правооборачивающего корпуса направление навивки пружины 8 правое, а для левооборачивающего – левое.

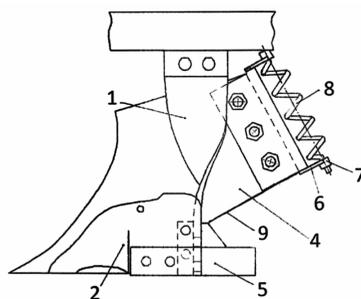


Рис. 7.201. Корпус плуга (вид слева)

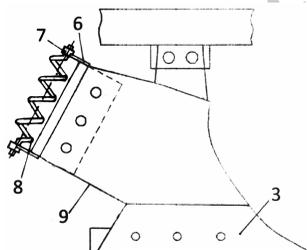


Рис. 7.202. Корпус плуга (вид справа)

Устройство работает следующим образом.

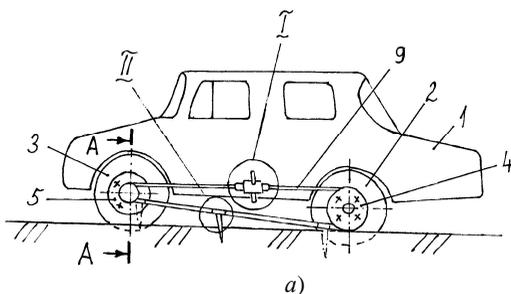
При опущенной в рабочее положение раме плуга лемех 3 корпуса погружен в почву.

Подрезанный лемехом 3 слой почвы проходит по отвалу 4 и поступает далее на цилиндрическую пружину сжатия 8, которая под воздействием почвы вращается, не создавая существенного сопротивления ее движению, и одновременно дополнительно своими вибрирующими витками рыхлит часть почвенного пласта. Почва обладает неоднородной твердостью, создавая переменную силу сопротивления корпусу плуга при отделении пласта почвы. Это создает колебания корпусу плуга в продольной и поперечной плоскостях за счет упругой стойки 1 трапециевидной формы, что снижает тяговое сопротивление перемещению корпуса плуга со стороны почвы.

15.18

ВУ 16905 Устройство для самовытаскивания заднеприводного колесного транспортного средства [123]

Устройство (рис. 7.203, *а, б, в, г*) смонтировано на транспортном средстве 1 с ведущими задними 2 и ведомыми передними колесами 3. На каждом из двух дисков ведущих задних колес 2 с помощью болтов или шпилек соосно жестко закреплен задний накладной диск 4 с соосно с ним жестко закрепленной звездочкой для сварной цепи с большим диаметром начальной окружности. На каждом из двух дисков ведомых передних колес 3 с помощью болтов или шпилек соосно жестко закреплен передний накладной диск 5. Он содержит соосную с ним, жестко закрепленную с внешней стороны накладного диска 5 ось 6 с установленным на ней подшипником скольжения 7, на котором установлена соосно, с возможностью вращения относительно переднего накладного диска 5 звездочка 8 для сварной цепи с малым диаметром начальной окружности. Звездочки переднего 5 и заднего 4 накладных дисков каждой стороны по ходу движения транспортного средства охвачены накладной сварной цепью 9, соединяемой на прилегающем к ведущему колесу участке ее верхней холостой ветви винтовой стяжкой 10 с помощью закрепленных на одном конце цепи винта с левой 11 и на другом конце цепи винта с правой 12 резьбой. На звене нижней рабочей ветви сварной цепи 9, на ее прилегающем к ведомому колесу 3 участке, закреплен с помощью приваренного к нему сверху стержня 13 с нарезанной на нем резьбой и регулирующих его положение в вертикальном направлении гаек 14 направленных острием вниз контактирующий с грунтом грунтозацеп 15.



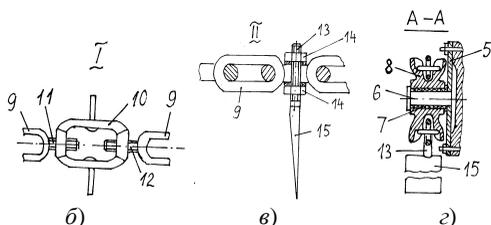


Рис. 7.203. Устройство для самовытаскивания

Устройство работает следующим образом.

При необходимости преодоления тяжелых дорожных условий достают переносное устройство из багажника транспортного средства 1 и устанавливают его на транспортное средство с каждой стороны таким образом, что соединяющая концы цепи 9 винтовая стяжка 10 должна прилегать к ведущему колесу 2 на участке верхней холостой ветви цепи 9.

Грунтозацеп 15 закрепляют острием вниз на прилегающем к ведомому колесу 3 звене нижней рабочей ветви сварной цепи 9 в максимально заглубленном с помощью изменения положения гаек 14 относительно стержня 13 с резьбой положении. Максимально натягивают цепь с помощью винтовой стяжки 10, в том числе и с применением монтировки.

Включают двигатель и на минимальной скорости вращают ведущие колеса 2 со звездочками для сварной цепи с большим диаметром начальной окружности. Звездочки 8 для сварной цепи с малым диаметром начальной окружности свободно с помощью подшипников 7 проворачиваются на осях 6 передних накладных дисков 5, и закрепленные на звеньях сварных цепей 9 грунтозацепы 15 движутся в сторону задних накладных дисков 4 с соосно с ними жестко закрепленными звездочками для сварной цепи с большим диаметром начальной окружности, одновременно заглубляясь в грунт вследствие разности диаметров начальных окружностей звездочек. При этом транспортное средство передвигается вперед на существенное расстояние до приближения грунтозацепов 15 к задним накладным дискам 4. В случае необходимости винтовые стяжки 10 и грунтозацепы 15 снова устанавливают в первоначальное положение, и процесс самовытаскивания транспортного средства может быть продолжен. В случае частого периодического применения устройства в сложных дорожных условиях задние

и передние накладные диски 4 и 5 со звездочками могут оставаться смонтированными на транспортном средстве, а из багажника в случае необходимости будут доставаться лишь цепи с грунтозацепами.

7.3. Фундаментальный метод проектирования Мэтчетта

Цель метода, разработанного *Е. Мэтчеттом*, английским специалистом в области методологии проектирования, – научить проектанта понимать и контролировать свой образ мыслей и более точно соотносить его со всеми аспектами проектной ситуации [6].

Фундаментальный метод проектирования включает последовательное выполнение следующих этапов:

- обучение принципам метода;
- использование особых «режимов мышления» для осознания, контроля и приспособления образа мышления к задачам проектирования;
- исследование характера проектной ситуации с помощью определенной методики проектирования и контрольных перечней.

Начальный этап предназначен для проектантов, не знакомых с этим методом, и направлен на то, чтобы придать им уверенность в целесообразности дальнейшего развития идей, от которых они преждевременно отказались бы, если бы работали традиционно. Мэтчетт Е. утверждает, что придание уверенности для продолжения работы требует изменений в самооценке проектантов.

Когда обучающиеся осознают, что они начинают понимать и контролировать свой образ мыслей, у них появляются способность и желание использовать некоторые режимы мышления фундаментального метода проектирования для своих целей.

Основой такого мышления по фундаментальному методу проектирования являются два определения проектирования, данные английским ученым:

1) «хороший проект – это оптимальное решение, удовлетворяющее сумме истинных потребностей в конкретном комплексе обстоятельств»;

2) «проектирование – это выявление и разрешение конфликтов в многомерных ситуациях».

После обучения приступают к использованию следующих режимов мышления для осознания, контроля и приспособления образа мышления к задачам проектирования:

- стратегическими схемами;
- в параллельных плоскостях;
- с нескольких точек зрения;
- «образами»;
- в основных элементах.

Рассмотрим каждый более подробно.

1. Мышление стратегическими схемами. Этот режим подразумевает следующие способности:

- а) заранее выбрать стратегию (т. е. последовательность либо сеть действий или мыслей проектанта);
- б) сравнивать достигнутое с намеченным;
- в) разрабатывать правила для разработки стратегий.

2. Мышление в параллельных плоскостях. Это «отстраненное» наблюдение проектанта за своими собственными мыслями и действиями, а также за мыслями и действиями своих сотрудников в ходе выполнения проектных работ. В частности, проектант должен сознавать, в какой степени он направляет работу своих сотрудников и в какой они направляют его работу; он должен также уметь сосредоточивать внимание на своем образе мышления в процессе проектирования.

3. Мышление с нескольких точек зрения. Этот режим аналогичен предыдущему, но направлен на решение задачи проектирования, а не на процесс ее выявления. В предельно упрощенной форме это означает определение целей через функции объекта проектирования, когда объект «обеспечивает возможность» что-то сделать. В более сложной форме используются контрольные перечни.

4. Мышление «образами». Этот режим мышления труднее всего поддается определению. Он заключается в том, чтобы мысленно представить себе или вычертить геометрические схемы, позволяющие проектанту сопоставить контрольные перечни фундаментального метода проектирования с формами его собственного опыта и мышления. Рисунки, с помощью которых Е. Мэтчетт иллюстрирует этот режим мышления (рис. 7.204), напоминают магические образы таких художников, как Марсель Дюшан.

Мэтчетт Е. называет их «синтетическими архетипами», имея в виду, что речь идет о чем-то, что управляет ассоциациями между отдельными мыслями.

Основное назначение мышления «образами» заключается в том, чтобы дать проектанту запоминающийся образ взаимосвязей между задачей проектирования, процессом проектирования и решением.

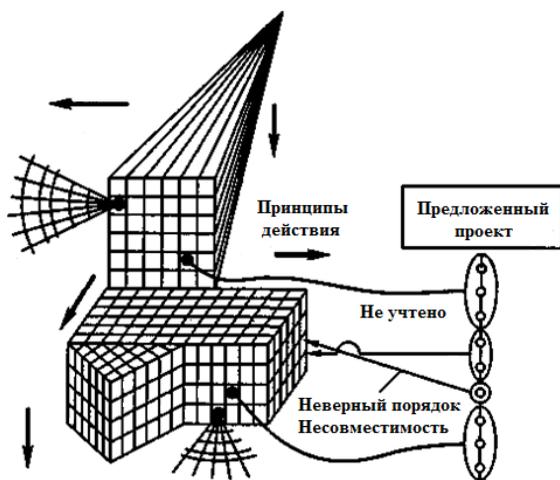


Рис. 7.204. Режим мышления «образами»

5. Мышление в основных элементах. Это самый понятный из пяти режимов мышления; в его описании применяются простые слова, обозначающие небольшие элементы мысли или действия, которые, как правило, встречаются в процессе решения любой задачи. Мэтчетт Е. назвал эти элементы «течтэмами», записав свою фамилию справа налево. Назначение течтэмов заключается в том, чтобы заставить проектанта осознать множество альтернативных действий, которые он может предпринять в каждой точке принятия решений. Мэтчетт Е. разбивает течтэмы на семь групп (Дж. Джонс [8] присвоил группам соответствующие названия, приведенные в скобках).

Группа 1 (варианты решений):

- определить потребность;
- определить необходимый элемент;
- представить себе решение;
- принять временное решение;
- принять окончательное решение;
- отменить решение.

Группа 2 (варианты суждений):

- предположить;
- взвесить;
- взвесить и сравнить;

- экстраполировать;
- оставить без изменений;
- предсказать.

Группа 3 (варианты стратегий):

- продолжить в том же направлении;
- продолжить и расширить;
- изменить направление;
- сопоставить с прошлым;
- сопоставить с будущим;
- внимательно рассмотреть;
- разрешить конфликт;
- продолжить более интенсивно;
- прекратить.

Группа 4 (варианты тактик):

- оценить риск;
- проверить последствия;
- развить;
- сравнить с другими решениями;
- разделить действие;
- приспособить другое решение;
- сосредоточиться на малом участке;
- разложить на компоненты;
- проверить возможную причину;
- обдумать возможность нового решения;
- заменить решение на обратное;
- проверить другие варианты.

Группа 5 (варианты отношений):

- хранить решение в памяти;
- выявить зависимость;
- отложить принятие решения;
- сообщить о решении;
- соотнести с ранее принятым решением;
- проверить на избыточность;
- проверить на несоответствие.

Группа 6 (варианты понятий):

- использовать понятие;
- изменить плоскость абстракции;
- использовать схему стратегии;

- изменить точку зрения;
- сравнить с существующей системой;
- сравнить с получающейся системой;
- применить «первичное кольцо»;
- применить «вторичное кольцо».

Группа 7 (варианты препятствий):

- обойти препятствие;
- разрушить препятствие;
- устранить препятствие;
- начать новое действие с нуля;
- начать новое действие с принятого решения;
- действовать в одном, двух, трех или многих измерениях.

Методика проектирования. Методику проектирования по Е. Мэтчетту можно изложить следующим образом:

- 1) исследуется проектная ситуация;
- 2) приблизительно определяются потребности, на удовлетворение которых направлено проектирование;
- 3) выявляется и анализируется основная функциональная потребность, без удовлетворения которой нет смысла удовлетворять другие;
- 4) исследуются альтернативные принципы, на которых могло бы быть построено средство для удовлетворения основной потребности;
- 5) выполняется (только в эскизе) проект, способный удовлетворить как основную, так и дополнительные потребности;
- 6) оценивается функциональная эффективность проекта;
- 7) оценивается материалоемкость и трудоемкость осуществления данного проекта;
- 8) определяется качество деталей и узлов, например степень деформации при сварке, совершенство внешнего вида и т. д.

Мэтчетт Е. подчеркивает, что не нужно жестко придерживаться этой последовательности; проектанты должны сами решать, когда применить тот или иной этап, когда повторить его, а когда пропустить. Главное состоит в том, чтобы проектанты могли изменять структуру своего опыта и мышления в соответствии с существенными особенностями и многофакторностью проектной ситуации.

Контрольные перечни. Контрольные перечни фундаментального метода проектирования (Мэтчетт называет их «стандартными последовательностями») представляют собой развитие обычных в анализе трудовых операций вопросов «что?», «почему?»,

«когда?» и т. д. Часто их комбинируют парами, что позволяет получить большое разнообразие более конкретных вопросов.

1. Какие потребности являются:

- жизненно важными?
- очень важными?
- важными?
- желательными?

2. Каковы потребности:

- функциональной системы?
- потребителя?
- фирмы?
- внешнего мира?

3. Каковы потребности на каждом из этапов существования изделия:

- проектирование и детализация?
- обработка?
- изготовление деталей?
- сборка?
- испытание и отладка?
- окончательная отделка и упаковка?
- сбыт?
- монтаж?
- эксплуатация и неправильное использование?
- техническое обслуживание и ремонт?

4. Какие сведения можно получить, если задать шесть основных вопросов анализа трудовых операций:

- что нужно сделать (потребности)?;
- почему это нужно сделать (причина)?;
- когда это нужно сделать (время)?;
- где это нужно сделать (место)?;
- кем или с помощью чего это должно быть сделано (средства)?;
- как это сделать (метод)?

5. Каким образом каждую часть проекта можно:

- исключить?
- объединить с другими?
- унифицировать?
- перенести?
- модифицировать?
- упростить?

Этот комплекс вопросов Е. Мэтчетт называет «первичным кольцом», а следующий комплекс – «вторичным кольцом».

6. Какие эффекты, потребности, ограничения вызовет каждая деталь комплекса в отношении любой другой детали этого комплекса?

Назначение «первичного кольца» – выявить множество различных альтернатив, а «вторичного кольца» – обеспечить увязку всех изменений друг с другом, а также со всеми имеющимися потребностями. Вопросы, порождающие многообразие, необходимо применять для выявления существенных характеристик изучаемого объекта и для устранения из проекта ненужных элементов.

Главное в этом методе – обучение метаязыку, который выявляет характерные особенности мышления и облегчает его согласование с характером решаемой задачи. Считается, что метод Е. Мэтчета – один из немногих системных методов, продемонстрировавших свою работоспособность, он резко повышает мастерство проектанта за счет сознательного управления самим процессом проектирования.

8. ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (ТРИЗ)

8.1. История создания и развития ТРИЗ

На современном этапе развития инженерного образования все большую роль играют дисциплины, обучающие студентов навыкам решения различных творческих задач. Поэтому в ряде вузов Республики Беларусь и за рубежом в составе как многих учебных предметов, так и в качестве отдельной дисциплины изучается ТРИЗ Г.С. Альтшуллера – изобретателя и писателя (псевдоним – Генрих Альтов).

Основной постулат ТРИЗ состоит в том, что технические системы развиваются по определенным законам, эти законы можно выявить и использовать для создания *алгоритма решения изобретательских задач*. Созданию и совершенствованию ТРИЗ, в конечном счете, созданию теории сильного мышления, Г.С. Альтшуллер посвятил свою жизнь – около 50 лет.

Им была сформулирована идея выявления и преодоления технического противоречия (ТП), выявлены некоторые закономерности (в частности, то, что теперь называют переходом в надсистему, а также закон согласования ритмики) и приемы (один из первых – изменение агрегатного состояния), использовались некоторые химические эффекты: применение сильных окислителей, взрывчатых веществ, появился информфонд.

Как писатель-фантаст Генрих Альтов ставил задачу: методами литературы показать развитие науки и техники в направлении идеала, считая в то же время главной целью фантастики как литературного жанра – человековедение.

Он один из ведущих отечественных писателей-фантастов 1960-х годов, автор «Регистра научно-фантастических идей и ситуаций» (своеобразного патентного фонда идей мировой фантастики), автор научно-фантастических очерков, а также очерков о судьбе предвидений Ж. Верна, Г. Уэллса, А. Беляева.

В 1970 году создал в Баку Школу молодого изобретателя, которая в 1971 году переросла в АзОИИТ (Азербайджанский общественный институт изобретательского творчества) – первый в мире центр обучения ТРИЗ. Организовывал первые в стране школы

изобретательского творчества, общественные университеты научно-технического творчества во многих городах. Общее число таких школ в 80-е годы превышало 500, и о них был снят фильм «Алгоритм изобретений» («Центрнаучфильм», 1974 г.).

Преподавал ТРИЗ школьникам с 1970 г. Вел изобретательский раздел в газете «Пионерская правда» с 1974 г. по 1986 г. За 12 лет проведения не имеющего аналогов в мире эксперимента по обучению ТРИЗ школьников 10–17-ти лет им было проанализировано полмиллиона писем с решениями изобретательских задач. На основе этого уникального опыта написана книга «И тут появился изобретатель» (1984).

В 1973 г. ввел в практику решения изобретательских задач ве-польный анализ, а в 1975 г. – стандарты на решение изобретательских задач.

С 1989 г. по 1998 г. – президент Ассоциации ТРИЗ, которая продолжает активно работать, проводя ежегодно различные семинары, конференции во многих странах мира. Книги Г.С. Альтшуллера переведены на 14 языков мира.

Основные функции ТРИЗ:

1) решение творческих и изобретательских задач любой сложности и направленности *без перебора вариантов* (и не ожидая вдохновения);

2) решение научных и исследовательских задач;

3) выявление проблем, трудностей и задач при работе с техническими системами и при их развитии;

4) выявление и устранение причин брака и аварийных ситуаций;

5) максимально эффективное использование ресурсов природы и техники для решения многих проблем;

6) прогнозирование развития технических систем и получение перспективных решений (в том числе и принципиально новых);

7) объективная оценка решений;

8) систематизирование знаний любых областей деятельности, позволяющее значительно эффективнее использовать эти знания и на принципиально новой основе развивать конкретные науки;

9) развитие творческого воображения и мышления;

10) развитие качеств творческой личности и развитие творческих коллективов.

8.2. Основные понятия и определения. Уровни сложности задач

Структура и функции ТРИЗ включают в себя:

- 1) законы развития технических систем (ТС);
- 2) информационный фонд;
- 3) структурный вещественно-полевой (вепольный) анализ технических систем;
- 4) алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ);
- 5) методы развития творческого воображения.

ТРИЗ основывается на следующих *базовых понятиях*.

А. Изобретательская ситуация и изобретательская задача.

Когда техническая проблема встает перед изобретателем впервые, она обычно имеет расплывчатую формулировку и не содержит в себе указаний на пути решения. В ТРИЗ такая форма постановки называется *изобретательской ситуацией*. Главный ее недостаток состоит в том, что перед инженером оказывается чересчур много путей и методов решения. Полный их перебор является трудоемкой и дорогой операцией, а выбор путей «на удачу» приводит к малоэффективному методу проб и ошибок. Поэтому первым шагом на пути к изобретению является переформулирование ситуации таким образом, чтобы уже сама формулировка отсекала бесперспективные и неэффективные пути решения. При этом возникает вопрос: *какие решения являются эффективными, а какие – нет?*

Альтшуллер Г. предположил, что самое эффективное решение проблемы – такое, которое достигается само по себе, только за счет уже имеющихся ресурсов. Таким образом, он пришел к формулировке идеального конечного результата (ИКР): «Некий элемент (X-элемент) системы или окружающей среды сам устраняет вредное воздействие, сохраняя способность выполнять полезное воздействие». Он соответствует упоминавшемуся выше в разделе 6.3 понятие идеального технического решения (ИТР), которое разработчики и изобретатели называют по-разному: идеальный образ машины, идеальный конечный результат, идеальная машина, предельно совершенное устройство и т. д. ИТР является как бы ориентиром для выбора прототипа и разработки улучшенного ТО.

Будем считать техническое решение идеальным, если оно имеет одно или несколько из следующих свойств:

1) размеры, объем, площадь ТО приближаются или совпадают с размерами, объемом и площадью обрабатываемого или транспортируемого объекта, а чистая масса ТО намного меньше массы обрабатываемого объекта.

2) масса и размеры ТО или его главных функциональных элементов приближаются к нулю, а в предельном случае равны нулю (когда устройства вообще нет, но необходимая функция выполняется). Устройство, которое работает, но которое не существует, следовательно, и не требует никакого обслуживания, в идеале должно обслуживать само себя (полная автоматизация, авторегулировка, автоподналадка);

3) время обработки объекта приближается к нулю или равно нулю;

4) КПД приближается к единице или равен единице, а расход энергии приближается к нулю или равен нулю;

5) все части ТО все время выполняют полезную работу в полную меру своих расчетных возможностей;

6) ТО функционирует бесконечно длительное время без ремонта и остановок;

7) надежность и долговечность бесконечно высоки или же бесконечно низки (бесконечно высокая хрупкость конструкции – пожарные окна);

8) ТО функционирует без человека или при его минимальном участии;

9) ТО не оказывает никакого отрицательного влияния на человека и окружающую природную среду;

10) стоимость ТО равна нулю или близка к нулю.

При формировании ИТР (ИКР) для своего класса ТО можно стать на время футурологом или писателем-фантастом и описать максимально подробно (для реализации рассматриваемой функции) техническое решение будущего удовлетворяющего по возможности указанным свойствам ИТР (ИКР). Особое внимание обращают на физический принцип действия, внешний вид и основные показатели эффективности ТО. При этом целесообразно использовать прямую мозговую атаку, чтобы создать как можно больше предложений, даже безумных и невероятных. Для эффективности мозговой атаки полезно помнить два основных правила: не следует заранее думать, возможно или невозможно в принципе осуществить ИТР (ИКР), а также как и какими путями оно будет реализовано.

В реальности ИКР (ИТР) редко достижим полностью, однако он является ориентиром для изобретательской мысли. Сравнение решений по степени идеальности дает инструмент оценки качества решения.

Теперь, получив инструмент отсека неэффективных решений, можно переформулировать изобретательскую ситуацию в стандартную мини-задачу: «Согласно ИКР, все должно остаться так, как было, но либо должно исчезнуть вредное, ненужное качество, либо появиться новое, полезное качество». Основная идея мини-задачи в том, чтобы избегать существенных (и дорогих) изменений и рассматривать в первую очередь простейшие решения.

Формулировка мини-задачи способствует более точному описанию проблемы:

- Из каких частей состоит система, как они взаимодействуют?
- Какие связи являются вредными, мешающими, какие – нейтральными, и какие – полезными?
- Какие части и связи можно изменять, а какие – нельзя?
- Какие изменения приводят к улучшению системы, и какие – к ухудшению?

Б. Противоречия.

После того как мини-задача сформулирована и система проанализирована, обычно быстро обнаруживается, что попытки изменений с целью улучшения одних параметров системы приводят к ухудшению других параметров. Например, увеличение прочности крыла самолета может приводить к ухудшению его весовых характеристик, и наоборот – облегчение крыла приводит к снижению его прочности. В системе возникает конфликт, **противоречие**. ТРИЗ выделяет 3 вида противоречий (в порядке возрастания сложности разрешения):

- **административное противоречие:** «надо улучшить систему, но я не знаю как (не умею, не имею права) сделать это». Это противоречие является самым слабым и может быть снято либо изучением дополнительных материалов, либо принятием (снятием) административных решений;

- **техническое противоречие:** «улучшение одного параметра системы приводит к ухудшению другого параметра». Техническое противоречие – это и есть постановка *изобретательской задачи*. Переход от административного противоречия к техническому резко понижает размерность задачи, сужает поле поиска решений и позволяет перейти от метода проб и ошибок к алгоритму решения изобретательской задачи, который либо предлагает применить

один или несколько стандартных технических приемов, либо (в случае сложных задач) указывает на одно или несколько физических противоречий;

• **физическое противоречие:** «для улучшения системы какая-то ее часть должна находиться в разных физических состояниях одновременно, что невозможно». Физическое противоречие является наиболее фундаментальным, потому что изобретатель упирается в ограничения, обусловленные физическими законами природы. Для решения задачи изобретатель должен воспользоваться справочником физических эффектов и таблицей их применения.

В. Информационный фонд состоит:

– из системы стандартов на решение изобретательских задач (типовые решения определенного класса задач);

– технологических эффектов (физических, химических, биологических, математических, в частности наиболее разработанных из них в настоящее время – геометрических) и таблицы их использования;

– приемов устранения противоречий и таблицы их применения;

– ресурсов природы и техники и способов их использования.

Г. Стандарты на решение изобретательских задач представляют собой комплекс приемов, использующих физические или другие эффекты для устранения противоречий. Это своего рода формулы, по которым решаются задачи. Для описания структуры этих приемов Г. Альтшуллером был создан вещественно-полевой (вепольный) анализ. Система стандартов состоит из классов, подклассов и конкретных стандартов. Эта система включает 76 стандартов. С ее помощью можно не только решать, но и выявлять новые задачи и прогнозировать развитие технических систем.

Д. Технологические эффекты.

Технологический эффект – это преобразование одних технологических воздействий в другие. Могут требовать привлечения других эффектов: физических, химических и т. п.

Е. Физические эффекты.

Известно около пяти тысяч физических эффектов и явлений. В разных областях техники могут применяться различные группы физических эффектов, но есть и общеупотребительные. Их примерно 300...500.

Ж. Химические эффекты – это подкласс физических эффектов, при котором изменяется только молекулярная структура веществ, а набор полей ограничен в основном полями концентрации, скорости

и тепла. Ограничившись лишь химическими эффектами, зачастую можно ускорить поиск приемлемого решения.

3. Биологические эффекты – это эффекты, производимые биологическими объектами (животными, растениями, микробами и т. п.). Применение биологических эффектов в технике позволяет не только расширить возможности технических систем, но и получать результаты, не нанося вреда природе. С помощью биологических эффектов можно выполнять различные операции: обнаружение, преобразование, генерирование, поглощение вещества и поля и др.

И. Математические эффекты.

Среди математических эффектов наиболее разработанные геометрические. *Геометрические эффекты* – это использование геометрических форм для различных технологических преобразований. Широко известно применение треугольника, например использование клина или скользящих друг по другу двух треугольников.

К. Система приемов, используемая в ТРИЗ, включает простые и парные (прием–антиприем).

Простые приемы позволяют разрешать технические противоречия. Среди простых наиболее популярны 40 основных приемов.

Парные приемы состоят из приема и антиприема, с их помощью можно разрешать физические противоречия, так как при этом рассматривают два противоположных действия, состояния, свойства.

Л. Основные приемы разрешения технических противоречий.

Анализ многих тысяч изобретений позволил выявить, что при всем многообразии технических противоречий большинство из них решается 40 основными приемами.

Работа по составлению списка таких приемов была начата Г.С. Альтшуллером еще на ранних этапах становления теории решения изобретательских задач. Для их выявления понадобился анализ более 40 тыс. авторских свидетельств и патентов. Приемы эти и сейчас представляют для изобретателей большую эвристическую ценность. Их знание во многом позволяет облегчить поиск ответа.

Но эти приемы показывают лишь общее направление и область, где могут быть сильные решения. Конкретный же вариант решения они не выдают, эта работа остается за человеком.

М. Таблица выбора приема устранения технических противоречий (в упрощенном виде представлена в табл. 8.2).

Н. Ресурсы.

Вещественно-полевые ресурсы (ВНР) – это ресурсы, которые можно использовать при решении задач или развитии системы. Использование ресурсов увеличивает идеальность системы.

- **Статика** – законы 1–3, определяющие условия возникновения и формирования технической системы.

- **Кинематика** – законы 4–6, 9, определяющие закономерности развития вне зависимости от воздействия физических факторов. Важны для периода начала роста и расцвета развития ТС.

- **Динамика** – законы 7–8, определяющие закономерности развития ТС в зависимости от воздействия конкретных физических факторов. Важны для завершающего этапа развития и перехода к новой системе.

1. Закон полноты частей системы.

2. Закон «энергетической проводимости» системы.

3. Закон согласования ритмики частей системы.

4. Закон увеличения степени идеальности системы.

5. Закон неравномерности развития частей системы.

6. Закон перехода в надсистему.

7. Закон перехода с макроуровня на микроуровень.

8. Закон увеличения степени вепольности.

9. Закон увеличения степени динамичности систем [9]. Самый важный закон, рассматривает одно из базовых понятий в ТРИЗ – «идеальность» системы.

П. Вещественно-полевой (вепольный) анализ.

Веполь (то есть вещество + поле) – модель взаимодействия в минимальной системе, в которой используется характерная символика.

Г.С. Альтшуллер разработал методы для анализа ресурсов. Несколько из открытых им принципов рассматривают различные вещества и поля для разрешения противоречий и увеличения идеальности технических систем. Например, система «телетекст» использует телевизионный сигнал для передачи данных, заполняя небольшие промежутки времени между телевизионными кадрами в сигнале.

Еще одна техника, которая широко используется изобретателями, заключается в анализе веществ, полей и других ресурсов, которые не используются и которые находятся в системе или рядом с ней.

Р. Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) – пошаговая программа (последовательность действий) по выявлению и разрешению противоречий, то есть решению изобретательских задач (около 85 шагов).

АРИЗ включает:

- собственно программу;
- информационное обеспечение, питающееся из информационного фонда;
- методы управления психологическими факторами, которые входят составной частью в методы развития творческого воображения.

По уровню сложности Г.С. Альтшуллер делит задачи аналогично матрице инженерного творчества на пять уровней.

8.3. Современные версии ТРИЗ

Как было отмечено в разделе 1.4, освоение методов ТРИЗ является весьма трудоемкой задачей, поэтому последнее время находят все большее применение простейшая практическая версия теории решения изобретательских задач Мета-АРИЗ и на ее основе – структурированное представление изобретательских задач и решений в виде Мета-алгоритма SMART-A, представляющего собой четырехэтапную логическую схему решения творческих проблем на основе ТРИЗ и Мета-АРИЗ, каждый этап которой, а именно: **Диагностика, Редукция, Трансформация и Верификация** – содержит минимальное количество ТРИЗ-навигаторов, необходимых для решения проблем [13].

Кроме уменьшения до предела количества навигаторов, упрощение SMART-A связано с тем, что ТРИЗ-навигаторы в SMART-A имеют упрощенную структуру и сокращенный функциональный объем.

SMART-A является «маршрутом», по которому решатель проблемы проходит от исходного состояния объекта к его будущему состоянию (рис. 8.1).



Рис. 8.1. SMART-A как «маршрут» из настоящего в будущее состояние объекта

Структура SMART-A представлена на рис. 8.2. SMART-A предназначен для самого первого ознакомления начинающих с принципами и инструментами ТРИЗ и поэтому содержит только самые необходимые модели и минимальный маршрут для решения проблем.

Вместе с тем SMART-A может применяться и для пробного решения проблем. Попытка или несколько попыток пробного

решения проблемы по упрощенной схеме позволяют оценить сложность проблемы, поэтому такие пробные попытки решения проблемы вполне можно назвать «экспресс-анализом».

Особенностью SMART-A как специальной простейшей версии Мета-АРИЗ является то, что он дает возможность начинающим быстро понять основы методологии и инструментария ТРИЗ.

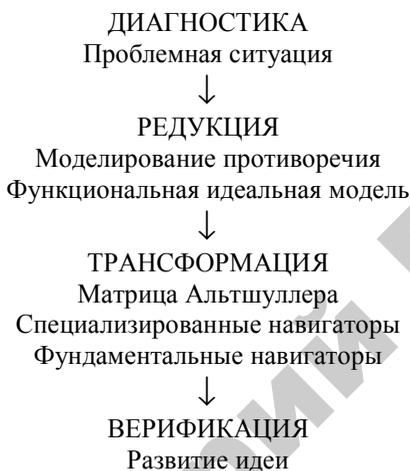


Рис. 8.2. Мета-алгоритм SMART-A

Диагностика в SMART-A – первый этап в четырехэтапной логической схеме решения творческих проблем на основе ТРИЗ и Мета-АРИЗ, предназначенный для выявления основных аспектов исходной проблемной ситуации.

Этап «Диагностика» в SMART-A содержит единственный ориентировочный блок «Проблемная ситуация», предполагающий первичное изучение проблемы через выполнение следующих минимально необходимых действий:

- выявление содержания проблемы: что требуется развить, усовершенствовать в объекте, или: что мешает нормальной работе объекта и что нужно устранить в объекте для улучшения его функционирования;
- выявление причин существования проблемы;
- определение интервалов времени существования проблемной ситуации и времени отсутствия негативных явлений;

- первичный анализ возможностей получения нужного функционирования (и/или устранения недостатка);
- устранение дефицита средств для получения нужного функционирования (и/или устранения недостатка).

Прежде всего, следует учесть, что «Диагностика» выполняется для существующего объекта. Изучается состояние «Есть», то, что присутствует в объекте в настоящее время.

В помощь для систематизации диагностики может быть применена система вопросов (табл. 8.1) под названием «Навигатор Квинтиллиана» – по имени римского теоретика ораторского искусства (I в. н. э.).

Таблица 8.1

Навигатор Квинтиллиана

Вопросы Квинтиллиана		Содержание ответа
1. Объект	Что?	Проблема в виде конфликта несовместимых свойств
2. Место	Где?	Локализация в системе
3. Время	Когда?	Локализация во времени
4. Субъект	Кто?	Участники взаимодействия
5. Способ	Как?	Причины возникновения несовместимых свойств
6. Средство	Чем?	Известные способ и средство устранения проблемы
7. Цель/причина	Для чего/почему?	Цель усовершенствования (развития)

Редукция в SMART-A – второй этап в четырехэтапной логической схеме решения творческих проблем на основе ТРИЗ и Мета-АРИЗ, предназначенный для построения гипотез (*идеальный конечный результат* и *функциональное идеальное моделирование*) и моделей (*противоречия* и *ресурсы*) с целью точного определения главного конфликта проблемы и представления его в стандартизированной форме.

Этап «Редукция» в SMART-A содержит два навигационных блока: «Моделирование противоречия» и «Функциональная идеальная модель», – предполагающих построение стандартизованного представления проблемы и ее решения через выполнение следующих минимально необходимых, ориентировочных действий:

- точное определение причин конфликта;

– выявление и представление конфликтующих свойств в виде бинарного противоречия с соответствующими плюс- и минус-факторами;

– определение характера противоречия – техническое и (или) физическое;

– подбор стандартизованных плюс- и минус-факторов для технического противоречия и переход к A^S -Матрице и-или к A^S -Каталогу (фактически на этап «Трансформация»);

– определение для физического противоречия основного дефицитного (критического, доминирующего) ресурса и переход к A^F -Каталогу;

– уточнение интервалов времени существования проблемной ситуации (оперативного времени) и времени отсутствия негативных явлений;

– формирование представлений об *идеальном конечном результате* и *функциональной идеальной модели*);

– тщательный анализ и выявление оперативных ресурсов, потенциально пригодных для получения результата.

«Редукция» выполняется для приведения исходных неструктурированных описаний проблемы к стандартизованным структурированным представлениям, позволяющим перейти к соответствующим моделям трансформации.

Чрезвычайно важным моментом «Редукции» является построение функциональной идеальной модели будущего объекта. Можно сказать, что при этом изучается состояние «Должно быть», то, что будет реализовано в объекте в будущем (см. рис. 8.1).

Для объяснения важности правильной редукции полезно рассмотреть схему, интерпретирующую процесс решения проблем в ТРИЗ как «поведение» человека при сопоставлении и поиске аналогий со стандартными ТРИЗ-решениями (рис. 8.3).

РЕДУКЦИЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

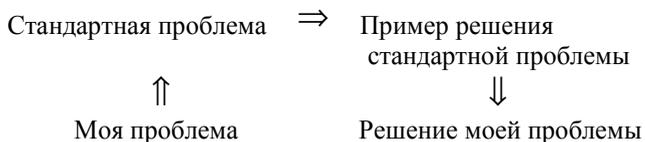


Рис. 8.3. «Поведенческая» модель ТРИЗ-решения проблемы

Чем точнее будет определена стандартизованная модель, тем выше вероятность выхода на пример стандартного решения, которое может сыграть решающую роль в формировании идеи трансформации объекта и решения существующей проблемы.

Вместе с тем следует отметить, что такой подход эффективен для задач, как раз относящихся к «стандартным» по классификации ТРИЗ, что не умаляет важности этого подхода, так как по той же классификации «стандартные» задачи составляют около 75...80 % от общего количества решаемых задач.

Этот подход эффективен и для решения «нестандартных» задач, так как позволяет исследовать устойчивость, сопротивляемость таких задач при применении тех или иных подходов. В целом это кардинально сокращает перебор путей к решению, делает поиск упорядоченным и направленным.

Трансформация в SMART-A – третий этап в четырехэтапной логической схеме решения творческих проблем на основе ТРИЗ и Мета-АРИЗ, предназначенный для *генерации* (поиска, синтеза) идей новой организации совершенствуемого или создаваемого вновь объекта.

Этап «Трансформация» в SMART-A содержит три ориентировочных блока: «Матрица Альтшуллера», «Специализированные навигаторы» и «Фундаментальные навигаторы», – предполагающих формирование идеи решения через выполнение следующих минимально необходимых действий:

- выбор моделей трансформации, наиболее близко соответствующих стандартизованной модели противоречия решаемой проблемы;
- изучение и интерпретация выбранных моделей трансформации и поясняющих их примеров применительно к решаемой проблеме;
- организация при необходимости внутренних циклов в SMART-A для возврата на этапы «Редукция» или «Диагностика» с целью уточнения и изменения ранее созданных моделей и гипотез.

В соответствии с упрощенной моделью, показанной на рис. 8.2, очень кратко творческую концепцию этапа «Трансформация» можно выразить следующим образом: на основе имеющихся или преобразованных ресурсов и с использованием навигаторов-аналогов устранить противоречие, мешающее достичь идеального результата.

Все эти этапы реализуются человеком, а потому зависят от многих субъективных особенностей каждого человека, прежде всего

от правильного восприятия проблемы, от отношения к предполагаемому решению и от способностей и подготовленности к генерации идей.

Именно на этом этапе мобилизуются в полной мере вместе рациональный и эмоциональный интеллекты человека, все духовные, психологические, а нередко – и физические ресурсы.

При решении человеком интеллектуальных задач трудно ожидать получения одинаковых результатов даже при применении одних и тех же рекомендаций. Это объясняется тем, что в творческом моделировании большую роль играют интуитивные аспекты мысленного моделирования, по-разному проявляющиеся у разных индивидуумов да еще зависящие от психологического состояния человека.

Верификация в SMART-A – четвертый этап в четырехэтапной логической схеме решения творческих проблем на основе ТРИЗ и Мета-АРИЗ, предназначенный для *оценки* новой идеи, а также для возможного развития как полученной идеи, так и методов создания новых идей.

Этап «Верификация» в SMART-A содержит один ориентировочный блок, обобщенно названный «Развитие идеи» и предполагающий выполнение как минимум следующих действий:

- проверку достоверности факта действительного устранения исходного противоречия, а с ним и исходной проблемы;
- оценку функциональной эффективности новой идеи;
- оценку возможностей развития идеи – создания модификаций, дальнейшего повышения эффективности, снижения затрат на будущую реализацию и т. п.;
- оценку способа получения решения – реинвентинг собственного решения с целью выявления возможных пропущенных вариантов, а также с целью возможного выявления новизны каких-то аспектов процесса решения для включения в банк новых методов ТРИЗ;
- анализ возможных изменений в окружающих системах, в способах применения нового объекта;
- исследование последствий применения нового объекта для природы и общества;
- поиск скрытых позитивных и негативных эффектов функционирования и применения объекта;
- принятие решения о переходе на новый цикл решения исходной задачи или переформулирование прежней постановки и замену задачи.

8.4. Каталог и матрица приемов

A^S -Матрица выбора A^S -приемов (называемая также *Матрица приемов*, *A-Матрица* или *Матрица Альтшуллера*) оказалась исключительно удобным инструментом, особенно для начинающих осваивать ТРИЗ.

Матрица выбора специализированных навигаторов, или A^S -Матрица – двумерная таблица, с помощью которой конкретным плюс- и минус-факторам бинарного технического противоречия, сформулированного применительно к определенной проблемной ситуации, подбирается и ставится в соответствие пара стандартизованных плюс- и минус-факторов, являющихся ортогональными координатными входами в эту таблицу и определяющими положение клетки таблицы, содержащей кластер навигаторов, рекомендуемых для разрешения полученного сочетания стандартизованных плюс- и минус-факторов, следовательно, и исходного противоречия.

A^S -Матрица несимметрична! То есть кластеры, выбранные на основе взаимной замены плюс- и минус-факторов, в большинстве случаев содержат различные навигаторы.

Полная A^S -Матрица классической ТРИЗ имеет по 39 одинаковых входов для *плюс-факторов и минус-факторов*. В пособии [13] приводится существенно переработанная и сокращенная в учебных целях A^S -Матрица размерностью 16×16 , то есть по 16 плюс- и минус-входов (табл. 8.2). Сокращенная матрица получена объединением строк и столбцов полной A^S -Матрицы с близкими по назначению плюс- и минус- входами. «Объединенные» плюс- и минус-факторы получили новые обобщные названия (легко, впрочем, ассоциируемые с исходными названиями в полной матрице).

В каждом кластере A^S -Матрицы навигаторы упорядочены по частоте их применения в полной матрице.

Для технического противоречия плюс-фактор соответствует параметру или свойству, которое нужно улучшить, а минус-фактор – параметру или свойству, которое при этом ухудшается. Подбор «подходящего» стандартизованного плюс- и минус-фактора из A^S -Матрицы требует опыта и знаний.

Формально алгоритм подбора стандартизованных плюс- и минус-факторов и выхода на соответствующий кластер содержит следующие шаги:

- 1) построить техническое противоречие, исходя из условий проблемной ситуации;

2) для позитивного свойства противоречия подобрать из A^S -Матрицы плюс-фактор, в наибольшей мере соответствующий физико-техническому содержанию позитивного свойства;

3) подобрать минус-фактор из A^S -Матрицы по аналогии с шагом 2;

4) из клетки A^S -Матрицы, находящейся на пересечении строки, определяемой плюс-фактором, и столбца, определяемого минус-фактором, выписать номера навигаторов из A^S -Каталога;

5) выполнить интерпретацию и изучить возможности трансформации объекта на основе рекомендаций навигаторов из A^S -Каталога применительно к условиям решаемой задачи с целью устранить имеющееся противоречие.

Следует избегать при начальном определении конфликтующих факторов в модели противоречия использовать названия входов A^S -Матрицы. Это может привести к неверной модели противоречия из-за искажения ее физического содержания.

При наличии нескольких плюс- и минус-факторов (входов в A^S -Матрицу), близких к позитивному и негативному факторам в модели технического противоречия, полезно использовать также и эти факторы для выбора из A^S -Матрицы дополнительного количества навигаторов.

Входы A^S -Матрицы реструктурированы в две группы: системотехнические – с 01-го по 08-й и физико-технические – с 09-го по 16-й.

Обозначения плюс- и минус-факторов:

01 – производительность;

02 – универсальность;

03 – надежность;

04 – точность изготовления и измерения;

05 – сложность устройства, контроля и измерения;

06 – удобство изготовления эксплуатации ремонта;

07 – внешние вредные факторы;

08 – внутренние вредные факторы;

09 – длина;

10 – площадь;

11 – объем;

12 – форма;

13 – время действия;

14 – сила;

15 – масса;

16 – энергия, расход и потери.

Таблица 8.2

Сокращенная A^S-Матрица выбора ТРИЗ-приемов
(матрица 16×16 факторов для 20 приемов)

Плюс-факторы (П)	Минус-факторы (М)															
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
01		01 03	01 02	02 03	01 05	03 05	01 11	01 21	10 24	02 01	02 01	02 01	01 02	02 07	01 07	01 02
02	01 20		01 11	01 02	03 07	03 07	01 28		03 01	01 07	01 07	03 07	01 03	01 07	07 03	01 07
03	01 03	01 05		28 03	01 21	01 02	01 05	01 05	07 03	01 02	01 18	03 01	01 12	01 02	02 12	02 12
04	02	01 05	03 28		10 01	03 01	10 02	02 10	02 16	10 12	01 02	20 02	02 10	01 05	01 10	05 12
05	01 19	07 03	21 01	10 18		10 03	21 05	03 05	10 18	05 16	03 16	11 10	03 07	29 01	01 03	10 11
06	02 03	03 07	01 03	01 02	03 28		05 01		03 01	16 02	01 02	03 05	01 05	03 29	01 11	05 07

Продолжение таблицы 8.2

Плюс-факторы (П)	Минус-факторы (М)															
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
07	01 11 18 21	01 21 28	18 01 05	10 02 06	21	05 01 02 18 29			03 19 24	01 03 05 21	01 21 36	01 03 12 21	03 07 19 21	01 05 11 21	212 05 11 18	02 03 05 18 20 21
08	01 21		01 05 18	10 12 19 24	03 05				07 16 19 21	03 05 19 21	01 05 19 24	01 03	21 07 16	02 03 05	21 01 03 07	01 05 20 21
09	10 24 34	03 01 07 16	07 01 02 03	02 12 24	10 03 01	03 07 19 01 02 05 12 24 29	03 07 18 19	07 19		19 02 07 24	01 05 19 34	02 04 07 11 34	01 03 03	01 02 03 19 24	01 07	01 18
10	02 05 07 10 19 34	07 16	05 01 11 24 28 39	05 12 10 11	03 05 01	16 11 03 07 02 10 18 19 24	01 03 05 21	03 05 19 21	07 10 24 34 39		19 24 34	24 35	02 05 12 20	01 02 07 05	04 05 19	
11	02 05 01 20	07 03 02 05 16 18 28	01 03 02 05 05 10 16	29 01 02 05 19 24	10 03 02 05 19 24	03 01 02 07 11	01 21	01 05 19 24	02 03 04 05 34	03 19 24 34		01 03 07 24 34	01 20 24	01 05 18 20	01 02 05 10	01
12	02 10 19	03 07	02 03 16 24	03	03 07 11 16	03 05 07 10 11 19	01 03 05 21	01 03	02 11 24 34 35	02 24 35	01 05 07 21 24 34		10 29 39	02 01 07	02 07 10 12	05 20
13	01 02 16 19	01 03 12 11	01 11 05 20 28 36	12 02 10 16 24	01 02 07 20 24 29	03 02 01 24	03 07 19 21	16 21	01 03 05 39	12 19	01 02 05	10 29		05 12 16	16 20 35	01 20

Плюс-факторы (П)	Минус-факторы (М)																
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	
14	01	01	01	01	01	03	01	05	01	02	01	01	05		02	02	
	02	07	02	02	02	07	03	11	02	03	02	02	12		03	03	
	12	19	05	12	03	01	05	12	03	07	07	07			11	16	
			11	18	05	05	21	18	16	16	24	24				18	19
		12	20	10	12	16										28	29
			29		36	28				39							
						29											
15	01	07	03	01	10	03	05	01	01	01	02	02	01	02		01	
	03	35	01	10	02	05	21	21	02	05	01	01	05	01		03	
	07		02	02	03	28			03	11	11	11	20	11			
	12		10	03	07	01			07	19			35				
	18		12	19	19	09											
			28		29	11											
					12												
					18												
					20												
16	01	07	02	03	01	03	01	01		07	01	01	01	05	20		
	03	11	11	12	05	01	02	05		29	11	20	20	10	39		
	20	16	18		126	07	03	20						16			
		19	19		29	10	05	21						29			
			24			19								36			
			28			24											
		36															

Благодаря осуществлению систематического, направленного подхода к решению творческих задач A^S -Матрица и A^S -Каталог стали первыми незаменимыми творческими инструментами для многих тысяч последователей ТРИЗ. Эти инструменты стали первой ступенью практической работы по ТРИЗ, сэкономили огромное количество времени и энергии при решении сложных проблем. Альтшуллер Г.С. установил два важнейших закона:

1. Изобретательских задач – бесчисленное множество, а *типов системных противоречий* сравнительно немного.

2. Существуют *типичные системные противоречия* и существуют *типовые приемы* их устранения.

В то же время каждая задача хоть чем-то, но отличается от ранее решенных задач. Поэтому не может быть совершенно одинакового пути к успеху при решении даже очень схожих, например, по виду противоречия, задач.

Автор ТРИЗ подчеркивал, что приемы устранения противоречий ТРИЗ сформулированы в общем виде; они подобны готовому платью: их надо подгонять, учитывая индивидуальные особенности задачи.

A^F -Каталог фундаментальных навигаторов [33]. Исключительная роль, которую играют модели физических противоречий при решении изобретательских задач, объясняется их «положением» в оперативной зоне. **Физическое противоречие** – это предельно острое выражение сути проблемы, это центральная точка любой оперативной зоны.

Для физических противоречий есть подходы и модели трансформации, облегчающие генерацию новых идей. Этому служат и A^F -Каталог фундаментальных навигаторов с «приемами» для решения физических противоречий. Он представляет собой табл. 8.3, содержащую определения (формулы) четырех фундаментальных физических трансформаций объектов для разрешения физических противоречий.

Большинство примеров иллюстрируют определенный доминирующий ресурс, например, пространственный или временной, соответствующий основной трансформации. Но при реализации трансформации оказываются задействованными и другие ресурсы, причем не менее кардинально. Поэтому некоторые примеры могут одновременно хорошо иллюстрировать и другие трансформации (табл. 8.4).

Таблица 8.3

Сокращенный список ТРИЗ-приемов

ТРИЗ-приемы		
№	Название	Характеристика
1	2	3
01	Изменение агрегатного состояния	а) Сюда входят не только простые переходы, например, от твердого состояния к жидкому, но и переходы к «псевдосостояниям» («псевдожидкость») и промежуточным состояниям, например, использование эластичных свойств твердых тел; б) изменить концентрацию или консистенцию, степень гибкости, температуру и т. п.
02	Предварительное действие	а) Заранее выполнить требуемое изменение объекта (полностью или хотя бы частично); б) заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие с наиболее удобного места и без затрат времени на доставку
03	Дробление	а) Разделить объект на независимые части; б) выполнить объект разборным; в) увеличить степень дробления (измельчения) объекта
05	Вынесение	Отделить от объекта «мешающую часть» («мешающее» свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную часть (нужное свойство)

1	2	3
07	Динамизация	а) Характеристики объекта (или внешней среды) должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом шаге работы; б) объект разделить на части, способные перемещаться относительно друг друга; в) если объект неподвижен, сделать его подвижным, перемещающимся
10	Копирование	а) Вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые копии; б) заменить объект или систему объектов их оптическими копиями (изображениями); использовать при этом изменение масштаба; в) если используются видимые оптические копии, перейти к копиям инфракрасным или ультрафиолетовым
11	Наоборот	а) Вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие (например, не охлаждать объект, а нагревать); б) сделать движущуюся часть объекта (или внешней среды) неподвижной, а неподвижную – подвижной; в) перевернуть объект «вверх ногами», вывернуть его
12	Местное качество	а) Перейти от однородной структуры объекта (или внешней среды, внешнего воздействия) к неоднородной; б) разные части объекта должны иметь разные функции; в) каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее соответствующих ее работе
16	Частичное или избыточное действие	Если трудно получить 100 % требуемого эффекта, надо получить «чуть меньше» или «чуть больше». Задача может при этом существенно упроститься
18	Посредник	а) Использовать промежуточный объект, переносящий или передающий действие; б) на время присоединить к объекту другой (легкоудаляемый) объект
19	Переход в другое измерение	а) Объект приобретает возможность перемещаться (размещаться) не только по линии, но и в двух измерениях (т. е. на плоскости); возможно улучшение при переходе от движения в плоскости к пространственному;

1	2	3
		б) использовать многэтажную компоновку; наклонить объект или положить его «на бок»; использовать обратную сторону данной площади; в) использовать оптические потоки, падающие на соседнюю площадь или на обратную сторону имеющейся площади
20	Универсальность	Объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах
21	Обратить вред в пользу	а) Использовать вредные факторы (в частности, вредное воздействие среды) для получения положительного эффекта; б) устранить вредный фактор при сложении с другими вредными факторами; в) усилить вредный фактор так, чтобы он перестал быть вредным
24	Асимметрия	а) Перейти от симметричной формы объекта к несимметричной; б) если объект уже асимметричен, увеличить степень асимметрии
28	Заранее подложенная подушка	Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами
29	Самообслуживание	а) Объект сам себя должен обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции; б) использовать отходы (энергии, вещества)
34	Матрешка	а) Один объект размещен внутри другого объекта, который, в свою очередь, находится внутри третьего, и т. д.; б) один объект проходит сквозь полость в другом объекте
35	Объединение	а) Соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты; б) объединить во времени однородные или смежные операции
36	Обратная связь	а) Ввести обратную связь; б) если обратная связь есть, изменить ее
39	Предварительное антидействие	Если по условиям задачи необходимо совершить какое-то действие, надо заранее совершить антидействие

A^F -Каталог фундаментальных навигаторов
(сопряженных с некоторыми A^S -Приемами)

Принцип трансформации	Связь с A^S -приемами
<p>Разделение противоречивых свойств <i>в пространстве</i></p>	<p>05 Вынесение: отделить мешающую часть, выделить нужную часть.</p> <p>10 Копирование: использовать упрощенные и дешевые копии или изображения</p> <p>19 Переход в другое измерение: увеличить степени свободы движения объекта, использовать многоэтажную компоновку, использовать боковые и другие поверхности.</p> <p>24 Асимметрия: перейти к асимметричным формам, усилить асимметрию.</p> <p>34 Матрешка: разместить объект последовательно один в другом, пропустить объект через полости (пустоты) в другом</p>
<p>Разделение противоречивых свойств <i>во времени</i></p>	<p>02 Предварительное действие: полностью или частично выполнить нужное действие; расставить объекты так, чтобы они быстрее вступили в действие.</p> <p>07 Динамизация: сделать объект (части объекта) подвижным, оптимизировать характеристики процесса (объекта) на каждом шаге работы.</p> <p>08 Периодическое действие: перейти от непрерывного действия к периодическому, менять периодичность, использовать паузы.</p> <p>186 Посредник: на время присоединить к объекту другой (легкоудаляемый) объект.</p> <p>28 Заранее подложенная подушка: заранее подготовить аварийные средства.</p> <p>35б Объединение: объединить во времени однородные или смежные операции.</p> <p>39 Предварительное антидействие: для совершения основного действия надо предварительно совершить противоположное действие</p>

Принцип трансформации	Связь с A ^S -приемами
Разделение противоречивых свойств <i>в структуре</i>	<p>03 Дробление: разделить объект на части, увеличить степень дробления.</p> <p>11 Наоборот: вместо действия, диктуемого обстоятельствами, сделать обратное.</p> <p>12 Местное качество: перейти от однородной структуры к неоднородной, чтобы каждая часть выполняла свою функцию и в наилучших условиях</p> <p>18а Посредник: использовать промежуточный объект для передачи или переноса действия.</p> <p>35а Объединение: (соединить однородные или предназначенные для соседних операций объекты</p>
Разделение противоречивых свойств <i>в веществе</i>	<p>01. Изменение агрегатного состояния объекта: изменение концентрации или консистенции, использование свойств эластичности материалов и т. п.</p> <p>29б. Самообслуживание: использовать отходы вещества и энергии</p>

8.5. Изобретения БГАТУ, полученные с помощью матрицы приемов ТРИЗ

1. ВУ 13583 Кротователь [129]

Кротователь (рис. 8.4, 8.5, 8.6) состоит из ножевой стойки 1, дренера 2 с прикрепленной к нему сзади жесткой связью 3 с установленным на ней концентрично с возможностью вращения уширителем 4, причем за уширителем 4 к жесткой связи 3 прикреплен козырек 5 с ложкообразным наконечником 6, счесывателя 7 с режущими элементами 8 в виде ножевых скоб, обжимной пластины 9, напорного трубопровода 10 с соплом 11. Тавровая форма поперечного сечения счесывателя 7 обеспечит более низкое расположение ножевых скоб 8 по сравнению с обжимной пластиной 9.

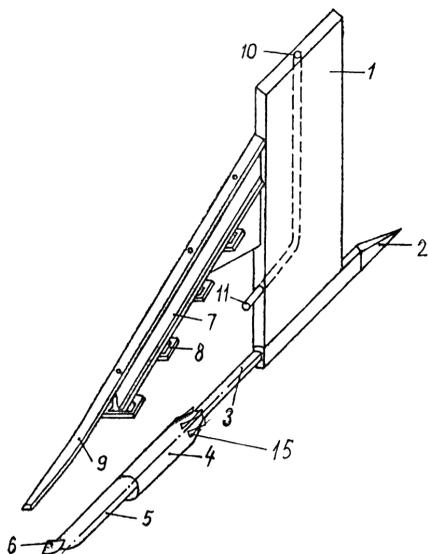


Рис. 8.4. Кротователь (общий вид)

Это дает возможность формировать двусторонние ниши 12 даже в нижней части вертикальной щели, что обеспечивает надежное закрепление пробки из уплотненного грунта 13 над дренажной трубой 14 (на рис. 8.4 и 8.5 позиции 12, 13 и 14 не показаны). Ложкообразный наконечник 6 выступает за пределы свободного конца обжимной пластины 9. Уширитель 4 имеет выполненную в виде турбины с винтовыми лемехами 15 переднюю конусную часть 16, а максимальный наружный диаметр передней конусной части 16 с винтовыми лемехами 15 не превышает наружный диаметр цилиндрической части 17 уширителя 4.

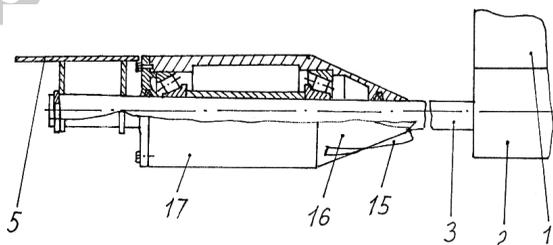


Рис. 8.5. Кротователь (вертикальный продольный разрез)

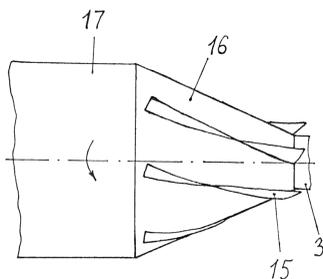


Рис. 8.6. Общий вид уширителя

Кротователь работает следующим образом.

При заглублении его в грунт и движении вперед ножевая стойка 1 прорезает вертикальную щель, дренир 2 формирует предварительную полость дрены, счесыватель 7 с помощью ножевых скоб 8 срезает со стенок щели грунт, который осыпается на жесткую связь 3 и уширитель 4. В это же время по напорному трубопроводу 10 через сопло 11 подается полимерный крепитель, оструктурирующий по истечении нескольких часов осыпавшийся под счесыватель 7 грунт. Грунт стенок прорезанной дрениром 2 полости воздействует на винтовые лемеха 15 уширителя 4 и приводит его, подобно турбине, во вращение вокруг оси жесткой связи 3. При этом винтовые лемеха (рис. 8.5) 15, боковые поверхности конусной 16 и цилиндрической 17 частей вращающегося уширителя (рис. 8.6) 4 захватывают частицы поданного через сопло 11 полимерного крепителя и распределяют их по всей поверхности формируемой уширителем 4 дрены. Хвостовой козырек 5 с ложкообразным наконечником 6 окончательно формируют поперечное сечение дрены, а обжимная пластина 9 уплотняет содержащий полимерный крепитель грунт, прижимая его к хвостовому сферическому козырьку 5, стенкам вертикальной щели и продавливая его в ниши 12.

В связи с тем, что счесыватель 7 хорошо срезает грунт любой плотности и влажности в нужных количествах, а вращающийся уширитель 4 распределяет смешанный с полимерным крепителем грунт по всей поверхности формируемой дрены, обеспечивается по прошествии нескольких часов надежное закрытие вертикальной щели и оструктурирование всей поверхности дрены, повышается качество, надежность и долговечность работы прокладываемых дрен, вследствие чего улучшаются санитарные условия на полях, орошаемых сточными водами, и прилегающих территориях.

2. ВУ 12753 Предварительное действие (+03; -11) [130]

Кормушка (рис. 8.7) для сельскохозяйственных животных содержит раму 1, закрепленный на ней бак 2 для корма, с дном которого соединена вертикальная трубка, направленная вниз от бака 2, и горизонтальную опорную поверхность 9 для корма, у которой расположен нижний конец вертикальной трубки, состоящей из верхней 3 и нижней 4 вертикальных частей, обращенных друг к другу левой и правой наружной резьбой и соединенных регулировочной муфтой 5 с соответственно левой и правой внутренней резьбой. Нижняя часть 4 жесткой кормораздаточной трубки имеет снизу упорный пояс в виде ранта 6, наружный диаметр которого сопряжен с зазором с установленным снизу и фиксируемым сверху от осевого смещения резьбовым соединением с помощью кольцевой ограничительной гайки 7 жестким наклонным раструбом 8 с увеличивающимся по направлению сверху вниз внутренним диаметром и выгрузным отверстием, параллельным горизонтальной опорной поверхности 9 для корма. При этом радиальные и осевые зазоры в сопряжении жесткого наклонного раструба 8 с упорным пояском в виде ранта 6 нижней части 4 жесткой кормораздаточной трубки обеспечивают возможность его поворота относительно вертикальной оси жесткой кормораздаточной трубки.

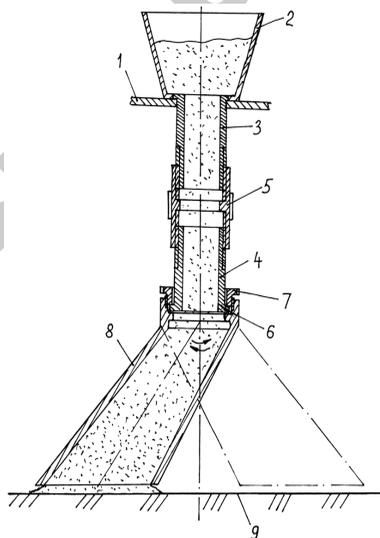


Рис. 8.7. Кормушка для сельскохозяйственных животных

Кормушка работает следующим образом.

Корм загружается в бак 2 и под действием собственного веса поступает по верхней 3 и нижней 4 вертикальным частям жесткой кормораздаточной трубки к наклонному раструбу 8 и далее, внутри него, к горизонтальной опорной поверхности 9 для корма. При этом, в зависимости от зернистости, влажности и других физико-механических качеств корма, определяющих его сыпучесть, с помощью вращения регулировочной муфты 5 предварительно устанавливаются зазор между горизонтальной опорной поверхностью 9 для корма и параллельным ей выгрузным отверстием наклонного раструба 8 таким образом, чтобы обеспечивалось самозапираание в неподвижном положении наклонного раструба 8 сыпучего корма, препятствующее его дальнейшему распространению по опорной поверхности 9 для корма. При появлении потребности в кормлении сельскохозяйственные животные по запаху приближаются своей головной частью к выступающим у выгрузного отверстия наклонного раструба 8 частицам корма и, поворачивая головой наклонный раструб 8 относительно вертикальной оси жесткой кормораздаточной трубки (на рисунке показано штрихпунктирной линией), получают свободный доступ к порции корма. После полного поедания первоначальной порции сельскохозяйственные животные путем следующего поворота головой наклонного раструба 8 могут продолжить кормление, при котором обеспечивается исключение потери полного использования корма по его прямому назначению. Применение в наклонном раструбе 8 увеличивающегося по направлению сверху вниз внутреннего диаметра устраняет возможность зависания внутри него корма.

3. ВУ 8635 Дробление (+03; -12) [131]

Сошник (рис. 8.8) содержит стрелчатую культиваторную лапу 1, соединенную с С-образным гибким трубчатым элементом стойки 2, и семяпроводом 3. С-образный гибкий трубчатый элемент стойки 2 соединяется с S-образным элементом стойки 4, выполненным в виде гибкого трубчатого элемента. Во внутренних полостях С- и S-образных элементов стойки расположены пластичные вкладыши 5 и 6 соответственно (позиции 5, 6, 11 на рисунке не показаны). К С-образному и S-образному участкам стойки прикреплены штуцеры 7, посредством которых во внутреннюю полость подается

гидравлическое давление P_1 и P_2 . Сошник крепится при помощи кронштейна 8 к раме 9. На S-образном элементе стойки 4 с зазором симметрично горизонтальной плоскости, проходящей через точку, в которой касательная к передней, наиболее выдвинутой в сторону движения агрегата, поверхности S-образного элемента стойки 4 в его продольной вертикальной плоскости симметрии принимает вертикальное положение, установлены выполненные, например, из стали массивные шайбы 10 и 15 с охватом их внутренними отверстиями S-образного элемента стойки 4. Массивные шайбы 10 и 15 расположены впритык друг на друге между закрепленными на S-образном элементе стойки 4 стопорными шайбами 11, охватывающими своими внутренними отверстиями S-образный элемент стойки 4, с возможностью их движения относительно стопорных шайб 11 и друг относительно друга. Верхняя шайба 15 имеет массу в 2...3 раза меньшую, чем нижняя шайба 10, и верхняя шайба 15 установлена с зазором относительно S-образного элемента стойки 4 меньшим, чем нижняя шайба 10. Изменение рельефа почвы фиксируется копирующим устройством 12, расположенным перед сошником, сигнал подается в блок управления 13, где сигнал обрабатывается и посредством гидрораспределителя 14 изменяется величина давлений P_1 и P_2 .

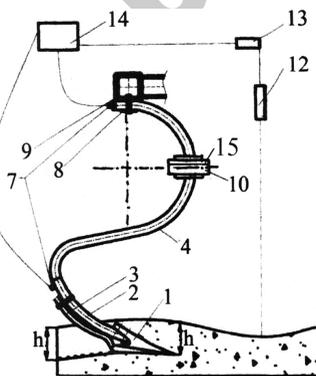


Рис. 8.8. Общий вид сошника с копирующей системой

Принцип действия сошника заключается в следующем.

При посеве сельскохозяйственных культур сошник устанавливают на заданную глубину h . При движении агрегата изменение рельефа почвы фиксирует копирующее устройство 12, расположенное перед сошником, и подает сигнал в блок управления 13.

Блок управления 13 обрабатывает сигнал и посредством гидрораспределителя 14 изменяет величину давлений P1 и P2, подаваемых через штуцеры 7 в полости стойки 2 и 4. В результате деформации поперечного сечения стойки стрелчатая лапа 1 с закрепленным на ней семяпроводом 3 перемещается. При изменении давления, подаваемого в полость S-образного трубчатого элемента 4, стрелчатая лапа 1 с семяпроводом 3 перемещается в вертикальной плоскости, соблюдая заданную глубину заделки семян. При изменении давления, подаваемого в полость C-образного трубчатого элемента 2, изменяется угол постановки стрелчатой лапы 1 ко дну борозды. Таким образом, достигается соблюдение агротехнических требований по глубине заделки семян при посеве.

При автоколебаниях S-образного трубчатого элемента стойки 4 его наружная поверхность соударяется с боковой поверхностью внутреннего отверстия массивной шайбы 10, что приводит к образованию дополнительных вибрационных импульсов, воздействующих на почвенный слой различного фракционного состава.

При автоколебаниях S-образного трубчатого элемента стойки 4 его наружная поверхность соударяется с боковой поверхностью внутреннего отверстия массивной шайбы 15, а затем и с боковой поверхностью внутреннего отверстия в 2...3 раза большей массы шайбы 10, что приводит к образованию дополнительных вибрационных импульсов, воздействующих на почвенный слой различного фракционного состава. Это ведет к уменьшению скопления растительных остатков на сошнике и снижению энергоемкости процесса движения сошника в почве при широком спектре ее фракционного состава.

4. ВУ 12331 Вынесение (+03; -05) [132]

Плуг (рис. 8.9) содержит корпуса, каждый из которых содержит стойку 1 и закрепленные на ней отвал 2, лемех 3 и планки с присоединенной к ним выполненной в виде барабана полевой доской, причем барабан выполнен цилиндрическим с возможностью вращения вокруг закрепленной на планках оси 5 в виде цилиндрических проставок и дисков равного с цилиндрическими проставками диаметра с закрепленными на каждом из них симметрично оси 5 плоским ножом 8 и обращенным в сторону отвала 2 кронштейном 9. На стойке 1 на уровнях дисков и стыков цилиндрических проставок

закреплены проушины с присоединительными отверстиями. Каждый кронштейн 9 диска соединен с расположенной на его уровне проушиной с помощью шарнирно-присоединенной к ним посредством пальцев плоской пружины 12, выполненной из упругой стали, например марки Р6М5. Корпуса присоединены к грядилям, которые шарнирно соединены с рамой плуга и предохранительными механизмами.

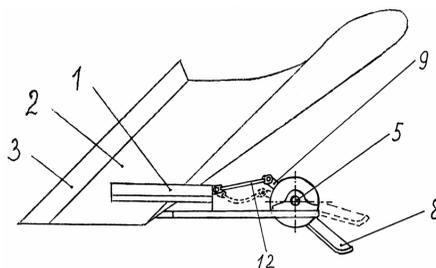


Рис. 8.9. Корпус плуга (вид сверху)

Плуг работает следующим образом.

При движении корпусов плуга плоские ножи 8 внедряются в стенки борозд, оставленных предыдущими корпусами, рыхлят почву и подрезают корни сорняков или многолетних трав. Это позволяет при обороте пласта улучшить качество заделки сорняков и крошения почвы при одновременном снижении энергоемкости процесса, так как на преодоление усилия резания и крошения со стороны ножей 8 используется реакция оборачивания и крошения пласта отвалом 2 и лемехом 3. При лобовом ударе лемеха 3 или отвала 2 о крупный камень срабатывает предохранительный механизм, и корпус плуга вместе с грядилем поворачивается относительно рамы плуга. На косые удары даже крупных камней со стороны полевой доски такие предохранительные механизмы не реагируют.

Они должны обеспечивать устойчивое движение корпусов плугов по глубине при значительных силах резания и крошения почвы, больших чем продольная составляющая силы удара камня о полевую доску. При встрече закрепленного на диске плоского ножа 8 с камнем он вместе с диском и кронштейном 9 поворачивается вокруг оси 5, в результате чего плоская пружина 12 теряет свое устойчивое положение и изгибается, позволяя плоскому ножу 8

обойти без поломок возникшее на его пути препятствие, после преодоления которого он под действием сил упругости плоской пружины 12 возвращается в исходное рабочее положение. Меняя местами цилиндрические проставки и диски с плоскими ножами 8 при монтаже можно в зависимости от условий работы (глубины вспашки, глубины расположения сорняков) изменять глубину установки ножей. Это позволяет осуществить наличие присоединенных к стойке 1 дополнительных проушин с отверстиями.

5. ВУ 16285 Динамизация (+02; -10) [133]

Устройство для очистки сортировальных решет (рис. 8.10) состоит из очистительных элементов 1, выполненных из эластичного материала, например резины, которые жестко закреплены на концах поводков 2, а другим концом поводки 2 жестко прикреплены к серединам перемычек 3 между отверстиями 4 решета по продольной оси симметрии отверстия. Крепят поводки 2 к перемычкам 3 через ряд, а каждый поводок 2 выполняют из стальной струны, причем длина поводка с очистительным элементом не менее чем в два раза меньше расстояния до следующего сортировального решета, если их установлено больше одного и параллельно друг другу. Каждый очистительный элемент 1 выполнен в виде присоединенного по оси симметрии меньшим основанием к поводку 2 усеченного прямого кругового конуса.

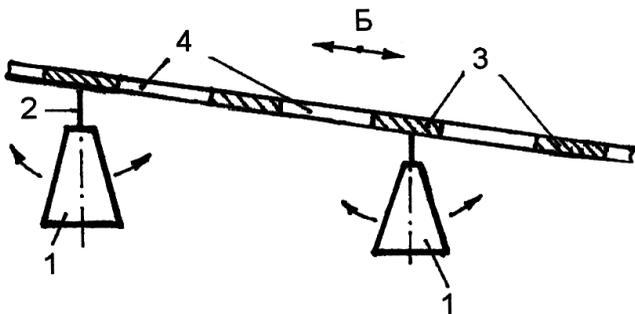


Рис. 8.10. Продольный разрез решетного стана сортировальной машины с очистительными элементами

Устройство работает следующим образом.

Во время работы сортировальной машины ее решета совершают колебательные движения, как показано на рис. 8.10 стрелками *Б*. При движении решета вперед очистительный элемент *1* отклоняется назад и ударяет участком у своего большего основания по застрявшему в отверстии решета зерну как раз в тот момент, когда зерно силами инерции прижимается к краю отверстия, противоположному направлению движения решета, при этом сила удара, по причине заявленной конфигурации очистительного элемента будет сначала отжимать зерна от этого края, а затем вытолкнет их из отверстия без повреждений. Аналогично осуществляется процесс удаления зерен из отверстий при движении решета назад, когда очистительный элемент *1* отклоняется вперед. Очистительные элементы *1* являются универсальными для зерен всех очищаемых культур, что уменьшает затраты на переналадку оборудования.

6. ВУ 12085 Копирование (+04; -08) [134]

Машина содержит закрепленный на раме вращающийся барабан *2* с шарнирно закрепленными на нем ножами *3* (рис. 8.11, 8.12). Каждый из ножей *3* снабжен копирующей головкой корнеплодов элементом, выполненным в виде пластинчатой пружины *4* с выпуклостью, обращенной в сторону вращения ножа *3*, установленной впереди и несколько выше режущей кромки ножа. Каждый нож *3* снабжен шарниром *5*, делящим нож *3*, в положении, обращенном к корнеплодам, на верхнюю и нижнюю часть с режущей кромкой *6*, и расположенным ниже места установки пластинчатой пружины *4* на вращающемся барабане *2*. Пластинчатая пружина *4* соединена с режущей кромкой нижней части ножа *6* посредством присоединенного к ним стержня *7*. Над барабаном *2* установлен кожух с задним щитком, противорежущей пластиной и передним щитком. Рама машины установлена на опорном колесе. Пластинчатая пружина *4* закреплена на ноже *3* с возможностью регулирования их взаимного расположения, при этом пластинчатая пружина *4* и нижняя часть ножа с режущей кромкой *6* выполнены одинаковой ширины.

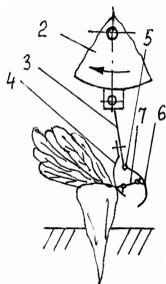


Рис. 8.11. Нож машины в работе в момент касания пластинчатой пружины корнеплода

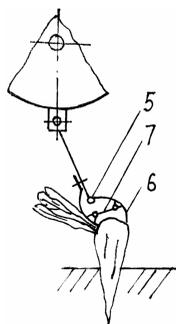


Рис. 8.12. Нож машины в момент схода пластинчатой пружины с корнеплода

Машина работает следующим образом.

В процессе ее движения передний щиток наклоняет ботву вперед, которая срезается вращающимися, шарнирно закрепленными на ротационном барабане 2 ножами 3 с пластинчатыми пружинами 4 и измельчается при прохождении через зазор между ножами 3 и противорежущей пластиной. Срезанная и измельченная ботва за счет швыряющего действия ножей 3 и воздушного потока, создаваемого ими, перемещается по трубопроводному кожуху 8 в транспортное средство. Вследствие того, что ротационный барабан 2 устанавливается по высоте таким образом, что ботва обрезается на уровне головок тех корней, которые наиболее низко расположены над уровнем поля, то могут быть два случая: во-первых, когда лезвие ножа расположено на уровне головки, в этом случае происходит обыкновенный срез ботвы; во-вторых, когда лезвие ножа расположено ниже головки корня вследствие его более высокого расположения над уровнем поля, в этом случае будет иметь место удар выпуклой криволинейной пластинчатой пружины 4 о корень. В результате этого нож 3 начнет отклоняться, так как он закреплен на барабане 2 шарнирно. Пластинчатая пружина 4 деформируется и одновременно с помощью закрепленного шарнирно на ней и нижней части ножа с режущей кромкой 6 стержня 7 поворачивает нижнюю часть ножа с режущей кромкой 6 вокруг шарнира 5, подавая его назад и вверх, увеличивая высоту расположения режущей кромки ножа над поверхностью поля.

Вследствие вращения барабана 2 и поступательного движения машины пластинчатая пружина 4 будет скользить по корню по

направлению вверх к его головке, причем на этом этапе исключается режущее воздействие нижней части ножа с режущей кромкой *б* на корень, так как кромка ножа перед этим была отодвинута назад и вверх. Как только сжатая пластинчатая пружина *4* дойдет до головки и начнет отгибать ботву, пластинчатая пружина *4*, под действием сил упругости и вследствие малого сопротивления ботвы, начнет возвращаться в первоначальное недеформированное положение, нижняя часть ножа с режущей кромкой *б* с помощью стержня *7* станет поворачиваться вокруг шарнира *5* вперед и начнет свое режущее воздействие непосредственно в месте расположения ботвы. При этом пластинчатая пружина *4*, распрямляясь, возвращает свою упругую энергию через стержень *7* нижней части ножа с режущей кромкой *б*, что способствует качественной обрезке ботвы, в особенности на передней части корнеплода, считая по ходу движения машины.

7. ВУ 17165 Борона активная (+10; -03) [135]

Борона (рис. 8.13, 8.14) активная содержит раму *1*, закрепленные на ней приводной механизм *2*, расположенную вертикальной осью вращения на продольной оси симметрии бороны спереди по ходу движения агрегата ведущую сдвоенную звездочку *3* и сзади на одинаковом расстоянии от продольной оси симметрии и от ведущей сдвоенной звездочки *3* две ведомые сдвоенные звездочки *4* с вертикальными осями вращения, а также охватывающую их по внешнему контуру внешнюю двухрядную бесконечную цепь *5* с закрепленными на ней зубьями *б*. Внутри внешнего контура цепи *5* на раме *1* закреплены с возможностью вращения относительно своих вертикальных осей прижимные сдвоенные звездочки *7*, расположенные попарно вблизи внутренних частей, относительно внешнего контура цепи *5*, ведущей сдвоенной *3* и двух ведомых сдвоенных звездочек *4* в соответствующих им горизонтальных плоскостях, таким образом, что с их помощью прижимается и вводится в зацепление с ведущей сдвоенной *3* и двумя ведомыми сдвоенными *4* звездочками внутренняя двухрядная бесконечная цепь *8* с закрепленными на ней зубьями *б*, причем расстояние между зубьями внутренней двухрядной бесконечной цепи *8* меньше расстояния между зубьями внешней двухрядной бесконечной цепи *5*. Натяжение внешней двухрядной бесконечной цепи *5* и внутренней двухрядной бесконечной цепи *8*

осуществляется перемещением в направляющих (на рисунках не показаны) осей с ведущей сдвоенной звездочкой 3 и прижимной сдвоенной звездочкой 7 с помощью болтов 9 и 10.

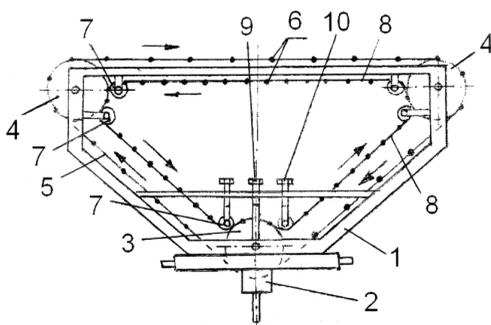


Рис. 8.13. Борона (вид сверху)

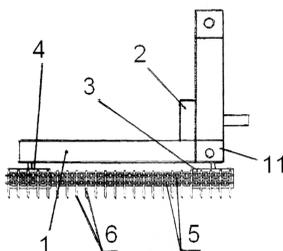


Рис. 8.14. Борона (вид сбоку)

Устройство работает следующим образом.

Через присоединительную балку 11 борона активная соединяется с трактором (на рисунках не показан).

От вала отбора мощности трактора с помощью привода 2 крутящий момент передается на приводную звездочку 3, с помощью которой внешняя двухрядная бесконечная цепь 5 с зубьями 6 приводится в движение, выполняя рыхление почвы. Одновременно в противоположном направлении за счет сцепления с помощью прижимных сдвоенных звездочек 7 с ведущей сдвоенной 3 и двумя ведомыми сдвоенными звездочками 4 перемещается внутренняя двухрядная бесконечная цепь 8, выполняющая дополнительное рыхление почвы. Так как на ней зубья установлены на меньшем расстоянии, чем на внешней двухрядной бесконечной цепи 5, то на уже разрыхленной передними зубьями почве возникающий от взаимодействия с ней разворачивающий

трактор момент уравновешивает направленный в противоположную сторону разворачивающий трактор момент от взаимодействия с почвой внешней двухрядной бесконечной цепи 5.

8. ВУ 12329 Местное качество (+07; -12) [136]

Устройство содержит компрессор с ресивером 1 (рис. 8.15), установленные на тракторе и подающие сжатый воздух в канал 2, присоединенный к задней стенке ножа 3 и соединенный с камерой 4 дренера 5, в которой создается повышенное давление воздуха, воздействующее на заслонки 6. Заслонки 6 в передней части оснащены шарнирными петлями 7 с возможностью плотного контакта с гнездами 8 дренера 5. Нож 3 в пределах глубины погружения в почву имеет соединенную с каналом 2 внутреннюю щель 9 и от нее по боковым сторонам расположенные в шахматном порядке наружные отверстия 10 (рекомендуется минимальная глубина расположения отверстий 50 мм, диаметр отверстий равен 0,6 мм при густоте 60 000 отверстий на 1 м² [137]).

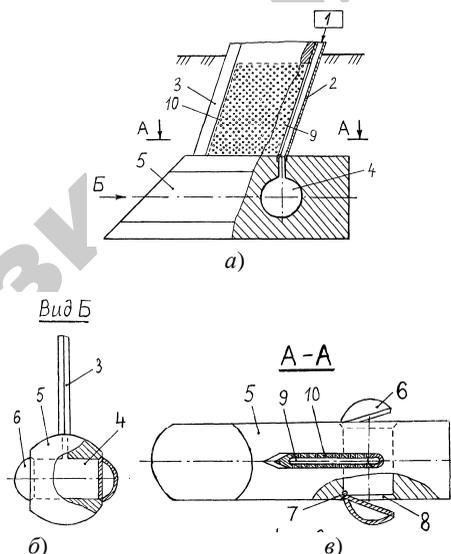


Рис. 8.15. Устройство для кротования:
 а) – продольный разрез устройства; б) – вид устройства по Б–Б;
 в) – поперечный разрез по А–А

Устройство работает следующим образом.

Сначала при включенном компрессоре нарезают кротовые дрены вдоль осушаемого участка параллельно существующим коллекторам. При этом заслонки 6 плотно контактируют с гнездами 8 дренера 5, так как давление уплотняемого дреном грунта больше, чем сила давления сжатого воздуха в полости дренера 5. В результате работы компрессора воздух из ресивера поступает в канал 2 и далее – во внутреннюю щель 9 ножа 3, и от нее – к расположенным по боковым сторонам ножа 3 в пределах глубины погружения в почву в шахматном порядке наружным отверстиям 10. Выходя из отверстий 10, воздух создает газовую прослойку между боковыми поверхностями ножа 3 и почвой, снижая тем самым силу трения почвы о боковые поверхности ножа 3 и уменьшая в целом сопротивление перемещению устройства.

При нарезке кротового дренажа в поперечном направлении до пересечения кротовин устройство работает аналогично работе вдоль осушаемого участка. При пересечении устройством продольной дрены вначале происходит забивание ее полости грунтом с образованием грунтовых перемычек толщиной 15...20 мм, а затем, когда заслонки 6 совпадут с этими перемычками, наблюдается резкое их открытие под действием сжатого воздуха, так как давление воздуха внутри дрена будет в этот момент значительно больше, чем сила сопротивления грунта перемычек. При дальнейшем движении трактора заслонки 6 вновь прижимаются к стенкам дренера 5 и входят в свои гнезда, а в полости дрена 5 и внутренней щели 9 ножа 3 восстанавливается первоначальное давление воздуха.

Так как степень боковой деформации почвы дреном 5 в несколько раз больше ее боковой деформации ножом 3, то и плотности почвы на участках, сопряженных с этими частями устройства, также отличаются соответствующим образом. Поэтому при закрытых под действием давления почвы заслонках 6 воздух имеет возможность выходить из отверстий 10, расположенных в шахматном порядке по боковым сторонам ножа 3 в пределах глубины погружения его в почву, где плотность почвы значительно меньше, и создавать там газовую смазку. Наличие таких отверстий в других частях ножа 3 и дренера 5 нецелесообразно [137]. К тому же в этих местах имеет место повышенное давление почвы на рабочие части устройства, и для его уравновешивания потребуется высокое давление воздуха.

При этом в использовании заслонок 6 не будет необходимости, но большое давление воздуха в местах пересечения дрен при непостоянстве механических свойств почвы приведет к обрушению в этих местах дренажной системы. Таким образом, наличие в ноже 3 в пределах глубины погружения в почву соединенной с каналом 2 внутренней щели 9 и отходящих от нее по боковым сторонам расположенных в шахматном порядке наружных отверстий 10 позволяет, расширяя возможности уже используемого при выполнении технологического процесса кротования установленного на тракторе компрессорного оборудования, получить дополнительно снижение сопротивления перемещению устройства для кротования почв в почвенной среде при общей экономии энергетических затрат.

9. ВУ 13537 Частичное или избыточное действие (+11; -03) [138]

Протравливатель семян (рис. 8.16) содержит дозатор 1 семян, насос-дозатор 2 рабочей жидкости, камеру протравливания 3, выполненный из диэлектрического материала тарельчатый ротор 7, который выполнен составным и содержит расположенный с зазором вокруг плоского круглого центрального диска и соосно ему периферийный край 8, изогнутый под тупым углом вверх в виде обращенной вверх большим основанием поверхности усеченного конуса, причем внешний диаметр тарельчатого ротора 7 меньше внутреннего диаметра цилиндрического корпуса камеры протравливания 3. Над тарельчатым ротором 7 установлен распределитель 4 семян в виде диска, жестко соединенного с плоским круглым центральным диском тарельчатого ротора 7 с помощью шпилек 17, а между ними расположен распылитель препарата 5 с возможностью вращения. Над верхним краем тарельчатого ротора 7 с зазором, не превышающим 0,5 мм, жестко установлено кольцо 6 с внутренней цилиндрической поверхностью, внутренний диаметр которого не меньше внутреннего диаметра периферийного края тарельчатого ротора 7 и не больше его наружного диаметра, при этом кольцо 6 электрически соединено с потенциальным выводом высоковольтного источника питания 9, а корпус камеры протравливания 3, распылитель препарата 5 и высоковольтный источник питания 9 заземлены, кроме того, распылитель препарата 5 установлен не выше кольца 6. Под тарельчатым ротором 7 к корпусу камеры 3 на стержнях 10 жестко крепится корпус 11 планетарного

редуктора с фланцевым электродвигателем 12 внизу, соединенным своим валом 13 с ведущим колесом планетарного редуктора 14, при этом периферийный край 8 прикреплен к ведомому центральному колесу 15 планетарного редуктора и имеет центральное отверстие, через которое проходит ведомое водило 16 планетарного редуктора, к которому прикреплен тарельчатый ротор 7 и далее сверху – распределитель препарата 5. Камера протравливания 3 и корпус планетарного редуктора 11 имеют соединенные между собой воздухопроводами 18 и сообщающиеся с атмосферой окна 19 и 20, а на ведомом водиле 16 планетарного редуктора закреплена крыльчатка вентилятора 21. Вал ведомого водила 16 имеет в местах его контакта с подшипниками 22 воздухопроводящие пазы 23 (позиции 22, 23, 24, 25 на рисунке не показаны) для прохода через них воздуха.

Распределитель 5 препарата представляет собой дисковый распылитель диаметром 200 мм. Распределитель 4 семян выполнен из диэлектрического материала в виде диска диаметром 320 мм. Внутренний диаметр периферийного края 8 составляет 600 мм. Внутренняя поверхность кольца 6 является цилиндрической диаметром 600 мм и высотой 15 мм. Кольцо 6 выполнено из проводящего материала, электрически соединено с отрицательным полюсом источника питания 9 и прикреплено к камере протравливания 3 держателями 24, выполненными из диэлектрического материала. Подача препарата на распылитель 5 препарата осуществляется трубкой 25, проходящей от насоса-дозатора 2 через осевое отверстие распределителя 4 семян.

Протравливатель семян работает следующим образом.

Перед началом работы включают источник питания 9, электродвигатель 12 и привод дозатора семян 1 и насоса-дозатора рабочей жидкости 2. Распределитель препарата 5, распределитель семян 4 и тарельчатый ротор 7 начинают вращаться в одну сторону, а расположенный с зазором вокруг тарельчатого ротора 7 периферийный край 8 – в противоположную. От источника питания 9 на кольцо 6 подается отрицательный потенциал. Семена поступают на вращающийся распределитель семян 4 в количестве, определенном дозатором семян 1, а затем под действием центробежных сил поступают в область взаимодействия с препаратом. Препарат подается через трубку 25 насосом-дозатором 2 на вращающийся распылитель препарата 5. Между кольцом 6 и заземленным распылителем препарата 5 создается электрическое поле. Частицы препарата,

отрываясь от кромки вращающегося распылителя препарата 5, приобретают в электрическом поле положительный заряд и попадают в область взаимодействия семян и препарата.

Положительно заряженные частицы препарата за счет сил зеркального отображения притягиваются к семенам и обволакивают их.

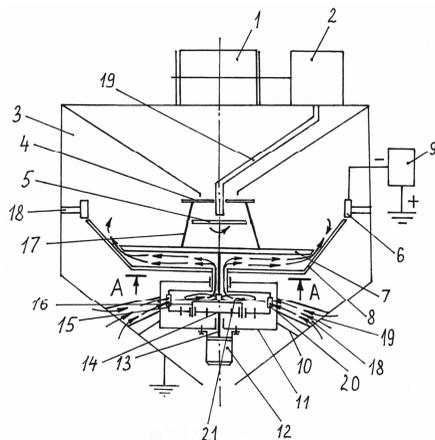


Рис. 8.16. Протравливатель семян

Попадая на тарельчатый ротор 7, обработанные семена под действием силы трения о его поверхность, центробежной и Кориолисовой сил инерции продолжают перемешиваться друг с другом и с частицами препарата, увеличивая равномерность его распределения по поверхности семян. При дальнейшем попадании семян на вращающийся в противоположную сторону периферийный край 8 силы трения, воздействующие на семена, меняют свое направление на противоположное, что существенно увеличивает степень перемешивания семян и, соответственно, увеличивает равномерность распределения препарата по их поверхности. Зазор 0,5 мм между кольцом 6 и верхним периферийным краем 8 в виде обращенной вверх большим основанием боковой поверхности усеченного конуса позволяет избежать травмирования семян, которые под действием центробежных сил переваливаются через кольцо 6 и попадают в выгрузное устройство (на рисунке не показано). Те частицы препарата, которые не осели на семенах и за счет центробежных сил покинули зону взаимодействия семян и препарата, под действием электрического поля, создаваемого отрицательно заряженным

кольцом 6 и заземленным распылителем препарата 5, изменяют траекторию движения и направляются к поверхности кольца 6, с которого подбираются перемешивающимися семенами. Закрепленная на вращающемся ведомом водиле 16 планетарного редуктора крыльчатка вентилятора 21 через окна 19 и 20 камеры протравливания 3 и корпуса планетарного редуктора 12 с помощью воздухопроводов 18 засасывает атмосферный воздух и подает его под давлением через воздухопроводящие пазы 23 вала ведомого водила 16 в полость под тарельчатым ротором 7 и далее – в зазор между ним и периферийным краем 8. Это исключает возможность попадания частиц препарата под плоский круглый центральный диск 7 и далее – в рабочую внутреннюю полость планетарного редуктора 12. Таким образом, снижаются потери препарата и, ввиду отсутствия его большой коррозионной активности, повышается надежность работы планетарного редуктора и всего протравливателя семян.

Проходящий под давлением через зазор между тарельчатым ротором 7 и периферийным краем 8 воздух дополнительно перемешивает частицы препарата с семенами, что повышает равномерность обработки их препаратом, способствует снижению его расхода.

10. ВУ 17207 Посредник (+03; -11) [139]

Шина бескамерного колеса (рис. 8.17) содержит тороидальную оболочку 1, образующую тороидальную полость 2, заполненную примыкающими друг к другу упругими, выполненными, например, из резины базовыми шарами 3. Базовые шары 3 имеют диаметр D , соизмеримый с поперечным размером тороидальной полости 2 шины. Дополнительно тороидальная полость 2 заполнена упругими шарами 4, 5 и 6 с меньшими диаметрами d_1 , d_2 и d_3 .

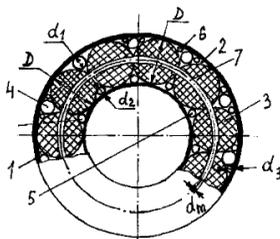


Рис. 8.17. Шина бескамерного колеса

Базовые шары 3 установлены на выполненном из жесткого материала, например, стали торе 7, ось которого совпадает с осью шины и который образован вращением вокруг оси окружности, диаметр которой d_m в 8...10 раз меньше диаметра D базового шара 3 и центр тяжести которой при образовании тора 7 проходит через центры тяжести базовых шаров 3. Такое выполнение базовых шаров 3 с тором 7 может производиться, например, во время их одновременной совместной вулканизации в литейной форме.

Шина бескамерного колеса работает следующим образом.

При контакте установленной на диск колеса шины с опорной поверхностью, в первую очередь, деформируется наиболее низко расположенный базовый шар 3 шины. При этом усилие деформации распространяется на жесткий тор 7, который, смещаясь в пространстве, деформирует в той или иной степени остальные базовые шары 3 шины, увеличивая ее упругие свойства в целом.

Предлагаемое техническое решение позволяет сделать более упругой шину бескамерного колеса, что расширяет эксплуатационные возможности последнего.

11. ВУ 17094 Переход в другое измерение (+01; -10) [140]

Дисковое почвообрабатывающее орудие (рис. 8.18, 8.19) содержит раму, состоящую из параллельных друг другу переднего 1 и заднего 2 продольных брусьев, связанных боковыми поперечинами 3 и 4, закрепленных снизу боковых поперечин, расположенных на одинаковом расстоянии от переднего 1 и заднего 2 продольных брусьев вертикальных стоек 5 и 6 с установленными на их нижних концах подшипниками 7 и 8; смонтированный в подшипниках 7 и 8 расположенный параллельно продольным брусьям 1 и 2 горизонтальный вал 9, закрепленные на валу 9 на одинаковом расстоянии друг от друга диски 10, образующие в целом дисковую батарею. В междисковом пространстве каждой пары дисков 10 размещен гибкий плавающий очиститель 11 дисков 10 и защиты вала 9, который выполнен из отдельных замкнутых звеньев 12, связанных подвижно между собой, образуя цепь. Один конец такой цепи закреплен на продольном переднем бруссе 1, а другой конец – по диагонали на заднем бруссе 2. Ветви цепи опускаются вдоль торцевых поверхностей дисков 10 и проходят ниже вала 9, огибая его петлей. Передний продольный брус 1 выполнен в виде трубы и установлен

на боковых поперечинах 3 и 4 рамы с помощью подшипников с возможностью вращения относительно своей оси симметрии. Он содержит закрепленные на нем через один диск 10 напротив, начиная с крайнего, обращенного выпуклостью наружу, например, правого, считая по ходу движения агрегата, диска 10 ведущие конические ролики 13 фрикционной передачи, оси симметрии которых совпадают с осью симметрии переднего продольного бруса 1, а вершины наружных конических поверхностей направлены в сторону, противоположную направлению выпуклости дисков 10. Рядом с каждым ведущим коническим роликом 13 переднего продольного бруса 1 со стороны расположения вершины его наружных конических поверхностей на цилиндрическую наружную поверхность переднего продольного бруса 1 соосно ему с зазором и возможностью свободного относительного перемещения установлена цилиндрическая втулка 14, имеющая закрепленный на ее противоположном, рядом расположенном ведущем коническом ролике 13 переднего продольного бруса 1 торце, закрытый упорный подшипник 15. Упорный подшипник 15 упирается в торец навинченной на выполненную на наружной поверхности переднего продольного бруса 1 резьбу гайки 16, при этом к нижней части цилиндрической втулки 14 присоединен вертикальный стержень 17, на котором с помощью радиально-упорного подшипника скольжения 18 установлен вершиной своей наружной конической поверхности вверх с возможностью вращения ведомый конический ролик 19 фрикционной передачи. Наружные конические поверхности ведомого 19 и ведущего 13 конических роликов находятся в контакте, образуя фрикционную передачу за счет прижимающего усилия со стороны гайки 16. К нижней поверхности ведомого конического ролика 19 симметрично его оси симметрии закреплен конец гибкого плавающего очистителя 11 в виде цепи со звеньями 12, противоположный конец которой крепится снизу к заднему продольному брусу 2 рамы с помощью радиально-упорного подшипника 20 с возможностью вращения вокруг его вертикальной оси. Горизонтальный вал 9 с закрепленными на нем дисками 10 соединен с передним продольным брусом 1 с помощью перекрестной ременной передачи 21, включающей закрепленные на горизонтальном валу 9 и брусе 1 шкивы 22 и 23 с возможностью передачи вращения от вала 9 к брусу 1. Каждая цилиндрическая втулка 14 с помощью винтов 24 соединена с задним продольным брусом жесткой планкой 25, исключаяющей возможность проворачивание втулки 14

относительно ее оси, при этом для возможности перемещения втулки 14 относительно бруса 1 под действием гайки 16 в планке 25 в местах установки винтов 24 выполнены пазы (на рисунке не показаны). Длина ветвей цепи 11 регулируется в зависимости от состояния почвы и содержания поля.

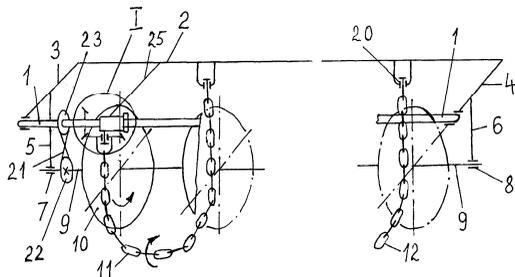


Рис. 8.18. Общий вид дискового почвообрабатывающего орудия

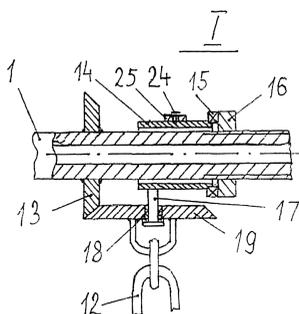


Рис. 8.19. Узел I на рис. 8.18

Дисковое орудие работает следующим образом.

При движении орудия в процессе рыхления почвы свободно плавающий очиститель 11 совершает в междисковом пространстве вращение, за счет передачи вращения от вращающихся под действием реакции почвы дисков 10 к его верхнему концу с помощью перекрестной ременной и фрикционной передач от вала 9 с дисками 10, а также сложные возвратно-поступательные движения. Часть почвы с растительными остатками дисками 10 поднимается по ходу их вращения вверх, встречая на своем пути вращающиеся звенья 12 цепи, при этом комки почвы дополнительно крошатся, а

сорняки за счет направления вращения цепи 11 со звеньями 12 в противоположном дискам 10 направлению, благодаря применению перекрестной ременной передачи. При этом сорняки не скапливаются на цепи 11, а частично выносятся ею на поверхность поля, где под действием солнечных лучей гибнут. Налипающие на диски 10 растительные остатки и почва сбиваются цепью.

12. ВУ 12955 Универсальность (+05; -11) [141]

Известно, что интенсификация работ в земледелии требует нового подхода к обработке почв и выбору средств механизации на основе создания и внедрения почвозащитных и энергосберегающих технологий [142]. Анализ почвенно-климатических условий различных районов Беларуси показывает, что перспективными системами обработки почвы и посева должны быть, наряду с традиционной отвальной, обычная безотвальная, минимальная и нулевая, которые особенно эффективны на эрозийно опасных склонах (круче 5°), где водная эрозия почв уносит столько питательных веществ, сколько идет на формирование урожая [143]. Такие участки составляют около 60 % возделываемых почв в Беларуси [145], причем безотвальное рыхление на них плоскорежущими лапами на глубину пахотного слоя уменьшает сток осадков в 1,75 и смыв почвы в 3,6 раза [146]. Однако применение безотвальной обработки в условиях Беларуси не может происходить в течение нескольких лет подряд, так как может привести к образованию в верхнем слое почвы значительного количества многолетних сорняков [144].

Известно комбинированное почвообрабатывающее орудие [147], содержащее раму с закрепленными на ней плужными корпусами и расположенным под углом атаки на горизонтальном валу ротационным рабочим органом, выполненным в виде многозаходной спирали с четным количеством заходов, витки которой связаны с валом по ширине его захвата посредством систем упругих элементов, причем спираль каждого четного захода снабжена установленными на его рабочей поверхности зубьями, при этом заход спирали с зубьями и заход спирали без зубьев расположены в чередующемся порядке, а система упругих элементов захода спирали с зубьями смещена по фазе относительно системы захода спирали без зубьев на острый угол.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями доказана высокая эффективность рабочего органа в виде многозаходной спирали [147] и ротационных орудий с плоскими игольчатыми дисками [148] для крошения комков почвы и выравнивания ее поверхности.

Особую эффективность этот процесс имеет при воздействии на слой почвы сразу после вспашки [147], когда комки почвы не успевают засохнуть и повысить свою сопротивляемость крошению, причем ротационный рабочий орган обладает низкой металлоемкостью.

Однако такое комбинированное почвообрабатывающее устройство осуществляет загонную вспашку с образованием развальных борозд и свальных гребней, что приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур до 12 % и снижает производительность труда до 10 % по сравнению с гладкой вспашкой [150].

Плуг (рис. 8.20–8.25) содержит раму 1 с навеской 2, опирающуюся на регулируемые по высоте колеса 3.

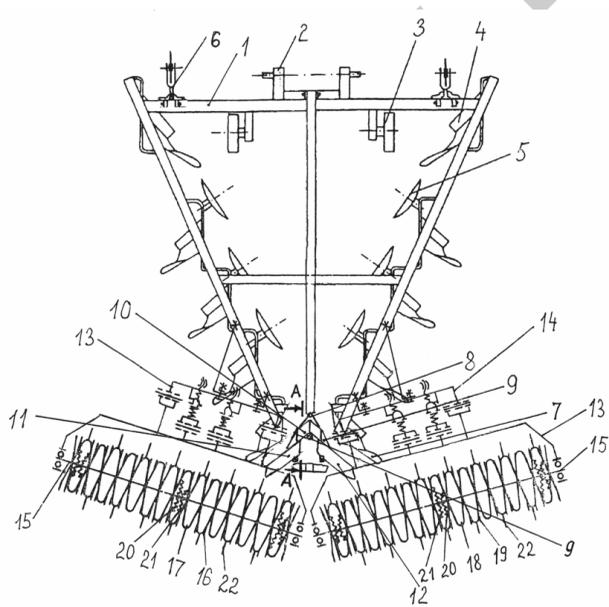


Рис. 8.20. Плуг (вид сверху)

Передние лемешно-отвальные корпуса 4 выполнены с увеличенной шириной захвата на 25 % по сравнению с остальными и переставлены так, что левосторонний лемешно-отвальный корпус

закреплен справа, а правосторонний – слева. Остальные лемешно-отвальные корпуса установлены с обычным расположением и доукомплектованы по высоте сферическими дисками 5, установленными на местах крепления предплужников. Впереди крайних лемешно-отвальных корпусов 4 в одной плоскости с полевыми обрезами их соседних лемешно-отвальных корпусов на раме 1 установлены дисковые ножи 6. Между полевыми обрезами задних центральных лемешно-отвальных корпусов 7 на раме 1 установлены по центральной оси плуга передняя 8 и сзади нее по бокам две задние 9 чизельные лапы, причем на стойке передней чизельной лапы установлена центральная, симметричная центральной оси плуга, секция лемешно-отвальных поверхностей 10, а на стойках задних чизельных лап – боковые 11 и 12 секции лемешно-отвальных поверхностей, параллельные сзади ближайшим боковым частям передней 10 лемешно-отвальной поверхности с перекрытием их и плоскостей полевых обрезов центральных корпусов 7. Лемешно-отвальные поверхности 10, 11 и 12 установлены на уровне поверхности поля под углами 40...45° относительно поперечной линии, большими угла внешнего трения почвы [153], а крепления лемешно-отвальных поверхностей 10, 11 и 12 к стойкам чизельных лап 8 и 9 выполнены с возможностью регулировки по высоте.

На раме 1 посредством левой 13 и правой 14 рамок закреплены на горизонтальных валах 15 под углами атаки, образующими с центральной осью острые углы, ротационные рабочие органы, левый из которых выполнен в виде двухзаходной спирали с заходами 16 и 17, а правый выполнен в виде двухзаходной спирали с заходами 18 и 19, витки которых связаны с горизонтальными валами 15 по ширине их захвата с перекрытием плоскостей полевых обрезов крайнего переднего 4 и заднего центрального 7 лемешно-отвальных корпусов каждой стороны плуга навесного симметричного посредством систем упругих элементов 20 и 21, состоящих каждая из трех упругих элементов, расположенных радиально к валам 15 под углами 120° между собой. На рабочей поверхности заходов 16 и 19 спиралей установлены игольчатые зубья 22, а спирали смежных заходов 17 и 18 выполнены без зубьев. Система 21, крепящая витки спиралей 16 и 19 с игольчатыми зубьями 22 к валу 15, смещена по фазе на острый угол j , равный 60° относительно системы 20, крепящей спирали 17 и 18 без зубьев. Спирали 16 и 17 выполнены

с левым направлениями навивки, т. е. совпадающими с направлениями оборота пласта всех плужных корпусов левой стороны плуга навесного симметричного, за исключением первого, а спирали 18 и 19 выполнены соответственно с правым направлением навивки, т. е. совпадающими с направлениями оборота пласта всех плужных корпусов правой стороны плуга навесного симметричного, за исключением первого. Валы 15 секций ротационных рабочих органов в виде спиралей образуют с центральной осью симметрии плуга острые углы, причем они устанавливаются с перекрытием плоскостей полевых обрезов крайнего переднего и заднего центрального корпусов как для левой, так и задней секции.

Плуг работает следующим образом.

При работе плуга установленные впереди крайних корпусов 4 в одной плоскости с полевыми обрезами их соседних корпусов на раме 1 дисковые ножи 6 разрезают почвенный пласт вместе с растительными остатками, а крайние плужные корпуса 4 поднимают пласты почвы на поверхность не вспаханного поля и благодаря подрезке дисковыми ножами 6 переворачивают их по направлению к середине прохода агрегата. Их ширина захвата увеличена на 25 % по сравнению с остальными корпусами, так как выемка почвы из закрытой борозды не может быть полной, а места в ней должно быть достаточно для укладки последующего пласта. Кроме того, увеличенная длина отвала отталкивает пласт дальше к середине рабочего прохода плуга, освобождая поверхность поля перед вторым корпусом для его нормальной работы. Лежащий на поверхности поля пласт отталкивается еще ближе к середине прохода первым сферическим диском, затем вторым и третьим. Таким образом, вынутая на поверхность поля передним корпусом и временно оказавшаяся лишней почва сдвигается к самому центру прохода плуга, не мешая нормальной работе остальных корпусов. Эта лишняя почва сдвигается установленными на уровне поверхности поля на стойках передней 8 и сзади ее по бокам двух задних 9 чизельных лап секциями лемешноотвальных поверхностей центральной симметричной 10, а также боковыми 11 и 12 вправо и влево в открытые борозды, образованные после прохода задних центральных корпусов 7.

Одновременно чизельные лапы 8 и 9 осуществляют интенсивное рыхление и качественное крошение почвенного пласта на глубину до 195...220 мм за счет их горизонтального смещения до 110 мм

и отклонения глубины не более 19 мм при автоколебаниях пружинных стоек [151]. При этом на небольшой ширине образуется почвозащитный мульчированный растительными остатками поверхностный слой почвы и не образуется плужная подошва. Автоколебания чизельных лап также способствуют более эффективной работе закрепленных на них секций лемешно-отвальных поверхностей. Симметричное расположение плужных корпусов позволяет исключить в их конструкциях полевые доски, что уменьшает тяговое сопротивление плуга на 25...30 %, применение вместо плоско-режущей лапы чизельных лап снижает сопротивление на этом участке поверхности поля на 9...12 % [152]. Крепления лемешно-отвальных поверхностей 10, 11, 12 к стойкам чизельных лап 8 и 9 позволяют корректировать их установку по высоте, что способствует достижению более полной выровненности поверхности поля.

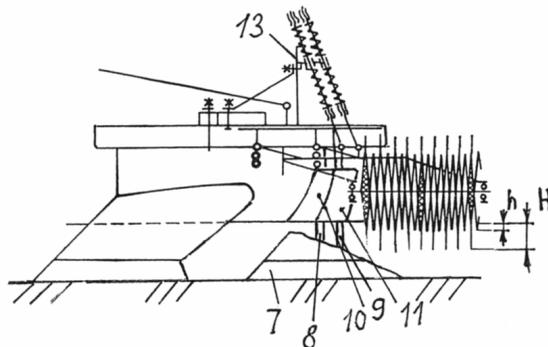


Рис. 8.21. Плуг (вид сбоку)

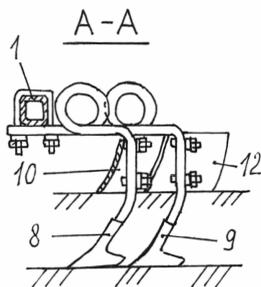


Рис. 8.22. Плуг, разрез А-А на рис. 8.20

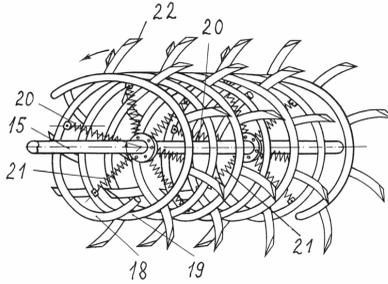


Рис. 8.23. Многозаходная спираль с зубьями правой стороны плуга (общий вид)

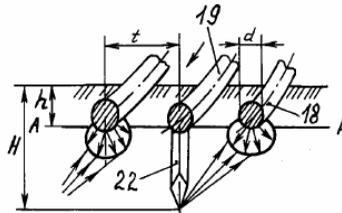


Рис. 8.24. Схема деформации почвы соседними заходами спирали с зубьями и без них

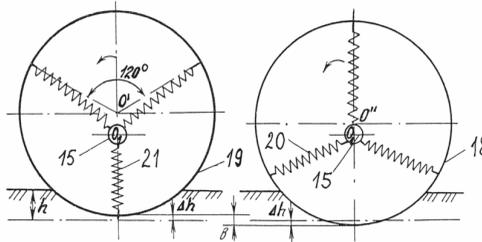


Рис. 8.25. Схема относительных вертикальных колебаний соседних заходов спирали

Поверхностный слой почвы после прохода вышеописанных рабочих органов подвергается дополнительной обработке двухзаходными спиралями. Заходы 16...19 спиралей по ширине захвата производят обработку поверхности, оставшейся от прохода плужных корпусов и чизельных лап с секциями лемешно-отвальных поверхностей, поверх-

ности поля, обработанной во время предыдущего прохода, и поверхности поля, которая будет обработана во время следующего прохода. В последнем случае воздействие игольчатых зубьев 22 способствует предварительному нарушению монолитности верхнего слоя почвы с растительными включениями, что облегчает его дальнейший оборот и перемещение к центру плуга во время последующего прохода. Такие перекрытия способствуют слитности обработки всей поверхности поля. Почвенные комки и глыбы, оставшиеся после вспашки, подвергаются комплексному воздействию с одной стороны игольчатых зубьев 22, расположенных на первых заходах 16 и 19 спиралей, и витков вторых заходов 17 и 18 спиралей без зубьев, закрепленных на валах 15, соответственно, системами 20 и 21 упругих элементов. При движении спиралей под действием на валы рамок 13 и 14, а также в результате реакции почвы на спирали центры валов 15 (точка O' на рис. 8.25) смещаются вниз относительно геометрических центров заходов 16...19 (точки O' и O''). При вращении заходов 16...19 спиралей и смене упругих элементов систем 20 и 21 (одна или две пружины вверх), и изменении результирующих усилий пружин в системах 20 и 21 создаются вынужденные колебания между валами 15 и заходами 16...19 спиралей. При движении заходов 16...19 спиралей в почве на средней глубине h смена положений упругих элементов систем 20 и 21 вызывает колебание заходов спиралей, прикрепленных к одному и тому же валу в почве на величину Dh . Смещение по фазе систем 20 и 21 на угол 60° вызывает колебания соседних заходов 16, 17 и 18, 19 каждой спирали в противофазе относительно друг друга. Амплитуда указанных относительных колебаний равна $2Dh = 5...8$ мм при различных параметрах систем 20 и 21. Сочетание полученной вибрации заходов 16...19 спиралей с деформацией почвы путем накалывания глыб игольчатыми зубьями 22, движущимися на средней глубине H , и деформацией смятия от витков заходов 17 и 18 спиралей, движущихся на средней глубине h , позволяет получить эффект улучшения крошения почвенных глыб. При этом деформация сдвига почвы от воздействия игольчатых зубьев 22 на заходах 16 и 19 спиралей распространяется в верхние слои почвы и пересекается с деформацией смятия почвы от витков заходов 17 и 18 спиралей без зубьев, что сопровождается защемлением глыб почвы и их интенсивным крошением при одновременном выравнивании поверхности почвы. Небольшая ширина образованного почвозащитного мульчированного растительными остатками поверхностного слоя почвы делает маловероятным при обработке заявленным плугом в следующий год повторной его обработ-

ки чизельными лапами, что исключает произрастание по истечении нескольких лет на поверхности поля многолетних сорняков. В то же время наличие даже небольших по ширине почвозащитных полос существенно замедлит смыв или вынос ветром с поверхности поля плодородных частиц, что будет способствовать увеличению урожайности сельскохозяйственных культур [142–152].

13. ВУ 15433 Обратить вред в пользу (+03; -05) [153]

Двигатель содержит устанавливаемую на присоединенной к раме в ее задней части помощью подшипников с возможностью вращения ось, колесо, состоящее из шарнирно связанных между собой крепежными элементами (например, шести одинаковых секций), которые формируют в сборе колесо, включая наружную поверхность его обода. Секции выполнены в виде одинаковых пневматических камер с индивидуальными золотниками, и каждая из них имеет форму сектора с выступающей передней клиновидной и соответствующей ей по форме впалой задней в нижнем положении камеры на колесе торцевыми поверхностями, которые, формируя в сборе колесо, плотно сопряжены друг с другом. На конце оси секции устанавливаются в кольцевую выточку меньшего, чем вся ось, диаметра, причем измеренная вдоль оси ширина выточки равна толщине секций.

При изменении характера грунта (например, выпал снег) колесо может быть преобразовано в полоз с разворачиванием секций в линию с закреплением каждой секции на раме, использование которого существенно снижает тяговое усилие. Для этого на раме впереди оси снизу жестко консольно закреплены стержни, например, квадратного сечения для крепления крепежными элементами устанавливаемых последовательно друг за другом вперед выступающими передними клиновидными торцевыми поверхностями секций, для чего они имеют соответствующие квадратные отверстия, причем, как и в варианте колеса, секции соединены между собой крепежными элементами. Варианты использования двигателя обеспечиваются универсальностью рамы, в передней части которой шарнирно закреплена жесткая тяга, которая фиксируется на раме накидным кольцом. Путем изменения с помощью золотников и на-

соса давления в пневматических камерах регулируется величина опорной поверхности секций в целях минимального сопротивления движению на разных грунтах.

Движитель работает следующим образом.

Колесо используется, например, на ручной одноосной багажной тележке. Для этого на концы осей устанавливается колесо в сборе из секций и фиксируется крепежными элементами, а также закачкой с помощью насоса через золотники воздуха до определенного давления.

При изменении характера грунта (например, выпал снег) колесо может быть преобразовано в полоз, использование которого в этих условиях существенно снижает тяговое усилие. Для этого секции снимаются, в том числе за счет уменьшения с помощью золотников давления внутри пневматических камер, с осей, устанавливаются последовательно друг за другом вперед выступающими передними клиновидными торцевыми поверхностями на консольно закрепленные квадратные стержни и фиксируются на них и между собой с помощью крепежных элементов. При этом выступающая передняя клиновидная торцевая поверхность первой секции выполняет при движении, например, по снегу роль раздвигающей снег и сметающей его в сторону носовой части.

Путем применения с помощью золотников и насоса давления в пневматических камерах регулируется величина опорной поверхности секций в целях минимального сопротивления движению на разных грунтах. Преобразование полоза в колесо производится в обратном порядке.

Такой движитель может быть установлен, например, на используемых в сельском хозяйстве тележках, детских колясках, на ящике для рыболова или снегоходе и там, где ходовая часть транспортного средства может быть преобразована с учетом сезонных условий.

14. ВУ 17063 Ассиметрия (+12; -11) [154]

Режущий аппарат (рис. 8.26, 8.27, 8.28) содержит вращающийся винтовой нож 1, выполненный в виде конической пружины правой навивки из плоской полосы, закрепленной меньшим основанием к валу привода с помощью закрепленного на нем диска 2. Привод закреплен на раме 3 с левой стороны по ходу направления движения агрегата (показано на рис. 8.26 вектором скорости \vec{V}), а приводной вал с закрепленным на его торце диском 2 установлен на

раме 3 в подшипниковых узлах 4 с возможностью вращения, глядя со стороны привода против часовой стрелки, таким образом, что нижние части конической пружины 1 имеют направление скорости, близкое к обратному направлению движения агрегата. Под режущим ножом 1, выполненным в виде пружины, на раме 3 закреплен ряд нижних противорежущих криволинейных элементов 5, огибающих его по наружному диаметру. Пальцы ряда нижних противорежущих криволинейных элементов 5 имеют шаг, меньший шага витков ножа 1.

Над нижними противорежущими криволинейными элементами 5 по внутреннему диаметру ножа 1 закреплен на раме 3 копирующий внутреннюю поверхность конической пружины 1 ряд верхних огибающих криволинейных элементов 6. Образующая внешней конической поверхности режущего ножа 1 в виде конической пружины в нижнем положении занимает горизонтальное положение и повернута относительно вершины конусной поверхности со стороны привода в сторону против движения косилки на угол, равный углу между образующей и осью симметрии конической пружины, имеющий численное значение $15...20^\circ$.

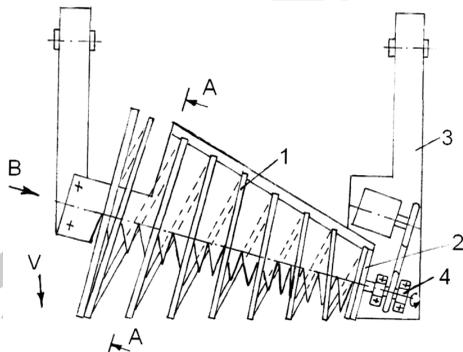


Рис. 8.26. Режущий аппарат косилки травы (вид сверху)

Горизонтальные проекции передних кромок ряда нижних противорежущих криволинейных элементов 5, огибающих по наружному диаметру коническую пружину 1, и копирующего их контур ряда верхних огибающих по внутреннему диаметру коническую пружину, криволинейных элементов 6 параллельны нижнему горизонтальному положению образующей внешней конической по-

верхности конической пружины 1. Ряд внутренних верхних огибающих элементов 6 вставляется внутрь конической пружины 1 с противоположной от вала привода стороны и крепится к ряду нижних противорезущих криволинейных элементов болтами 7, а между упомянутыми рядами 5 и 6 расположены прокладки 8, позволяющие регулировать зазоры между ними и ножом 1. К раме 3 сзади ножа 1 крепится отбойная стенка 9, длина которой меньше длины образующей внешней конической поверхности ножа в виде конической пружины 1.

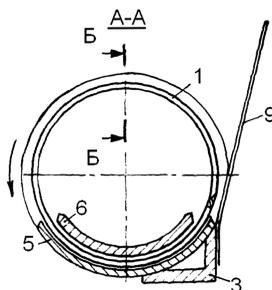


Рис. 8.27. Разрез А-А на рис. 8.26

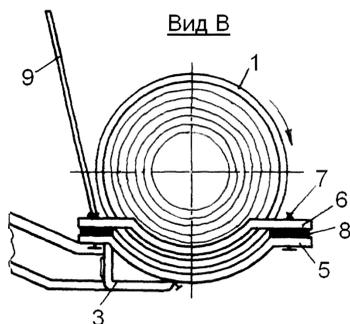


Рис. 8.28. Вид В по оси конической пружины на рис. 8.26

Режущий аппарат работает следующим образом.

При движении агрегата стебли травы, попадая между витками вращающегося ножа 1, подводятся к рядам противорезущих криволинейных элементов 5 и 6 и срезаются. Витки ножа 1 транспортируют срезанную траву по отбойной стенке 9 к краю устройства,

образуя валок. При этом лишь малая часть травы попадает на поверхность поля, проникая между витками ножа *1* за краем отбойной стенки *9*, а основная ее часть попадает в валок, беспрепятственно выходя через полое большее основание конической поверхности ножа *1*. При этом исключается забивание ножа *1* скошенной растительностью.

15. ВУ 17519 Заранее подложенная подушка (+02; -07) [155]

Плуг имеет следующее устройство (рис. 8.29, 8.30).

Каждый плужный корпус *1* с помощью жестко присоединенного к нему грядиля *14* шарнирно с возможностью относительного вращения присоединен к раме *13* и имеет накладное долото *2*. К каждому грядилю *14* плужного корпуса *1* сверху шарнирно присоединен шток гидропредохранителя *4*, корпус которого снизу шарнирно присоединен к раме *13*.

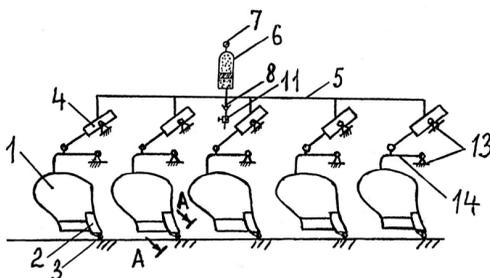


Рис. 8.29. Общий вид плуга для каменистых почв

Гидропредохранитель *4* соединен гидротрубопроводом *5* с ПГА *6*. На ПГА установлен манометр *7*. Через вентиль *8* ПГА соединяется с гидросистемой *11* трактора. Каждый корпус *1* снабжен пластиной *3* с центральным отверстием, внешний контур которой выполнен в виде равностороннего треугольника с заостренными кромками пластины, при этом ось симметрии центрального отверстия пластины проходит через ее центр тяжести перпендикулярно плоскости пластины. Пластина *3* своим центральным отверстием установлена, например, через подшипник скольжения *12* в виде, например, металлокерамической втулки с возможностью вращения

на перпендикулярной направлению движения плуга горизонтальной оси в виде пальца 9 (позиции 12 и 9 на рисунке не показаны), жестко соединенной с кронштейнами 10, которые, в свою очередь, жестко прикреплены к долоту 2 снизу, причем пластина 3 вместе с пальцем 9 установлена впереди нижнего конца долота 2.

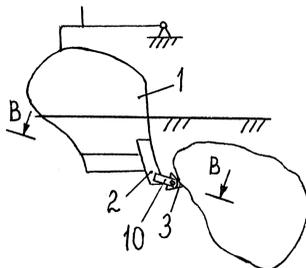


Рис. 8.30. Взаимодействие корпуса плуга со скрытым камнем во время работы

Плуг работает следующим образом.

При встрече корпуса 1 плуга со скрытым камнем первой с камнем встречается пластина 3, которая благодаря своей способности поворота относительно пальца 9 не заклинивается в неровностях камня, а перекачивается через них. В результате вероятность заклинивания или заклинивания становится меньше, и повышается надежность срабатывания гидропредохранителей, а рабочий процесс вспашки более стабилен. При работе в отсутствии камней пластина 3 под действием сопротивления почвы располагается одним из своих углов, равным 60° , вперед, при этом ее верхняя и нижняя кромки образуют с горизонталью углы, меньшие угла трения о почву, что позволяет снизить сопротивление перемещения в почве каждого корпуса плуга и тем самым уменьшить энергоемкость процесса вспашки.

16. ВУ 13787 Самообслуживание (+06; -05) [156]

Кротователь (рис. 8.31) состоит из ножевой стойки 1, к которой снизу жестко прикреплен дрeнер 2, связанный своей задней частью с уширителем 3. Ножевая стойка 1 выполнена с цилиндрической вставкой, которая ориентирована вдоль дрeнера 2, расположена на расстоянии от него не менее 1,5 диаметра уширителя 3, и состоит из тонко-

стенного цилиндра 4 с установленным в передней части наружным рантом 5, сопряженным большим диаметром с внутренней задней цилиндрической выточкой, прикрепленной спереди к ножевой стойке 1 конической режущей втулки 6, внутренний диаметр которой меньше внутреннего диаметра тонкостенного цилиндра 4, но больше толщины ножевой стойки 1, причем на наружной поверхности цилиндра установлена сложенная гармошкой, относительно образующих цилиндра, полимерная пленка 7, наружный диаметр слоя которой меньше наружного диаметра конической режущей втулки 6.

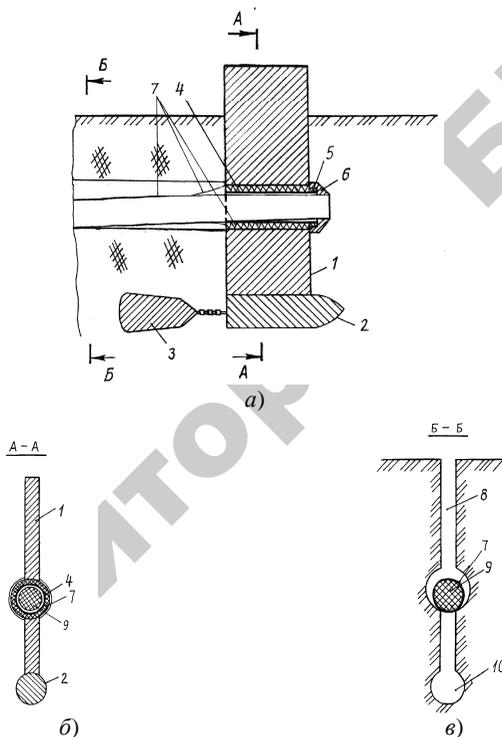


Рис. 8.31. Кротователь (продольный разрез):

- а) – продольный разрез кротователя; б) – поперечный разрез по А–А;
 в) – вид по Б–Б образовавшейся кротовой дрены

Кротователь работает следующим образом.

Перед началом работы тонкостенный цилиндр 4 с плотно уложенной гармошкой на его внешний диаметр полимерной пленкой

устанавливают сзади ножевой стойки 1 таким образом, что наружный рант 5 входит в предназначенную для него внутреннюю заднюю цилиндрическую выточку конической режущей втулки 6, а расположенный сзади ножевой стойки 1 конец уложенной гармошкой на тонкостенный цилиндр 4 полимерной пленки завязывается узлом, замыкая сзади его внутреннюю полость. При заглублении его в грунт и движении вперед ножевая стойка 1 прорезает в грунте вертикальную щель 8. Режущая коническая втулка 5 формирует цилиндрический грунтовый целик 9, который поступает внутрь тонкостенного цилиндра 4 и на выходе из него охватывается по своему наружному контуру полимерной пленкой 7 и вместе с ней надежно перекрывает вертикальную щель 8. Одновременно с этим дреномер 2 и уширитель 3 формируют кротовую дренаж 10, по которой поступают на орошение сточные воды.

В связи с тем, что вырезаемый кротователем цилиндрический грунтовый целик надежно упакован в полимерную пленку и закупоривает вертикальную щель, предотвращается контакт сточных вод с окружающей атмосферой и не происходит распространение неприятных запахов. Это обеспечивает в течение всего времени работы дренажной системы улучшение санитарных условий местности, обеспечивая качественное закрытие вертикальной щели в любых кротоустойчивых грунтах, независимо от их влажности и плотности.

В условиях мелкоконтурности мелиорированных полей Республики Беларусь длина кротовых дренаж, как правило, не превышает 100...150 м. В то же время расчеты показывают, что при длине наружной поверхности тонкостенного цилиндра в 1 м, толщине трубчатого слоя сложенного гармошкой пленки 20 мм и собственной толщиной 0,01 мм, она способна упаковать грунтовый целик длиной 200 м, что подтверждает принципиальную возможность практического использования заявляемого устройства.

17. ВУ 14065 Матрешка (+11; -12) [157]

Дренажный колодец (рис. 8.32) состоит из корпуса 1 и съемного лотка 2. Съемный лоток 2 состоит из жесткого дна 3, имеющего вогнутую форму, и прикрепленного к нему снизу выполненного из водонепроницаемой ткани контейнера, имеющего в верхней части полый, наполненный воздухом под давлением через вентиль (на рисунке не показан) с помощью присоединяемого к нему насоса,

например, велосипедного, герметичный рант 4, сообщающийся не менее чем с тремя равномерно расположенными полыми вертикальными ребрами 5, а к рантам 4 присоединены диаметрально противоположно петли 6 (на рисунке не показаны).

Для поддержания формы внутрь петель 6 вшиты проволоки. Ранты 4 съемного лотка 2 расположены в колодце ниже дренажных труб 7 и плотно прилегают к стенкам корпуса 1 колодца, а стенки лотка принимают положение, близкое к вертикальному, за счет внутреннего давления в пневматических камерах ранта 4 и ребер 5. При этом лоток 2 располагается таким образом, что оси симметрии петель 6 находятся вблизи выступающих концов дренажных труб 7.

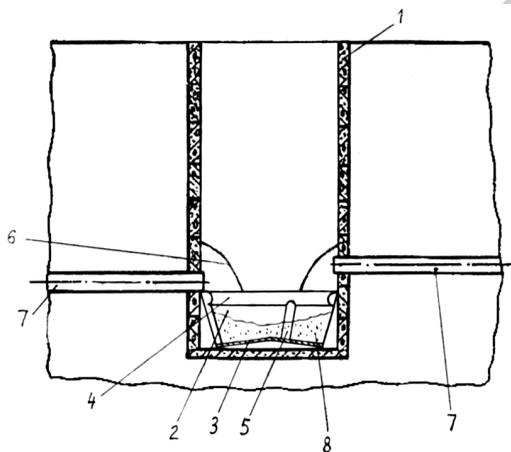


Рис. 8.32. Общий вид дренажного колодца

Дренажный колодец работает следующим образом.

Частицы грунта 8, поступающие из дренажной трубы 7, откладываются в лотке 2. При накоплении достаточного количества наносов при помощи крановой стрелы с крюками (на рисунке не показаны) и петель 6 лоток извлекают на поверхность и там проводят очистку.

При извлечении лотка за счет составляющих, направленных к центру, деформирующих ранты 4 усилий со стороны петель 6 происходит прогиб в сторону центра рантов 6, и лоток 2 извлекается из дренажного колодца свободно без контакта с дренажными трубами 7.

При обратной установке очищенного лотка проверяется упругость за счет внутреннего давления воздуха рантов 4 и ребер 5, и при необходимости давление воздуха в них увеличивается через

вентиль с помощью насоса. Далее лоток 2 устанавливается в описанное ранее первоначальное положение, и дренажный колодец готов к дальнейшей работе. Для избежания сильного адгезионного эффекта дно 3 лотка 2 имеет вогнутую форму.

18. ВУ 16294 Объединение (+02; -04) [158]

Смеситель (рис. 8.33, 8.34) сыпучих материалов состоит из цилиндрического корпуса 1, выполненного в виде кольцевой камеры, имеющей подвижное днище 2, патрубков загрузки 3 сыпучих материалов и выгрузки 4 готовой смеси, вертикального вала 5 с приводом 6, предусматривающим возможность изменения частоты вращения вертикального вала 5, и с закрепленным на его верхнем конце подвижным днищем 2, расположенных внутри корпуса смесительных шнеков 7, 8, 9, 10. Смесительные шнеки 7, 8, 9, 10 имеют последовательно уменьшающиеся по направлению вращения днища шаги навивки таким образом, что шаг первого по направлению вращения подвижного днища 2 смесительного шнека 7 больше следующего за ним по направлению вращения днища 2 шага смесительного шнека 8, шаг смесительного шнека 8 больше следующего за ним по направлению вращения днища 2 шага смесительного шнека 9, а шаг смесительного шнека 9 больше следующего за ним по направлению вращения днища 2 шага смесительного шнека 10.

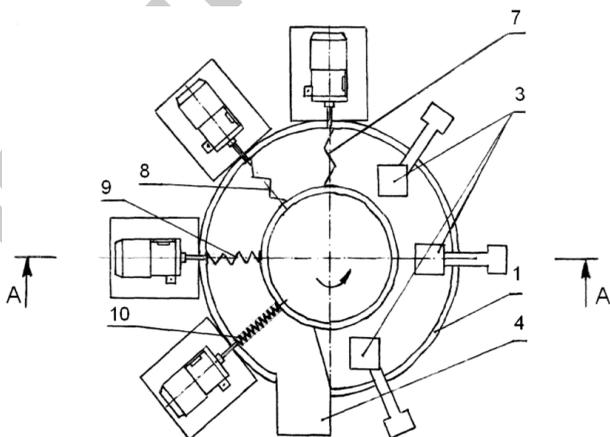


Рис. 8.33. Смеситель сыпучих материалов (вид сверху)

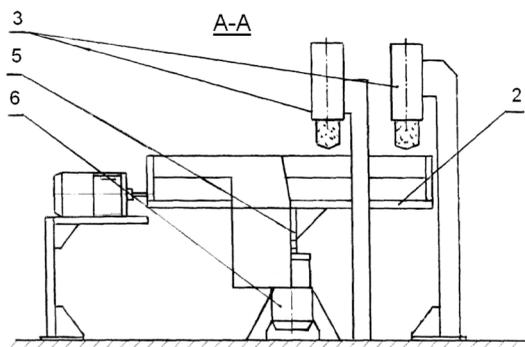


Рис. 8.34. Разрез А-А на рис. 8.33

Смеситель сыпучих материалов работает следующим образом.

Из патрубка загрузки 3 сыпучих материалов один из компонентов поступает на поверхность вращающегося подвижного днища 2 и распределяется равномерным слоем. Далее слой материала направляется в зону подачи второго компонента, где проходит под следующим патрубком загрузки 3 сыпучих материалов, при этом на его поверхность наносятся частицы второго компонента. Затем материал проходит под следующим патрубком загрузки 3 сыпучих материалов и покрывается частицами первого или третьего компонента.

После прохождения зоны загрузки расположенные послойно компоненты направляются в зону смешивания и перемешиваются вращающимся смесительным шнеком 7 с наибольшим шагом навивки, что сразу обеспечивает эффективное грубое смешивание компонентов. Далее, по мере вращения днища 2, грубо смешанные компоненты подвергаются более полному смешиванию вращающимся смесительным шнеком 8, а затем, по мере вращения днища 2, еще более полному смешиванию вращающимся смесительным шнеком 9, после чего вращающийся смесительный шнек 10 производит завершающее смешивание компонентов до требуемого качества.

Для предотвращения рассыпания материала в процессе перемешивания зоны смешивания и загрузки располагаются внутри цилиндрического корпуса 1, выполненного в виде кольцевой камеры. Готовая смесь выгружается через патрубок выгрузки 4, расположенный в боковой части цилиндрического корпуса 1.

В предлагаемом смесителе можно управлять временем нахождения компонентов в аппарате с помощью изменения частоты вращения подвижного днища 2.

19. ВУ 12350 Обратная связь (+03; -05) [159]

Грузозахватное устройство (рис. 8.35–8.37) состоит из корпуса 1 с шарнирно закрепленными на нем захватными челюстями 2 и 3 в виде треугольных пластин, образующих захват. Между верхними концами челюстей 2 и 3 в выемку между ними вставлен закрепленный снизу к проходящему сквозь корпус 1 и опирающемуся на него сверху регулировочной гайкой 4 штоку 5 с резьбой распорный сухарь 6, причем захватные челюсти 2 и 3 соединены между собой общей осью в виде болта 7, а каждая из них соединена с канатом 8 (позиция 8 на рисунке не показана) грузовой подвески через траверсу 9. На шток 5 между распорным сухарем 6 и корпусом 1 установлена пружина сжатия 10, максимальная сила сжатия которой не менее чем в три раза меньше веса каждой из захватных челюстей 2 и 3.

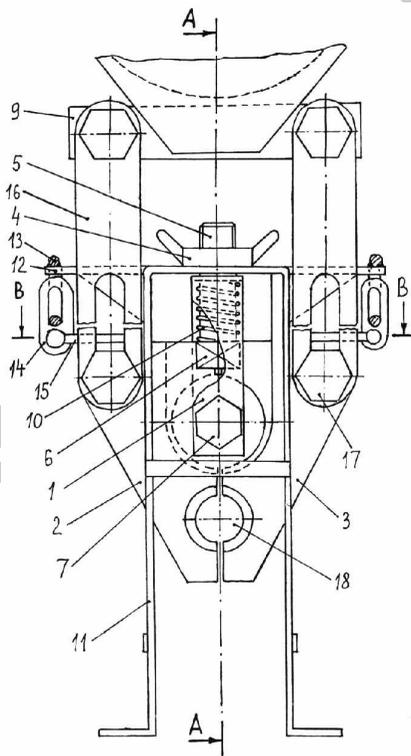


Рис. 8.35. Грузозахватное устройство

Между регулировочной гайкой 4 и корпусом 1 установлена своей средней верхней частью П-образная скоба 11 с расположенными ниже захватных челюстей обращенными наружу опорными лапами и с продольными боковыми прорезями для расположенных в них захватных челюстей 2 и 3. К средней верхней части П-образной скобы 11 параллельно плоскостям захватных челюстей 2 и 3 жестко закреплены горизонтальные консольные планки 12, с жестко закрепленными на каждой из них вертикально и плоскостью перпендикулярно плоскости челюстей за пределами их горизонтальных проекций по одному звену сварной цепи 13, внутрь которых установлены своей вертикальной прорезью по замкнутой скобе 14, нижние части которых шарнирно закреплены консолью 15 к ближайшим захватным челюстям 2 и 3. Каждая захватная челюсть 2 и 3 соединена с траверсой 9 грузовой подвески с помощью закрепленных шарнирно на траверсе боковых планок 16 с нижними вертикальными прорезями для свободного перемещения болтов 17, вставляемых в отверстия в верхних боковых углах, установленных на грузозахватном устройстве захватных челюстей 2 и 3. Захватные челюсти 2 и 3 в нижней части имеют выемки, образующие в сомкнутом положении их нижних частей отверстие 18 для установки стропа, на котором подвешен груз (на рисунках не показан). Величина прорези в скобе 14 выполнена большей высоты максимально-го погружения распорного сухаря б в выемку верхних концов захватных челюстей 2 и 3.

Грузозахватное устройство работает следующим образом.

Строп, на котором подвешен груз (на рисунках не показан), вводится стропальщиком в отверстие, образованное выемками 18 захватных челюстей 2 и 3. Сухарь б вводится в нишу, образованную между верхними концами захватных челюстей 2 и 3. Он препятствует раскрытию захватных челюстей 2 и 3 при подъеме их с помощью боковых планок 16 и траверсы 9 грузовой подвески. Таким образом, груз подается, например, на верхний этаж строящегося дома (или с кузова автомобиля на землю и т. д.). После того, как груз установлен на предназначенное ему место, грузозахватное устройство вместе с стропом продолжает движение вниз до того момента, пока опорные лапки П-образной скобы 11 не коснутся верхней части груза, которая должна иметь твердую, близкую к плоской поверхность. В случае перемещения, например, емкости

с раствором, ее верхнюю часть необходимо закрыть плоской жесткой крышкой. После касания опорных лапок П-образной скобы 11 верхней части груза, вследствие свободного перемещения закрепленных на захватных челюстях 2 и 3 болтов 17 в вертикальных прорезях, закрепленных шарнирно на траверсе 9 боковых планок 16, на лапки передается сила тяжести только самого грузозахватного устройства, а силы со стороны захватных челюстей 2 и 3, сжимавшие ранее сухарь 6, больше не действуют на него. Так как сила максимального сжатия пружины 10 в три раза меньше силы веса каждой из захватных челюстей 2 и 3, то верхняя плоскость П-образной скобы, упираясь в регулировочную гайку 4 во время опускания грузозахватного устройства под собственным весом и сжимая пружину 10, вынимает сухарь 6 из ниши между концами захватных челюстей 2 и 3. После этого нижние части сварных цепей 13 упираются в верхние части прорезей скоб 14. Так как плечи l_3 и l_4 относительно центра вращения O возникающих при этом в сварных цепях 13 сил F_3 и F_4 в два раза больше, чем плечи l_1 и l_2 сил F_1 и F_2 веса захватных челюстей 2 и 3, то, в силу равенства этих сил между собой (если не принимать во внимание незначительное усилие со стороны пружины 10), но значительном различии их моментов относительно центра вращения O , происходит поворот захватных челюстей 2 и 3 (показан на рис. 8.35 штрихпунктирной линией) и выпадение из них стропа. Далее крановщик перемещает грузозахватное устройство вниз, где стропальщик закрепляет на нем новый груз.

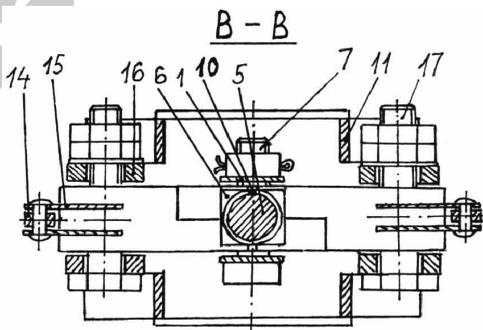


Рис. 8.36. Разрез В-В на рис. 8.35

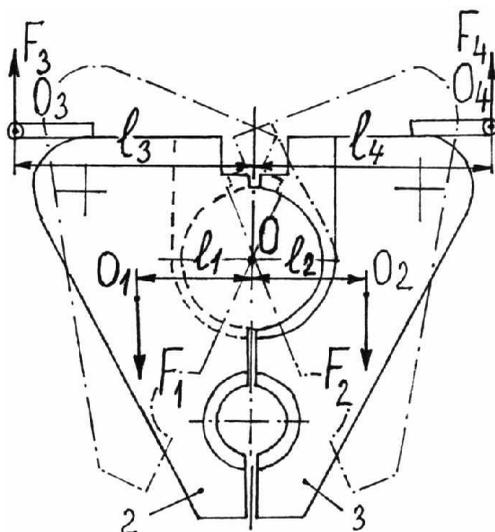


Рис. 8.37. Расчетная схема сил, действующих на грузоподъемное устройство при его раскрытии

Автоматизация процесса освобождения грузозахватного устройства от стропа значительно повышает производительность процесса погрузочно-разгрузочных работ, а отсутствие троса для дистанционного управления повышает степень его безопасности.

20. ВУ 12330 Предварительное антидействие (+10; -03) [160]

Подборщик продуктов урожая (рис. 8.38, 8.39), преимущественно листа мяты, с земли содержит пневмопровод 1, всасывающий рабочий орган в виде раструба 2 с эластичными стенками 3 и 4 в его нижней части. На боковых сторонах раструба 2 закреплены направленные вперед по ходу подборщика кронштейны 5, на передних концах которых фронтально закреплена ось 6 с установленными на ней с возможностью вращения игольчатыми дисками 7. Сзади игольчатых дисков 7 на кронштейнах 5 закреплена очистительная пластина 8, имеющая в своей передней части прорези, в которых расположены задние части игольчатых дисков 7.

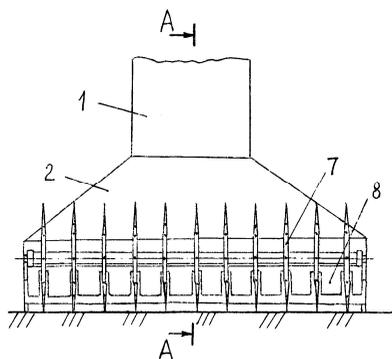


Рис. 8.38. Схема подборщика (вид спереди)

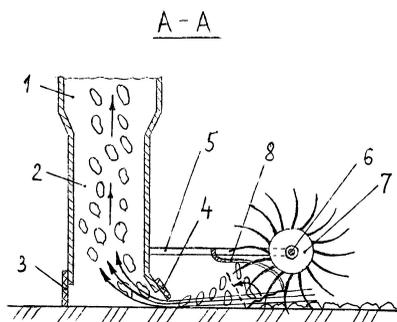


Рис. 8.39. Разрез А-А на рис. 8.38

Подборщик работает следующим образом.

При перемещении по полю игольчатые диски 7 накальвают свои иглами основную часть листьев мяты и за счет одновременной деформации их слежавшегося слоя ворошат оставшиеся листья мяты. Расположенная между игольчатыми дисками 7 передняя часть очистительной пластины 8 наклоняет стебли стерни вперед (показаны на рис. 8.39 жирной ломаной линией) по ходу подборщика, вороша при этом дополнительно слежавшийся слой листьев мяты, и задней частью прорезей снимает листья мяты с проходящих сквозь них игл игольчатых дисков 7. После завершения контакта стеблей стерни с передней частью очистительной пластины 8 они упруго выпрямляются (показано на рис. 8.39 стрелкой и штриховой ломаной линией) и отбрасывают снятые с игл листья мяты назад к раструбу 2, оказывая

при этом дополнительное очистительное воздействие на иглы, снимая с них значительную часть листьев мяты без защемления их в прорези очистительной пластины 8, а также дополнительно вороша слежавшийся слой листьев мяты.

Далее снятые с игл и разворошенные в слежавшемся слое листья мяты захватываются воздушным потоком и через зазор, образованный отогнутой вперед и укороченной эластичной частью 3 передней стенки раструба 2, подаются последовательно в раструб 2, в пневмопровод 1 и бункер-накопитель.

8.6. Недостатки ТРИЗ

ТРИЗ задумывалась как «точная наука». Однако с течением времени критики ТРИЗ начали указывать на изъяны, которые, по их мнению, привели к застою в развитии ТРИЗ после смерти автора, а также к существенным сложностям в практическом ее применении. А именно:

1. В ТРИЗ была предпринята попытка сформулировать законы развития технических систем, которые должны были лечь в основу ТРИЗ и в основу общей методологии решения задач. Однако большинство из сформулированных законов таковыми не являются. Их скорее следовало бы назвать закономерностями развития техники, причем далеко не полными. По этой причине стройной методологии решения задач, основанной на законах развития, так и не появилось. А сформулированные законы в основном использовались в качестве методических обоснований к приводимым примерам изобретений.

2. Усовершенствование АРИЗ (создание новых модификаций от АРИЗ-77 до АРИЗ-85В) шло не по пути устранения допущенных неточностей в процедурах выявления противоречия, а по пути усложнения алгоритма. В результате последняя официальная модификация алгоритма АРИЗ-85В превратилась в чрезвычайно громоздкую и малоприменимую для практического использования конструкцию.

3. В ТРИЗ так и не были найдены четкие механизмы перехода от сформулированного противоречия к его практическому разрешению. Это создавало серьезные сложности в решении реальных задач с помощью АРИЗ.

4. ТРИЗ декларировала отказ от методологии активизации перебора вариантов, однако часть так называемых инструментов ТРИЗ представляли собой именно такие методы.

5. Вепольный анализ представлялся в ТРИЗ научным подходом, в основе которого заложен анализ закономерностей структурного развития технических объектов. Однако допущение использования в вепольных несуществующих физических полей, а также возможность неоднозначной трактовки вепольных конструкций и правил их преобразования позволяют отнести вепольный анализ скорее к методам активизации перебора вариантов, чем к научному анализу.

6. Наиболее близким к идее формализации процедуры решения изобретательских задач было создание в ТРИЗ таблицы и приемов разрешения технических противоречий. Этот подход был основан на статистическом анализе существовавших на то время описаний изобретений. Однако, несмотря на имеющиеся перспективы, он не получил в ТРИЗ дальнейшего развития и по причине ряда имевшихся недостатков и морального устаревания статистических выводов утратил свою актуальность для практического использования.

7. Распространено мнение о возможности внедрения ТРИЗ в реальное производство. Однако по своей сути ТРИЗ является индивидуальным методом решения задач, применение которого является личным выбором человека. По этой причине сделать ТРИЗ частью того или иного производственного процесса затруднительно, хотя предприятие может организовать обучение ТРИЗ своих сотрудников с целью повышения их творческих возможностей.

Группа молодых энтузиастов из БГУИР на основе разработок Г.С. Альтшуллера создала комплекс программ для ПЭВМ под общим названием «Изобретающая машина», которые нашли свое применение в учебном и изобретательском процессе, в том числе и за рубежом. Последнее время к ТРИЗ проявили интерес ряд крупных нефтяных и металлургических фирм Российской Федерации, после обучения персонала которых специалистами фонда там создано десятки новых изобретений. В материалах фонда Г.С. Альтшуллера имеется список из нескольких десятков известных зарубежных компаний, в которых успешно используется ТРИЗ. В интернете предлагаются услуги по обучению ТРИЗ в крупных городах России.

9. ВЫБОР СТРАТЕГИИ И МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕНДЕНЦИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

9.1. Нетрадиционные методы проектирования

При рассмотрении современных методов проектирования не всегда легко сразу определить, что их объединяет, и как они соотносятся с традиционными методами, которые они призваны сменить или дополнить [15]. На первый взгляд кажется, что применение столь обширного множества приемов – от мозговой атаки и синектики до стоимостного анализа и ТРИЗ – внутренне противоречиво и нецелесообразно. Однако знакомство с ними приводит к мысли, что за внешним разнообразием скрыто несколько новых принципов проектирования, которые представляют для разработчиков большую ценность, чем сами методы. И более глубокий анализ позволяет утверждать, что объектом новых методов является не столько проектирование в общепринятом смысле этого слова, сколько *мыслительная деятельность, предшествующая* выполнению чертежей и проектов.

Общим для всех современных методов проектирования является то, что они заставляют проектанта «думать вслух», дают возможность другим людям ознакомиться с процессами мышления, которые до сих пор протекали скрыто, *объективировать процесс проектирования*. Это достигается с помощью слов либо математических символов, но почти всегда используется какая-нибудь схема, позволяющая разделить задачу проектирования на части и указать взаимные связи между ними.

При этом другие люди (например потребители) могут следить за происходящими событиями и участвовать в них, сообщая проектанту те сведения и оценки, которые выходят за пределы его знаний и опыта.

Некоторые зарубежные специалисты (А. Осборн, У. Гордон, Е. Мэтчетт) считают, что самая важная часть процесса проектирования совершается в голове разработчика, в определенной мере даже неподотчетно сознанию. Отстаивая такую точку зрения, теоретики «творческого подхода» противопоставляют себя сторонникам взглядов на проектирование как на логический процесс и находят поддержку со стороны многих практиков. Несмотря на такое

допущение об «алогичности» творческого процесса, взгляд на проектанта как на «черный ящик» можно вполне убедительно выразить на языке кибернетики или физиологии.

Разработчик, как и все живые существа, способен получать на выходе решения, которым он доверяет, и которые часто оказываются удачными, хотя сам он не может объяснить, каким образом ему удалось прийти к ним. Большинство действий человека можно объяснить только на основе допущения, что их осуществление в значительной мере определяется тонкой работой нервной системы без вмешательства сознания.

Было бы *логично* считать, что управление сложными действиями осуществляется неосознанно, и *нелогично* предполагать, что проектирование можно до конца объяснить логическим путем.

Согласно гипотезе Ньюмена, мозг – это переменная сеть, изменяющая свою структуру в зависимости от того, какие сигналы поступают в нее из внешнего мира. «Озарение» возникает, когда такая сеть после многих неудачных попыток находит структуру, соответствующую полученным незадолго перед этим входным сигналам.

Экспериментальное исследование памяти заставляет предположить, что при каждом извлечении из памяти прошлый опыт предстает в новом варианте.

Объединяя эти две гипотезы, можно прийти к выводу, что мозг – это полуавтоматическое устройство, способное разрешать противоречия между различными сигналами (т. е. решать задачи) путем такой перестройки своей структуры, чтобы она соответствовала как текущим входным сигналам, так и многим, хранящимся в памяти, ранее полученным сигналам. Если верить психологам и клиницистам, этому процессу может противодействовать или способствовать наличие неразрешенных конфликтов, сохранившихся, возможно, еще с раннего детства.

Выходные сигналы мозга определяются не только текущей ситуацией, но и пережитым в прошлом, т. е. нельзя быть хорошим проектантом, не имея соответствующего опыта.

Коренным вопросом является возможность расчленения, или декомпозиции, задачи на отдельные части, которые можно затем решать последовательно или параллельно. Когда задача поддается расчленению, решению каждой частной подзадачи можно уделить больше внимания, что позволяет резко сократить сроки проектирования.

Конечно, крупные задачи проектирования всегда на том или ином этапе удастся расчлениить, чтобы распределить работу между многими проектантами, но этап, на котором это расчленение становится возможным, зависит от типа изделия. При разработке ремонтного оборудования, сетей материально-технического снабжения, телефонных систем и подобных им объектов задача с самого начала поддается декомпозиции на ряд частных вопросов, решать которые можно параллельно. Это связано с тем, что такие объекты представляют собой *поточные системы*, т. е. *сложные агрегаты, в которых каждая функция выполняется отдельным узлом, а каждый узел связан с другими лишь заранее заданными входными и выходными воздействиями*. Функции однозначно связаны с отдельными физически различимыми узлами. Все входные и выходные воздействия в системе можно задать с самого начала, а затем при разработке узлов считать, что если узел имеет требуемые входные и выходные характеристики, его можно включить в систему. Небольшие отступления от заданных входных и выходных характеристик и компромиссные решения по выбору узлов не вызывают резкого нарушения заданной последовательности в работе. Чтобы процесс проектирования оставался управляемым, при решении задач такого рода желательно пользоваться простыми методами типа «прозрачного ящика». Многие, более сложные из предполагаемых к рассмотрению в дальнейшем методов проектирования, по-видимому, также могут быть с успехом применены в тех случаях, когда принципиальные решения не зависят от конкретного физического исполнения отдельных узлов.

Нерасчленимые задачи проектирования. Многие задачи проектирования, как крупные, так и мелкие, вообще не поддаются или с трудом поддаются такого рода расчленению без ущерба для рабочих характеристик, стоимости, массы, внешнего вида или других показателей, что требует компромиссных решений для сбалансирования различных деталей друг с другом. Такие ситуации возникают при проектировании зданий, автомобилей, станков, диагностических стендов и других объектов, в которых функции не связаны со специализированными узлами, а сложным и непредсказуемым образом распределены по всему изделию. Обычно в таких случаях на какого-то опытного работника – руководителя проекта – возлагается полная ответственность за все существенные решения, будь то общая схема изделия или тонкие, но важные особенности

конструкции деталей. Например, архитектор несет ответственность как за общую планировку здания, так и за детали оформления окон, играющие существенную роль в реализации задуманного им внешнего вида здания; главный конструктор отвечает не только за эксплуатационные характеристики новой машины, но и за выбор важнейших входящих в нее деталей. Во всех таких случаях руководитель проекта на основе имеющегося у него опыта решения аналогичных задач сначала рассматривает основные частные задачи, а затем определяет общую схему изделия и распределяет остальную работу между своими помощниками. Ясно, что здесь используются методы «черного ящика».

При решении часто повторяющихся задач, таких как проектирование дорог, перекрытий, турбин, электрических цепей, двигателей и т. д., иногда удается всецело объективировать опыт разработчиков и полностью автоматизировать процесс проектирования. Это – метод «прозрачного ящика» в чистом виде. Однако чаще всего, и особенно в тех случаях, когда достаточно высок риск совершения дорогостоящей ошибки в проектировании, это оказывается невозможным ввиду отсутствия необходимого опыта: его приходится искусственно создавать путем проведения испытаний и исследований в рамках процесса проектирования. Здесь ни методы «прозрачного ящика», ни «черного ящика» уже недостаточны, а нужны, по видимому, новые методы и средства проектирования, которые сочетали бы в себе лучшие черты обоих подходов.

Цикличность. Основной целью методологии проектирования является уменьшение цикличности и увеличение линейности проектирования. Наличие цикличности предполагает, что важнейшие частные задачи остаются незамеченными до поздних этапов работы, а когда они обнаруживаются, требуется пересмотр решений, положенных в основу проекта, или даже полное прекращение работы.

Линейность означает, что все важнейшие проблемы можно обнаружить с самого начала, а риск того, что на более поздних этапах большие затраты труда разработчиков придется списывать в убытки, минимален. Полной линеаризации всякой разработки мешает непредсказуемость зависимостей между отдельными частями задачи. Схема зависимостей между подпроблемами одной задачи носит непостоянный характер и находится в зависимости от выбора частных решений каждой из них.

Не только типовые, но и поисковые задачи можно решать линейными способами. Перспективными в этом отношении представляются следующие направления.

1. **Превратить разрабатываемое изделие в конструкцию точного (или сборного) типа**, т. е. сначала спроектировать взаимозаменяемые нормализованные узлы для каждой существенной функции. При этом все зависимости и расхождения между общей схемой изделия и конструкцией отдельных узлов сводятся к небольшому числу точно предсказуемых и неизменных правил соединения одного нормализованного узла с другим. В результате появляется возможность, используя методы «прозрачного ящика», создать большое количество новых изделий, не задумываясь над конструкцией самих узлов. Цикличность здесь появляется на более высоком уровне при разработке нормализованных узлов и правил их соединения. Эта нерасчленимая операция намного сложнее, чем разработка отдельных изделий, и в настоящее время в ее осуществлении, по-видимому, основную роль играет чудо «черного ящика» – особо одаренные разработчики, в которых счастливо сочетаются надлежащий опыт, особенности нервной системы, заинтересованность, упорство, везение и способность апеллировать к глубинным слоям сознания. Поскольку чтобы обеспечить приемлемый уровень нормализации, такой процесс мышления должен давать на выходе в высшей степени упорядоченные и системно организованные результаты, то нужно думать, что в основе этого метапроцесса проектирования лежат системные методы «прозрачного ящика». Разработка нормализованных узлов и правил их сборки, по-видимому, имеет нечто общее с предельно упорядоченным процессом, в результате которого осуществляется химический синтез нового материала. Пока же, однако, разработка нормализованных узлов остается загадкой «черного ящика».

2. **Использование адаптивных стратегий.** Здесь разработка по методу «прозрачного ящика» предваряется или сопровождается проведением исследований на более высоком уровне общности. Задача этих исследований заключается в том, чтобы научными способами, а не путем «размышлений в кресле» расширить и предсказать «пространство маневрирования» проектировщика при решении наиболее важных подпроблем.

Смысл исследований заключается в том, чтобы заранее определить границы диапазона, в который будет попадать промежуточный выход, чтобы запланированная стратегия учитывала все

случайности. Ясно, что при обеспечении линейности вторым способом разработка ведется в обратном порядке по сравнению с обычным, т. е. *от внутреннего к внешнему*, так как обычная разработка идет от описания основных характеристик изделия к детализации его конструкции. Это позволяет обойти невыполнимое требование теоретиков проектирования, согласно которому, прежде чем рассматривать детали, следует определить цели и критерии. Введение дополнительного этапа прогнозирования дает возможность начать решение с наиболее достоверно и детально определенного конца задачи, вместо того чтобы, как обычно, ограничивать поле поиска мелкими изменениями, не выходящими за пределы одного конструктивного решения. За это преимущество, однако, приходится весьма недешево платить. Поскольку исследования дают ответы на более широкий круг вопросов, чем требуется для решения данной задачи проектирования, и являются дополнением к последовательности строго необходимых операций проектирования, их можно отнести к статье сверхнормативных затрат. Однако затраты материальных средств и рабочего времени разработчиков в связи с проведением исследований компенсируются отчасти тем, что при этом ошибки исправляются с небольшими затратами на ранних стадиях, тогда как на более поздних стадиях их исправление было бы связано с большим материальным ущербом; частично они компенсируются также экономией времени, которое было бы затрачено на обратное прослеживание причинно-следственных связей; наконец, они отчасти компенсируются теми знаниями и навыками, которые при этом приобретаются и могут быть использованы не только при работе над данным проектом, но в значительной мере и при создании аналогичных конструкций в будущем. Когда при выполнении какого-то проекта недорогой ценой получают опережающую информацию, которую можно использовать в дальнейших разработках, это можно считать объективированным эквивалентом перенесения проектантом, рассматриваемым как «черный ящик», приобретенного опыта с одной задачи на другую. Исследовательская работа отличается от личного опыта более высокой точностью и меньшей зависимостью от общей формы прошлых конструкций.

Методы «черного ящика» и «прозрачного ящика» позволяют расширить область поиска при решении задач проектирования. В методах «черного ящика» это достигается путем снятия ограничений, накладываемых на выходные реакции нервной системы

проектанта, или путем стимулирования ее к выработке более разнообразных выходных реакций. В методах «прозрачного ящика» выходная реакция нервной системы обобщается на языке внешних символов с таким расчетом, чтобы она включала альтернативы, одна из которых – замысел проектанта. Основным недостатком в обоих случаях является то, что проектант вырабатывает слишком большое количество неизученных альтернатив, которые невозможно исследовать медленным способом сознательного осмысливания. Выбор не может быть сделан интуитивно, так как при этом вновь выступают ограничения, налагаемые опытом прошлого, а этого как раз следует избегать. В то же время проектант лишен возможности ускорить и автоматизировать поиск с помощью вычислительной техники, так как, чтобы составить программу для ЭВМ, необходимо заранее знать цели и критерии отбора, а они сами зависят от имеющихся вариантов. Столкнувшись с такой дилеммой, проектант вынужден:

- а) отказаться от использования новых методов;
- б) произвольно (по принципу «черного ящика») выбирать цели для поиска на компьютере;
- в) работать над невыполнимой задачей всестороннего оценивания каждого отдельного варианта.

Выходом из дилеммы, связанной с обилием нового материала и необходимостью сразу оценить его в целом, может явиться разделение работы проектанта на две части:

- а) поиск подходящей конструкции;
- б) контроль и оценка схемы поиска (управление стратегией).

Это дает возможность вместо слепого перебора вариантов применить осознанный поиск и найти короткие пути через незнакомую территорию, используя как внешние критерии, так и результаты частичного поиска.

Модель «осознания себя + ситуации» (или «стратегии + цели») имеет своей целью предоставить каждому члену группы (коллектива) разработчиков возможность самому определить, насколько избранная методика поиска способна привести к приемлемому равновесию между новой конструкцией, ситуацией, на которую она окажет влияние, и стоимостью ее разработки.

Во-первых, создается метаязык из терминов, достаточно широких по значению, чтобы с их помощью можно было описать зависимости между стратегией и проектной ситуацией. Во-вторых, посредством этого метаязыка проводится оценка модели, которая позволяет

предсказывать вероятные результаты альтернативных стратегий, чтобы можно было выбрать наиболее перспективную из них.

Хорошим примером может служить язык, описанный Б. Мэтчетом. В этом случае единый язык, на котором возможно описание внешних целей и предполагаемых стратегий, включает дерево целей первого, второго и третьего порядков вместе с универсальными контрольными перечнями, описывающими различные фазы жизненного цикла инженерной разработки. Моделью для предсказания воздействия того или иного предложения проектанта на достижение целей вначале служит оценка предложений преподавателем, а затем, когда учащийся овладел методом, т. е. научился предвидеть, к каким последствиям во внешнем мире приведут его предложения, он начинает пользоваться собственными оценками и соответственно изменять свою стратегию.

В общем случае самоконтроль при проектировании дает *метод сетевого планирования и управления* (метод «критического пути»). Сеть представляет собой графический язык, позволяющий описать внешнюю цель (сроки проектирования) и возможные пути ее достижения. Манипулируя этим описанием, можно определить минимальные сроки проектирования, достижимые при данных исходных допущениях.

Слабым местом этого метода является то, что модель трудно изменять сообразно информации, появляющейся в процессе проектирования, а следовательно, этот метод не удовлетворяет одному из основных требований, предъявляемых к методам управления стратегией: он не обеспечивает возможности частых и радикальных изменений стратегии в случаях, когда обнаруживаются грубые ошибки в предсказаниях по модели. В более гибком методе средства изменения стратегии должны сообразовываться с вероятностью того, что такое изменение потребуется. Отсутствие гибкости у метода сетевого планирования заставляет применять его для решения типовых, а не поисковых задач. В знакомых же проектных ситуациях его гибкость часто достаточна.

От метода управления стратегией в первую очередь требуется, чтобы он позволял связать результаты каждой части поиска с конечными целями, даже если, как чаще всего и бывает, эти цели еще не определились. Чтобы такая оценка частных стала возможной, нужно показать, насколько исход каждой частной ступени в стратегиях проектирования соответствует (или не соответствует) желаемым результатам стратегии в целом. Для этого, например, можно оценить

убытки от неверного предсказания результатов данной ступени и сравнить величину этих убытков с величиной затрат на выполнение работ по этой ступени. Сущность этого приема воплощена в лозунге: «Цена незнания должна быть больше цены приобретения знания!»

Чтобы определить «цену незнания», необходима модель, позволяющая хотя бы приближенно судить о том, как недостижение промежуточных целей повлияет на достижение конечных. Часто суждение по методу «черного ящика» позволяет сделать это. Можно логически показать, что организм, который способен на такое предсказание, должен быть способен также создать модель самого себя, хотя он и не сможет описать, каким образом была построена эта модель.

Основная слабость любого метода проектирования, в том числе и описанных здесь, заключается в трудности управления стратегией при решении нетривиальных задач проектирования, а также в тех случаях, когда над одним проектом работает много людей [77]. Поэтому очевидно, что еще предстоит создать надежные методы разработки стратегий для команд проектировщиков и управления этими стратегиями.

9.2. Возможности развития и границы методологии проектирования

Теоретически существуют две возможности повышения эффективности и сокращения времени создания и освоения технологии ремонта новой техники и оборудования:

- 1) искать принципиально новые методы творческой работы;
- 2) создать компьютер с программным обеспечением, т. е. использовать искусственный интеллект.

Очевидно, что оптимальным было бы совместное использование обеих возможностей. Причем компьютеры должны выполнять операции, аналогичные человеческому мышлению. Это относится к накоплению и отбору информации, необходимой для поиска решения (путем комбинирования). Если установлено, что перенос, преобразование и использование информации имеют большое значение и налицо связи кибернетического характера, они должны быть вскрыты и реализованы также кибернетической машиной (компьютером).

Пока еще компьютеры, несмотря на почти неограниченные технические возможности (по скорости быстроедействия, оперативной

памяти, мультипроцессорности и др.), не дают больше, чем в них предварительно вложил человеческий ум. От машины можно требовать только таких комбинаций, которые состоят из элементов, содержащихся в ее памяти. Это элементарные функции, носители этих функций и соотношения величин. Компьютерному комбинированию способствует символика блок-схем и понятие элементарной функции. Это позволило автоматизировать выпуск конструкторской и технологической документации (программы AutoCad, «Компас», T-flex и другие). Уже появились для некоторого числа частных задач универсальные программы по проектированию и расчету, подобные тому, что предлагает методология проектирования. Чтобы эффективнее использовать гибкость человеческого мозга и точность компьютера, они должны работать каждый в своей области (человек программирует и принимает решения, компьютер комбинирует и вычисляет). Не зря девиз компании IBM – «Машины работают, а люди думают». Смена исполнителей при этом дает возможность своевременного текущего контроля и корректировки. Таким образом, генеральным направлением в создании новой технологии проектирования является развитие автоматизированного проектирования с использованием средств искусственного интеллекта.

Одна из основных проблем, связанных с реализацией этого направления применительно к сложным объектам и системам, заключается в разработке формальных методов индукции решений, позволяющих возложить на компьютер поиск возможных пространственно-структурно-параметрических организаций проектируемой сложной системы в рамках реально достигнутого уровня знаний и выделение доминирующих решений. Необходимо отметить, что современные достижения в области формальной логики относятся в основном к дедуктивной ее части, а формальная логика индукции только начинает свое развитие. Поэтому вычислительные средства нашли широкое практическое применение в первую очередь для решения задач сопоставительного анализа, а формирование образа всего сложного объекта в целом остается за человеком.

Многообразие решений при создании сложной технической системы определяется в общем случае множеством возможных реализаций познанных физических, химических и биологических эффектов, а также множеством возможных организаций взаимодействия этих эффектов в целях выполнения разрабатываемой системой требуемых функций. Число познанных эффектов относительно невелико, что характерно и для возможных их технических реализаций.

Поэтому в сложных технических системах *существенно новые свойства достигаются в основном за счет изменения организации взаимодействия используемых эффектов.*

Очевидно, что решение задачи распознавания многообразия возможных организаций проектируемой сложной системы может быть достигнуто формальными методами на основе современной вычислительной техники, если будут вскрыты общие принципы организации систем рассматриваемого класса и осуществлено формализованное описание известных физических, химических и биологических эффектов, а также возможных способов их технических реализаций (в форме математических моделей). Использование такого подхода позволило бы избежать необходимости априорного задания эвристически выбранных допустимых вариантов по организации разрабатываемой сложной системы и осуществлять направленное формирование оптимальной пространственно-структурно-параметрической организации проектируемой системы по выбранным критериям с учетом влияния интегративного эффекта.

9.3. Накопление и свертывание данных

В 1959 г. английский историк С.Н. Паркинсон сформулировал закон, согласно которому работа заполняет все время, отпущенное на ее выполнение [161]. Одной из важных процедур процесса принятия любого управленческого решения, непосредственных действий конкретных специалистов в области создания и ремонта сельскохозяйственной техники и других областей деятельности человека является не только накопление, но и свертывание (сокращение) технической документации, правовой, статистической информации и других данных [6, 16].

Есть два важных вопроса, касающихся накопления и свертывания данных: какие данные накапливать? как их свертывать?

В обоих случаях приходится решать, какими частями общей весьма сложной картины следует пренебречь, так как никогда не хватает времени, чтобы детально и полностью ее изучить. При ответе на первый вопрос стараются выделить из структуры или схемы, характеризующей реальную обстановку, те данные, которые, как надеются, являются определяющими. Отвечая на второй

вопрос, решают, каким образом перегруппировать изъятые из контекста данные (деструкция) и как их представить в виде новой схемы (конструкция), которая верно отражала бы реальный мир, отвечала бы проектируемому объекту, который должен быть добавлен к этому миру, и позволяла бы проектанту сразу охватить взглядом как общую форму результирующей схемы, так и ее существенные аспекты (инструкция проектанта). Этот процесс определения схемы «модели», является концентрическим и неизбежно будет несовершенным, если у проектанта после оценки первоначальных результатов не будет достаточно времени для изменения своих решений относительно того, какие данные следует накапливать и как их свертывать.

Следует помнить, что накопление и свертывание данных – это замедленный вариант объективирования того, что почти мгновенно проходит перед нашим взором. Аппарат научного накопления и свертывания данных представляет собой искусственно созданное средство, позволяющее преобразовать невидимое в форму, доступную восприятию с помощью естественных органов чувств. Обычно это средство является настолько сложным и медленно действующим, что его можно сравнить с попытками внезапно ослепшего человека найти дорогу с помощью одной только палки. Навыки в накоплении данных подразумевают, что проектант знает, где искать. Навыки же в свертывании данных требуют способности мысленно конструировать связную картину внешнего мира по отрывочным данным.

Вполне вероятно, что широкое использование компьютеров, работающих в реальном времени, благодаря чему проектанты могут активно вмешиваться в процесс, позволит ускорить и удешевить его настолько, что накопление и свертывание данных станет столь же гибким, как и непосредственное чувственное восприятие человека. Пока приходится полагаться на смекалку и здравый смысл при поиске кратких обходных путей взамен чрезвычайно длительного и дорогостоящего восприятия новых аспектов мира в виде фрагментарных и «замедленных» образов, получаемых с помощью интервью и записей, фотоаппарата и кинокамеры, самописцев, счетных машин, анкет, графов, гистограмм, цифровых индексов и т. п. Конечно, имеется множество свидетельств, что косвенными методами можно вполне успешно изучать неизвестное, но это

возможно, лишь если мириться с ошибками, ограничениями и задержками, с которыми неизбежно связано применение таких искусственных органов чувств.

Накопление и свертывание данных, недоступных непосредственному восприятию, применяются в тех случаях, когда местонахождение, физический объем и временной масштаб ситуации проектирования таковы, что проектанты не способны их охватить, опираясь на свою память или непосредственное чувственное восприятие. Примерами могут служить отдаленные потребители, крупные транспортные системы, распространение малых трещин, коррозия поставленной на хранение сельскохозяйственной техники, медленно растущий поселок или быстрые действия квалифицированных операторов. Часто бывает целесообразно сначала использовать все возможности неизбирательной записи данных (которая дешевле, быстрее и более гибка) и только после этого обратиться к избирательному механическому накоплению и статистической обработке данных. Процедура имеет два этапа: сбор и анализ необходимых данных, свертывание данных.

Сбор и анализ данных. Первый этап имеет целью заполнить пробел, возникающий в результате неспособности специалиста определить на основе собственного опыта или путем непосредственного изучения критические конфигурации и величины, характеризующие ситуацию, которой его управленческое решение или проект должны соответствовать или которую они призваны трансформировать. Сделать это значительно труднее, чем кажется на первый взгляд, потому что на каждую единицу собранной полезной информации приходится множество абсолютно бесполезных сведений. В реальных условиях релевантная информация погребена в массе потенциально нерелевантных данных. Более того, большая часть как полезной, так и бесполезной информации, получаемой в результате накопления и свертывания данных, первоначально скрыта от глаз наблюдателя. Полезность информации, представляемой визуальными механическими и статистическими способами, может быть установлена либо путем оценки на основе существующего опыта («на что похоже то, что происходит»), т. е. формулированием гипотезы, либо путем проведения кратких экспериментальных исследований для

предварительного отбора результатов до того, как пойти на крупные затраты времени и средств. Идеально было бы непрерывно проверять релевантность информации и на основе этого изменять избранное направление работы или вовсе отказаться от него, если окажется, что это направление бесперспективно. Полезно также мысленно представить себе конечный результат.

Важные особенности отбора данных таковы:

1. Данные, которые могут быть собраны, погребены в совокупности объектов и событий, которые слишком удалены, велики, малы, быстры или слишком медленны, чтобы их можно было охватить непосредственным наблюдением. Например, аспекты ситуации, относящиеся к уличному движению в городе или снабжению топливом аграрной отрасли, например, Вилейского района, слишком рассеяны, не совпадают по времени и не могут быть изучены путем непосредственного наблюдения. Кроме того, многие подробности не имеют практического значения и только затеняют данные, которые можно было бы использовать, если бы они были известны;

2. Накопление данных означает процесс последовательного извлечения единиц информации из естественного контекста и включения их в некую нейтральную промежуточную среду, которую можно сделать доступной органам чувств специалиста или руководителя.

Эта среда должна быть достаточно пластичной, чтобы данные можно было представлять графически и видоизменять их для выявления в них структур, имеющих большое значение. Например, высота над уровнем моря заданных точек ландшафта извлекается аэрофотосъемщиками и топографами из бесконечного множества данных, которые можно было бы измерить, если бы требовалось полностью охарактеризовать каждую точку данного участка земной поверхности.

Эти данные преобразуются в элементы гибкой промежуточной среды в виде пространственных координат (т. е. углов, расстояний, значений широты и долготы), которые могут затем накапливаться и храниться вне связи с самим ландшафтом и по желанию перекомпоновываться для выделения наиболее важных аспектов исходного ландшафта. Основные характеристики типовых процедур накопления данных приведены в табл. 9.1.

Типовые процедуры накопления данных

Варианты выбора		Неизбирательные (конкретные и реалистические)	Избирательные (абстрактные и утопические)
Продольные (исторические и зависящие от времени)	Рекомендации	Не планировать методы анализа информации, пока не будет выяснен характер данных	Не накапливать данных, пока не будет точно решено, каким образом они будут анализироваться и использоваться
		Результаты	Планирование выполняется быстро, анализ – медленно
	Используются, когда неизвестно, что и почему происходит	Сбор большого объема данных от каждого члена малой группы	Кинофильм, видеозапись, звукозапись, журнал наблюдателя, конспект лекций, тетрадь практических занятий, дневник участника А
Поперечные (количественные и одновременные)	Используются, когда необходимо определить масштабы происходящего	Сбор небольшого объема данных от каждого члена большой группы	В Фотоснимки, письменные описания, собранные образцы, свободные интервью Д Вопросы с множественным выбором ответа, цифровые счетчики, подсчет повторяемости, топографическая съемка

Свертывание данных. Сокращение составляет второй этап переконфигурации, переупорядочивания записанных данных с целью выявления предполагаемых важных схем или других значимых объектов

информации. В нашем примере такими схемами могут быть контурные карты, перспективные изображения, поперечные разрезы, вычисления уклонов, объемные модели и т. п., получаемые в результате отображения данных в новые структуры. Термин «свертывание» (или редуцирование) означает выбор существенно важной информации из множества накопленных данных (например, максимальной высоты возвышенностей) или сведение множества данных к меньшему их числу, адекватно представляющему целое (например, представление возвышенностей системой горизонталей).

При использовании данной процедуры выполняют следующие действия.

1. Выявляют неопределенности, имеющие критическое значение для успеха или неудачи управленческих или инженерных решений в рассматриваемом диапазоне.

2. Устанавливают, до какой степени следует сократить неопределенности, имеющие критическое значение.

3. Определяют время и имеющиеся возможности для сокращения неопределенностей, имеющих критическое значение.

4. Просматривают существующие методы накопления и свертывания данных с отметкой в каждом случае точности, скорости и стоимости обработки данных, а также отмечают типы вопросов, на которые может быть дан ответ.

Как видим, наиболее важно сделать выбор между избирательной и неизбирательной записью (см. табл. 9.1, категории *AB* или *CD*) и между продольной и поперечной записью (категории *AC* или *BD*). Для решения, связанного со сбором данных, потребуются информация каждой из этих четырех категорий. Вначале проектанты и исследователи должны определить:

- а) трудозатраты на накопление данных каждой категории;

- б) последовательность использования данных каждой категории.

Можно увлечься сбором данных какой-либо одной категории и забыть о том, что для определения характера проблемы в целом требуются различные методы. Можно также упустить из виду, что сначала необходимо исследовать общую структуру проблемы и лишь после этого выбирать аспекты, которые целесообразно проанализировать более детально. В табл. 9.1 показано, почему рекомендуется начинать с исследований неизбирательного продольного типа (*A*) и постепенно идти (через *B* или *C*) к исследованиям избирательного поперечного типа (*D*). Объем информации каждой категории будет зависеть от степени определенности или неопределенности

имеющихся знаний. Если характер проблемы неясен, усилия должны быть направлены прежде всего на методы неизбирательного типа (AB) и исследования продольного типа (AC), ведущие к концентрации внимания на категории A . Если же характер проблемы уже известен, наибольшие усилия следует направить на отбор избирательного типа (CD) данных поперечного типа (BD), ведущий к концентрации внимания на категории D .

Приведенный перечень дает некоторое представление о вопросах, которые следует поставить.

Выборка. Какова должна быть величина выборки? Как она должна быть образована? Должна ли она быть однородной?

Точность. Какова должна быть степень точности измерений? Согласована ли точность всех этапов – от накопления данных до формулирования окончательных выводов? Имеются ли уязвимые места и перегруженные участки в цепи процессов накопления и сокращения данных?

Стоимость и время. Известны ли с достаточной степенью точности стоимость и длительность каждого этапа? Согласованы ли они с суммой ассигнований, предельным сроком выполнения и ценностью собранной информации для клиента?

5. Выбирают процедуры накопления и свертывания данных, совместимые с изложенными требованиями и друг с другом.

6. Непрерывно проверяют релевантность промежуточных результатов и неопределенностей, имеющих критическое значение, и при необходимости корректируют методику.

Маловероятно, чтобы отдельный специалист или даже целая группа располагали всеми необходимыми знаниями для успешного выполнения операций описанного здесь процесса накопления и свертывания данных. Важно, чтобы они научились распознавать, во-первых, когда им требуется помощь соответствующего специалиста, во-вторых, как найти такого специалиста и, в-третьих, как убедиться в том, что рекомендуемое или выполненное экспертами точно соответствует неопределенностям проекта, которые следует устранить.

Один из путей осуществления этой программы состоит в постоянной проверке и перепроверке вопросов, указанных в описании последовательности действий. Кроме того, следует привлекать только тех специалистов, которые могут и хотят участвовать в постоянном и открытом обсуждении степени соответствия способов сбора и обработки данных целям решения поставленных задач. Лучше обойтись без каких бы то ни было данных, чем потерять

контроль над процессом их обработки, прибегнув к услугам специалистов, которые не могут доказать соответствие своих действий поставленным задачам.

Потенциальные исследователи должны иметь в виду, что сбор данных – это длительный и дорогостоящий процесс, который к тому же может оказаться практически бесполезным. Есть смысл затратить, скажем, 20 % времени и средств на предварительные исследования и быструю обработку результатов, чтобы направить поиск в нужном направлении или вовсе приостановить его, как только станет ясно, что собранные данные не окажут влияния на критические управленческие или инженерные решения; иначе говоря, **убытки от незнания должны превышать затраты на приобретение знаний.**

Примерное представление о том, по каким критериям можно выбирать операции накопления и свертывания данных, дает табл. 9.2.

Таблица 9.2

Критерии выбора операций накопления
и свертывания данных

Тип накопления данных	Стоимость планирования	Стоимость анализа
Неизбирательный (категория <i>AB</i>)	Низкая	Высокая
Избирательный (категория <i>CD</i>)	Высокая	Низкая

Отношение между высокой и низкой стоимостями может быть достаточно велико, например стоимость анализа неизбирательной звукозаписи на пленку («черные ящики» самолетов, поездов, сельскохозяйственных машин со спутниковой связью) может в 10–100 раз превышать стоимость планирования и самой записи.

9.4. Выбор стратегии и методов проектирования

Термин «стратегия проектирования» означает определенную последовательность действий, выбираемую проектантом с целью преобразования исходного технического задания в готовый проект. При этом следует руководствоваться следующими критериями:

1) выявление и пересмотр важнейших решений. Решение, которое может принести убытки, должно быть выявлено как можно раньше. На начальных стадиях подобные решения следует принимать лишь условно. Как правило, это исходные допущения, не вполне достоверные факты, недостаточно экспериментально проверенные научные исследования;

2) соотношение затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы с убытками от принятия неверного решения. Убытки от незнания должны превышать затраты на дорогостоящие усилия проектанта при поиске ответа на тот или иной вопрос. При оценке предложения о проведении какой-либо работы, нужно, прежде всего, выяснить, на какие вопросы будет получен ответ;

3) распределение заданий в соответствии с возможностями исполнителей. Каждому члену коллектива разработчиков нужно поручать такие задания, с которыми он способен справиться, в которых он разбирается и в выполнении которых заинтересован. Это требование гораздо труднее реализовать в коллективах, состоящих из представителей разных специальностей и работающих над новаторским проектом, чем в группах традиционных проектантов одинаковой специализации, занятых решением задачи знакомого типа;

4) отыскание полезных источников информации. Информацию следует искать во всех основных источниках стабильности и нестабильности, с которыми приходится считаться при проектировании. Прежде чем обратиться к важной или дорогостоящей информации из различных источников, следует провести независимые испытания или получить сведения о надежности этих источников. Нельзя ожидать, что консультанты будут давать нужные рекомендации, если они не знакомы с взаимодействиями и конфликтами, характерными для данного проекта.

Эти критерии управления стратегией сами собой подразумеваются, когда проектанты одной специальности совместно работают над типовой задачей. Однако эти критерии не соблюдаются, когда для решения новых типов задач проектирования либо создаются бригады из специалистов разного профиля, не обладающих опытом проектирования, либо привлекаются опытные проектанты, которые в ходе работы над задачей вынуждены выходить за пределы своей компетенции.

Решение о том, какие действия должны быть включены в стратегию проектирования, может быть принято с самого начала или же в зависимости от результатов, полученных после выполнения

предыдущих действий. Содержание каждого действия проектанта определяется им самим; некоторые действия могут быть основаны на новых методах; другие могут базироваться на традиционных приемах, таких как изготовление эскизов и масштабных чертежей; наконец, третьи будут представлять собой новые процедуры, самостоятельно изобретенные проектантом. Если метод, взятый сам по себе, позволяет решить задачу проектирования, он называется стратегией; однако в большинстве случаев методы не дают такой возможности, поэтому они здесь рассматриваются как «действия», из которых можно составить различные варианты законченных стратегий.

Таким образом, лучше всего понимать стратегию проектирования просто как намеченную последовательность методов.

Классифицировать стратегии проектирования целесообразно по двум показателям:

- 1) степени заданности;
- 2) схеме поиска.

Заблаговременно заданные, или готовые, стратегии жестко фиксированы, подобно программам ЭВМ. Они больше подходят для активирования в знакомых ситуациях, чем для новаторской деятельности, т. е. для объединения или модернизации существующих конструкций, а не для изобретения новых технических объектов.

Значительная доля работы по проектированию совершается по предсказуемой схеме и, следовательно, может быть выполнена на компьютере. По мнению Дж. Джонса [16], в идеале заданная стратегия должна быть *линейной*, т. е. состоять из цепочки последовательных действий, в которой каждое зависит от исхода предыдущего, но не зависит от результатов последующих действий (рис. 9.1).

→ Этап 1 → Этап 2 → Этап 3 →

Рис. 9.1. Линейная стратегия

Если после получения результатов на какой-либо стадии приходится возвращаться к одному из предыдущих этапов, стратегия становится *циклической*. Встречаются случаи, когда две или несколько петель обратной связи охватывают друг друга (рис. 9.2).

ТЗ → Этап 1 → Этап 2 → П-В → Этап 3 → П-В → Этап 4 →

Рис. 9.2. Циклическая стратегия:
(П-В) – этап «продолжить или вернуться»

Такая схема характерна для многих программ ЭВМ. Самой страшной опасностью для проектанта в этом случае становится бесконечная петля, или «порочный круг», из которого не удастся выбраться иначе, как изменив структуру задачи. Когда действия проектанта не зависят одно от другого, может иметь место *разветвленная стратегия* (рис. 9.3)

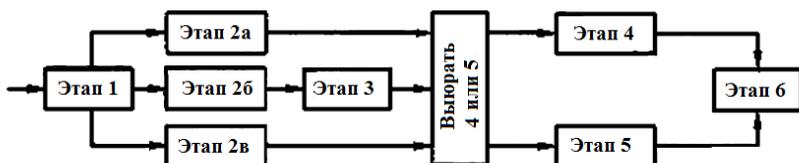


Рис. 9.3. Разветвленная стратегия

В данную стратегию могут входить параллельные этапы, очень выгодные в том отношении, что позволяют увеличить количество людей, одновременно работающих над задачей, и конкурирующие этапы, которые позволяют в определенной степени видоизменять стратегию в соответствии с исходом предыдущих этапов.

Адаптивная стратегия от линейной отличается тем, что в ней с самого начала определяется только первое действие. В дальнейшем выбор каждого действия зависит от результатов предшествующего. В принципе, это самая разумная стратегия, поскольку схема поиска всегда определяется на основе наиболее полной информации. Ее недостаток состоит в невозможности предвидеть и контролировать затраты и сроки выполнения проекта. Многие предпочитают применять адаптивную стратегию, поскольку она позволяет полностью использовать способность человека (и животных) «импульсивно» совершать правильные действия. Применение адаптивной стратегии преследует цель обеспечить ту или иную степень изменения схемы поиска в ходе самого поиска.

Методы управления стратегией, или самоорганизующиеся системы проектирования, предназначены для оценки стратегии в целом в соответствии с внешними критериями и промежуточными результатами осуществления самой стратегии. Эти методы призваны обеспечить сохранение принятой стратегии, несмотря на возникающие

трудности, до тех пор, пока она остается перспективной, и замену стратегии или отказ от нее, когда она перестанет соответствовать окружающей обстановке.

Для выбора метода проектирования можно пользоваться схемой «дано—требуется» (табл. 9.3), предложенной Дж. Джонсом [8]. Предполагается, что о пригодности того или иного метода можно судить, если сопоставить то, что уже известно разработчикам, с тем, что они хотят определить.

Исходными данными, соответствующими колонке «Дано» (или «Вход»), служат те сведения, которыми проектанты должны располагать прежде, чем пользоваться тем или иным методом. Конечные результаты, соответствующие строке «Требуется» (или «Выход»), это те данные, которые получаются в результате применения данного метода.

Шкалы «Дано» и «Требуется» совершенно идентичны: они построены в порядке уменьшения общности и увеличения определенности. Методы, наиболее полезные на ранних стадиях, когда почти все неопределенно, попадают в верхний левый угол таблицы, а соответствующие конечным стадиям решения задач проектирования, – в ее нижний правый угол.

Таблица 9.3

Схема «дано—требуется»

Требуется (Выход)	Дано (Вход)			
	1. Составление ТЗ	2. Исследование исходной проектной ситуации	3. Анализ и преобразование структуры задач	4. Определение границ, описание промежуточных решений и выявление конфликтов
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1. Исследование исходной проектной ситуации	1. Формулирование задач. 2. Поиск литературы. 3. Визуальные несоответствия. 4. Интервьюирование потребителей. 5. Мозговая атака		1. Поиск литературы. 2. Анкетный опрос. 3. Исследование поведения потребителей. 4. Системные испытания. 5. Выбор шкал измерений. 6. Накопление данных	

1	2	3	4	5
2. Анализ и преобразование структуры задач	1. Поиск литературы. 2. Визуальные несоответствия. 3. Интервьюирование потребителей. 4. Мозговая атака. 5. Синектика. 6. ТРИЗ	1. Формулирование задач. 2. Свертывание данных 3. Матрица взаимодействия 4. Сеть взаимодействий 5. Классификация. 6. Составление ТЗ		1. Синектика. 2. ТРИЗ. 3. Ликвидация тупиковых ситуаций. 4. Трансформация системы. 5. Смещение границ. 6. Проектирование новых функций
3. Определение границ, описание промежуточных решений и выявление конфликтов	1. Визуальные несоответствия. 2. Мозговая атака. 3. Морфологические карты. 4. ТРИЗ		1. Поиск границ. 2. Системные испытания. 3. Мозговая атака. 4. Морфологический анализ. 5. Выбор критериев. 6. Ранжирование и взвешивание. 7. Составление ТЗ	
4. Комбинирование промежуточных решений и варианты проектов	1. Визуальные несоответствия. 2. Мозговая атака. 3. Синектика. 4. ТРИЗ	1. Трансформация системы. 2. Проектирование новых функций	1. Мозговая атака. 2. Синектика. 3. Трансформация системы. 4. Смещение границ	1. Мозговая атака. 2. Синектика. 3. ТРИЗ. 4. Ликвидация тупиковых ситуаций
5. Оценка вариантов проекта и выбор окончательного варианта	1. Переключение стратегии. 2. Фундаментальный метод Мэтчетта		1. Упорядоченный поиск. 2. Функционально-стоимостный анализ. 3. Системотехника. 4. Система «человек-машина». 5. Поиск границ	

В клетках, далеко отстоящих от диагонали, приводятся методы, которые, по сути, представляют собой целые стратегии, поскольку они позволяют перескочить через несколько этапов.

В клетках же, расположенных непосредственно над диагональю, указаны методы пошагового проектирования, из которых могут быть составлены стратегии проектирования. Некоторые методы повторно указаны ниже диагонали; это означает, что их можно использовать для проверки, т. е. для изменения формулировки задачи после ее частичного исследования.

Способ применения схемы «дано—требуется» состоит в следующем.

1. Найти в графе «Дано» те категории информации, которые уже имеются. В ближайшей строке перечислены методы, которые применимы для решения соответствующей задачи.

2. По строке «Требуется» найти тот вид информации, который необходимо получить на данной стадии. Методы, обеспечивающие получение такой информации, указаны в соответствующей колонке.

3. Клетка, которая находится на пересечении выбранной строки с нужной колонкой, содержит методы, позволяющие на основании имеющихся исходных данных получить необходимые конечные результаты.

Методы, которые полезно использовать в самом начале проектирования, указаны в колонке 2 («Исследование исходной проектной ситуации»). На этой стадии преследуется цель пробуждать сомнения, правильно формулировать вопросы, выявлять существенные факторы, исследовать реакции заказчиков, потребителей и других лиц на различные варианты решения задачи. В колонку 2 помещены дивергентные методы. Некоторые методы помещены в клетку 1–3 (первая строка, третья колонка); это означает, что их можно использовать при пересмотре задачи на более позднем этапе – «Анализ и преобразование структуры задачи» – для изучения новой ситуации проектирования, которая может возникнуть в результате трансформации задачи.

Преобразование, превращение, изменение вида чего-либо (трансформация) совершается посредством методов, указанных в колонке 3 («Анализ и преобразование структуры задачи»). В клетке 2–4 приведены методы, обеспечивающие возможность пересмотра задачи на более поздней стадии. Такой пересмотр бывает очень эффективным: можно придать задаче временную, условную

структуру с единственной целью – получения информации, которая позволит вскрыть реальные трудности, а затем изменить структуру задачи таким образом, чтобы преодолеть эти трудности.

В колонках 1 и 2 указаны по большей части «мягкие» методы, которые по каждой категории дают промежуточные результаты, пока не сложилась окончательная структура задачи. «Жесткие» методы, обеспечивающие твердую основу для исследования структуры нетривиальных задач или для устранения логических затруднений (клетка 2–4), можно применять лишь после получения промежуточных результатов. Операции схождения, сближения, приводимые в колонке 4, всегда направлены на снижение неопределенности, возникшей на предыдущих стадиях, и на конвергенцию к единственному варианту проекта.

Готовые стратегии, т. е. методы с сильнейшей конвергенцией, стоят все вместе в клетке 3–6. Сюда входят «систематические», т. е. логические и математические методы, а также «адаптивные» методы. Основным недостатком методов, указанных в этой клетке, является то, что все они предполагают неизменную структуру задачи и поэтому не годятся для новаторского проектирования. Группа более умозрительных, менее практически направленных логических методов включена в клетку 2–5. Методы управления стратегией указаны в клетке 1–6, так как с их помощью можно выбрать другие методы. Клетки, расположенные вдоль диагонали (3–4, 4–5 к 5–6), содержат более скромные конвергентные методы, обеспечивающие продвижение вперед без риска, с которым связано применение более общих стратегических методов, удаленных от диагонали. Самые надежные и эффективные из этих методов пошагового продвижения указаны в клетке 5–3. Сюда относятся «жесткие» исследовательские методы (используемые в данном случае для оценки, а не для исследования) и оценочные методы. Стратегический оценочный метод ФСА включен в эту клетку, чтобы указать возможность его использования для совершенствования существующего изделия.

Проектирование систем предполагает способность одновременно предвидеть и оценивать множество альтернативных вариантов объекта, что дает разработчику возможность в каждый момент манипулировать большим числом альтернатив, чтобы таким образом выбрать лучшую. В философском плане это можно представить как решение задачи, сформулированной Л. Шестовым, – научить человека жить в неизвестности, не прячась от нее за различными догмами [5].

9.5. Основы инновационной деятельности и тенденции научно-технического развития

Понятие «инновация» – относительно новое и в мировой научно-экономической литературе.

Инновация (нововведение) – это превращение потенциального результата научно-технического прогресса в реальный, воплощающийся в новых продуктах, технологиях, услугах.

Инновация – более емкое понятие, чем «новая техника», и распространяется на новшества в научно-технической, организационной и других сферах, как любое усовершенствование, обеспечивающее повышение качества и технических показателей, экономии затрат или создающее условия для такой экономии. Следовательно, инновация – это используемое, внедренное новшество. Различают продуктовые и технологические инновации.

Инновационная деятельность и научно-технический прогресс. Согласно закону Республики Беларусь «Об основах государственной научно-технической политики» (1997), *инновационная деятельность – это деятельность, обеспечивающая создание и реализацию инноваций (нововведений).*

Нововведения (инновации) – создаваемые (осваиваемые) новые или усовершенствованные технологии, виды товарной продукции или услуг, а также организационно-технические решения производственного, административного, коммерческого или иного характера, способствующие продвижению технологии, товарной продукции и услуг на рынок. Непременными свойствами инновации являются: научно-техническая новизна, производственная применимость и коммерческая реализуемость [162]. Первые два – это суть творчества высокого уровня.

Коммерциализацию научно-технической деятельности заключается в «материализации» инноваций, изобретений и разработок в новые технически совершенные виды продукции, средств и предметов труда, технологии и организации производства, превращение их в источник дохода.

Многие развитые и развивающиеся страны определили научную и инновационную деятельность в качестве национального приоритета государства и поэтому имеют выдающиеся успехи в своем развитии. Инновационному пути развития альтернативы нет. Примером служат Япония, США, южно-азиатские страны: Корея, Тайвань и др.

Такой путь развития иначе называют интенсификацией знаний и промышленной стратегией.

Технология – это центральный элемент стратегии индустриального развития и прогнозирования, база для новых изделий, материалов и производственных систем. Технологический суверенитет следует рассматривать в качестве одной из основных составляющих национальной безопасности.

Технологическая безопасность – предельно допустимый минимальный уровень развития отечественного научно-технического потенциала, гарантирующий выживаемость национальной экономики за счет собственных ресурсов, в том числе и интеллектуальных.

Показатели технологической безопасности государства следующие:

- 1) доля расходов на НИОКР в ВВП. Считается, что необходимо не менее 1 % ВВП в год в течение 5...7 лет;
- 2) доля специалистов с естественнонаучным и инженерно-техническим образованием в общем числе в народном хозяйстве должна быть не менее 2 %.

Инновационный бизнес – это наиболее рискованный вид рыночной деятельности. Государство, общество, предприятие включены в жесткую конкурентную борьбу за основной источник нововведений – творческий потенциал работников – от ученых до инженеров, программистов и менеджеров.

Сегодня основными средствами производства становится творческий потенциал, интеллектуальная собственность, накопленные знания и навыки работников, что становится доминирующим фактором формирования интеллектуального капитала отдельных предприятий, отраслей и национального дохода страны.

Сегодня в США 50 % экспорта обеспечивают наукоемкие компании с численностью персонала 19 человек и менее. Сейчас 15 из 20 самых богатых людей США являются предприниматели, о компаниях которых еще 30 лет назад ничего не было известно, и они начинали с малых предприятий.

Инновационный процесс базируется на инновационной деятельности и представляет собой совокупность интеллектуального капитала по созданию инновационного продукта труда. Новый продукт характеризуется техническими, производственными и коммерческими показателями. Жизненный цикл нововведения – последовательность создания, освоения и ликвидации инновации – составляет, как правило, более 5 лет. В настоящее время в отдельных отраслях этот цикл существенно сокращается, например, в создании прикладного программного обеспечения.

Инновационная деятельность всех форм собственности в соответствии с государственным стандартом Республики Беларусь РБ СТБ 1061–97 оценивается следующими показателями статистической отчетности: затраты на технологические инновации; объем отгруженной инновационной продукции; количество приобретенных и переданных инноваций и программных продуктов; источники информации об инновациях; количество совместных проектов; факторы, препятствующие инновациям; результаты инновационной деятельности; патентование и другие методы защиты изобретений и результатов научно-исследовательской работы; организационно-управленческие инновации.

Успех конкурентной борьбы на рынке определяется научно-техническим потенциалом, способным эффективно создавать и использовать новые творческие идеи и открытия с меньшими издержками производства в цикле «наука – производство».

Инновационный потенциал государства – совокупность ресурсов, формирующий системный научно-технический потенциал в виде накопленных знаний и институционный потенциал в виде действующей структуры связей, создающих предпосылки для осуществления инновационной деятельности в стране и в регионах.

Задачей государственной научно-технической политики является создание устойчивых и саморазвивающихся элементов образований инновационной инфраструктуры, совместно с предприятиями, обеспечивающих разработку и производство инновационного продукта. К ним относят:

- **технопарк** – это некая территория, здания, сооружения и кадровый состав, предназначенные для наукоемкой инновационной деятельности. Сегодня в мире насчитывается тысячи различных технопарков. Они могут быть разных видов и масштабов деятельности:
 - региональный технопарк;
 - технополис, в рамках одного города, региона, района;
 - научный (технологический) парк (сами производством не занимаются);
 - инкубатор (инновационный центр) – способствует инновационной деятельности малых предприятий;
 - коммерческий парк;
 - промышленный парк.

В Республике Беларусь действуют технопарки: в БГУ (Минск), в Могилеве и «Белорусская силиконовая долина» (Минск).

Основные компоненты парка: территория, здания, научно-технический центр, промпредприятия и фирмы, административно-

управленческие структуры, учреждения инфраструктуры поддержки – производственной и сбытовой. В технопарках открыта «зеленая улица» для фирм-клиентов;

• **венчурный бизнес** – эффективное использование инновационного капитала, который в состоянии самостоятельно генерировать и внедрять ноу-хау, новые технологии, изделия либо эффективно использовать изобретения других.

Мобилизуя средства крупных финансовых институтов, компаний, предприятий, венчуры (обычно 3...4 человека), как правило, составляют не более 1 % и становятся коллективным «генеральным партнером» инвестиционного проекта.

Остальные 99 % – доноры, которые именуются «ограниченными партнерами». Члены венчурной группы получают в большинстве случаев 2 % от подписанного капитала, иные до 20 % и выше от итоговой прибыли. Венчурное финансирование является рискованным.

К концу XX века в мировой экономике формулировались три важнейших тенденции, которые в основном будут определять ее развитие в ближайшие десятилетия:

1) процесс глобализации, направленный на создание единого мирового хозяйства;

2) наступление нового этапа научно-технического развития, связанного с переходом к 5-му информационно-технологическому укладу;

3) процесс транснационального корпорирования, включая ВТО (Всемирная торговая организация), МВФ (Международный валютный фонд), МБРР (Международный банк реконструкции и развития), ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития) и др.

Эти тенденции расширяют возможные воплощения творческих замыслов и инженерных решений в мировом масштабе с точки зрения развития зарубежных инвестиций и связи с мировыми финансовыми центрами.

Цена товаров определяется не столько издержками производства, сколько уровнем примененных ноу-хау, создающих высочайший уровень потребительской ценности и, следовательно, конкурентоспособности.

Положено начало построения устойчивого развивающегося планетарного ноосферного общества, основанного на знаниях – практическом разуме.

К его основным положениям относятся:

– резкий рост издержек на инновационную деятельность;

– изменение структуры занятости населения с возрастанием объемов интеллектуального труда;

– приоритетное развитие науки, определяющее НТП.

Основные причины низкого качества и неконкурентоспособности отечественной продукции:

- 1) использование устаревших технологий и оборудования;
- 2) высокий износ основных фондов;
- 3) низкое качество сырья и комплектующих изделий;
- 4) отсутствие международной сертификации производимой продукции;
- 5) высокие издержки производства;
- 6) односторонняя (восточная) экспортная ориентация;
- 7) низкая инновационная восприимчивость и несформированная инфраструктура инновационной деятельности.

Современный экономический рост государства определяется уровнем стимулирования и объективными свойствами инновационных процессов: высоким риском, зависимостью от степени развития научной среды и информационной инфраструктуры, значительной капиталоемкостью научных исследований, требованиями к научной и инженерной квалификации кадров, инновационным знаниям и творческому потенциалу, правовой защитой интеллектуальной собственности.

К определяющим технологиям относятся те, которые формируют технические характеристики, а также являются отраслеобразующими видами работ и услуг. В республике при производстве основных видов продукции, работ и услуг выделено около 6 тыс. определяющих технологий. Из них в промышленности – 80,2 %, в сельском и лесном хозяйстве – 4,5, в социальной сфере – 2,5, в остальных – около 1 % и менее.

При этом различают:

– высокие технологии, обладающие конкурентоспособностью мирового уровня (5,2 % от всех);

– новые технологии – позволяют выпускать конкурентоспособную продукцию (15,8 % от всех);

– традиционные технологии, соответствующие 3-му и 4-му технологическим укладам, имеют широкое распространение, таких в республике около 79 %.

Период использования технологий в республике – от 20 до 30 лет. Незначительное использование высоких и новых технологий пока не позволяет республике стать в один ряд с развитыми странами.

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Аддитивный – получаемый путем сложения. Аддитивность – свойство величины, полученной путем сложения. Аналогия – соответствие существенных признаков, свойств структур или функций объектов или явлений. Этот термин часто употребляется в том же смысле, что и подобие.

Артефакт – искусственный материальный комплекс (например техническая система) вместе с признаками его действия.

Верификация – проверка, эмпирическое подтверждение теоретических положений науки путем сопоставления их с наблюдаемыми объектами, чувственными данными, экспериментом. Принцип **В.** (или верифицируемое) – одно из основных понятий логического позитивизма.

Воображение (фантазия) – психическая деятельность, состоящая в создании представлений и мысленных ситуаций, никогда в целом не воспринимавшихся человеком в действительности. Различают **В.** воссоздающее и творческое.

Гомоморфизм – отношение между двумя системами, когда каждую составную часть и каждое отношение одной системы можно отобразить на некоторую составную часть и некоторое отношение второй системы (но не обратно). В этом случае выполнение соответствующих условий подобия позволяет перенести результаты модельных экспериментов на природу. Область подобия может быть определена как пересечение множеств свойств.

Дескриптор – смысловая единица языка, которая может выражаться знаменательным, содержательным, ключевым словом, группой знаменательных слов или цифр, сочетанием их.

Детерминизм – учение о закономерности и причинной обусловленности всех явлений природы и общества.

Дивергенция – расхождение признаков и свойств у первоначально близких групп технических объектов в ходе эволюции.

Идентичность – отношение между объектами или процессами, характеризующимися одинаковыми свойствами (признаками). При абсолютной **И.** должны быть одинаковыми все свойства, при относительной **И.** – только некоторые (в этом случае имеет место подобие).

Иерархия – расположение частей или элементов целого в порядке от низшего к высшему.

Изоморфизм – отношение между двумя системами, когда каждой составной части одной системы может быть поставлена в соответствие определенная составная часть другой системы, и наоборот (симметричность), а также когда для каждого отношения между двумя соответствующими составными частями имеется такое же отношение в другой системе, и наоборот; это наличие взаимно однозначного отображения двух совокупностей, сохраняющего их структурные свойства.

Инверсия – изменение нормального положения элементов, расположение их в обратном порядке.

Инсайт – внезапное озарение, представление элементов ситуации в тех связях и отношениях, которые гарантируют решение задачи.

Интроспекция – самонаблюдение; наблюдение, объект которого – психические состояния и действия наблюдающего субъекта; основной метод интроспективной психологии.

Интуиция – постижение истины путем непосредственного ее усмотрения, без обоснования с помощью доказательства; субъективная способность выходить за пределы опыта путем мысленного схватывания («озарения») или обобщения в образной форме непознанных связей, закономерностей, целенаправленный выбор рационального решения среди множества других.

Искусственный интеллект – раздел информатики, занимающийся разработкой методов моделирования и воспроизведения с помощью ЭВМ творческой деятельности человека.

Итеративность – метод решения математических задач с помощью построения последовательности, сходящейся к искомому решению, при этом члены последовательности вычисляются повторным применением какой-либо операции (итерациями).

Казуальный – случайный, единичный, не поддающийся обобщению. Казуистика – подведение частных случаев под общую догму как прием средневековой схоластики и богословия.

Комбинаторика – раздел математики, в котором изучаются перестановки, размещения, сочетания элементов.

Конвергенция – схождение, сближение.

Лабильность – подвижность, неустойчивость, изменчивость.

Машина – устройство, выполняющее механические движения с целью преобразования энергии, материалов или информации. Различают **М.** энергетические, преобразующие любой вид энергии в механическую, и наоборот; рабочие, в том числе технологические, преобразующие форму, свойства, положение материала (обрабатываемого предмета); транспортные, преобразующие положение материала (перемещаемого предмета); информационные (шифровальные, арифмометры, механические интеграторы и др.); ЭВМ, в которых механические движения служат для выполнения лишь вспомогательных операций. (ЭВМ, строго говоря, не являются машинами; название сохранилось за ними в порядке преемственности от простых счетных машин.)

Методика – совокупность методов обучения или практического выполнения чего-либо.

Морфология – наука о форме и строении чего-либо.

Нетранзитивный – непереходный, не способный иметь при себе прямое дополнение.

Операнд – величина, представляющая собой объект операции, реализуемой ЭВМ в ходе выполнения программы вычислений. Например, **О.** арифметических операций обычно являются числа: при сложении – слагаемые, при умножении – сомножители.

Операционализм – направление в современной философии, рассматривающее научные понятия не как отражения объективной реальности, а как логические построения, возникающие в результате различных операций (измерительных, счетных и т. д.).

Парадигма – система форм одного слова, отражающая видоизменения слова по присущим ему грамматическим категориям; образец типа склонения или спряжения. Данное понятие употребляется в словообразовании, лексикологии и синтаксисе.

Праксиология – область социологических исследований, которая изучает различные действия с точки зрения их эффективности.

Предсказание – абсолютное утверждение о будущем, основанное на логических рассуждениях о возможном.

Прогнозирование научное – вероятностное суждение о будущем с высоким уровнем достоверности, основанное на объективной оценке возможного.

Релевантность – смысловое соответствие между информационным запросом и полученным сообщением.

Релевантный – важный, существенный.

Реинвентинг – процесс, обратный созданию изобретений.

Рефлексия – размышление, самонаблюдение, самопознание.

Семиотика – наука о знаках и знаковых системах (естественных, например языках; искусственных, например дорожных знаках, логических и математических исчислениях и т. д.).

Синектика – неологизм, понимаемый как объединение разнородных элементов.

Синергия – совместное действие, характеризующееся усилением.

Трансформация – стадия создания принципов и концепций, пора высокого творчества, вдохновенных догадок и озарений – всего, что составляет радость творческого труда при проектировании.

Формализация – представление и изучение какой-либо содержательной области знания (научные теории, рассуждения, процедура поиска и т. д.) в виде формальной системы или исчисления; связана с усилением роли формальной логики и математических методов в научных исследованиях.

Фрейм – структура данных, описывающих фрагмент знаний человека о мире или представляющих какую-нибудь стандартную ситуацию.

Эвристика – наука, изучающая продуктивное творческое мышление (эвристическая деятельность).

Эквивалент – что-либо равноценное, равнозначное, равносильное чему-либо, способное полностью заменить его.

Эмпатия (сопереживание) – осознание эмоционального состояния другого человека и способность разделить его опыт. Этим термином можно определить также и отождествление человека с разрабатываемым предметом, деталью или процессом.

Эрратическая система – сложная система управления, составным элементом которой является человек-оператор (или группа операторов), например система управления самолетом, диспетчерская служба вокзала, аэропорта и т. д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимович, Л.С. Основы инженерного творчества / Л.С. Герасимович. – Минск : БГАТУ, 2006. – 114 с.
2. Половинкин, А.Л. Основы инженерного творчества / А.Л. Половинкин. – М. : Машиностроение, 1988. – 410 с.
3. Скорняков, С.М. Плуг: крушение традиций / С.М. Скорняков. – М. : Агропромиздат, 1989. – 84 с.
4. Йордан, Э. Аутсортинг. Конкуренция в глобальной гонке за производительностью / Э. Йордан. – М. : Лори, 2006. – 210 с.
5. Андриевский, А.П. Классическая философская мысль: Энциклопедия новейших афоризмов. XX век / А.П. Андриевский. – Минск : Современный литератор, 1999. – 540 с.
6. Схирладзе, А.Г. Проектирование нестандартного оборудования / А.Г. Схирладзе. – М. : Новое знание, 2006. – 416 с.
7. Повилейко, Р.П. Инженерное творчество / Р.П. Повилейко. – М. : Знание, 1977. – 216 с.
8. Джонс, Дж. К. Методы проектирования / Дж. К. Джонс. – М. : Мир, 1986. – 310 с.
9. Альтшуллер, Г.С. Найти идею / Г.С. Альтшуллер. – Новосибирск : Наука, 1986. – 394 с.
10. Кузнецов, М.М. Проектирование автоматизированного производственного оборудования / М.М. Кузнецов. – М. : Машиностроение, 1987. – 280 с.
11. Основы проектирования летательных аппаратов. – М. : Машиностроение, 1985. – 230 с.
12. Основы проектирования лесосплавных объектов : учебное пособие для вузов. – М. : Экология, 1992. – 294 с.
13. Орлов, М.А. Элементарные универсальные модели ТРИЗ для проектирования и решения творческих задач / М.А. Орлов. – Минск : Современные знания, 2005. – 210 с.
14. Проектирование технических систем на основе анализа упорядоченных во времени критических состояний. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 1999. – 280 с.
15. Дитрих, Я. Проектирование и конструирование: Системный подход / Я. Дитрих. – М. : Мир, 1981. – 364 с.
16. Модернизация сельскохозяйственных машин, находящихся в эксплуатации / А.Э. Северный, Л.М. Пильщиков, В.И. Федан. – М. : ГОСНИТИ, 2000. – 292 с.

17. Мелешенко, Ю.С. Техника и закономерности ее развития / Ю.С. Мелешенко. – Л. : Лениздат, 1970. – 184 с.

18. Половинкин, А.Л. Теория проектирования новой техники: закономерности техники и их применения / А.Л. Половинкин. – М. : Информэлектро, 1991. – 230 с.

19. Шубников, А.В. Симметрия в науке и технике / А.В. Шубников. – М. : Наука, 1972. – 194 с.

20. Средства технологического оснащения в системе технического сервиса в АПК / Е.А. Пучин, О.Н. Дидминидзе, В.М. Корнеев. – М. : УМЦ «ТРИАДА», 2004. – 210 с.

21. Дабагян, А.В. Оптимальное проектирование машин и сложных устройств / А.В. Дабагян. – М. : Машиностроение, 1979. – 310 с.

22. Чернов, Л.Б. Основы методологии проектирования машин / Л.Б. Чернов. – М. : Машиностроение, 1978. – 314 с.

23. Чернилевский, Д.В. Детали машин. Проектирование приводов технологического оборудования / Д.В. Чернилевский. – М. : Машиностроение, 2002. – 312 с.

24. Каспаров, Г. Шахматы как модель жизни / Г. Каспаров. – М. : ЭКСМО, 2007. – 290 с.

25. Каменев, А.Ф. Технические системы: закономерности развития / А.Ф. Каменев. – Л. : Машиностроение, 1985. – 271 с.

26. Дворянкин, А.М. Методы синтеза технических решений / А.М. Дворянкин. – М. : Наука, 1977. – 184 с.

27. Скрипкин, С.Г. Функционально-стоимостный анализ при проектировании изделий / С.Г. Скрипкин. – Киев : Техника, 1990. – 174 с.

28. Карпухин, М.Г. Функционально-стоимостный анализ в электротехнической промышленности / М.Г. Карпухин, Б.И. Майданчик. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 210 с.

29. Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур: пат. 12168 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 G 13/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070417; заяв. 14.04.07; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 52.

30. Бункер для сыпучих материалов: пат. 9366 U. Респ. Беларусь, МПК В 65D 88/26 / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик, М.М. Гой; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № u 20121049; заявл. 2012.11.28; опубл. 30.08.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 4. – С. 224–225.

31. Устройство для отделения корнеплодов или лука от приме-сей: пат. 13673 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01D 33/00/ И.Н. Шило, В.А. Агейчик; Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20081077; заявл. 2008.08.14; опубл. 30.10.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 5. – С. 45–46.

32. Почвообрабатывающий каток: пат. 11879 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 29/04 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20061264; заявл. 12.12.06; опубл. 30.04.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 2. – С. 35.

33. Орудие для глубокого рыхления почвы: пат. 12092 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 13/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070421; заявл. 14.04.07; опубл. 30.06.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 3. – С. 38.

34. Ахметжанов, К.А. Энергетические затраты при обработке почвы вибрирующим рабочим орудием : в кн. Актуальные вопросы сельскохозяйственного производства / К.А. Ахметжанов. – Алма-Ата : Алма-Атинский СХИ, 1971. – С. 27–32.

35. Юдин, Ю.С. О природе эффекта снижения тягового сопротивления почвообрабатывающих орудий при вибрациях / Ю.С. Юдин // тр. СибНИИМЭСХ. – Новосибирск, 1972. – Вып. 8. – Ч. 3. – С. 55–60.

36. Волков, Е.Т. Факторы, определяющие процесс крошения пласта при вибрации лемеха корпуса плуга / Е.Т. Волков // Тр. Волгоградского СХИ. – Волгоград, 1972. – Т. 46. – С. 68–73.

37. Соловьев, С.П. Разрушение почвы плоским клином / С.П. Соловьев // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1967. – № 3. – С. 7–9.

38. Волков, Е.Т. Тяговое сопротивление плуга с виброремехом / Е.Т. Волков // Тр. Волгоградского СХИ. – Т. 46. – Волгоград, 1972. – С. 63–68.

39. Рабочий орган почвообрабатывающей машины: пат. 11765 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 35/24 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20061263; заявл. 12.12.06; опубл. 30.04.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 2. – С. 35–36.

40. Устройство для извлечения корнеплодов из почвы: пат. 12465 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 17/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. –

№ а 20070424; заявл. 14.04.28; опубл. 30.10.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 5. – С. 38.

41. Очиститель корнеплодов: пат. 13167 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01D 33/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070928; заявл. 19.07.07; опубл. 30.04.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2. – С. 39.

42. Культиваторная секция: пат. 15837 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 35/24 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк; А.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20091399; заявл. 01.10.09; опубл. 30.04.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 2. – С. 44.

43. Вагин, А.Т. Рабочие органы для противэрозионной обработки дерново-подзолистых почв / А.Т. Вагин, А.З. Пилецкий // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1974. – № 11. – С. 12–14.

44. Резинометаллический шарнир для гусеничной цепи транспортногo средства: пат. 17869 С2. Респ. Беларусь, МПК В 62D 55/21 / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20111235; заявл. 23.09.11; опубл. 30.12.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 6. – С. 87.

45. Устройство для выкапывания корнеплодов: пат. 12087 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 17/06 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик, заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070211; заявл. 28.02.07; опубл. 30.06.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 3. – С. 38.

46. Выкапывающий рабочий орган корнеуборочной машины: пат. 12316 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 19/02; А 01 D 25/04 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик, заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070209; заявл. 28.07.07; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 43.

47. Лебедка грузовая: пат. 18084 С2. Респ. Беларусь, МПК В 66D 1/00 / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20111186; заявл. 12.09.11; опубл. 30.04.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 2. – С. 72.

48. Захватное устройство для киповых грузов: пат. 14829 С2. Респ. Беларусь, МПК В 66С 1/10 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик,

Н.Н. Романюк, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20090805; заявл. 03.06.09; опубл. 30.10.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 5. – С. 103–104.

49. Грузозахватное устройство для лежащего в ряд груза: пат. 12221 С1. Респ. Беларусь, МПК В 66С 1/12 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070127; заявл. 07.02.06; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 97.

50. Вертикальный элеватор для кусковых грузов: пат. 16999 С2. Респ. Беларусь, МПК В 65G 17/12; В 65G 17/32 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20101576; заявл. 03.11.10; опубл. 30.04.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 2. – С. 88.

51. Ременная сортировка корнеклубнеплодов: пат. 12158 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 33/08 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070123; заявл. 06.02.07; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 45.

52. Устройство для формирования кротовых дрен при гидромелиоративном строительстве: пат. 13022 С2. Респ. Беларусь, МПК Е 02В 11/00 / В.Н. Основин, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20080247; заявл. 05.03.08; опубл. 30.04.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2. – С. 116.

53. Каток сеялки: пат. 13007 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01В 29/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а20070128; заявл. 06.02.07; опубл. 30.04.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2. – С. 36.

54. Барабан с устройством для крепления конца каната: пат. 12280 С1. Респ. Беларусь, МПК В 66 D 1/28 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070121; заявл. 06.02.07; опубл. 0.08.09 / Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 97–98.

55. Корпус плуга: пат. 15177 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01В 17/00; А 01В 15/08 / Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20090636; заявл. 04.05.09; опубл. 30.12.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 6. – С. 49.

56. Устройство для перемешивания пищевых продуктов: пат. 17095 С2. Респ. Беларусь, МПК В 01F 7/30 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20101449; заявл. 07.10.10; опубл. 30.04.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 2. – С. 65.

57. Механизм подвески сошника: 17918 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01С 7/20 / В.А. Агейчик, И.Т. Сеген; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20110907; заявл. 2011.06.28; опубл. 28.02.14 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 1. – С. 49–50.

58. Агейчик, В.А. Изыскание и исследование зерновой сеялки для почв, засоренных камнями: дис. ... канд. техн. наук / В.А. Агейчик. – Минск, 1980. – 141 с.

59. Устройство для мойки корнеклубнеплодов: пат. 16840 С2. Респ. Беларусь, МПК А 23N 12/002 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, М.В. Агейчик, заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20101438; заявл. 07.10.10; опубл. 30.04.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 2. – С. 51.

60. Устройство для приготовления силосованных кормов: пат. 17289 С2. Респ. Беларусь, МПК А 23К 3/02 / С.В. Основин, Л.Г. Основина; В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20101854; заявл. 30.08.12; опубл. 30.06.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 3. – С. 58.

61. Справочник по приготовлению, хранению и использованию кормов. – Минск : Ураджай, 1993. – 210 с.

62. Плуг-удобритель: пат. 17408 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01В 17/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20110195; заявл. 16.02.11; опубл. 30.08.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 4. – С. 54.

63. Корнеизвлекающее устройство для корнеплодов: пат. 12346 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 25/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070118; заявл. 06.02.07; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 43–44.

64. Устройство для отделения почвенных комков от корнеплодов и томатов: пат. 3826U. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 33/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик, заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070125; заявл. 19.02.07; опубл. 30.08.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 4. – С. 187.

65. Машина для скашивания растительности со дна мелиоративного канала: 17754 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 34/86 / В.Н. Основин, Л.Г. Основина, В.А. Агейчик, М.М. Гой; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20110794; заявл. 09.06.11; опубл. 30.12.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 6. – С. 50.

66. Плуг: пат. 17410 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01В 13/08; А 01В 15/02 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20101575; заявл. 03.11.10; опубл. 30.08.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 4. – С. 53.

67. Вибратор для стряхивания ягод: пат. 14384 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 46/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20081278; заявл. 10.10.08; опубл. 30.06.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 3. – С. 46–47.

68. Рыхлитель для мелиоративных работ: пат. 15037 С2. Респ. Беларусь, МПК Е 02 В 11/02; Е 02 F 5/32 / В.Н. Основин, В.А. Агейчик, Н.В. Мальцевич; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20090954; заявл. 26.06.09; опубл. 30.10.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 5. – С. 139.

69. Зубовая борона: пат. 13334 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 23/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070589; заявл. 18.05.07; опубл. 30.06.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 3. – С. 37.

70. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат: 18552. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 37/00; В 62 D 55/26 / А.Н. Орда, В.А. Агейчик, В.А. Шкляревич, И.А. Тарасевич, А.С.; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20111571; заявл. 23.11.11; опубл. 30.08.14 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 4. – С. 49–50.

71. Устройство для удаления ботвы корнеплодов на корню: пат. 11665 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 23/02 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20061262; заявл. 12.12.06; опубл. 28.02.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 2. – С. 35.

72. Плуг навесной с активным отвалом: 18155 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 11/00 / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик;

заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20111089; заявл. 08.08.11; опубл. 13.04.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 2. – С. 37.

73. Питатель погрузчика корнеплодов: пат. 13543 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 51/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20081001; заявл. 29.07.08; опубл. 30.08.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 4. – С. 52.

74. Борона: пат. 14428 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 19/08 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Федорова; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20090333; заявл. 10.03.09; опубл. 30.06.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 3. – С. 42.

75. Корпус плуга: пат. 17919 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 7/00 / Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик, И.Т. Сеген; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20110998; заявл. 18.07.11; опубл. 28.02.14 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 1. – С. 48.

76. Машина для уборки ботвы корнеплодов: пат. 12896 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 23/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, В.А. Вольский; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070621; заявл. 30.12.08; опубл. 28.02.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 1. – С. 45.

77. Комкователь картофелеуборочной машины: пат. 12470 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 33/08 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070533; заявл. 07.05.08; опубл. 30.10.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 5. – С. 39.

78. Машина для сухой очистки картофеля: Евразийский пат. № 016705, МПК А 01 D 33/08 / В.Н. Дашков, А.Л. Рапинчук, А.С. Воробей, В.А. Агейчик; заявитель РУП «Науч.-практ. центр нац. акад. наук Беларуси по механизации сел. хоз-ва». – № u 200900520; заявл. 10.03.09; опубл. 29.06.12 // Бюл. Евразийского патент. ведомства. – № 13. – С. 6.

79. Устройство для отделения растительных и почвенных примесей от корнеклубнеплодов: пат. 12394 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 33/08 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070426; заявл. 07.04.14; опубл. 30.10.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 5. – С. 39.

80. Культиватор: пат. 7745 U. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 33/02 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № u 20110259; заявл. 07.04.11; опубл. 30.12.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 6. – С. 188.

81. Рабочий орган кротодренажной машины: пат. 12721 С2. Респ. Беларусь, МПК Е 02 В 11/00 / В.Н. Основин, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070464; заявл. 08.12.30; опубл. 30.12.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 6. – С. 101–102.

82. Полосовой отвал плуга: пат. 18090 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 15/08 / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20111236; заявл. 23.09.11; опубл. 30.04.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 2. – С. 37.

83. Автоматический захват для штучных грузов: пат. 12415 С1. Респ. Беларусь, МПК В 66 С 01/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т – № а 20070120; заявл. 07.02.06; опубл. 30.10.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 5. – С. 72.

84. Вайнсон, А.А. Крановые грузозахватные устройства: справочник / А.А. Вайнсон, А.Ф. Андреев. – М. : Машиностроение, 1982. – С. 175–254.

85. Устройство для сбора потерь корнеплодов: пат. 11936 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 25/00; А 01 D 33/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070116; заявл. 06.02.07; опубл. 30.06.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 3. – С. 39.

86. Рабочий орган культиватора: пат. 14955 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 35/22 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20090727; заявл. 21.05.09; опубл. 30.10.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 5. – С. 54.

87. Гибкое устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода: пат. 15434 С2. Респ. Беларусь, МПК В 08 В 9/02 / А.Н. Орда, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20091460; заявл. 16.10.09; опубл. 28.02.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1. – С. 75.

88. Устройство для очистки корнеклубнеплодов: пат. 13535 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 17/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик,

М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20080673; заявл. 26.05.08; опубл. 30.08.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 4. – С. 50–51.

89. Комкодаватель для картофелеуборочных машин: пат. 12577 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 33/08 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070391; заявл. 07.04.12; опубл. 30.10.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 5. – С. 38–39.

90. Рабочий орган культиватора: пат. 14948 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01В 35/32 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20090727; заявл. 21.05.09; опубл. 30.10.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 5. – С. 54.

91. Транспортирующее устройство для корнеклубнеплодов: пат. 12297 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 33/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070122; заявл. 06.02.07; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 44–45.

92. Колесный движитель: пат. 15275 С2. Респ. Беларусь, МПК В 60 В 15/08; В 60 С 27/20 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20091391; заявл. 30.04.09; опубл. 30.12.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 6. – С. 93–94.

93. Гребенка камнеуборочной машины: пат. 13975 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 43/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20080130; заявл. 30.10.09; опубл. 28.02.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 1. – С. 55–56.

94. Тормозная колодка дискового тормозного механизма: пат. 17054 С2. Респ. Беларусь, МПК F 16 D 55/224 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20101439; заявл. 07.10.10; опубл. 30.04.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 2. – С. 122–123.

95. Тэйлор, Р. Шум / Р. Тэйлор / пер. с англ. Д.И. Арнольда; под ред. М.А. Исаковича. – М. : Мир, 1978. – 308 с.

96. Устройство для очистки дрена: пат. 13440 С2. Респ. Беларусь, МПК В 08 В 9/00; Е 02 В 11/00 / В.Н. Основин, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20080504; заявл. 18.04.08; опубл. 30.08.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 4. – С. 74.

97. Корнеплодоизвлекающее устройство: пат. 12956 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 25/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20071113; заявл. 13.09.07; опубл. 28.02.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 1. – С. 45–46.

98. Борона гибкая для глубокого рыхления почвы: пат. 15159 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 19/02; А 01 В 23/02 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20090995; заявл. 07.06.09; опубл. 30.12.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 6. – С. 49–50.

99. Дисковое почвообрабатывающее орудие: пат. 16911. Респ. Беларусь, МПК А 23 N 12/02; МПК А 01 В 7/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20101230; заявл. 02.08.10; опубл. 28.02.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 1. – С. 47.

100. Комбинированный упругий инструмент для обработки отверстия: пат. 14898 С2. Респ. Беларусь, МПК В 24 В 39/02 / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев, В.А. Агейчик, Н.И. Ермаков; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20090702; заявл. 15.05.09; опубл. 30.10.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 5. – С. 92.

101. Комбинированный инструмент для магнитно-абразивной обработки: пат. 13786 С2. Респ. Беларусь, МПК В 24В 39/00 / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20080709; заявл. 02.06.08; опубл. 30.12.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 6. – С. 82.

102. Дисковый тормозной механизм: пат. 17092 С2. Респ. Беларусь, МПК F 16 D 55/22 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20101255; заявл. 23.08.10; опубл. 30.04.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 2. – С. 122.

103. Рабочий орган кротодренажной машины: пат. 13852 С2. Респ. Беларусь, МПК Е 02 В 11/00 / В.Н. Основин, Л.Г. Основина, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20080368; заявл. 26.03.08; опубл. 30.12.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 6. – С. 96–97.

104. Узел крепления рабочего органа сельскохозяйственной машины: пат. 15705 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 61/04 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заявитель

Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20091565; заявл. 05.11.09; опубл. 30.04.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 2. – С. 46.

105. Загортач сеялки: пат. 13158 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 19/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070388; заявл. 30.12.08; опубл. 30.04.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2. – С. 36.

106. Шнековый оборачиватель лент льна: 17772 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01D 45/06 / В.А. Агейчик, Ю.Т. Антонишин, К.Л. Сергеев; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20100473; заявл. 14.04.11; опубл. 30.12.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 6. – С. 53.

107. Стабилизатор расхода воды: пат. 17511 С2. Респ. Беларусь, МПК G 05 D 7/01; G 05 D 9/02; E 02 B 13/02 / В.Н. Основин, Л.Г. Основина, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20110617; заявл. 11.05.11; опубл. 30.08.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 4. – С. 166–167.

108. Сепаратор для отделения клубней картофеля от ботвы, сорняков и загрязнений: пат. 12628 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 33/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070412; заявл. 08.12.30; опубл. 30.12.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 6. – С. 40.

109. Навесной многокорпусный плуг: пат. 14165 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01В 15/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, Н.Н. Стасюкевич; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20081279; заявл. 10.10.08; опубл. 30.04.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 2. – С. 35–36.

110. Устройство для сепарации корнеплодов: пат. 12723 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 17/00; А 01 D 33/00; А 01 D 197/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070781; заявл. 08.02.30; опубл. 30.12.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 6. – С. 39–40.

111. Ротор кустореза: пат. 13010 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 G 3/00; А 01 G 23/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20071114; заявл. 13.09.07; опубл. 30.04.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2. – С. 41.

112. Машина для контурной обрезки плодовых деревьев: пат. 12843 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 G 3/00 / И.Н. Шило,

В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20071268; заявл. 17.10.07; опубл. 28.02.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 1. – С. 49.

113. Картофелекопатель: пат. 13439 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 17/00/ И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20080472; заяв. 14.04.08; опубл. 30.08.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 4. – С. 50.

114. Нукешев Саяхат Оразович (KZ); Романюк Николай Николаевич (BY); Агейчик Валерий Александрович (BY); Шило Иван Николаевич (BY); Есхожин Джадыгер Зарлыкович (KZ); Мурашенко Владимир Иванович (KZ); Кусаинов Руслан Комекович (KZ); Кажкенов Айбек Зекешевич (KZ). Устройство для отделения от корнеплодов почвы и растительных остатков. ИННОВАЦИОННЫЙ ПАТЕНТ № 26534 на ИЗОБРЕТЕНИЕ, МПК А 01D45/26 / Патентообладатель: Нукешев Саяхат Оразович (KZ); Романюк Николай Николаевич (BY). Зарегистрирован 24.12.2012 г. в Комитете по правам интеллектуальной собственности МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН № 76169. – 16 с.

115. Ротационная борона: пат. 12318 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 21/06 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070124; заяв. 07.02.07; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 41–42.

116. Вагин, А.Т. К вопросу взаимодействия клина с почвой. Обоснование основных параметров агрегатов для послойного внесения удобрений в почву: в 28 т. / А.Т. Вагин // В кн.: Вопросы сельскохозяйственной механики. – Мн. : Ураджай, 1965. – Т. 15. – С. 52.

117. Смоляр, А.П. Методика расчета параметров косоого резания грунта рабочими органами землеройных машин: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / А.П. Смоляр. – Могилев, 2002. – с. 115.

118. Устройство для магнитно-абразивной обработки: пат. 14770 С2. Респ. Беларусь, МПК В 24 В 31/03 / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев, В.А. Агейчик, Н.И. Ермаков; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20091208; заяв. 06.08.09; опубл. 30.08.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 4. – С. 85–86.

119. Секция культиватора: пат. 16309. Респ. Беларусь, МПК А 01В 61/04 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20100277;

заявл. 25.02.10; опубл. 30.08.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 4. – С. 49.

120. Туковысевающий аппарат: пат. 15553 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 С 15/08 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20091325; заявл. 14.09.09; опубл. 28.02.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1. – С. 45–46.

121. Движитель вездехода: пат. 17460 С2. Респ. Беларусь, МПК В 60 В 11/06; В 60 С 27/20 / А.Н. Орда, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20110618; заявл. 11.05.11; опубл. 0.08.13 / Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 4. – С. 93–94.

122. Корпус плуга: пат. 18858. Респ. Беларусь, МПК А 01В 15/02 / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик, М.М. Гой; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20120084; заявл. 20.01.12; опубл. 30.12.14 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 6. – С. 5–6.

123. Устройство для самовытаскивания заднеприводного колесного транспортного средства: пат. 16905. Респ. Беларусь, МПК В 60 С 27/22; В 62 D 57/02 / Л.В. Мисун, А.Л. Мисун, А.В. Агейчик, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20101227; заявл. 16.08.10; опубл. 28.02.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 1. – С. 74–75.

124. Орлов, П.Л. Основы конструирования: справочно-методическое пособие : в 2 кн. / П.Л. Орлов. – М. : Машиностроение, 1977. – Кн. 1. – 490 с.

125. Дорожно-строительные машины / А.В. Вавилов [и др.]. – Минск : Технопринт, 2000. – 168 с.

126. Машины для коммунального хозяйства / А.М. Щемелев, А.В. Вавилов, В.М. Пилипенко. – Минск : Стринко, 2003. – 210 с.

127. Шило, И.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / И.Н. Шило, В.Н. Дашков. – Минск : БГАТУ, 2003. – 490 с.

128. Энергосберегающие технические комплексы и средства для строительства / А.В. Вавилов, В.Ф. Кондратюк, А.Я. Котлобай, Д.В. Мааров. – Минск : Стринко, 2003. – 490 с.

129. Кротователь: пат. 13583 С2. Респ. Беларусь, МПК Е 02 В 11/00 / В.Н. Основин, Л.Г. Основина, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20080938; заявл. 16.07.08; опубл.

30.08.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 4. – С. 114.

130. Кормушка для сельскахозяйственных животных: пат. 12753 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 К 5/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20071269; заявл. 08.06.30; опубл. 30.12.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 6. – С. 42.

131. Сошник: пат. 8635 U. Респ. Беларусь, МПК А 01 С 7/20 / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик, В.Ю. Романюк, С.Ю. Терехов; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № u 20120304; заявл. 23.03.12; опубл. 30.10.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 5. – С. 168.

132. Плуг: пат. 12331 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 17/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070622; заявл. 24.05.07; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 41.

133. Устройство для очистки сортировального решета: пат. 16285. Респ. Беларусь, МПК А 01 F 12/44, В 07 В 1/54 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20100744; заявл. 15.05.10; опубл. 30.08.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 4. – С. 50.

134. Машина для обрезки ботвы корнеплодов на корню: пат. 12085 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 23/02 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20061258; заявл. 12.12.06; опубл. 30.06.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 3. – С. 38–39.

135. Борона активная: пат. 17165 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01В 21/02; А 01В 21/06 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20101731; заявл. 30.08.12; опубл. 30.06.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 3. – С. 51.

136. Устройство для кротования почвы: пат. 12329 С1. Респ. Беларусь, МПК Е 02 В 11/02 / В.Н. Основин, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070463; заявл. 24.04.07; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 125–126.

137. Фомин, В.И. Исследование клина с газовой смазкой / В.И. Фомин, А.И. Чебан // В кн.: Проектирование рабочих органов сельскахозяйственных машин. – Волгоград, 1970. – Вып. 2. – С. 56–62.

138. Протравливатель семян: пат. 13537 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 С 1/06; А 01 С 1/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20081059; заявл. 11.08.08; опубл. 30.08.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 4. – С. 48–49.

139. Шина бескамерного колеса: пат. 17207 С2. Респ. Беларусь, МПК В 60 С 7/10; В 60 В 9/10 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20110053; заявл. 30.08.12; опубл. 30.06.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 3. – С. 83–84.

140. Дисковое почвообрабатывающее орудие: пат. 17094 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 7/00; А 01 В 35/18; А 01 В 35/20 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20101578; заявл. 03.11.10; опубл. 30.04.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 2. – С. 42.

141. Плуг навесной симметричный: пат. 12955 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 3/00; А 01 В 49/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070780. заявл. 25.06.07; опубл. 28.02.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 1. – С. 43.

142. Дмитриев, А.М. Механизация обработки почвы и повышение ее противозерозионной устойчивости / А.М. Дмитриев, Р.Л. Турецкий // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск : Ураджай, 1990. – Вып. 33. – С. 8–17.

143. Казакевич, П.П. Проблемы и перспективы механизации процессов обработки почвы и посева в Беларуси / П.П. Казакевич, А.А. Точицкий // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск : Ураджай, 1996. – Вып. 35. – С. 18–33.

144. Жилко, В.В. Водная эрозия почв в БССР / В.В. Жилко, А.И. Паярскойте // В кн.: Эрозия почв и борьба с ней. – Минск : Ураджай, 1968. – С. 32–37.

145. Бондаренко, А.Г. Определение противозерозионной устойчивости почв методом искусственного дождевания / А.Г. Бондаренко, В.П. Мармалюков // Механизация и электрификация сельского хозяйства : сб. научных работ аспирантов. – Минск : ЦНИИМЭСХ, 1980. – С. 3–6.

146. Комбинированное почвообрабатывающее орудие: а.с. СССР 1276272 А1, МПК А 01В 49/02, 1986 / В.П. Мармалюков, А.З. Пилецкий, В.М. Доманьков, В.А. Анейчик, Ф.П. Цыганков,

Ч.А. Холяво; заявитель ЦНИИМЭСХ; заявка № 385519/30-15; опубл. 15.12.86 // Бюл. «Изобретения и открытия СССР». – 1986. – № 48. – С. 48.

147. Мармалюков, В.П. Исследование спирального катка выравнивателя для предпосевной обработки почвы в составе комбинированного агрегата. Совершенствование процессов и средств механизации для обработки почвы и посева / В.П. Мармалюков // Вопросы сельскохозяйственной механики. – Минск : ЦНИИМЭСХ, 1983. – С. 56–81.

148. Клетченко, В.Т. Обоснование параметров игольчатых дисков для поверхностных противоэрозионных обработок почвы в условиях Нечерноземной зоны. Совершенствование процессов и средств механизации для обработки почвы и посева / В.Т. Клетченко // Вопросы сельскохозяйственной механики. – Минск : ЦНИИМЭСХ, 1983. – С. 103–126.

149. Казакевич, П.П. Основное направление совершенствования отвальной вспашки, технологических и конструктивных схем перспективных плугов в Беларуси / П.П. Казакевич, А.З. Пилецкий // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск : Ураджай, 1996. – Вып. 35. – С. 34–44.

150. Михневич, Н.А. Некоторые вопросы механизации обработки почвы / Н.А. Михневич, Л.В. Ларченков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск : Ураджай, 1990. – Вып. 33. – С. 26–34.

151. Ларченков, Л.В. Исследование пружинных стоек чизельного культиватора / Л.В. Ларченков, А.А. Завражнов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск : Ураджай, 1988. – Вып. 31. – С. 3–10.

152. Костюков, П.П. Совершенствование процессов обработки почвы при возделывании ячменя путем применения чизельных культиваторов и комбинированного агрегата АКШ-7,2 / П.П. Костюков, Ф.П. Цыганов, Н.А. Михневич [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск : Ураджай, 1996. – Вып. 35. – С. 56–67.

153. Двигатель: пат. 15433 С2. Респ. Беларусь, МПК В 60 В 19/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20091400; заявл. 01.10.09; опубл. 28.02.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1. – С. 86.

154. Режущий аппарат косилки травы: пат. 17063 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 34/42 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик,

Н.Н. Романюк, М.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20101175; заявл. 02.08.10; опубл. 30.04.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 2. – С. 44.

155. Плуг для каменистых почв: пат. 17519 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 В 13/00; А 01 В 61/00 / В.А. Агейчик, О.И. Левченко; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20110620; заявл. 11.05.11; опубл. 30.08.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 4. – С. 53.

156. Кротователь: пат. 13787 С2. Респ. Беларусь, МПК Е 02 В 11/00 / В.Г. Основин, Л.Г. Основина, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20080804; заявл. 28.02.08; опубл. 30.12.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 6. – С. 97.

157. Дренажный колодец: пат. 14065 С2. Респ. Беларусь, МПК Е 02 В 11/00 / В.Г. Основин, Л.Г. Основина, В.А. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20081231; заявл. 30.09.08; опубл. 28.02.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 1. – С. 114.

158. Смеситель сыпучих материалов: пат. 16294. Респ. Беларусь, МПК В 01 F 7/08, В 01 F 3/18 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20100539; заявл. 09.04.10; опубл. 30.08.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 4. – С. 77.

159. Грузозахватное устройство: пат. 12350 С1. Респ. Беларусь, МПК В 66 С 1/10 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070119; заявл. 06.02.07; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 96–97.

160. Подборщик продуктов урожая, преимущественно листа мяты, с земли: пат. 12330 С1. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 51/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20070536; заявл. 08.05.07; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 50.

161. Паркинсон, С.Н. Законы Паркинсона / С.Н. Паркинсон. – М. : Прогресс, 1989. – 465 с.

162. Якокка, Ли. Карьера менеджера / Ли Якокка. – М. : Прогресс, 1995. – 405 с.

Научное издание

Шило Иван Николаевич, **Романюк** Николай Николаевич,
Агейчик Валерий Александрович и др.

**ПРАКТИКА
ЦЕЛЕВОГО ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА
В АГРОИНЖЕНЕРИИ**

Ответственный за выпуск *М. А. Прищепов*

Редактор *Т. В. Каркоцкая*

Компьютерная верстка *Е. А. Хмельницкой, Т. В. Каркоцкой*

Дизайн обложки *Д. О. Бабаковой*

Подписано в печать 14.11.2017 г. Формат 60×84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 30,23. Уч.-изд. л. 23,63. Тираж 100 экз. Заказ 462.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Учреждение образования

«Белорусский государственный аграрный технический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,

распространителя печатных изданий

№ 1/359 от 09.06.2014.

№ 2/151 от 11.06.2014.

Пр-т Независимости, 99–2, 220023, Минск.