

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Е. И. Мажугин, А. Л. Казаков

# МЕЛИОРАТИВНЫЕ МАШИНЫ

В двух частях

Часть 1

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов  
учреждений высшего образования по специальности  
«Техническое обеспечение мелиоративных  
и водохозяйственных работ»*

Горки  
БГСХА  
2018

УДК 631.311(075.8)  
ББК 40.723я73  
М13

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *Е. И. Мажугин*;  
кандидат технических наук, доцент *А. Л. Казаков*

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой горных машин Белорусского национального технического университета  
*Н. И. Березовский*;  
кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией механизации культуртехнических работ  
РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
*А. Н. Басаревский*

**Мажугин, Е. И.**

М13 Мелиоративные машины : учебное пособие : в 2 ч. Ч. 1 /  
Е. И. Мажугин, А. Л. Казаков. – Горки : БГСХА, 2018. –  
307 с. : ил.  
ISBN 978-985-467-782-8.

Приведены определения и характерные признаки мелиоративных машин, роль мелиоративных машин, виды выполняемых ими работ. Дано понятие о Системе машин, изложены общая классификация и индексация машин, указаны основные оценочные показатели мелиоративных машин. Описаны мелиоративные машины разного назначения, системы и механизмы для обеспечения требуемого уклона дрен. Изложены основы теории и расчета мелиоративных машин разных типов.

Для студентов специальности 1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ, аспирантов, преподавателей вузов и сузов, инженерно-технических работников.

УДК 631.311(075.8)  
ББК 40.723я73

ISBN 978-985-467-782-8 (ч. 1)  
ISBN 978-985-467-738-5

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2018

## ВВЕДЕНИЕ

Мелиорация является важным фактором интенсификации сельскохозяйственного производства и научно-технического прогресса в сельском хозяйстве.

Основной целью сельскохозяйственной мелиорации является создание оптимальных условий для производства продукции сельского хозяйства и в первую очередь продукции растениеводства.

Одним из наиболее трудоемких и распространенных видов мелиорации является гидромелиорация. В соответствии со СНиП 2.06.03–85 «Мелиоративные системы и сооружения» *гидромелиорация* – это совокупность мероприятий и сооружений, обеспечивающих улучшение природных условий сельскохозяйственного использования земель путем регулирования водного режима почвогрунтов.

Земли, пригодные для хозяйственного использования и нуждающиеся в мелиорации, называются *мелиоративным фондом*.

Земли мелиоративного фонда, на которых осуществляется мелиорация, называются *мелиорируемыми землями*, а земли, на которых выполнены мелиоративные работы, относятся к *мелиорированным землям*.

На мелиорированных землях производится более трети продукции растениеводства. Наиболее ценными и продуктивными землями сельскохозяйственного назначения является пашня. Беларусь достаточно хорошо обеспечена пахотными землями.

Согласно Государственному земельному кадастру общая площадь земель Республики Беларусь составляет 20 760 тыс. га. Сельскохозяйственные земли занимают примерно 43 % (около 8 632 тыс. га), из них пашня – 30 % (5 662 тыс. га). Земли, занятые песками, кустарниками, болотами, составляют 12 % общей площади.

Согласно Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 гг. общая площадь мелиорированных земель в республике составляет 3 440 тыс. га, из них осушенных 3 410,4 тыс. га, орошаемых – 29,7 тыс. га. В структуре мелиорированных земель 2,9 млн. га занимают сельскохозяйственные земли, в том числе пахотные – 1,4 млн. га и луговые – 1,5 млн. га.

Для обеспечения соблюдения проектных норм осушения земель используется сложный комплекс гидротехнических и других сооружений (158,1 тыс. км каналов и водоприемников, 977,5 тыс. км закрытой дренажной сети, 3,2 тыс. мостов, 2,2 тыс. шлюзов-регуляторов, 24,2 тыс. труб-регуляторов, 54,6 тыс. труб-переездов, 499 насосных станций, 4,8 тыс. км защитных и ограждающих дамб, 17,7 тыс. км эксплуатационных дорог, 1074 пруда и водохранилища).

В структуре осушенных земель торфяные почвы занимают около 901 тыс. га и минеральные – 2014. Более половины осушенных земель составляют песчаные и супесчаные почвы, требующие окультуривания, а вследствие этого более значительных затрат. Площадь земель, осушенных закрытым дренажем, составляет 2 233,9 тыс. га. На 752,9 тыс. га гидромелиоративные системы построены с двусторонним регулированием водно-режима, а на 252,6 тыс. га – польдерные системы.

Качество сельхозугодий и пашни Беларуси, оценено в 40 баллов, что довольно высоко (максимальный балл пашни составляет 100). Однако достаточно высокая обеспеченность страны сельхозугодиями не исключает необходимости выполнения работ по повышению качества земель сельскохозяйственного назначения и вводу в сельхозоборот новых земель. Это объясняется сложившейся структурой экономики Беларуси, рассчитанной на использование больших объемов сельскохозяйственной продукции, неизбежным изъятием земель для использования на другие нужды, а также тем, что на территории Беларуси некоторые земли подвержены эрозии, заболочены, закустарены, загрязнены радионуклидами. Достаточно большие площади ранее мелиорированных земель из-за неправильного использования пришли в состояние, требующее повторной мелиорации.

Большие объемы работ предполагают применение необходимых средств механизации для их выполнения. Однако мелиоративные работы, в том числе сопряженные с перемещением грунтов, человек выполнял задолго до появления машин, используя простейшие орудия и приспособления. В начале XIX в. потребовалось выполнение большого объема земляных работ. При этом паровой двигатель был уже достаточно совершенным, и имелись машиностроительные предприятия. Таким образом, потребность в землеройных машинах соответствовала возможности их создания. Первый паровой одноковшовый экскаватор был изготовлен в 1834 г. в США и использовался на строительстве железной дороги Балтимора – Огайо. Он был оборудован обратной лопатой с канатно-блочным управлением. Первый драглайн появился в 1904 г.

В 1827 г. французский инженер Пуаре де Валькур разработал проект многоковшового цепного экскаватора поперечного копания с приводом от парового двигателя мощностью 10 л. с. Однако идея была реализована только 30 лет спустя французским инженером Кувро. Выпущенный экскаватор, названный экскаватором Кувро, был на рельсовом ходу и использовался при строительстве железной дороги во Франции в 1860–1863 гг. Затем подобные машины были выпущены в 1885 г. и имели ковши объемом 250 л, паровой двигатель мощностью 65 л. с., массу 70 т. Значительным толчком к производству землеройных машин послужило в 1879 г. начало строительства Панамского канала.

В Российской империи к началу первой мировой войны было около 200 экскаваторов, 300 камнедробилок, 270 самоходных дорожных катков, небольшое количество кирковщиков, канавокопателей, скреперов-волокуш. В основном это была импортная техника. Начавшаяся после первой мировой войны индустриализация привела к бурному развитию машиностроения во всем мире, в том числе и в СССР. Однако в мелиоративном строительстве использовалась общестроительная и иногда дорожная техника. Решение о широком выпуске специализированных мелиоративных машин было принято в СССР в мае 1956 г. Были созданы профильные научно-исследовательские институты. Ряд машиностроительных заводов стал специализироваться на выпуске мелиоративных машин. Дальнейшее развитие мелиорация и мелиоративное машиностроение получили после мая 1966 г. Однако в связи с переходом к интенсивным способам земледелия и экономическим спадом в СССР к концу 80-х гг. объемы мелиоративных работ стали сокращаться, что привело к снижению потребности в технике. Тем не менее впоследствии потребности экономики привели к восстановлению или открытию новых производств техники, предназначенной для выполнения мелиоративных или близких к ним работ. В Республике Беларусь выпуском такой техники занимаются холдинг «Амкодор», в том числе ОАО «Амкодор-КЭЗ», ОАО «Мозырский машиностроительный завод», холдинг «Бобруйскагромаш», ОАО «Пинский завод средств малой механизации». Ограниченное количество мелиоративных и землеройных машин закупается в Российской Федерации, Китае, Германии.

Учебная дисциплина или курс «Мелиоративные машины» в подготовке инженера по техническому обеспечению мелиоративных и водохозяйственных работ является решающей в изучении конструкции и методики расчета этих специализированных машин.

*Цель преподавания учебной дисциплины* – на основе изучения конструкции и работы основных типов мелиоративных машин, технических возможностей, методик проектирования, достоинств и недостатков конструкций и методов их устранения, основных направлений и тенденций развития подготовить будущего инженера к эффективному освоению существующей мелиоративной техники, к быстрому освоению новых отечественных или зарубежных машин, к разработке и теоретическому обоснованию технических предложений по модернизации существующих или созданию новых мелиоративных машин или их составных частей.

*Задачи учебной дисциплины для преподавателя:* выработать у специалиста знания, необходимые для освоения конструкций мелиоративных машин.

*Задачи изучения учебной дисциплины для студентов:*

– изучить особенности применения различных типов мелиоративных

машин как базу для последующего освоения вопросов технической эксплуатации, технологии мелиоративных работ, охраны труда, экономики строительного производства;

– изучить методику расчета типичных мелиоративных машин и их рабочих органов, ознакомиться с приемами выявления недостатков конструкций машин и методами их устранения и на этой основе разрабатывать и теоретически обосновывать предложения по улучшению существующих или проектированию новых машин.

Дисциплина предусматривает изучение лекционного курса, состоящего из двух основных разделов: «Устройство и работа мелиоративных машин» и «Основы теории и расчета мелиоративных машин», а также выполнение лабораторных работ, практических занятий и курсового проекта.

Учебная дисциплина «Мелиоративные машины» относится к циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин государственного компонента и базируется на ранее изучаемых учебных дисциплинах, таких как «Теоретическая механика», «Гидравлика и гидропривод», «Тракторы и автомобили», «Машины для земляных работ», а также отдельных разделов математики и физики. В свою очередь, дисциплина «Мелиоративные машины» используется при изучении следующих дисциплин: «Охрана труда», «Технология и организация мелиоративного и водохозяйственного строительства», а также дисциплин компонента учреждения высшего образования «Ремонт мелиоративных и строительных машин», «Техническая эксплуатация мелиоративных и строительных машин».

Применение мелиоративных машин связано с определенными особенностями выполняемых ими работ – это большое разнообразие почвенно-грунтовых условий, преимущественно линейно-протяженный характер работ, обуславливающий их рассредоточенность, значительное разнообразие профилей строящихся сооружений, работа на грунтах с низкой несущей способностью, часто встречающаяся необходимость перемещения по участкам с большими уклонами, работа на площадях с наличием древесно-кустарниковой растительности, камней и древесных остатков как поверхностных, так и погребенных. Эти особенности работ требуют применения специальных, в данном случае мелиоративных машин.

В настоящее время уровень механизации строительства на мелиоративных предприятиях является достаточно высоким, однако он достигается в основном за счет применения общестроительных машин. Ими выполняется около 90 % механизированных операций при мелиоративном и водохозяйственном строительстве.

# Раздел 1. УСТРОЙСТВО И РАБОТА МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1. Определение и характерные признаки мелиоративных машин. Роль мелиоративных машин. Виды работ, выполняемых мелиоративными машинами

Использование для механизации при мелиоративных работах общестроительных машин целесообразно в тех случаях, когда характер выполняемых ими операций или виды работ мало отличаются от общестроительных или сельскохозяйственных. Однако в мелиоративном строительстве есть работы, которые настолько специфичны по условиям выполнения и предъявляемым к ним требованиям, что эти работы либо не могут быть выполнены общестроительными машинами, либо применение последних нецелесообразно из-за низкой производительности или большого объема доделочных работ. Например, небольшие каналы можно устраивать универсальным одноковшовым экскаватором или специальным экскаватором-каналокопателем. Рытье канала одноковшовым экскаватором выполняется намного дольше и обходится в 3...4 раза дороже, так как производительность одноковшового экскаватора значительно ниже, после прокладки канала необходимо производить профилирование откосов и дна и выполнять разравнивание вынутаго грунта. Этот пример показывает, что определенные виды работ необходимо выполнять специализированными мелиоративными машинами.

В соответствии с ГОСТ 26333–84 «Машины мелиоративные. Термины и определения» *мелиоративной машиной называется* машина, предназначенная для выполнения технических операций, направленных на коренное улучшение земель.

Коренное улучшение земель в отличие от ежегодной вспашки, боронования перед посевом, текущей планировки поля характеризуется длительностью воздействия.

*Характерными признаками мелиоративной машины* являются: узкая специализация рабочих органов для выполнения одного технологического процесса, состоящего из одной или нескольких отдельных операций, выполняемых в мелиорации; тесная связь формы и расположения рабочего органа с видом и профилем разрабатываемого сооружения; возможность изменения профиля сооружения путем изме-

нения положения рабочего органа; использование, как правило, только на мелиоративных работах или работах, подобных им; в большинстве случаев – односторонность, т. е. получение за один проход завершенного сооружения или процесса; преимущественно – непрерывность действия и зачастую повышенная проходимость.

*Назначением мелиоративных машин* является обеспечение механизации операций технологического процесса мелиоративных работ в соответствии с агро-мелиоративными требованиями.

К работам, которые целесообразно выполнять с применением мелиоративных машин, относятся следующие: строительство осушительных и оросительных каналов глубиной до 3 м, планировка дна и откосов каналов, разравнивание кавальеров, стабилизация откосов, противодиффузионная облицовка каналов, уплотнение грунта на дне и откосах каналов и водоемов, строительство дренажа, удаление древесно-кустарниковой растительности при освоении земель и выполнении культуртехнических работ, удаление камней, первичная обработка земель, планировка земель для подготовки к поливу, устройство оросительной сети, выполнение орошения и некоторые другие.

В соответствии с ГОСТ 26333–84 к мелиоративным машинам относятся: корчеватели, камнеуборочные машины, кусторезы, кустарниково-болотные плуги, кустарниковые грабли, мелиоративные плоскорезы, мелиоративные рыхлители, фрезерные мелиоративные машины, бетоноукладчики, бетоноотделочные машины, дренаочистители, дренаукладчики, каналокопатели, каналочистители, кротодренажные машины, мелиоративные косилки, мелиоративные земснаряды, нарезчики швов, планировщики откосов, планировщики полей, плитоукладчики, профилировщики, распределители пленкообразующих материалов, укладчики пленочных экранов, формирователи швов, экскаваторы-дреноукладчики и экскаваторы-каналокопатели.

По данному ГОСТу они имеют следующие определения, обозначающие назначение машин.

Корчеватель – мелиоративная машина для извлечения пней, кустарников вместе с корневой системой, скрытых древесных остатков и валунных камней.

Кусторез – мелиоративная машина для срезания надземной части древесно-кустарниковой растительности.

Кустарниковые грабли – мелиоративная машина для сбора и транспортирования срезанной растительности.

Мелиоративный плоскорез – мелиоративная машина для подрезания слоя почвы с растительностью.

Фрезерная мелиоративная машина – машина для измельчения древесно-кустарниковой растительности и скрытых древесных остатков.

Мелиоративный рыхлитель – мелиоративная машина для рыхления подпочвенного слоя грунта.

Камнеуборочная машина – мелиоративная машина для уборки камней с поверхности пахотного слоя.

Кустарниково-болотный плуг – мелиоративная машина для первичной вспашки болотных, торфяных и минеральных грунтов, заросших кустарником и содержащих древесные остатки.

Кротодренажная машина – мелиоративная машина для прокладывания дрен формированием ее в грунте.

Дренуокладчик – мелиоративная машина для устройства материального дренажа без экскавации грунта.

Экскаватор-дренуокладчик – мелиоративная машина для устройства материального дренажа с экскавацией грунта.

Каналокопатель – мелиоративная машина для рытья открытых каналов пассивным рабочим органом.

Экскаватор-каналокопатель – мелиоративная машина для рытья открытых каналов активным рабочим органом.

Бетоноукладчик – машина для распределения и уплотнения бетонной смеси по ширине покрытия.

Бетоноотделочная машина – машина для окончательной отделки поверхности свежеложенного бетонного покрытия.

Нарезчик швов – машина для нарезки деформационных швов монолитного бетонного покрытия.

Формирователь швов – машина для устройства деформационных швов в свежеложенном бетонном покрытии с закладкой гибкого герметизирующего материала.

Планировщик откосов – мелиоративная машина для выравнивания неровностей откосов каналов, дамб и плотин.

Планировщик полей (согласно ГОСТ 22313–77 «Планировщики полей. Термины и определения») – землеройная машина, предназначенная для планировки полей путем срезания грунта в повышенных местах и перемещения его в пониженные места.

Профилировщик – мелиоративная машина, предназначенная для окончательной зачистки профиля каналов, дамб и плотин перед их облицовкой.

Распределитель пленкообразующих материалов – машина для нанесения пленкообразующих материалов на поверхность свежеложенного бетонного покрытия.

Укладчик пленочных экранов – машина для укладки защитной пленки на поверхность грунтового основания или свежееуложенного бетонного покрытия.

К числу мелиоративных машин в ГОСТ 26333–84 относятся также дреноочистители, каналоочистители, мелиоративные косилки, мелиоративные земснаряды, однако это группа эксплуатационно-ремонтных машин, которые изучаются в другой дисциплине. Кроме того, развитие отрасли приводит к появлению новых, не упомянутых выше машин, на рынке появляются разработки частных, в том числе зарубежных предприятий. Поэтому приведенный перечень мелиоративных машин не является окончательным и постоянно уточняется.

К мелиоративным машинам предъявляются следующие требования: технологичность конструкции, высокий уровень стандартизации и унификации, высокая производительность, достаточные мобильность, маневренность, проходимость и устойчивость, минимальные материалоемкость и энергоемкость, низкое тяговое сопротивление, высокое качество работ, их соответствие агро-мелиоративным требованиям, экологическая чистота, обеспечение санитарно-гигиенических, эргономических условий и требований охраны труда, патентно-правовая чистота, высокая надежность, низкая себестоимость работ.

## **1.2. Понятие о комплексной механизации и Системе машин для ее осуществления**

Одним из наиболее широко применяющихся в современном строительстве методов производства работ является комплексная механизация.

*Комплексная механизация* – метод производства работ, при котором все технологически связанные операции данного производственного процесса выполняются при помощи комплекта технологически совместимых взаимодополняющих друг друга машин, работающих на оптимальных режимах.

Данный метод позволяет сократить сроки производства работ и снизить затраты на их выполнение. Его применение наиболее эффективно при строительстве сложных объектов и систем. Для их строительства методом комплексной механизации необходим некоторый минимальный набор или система технологически совместимых машин.

*Система машин* для комплексной механизации мелиоративных работ – это взаимосвязанный комплекс технических средств, обеспечивающий выполнение всех работ в мелиоративном производстве с ми-

нимальными затратами труда и средств в определенных природных условиях.

Национальной академией наук Беларуси, Министерством сельского хозяйства и продовольствия и Министерством промышленности Республики Беларусь утверждена Система перспективных машин для реализации инновационных технологий проведения мелиоративных и культуртехнических работ на период до 2020 г.

Целью Системы машин является содействие росту продуктивности мелиорированных земель, повышение их устойчивости к неблагоприятным погодным условиям путем осуществления комплекса мероприятий по восстановлению и сохранению мелиорированных систем на основе высокоэффективного использования средств механизации для этих целей. Основной задачей Системы машин является техническое обеспечение работ по сохранению и восстановлению мелиорированных земель для получения конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции.

Для проведения мелиоративных работ в настоящее время используется широкая номенклатура современных машин и оборудования – более 35 видов, а с учетом их разновидностей марок – свыше 200 (кроме техники общехозяйственного назначения).

В Систему машин включено 79 наименований технических средств, в том числе 10 требуется разработать, 14 – освоить производство, 51 – серийно производить и 4 – закупать. К наиболее значимым средствам механизации следует отнести создание многофункционального гусеничного экскаватора, каналокопателя, каналочистителя с ротационным рабочим органом КОРО-2, комплекта оборудования для расчистки мелиорированных земель от древесно-кустарниковой растительности, оборудования к дождевальным установкам для гидроподкормки растений ОГД-50 и т. д.

С целью ускорения разработки и освоения серийного производства перспективных машин и оборудования для проведения мелиоративных и культуртехнических работ предусматривается закупка лучших зарубежных аналогов машин и проведение их испытаний на ГУ «Белорусская МИС».

Структура системы перспективных машин для реализации инновационных технологий проведения мелиоративных работ на период до 2020 г. представлена в табличном виде (табл. 1.1). В ней Системой машин предусмотрен ряд обозначений для оценки состояния машин и оборудования с производством: **П** – технические средства, находящиеся на производстве; **О** – технические средства, рекомендованные к

производству; **Р** – технические средства, находящиеся в разработке и **Э** – эксплуатируемые зарубежные аналоги.

Таблица 1.1. Структура системы перспективных машин для реализации инновационных технологий проведения мелиоративных работ на период до 2020 г.

Наименование машин и оборудования	Предусмотрено наименований машин, всего, единиц	В том числе требуется			
		разработка ( <b>Р</b> )*	освоенное производство ( <b>О</b> )	серийное производство ( <b>И</b> )	эксплуатируемые зарубежные аналоги ( <b>Э</b> )
М1 Машины общего назначения, всего, в т. ч.:	36	1	1	30	4
мобильные энергетические средства, транспортные средства, прицепы и полуприцепы, погрузочные средства	26	–	–	22	4
экскаваторы, бульдозеры, скреперы и грейдеры	10	1	1	8	–
М2 Машины для строительства мелиоративных систем способом гидромеханизации	1	–	1	–	–
М3 Машины для эксплуатации мелиоративных систем	19	4	8	7	–
М 4 Машины для проведения культуртехнических работ и первичной обработки осушенных земель	17	2	4	11	–
М5 Машины для улучшения лугопастбищных угодий и ухода за ними	6	3	–	3	–
<b>Итого...</b>	<b>79</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>51</b>	<b>4</b>

\*Выполнение заданий в рамках научно-технических программ соответствующего профиля будет осуществляться по результатам государственной научно-технической экспертизы.

### 1.3. Общая классификация машин

Технические средства *по назначению* обычно делятся на следующие восемь групп:

1) мобильные энергетические, транспортные и погрузочные средства. В группу входят тракторы, транспортные средства, автомобильные и тракторные прицепы и полуприцепы, погрузочные средства;

2) землеройные машины. Группа включает в себя экскаваторы, бульдозеры, скреперы и грейдеры;

3) машины для строительства мелиоративных систем способом гидромеханизации. Группа представлена земснарядами;

4) машины для строительства и эксплуатации мелиоративных систем. В данную группу входят каналокопатели, дренажные и кротовые машины, машины для ремонта и содержания каналов, планировщики и выравнители, борозделатели;

5) машины для культуртехнических работ на мелиорируемых землях. Группа включает в себя машины для расчистки земель от древесно-кустарниковой растительности и машины для уборки камней;

6) машины для первичной обработки осушенных земель;

7) машины для улучшения и ухода за лугопастбищными угодьями;

8) прочие машины.

Согласно ГОСТ 12.2.111–85 «Машины сельскохозяйственные. Термины и определения» энергетическим средством (энергетической частью машинно-тракторного агрегата) называется совокупность двигателя, трансмиссии и движителя; оно предназначено для тяги (толкания) несамоходных сельскохозяйственных машин и привода их рабочих органов.

Включенные в белорусскую Систему машин технические средства *по назначению* делятся на следующие пять групп:

1) технические средства для строительства и реконструкции оросительных, осушительных и обводнительных систем;

2) технические средства для производства культуртехнических работ;

3) технические средства для производства ремонтно-эксплуатационных работ;

4) технические средства для полива;

5) вспомогательно-подготовительные межотраслевые технические средства для землеройного, погрузочного, транспортного и энергетического обеспечения мелиоративных работ.

*По характеру рабочего режима* мелиоративные машины обычно

делятся на машины циклического и непрерывного действия.

*По способу использования энергии* основным рабочим органом различают машины с активным, пассивным и активно-пассивным рабочим органом.

*По типу рабочего органа* машины делят на машины с плужным, отвальным, одноковшовым, многоковшовым цепным, многоковшовым роторным, скребковым цепным, шнековым, фрезерным, ножевым, комбинированным и прочими рабочими органами.

*По месту установки рабочего органа* по отношению к базовой машине бывают машины с рабочим органом, установленным спереди, сзади, сбоку, на поворотной платформе, на дополнительной опоре.

*По типу ходового оборудования* мелиоративные машины делятся на гусеничные, колесные, гусенично-колесные, плавучие и др.

Машины *по характеру осуществления рабочего процесса* делятся на машины позиционного действия и осуществляющие рабочий процесс в движении.

*По способу агрегатирования* рабочего органа с базовой машиной мелиоративные машины делятся на машины с навесным, полунавесным, прицепным и полуприцепным рабочим оборудованием.

Кроме того, может использоваться понятие самоходной машины, а также машины с монтируемым рабочим оборудованием, т. е. таким, которое в процессе работы не имеет контакта с грунтом или обрабатываемой поверхностью.

В соответствии с ГОСТ 12.2.111–85 (справочно) *навесной машиной* является машина, закрепляемая на трехточечную навесную систему.

Масса этой машины в транспортном положении полностью воспринимается энергетическим средством.

*Машина монтируемая* – машина, закрепленная на трехточечную навесную систему и (или) на другие точки энергетического средства с дополнительным монтажем ряда сборочных единиц. Масса этой машины полностью воспринимается энергетическим средством.

*Машина прицепная* – машина, масса которой в транспортном положении воспринимается ее ходовой системой. При переводе машины из рабочего положения в транспортное шарнирная точка присоединения к энергетическому средству не изменяет своего положения по высоте.

*Машина полуприцепная* – машина, масса которой частично воспринимается энергетическим средством и большей частью собственными колесами. При переводе машины из рабочего положения в транспортное шарнирная точка присоединения к энергетическому средству не изменяет своего положения по высоте.

*Машина полунавесная* – машина, масса которой в транспортном положении частично воспринимается энергетическим средством и большей частью собственными колесами. При переводе машины из рабочего положения в транспортное шарнирная точка присоединения к энергетическому средству принудительно перемещается в новое положение по высоте.

Данное определение в основном может быть распространено и на мелиоративные машины. Однако рабочее оборудование мелиоративных машин соединяется с энергетическим средством не только посредством трехточечной навесной системы и располагается не только спереди или сзади, оно, помимо прочего, испытывает различно направленные внешние нагрузки, зачастую превышающие силы тяжести, поэтому при выполнении расчетов мелиоративных машин определение способа агрегатирования может быть уточнено.

В качестве других классификационных признаков могут быть использованы тип основного двигателя, наличие и тип средств автоматизации работы машины, тип трансмиссии, направление движения режущих или копающих элементов, положение машины по отношению к разрабатываемому сооружению, тип системы управления и др.

Наиболее полную информацию о видах выпускающихся машин можно найти во Всемирной энциклопедии техники.

#### 1.4. Маркировка мелиоративных машин

Для механизации мелиоративных и водохозяйственных работ используются машины, выпускаемые заводами различной отраслевой принадлежности, а также частными предприятиями. Однако большинство машин производится заводами, входившими в Министерство строительного, дорожного и коммунального машиностроения СССР. В 1968 г. в этом министерстве была принята стандартизованная структура маркировки (индексации) выпускаемых машин, затем уточненная и сохранившаяся до настоящего времени.

Структура марки машины приведена на рис. 1.1.

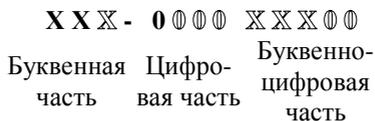


Рис. 1.1. Структура марки машины

*Буквенная часть*, состоящая из двух или трех букв, обозначает тип машины по назначению. Например, довольно широко в мелиоративном строительстве применяются типы машин со следующими обозначениями:

1) ЭТР – экскаваторы траншейные роторные, а также шнекороторные, фрезерные и двухроторные каналокопатели общестроительные и мелиоративные;

2) ЭТЦ – экскаваторы траншейные цепные общестроительные и мелиоративные;

3) ДУ – машины для строительства дренажа в зоне орошения;

4) ЭМ – экскаваторы многоковшовые поперечного копания, каналочистители и профилировщики;

5) МК – машины для строительства мелиоративных каналов (экскаваторы-каналокопатели плужные, плужно-роторные, плужно-фрезерные, дернорезы и дерноукладчики, кавальероразравниватели, машины для крепления откосов);

6) МД – машины для строительства дренажа (бестраншейные дре-ноукладчики, дренажнокротовые машины, тягачи для дре-ноукладчиков);

7) МВ – машины для строительства трубопроводов закрытых оро-сительных систем;

8) МР – машины для содержания и ремонта мелиоративных систем (каналочистители, дренажпромывочные машины);

9) МЗ – мелиоративные землесосные снаряды;

10) МП – машины для подготовительных работ (корчеватели, ку-сторезы, кустоизмельчители, заравниватели);

11) МБ – машины для облицовки каналов бетоном (профилиров-щики, бетоноукладчики, перегружатели бетона);

12) ДП – машины для подготовки площадей (рыхлители, корчева-тели, кусторезы с пассивными рабочими органами);

13) РР – машины для ремонта и обслуживания каналов (каналочи-стители, косилки);

14) МТП – машины для подготовительных работ при добыче торфа (древовалы, машины для первичного осушения, фрезеры, роторные корчеватели);

15) МТТ – погрузочно-перегрузочные машины торфяной промыш-ленности;

16) ЛД – машины для строительства лесовозных дорог и их содер-жания и работ по валке и переработке леса;

17) МЛ – машины для валки и первичной обработки леса.

Кроме того, в мелиоративном строительстве широко применяются машины известных типов, таких как ЭО, ЕТ, ЕК, ЕW, ЕА (экскаваторы одноковшовые универсальные, гусеничные и колесные, КС, КБ (краны стреловые самоходные и башенные), ДЗ (машины для земляных работ), ДУ (дорожные машины для уплотнения грунтов), ЛП (машины для заготовки и переработки леса), ТО (погрузчики одноковшовые), КО (машины для коммунальных работ) и др.

*Цифровая часть* содержит от одной до четырех цифр. Для первых трех типов (ЭТР, ЭТЦ и ДУ) две первые цифры обозначают конструктивную максимальную глубину траншеи или канала в дециметрах.

Для машин четвертого типа, т. е. ЭМ, две первые цифры обозначают геометрическую вместимость ковша в литрах. Следующие одна или две цифры в марках машин первых четырех типов обозначают номер модели.

Для машин остальных типов цифровая часть обозначает порядковый номер регистрации марки машины по реестру. Присвоение марки машине производится, как правило, на стадии создания опытного образца.

В *буквенно-цифровой части* может быть указана очередная модернизация машины, если машина ей подвергалась. Модернизация указывается буквами А, Б, В и т. д. В этой части может быть указано климатическое исполнение машины. Для машин, предназначенных для эксплуатации в районах с умеренным климатом, буква не ставится или ставится буква У, с холодным – ХЛ, с влажным тропическим – ТВ, с сухим тропическим – ТС, с сухим и влажным тропическим – Т. Кроме того, в этой группе могут содержаться цифры, отражающие конструктивные особенности машин в пределах данной марки, т. е. модификацию машины.

Например, ЭТР-206В – экскаватор траншейный роторный или шнекороторный, фрезерный или двухроторный каналокопатель общестроительный или мелиоративный (для данной конкретной марки – это шнекороторный мелиоративный каналокопатель); конструктивная максимальная глубина канала – 20 дм (2,0 м); шестая модель; третья модернизация.

ЭТР-204.01 – экскаватор траншейный роторный или шнекороторный, фрезерный или двухроторный каналокопатель общестроительный или мелиоративный (для данной конкретной марки – это многоковшовый роторный траншеекопатель); конструктивная максимальная глубина траншеи – 20 дм (2,0 м); четвертая модель; первая модификация.

ЭТЦ-203 – экскаватор траншейный цепной общестроительный или мелиоративный (для данной конкретной марки – это мелиоративный экскаватор-дренукладчик); конструктивная максимальная глубина траншеи – 20 дм (2,0 м); третья модель.

ЭМ-152Т – экскаватор многоковшовый поперечного копания, каналоочиститель или профилировщик (для данной конкретной марки – это экскаватор многоковшовый мелиоративный цепной поперечного копания, т. е. каналоочиститель); геометрическая вместимость ковша – 15 л; вторая модель; климатическое исполнение – для эксплуатации в зоне с тропическим климатом.

ДП-24АХЛ – машина для подготовки площадей (в данном случае – это кусторез с пассивным рабочим органом); 24-й порядковый номер регистрации марки машины по реестру; первая модернизация; климатическое исполнение – для зоны с холодным климатом.

Некоторые производители техники, используемой в мелиоративном строительстве, присваивают выпускаемым техническим средствам марки по иной структуре. Как правило, марка состоит из сокращенного условного названия машины или оборудования и главного параметра. Кроме того, в марке может присутствовать информация об очередной модернизации или модификации. Например, БДТ-7 – борона дисковая тяжелая, ширина захвата 7 м; ПБН-6-50А – плуг болотный навесной, 6 корпусов, 50 см ширина захвата каждым корпусом, модернизированный; ДМУ-454-100 – дождевальная машина усовершенствованная, длина 454 м, расход воды 100 л/с; ВМК-3,0 – валкователь мелких камней с шириной захвата 3 м; 2ПТС-6 – двухосный прицеп тракторный самосвальный, грузоподъемность 6 т и т. п.

## **1.5. Основные оценочные показатели мелиоративных машин**

Основным оценочным показателем любого технического изделия является качество.

*Качеством* называется совокупность свойств машины, обуславливающая ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением.

Качество машины характеризуется надежностью, технологичностью, транспортабельностью, стандартизацией, унификацией, безопасностью, эргономическими, эстетическими, экологическими, патентно-правовыми и экономическими показателями.

В число последних входит группа технико-экономических показателей, по которым удобно производить предварительную оценку проекти-

руемой машины или сравнивать существующие. К ним относятся производительность, а также удельные показатели – энергоёмкость, расход топлива на единицу продукции, материалоемкость, энергонасыщенность, приведенные затраты.

*Производительность* – это количество продукции установленного качества, производимое машиной в единицу времени.

В рассматриваемой сфере количество продукции измеряется в единицах объема, массы, площади, длины, штуках или иногда в условных единицах – условных эталонных гектарах.

Различают теоретическую, техническую и эксплуатационную производительности.

*Теоретическая производительность* – это производительность, которую определяют расчетным путем, полагая, что полностью используются геометрические (конструктивные) параметры рабочего оборудования, что скорости передвижения соответствуют теоретическим и что отсутствуют потери времени, не связанные с непосредственным выполнением рабочего процесса.

Исходя из определения, эту производительность называют также расчетной, или конструктивной.

Для большинства землеройных машин она рассчитывается по формуле

$$P_0 = V / t, \quad (1.1)$$

где  $P_0$  – теоретическая производительность машины;

$V$  – объем грунта в естественном состоянии, перемещенный к месту укладки;

$t$  – время выполнения процесса.

Для одноковшовых и многоковшовых экскаваторов

$$V = q n, \quad (1.2)$$

где  $q$  – геометрическая вместимость ковша;

$n$  – число разгрузок ковша (или ковшей) за рассматриваемое время.

Для многоковшовых экскаваторов непрерывного действия используется понятие частоты разгрузок  $z_p$ , которая определяется по формуле

$$z_p = n / t. \quad (1.3)$$

Тогда

$$P_0 = q z_p. \quad (1.4)$$

При разработке протяженных сооружений (траншей, дрен, каналов и т. п.) на основании рис. 1.2, на котором для примера показан трапе-

цеидальный канал постоянной глубины, количество продукции или объем вынутаго грунта можно рассчитать, используя формулу расчета объема призмы:

$$V = A L, \quad (1.5)$$

где  $A$  – расчетная величина площади поперечного сечения сооружения;  
 $L$  – длина сооружения.

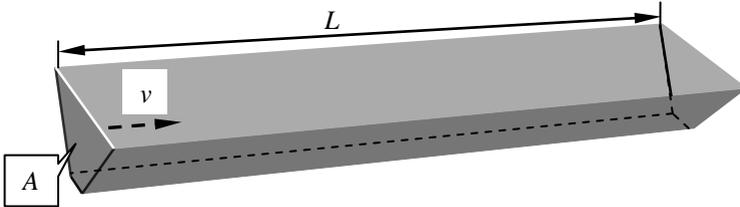


Рис. 1.2. Схема к расчету объема вынутаго грунта при прокладке протяженного сооружения

Тогда из формулы (1.1) получим

$$\Pi_0 = (A L) / t = A v_0, \quad (1.6)$$

где  $v_0$  – теоретическая скорость рабочего передвижения машины без учета буксования и остановок, не связанных с выполнением рабочего процесса.

Для машин, работающих в движении и у которых количество продукции, или, иначе, объем работы, измеряется в единицах площади (кусторезы, планировщики, бороны, плуги, косилки и т. п.),

$$\Pi_0 = A / t = (B_3 L) / t = B_3 v_0, \quad (1.7)$$

где  $A$  – обработанная площадь (рис. 1.3);

$B_3$  – конструктивная ширина захвата рабочего органа машины;

$L$  – расчетная длина обработанной площади за рассматриваемое время.

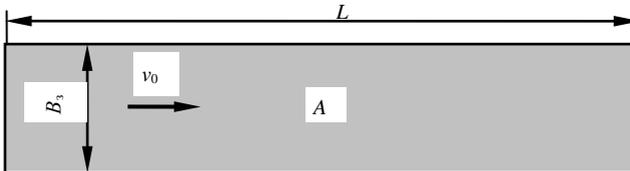


Рис. 1.3. Схема к расчету количества продукции при ее измерении в единицах площади

Для машин, у которых количество продукции измеряется в единицах длины (дренажные машины, трубоукладчики и т. п.),

$$\Pi_0 = L / t = v_0. \quad (1.8)$$

Для машин, у которых количество продукции измеряется в штуках (корчеватели, машины для уборки крупных камней),

$$\Pi_0 = N / t = z_0, \quad (1.9)$$

где  $N$  – расчетное количество выполненных событий;

$z_0$  – расчетная частота выполнения событий.

*Техническая производительность*  $\Pi_T$  – это наибольшая производительность, которую может обеспечить машина при постоянной непрерывной работе в определенных реальных условиях.

Для многоковшовых экскаваторов непрерывного действия

$$\Pi_T = (q z_p k_n) / k_p, \quad (1.10)$$

где  $k_n$  – коэффициент наполнения ковша;

$k_p$  – коэффициент разрыхления грунта.

Данные коэффициенты учитывают условия работы. Производительность, рассчитанная по формуле (1.10), называется также производительностью машины по выносной способности, так как она зависит от транспортирующей способности рабочего органа экскаватора непрерывного действия.

Для многоковшовых экскаваторов непрерывного действия, разрабатывающих протяженные сооружения,

$$\Pi_T = A v_0 \eta_6, \quad (1.11)$$

где  $\eta_6$  – коэффициент, учитывающий буксование машины или приводящий теоретическую скорость к реальной непрерывной скорости передвижения.

Для машин, у которых количество продукции измеряется в единицах площади,

$$\Pi_T = B_3 v_0 \eta_6. \quad (1.12)$$

Для машин, у которых количество продукции измеряется в единицах длины,

$$\Pi_T = v_0 \eta_6. \quad (1.13)$$

*Эксплуатационная производительность*  $\Pi_3$  – это действительная производительность, которую обеспечивает машина в течение определенного промежутка времени с учетом необходимого числа проходов

и перерывов в работе, связанных с технологическим процессом, естественными надобностями, обслуживанием машины.

Для машин, у которых количество продукции измеряется в единицах площади,

$$\Pi_3 = B_3 v_0 \eta_6 k_{и.в} / (i k_{п}), \quad (1.14)$$

где  $k_{и.в}$  – коэффициент использования времени, учитывающий перечисленные в определении  $\Pi_3$  потери времени, не связанные с непосредственным выполнением рабочего процесса;

$i$  – необходимое число проходов, предусмотренное технологией производства работ;

$k_{п}$  – коэффициент перекрытия. В расчетах во избежание огрехов его принимают больше единицы, т. е. действительная ширина захвата машины или ширина обработанной полосы должна быть несколько меньше конструктивной, или, иначе, каждый последующий проход частично накладывается на предыдущий.

Для остальных машин

$$\Pi_3 = \Pi_T k_{и.в}. \quad (1.15)$$

Производительность часто выражают в таких единицах, как метры кубические в час, метры кубические в смену, метры погонные в час, гектары в час, километры в смену и т. п. В таком случае в приведенные формулы должны быть введены соответствующие переводные коэффициенты.

В связи с этим часовую техническую производительность называют также производительностью за час основного времени, т. е. времени чистой работы.

*Энергоемкость*  $e$  – это количество энергии  $W$ , необходимое для производства единицы продукции:

$$e = W / V. \quad (1.16)$$

Если разделить числитель и знаменатель на время осуществления процесса и учесть, что энергия, деленная на время, есть мощность, а количество продукции в единицу времени есть производительность, то из выражения (1.16) можно получить следующую формулу расчета энергоемкости:

$$e = P_{дв} / \Pi_T, \quad (1.17)$$

где  $P_{дв}$  – номинальная мощность двигателя машины.

Энергоемкость характеризует энергетическую экономичность машины. При создании машин стремятся к минимизации данного показателя. С ним связана и величина расхода топлива на единицу продукции  $q_T$ . Используя принятый стандартный показатель для двигателей внутреннего сгорания – удельный расход топлива двигателя  $q_{уд}$ , можно записать следующую формулу:

$$q_T = P_{дв} K_{и.м} t q_{уд} / (V k_{и.в}), \quad (1.18)$$

где  $K_{и.м}$  – коэффициент использования двигателя по мощности.

Разделив числитель и знаменатель на  $t$ , получим

$$q_T = P_{дв} K_{и.м} q_{уд} / \Pi_T. \quad (1.19)$$

Снижение  $q_T$ , как правило, повышает экономичность машины так же, как и ее материалоемкость  $m$ . Она рассчитывается как отношение конструктивной массы машины  $M_K$  к ее технической производительности:

$$m = M_K / \Pi_T. \quad (1.20)$$

*Энергонасыщенность*  $w$  есть отношение мощности двигателя к массе машины:

$$w = P_{дв} / M_K. \quad (1.21)$$

В соответствии с действующими тенденциями стремятся к повышению энергонасыщенности машин.

Обобщающим показателем экономичности машины являются *приведенные* или *удельные затраты*  $C_{пр}$ , которые можно рассчитать как отношение стоимости машино-часа  $C_{м-ч}$  к часовой эксплуатационной производительности машины:

$$C_{пр} = C_{м-ч} / \Pi_э. \quad (1.22)$$

## **2. МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА И ТРУБОПРОВОДОВ**

### **2.1. Виды дренажа. Конструкции дрен. Виды дренажных материалов**

При изучении данного раздела следует вспомнить некоторые определения, приводимые в ГОСТ 26967–86 «Гидромелиорация. Термины и определения». Они даны ниже, причем определения гидромелиоративной системы и гидромелиоративной сети были приведены ранее.

**Гидромелиоративная проводящая сеть** – часть гидромелиоративной сети, предназначенная для транспортировки воды.

**Гидромелиоративная регулирующая сеть** – часть гидромелиоративной сети, предназначенная для непосредственного регулирования в заданных пределах влажности почвы.

**Переувлажненные земли** – земли, почвы которых содержат воду в количестве, затрудняющем их хозяйственное использование.

**Водоприемник гидромелиоративной сети** – водоток, водоем, понижение рельефа местности и (или) зона неполного водонасыщения горных пород, используемые для сброса в них дренажных и (или) оросительных вод.

**Осушение земель** – гидромелиорация путем отвода воды из почвогрунта и (или) с его поверхности.

**Осушительная система** – гидромелиоративная система для осушения земель.

**Осушительная сеть** – гидромелиоративная сеть для приема избыточных поверхностных и (или) подземных вод и их отвода в водоприемник.

**Увлажнительно-осушительная сеть** – гидромелиоративная сеть, в которой осушительная сеть используется для увлажнения земель.

**Норма осушения** – расстояние от поверхности земли до поверхности почвенно-грунтовых вод, обеспечивающее оптимальные условия выращивания сельскохозяйственной культуры.

**Способ осушения земель** – комплекс определенных мер и приемов сбора и отвода поверхностных и (или) подземных вод.

**Гидромелиоративный дренаж** – часть осушительной сети, обеспечивающая сбор и отвод воды в проводящую сеть или водоприемник.

**Вертикальный гидромелиоративный дренаж** – гидромелиоративный дренаж, состоящий из трубчатых колодцев.

**Горизонтальный гидромелиоративный дренаж** – гидромелиора-

тивный дренаж, дрены которого занимают горизонтальное положение или имеют уклон.

**Щелевой гидромелиоративный дренаж** – горизонтальный гидромелиоративный дренаж в виде щелевых дрен.

**Кротовый гидромелиоративный дренаж** – горизонтальный гидромелиоративный дренаж в виде кротовых дрен.

**Оградительная осушительная сеть** – часть гидромелиоративного дренажа, обеспечивающая перехват вод, притекающих к осушенным землям.

**Гидромелиоративная дрена** – элемент регулирующей гидромелиоративной сети для сбора и отвода поверхностных и подземных вод.

**Нагорная дрена** – гидромелиоративная дрена оградительной осушительной сети, предназначенная для перехвата поверхностного стока к осушенным землям.

**Ловчая дрена** – гидромелиоративная дрена оградительной осушительной сети, предназначенная для перехвата притока подземных вод к осушенным землям.

**Кротовая дрена** – гидромелиоративная дрена в виде цилиндрической полости в почвогрунте.

**Щелевая дрена** – гидромелиоративная дрена в виде узкой щели в почвогрунте.

**Осушительный коллектор** – водовод проводящей осушительной сети для отвода воды, собранной оградительной и регулирующей осушительными сетями.

В мелиоративном строительстве применяются различные *виды дренажа*.

*По ориентации оси дрен* он подразделяется на горизонтальный, вертикальный и комбинированный.

подавляющее большинство дренажа является горизонтальным, и к тому же, как правило, основную часть комбинированного дренажа составляет горизонтальный. Для строительства горизонтального дренажа используются специальные машины – экскаваторы-дреноукладчики и дреноукладчики. Поэтому далее речь будет вестись в основном о горизонтальном дренаже и машинах для его строительства и близких к ним.

*По способу строительства дрен* горизонтальный дренаж делится на материальный, кротовый, щелевой и повышением водопроницаемости почв.

*По виду применяемого дренажного материала* материальный дренаж подразделяется на трубчатый, каменный, фашинный и с водопроницаемыми заполнителями.

Трубчатый дренаж *по виду материала, из которого изготавливают трубы*, бывает керамическим (гончарным), пластмассовым, стеклопластиковым, бетонным, деревянным, соломенным, асфальтовым, шлакобетонным, грунтобетонным.

В настоящее время в мелиоративном строительстве наиболее широко применяется трубчатый пластмассовый дренаж, затем кротовый, далее идут, щелевой и дренаж повышением водопроницаемости почв. Керамический дренаж для строительства новых дренажных систем не применяется.

*По способу строительства* трубчатый дренаж подразделяется на широкотраншейный, узкотраншейный и бестраншейный.

Кротовый дренаж может выполняться без крепления стенок дрены, или, так называемой, кротовины, или с креплением их.

Щелевой дренаж *по форме сечения щели* бывает прямоугольного, треугольного и переменного сечения.

*По материалу заполнителя* дренаж с водопроницаемыми заполнителями делится на песчаный, гравийный, шлаковый, стиромульный и т. п.

Дренаж повышением водопроницаемости почв классифицируют по способу производства работ. Он может выполняться глубоким рыхлением (чизелеванием) почв, щелеванием, прокалыванием отверстий, глубокой вспашкой с внесением слоев песка.

В зависимости от агро-мелиоративных требований и почвенно-грунтовых условий применяют различные конструкции дрен. При строительстве дрен траншейным методом обычно прокладывается траншея, в которую укладываются керамические трубки или пластмассовая дренажная труба. Отводимая дреной из грунта вода проникает в дрину сквозь стыки между трубками или отверстия в стенках пластмассовой трубы. Для предотвращения попадания внутрь трубы частиц грунта и за счет этого заиливания трубы стыки трубок или трубы полностью покрываются фильтрующим материалом. В качестве таких материалов могут использоваться: природные материалы – мох, солома, торфяная крошка, дерн, гравий, гравийно-песчаная смесь, древесная щепка; искусственные материалы – иглопробивное нетканое волокно, полиэтилен-холст и другие материалы. Кроме того, могут применяться объемные фильтрующие материалы, такие как солома, кокосовое волокно или синтетические материалы.

Пластмассовые трубы поставляются в виде бухт, обернутых в заводских условиях плотным нетканым мелиоративным или плотным геотекстильным иглопробивным.

Полотно нетканое мелиоративное по СТБ 1980–2009 подразделяется на следующие виды:

ППВ – из полипропиленовых волокон;

ПАН – из полиакрилнитрильных волокон;

ПЭВ – из полиэфирных волокон;

ПАВ – из полиамидных волокон;

СПВ – из смеси отходов производства этих волокон.

В зависимости от способа получения эти виды волокон могут быть иглопробивным (И), термоскрепленным (Т), прошивным (П) или клееным (К).

Ранее при траншейном способе строительства дренажа использовали стеклохолст мелиоративный марок ВВ-М и ВВ-АМ (армированный капроновыми или нейлоновыми нитями). Стеклохолсты имеют беспорядочное расположение стеклянных волокон толщиной 15...20 мкм. Поэтому их прочность невысока. Более высокой прочностью обладают защитно-фильтрующие материалы из нетканого иглопробивного или клееного полотна.

Полотно геотекстильное иглопробивное по СТБ 1104–98 в зависимости от вида исходного сырья подразделяется на виды:

ПАВ – из полиамидных волокон;

ППВ – из полипропиленовых волокон;

ПЭВ – из полиэфирных волокон;

СПВ – из смеси отходов полимерных волокон;

СПВА – из смеси отходов полимерных волокон армированное.

Дреноукладчики могут выдавливать на дне траншеи канавку, в которую укладывается трубка. Это предотвращает поперечное перекатывание цилиндрических трубок и позволяет более точно уложить пластмассовую трубу. Для того чтобы труба после укладки ее в траншею не перемещалась и не нарушалось положение фильтрующего материала, а также для повышения водопримной способности дрены и обеспечения возможности проверки правильности укладки трубы, производится присыпание дрены. После этого траншея засыпается полностью. Причем поскольку грунт, возвращенный в траншею, находится в разрыхленном состоянии и впоследствии неизбежно осядет, траншея засыпается с «шапкой». Сечение такой дрены показано на рис. 2.1, а.

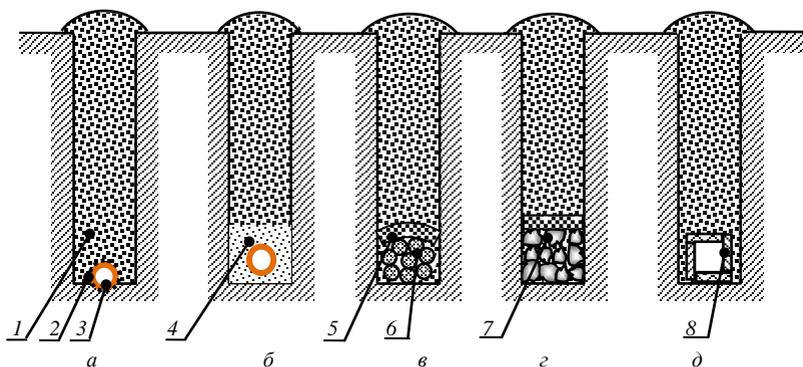


Рис. 2.1. Конструкции траншейных дрен: *а* – типичной широкотраншейной; *б* – с фильтрующей обсыпкой; *в* – фашинной; *г* – каменной; *д* – дощатой:  
 1 – обратная засыпка; 2 – фильтрующий материал; 3 – дренажная труба;  
 4 – фильтрующая обсыпка; 5 – дерн; 6 – фашина; 7 – щебень;  
 8 – дощатая труба

В плотных грунтах для повышения водопримной способности дрены могут выполняться с фильтрующей обсыпкой (рис. 2.1, б). В качестве фильтрующей обсыпки 4 используются крупнозернистый песок, гравий, древесная щепа, шлак, стиромуль, солома. В пльвунах трубка может укладываться на дощатый короб.

При небольших осушаемых площадях и отсутствии дренажных материалов промышленного производства дрены могут устраиваться с использованием фашины 6 (связок жердей) (рис. 2.1, в), камней или щебня 7 (рис. 2.1, г), дощатых труб 8 четырехугольного или треугольного сечения (рис. 2.1, д). Для защиты полостей в фашине или камнях от заиления их накрывают слоем перевернутого вниз растительностью дерна 5.

На дренажной системе может предусматриваться устройство дренажных поглотителей. Траншея при этом заполняется водопроницаемыми материалами – крупнозернистым песком, гравием, древесной щепой, шлаком, стиромулем, соломой и сверху засыпается грунтом.

При использовании узкотраншейного способа дрена принципиально не отличается от устроенной широкотраншейным способом.

При бестраншейном способе строительства пассивный нож прорезает щель шириной до 0,25 м, в которую одновременно с ее прорезанием обычно укладывается заранее обмотанная фильтрующим материалом пластмассовая труба (рис. 2.2, а). После прохода машины щель постепенно закрывается.

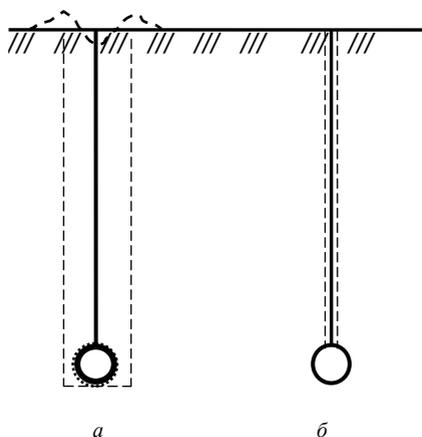


Рис. 2.2. Конструкции дрен: а – трубчатой бестраншейной; б – кратовой

Описанные дрена относятся к материальному дренажу.

Кратовой дрена обычно прокладывается тонким плоским ножом с прикрепленным к нему дреном. Прокладываемая при этом щель получается узкой и закрывается сразу после прохождения машины. Разрез кратовой дрены показан на рис. 2.2, б. Прокладка рабочим органом одновременно нескольких кратовых дрен на небольшую глубину с целью подачи воздуха к корням растений, т. е. аэрации почвы, называется *аэрационным дренажем*. Существует способ вспашки почвы с одновременной прокладкой кратового дренажа. Кроме того, может выполняться глубокое рыхление почвы с одновременным образованием кратовой дрены под взрыхленной почвой.

При прокладке щелевого дренажа активный рабочий орган вырезает в грунте щель прямоугольного (рис. 2.3, а), треугольного (рис. 2.3, б) или переменного сечения (рис. 2.3, в). Щель закрывается в верхней части пассивным приспособлением.

Для предотвращения обрушения полости дрен материального трубчатого дренажа используются разнообразные трубчатые материалы. Одним из наиболее распространенных материалов для изготовления труб является глина. Трубы на последней стадии изготовления обжигают, поэтому их называют гончарными, или керамическими.

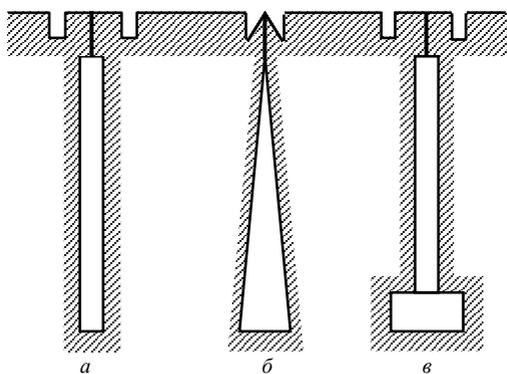


Рис. 2.3. Виды дренажных щелей различного сечения: *а* – прямоугольного; *б* – треугольного; *в* – переменного

Длина труб для зоны осушения составляет 333 мм. Для укладки дрен используют трубы с внутренним диаметром 50 или 75 мм, для укладки коллекторов – 75, 100, 125, 150, 175, 200 или 250 мм. В основном используются трубы цилиндрические (рис. 2.4, *а*), шестигранные (рис. 2.4, *б*) или восьмигранные (рис. 2.4, *в*).

Граненые трубы при одной и той же массе прочнее цилиндрических, более удобны при складировании и транспортировке, но их труднее укладывать, поскольку требуется укладка на грань.

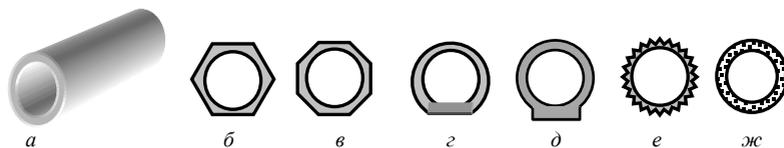


Рис. 2.4. Виды керамических дренажных трубок различного поперечного сечения: *а* – цилиндрического; *б* – шестигранного; *в* – восьмигранного; *з* и *д* – с опорной плоскостью; *е* – рифленой; *ж* – пористой

Существуют трубы с опорной плоскостью (рис. 2.4, *з* и *д*).

Вода внутрь труб поступает в щель (зазор) между трубами, которую защищают фильтрующим материалом. Повышенную водопримную способность имеют трубы, по боковой поверхности которых выполнены продольные щели. Существуют трубы с продольными наружными канавками, играющими роль дополнительных каналов для поглощения

воды. Еще интенсивнее забирают воду рифленые трубы (рис. 2.4, *е*), которые, будучи обернуты плоским фильтрующим материалом, наиболее эффективно поглощают воду из объема грунта, так как вода проникает во внешние впадины трубы по всей ее длине.

Всей поверхностью также забирают воду пористые трубы (рис. 2.4, *ж*), которые изготавливают из пористых керамических или синтетических материалов, пластмасс или дробленых отходов и боя при производстве гончарных труб.

Для повышения качества стыковки труб и обеспечения механической связи между ними производятся трубы с вырезами (рис. 2.5, *а*), фальцами (рис. 2.5, *б*), раструбами (рис. 2.5, *в*) и фасками (рис. 2.5, *г*).

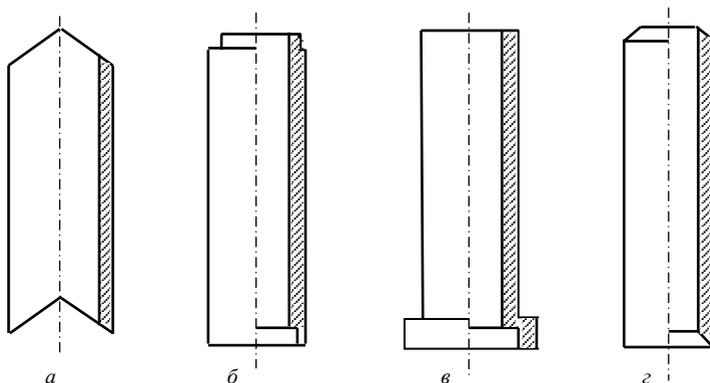


Рис. 2.5. Виды соединяющихся керамических дренажных трубок:  
*а* – с вырезами; *б* – с фальцами; *в* – с раструбом; *г* – с фасками

Благодаря меньшей стоимости при производстве, удобству транспортирования и укладки все большее распространение находят пластмассовые трубы. Они в 7...10 раз легче керамических. Их изготавливают из поливинилхлорида, полиэтилена высокой или низкой плотности.

Гладкие пластмассовые трубы с круглыми и щелевыми (рис. 2.6, *а* и *б*) отверстиями просты при изготовлении, однако при большой толщине стенок они являются довольно жесткими и неудобными при их укладке в траншею, а при использовании тонкостенных труб в процессе засыпания траншеи часто происходит их передевливание комьями грунта. В связи с этим в настоящее время наиболее распространены являются пластмассовые дренажные трубы гофрированные с кольцевыми и винтовыми гофрами (рис. 2.6, *в* и *г*).

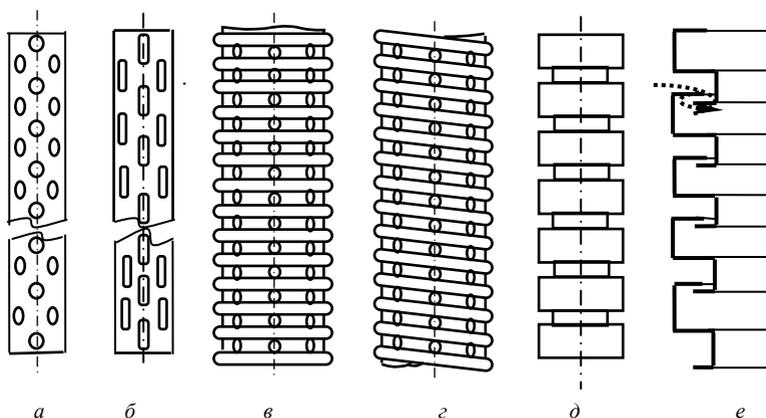


Рис. 2.6. Виды пластмассовых дренажных труб: *а* – гладкой с круглыми отверстиями; *б* – гладкой со щелевыми отверстиями; *в* – гофрированной с кольцевыми гофрами; *г* – гофрированной с винтовыми гофрами; *д* и *е* – составной

Гофрированные трубы достаточно гибкие и при этом устойчивые к радиальным нагрузкам. Водоприемные отверстия вырезаются во впадинах гофр и бывают щелевыми или круглыми.

Известны также пластмассовые трубы, состоящие из набора кольцевых элементов (рис. 2.6, *д*), свободно перемещающихся друг относительно друга. Труба за счет этого легко изгибается. Вода внутрь трубы поступает сквозь щели между кольцами (рис. 2.6, *е*).

Трубы изготавливают в прямых отрезках длиной от 5 до 24 м с кратностью 0,25 м, и бухтах с длиной трубы от 30 до 200 м в зависимости от диаметра труб.

В настоящее время в основном выпускаются трубы, обернутые плоскостным (тканевым) (рис. 2.7, *а*) или объемным (рис. 2.7, *б*) фильтрующим защитным материалом.

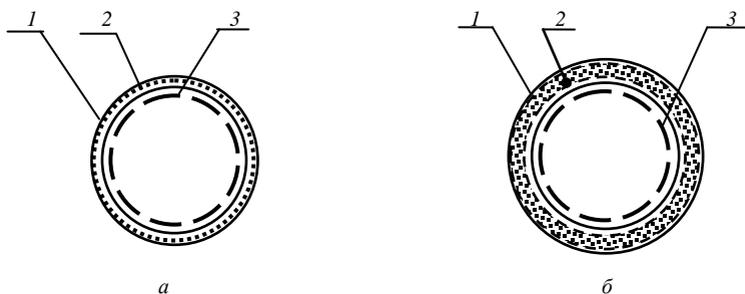


Рис. 2.7. Сечения гофрированных пластмассовых дренажных труб, обернутых фильтрующим материалом тканевым (а) и объемным (б):  
1 – крепящая нить; 2 – фильтр; 3 – дренажная труба

На рис. 2.8 приведен вид гофрированной пластмассовой трубы с фильтрующим материалом – стеклотканью.



Рис. 2.8. Гофрированная пластмассовая труба с фильтрующим защитным материалом

Согласно СТБ 2119–2010 дренажные трубы в зависимости от кольцевой жесткости подразделяются на классы: *SN 4* и *SN 8*.

В зависимости от конструкции стенки трубы подразделяются на однослойные и двухслойные.

Основные параметры пластмассовых гофрированных дренажных труб, выпускаемых в Республике Беларусь, приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Характеристика пластмассовых гофрированных дренажных труб

Наружный диаметр трубы $D_n$		Диаметр круглых водоприемных отверстий $d$		Площадь водоприемных отверстий, $см^2/м$	Номинальные размеры щелеобразных водоприемных отверстий				
					Длина $l$		Ширина $b$		
Номинальное значение	Допустимое отклонение	Не менее	Не более		Не менее	Не более	Не менее	Не более	
50	$\pm 0,6$	2,0	3,0		20,0	5,0	10,0	1,5	2,5
63	$\pm 0,8$		3,5	15,0					
75	+ 0,9 – 0,8		4,0	25,0			15,0		
90	+ 1,0 – 0,9			25,0			17,0		
110	+ 1,0 – 0,9			30,0			20,0		
125	+ 1,4 – 1,0			30,0					
160	+ 1,6 – 1,0	2,0	4,0	30,0	5,0	20,0	1,5	3,5	
200	+ 1,7 – 1,2		4,0	30,0					

Условное обозначение пластмассовой дренажной трубы содержит сокращенное наименование, тип конструкции стенки (для двухслойной трубы), номинальный наружный диаметр, марку полиэтилена по ГОСТ 18599–2001, обозначение покрытия (при его наличии), класс кольцевой жесткости, размер водоприемных отверстий в миллиметрах.

Примеры условного обозначения

1. Труба гофрированная дренажная (ТГД) однослойная, номинальным наружным диаметром 50 мм, изготовленная из полиэтилена марки ПЭ 63, с защитно-фильтрующим покрытием (ЗФП), класса кольцевой жесткости SN 4, с водоприемными отверстиями диаметром 2,5 мм:

*ТГД 50–ПЭ 63–ЗФП–SN 4–2,5 СТВ 2119–2010.*

2. Труба гофрированная дренажная (ТГД) двухслойная, номинальным наружным диаметром 110 мм, изготовленная из полиэтилена марки ПЭ 63, без защитно-фильтрующего покрытия, класса кольцевой жесткости SN 8, с водоприемными отверстиями длиной 5 мм и шириной 1,5 мм:

*ТГД 2–110–ПЭ 63–SN 8–5.1,5 СТВ 2119–2010.*

Для коллекторов большого сечения могут применяться гофрированные пластмассовые трубы с плоским основанием, вид сечения которых приведен на рис. 2.9.

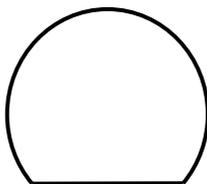


Рис. 2.9. Сечение гофрированной пластмассовой трубы с плоским основанием

Кроме трубчатых дренажных материалов применяются плоские, или так называемые дренажные маты. Например, многоцелевой дренажный материал Enkadrain (рис. 2.10) представляет собой легкий гибкий полимерный геокомпозиционный дренажный мат, состоящий из дренирующего слоя 1, размещенного между двумя фильтрами 5 из нетканого материала.

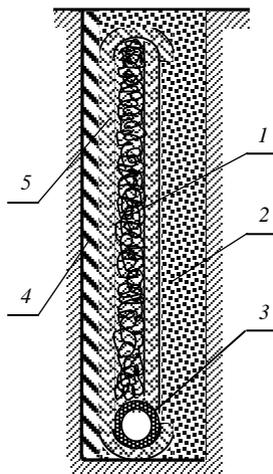


Рис. 2.10. Схема дрены, выполненной с использованием дренажного мата:  
1 – дренирующий слой; 2 – обратная засыпка; 3 – дренажная труба;  
4 – защищаемое сооружение;  
5 – фильтр

Дренирующий слой состоит из жестких и прочных витых полиамидных нитей, термически скрепленных между собой в точках пересечения и образующих трехмерную открытую структуру. Нетканый фильтр выполнен из термоскрепленных полиэфирных волокон с полиамидной оболочкой. Он пропускает мелкие частицы, задерживая крупные, которые, накапливаясь на фильтре, образуют внешний фильтрующий слой. Мелкие частицы, попадающие в дренирующий слой, смываются водой. При устройстве дрены мат устанавливается в вертикальное положение. В нижней части траншеи укладывается дренажная труба 3, которая может изолироваться фильтром мата. Траншея засыпается вынутым грунтом 2. На рис. 2.10 показан вариант использования дренажного мата для защиты от грунтовых вод подземных сооружений, например, фундаментов 4.

Кроме дренажных труб при укладке дренажа используется дренажная арматура. Для соединения дрен с коллектором применяются колена и тройники, а для соединения труб между собой могут использоваться переходники, муфты или отрезки труб, охватывающие соединяемые трубы. Начало (исток) дрены или коллектора во избежание попадания в них грунта затыкается фильтрующим материалом или специальной пластмассовой заглушкой (рис. 2.11, б), обвязывается стеклохолстом или при укладке керамического дренажа может использоваться специальная дренажная закрытая с одного конца труба с дренажными отверстиями (рис. 2.11, а).

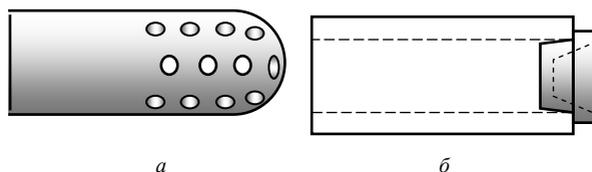


Рис. 2.11. Элементы закрытия истока дрены: а – труба с дренажными отверстиями; б – пластмассовая заглушка

## 2.2. Способы присыпания дрен

В зависимости от грунтовых условий применяется несколько схем присыпания дрен. Грунт 2 для присыпания дренажной трубы 1 может возвращаться из кавальера 3 извлеченного грунта (рис. 2.12, а). Чаще используется схема, при которой присыпание производится штыковыми лопатами вручную рабочими дренажной бригады, которые в про-

цессе укладки дренажных труб подрезают и обрушивают кромки 2 траншеи (рис. 2.12, б). При этом сечение обрушиваемого грунта является треугольным. Однако способ этот трудоемок и снижает скорость строительства дренажа.

Для механизированного присыпания может использоваться приспособление, которое крепится сбоку к толкающей раме бульдозера или цепляется сзади к трубоукладчику дренаукладчика. Оно подрезает и обрушивает кромки траншеи по треугольному или прямоугольному сечению (рис. 2.12, в). Для того чтобы возможные камни или комья падающего грунта не сбивали со своего места дренажную трубку, не разбивали или не передавливали ее, к приспособлению крепится пирамидка 4. Грунт присыпки, падая на пирамидку, разбивается и сыпается к стенкам траншеи. Иногда для присыпки требуется забрать грунт из стенок траншеи. В этом случае он вырезается приспособлением с совковыми ножами по схеме, представленной на рис. 2.12, г. Для предохранения дренажных трубок от воздействия камней или комьев к приспособлению может крепиться пирамидка 4 или гребенка 5. Комья грунта, падающие на гребенку, разбиваются о нее, частично просыпаются сквозь пальцы гребенки, а частично сыплются позади нее, равномерно присыпая трубку.

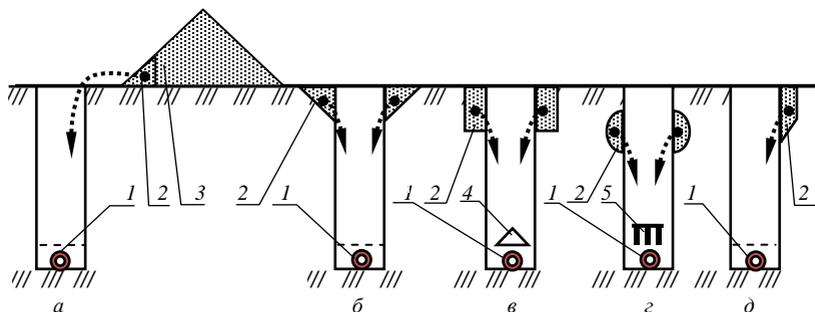


Рис. 2.12. Схемы присыпания дрен: а – с возвратом грунта из кавальера; б – с треугольным обрушением кромок траншеи; в – с прямоугольным обрушением кромок траншеи; г – с подрезанием стенок траншеи; д – с обрушением одной кромки траншеи: 1 – дренажная труба; 2 – грунт присыпки; 3 – кавальер; 4 – пирамидка; 5 – гребенка

Приспособление для присыпания дренажной трубы с подрезанием кромки траншеи по схеме, показанной на рис. 2.12, д, применяется на экскаваторах-дреноукладчиках. Установка такого приспособления схематически изображена на рис. 2.13.

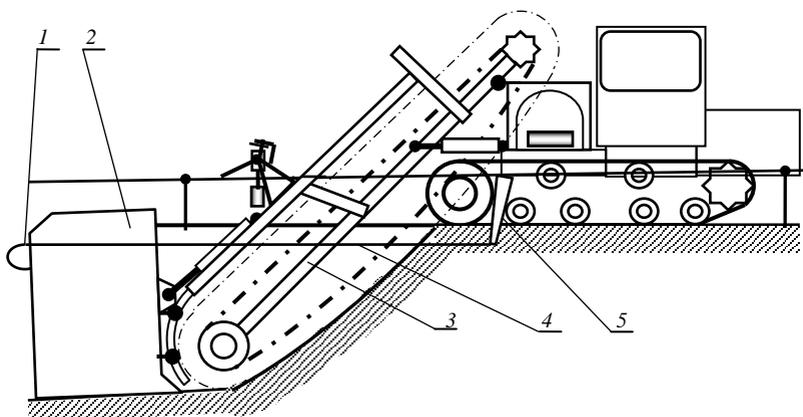


Рис. 2.13. Схема экскаватора-дреноукладчика с приспособлением для присыпания дренажной трубы с подрезанием кромки траншеи:  
 1 – петля троса; 2 – трубоукладчик; 3 – рабочий орган; 4 – трос; 5 – нож

Приспособление состоит из ножа 5 и троса 4, крепящегося одним концом к ножу, а другим – к задней части трубоукладчика 2. В месте крепления к трубоукладчику трос образует петлю 1. Нож, прикрепленный к раме дреноукладчика перед рабочим органом 3, в процессе прокладки траншеи разрезает грунт сбоку от траншеи, а трос располагается в образуемой ножом щели. Петля троса подрезает по наклонной плоскости грунт, который по этой плоскости сползает и падает на дно траншеи, присыпая трубку.

Присыпатель переводится в рабочее (опущенное) положение гидроцилиндром.

В ноже имеются дополнительные отверстия для регулировки глубины его установки. Высота точки крепления троса к трубоукладчику и длина петли выбираются в зависимости от глубины траншеи и характера грунта.

Предусмотрена возможность перестановки присыпателя на правую сторону машины. При этом необходимо использовать нож с противоположным изгибом из комплекта сменного оборудования.

### 2.3. Классификация дренажных машин и траншеекопателей

Дренажные машины *по типу прокладываемых дрен* делятся на машины для строительства трубчатого, кротового, щелевого дренажа и для повышения водопроницаемости грунта.

*По ширине прокладываемой траншеи* дреноукладчики делятся на широкотраншейные, узкотраншейные и бестраншейные.

*По типу рабочего органа* дреноукладчики, машины для прорезания щелей и траншеекопатели подразделяются на многоковшовые цепные, скребковые цепные, многоковшовые роторные, шнековые, баровые, шнековые, ножевые, комбинированные и др.

Баровые в основном используются для прорезания одной, двух или одновременно трех щелей в твердых грунтах и имеют обычно цепной или фрезерный рабочий орган.

*По способу реализации энергии* двигателя рабочие органы делят на пассивные, активные и активно-пассивные.

*По способу удаления грунта от траншеи* – без удаления, шнеком, поперечным скребковым конвейером, поперечным ленточным конвейером, метателем, сдуванием.

*По способу привода рабочего органа* – с механическим или гидравлическим приводом.

*По способу перемещения рабочего органа* с целью изменения глубины дрены или траншеи различают машины:

- с поворотом рабочего органа вокруг поперечного горизонтального вала;
- с плоскопараллельным перемещением рабочего органа;
- с комбинированным подъемом на рычагах и с поворотом вокруг поперечного вала;
- с накаткой лебедкой по направляющим;
- с изменением положения рабочего органа относительно опор рабочего оборудования.

Кроме того, дренажные машины и траншеекопатели бывают с дополнительной кабиной, с перемещаемой кабиной, гусеничные, колесные, четырехгусеничные, с дополнительной опорой для рабочего органа.

## 2.4. Дренажные машины с пассивными рабочими органами

К дренажным машинам с пассивным рабочим органом относятся машины кротодренажные, бестраншейные с черенковым ножом, со ступенчатым ножом, с V-образным ножом (Δ-плугом).

Схема навесного рабочего органа кротодренажной машины показана на рис. 2.14.

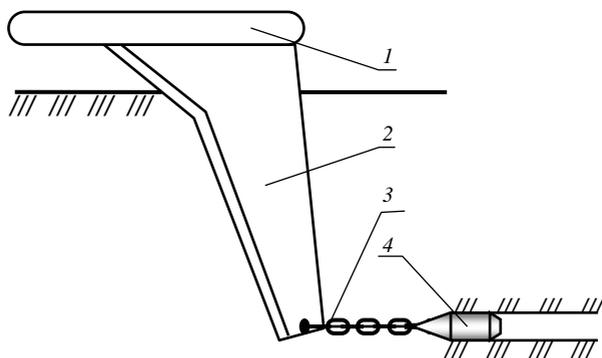


Рис. 2.14. Схема навесного кротодренажного рабочего органа:  
1 – рама; 2 – нож; 3 – соединительная цепь; 4 – дреномер

Рабочий орган посредством рамы 1 присоединяется к базовому трактору. Его навесная система обеспечивает перемещение рабочего органа в вертикальной плоскости, что необходимо для перевода рабочего органа из транспортного положения в рабочее и наоборот, а также для регулирования глубины и уклона дрены. При движении машины вперед тонкий плоский нож 2 прорезает в грунте вертикальную щель, которая впоследствии закрывается благодаря деформации грунта, а прикрепленный к ножу цепью 3 дреномер 4 формирует в грунте цилиндрическую полость – кротовую дрену.

Известное оборудование подобного типа имеет данные, приведенные в табл. 2.2.

Таблица 2.2. Технические данные кротодренажных машин

Показатели	МД-1	МД-9
Тип базового трактора	Гусеничный (кл. 3)	Гусеничный (кл. 6)
Количество прокладываемых дрен	1	2
Скорость прокладки дрен, м/ч	1200...1500	2400...2900
Глубина дрен, м	0,7...1,5	0,5...1,5
Диаметр дрен, мм	200, 250	80, 100, 200, 250

Схема полунавесного рабочего органа кротодренажной машины показана на рис. 2.15, *а*. Он снабжен колесной опорой 5 и дисковым или ножевым 2 дернорезом. Основной нож 3 имеет обратный наклон, что уменьшает выглубляющее усилие. Дренер 4 к ножу крепится жестко. Регулирование глубины обеспечивается путем перемещения ножа 3 относительно рамы 1.

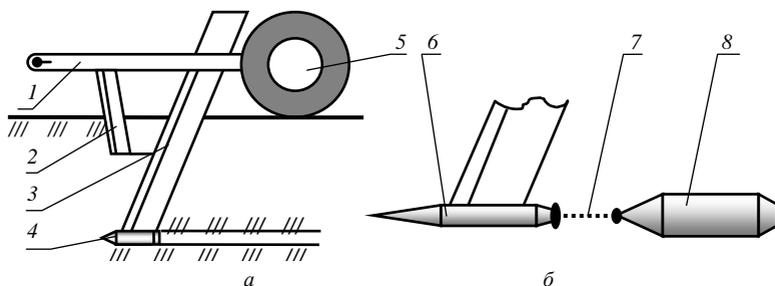


Рис. 2.15. Схема полунавесного кротодренажного рабочего органа с одинарным (*а*) и двойным дренером (*б*): 1 – рама; 2 – нож дернореза; 3 – нож; 4 – дренер; 5 – опора; 6 – дренер передний; 7 – цепь; 8 – дренер задний

Прокладка кротовой дрены большего диаметра может осуществляться двойным дренером (рис. 2.15, *б*). В этом случае к основному ножу жестко крепится передний дренер 6, а к нему посредством цепи 7 – задний дренер 8.

Широко применяются дренеры с конусным (рис. 2.16, *а*) и со скошенным плоским передним концом (рис. 2.16, *б*).

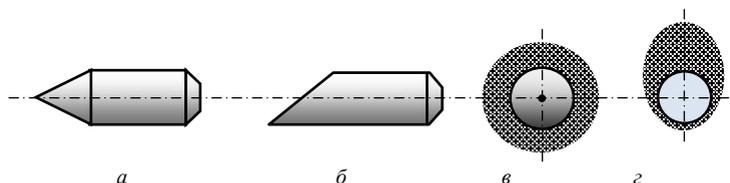


Рис. 2.16. Типы дренеров и схем уплотнения грунта: *а* – с конусным передним концом; *б* – со скошенным передним концом; *в* – уплотнение грунта дренером типа *а*; *г* – уплотнение грунта дренером типа *б*

Указанные типы дренеров отличаются схемой уплотнения грунта в зоне, прилегающей к полости дрены, что показано на рис. 2.16, *в* и 2.16, *г*. Если стенки дрены переуплотнены, то в дрину плохо проходит вода, а действующее давление грунтовых вод приводит к быстрому об-

рушению стенок дрены. При втором варианте облегчается проникновение влаги в полость дрены, так как зона вокруг дрены в нижней ее части уплотнена меньше, чем при применении дренаера с конусным передним концом.

Кротодренажный рабочий орган с вырезающей головкой (рис. 2.17) предназначен для прокладки кротового дренажа при обеспечении близкой к оптимальной схеме уплотнения грунта. Головка режущей кромкой с фаской при продвижении вперед вырезает грунт, переводит его вниз под основание головки и уплотняет в полости, образуемой нижней клиновидной частью головки. При этом вокруг ножа и верхней части головки образуется зона с незначительным уплотнением грунта, через которую в дрену проходит вода. Нижняя зона дрены имеет высокое уплотнение.

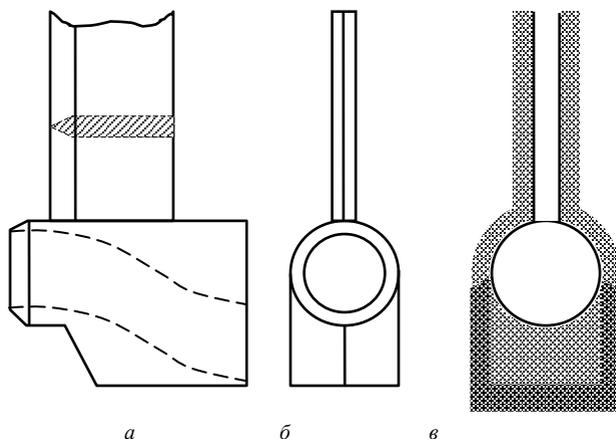


Рис. 2.17. Рабочий орган с вырезающей головкой:  
*а* – вид сбоку; *б* – вид спереди; *в* – схема дрены

Пассивные рабочие органы обычно имеют высокое тяговое сопротивление. Пониженное тяговое сопротивление имеет кротодренажный рабочий орган с разделенной схемой работы (рис. 2.18). Рабочее оборудование устанавливается на тягач *1*. При прокладке кротовой дрены тягач с заглубленным ножом *3* перемещается вдоль оси будущей дрены и прорезает щель в грунте на требуемой глубине. Дренаер *5* при этом находится в начале у устья будущей дрены. Трос *4*, соединяющий дренаер с лебедкой *2*, разматывается. После продвижения тягача на нужное рас-

стояние он останавливается и включает привод лебедки. Дренер начинает подтягиваться к тягачу, прокладывая при этом кротовую дрену.

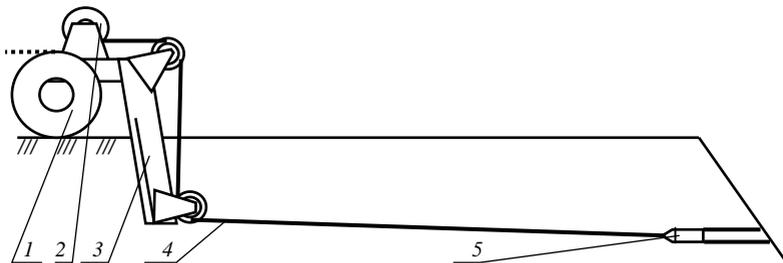


Рис. 2.18. Кротодренажный рабочий орган с разделенной схемой работы:  
1 – тягач; 2 – лебедка; 3 – нож; 4 – трос; 5 – дренер

При такой схеме достигается снижение тягового сопротивления и стабилизируется усилие в тросе, что снижает вероятность его обрыва, однако не гарантируется требуемая глубина дрены.

Пониженное тяговое сопротивление имеют также кротодренажный рабочий орган с активным дренером (рис. 2.19, *а*) и с активной режущей кромкой (рис. 2.19, *б*).

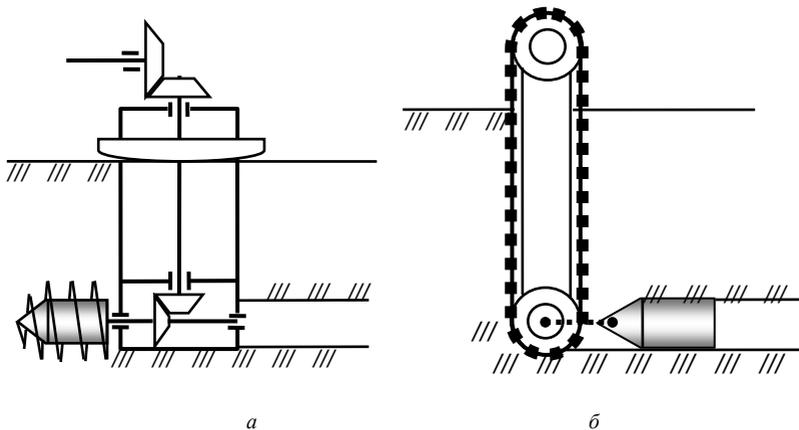


Рис. 2.19. Кротодренажный рабочий орган с активным дренером (*а*)  
и активной режущей кромкой (*б*)

Активный дрeнер приводится во вращение механической трансмиссией, расположенной в вертикальном ноже, и имеет на боковой поверхности шнек, который при вращении дрeнера ввинчивается в грунт. Это снижает сопротивление дрeнера, а сама дрeна имеет рыхлые стенки. Однако нож при этом получается толстым и имеет самое большое сопротивление.

Рабочий орган с активной режущей кромкой (рис. 2.19, б) прорезает вертикальную щель скребковой цепью, а дрeну формирует дрeнером. Тяговое сопротивление при этом существенно снижается.

С целью снижения тягового сопротивления разработан эластичный дрeнер, диаметр которого зависит от давления рабочей жидкости, циклически подаваемой в него. При низком давлении рабочей жидкости диаметр дрeнера минимальный, и в этот момент колеблющийся нож перемещает его вперед, затем нож останавливается, а в дрeнер подается рабочая жидкость, и он, будучи неподвижным, раздвигает стенки дрeны до проектного диаметра.

Существует эластичный дрeнер, прокалывающий подземную полость при циклической подаче рабочей жидкости в него.

На плотных слабопроницаемых почвах применяются рыхлители-кратователи, совмещающие глубокое рыхление почв с прокладкой кратовых дрeн.

Рыхлитель-кратователь (рис. 2.20) обычно является полунавесным оборудованием. С помощью рамы 1 он крепится к базовому трактору и в процессе работы опирается на колеса б. К раме крепится нож дернореза 2, предназначенный для разрезания дерна, что повышает качество работы и несколько снижает тяговое сопротивление оборудования. Основной нож 4 крепится к раме с возможностью его ступенчатой переустановки по высоте благодаря имеющимся в нем отверстиям. Подъем и рыхление грунта производятся прикрепленной к ножу пластиной 3, а формирование кратовины – дрeнером 5.

Образующееся сечение грунта показано на рис. 2.20, б. Такая дрeна хорошо аэрирует почву и легко забирает поверхностные воды, переводя их в более глубокие слои и создавая запас влаги. Однако она не очень устойчива.

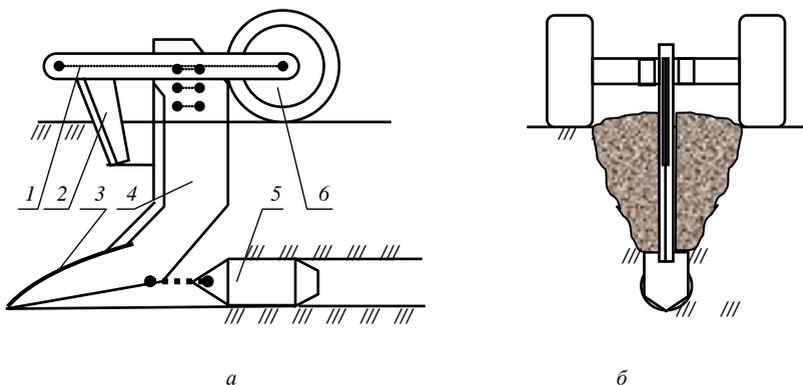


Рис. 2.20. Рыхлитель-кратователь: *а* – вид сбоку; *б* – вид спереди: 1 – рама; 2 – дернорез; 3 – пластина; 4 – основной нож; 5 – дренир; 6 – опорные колеса

Для повышения устойчивости дрены используется оборудование, имеющее дополнительный, прикрепленный к основному нож, к которому крепится дренир (рис. 2.21). Дрена (рис. 2.21, б) в этом случае располагается ниже взрыхленного грунта, что повышает ее устойчивость и срок службы.

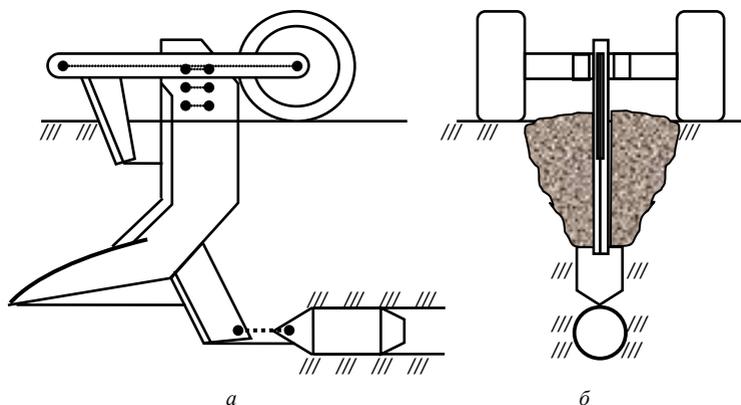


Рис. 2.21. Рыхлитель-кратователь с дополнительным ножом: *а* – вид сбоку; *б* – вид спереди

Для улучшения поступления воздуха в почвенный корнеобитаемый слой применяется рабочий орган для аэрационного дренажа, выпол-

няющий частичное рыхление почвы и создающий под пахотным слоем на небольшой глубине ряд кротовых дрен (рис. 2.22).

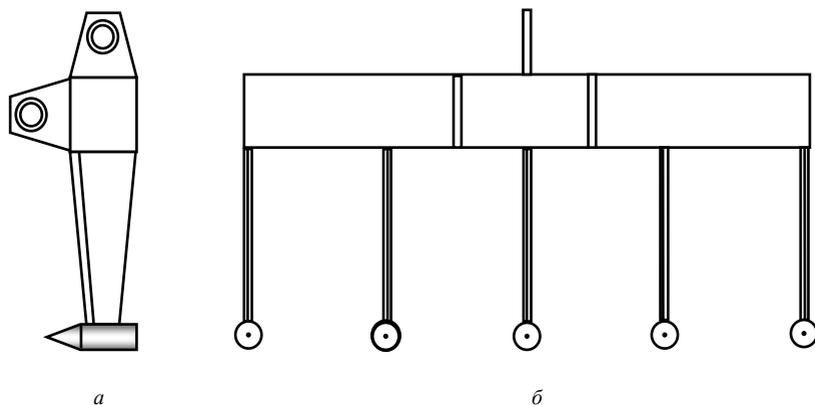


Рис. 2.22. Рабочий орган для аэрационного дренажа:  
*а* – вид сбоку; *б* – вид спереди

Существует специальный плуг, выполняющий вспашку и образующий кротовины под вспаханным слоем почвы (рис. 2.23). Такая операция ускоряет уход поверхностных вод и создает запас влаги в подпахотном слое.

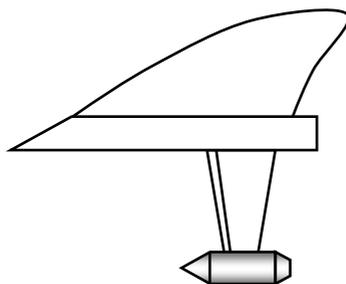


Рис. 2.23. Плуг с дреномером

Кротовый дренаж является самым простым и дешевым. Он прокладывается на глубине от 0,3 до 1,3 м, диаметр дрен – от 50 до 250 мм. Дрены меньшего диаметра прокладываются в плотных минеральных грунтах, а большего – в торфяных.

Устройство кротового дренажа является наиболее простым и производительным методом осушения земель, однако срок службы кротовых дрен составляет 2...3 года. Низкий срок службы обусловлен разрушением стенок дрены из-за их непрочности. В настоящее время в разных странах разрабатываются и усовершенствуются машины, выполняющие прокладку дрены пассивным кротовым рабочим органом с одновременным креплением ее стенок.

Известны *три основных способа крепления кротовых дрен*: непрерывное формирование пористой трубы в полости дрены, оплавление стенок дрены и укрепление стенок дрены полимерным самотвердеющим материалом.

Суть первого способа состоит в том, что при прокладке дрены в ее полость непрерывно подается жидкий керамзитобетон или грунтобетон. Из него специальным аппаратом формируется пористая труба. Для ускорения схватывания бетона избыток воды может отсасываться.

Близкой к этой технологии является технология, при которой труба формируется из асфальта. Толщина таких стенок обычно составляет 4...6 мм. Скорость прокладки порядка 2 км/ч.

По второму способу дрены в результате термохимической реакции или под воздействием токов высокой частоты нагревается до температуры около 1000 °С. Это приводит к плавлению минеральной части грунта и выгоранию органической, благодаря чему на стенке дрены образуется пористый стекловидный слой толщиной 3...4 мм.

Третий способ заключается в том, что на раму рабочего оборудования кротователя устанавливается емкость с насосом. В емкость заливается самотвердеющий на воздухе полимерный материал. Насосом по трубопроводу он подается к полуму дрены, имеющему отверстия на поверхности, формирующей дрены. Полимерный материал через отверстия в дрены попадает на стенки дрены и укрепляет ее. Дрена может быть круглого или треугольного сечения и использоваться как осушительная или для подачи в нее оросительной воды, а также нагнетания в нее сточных вод при подпочвенном увлажнении.

В настоящее время строится в основном материальный дренаж. Наиболее простыми рабочими органами для укладки дренажа являются пассивные. На рис. 2.24 показана схема пассивного рабочего оборудования с черенковым ножом. Оборудование базируется на раме 2, которая соединяется с базовой машиной. При перемещении последней нож дернореза 3 режет дерн, черенковый нож 4 формирует в грунте щель шириной, достаточной для пропускания в нее пластмассовой дренажной трубы 6, которая предварительно наматывается или в виде бухты наде-

вается на барабан *1*. Труба пропускается сквозь направляющие кольца *7* и при ее укладке в щель прижимается ко дну роликом *5*.

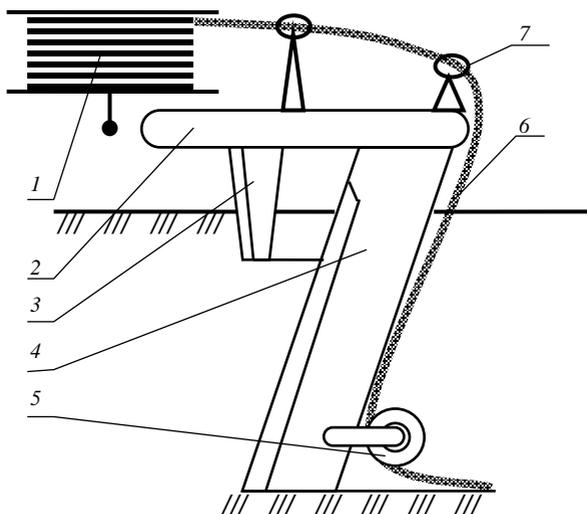


Рис. 2.24. Бестраншейный рабочий орган с черенковым ножом:  
 1 – барабан; 2 – рама; 3 – дернорез; 4 – черенковый нож;  
 5 – прижимной ролик; 6 – дренажная труба;  
 7 – направляющее кольцо

На основе итальянского оборудования ОАО «Амкодор-КЭЗ» выпускает машину дренажную ирригационную МДИ. Она агрегируется с трактором БЕЛАРУС 3022 и предназначена для укладки полиэтиленовых дренажных труб наружным диаметром до 65 мм на глубину до 1000 мм. Масса оборудования – 2500 кг. Схема оборудования, опирающегося на грунт, приведена на рис. 2.25.

Оно состоит из рамы *2* с площадкой для рабочего, дополнительной опоры *1*, опорных колес *8*, пустотелого ножа *7*, стойки *5* с установленным на ней барабаном *6* с бухтами пластмассовой трубы *4*. Для задания глубины укладки на рабочем оборудовании может устанавливаться приемник лазерного луча *3*.

Опора *1* служит для установки рабочего оборудования при хранении. При работе она поднята, а рабочее оборудование опирается на навесную систему базового трактора и опорные колеса *8*. Нож *7* формирует в грунте щель, в которую укладывается разматываемая с

барабана и проходящая по пустотелому ножу дренажная труба.

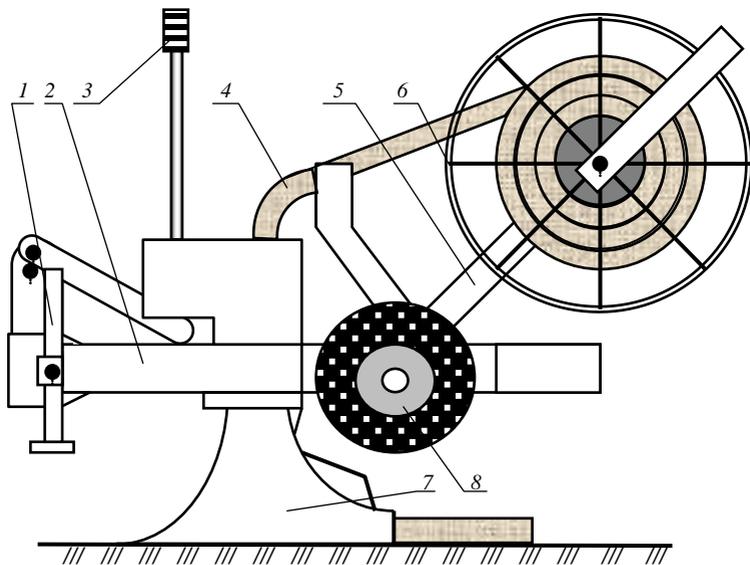


Рис. 2.25. Схема оборудования МДИ: 1 – дополнительная опора; 2 – рама; 3 – приемник лазерного луча; 4 – дренажная труба; 5 – стойка; 6 – барабан; 7 – нож; 8 – колесная опора

Вид ножа показан на рис. 2.26, а, а рабочего оборудования в целом – на рис. 2.26, б.



а



б

Рис. 2.26. Нож (а) и общий вид (б) оборудования МДИ

На рис. 2.27 показана МДИ в работе.



Рис. 2.27. Оборудование МДИ в работе

Для укладки пластмассового дренажа в торфяных и минеральных грунтах, не содержащих камней, служит бестраншейный дренаж-укладчик МД-12. Его базой является унифицированное шасси УШ. Рабочий орган схематически представлен на рис. 2.28. С помощью навески рабочий орган заглубляется в грунт и при движении машины вперед режущая часть 5 ножа раздвигает грунт, образуя щель шириной 0,25 м. В процессе работы режущая часть должна образовывать с вертикалью угол  $\varphi$ , равный  $19...20^\circ$ . Такое положение режущей части и наличие носовины 4 снижают усилие, стремящееся выглубить нож. Для предотвращения преждевременного обрушения щели служат боковые щиты 6. Требуемая глубина щели обеспечивается или подъемом, или опусканием рабочего органа гидроцилиндрами навески (регулирование глубины от базы) либо при плавающем положении гидроцилиндров навески – гидроцилиндром 7 рабочего органа, упирающимся его в дно щели и приподнимающим за счет этого части 4 и 5 и тем самым уменьшающим глубину щели. Такой способ называется регулированием от дна.

Укладываемая дренажная труба 2, обернутая фильтрующим материалом, разматывается с барабана 1, поступает в рабочий орган и прижимается к дну роликом 8. Щель закрывается за счет частичного обрушения и восстановления упругодеформированного грунта.

Для повышения качества работы за счет уменьшения разрывов дерна перед режущей частью устанавливается управляемый гидроцилиндром пассивный дисковый дернорез 3.

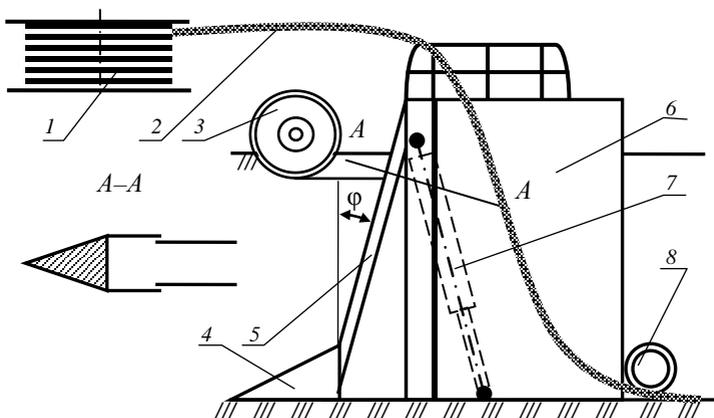


Рис. 2.28. Схема рабочего органа дреноукладчика МД-12: 1 – барабан; 2 – дренажная труба; 3 – дисковый дернорез; 4 – носовина; 5 – нож; 6 – щиты боковые; 7 – гидроцилиндр рабочего органа; 8 – прижимной ролик

На минеральных грунтах максимальная глубина дрены составляет 1,6 м, а на торфяных – 1,8 м.

В зоне орошения применяется дреноукладчик МД-13 со ступенчатым ножом. Схема его рабочего органа представлена на рис. 2.29.

Каждая вышерасположенная ступень ножа 1 шире, чем нижерасположенная. Благодаря этому более широкая часть приподнимает вырезаемый слой и создает полость, в которую поступает грунт, срезаемый нижерасположенной частью.

Такая схема работы снижает тяговое сопротивление рабочего органа. Барабан 5 с укладываемой пластмассовой трубой 4 устанавливается на рабочий орган 2. Труба пропускается сквозь рабочий орган и укладывается на дно траншеи. При укладке с обсыпкой песок или гравий засыпается в расположенный сбоку приемный раструб 3. Максимальная глубина укладки – 3 м. Рабочий орган все же имеет достаточно большое тяговое сопротивление, поэтому он агрегируется с двумя гусеничными тракторами Т-330.

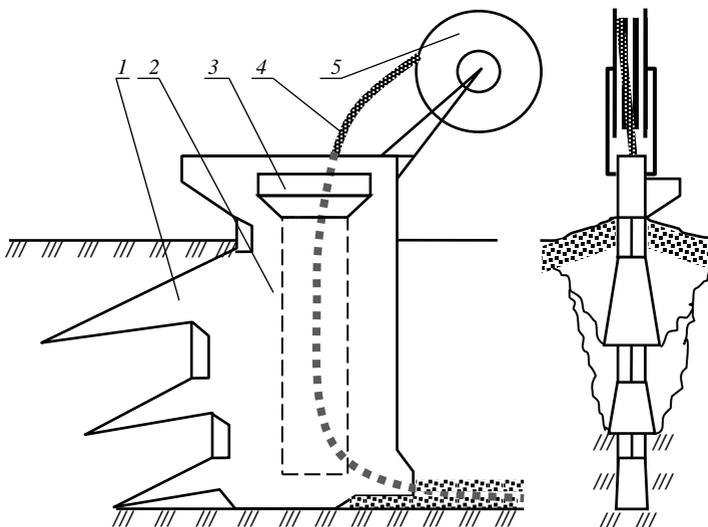


Рис. 2.29. Схема рабочего органа дреноукладчика МД-13 со ступенчатым ножом: 1 – ступенчатый нож; 2 – рабочий орган; 3 – приемный раструб; 4 – дренажная труба; 5 – барабан

Меньшее тяговое сопротивление имеет V-образный рабочий орган, или так называемый дренажный плуг, или  $\Delta$ -плуг. Его схема представлена на рис. 2.30. Одна из боковых стенок, в данном случае правая, и днище выполнены в форме клиньев, которые режущими кромками 1 вырезают в грунте призму 3, приподнимают и наклоняют ее. При этом в теле грунта образуется полость, в которую внутри сдвоенной правой стенки пропускается дренажная труба 2.

При таком способе грунт не разрушается и не уплотняется, а только вырезается и приподнимается, что позволяет не нарушать его структуру и уменьшать энергоемкость процесса укладки дрены.

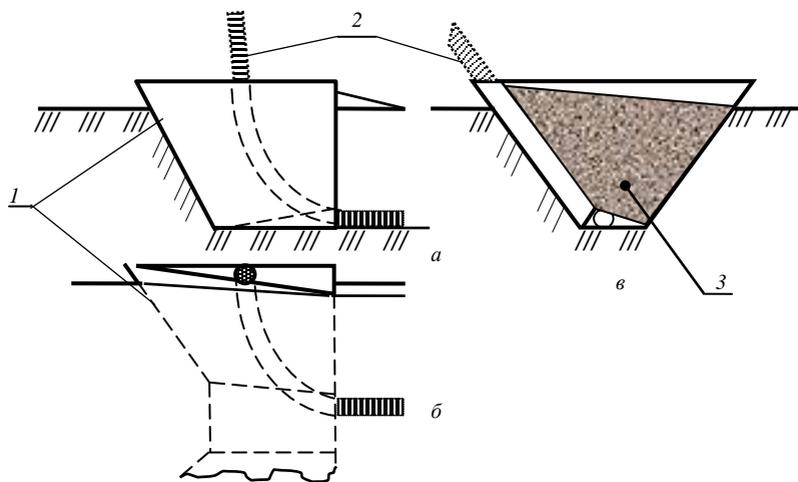


Рис. 2.30. Схема работы V-образного плуга (Δ-плуга):  
*a* – вид сбоку; *б* – вид сверху; *в* – вид спереди; *1* – режущие кромки плуга;  
*2* – дренажная труба; *3* – призма грунта

Один из вариантов машины с Δ-плугом представлен на рис. 2.31.



Рис. 2.31. Дреноукладчик с Δ-плугом

При обсыпании дренажных труб сыпучим фильтрующим материалом для механизации подачи материала в дренажную траншею или щель рекомендуется применять перегружатели дренажной засыпки, краткая характеристика которых приведена в табл. 2.3.

Таблица 2.3. Характеристика перегружателей дренажной засыпки

Наименование и марка	Тип	База	Вместимость бункера; высота разгрузки	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Операция
Перегружатель фильтрующей засыпки П-3	Прицепной	Трактор класса 1,4	4 м <sup>3</sup>	84	Непрерывная загрузка материала в бункер дреноукладчика
Перегружатель фильтрующей засыпки многоцелевой (без марки)	Фронтальный с системами стабилизации, определения наполнения бункера, засыпки траншеи	Собственная мощностью 220 кВт	10 м <sup>3</sup> ; до 2,3 м	30...60	Непрерывная загрузка материала в бункер дреноукладчика, выравнивание и уплотнение грунта в траншее
Перегружатель фильтра ПП-4	Прицепной	Трактор класса 3...5	5 м <sup>3</sup> ; до 1,2 м	30...50	Перевозка фильтрующего материала и перегрузка его в дреноукладчик
Перегружатель фильтра ПФП-13	Прицепной	Трактор класса 3...5	7 м <sup>3</sup> ; до 1,2 м	30...50	Перевозка фильтрующего материала и перегрузка его в дреноукладчик
Засыпатель-уплотнитель ЗУГД	Навесной для траншей шириной 0,28 и 0,8 м	Трактор класса 3...5	–	30...50	Обратная засыпка и уплотнение грунтов в траншее до 3 м
Перегружатель фильтра (без марки)	Прицепной	Трактор класса 3...5	4 м <sup>3</sup>	30...50	Перевозка фильтрующего материала и перегрузка его в дреноукладчик или траншею

## **2.5. Экскаваторы-дреноукладчики и траншеескопатели с активными рабочими органами**

В настоящее время в мелиоративном строительстве применяются экскаваторы-дреноукладчики ЭТЦ-202Б, ЭТЦ-2011-1 и ЭТЦ-2011-2. ОАО «Амкодор-КЭЗ» выпускает экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-203.

Согласно их техническому описанию экскаваторы-дреноукладчики предназначены для рытья траншей в немерзлых грунтах 1...3 категорий с выдерживанием заданного уклона дна траншеи и одновременной укладки в отрываемую траншею гофрированных пластмассовых труб, керамических дренажных трубок, рулонных фильтрующих материалов для обертывания укладываемых труб, соединительных муфт и сыпучего фильтрующего материала.

Указанные экскаваторы-дреноукладчики обеспечивают разработку траншеи глубиной до 2,3 м как на ровной расчищенной трассе, так и при переезде местных неровностей (бугров, кочек, камней и т. п.) при наклоне экскаватора вперед до 5°.

Экскаваторы могут работать на подъемах и спусках с наклоном до 10°, на косогорах – до 5°, преодолевать в транспортном положении подъемы до 15° и косогоры до 7°.

На нерасчищенной трассе при наличии местных неровностей высотой свыше 15 см, продольного уклона свыше 5°, поперечного уклона 3°, а также при наличии камней или погребенной древесины в траншее точность выдерживания заданного уклона дна траншеи не гарантируется.

Экскаваторы ЭТЦ-202Б, ЭТЦ-2011-2 и ЭТЦ-203 прокладывают траншею шириной 0,5 м в грунтах с возможным наличием отдельных твердых включений размером не более 350 мм. Они могут выполнять очистку бермы и присыпание дрены гумусным слоем, вырезаемым из кромки траншеи.

Экскаватор ЭТЦ-2011-1 прокладывает траншею шириной 0,25 м в грунтах с возможным наличием отдельных твердых включений размером до 100 мм. Может производить обсыпку дрены песчано-гравийной смесью, щепой, шлаком или гранулированным полистирольным материалом (стиромулем).

Технические характеристики экскаваторов приведены в табл. 2.4.

На рис. 2.32 показана схема, соответствующая экскаваторам-дреноукладчикам ЭТЦ-202Б и ЭТЦ-2011-2.

Таблица 2.4. Основные технические данные экскаваторов-дреноукладчиков

Показатели	ЭТЦ-202Б	ЭТЦ-2011-1	ЭТЦ-2011-2	ЭТЦ-203
Глубина траншеи, м	2 <sup>+0,3</sup>	2 <sup>+0,3</sup>	2 <sup>+0,3</sup>	2
Ширина траншеи, м	0,5	0,25	0,5	0,5
Обеспечиваемый уклон дна траншеи	0,02...0,002			
Рабочие скорости экскаватора: первый диапазон, м/ч второй диапазон, м/ч	14...260 34...620	14...349 32...825	14...349 32...825	14...590
Производительность при работе в грунтах I категории при глубине траншеи 1,2 м, м <sup>3</sup> /ч (не менее)	85 при глубине 2 м	250	210	85 при глубине 2 м
Транспортные скорости, км/ч	1,18; 2,0; 2,78; 4,71	1,45; 2,33; 3,42; 5,51	1,45; 2,33; 3,42; 5,51	0...4,7
Скорости заднего хода, км/ч	1,06; 1,78; 2,49; 4,19	1,20; 2,08; 3,05; 4,92	1,20; 2,08; 3,05; 4,92	0...4,7
Марка двигателя	Д-242	Д-240	Д-240	Д-245
Мощность двигателя, кВт	44,1	55,1+3,7	55,1+3,7	79
Габариты экскаватора в транспортном положении, мм: длина с барабаном для пластмассовой трубы ширина с барабаном высота по трубоукладчику	11500 ± 150 2700 ± 50 4950 ± 150	11350 ± 150 3210 ± 50 5680 ± 150	11350 ± 150 3210 ± 50 5680 ± 150	13740 2750 4450
Конструктивная масса, кг	10800 ± 250	12200 ± 250	12500 ± 250	14000
Ширина гусениц, мм	533	533	533	600
Среднее давление на грунт, кПа	33 ± 1	30	30	35
Шаг ковшовой цепи, мм	190	190	190	190
Шаг ковшей, мм	950	570	760	950
Число ковшей	12	20	15	12
Вместимость ковша, л	23	9	23	23
Скорости ковшовой цепи, м/с	0,78; 1,31	1,06; 1,72	0,91; 1,47	Бесступенчато
Ширина ленты транспортера, мм	650			
Скорость ленты транспортера, м/с	3,19; 4,77	4,5	4,5	–
Максимальный диаметр укладываемых труб, мм: пластмассовые: а) предварительно обернутые б) изолируемые на дреноукладчике керамические: а) без изоляции стеклохолстом б) изолируемые на дреноукладчике	– 75 190 –	110 63 75 50	110 110 250 100	110 – 50...150 –

Основной частью экскаватора-дреноукладчика является энергетический модуль 10 на гусеничной ходовой части 11, которая обеспечивает транспортное перемещение за счет передачи вращения механической трансмиссией от двигателя на ходовую часть или рабочее оборудование при копании траншеи. В этом случае передвижение с возможностью бесступенчатого регулирования его скорости обеспечивается гидроприводом хода от гидромотора.

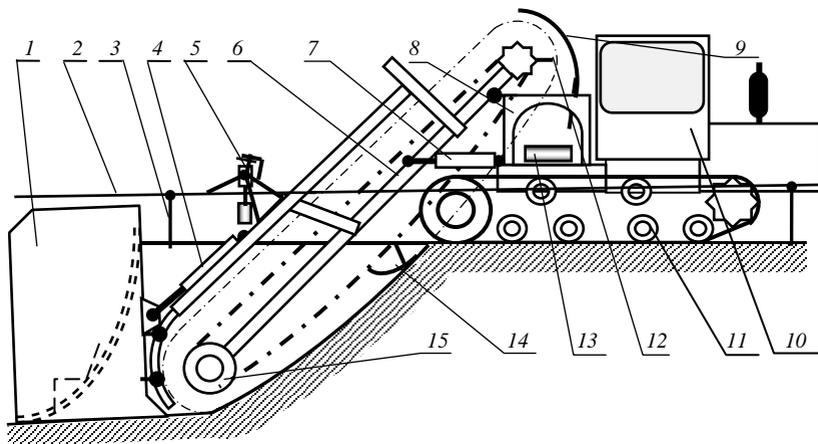


Рис. 2.32. Схема многоковшового цепного экскаватора-дреноукладчика: 1 – трубоукладчик; 2 – копирный трос; 3 – штатив; 4 – гидроцилиндр управления трубоукладчиком; 5 – датчик уклона; 6 – рама; 7 – гидроцилиндры управления рабочим органом; 8 – пилон; 9 – бункер; 10 – энергетический модуль; 11 – ходовая часть; 12 – очиститель ковшей; 13 – отвальный конвейер (транспортёр); 14 – ковш; 15 – натяжной барабан

Копание траншеи осуществляет рабочий орган, состоящий из рамы 6, присоединенной с возможностью поворота в вертикальной плоскости к пилону 8, и ковшовой цепи с прикрепленными к ее звеньям двенадцатью ковшами 14. В верхней части рамы установлены на турасном валу две ведущие звездочки, а в нижней – натяжной барабан 15. К нижней части рамы с возможностью перемещения по дугообразным направляющим присоединен трубоукладчик 1, поднимаемый и опускаемый гидроцилиндром 4.

При укладке дренажа экскаватор подъезжает к месту начала будущей траншеи и ориентируется по ее оси, которая отмечается вешками. После этого включается привод ковшовой цепи, рабочий орган опускается цилиндрами 7 и заглубляется в грунт при минимальной скоро-

сти передвижения экскаватора. Движущиеся ковши 14 при этом разрабатывают грунт, забирают его и поднимают вверх. Ковши опрокидываются, и грунт из них высыпается, попадая на ленточный транспортер 13, который может выгружать грунт на правую или левую сторону по ходу экскаватора. Для очистки ковшей от грунта на турасном валу, приводящем в движение ковшовую цепь с ковшами, установлен скребковый очиститель ковшей 12. Верхняя часть рабочего органа закрыта бункером 9, направляющим грунт, высыпавшийся из ковшей, на транспортер.

После заглубления рабочего органа на требуемую глубину ускоряется рабочий ход экскаватора и прокапывается траншея длиной, несколько превышающей длину трубокладчика 1. Затем с помощью гидроцилиндра 4 трубокладчик опускается на дно траншеи и производится ее дальнейшая прокладка.

Если производится укладка керамических дренажных трубок, то после заглубления трубокладчика на необходимую глубину и отрывки траншеи на длину, при которой между трубокладчиком и коллектором возможно уложить не менее одной дренажной трубки, производится присоединение дренажной трубки к коллектору. При этом свободный конец подстилающей ленты фильтрующего материала должен быть подтянут к коллектору и закреплен.

После присоединения первой дренажной трубки к коллектору к этой трубке подводят другие трубки, осторожно опуская их по направляющему желобу в трубокладчике вручную или с помощью ручного инструмента, прилагаемого к экскаватору. Свободный конец верхней покрывающей ленты фильтрующего материала закрепляют в начале дрены и продолжают рытье траншеи.

Для обеспечения требуемой глубины и уклона дна траншеи используются специальные системы обеспечения требуемых глубины и уклона дрен. На рис. 2.32 показана система, использующая устанавливаемый на регулируемых штативах 3 копирный трос 2 и электромеханический датчик сигнала 5, который крепится к раме рабочего органа.

В состав бригады, обслуживающей экскаватор, входит не менее трех человек: машинист, рабочий-трубокладчик и дренажный рабочий. Если грунтовые условия позволяют вести укладку дрен с максимальной скоростью, состав бригады может быть увеличен для более быстрой установки копирной проволоки и подачи трубок дренажному мастеру. Дополнительный рабочий требуется и тогда, когда применяются дренажные материалы низкого качества и требуется постоянно вручную поправлять укладываемые трубки.

Рабочий-трубоукладчик производит укладку трубок в желобок трубоукладчика, добываясь поворотом трубки в желобке минимальных зазоров в стыках соседних трубок.

При возникновении больших зазоров между трубками рабочий в момент установки их на желобок нажимает на столб трубок. Трубки рекомендуется устанавливать легким ударом для снятия с торцов возможных заусенцев и наплывов. Если трубки с требуемым зазором не устанавливаются, их нужно отбраковать.

Во избежание сдвигания трубок или покрывающей ленты необходимо производить их присыпание гумусным слоем грунта толщиной 0,2...0,3 м.

При работе в каменистых грунтах трубоукладчик иногда испытывает резкие толчки в вертикальном направлении из-за ударов ковшей о камни, поэтому во избежание выпадения керамических трубок из желоба трубоукладчика необходимо столб трубок прижимать одной рукой к желобку, а другой производить укладку трубок в желобок. Для предотвращения падения трубок с верхней платформы трубоукладчика на рабочего, находящегося в трубоукладчике, запрещается укладывать трубки на платформу выше стенок трубоукладчика. При работе в грунтах, содержащих много камней, что вызывает постоянные резкие толчки и колебания трубоукладчика, качественная укладка керамических трубок может быть достигнута путем применения ручного инструмента, прилагаемого к экскаватору. Для этого следует использовать вилку с изогнутым на 90° стержнем, нанизывать на нее трубки, находящиеся на поверхности трассы, и ровно укладывать их одна за другой на дно траншеи.

При укладке пластмассовых дренажных труб трубу из бухты, находящуюся на барабане, пропускают над кабиной экскаватора и через кольцо на направляющем желобке трубоукладчика в траншею. Трубу соединяют с коллектором и удерживают с помощью вилочного инструмента от сдвигания относительно коллектора до тех пор, пока она не будет присыпана гумусным слоем грунта.

Если используются трубы, не обернутые фильтрующим материалом, то стеклохолст укладывается так же, как и при укладке керамических труб.

Для прижатия пластмассовой трубы ко дну траншеи в задней части трубоукладчика следует установить прижимной ролик. При работе в обрушивающихся грунтах ролик не используется.

Особенностью укладки дренажа узкотраншейным дреноукладчиком является то, что в трубоукладчике рабочего нет. При укладке пла-

стмассовых труб, обернутых ЗФМ, целесообразно на трубоукладчик установить прижимной ролик.

При узкотраншейной укладке пластмассовых и керамических труб с присыпанием их сыпучим фильтрующим материалом необходимо дополнительно установить бункер с раструбом. Подачу сыпучего фильтра в бункер рекомендуется производить специальным перегружателем.

С целью уменьшения количества пикетов и штативов для устранения провисания копирного троса может использоваться устанавливаемое на экскаваторе специальное поддерживающее трос приспособление – люнет (рис. 2.33).

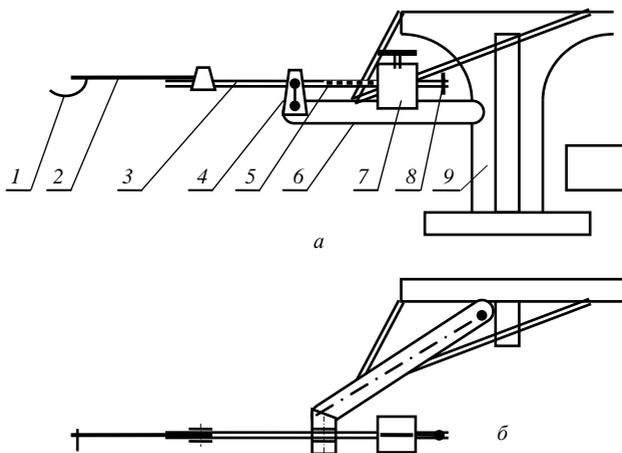


Рис. 2.33. Схема люнета: *а* – вид сбоку; *б* – вид сверху;  
1 – крючок; 2 – подъемный рычаг; 3 – двуплечий рычаг;  
4 – шарнир; 5 – линейка; 6 – кронштейн; 7 – противовес;  
8 – фиксирующий болт; 9 – пилон

Люнет представляет собой двуплечий рычаг с противовесом, качающийся в двух плоскостях на шарнире с вертикальной и горизонтальной осями. Принцип действия люнета заключается в воздействии на копирный трос силой, равной по величине и обратной по направлению силе тяжести, вызывающей его провисание.

Люнет установлен на кронштейне *б*, который крепится к пилону *9* экскаватора и состоит из подъемного рычага *2*, двуплечего рычага *3*, шарнира *4*, противовеса *7*, фиксирующегося в нужном положении на

двуплечем рычага с помощью зажима. На конце подъемного рычага имеется крючок 1, который во время работы поддерживает копирный трос. На двуплечем рычаге закреплена линейка 5 для установки противовеса на определенном расстоянии от шарнира. На конце двуплечего рычага имеется болт 8 для фиксации противовеса. Шарнир 4 состоит из вилки с конусами, а также ограничителя поворота двуплечего рычага в горизонтальной плоскости.

На линейке делаются отметки рабочего положения противовеса при различных расстояниях между опорами копира.

Очистители бERM (бермоочистители) предназначены для удаления рыхлого грунта с бровки траншеи. Схематически они показаны на рис. 2.34. Очистители шарнирно крепятся к раме рабочего органа с двух сторон. В зависимости от требований возможна работа с одним бермоочистителем.

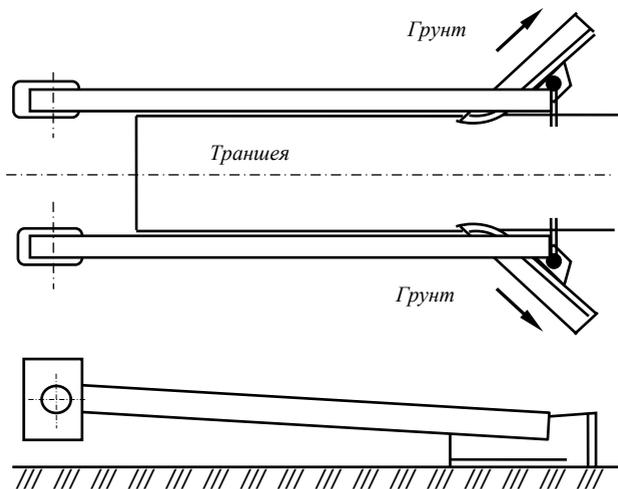


Рис. 2.34. Схема бермоочистителей

При копании дренажных траншей экскаваторами-дренукладчиками ЭТЦ-202Б используют три варианта регулирования глубины копания – А, Б, В.

*Вариант А.* При этом варианте требуемая глубина траншеи поддерживается посредством принудительного выглубления или заглубления рабочего органа с помощью его гидроцилиндров. Гидроцилиндр

трубоукладчика находится в плавающем положении и трубоукладчик под действием силы тяжести ложится на дно траншеи. При этом рабочий орган соединен с пилоном в трех точках, так как гидроцилиндры рабочего органа заперты. В этом случае имеет место жесткая навеска рабочего органа, что приводит при движении экскаватора по неспланированной поверхности к ее копированию рабочим органом из-за инерционности работы электрогидросистемы. Например, при наезде экскаватора на камень или кочку передняя часть гусеницы поднимается, а нижняя часть рабочего органа опускается, электрогидросистема срабатывает с опозданием и на дне траншеи появляется углубление, которое недопустимо при укладке дрен. Поэтому для устранения этого недостатка при работе на варианте А необходимо планировать трассу будущей траншеи, сглаживая все резкие перепады поверхности и удаляя камни, кочки, корчи и т. д. Преимуществом варианта А является возможность устройства траншей на тяжелых грунтах и в условиях, когда невозможна опора на трубоукладчик.

Заглубление рабочего органа при варианте А осуществляется подачей масла в штоковые полости гидроцилиндров рабочего органа, а выглубление – в поршневые.

*Вариант Б.* Данный вариант применяется при работе на легких грунтах, где момент от реакции грунта меньше момента от силы тяжести рабочего органа. При этом глубина копания не будет уменьшаться по сравнению с проектной. Выглубляется рабочий орган для поддержания проектного уклона цилиндром трубоукладчика.

Обе полости гидроцилиндров рабочего органа сообщаются с баком через золотник распределителя, установленный в плавающее положение. Это обеспечивает независимость положения рабочего органа от колебаний экскаватора в продольной вертикальной плоскости при движении по неспланированной поверхности.

Вариант Б применяется при работе на легких грунтах, где рабочий орган удерживается на проектных отметках за счет силы тяжести, поэтому для поддержания заданного уклона требуется только выглублять рабочий орган.

*Вариант В.* Заглубление рабочего органа осуществляется цилиндрами рабочего органа при подаче масла в штоковые полости (как при варианте А), а выглубление – цилиндром опоры при подаче масла в бесштоковую полость (как при варианте Б).

Гидросистема ЭТЦ-2011 позволяет вручную или в автоматическом режиме поддерживать требуемые глубину и уклон траншеи с использованием вариантов А и В.

Выпускаемый ОАО «Амкодор-КЭЗ», входящий в холдинг «Амкодор», экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-203 показан на рис. 2.35.



Рис. 2.35. Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-203 в работе

При укладке дренажа машинисту трудно наблюдать за зоной, в которой происходят основные работы. Это привело к созданию машин с перемещаемой кабиной. На рис. 2.36 показана схема экскаватора-дреноукладчика, у которого кабина на первой стадии смещена в сторону, а затем сдвинута к задней части, т. е. к трубоукладчику. Положения кабины показаны штриховыми линиями.

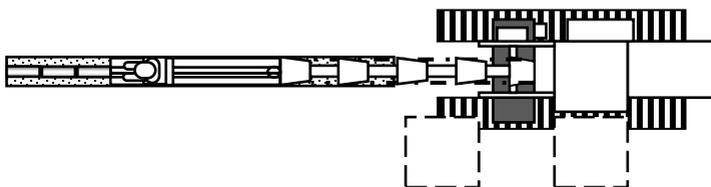


Рис. 2.36. Схема многоковшового цепного экскаватора с перемещаемой кабиной

Существуют машины с кабиной, установленной на поворотных рычагах.

Обратное засыпание траншеи выполняется обычно бульдозером. Эта работа достаточно трудоемка. Существуют экскаваторы-дреноукладчики, способные одновременно выполнять устройство и засыпание траншеи после укладки в нее дренажной трубы. Например, многоковшовый цепной экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-406 с обратной засыпкой дрены применяется в зоне орошения. Он способен укладывать

дренажную трубу на глубину до 4 м при ширине траншеи 0,6 м. Возможно обсыпание дренажной трубы гравием. Схема работы экскаватора показана на рис. 2.37.

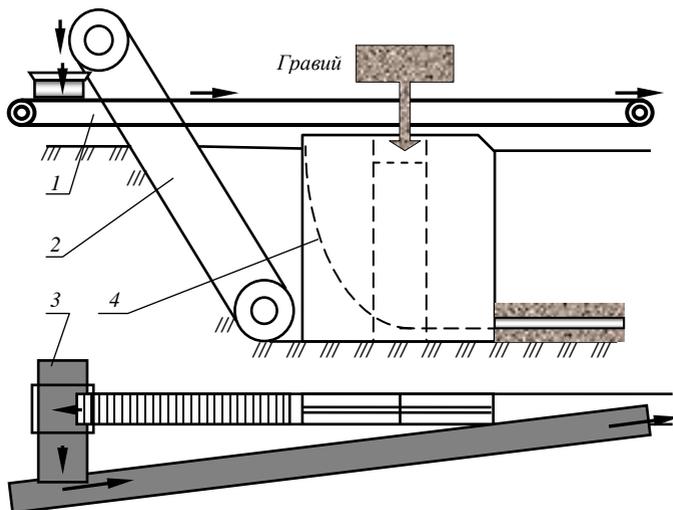


Рис. 2.37. Схема работы экскаватора-дреноукладчика с обратной засыпкой дрены: 1 – обратный конвейер; 2 – многоковшовый цепной рабочий орган; 3 – поперечный конвейер; 4 – лоток

Многоковшовый цепной рабочий орган 2 экскаватора выносит грунт и сыплет его на поперечный конвейер 3, который высыпает грунт на обратный конвейер 1. Дренажная труба по лотку в трубоукладчике 4 опускается на дно траншеи. При необходимости дренажная труба обсыпается гравием, загружаемым в среднюю секцию трубоукладчика.

Достаточно широкое распространение среди траншекопателей находят многоковшовые роторные экскаваторы. Типичная схема роторного рабочего органа показана на рис. 2.38.

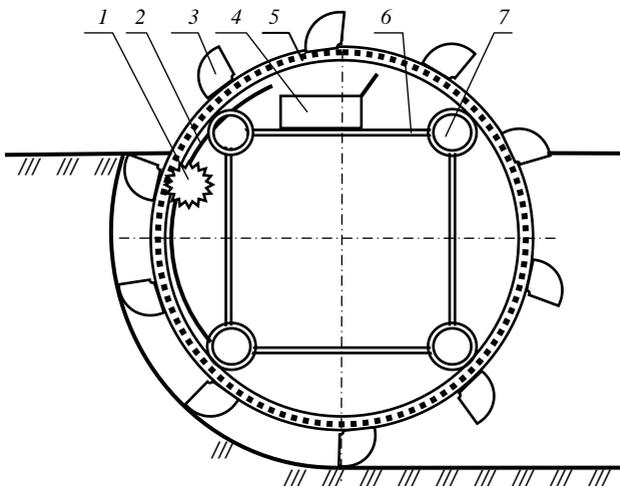


Рис. 2.38. Схема многоковшового роторного траншеекопателя:  
 1 – приводные звездочки; 2 – запорный сектор; 3 – ковш;  
 4 – отвальный конвейер; 5 – кольца с зубчатыми секторами;  
 6 – рама; 7 – опорные ролики

Ковши 3 крепятся к кольцам 5 ротора. К кольцам по кругу прикреплены секторы с зубьями, в зацепление с которыми входят две шестерни 1, имеющие механический, гидравлический или электрический привод. При вращении шестерен 1 вращаются и кольца с ковшами, перекатываясь по роликам 7, установленным на раме рабочего органа 6. Ковши, двигаясь снизу вверх, разрабатывают грунт в траншее и заполняются им. Для того чтобы грунт из ковшей преждевременно не высыпался внутрь ротора, в передней его части установлен стальной лист, так называемый запорный сектор 2. По достижении ковшом верхнего края запорного сектора грунт из ковша высыпается и попадает на поперечный ленточный конвейер 4, который выбрасывает грунт, образуя кавальер вдоль траншеи.

Известны экскаваторы-траншеекопатели с двухрядной установкой ковшей и двумя отвальными конвейерами. Они разрабатывают траншеи большой ширины (более 1,2 м).

Днища ковшей обычно выполняются из круглозвенных сварных цепей в виде сети. Влажный грунт сквозь ее ячеи не просыпается, а при выгрузке грунта из ковшей на транспортер цепное днище опадает вниз и грунт хорошо высыпается из ковшей даже при работе в грунтах, склонных к налипанию.

Зубья на ковшах ставятся таким образом, чтобы след зуба от последующего ковша не попал в след от предыдущего. Зубья имеют ширину рабочей части от 35 до 60 мм. Их изготавливают из сталей 40Х, 60С2, 35ГЛ и наплавляют электродами ВСН-6 или ВСН-5 или армируют пластинами из твердого сплава ВК-8В или ВК-15.

На рабочих органах некоторых экскаваторов могут устанавливаться пассивные откосники, которые подрезают и обрушают кромку траншеи во избежание ее самопроизвольного обрушения после прокладки.

Технические данные наиболее распространенных многоковшовых роторных экскаваторов-траншекопателей приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5. Технические данные многоковшовых роторных экскаваторов-траншекопателей

Показатели	ЭТР-162	ЭТР-204А	ЭТР-223А	ЭТР-224А	ЭТР-253А	ЭТР-254
Базовый трактор	ДТ-75С2	Перекомпонованный Т-130Г			ДЭТ-250М	УШ
Мощность двигателя, кВт	55	118	118	118	220	220
Глубина траншеи, м	1,6	2,0	2,2	2,2	2,5	2,5
Ширина траншеи, м	0,8	1,2	1,5	0,8	2,1	1,8; 2,1; 2,4
Техническая производительность в грунтах 1-й категории, м <sup>3</sup> /ч	300	650	650	600	1200	900
Диаметр ротора, мм	2900	3550	3830	4500	4500	4350
Частота вращения ротора, с <sup>-1</sup>	0,175	0,13	0,16	0,12; 0,15	0,123	0,128
Число ковшей, шт.	10	14	14	16	14	24
Вместимость ковша, л	70	140	160	85	250	150
Ширина ленты транспортера, мм	600	800	800	800	1200	1200
Масса, кг	12500	31400	33500	31100	58800	42000
Габаритные размеры в транспортном положении, мм	8300× 2100× 3000	11100× 3200× 4200	11460× 3260× 4180	11500× 3200× 4130	13400× 3700× 5010	13450× 3500× 4770

Общий вид роторного экскаватора-траншекопателя ЭТР-204А в транспортном положении приведен на рис. 2.39.

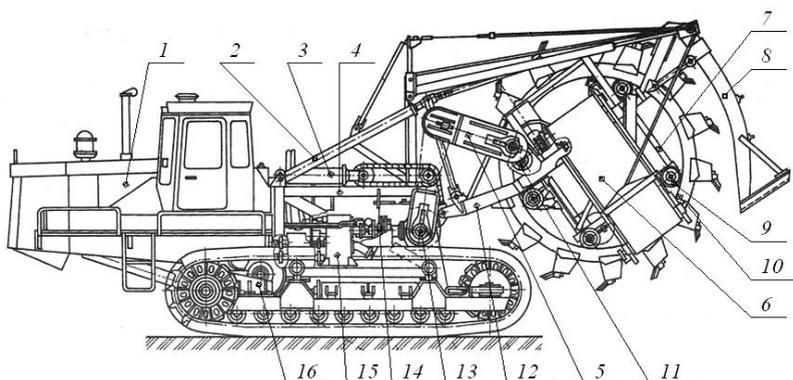


Рис. 2.39. Многоковшовый роторный экскаватор-траншеекопатель ЭТР-204А: 1 – тягач; 2, 3 – механизмы подъема рабочего оборудования; 4 – рама тягача; 5 – шарнирная цепная передача; 6 – конвейер; 7 – рама ротора; 8 – устройство зачистное; 9 – ролики; 10 – ротор; 11 – вал привода; 12 – рабочее оборудование; 14 – муфта предельного момента; 13, 15, 16 – редукторы

Внешний вид полуприцепного многоковшового роторного экскаватора-траншеекопателя с ковшами, установленными в два ряда, представлен на рис. 2.40.



Рис. 2.40. Многоковшовый роторный экскаватор-траншеекопатель ЭТР-254

На рис. 2.40 показано, что на рабочем органе могут быть установлены откосники для рытья траншей с наклонными стенками, а ленточные конвейеры и цепи привода рабочего органа сняты.

Цепные скребковые рабочие органы траншеекопателей имеют различные конструктивные схемы. Принцип их работы обычно заключается в том, что скребки, прикрепленные к рабочей цепи, при копании

траншеи перемещаются вместе с цепью, разрушают грунт и выносят его на дневную поверхность. Вынутый грунт во избежание осыпания в траншею отодвигается от ее бровки специальным устройством. На рис. 2.41 показана одна из распространенных схем цепного скребкового рабочего органа траншекопателя со шнековым устройством для отодвигания вынутого грунта.

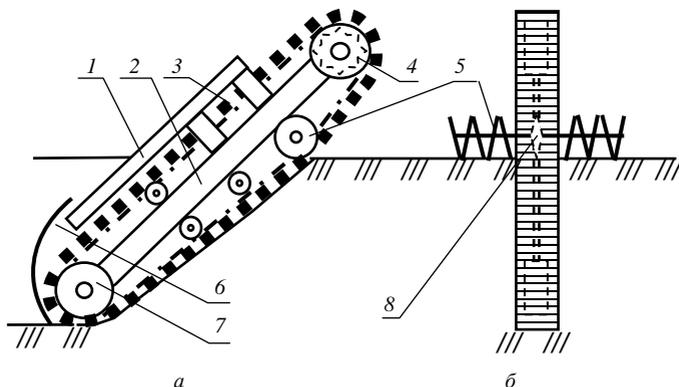


Рис. 2.41. Схема скребкового цепного рабочего органа траншекопателя со шнековым устройством для отодвигания вынутого грунта: *a* – вид сбоку; *б* – вид сзади; 1 – верхняя рама; 2 – основная рама; 3 – скребки; 4 – ведущая звездочка; 5 – шнеки; 6 – зачистное устройство; 7 – натяжное колесо; 8 – приводная звездочка

Рабочий орган крепится позади базового трактора и приводится в действие от его вала отбора мощности. Базовой частью рабочего органа является основная рама 2 с роликами. В верхней части рамы установлена ведущая звездочка 4, в нижней – натяжное колесо 7 или звездочка. Скребки 3 вместе с цепью перемещаются вдоль забоя снизу вверх, рыхлят грунт и выносят его на поверхность, ссыпая перед рабочим органом. Правый и левый шнеки 5, имеющие противоположное направление навивки, раздвигают вынутый грунт в стороны от траншеи. Привод шнеков обеспечивается от звездочки 8, находящейся в зацеплении с рабочей цепью либо от гидропривода. Подчистка дна траншеи выполняется зачистным устройством 6, прикрепленным с возможностью регулирования к верхней раме 1.

Общий вид навесного цепного экскаватора-траншекопателя типа ЭТЦ-165А со скребковым рабочим органом показан на рис. 2.42.

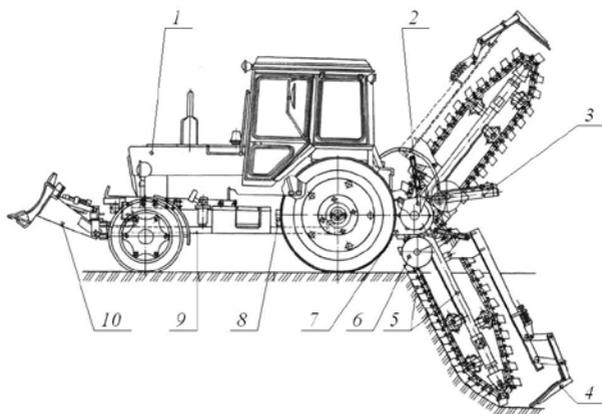


Рис. 2.42. Экскаватор-траншеекопатель ЭТЦ-165А: 1 – трактор базовый; 2 – муфта предельного момента; 3 – гидроцилиндр механизма подъема; 4 – башмак зачистной; 5 – экскаваторное рабочее оборудование; 6 – шнеки; 7 – редуктор привода рабочего органа; 8 – ходоуменьшитель; 9 – рама; 10 – бульдозер универсальный

В Беларуси выпускается скребковый цепной траншеекопатель ЭЦУ-150, который в зависимости от модификации может комплектоваться двухдисковым асфальторезом или цепным баровым рабочим органом без шнека с шириной щели 140 мм или скребковым траншейным рабочим органом, который может копать траншеи глубиной до 1500 или 1600 мм и шириной 210, 270 и 410 мм. При их комплектации специальными резцами ширина может быть 180, 210, 250, 270 мм.

На базе гусеничного трактора АГРОМАШ 90ТГ выпускается траншеекопатель МЗЦ-75. Общий вид экскаватора-траншеекопателя МЗЦ-75 с баровым цепным скребковым рабочим органом показан на рис. 2.43.



Рис. 2.43. Экскаватор-траншеекопатель МЗЦ-75

Скребок цепи (рис. 2.44) могут иметь различное исполнение как для разработки талых грунтов (так называемый летний вариант), так и мерзлых грунтов (зимний или баровый вариант).



Рис. 2.44. Фрагменты скрепковой цепи: *а* – летний вариант; *б* – зимний вариант

Достаточно распространенной является схема работы с отодвиганием вынутаго грунта поперечным скрепковым конвейером. Скрепковый цепной траншекопатель с поперечным скрепковым цепным конвейером для отодвигания вынутаго грунта показан на рис. 2.45.

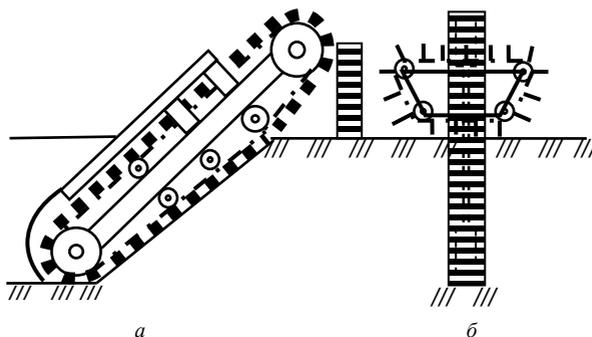


Рис. 2.45. Схема скрепкового цепного траншекопателя с поперечным скрепковым цепным устройством для отодвигания вынутаго грунта:  
*а* – вид сбоку; *б* – вид спереди

Внешний вид скрепкового экскаватора-траншекопателя ЭТЦ-208 с поперечным скрепковым цепным конвейером для отодвигания выну-

того грунта показан на рис. 2.46. Будучи дополнен трубоукладчиком, он превращается в экскаватор-дреноукладчик.

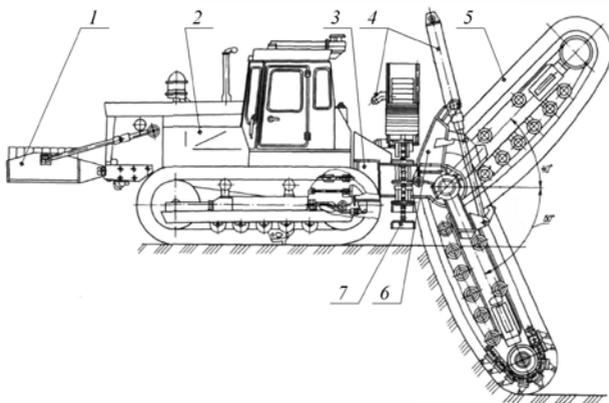


Рис. 2.46. Экскаватор-траншеекопатель ЭТЦ-208: 1 – противовес; 2 – трактор базовый; 3 – редуктор привода; 4 – гидросистема; 5 – рабочее оборудование; 6 – рама; 7 – поперечный скребковый конвейер

Известны подобные траншеекопатели с роторным метателем, отбрасывающим грунт в сторону. Существуют траншеекопатели, у которых вынутый грунт отбрасывается струей сжатого воздуха.

Одним из недостатков скребковых рабочих органов является сложность перемещения в отвал извлеченного грунта. Для использования ленточного транспортера для этих целей создан скребковый цепной траншеекопатель с подъемным лотком. Схема его рабочего органа показана на рис. 2.47.

Скребки 3 своими зубьями рыхлят грунт, который перемещается вверх транспортирующей лобовой частью последующего скребка. Грунт скребками перемещается вверх по забою, затем – по стальному подъемному лотку 8, с которого сыпается на поперечный конвейер 1. Транспортер отбрасывает грунт в сторону от траншеи. Скребки крепятся к рабочей цепи 4, приводимой в движение ведущей звездочкой 2.

При большой глубине траншеи она может обрушиться, поэтому на рабочем органе устанавливается оборудование для обрушения откосов, т. е. откосообразователи, состоящие из балансира 6 и цепей 7 с ножами. Нижние концы цепей 7 соединены с эксцентрично установленными в натяжных колесах 5 осями 9. При вращении натяжного барабана оси 9 заставляют штанги совершать колебательное движение и

подрезать кромки траншеи. При этом балансир вынужден совершать колебательное движение.

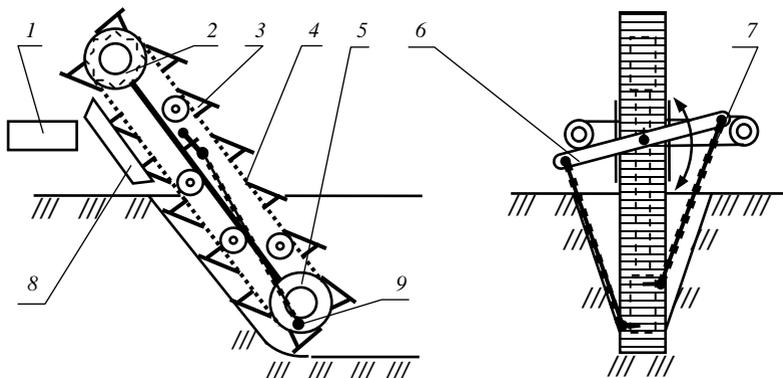


Рис. 2.47. Схема скребкового цепного траншеекопателя с подъемным лотком и откосообразователями: 1 – поперечный ленточный конвейер; 2 – ведущая звездочка; 3 – скребки; 4 – рабочая цепь; 5 – натяжные колеса; 6 – балансир; 7 – цепь; 8 – подъемный лоток; 9 – ось

Такую схему работы имеет экскаватор-траншеекопатель ЭТЦ-252 на базе трелевочного трактора ТТ-4 (рис. 2.48).

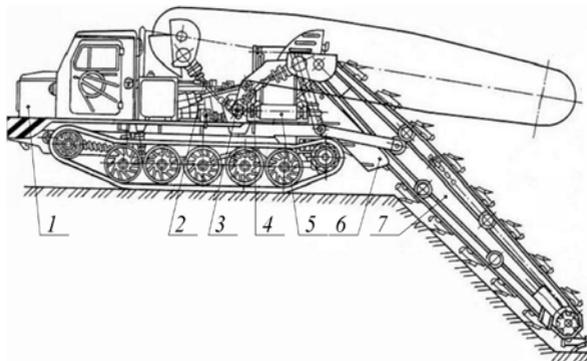


Рис. 2.48. Скребковый цепной траншеекопатель ЭТЦ-252: 1 – базовый трактор; 2 – гидропривод; 3 – трансмиссия; 4 – механизм подъема и опускания рабочего органа; 5 – поперечный ленточный конвейер; 6 – подъемный лоток; 7 – рабочий орган

Он имеет бесступенчатое регулирование скоростей рабочего хода, гидравлический привод ленточного отвального конвейера и механизма подъема-опускания рабочего органа. Привод рабочего органа механи-

ческий. Экскаватор состоит из базового трактора 1, гидропривода 2, трансмиссии 3, механизма подъема и опускания рабочего органа 4, поперечного ленточного конвейера 5, подъемного лотка 6, рабочего органа 7.

Технологическая схема работы экскаватора ЭТЦ-252 приведена на рис. 2.49.

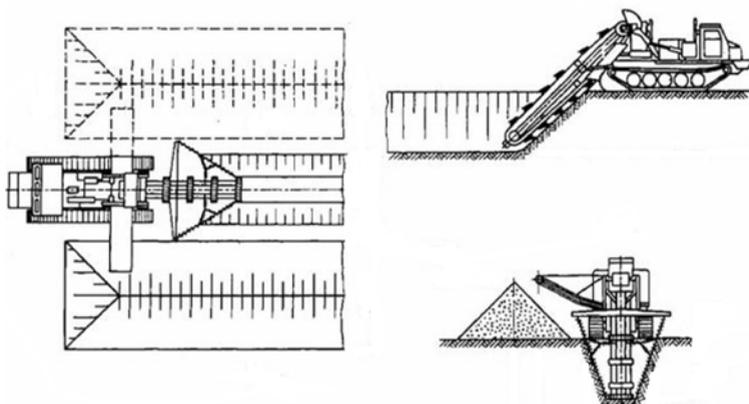


Рис. 2.49. Технологическая схема работы экскаватора ЭТЦ-252

С целью повышения проходимости по слабонесущим грунтам могут применяться четырехгусеничные машины (рис. 2.50).



Рис. 2.50. Скробковый цепной экскаватор-траншекопатель VERMEER RTX1250

Для рытья траншей и устройства дренажа в грунтах первой – четвертой категорий, а также в мерзлых грунтах сезонного промерзания предназначен экскаватор-траншеекопатель ЭТЦ-250 производства Российского ОАО «ИРМАШ». Он имеет собственную базу и цепной скребковый рабочий орган с системой стабилизации его вертикального положения. Отваливание грунта в сторону осуществляется ленточным транспортером. На рис. 2.51 показан экскаватор в транспортном положении, а на рис. 2.52 – в процессе укладки дренажной трубы.

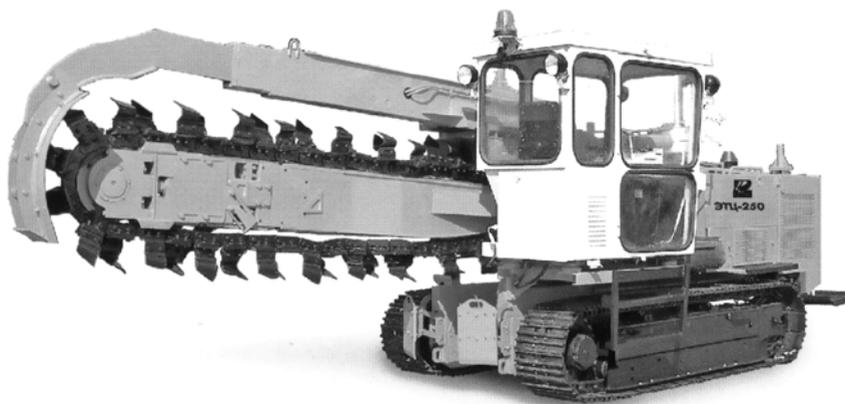
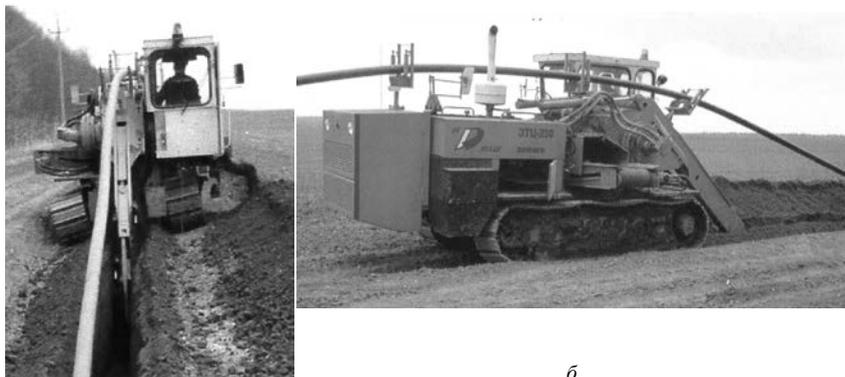


Рис. 2.51. Скребковый цепной экскаватор-траншеекопатель ЭТЦ-250

Многие современные экскаваторы-траншеекопатели и дреноукладчики с цепными рабочими органами имеют ходовое оборудование, способное наклоняться в продольной и поперечной плоскостях относительно всей конструкции экскаватора.

При таком устройстве в конструкции рабочего оборудования не возникают напряжения, изламывающие его при движении экскаватора по неровной поверхности (рис. 2. 52, *a*) или при прокладке траншеи по дуге.



*a*

Рис. 2.52. Вид экскаватора-траншеекопателя ЭТЦ-250 в рабочем положении:  
*a* – вид сзади (укладка дренажа на косогоре); *б* – вид сбоку

Основные технические данные наиболее распространенных скребковых цепных траншеекопателей приведены в табл. 2.6.

Таблица 2.6. Основные технические данные цепных скребковых экскаваторов-траншеекопателей

Показатели	ЭТЦ-165А	ЭТЦ-208В	ЭТЦ-208Д	ЭТЦ-250	ЭТЦ-252
Глубина траншеи, м	До 1,6	До 2,0	До 2,0	До 2,5	До 2,5 и 3,5
Ширина траншеи, м	0,20; 0,27; 0,40	0,60	0,14	0,25; 0,40; 0,50	0,80; 1,0
Техническая производительность в грунтах 1-й категории, м <sup>3</sup> /ч	85	120 (в грунтах 2-й категории)	21 (в мерзлых грунтах)	–	220
Базовый трактор	БЕЛАРУС 82	Т-170МГ-1	Т-170МГ-1	Собственная	ТТ-4
Номинальная мощность двигателя, кВт	55	118	118	154,4	81
Скорость цепи рабочего органа, м/с	0,80; 1,2; 1,5; 2,1	1,7; 2,4	1,63; 2,65	До 3,6	0,80; 1,25
Конструктивная масса, кг	6300	24200	20000	–	19500/ 20100

Одним из основных недостатков скребковых рабочих органов является потеря энергии при преодолении сил трения грунта, перемещае-

мого по забою. Этого недостатка лишен цепной траншеекопатель с обратным наклоном рабочего органа. Схема его работы показана на рис. 2.53.

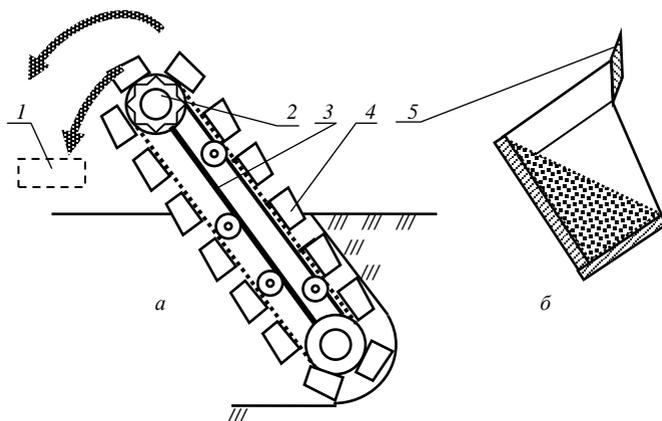


Рис. 2.53. Схема цепного траншеекопателя с обратным наклоном рабочего органа: *а* – схема рабочего органа; *б* – схема скребка; 1 – поперечный конвейер; 2 – ведущая звездочка; 3 – рама; 4 – скребки; 5 – режущая кромка

Рама 3 рабочего органа наклонена назад по ходу движения, а скребки 4 имеют форму ковшей без передней стенки. Срезанный режущей кромкой 5 грунт собирается в скребке и не трется о забой. Выгрузка грунта происходит при огибании скребком ведущей звездочки 2. Грунт высыпается на поперечный конвейер 1.

При необходимости обратной засыпки траншеи, например, если в нее одновременно с отрывкой укладывается дренажная труба, поперечный отвальный транспортер не устанавливается.

Для использования в зоне орошения предназначены скребковые экскаваторы-дреноукладчики ДУ-3502 и ДУ-4003, выполняющие обратную засыпку траншеи. Они монтируются на собственной базе, созданной с использованием агрегатов тракторов Т-170 и К-701.

Основные технические данные указанных экскаваторов приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7. Основные технические данные скребковых экскаваторов-дреноукладчиков для зоны орошения

Показатели	ДУ-3502	ДУ-4003
Глубина траншеи, м	До 3,5	До 4,0
Ширина траншеи, м	0,35	0,40
Диаметр труб с изоляцией, мм	240	240
Скорость прокладки траншеи, м/ч: при глубине 3,0 м при глубине 3,5 м	213 –	– 250
Скорость цепи рабочего органа, м/с	2...7	2...7
Конструктивная масса, т	29	28
Длина машины, мм	17000	11700
Номинальная мощность двигателя, кВт	220	220

Обратная засыпка дрены обеспечивается благодаря тому, что расположенный за скребковым рабочим органом трубоукладчик имеет меньшую ширину, чем прорезаемая скребками траншея. Выносимый скребками грунт сыпается в щели между боковыми стенками трубоукладчика и траншеи, частично засыпая ее.

Экскаватор-дреноукладчик, отличающийся наличием бункера для обсыпания дренажной трубы и перемещающейся кабины, представлен на рис. 2.54.



Рис. 2.54. Цепной скребковый экскаватор-дреноукладчик с бункером для обсыпания дренажной трубы и перемещающейся кабиной

Перспективной конструкцией экскаватора-дреноукладчика является цепной узкотраншейный экскаватор-дреноукладчик, создаваемый в ОАО «Амкодор-КЭЗ» на базе одной из моделей машин английской фирмы Mastenbroek. Предполагается, что экскаватор-дреноукладчик

сможет устраивать дренаж на глубине до 1,8 м. Общий вид модели приведен на рис. 2.55.



Рис. 2.55. Перспективный цепной скребковый экскаватор-дреноукладчик

На рабочее оборудование действуют большие нагрузки. Для снижения их воздействия на ходовую часть рабочие органы некоторых траншеекопателей (рис. 2.56) снабжаются опорными устройствами в виде лыж.



Рис. 2.56. Цепные скребковые экскаваторы-дреноукладчики с опорными устройствами рабочего органа

Рабочие органы, предназначенные для прорезания узких щелей в твердых и мерзлых грунтах, называются баровыми. Они прорезают одну или две, иногда три щели. Как правило, это цепные вертикальные (рис. 2.57, а), крутонаклонные (рис. 2.57, б) или дисковые (рис. 2.57, в) рабочие органы.

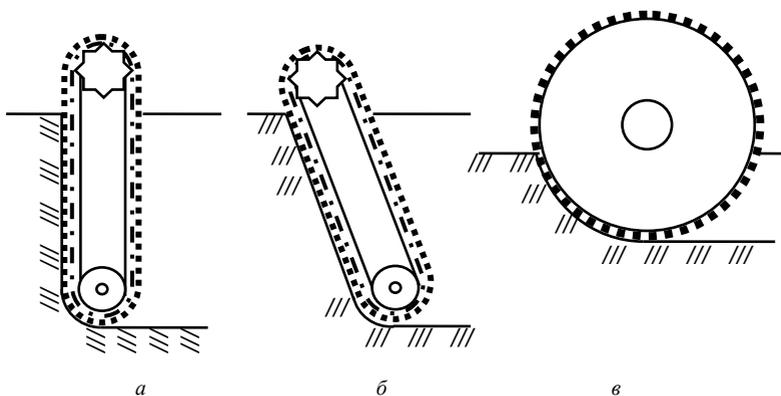


Рис. 2.57. Схемы баровых рабочих органов: *a* – цепной вертикальный; *б* – цепной крутонаклонный; *в* – дисковый

На рис. 2.58 показан дисковый скребковый рабочий орган экскаватора-дренукладчика фирмы Cosmesco.



Рис. 2.58. Дисковый скребковый рабочий орган экскаватора-дренукладчика фирмы Cosmesco

В качестве траншеекопателей и дренукладчиков применяют также шнековые рабочие органы вертикальные (рис. 2.59, *a*) и наклонные (рис. 2.59, *б*).

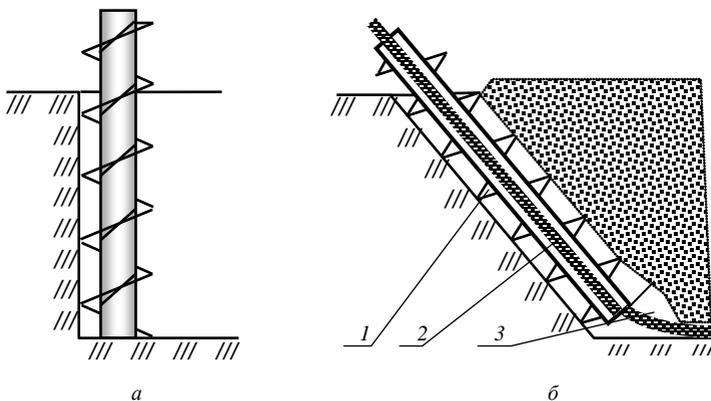


Рис. 2.59. Схемы шнековых рабочих органов: *a* – вертикального; *б* – наклонного; 1 – шнек; 2 – дренажная труба; 3 – полость в грунте

Вертикальный шнековый рабочий орган должен иметь скорость вращения, достаточную для того, чтобы поднятый витками шнека грунт приобретал окружную скорость, достаточную для отбрасывания его от бровки траншеи. Сзади по ходу движения шнека может быть установлено приспособление для опускания на дно траншеи дренажных трубок.

У наклонного шнека 1 частота вращения небольшая, но достаточная для того, чтобы при его вращении происходило приподнимание грунта. При этом грунт из траншеи не извлекается, но в нижней ее части образуется полость 3, перемещающаяся под землей позади шнека. В эту полость сквозь полый вал шнека подается дренажная труба 2. Таким образом обеспечивается укладка дренажа одним из наиболее экономичных способов.

Для отрывки траншей с наклонными стенками или каналов для предварительного осушения может использоваться рабочий орган с коническим шнеком (рис. 2.60).

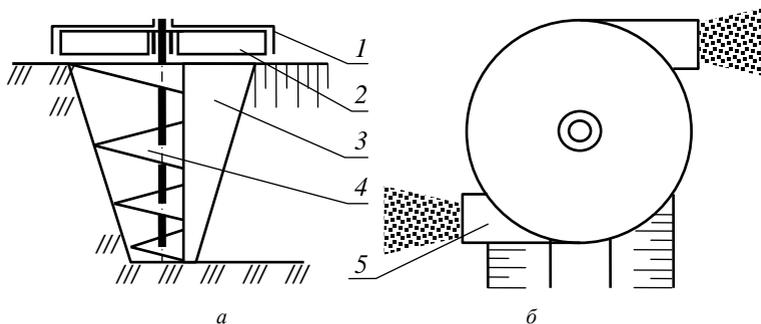


Рис. 2.60. Схема рабочего органа с коническим шнеком:  
*а* – вид сбоку; *б* – вид сверху; 1 – верхний кожух; 2 – лопастный метатель; 3 – боковой кожух; 4 – шнек; 5 – боковые окна

Шнек 4, имеющий форму усеченного конуса, при вращении вырезает в грунте траншею с наклонными стенками. Вырезаемый грунт поднимается вверх к лопастному метателю 2, охваченному верхним кожухом 1. Метатель через боковые окна 5 выбрасывает грунт вдоль траншеи. Для того чтобы грунт не осыпался позади шнека снова в траншею, сзади он охвачен боковым кожухом 3.

Для нарезания щелей в грунте с целью обеспечения отвода поверхностных вод в нижележащие слои грунта применяется щелерезный дисковый рабочий орган, схема которого показана на рис. 2.61.

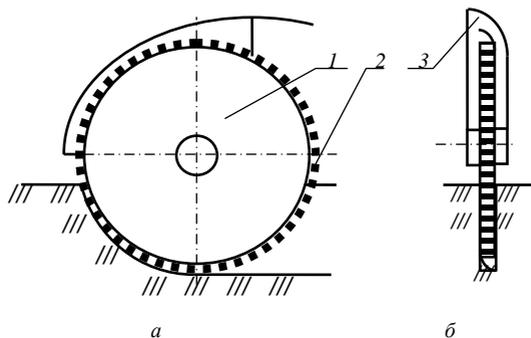


Рис. 2.61. Схема дискового рабочего органа для щелевого дренажа: *а* – вид сбоку; *б* – вид сзади;  
 1 – диск; 2 – ножи; 3 – отражающий кожух

Диск 1 с жестко прикрепленными к нему изогнутыми ножами 2 вырезает грунт и благодаря высокой скорости отбрасывает его на отражающий кожух 3. Ударяясь о кожух, грунт отлетает в сторону. После прохода данного органа в грунте образуется открытая щель.

Щелевой дренаж строится обычно закрытым, так как щель не должна засыпаться грунтом, она должна быть безопасной для людей и животных. На рис. 2.62 показана схема цепного скребкового рабочего органа для закрытого прямоугольного щелевого дренажа.

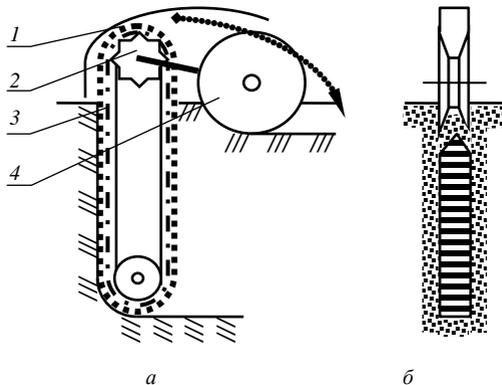


Рис. 2.62. Схема цепного скребкового рабочего органа для щелевого дренажа: а — вид сбоку; б — вид сзади; 1 — кожух; 2 — ведущая звездочка; 3 — рабочая цепь; 4 — закрывающий аппарат

Рабочая цепь 3 со скребками или резцами, приводимая в движение ведущей звездочкой 2, прорезает щель и отбрасывает выносимый грунт на кожух 1. Он направляет поток грунта за закрывающий аппарат 4, катушка которого осаживает грунт и закрывает щель. Таким образом, после прохода данного рабочего органа образуется прямоугольная щель, закрытая сдеформированным катушкой грунтом и присыпанная вынутым из щели рыхлым грунтом.

Для этих же целей применяется дисковый рабочий орган (рис. 2.63). Диск 3 (рис. 2.63, а) с ножами приводится во вращение приводом 5 (рис. 2.63, б). В процессе работы он опирается на две лыжи 1. Вращающийся диск вырезает прямоугольную щель, которую закрывает ножевой аппарат 4. Выносимый рыхлый грунт, направляемый кожухом 2, присыпает вырезанную щель.

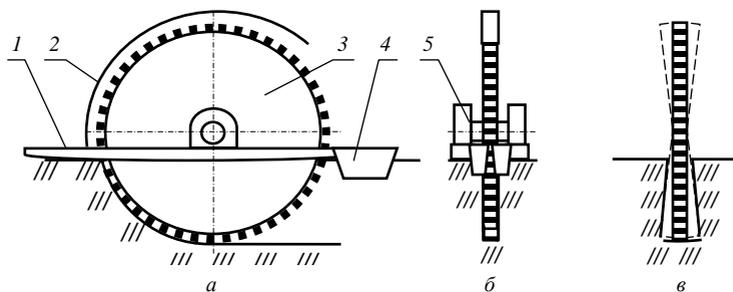


Рис. 2.63. Схема дискового рабочего органа для щелевого дренажа:  
*а* – вид сбоку; *б* – вид сзади; *в* – прокладка треугольной щели; 1 – лыжи; 2 – кожух; 3 – диск; 4 – закрывающий аппарат; 5 – привод

Данным рабочим органом можно вырезать щель треугольной формы (рис. 2.63, *в*). В этом случае привод не только вращает диск, но еще и колеблет его из стороны в сторону, расширяя за счет этого нижнюю часть щели.

## 2.6. Механизация укладки керамических дренажных труб

Одним из недостатков строительства гончарного дренажа является его большая трудоемкость и необходимость предварительной раскладки трубок вдоль оси будущей траншеи с последующей ручной подачей трубок в трубоукладчик. Для облегчения работы по раскладке трубок с тракторного прицепа может использоваться приспособление, схема работы которого показана на рис. 2.64.

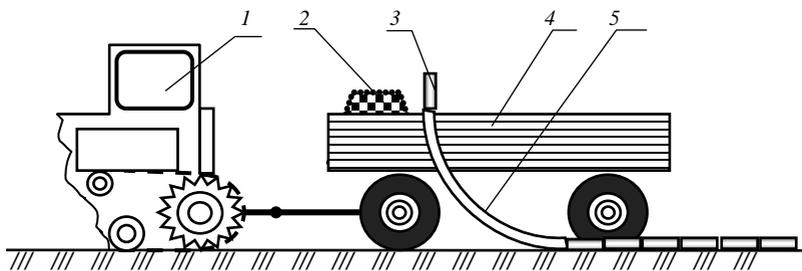


Рис. 2.64. Приспособление для раскладывания трубок вдоль будущей траншеи:  
 1 – трактор; 2 – контейнер с трубками; 3 – дренажная трубка; 4 – прицеп; 5 – желоб

Контейнер 2 с трубками устанавливается на прицеп 4, перемещаемый трактором 1. Трубки 3 вручную укладываются на желоб 5, сползают по нему и ложатся на землю вдоль будущей траншеи.

При втором способе укладки (рис. 2.65) к дреноукладчику 6 цепляется бункер 5 на полозьях с запасом трубок. Бункер имеет платформу 3 для рабочего 4, подающего дренажные трубки в спускной лоток трубоукладчика. Трубки под действием силы тяжести спускаются по лотку на дно траншеи, где рабочий-дреноукладчик 2 производит их изоляцию фильтрующим материалом и укладку в линию.

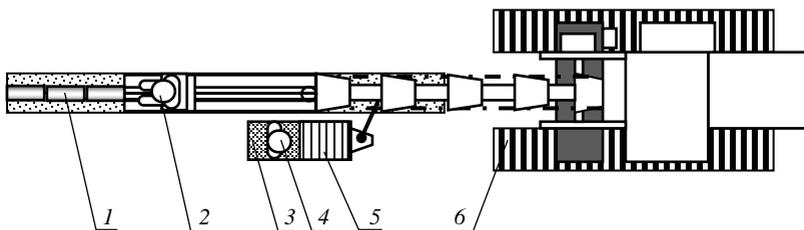


Рис. 2.65. Схема работы с бункером для укладки трубок: 1 – дренажная труба; 2 – рабочий-дреноукладчик; 3 – прицепная платформа; 4 – рабочий, подающий дренажные трубки; 5 – бункер с запасом трубок; 6 – дреноукладчик

Приспособления для создания запаса трубок показаны на рис. 2.66.

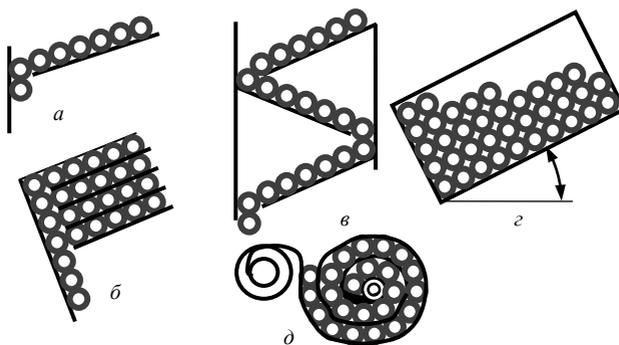


Рис. 2.66. Приспособления для накопления запаса трубок: а – полочный накопитель; б – многополочный накопитель; в – многоярусный накопитель; г – бункерный накопитель; д – барабанный накопитель

Уложенные на полку накопителя (рис. 2.66, *а*) трубки скатываются и попадают к приспособлению для укладки трубок. Наклон полки составляет  $10...12^\circ$ , при этом запас трубок составляет  $10...20$  шт., что требует частого их пополнения.

Необходимый запас трубок ( $50...60$  м дренажа) может быть создан в многополочном накопителе (рис. 2.66, *б*), однако здесь возможно заклинивание трубок при их перемещении.

Упорядоченное движение происходит в многоярусном накопителе (рис. 2.66, *в*). Наибольшей емкостью обладает бункерный накопитель (рис. 2.66, *з*). Из него трубки извлекаются вручную или специальным приспособлением. Для облегчения извлечения трубок бункер наклонен под углом  $30^\circ$ . При малых углах наклона возможно зависание труб.

В барабанном накопителе (рис. 2.66, *д*) трубки находятся между лентой или тросами. Приспособление имеет вал с рычагом. При укладке трубок вал с рычагом вращаются, трубки поступают на укладку, а лента или тросы наматываются на катушку.

Для механизированной укладки трубок разработаны специальные приспособления (рис. 2.67).

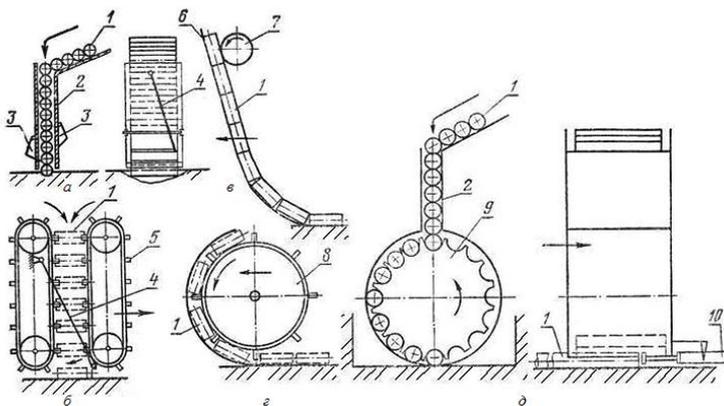


Рис. 2.67. Приспособления для механизированной укладки трубок:

- а* – вертикальный спускной желоб с торцевым поджимом подвижным шатуном;
- б* – подача труб цепным транспортером с торцевым поджимом подвижным шатуном;
- в* – наклонный спускной желоб с торцевым поджимом фрикционным роликом;
- г* – подача и поджим труб ротором;
- д* – подача труб гидроплунжером;
- е* – дренажная трубка;
- ж* – вертикальный спускной желоб;
- з* – отсекатели-гасители энергии;
- и* – подвижной шатун;
- к* – цепной транспортер со штырями;
- л* – наклонный спускной желоб;
- м* – прижимной фрикционный ролик;
- н* – ротор с пластинами;
- о* – кассетный ролик;
- п* – гидравлический плунжер

## 2.7. Сравнительный анализ способов строительства дренажа

Основными способами строительства дренажа являются широко-траншейный, узкотраншейный, бестраншейный, кротовый и щелевой.

Сравнение этих способов можно произвести, сопоставляя их достоинства и недостатки. Для наглядности приведем их в табличной форме (табл. 2.8).

Таблица 2.8. Достоинства и недостатки основных способов строительства дренажа

Способ строительства дренажа	Достоинства	Недостатки
Широко-траншейный	Возможность укладки труб большого диаметра, низкое тяговое сопротивление, возможность работы в грунтах с древесными включениями и камнями, простота контроля качества укладки	Большой объем земляных работ, потеря части почвенного слоя, низкая производительность, сложность рабочего органа, высокая себестоимость строительства
Узкотраншейный	Низкое тяговое сопротивление, возможность работы в грунтах с древесными включениями и камнями, уменьшенный объем земляных работ, незначительные потери почвенного слоя, повышенная производительность	Ограничена возможность укладки труб большого диаметра, затруднен контроль качества укладки, сложность рабочего органа, достаточно высокая себестоимость строительства
Бестраншейный	Минимальный объем земляных работ, отсутствие потерь почвенного слоя, простота рабочего органа, высокая производительность, достаточно низкая себестоимость строительства	Сильно затруднен контроль качества укладки, большое тяговое сопротивление, невозможность работы в грунтах с посторонними включениями
Кротовый	Минимальный объем земляных работ, отсутствие потерь почвенного слоя, простота и малая масса рабочего органа, высокая производительность, минимальная себестоимость строительства	Короткий срок службы дренажа, большое тяговое сопротивление, невозможность работы в грунтах с посторонними включениями
Щелевой	Минимальный объем земляных работ, отсутствие потерь почвенного слоя, высокая водопримная способность дрен, высокая производительность, низкое тяговое сопротивление, низкая себестоимость строительства	Короткий срок службы дренажа, небольшая глубина дрен

### 3. СИСТЕМЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОГО УКЛОНА ДРЕН

#### 3.1. Назначение и классификация систем и механизмов

Системы и механизмы, предназначенные для обеспечения требуемых уклона, глубины и прямолинейности дрен или каналов независимо от рельефа пути машины, можно классифицировать следующим образом.

*По способу задания уклона* системы бывают копирными, бескопирными и комбинированными.

*Копирные системы* поддерживают уклон, реагируя на отклонение рабочего органа от копирной (базовой) прямой. В качестве базовой прямой используются копирный трос, луч лазерного излучателя, модулированный луч светового излучателя, оптическая ось наблюдательного прибора, воображаемая прямая, проходящая через центры визирок.

*Бескопирные системы* поддерживают уклон, перемещая рабочий орган по заданной программе в зависимости от времени или пройденного пути или используя реакцию грунта на рабочий орган, а также датчики уклона, реагирующие на наклон машины или специального базового элемента. Последние также называют самоориентирующимися.

*Комбинированные системы* включают в себя элементы бескопирных и копирных систем, например, копирный трос и датчик уклона.

При использовании на машине одновременно нескольких систем общую систему в целом называют *многокомпонентной*.

*По способу управления* системы делятся на автоматические, с ручным и смешанным управлением.

*По расположению оператора* по отношению к машине системы с ручным управлением делятся на системы с непосредственным и дистанционным управлением.

#### 3.2. Копирные системы

Наиболее простой копирной системой является *система с использованием визирок* и непосредственным ручным управлением рабочим органом. Схематически она изображена на рис. 3.1. Условно в качестве дренажной машины здесь принята кротодренажная.

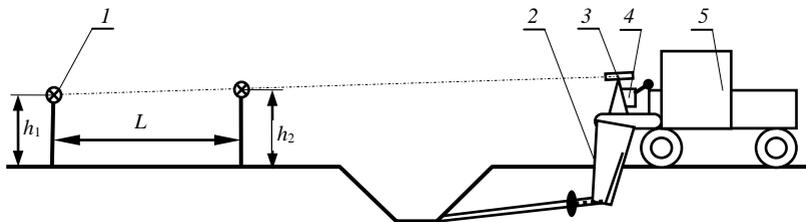


Рис. 3.1. Схема копирной системы с использованием визирок:  
 1 – визирка; 2 – рабочий орган дренажной машины; 3 – наблюдательное приспособление; 4 – пульт управления; 5 – дренажная машина

Для задания копирной линии сзади по ходу дренажной машины 5 устанавливаются две визирки 1 по оси будущей дрены. Исходная глубина дрены определяется высотой установки визирок. Чем большая требуется начальная глубина дрены, тем меньшей будет высота установки визирок. Требуемый уклон дрены  $i$  в таком случае определяется по формуле

$$i = (h_2 - h_1) / L, \quad (3.1)$$

где  $h_2$  и  $h_1$  – высоты ближней к машине и дальней визирок;

$L$  – расстояние между визирками.

При прокладке дрены дренажная машина 5 устанавливается в ее начале и ориентируется вдоль оси будущей дрены. Рабочий орган 2 опускается на требуемую глубину, о чем судят по совпадению центров визирок и оси наблюдательного приспособления 3, устанавливаемого на раме рабочего органа. При движении машины оператор посредством пульта управления 4 обеспечивает совпадение центров визирок и наблюдательного прибора, тем самым выдерживая требуемую глубину и уклон дрены. Используя систему управления поворотами машины и следя за положением визирок, оператор задает и нужное направление дрены.

При использовании в качестве базовой линии оптической оси наблюдательного прибора применяется дистанционный ручной способ управления. Схема работы приведена на рис. 3.2.

В этом случае наблюдательный прибор 2 устанавливается сзади по ходу дреноукладчика 7. Уклон оптической оси прибора и его высота назначаются в соответствии с параметрами дрены. Дренажная машина устанавливается в ее начале и ориентируется вдоль оси будущей дрены. Рабочий орган 4 заглубляется до попадания в перекрестие зри-

тельного поля прибора нужного деления линейки 5, установленной на раме рабочего органа. Команды на перемещение рабочего органа дает оператор, находящийся у наблюдательного прибора. Для передачи сигнала он имеет пульт 1, электрическим проводом 3 соединенный с катушкой 6 для наматывания провода. Провод присоединен к подвижному контакту катушки для передачи управляющего сигнала в электрогидросистему дренажной машины.

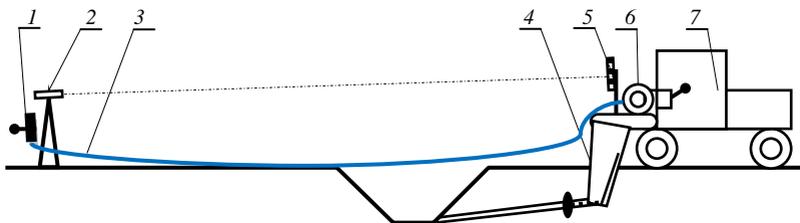


Рис. 3.2. Схема копирной системы с использованием оптической оси наблюдательного прибора: 1 – пульт управления; 2 – наблюдательный прибор; 3 – электрический провод; 4 – рабочий орган дренажной машины; 5 – линейка; 6 – катушка; 7 – дренажная машина

Существуют подобные системы с беспроводной передачей сигнала от оператора, т. е. радиоуправляемые системы.

Направление дрены при данной схеме обеспечивается передвижением машины по предварительно размеченной вешками линии.

Использование описанных систем требует постоянного наблюдения за положением рабочего органа, что достаточно утомительно. Кроме того, для управления системой необходим дополнительный работник.

К числу широко используемых систем относятся *системы, использующие в качестве базовой прямой копирный трос*.

При использовании копирного троса предварительно производится подготовка трассы и его установка.

Перед работой экскаватора необходимо на трассе траншеи предварительно провести следующие работы:

- освободить трассу от густых камышовых зарослей, кустарников и мелколесья;

- выкорчевать и удалить пни, валуны и прочие крупные предметы;

- при необходимости спланировать бульдозером трассу;

- обозначить вешками ось траншеи;

на расстоянии 1550 мм справа от оси траншеи на всем ее протяжении разбить пикеты через 10...20 м;

произвести нивелирование трассы по установленным пикетам. Записать на пикетах расстояние от дна будущей траншеи до поверхности пикета;

установить у каждого пикета штатив для копирного троса;

натянуть на штативах и закрепить копирный трос.

Расстояние от поверхности пикета до конца штатива, т. е. до копирного троса, определяется в соответствии с рис. 3.3.

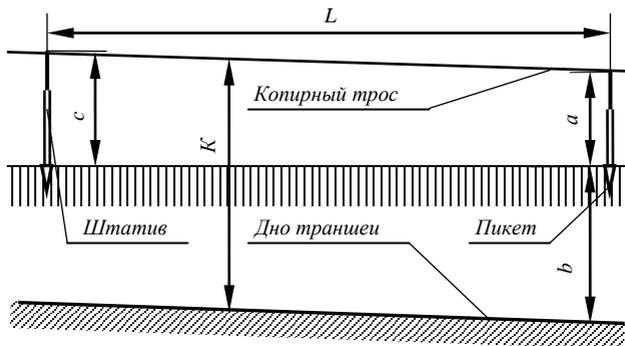


Рис. 3.3. Схема к определению высоты установки штативов

Расчет ведется по следующей формуле:

$$a = K - b, \quad (3.2)$$

где  $a$  – расстояние от поверхности пикета до конца штатива;

$K$  – параметр (коэффициент) экскаватора, равный расстоянию от копирного троса до дна траншеи. Для экскаваторов-дренукладчиков ЭТЦ-202 и ЭТЦ-2011 оно примерно равно 2550 мм;

$b$  – расстояние от поверхности пикета до дна траншеи.

При этом уклон  $i$  копирного троса составит

$$i = (c - a) / L, \quad (3.3)$$

где  $c$  – высота последующего штатива;

$L$  – расстояние между штативами.

Для примера рассмотрим принцип действия копирной системы, использующейся на экскаваторах-дреноукладчиках (рис. 3.4).

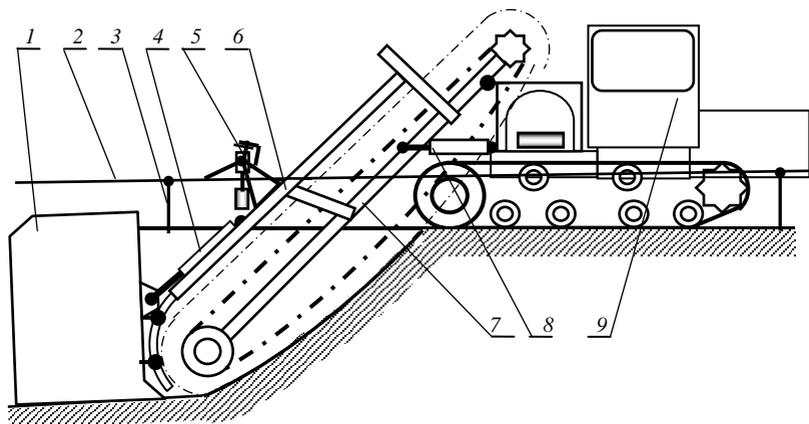


Рис. 3.4. Схема работы многоковшового цепного экскаватора-дреноукладчика при использовании копирного троса: 1 – трубоукладчик; 2 – копирный трос; 3 – штатив; 4 – гидроцилиндр трубоукладчика; 5 – датчик уклона; 6 – верхняя рама рабочего органа; 7 – рабочий орган дреноукладчика; 8 – гидроцилиндры подъема-опускания рабочего органа; 9 – экскаватор

Экскаватор 9 в начале будущей траншеи становится вдоль ее оси и с помощью гидроцилиндров 8 опускает рабочий орган 7, на верхней раме 6 которого установлен датчик уклона 5. Гидроцилиндром 4 трубоукладчик 1 опускается на дно траншеи. Ковши рабочего органа при этом прокапывают траншею по длине, достаточную для размещения в ней трубоукладчика. Рабочий орган заглубляется до тех пор, пока шуп датчика не ляжет на копирный трос 2 и не повернется в положение, соответствующее замыканию контактов датчика. Для прокладки траншеи включается рабочее передвижение экскаватора, а в трубоукладчик подается дренажная труба. При отклонении глубины траншеи от требуемой датчик вместе с рабочим органом меняет свое положение относительно копирного троса, опирающегося на штатив 3. Это приводит к замыканию контактов датчика 5 и поступлению сигнала на подъем или опускание рабочего органа.

В зависимости от грунтовых условий после заглубления рабочего органа выбирается и включается вариант поддержания требуемой глубины. При наличии в грунте камней используют вариант поддержания

глубины посредством гидроцилиндров 9 рабочего органа, которые при необходимости обеспечивают принудительный подъем или заглубление рабочего органа. На легких грунтах может использоваться вариант, при котором гидроцилиндры 9 переводятся в плавающее положение, заглубление осуществляется под действием силы тяжести рабочего оборудования, а выглубление – за счет гидроцилиндра 4 трубоукладчика. При необходимости уменьшения глубины рабочая жидкость гидросистемы подается в бесштоковую полость, шток гидроцилиндра воздействует на трубоукладчик, который днищем упирается в дно траншеи и вынуждает приподниматься рабочий орган. Данный вариант обеспечивает высокую точность уклона, но не применим в условиях, когда невозможно опереться трубоукладчиком на дно траншеи из-за слабых грунтов. На прочных грунтах резко снижается производительность экскаватора.

Наиболее универсальным является вариант, при котором заглубление обеспечивается принудительно гидроцилиндрами 9, а выглубление – гидроцилиндром 4.

Управление гидросистемой может осуществляться вручную или автоматически. При включении ручного способа управления замыкание контактов датчика вызывает загорание одной из сигнальных ламп, указывающих на необходимость выглубления или заглубления рабочего органа. Машинист, ориентируясь на сигнал ламп, нажимает на кнопку подъема или опускания рабочего органа. При автоматическом способе управления замыкание контактов датчика вызывает загорание сигнальной лампы и одновременно направление потока рабочей жидкости гидросистемы в соответствующую полость гидроцилиндров, заглубляющих или выглубляющих рабочий орган.

Датчик (рис. 3.5) представляет собой электромеханическое переключающее устройство, установленное на рабочем органе 8 экскаватора и предназначенное для управления системой выдерживания заданного уклона дна траншеи. Он состоит из корпуса, к нижней крышке которого подвешен груз 7, поддерживающий датчик в вертикальном положении. Подвешивается датчик к кронштейну 6 при помощи центров 5, в которых он может качаться в поперечной и продольной плоскостях экскаватора. Щуп 10 установлен в корпусе с возможностью поворота вокруг горизонтальной оси. На щуп опирается толкатель 11.

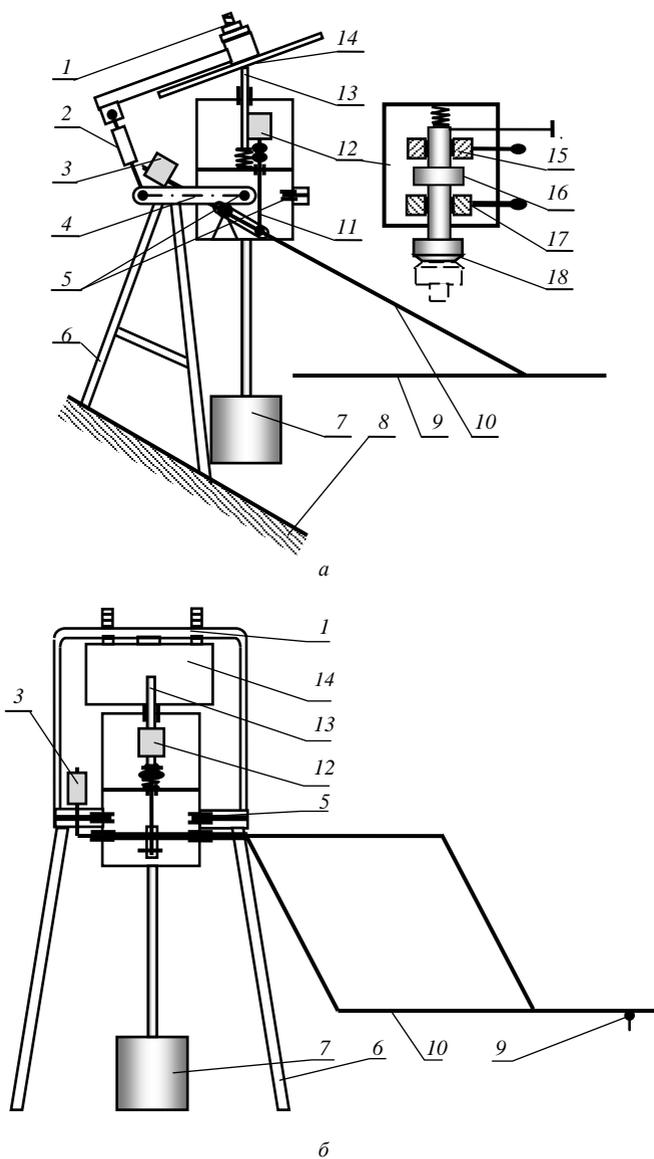


Рис. 3.5. Схема работы электромеханического датчика:  
*a* – вид сбоку; *б* – вид сзади

Во время работы щуп ложится на копирный трос 9 и при изменении положения рабочего органа датчик поднимается или опускается вместе с кронштейном, что заставляет щуп поворачиваться. При повороте щупа перемещается толкатель и замыкает одну пару контактов микропереключателя 12, прикрепленного к пальцу 13. Если глубина траншеи уменьшается, т. е. рабочий орган уходит вверх, то щуп поворачивается вниз, толкатель опускается, вслед за ним опускается соединенный с масляной электрической системы стержень 18 с закрепленным на нем контактом 16. При соединении контактов 16 и 17 поступает сигнал на заглубление рабочего органа. Заглубление рабочего органа вызывает поворот щупа в противоположную сторону и последующее размыкание контактов микропереключателя по достижении нужной глубины траншеи. В случае увеличения глубины больше требуемой щуп поворачивается против часовой стрелки, толкатель поднимается и замыкается пара контактов 15 и 16, давая сигнал на выглубление рабочего органа.

Щуп 10 имеет противовес 3 для уменьшения и регулирования давления конца щупа на трос. Сила действия щупа на трос должна быть около двух ньютонов. Стержень щупа, лежащий на копирном тросе, должен находиться в горизонтальном положении.

Корректирующая пластина 14 посредством регулировочной тяги 2, скобы 4 и стойки 6 жестко связана с рабочим органом. Поэтому при продольном наклоне экскаватора или изменении положения рабочего органа происходит изменение наклона пластины 14. При наклоне пластины палец 13 скользит по ней и одновременно перемещается вверх или вниз в зависимости от направления наклона пластины. Вертикальное перемещение пальца вызывает такое же перемещение микропереключателя 12, прикрепленного к пальцу. Микропереключатель удаляется или приближается к толкателю 11. Такое перемещение микропереключателя позволяет обеспечить постоянство расстояния от дна траншеи до копирного троса независимо от глубины траншеи, т. е. выдержать постоянным значение  $K$ , а также обеспечить более четкую работу датчика и избежать ложных сигналов датчика при поперечном наклоне экскаватора.

На рис. 3.6 видно, что взаимное расположение троса и датчика при разных глубинах траншеи непостоянно и чем меньше глубина траншеи, тем больше щуп повернут вверх. В этом случае при отсутствии пластины происходило бы замыкание верхней пары контактов микропереключателя и чрезмерное выглубление рабочего органа, но благодаря пластине при уменьшении глубины траншеи происходит перемещение микропереключателя вверх, так как при уменьшении глубины

увеличивается угол наклона пластины. И поэтому, несмотря на поворот шупа и перемещение толкателя вверх, контакты микропереключателя не замыкаются.

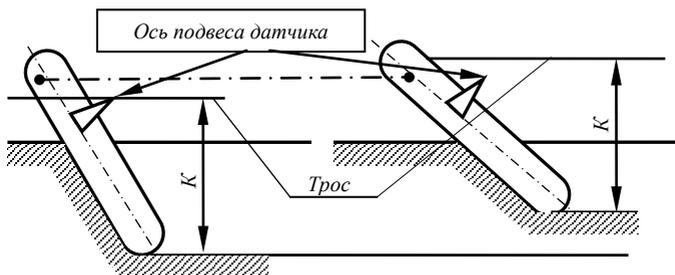


Рис. 3.6. Схема к пояснению работы корректирующей пластины датчика

При поперечном наклоне экскаватора (рис. 3.7), когда наклон его не сопровождается опусканием рабочего органа, а только приводит к наклону последнего, датчик не должен подавать сигнала на выглубление. Но поскольку рабочий орган наклоняется, то датчик, двигаясь по дуге, опускается на величину  $\Delta h$ , а копирный трос остается на прежней высоте. Это приводит к повороту шупа 10 (см. рис. 3.5) и подъему толкателя 11. Если бы в этом случае микропереключатель был неподвижным, то произошло бы замыкание верхней пары контактов и датчик дал бы ложный сигнал на выглубление, что привело бы к ненужному уменьшению глубины траншеи. Но благодаря подвижности микропереключателя этого не происходит, так как при наклоне рабочего органа наклоняется пластина 14 и микропереключатель перемещается вверх, удаляясь от толкателя на такую же величину, на какую шуп перемещает вверх толкатель.

Значение  $K$  следует определять при получении нового экскаватора, перед началом мелиоративного сезона, при замене ковшовой цепи, после регулировки натяжения ковшовой цепи, при значительном износе зубьев ковшей или при их замене.

Для нормальной работы датчика необходимо правильно установить пластину и отрегулировать давление шупа на копирный трос.

Тягой 2 (см. рис. 3.5) корректирующая пластина устанавливается так, чтобы она была перпендикулярна прямой, проходящей через центр натяжного барабана рабочего органа и ось 5 подвеса датчика.

В поперечной плоскости пластина винтами 1 устанавливается горизонтально и проверяется строительным уровнем. При этом предварительно проверяется по уложенной поперек гусениц рейке горизонтальность установки самого экскаватора тем же уровнем.

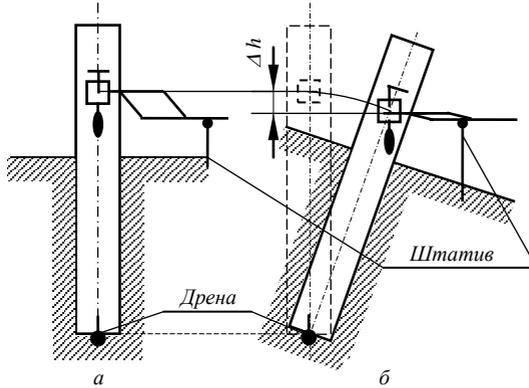


Рис. 3.7. Схема к пояснению работы корректирующей пластины датчика при поперечном наклоне экскаватора:  
*а* – движение по горизонтальной поверхности;  
*б* – движение по косогору

Схема, поясняющая процесс регулирования пластины, приведена на рис. 3.8.

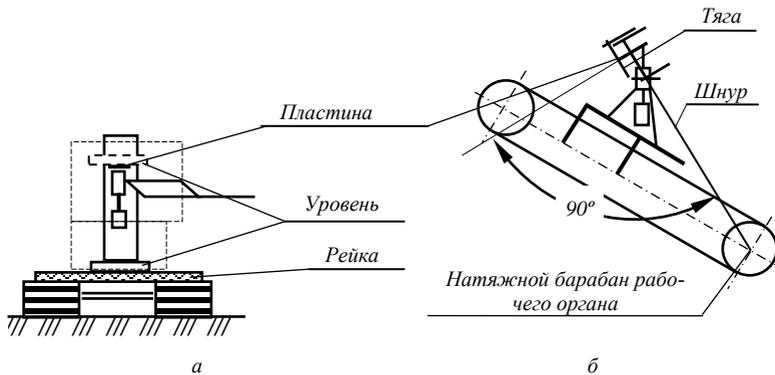


Рис. 3.8. Схема к регулированию пластины датчика:  
*а* – в продольной плоскости; *б* – в поперечной плоскости

Применение копирного троса для поддержания требуемой глубины, направления и уклона дрены связано с большими затратами труда при разметке трассы дрены, установке копирного троса и его переносе. Неизбежное провисание троса приводит к соответствующему искривлению дна дрены. Этих недостатков лишена лазерная система автоматического регулирования глубины копания (ЛСАР), включающая в себя лазерный указатель с источником питания, фоторейку, фоточувствительную головку (ГФЧ) с механизмом навески, блок выработки команд (БВК) и четыре визира.

Лазерный светоизлучатель (указатель) УКЛ-1 вместе с аккумуляторной батареей устанавливается сзади по ходу экскаватора и служит для задания нужной глубины и уклона дрены. Фоточувствительная головка навешивается посредством специальной навески на стойку рабочего органа вместо датчика уклона и служит для приема луча и передачи сигнала к БВК, который устанавливается в кабине экскаватора и подключается к его электрической системе. Блок выработки команд в автоматическом или ручном режиме дает команды на выглубление или заглубление рабочего органа.

Фоторейка используется для установки УКЛ на необходимую высоту и требуемый уклон луча, а также периодического контроля глубины дрены.

Визеры нужны для выдерживания направления курса машины по предварительно расставленным вешкам. Один визир ставится впереди на платформе экскаватора, второй – у переднего стекла кабины, третий – у заднего стекла кабины, четвертый – на раме рабочего органа.

Лазер – это аббревиатура от английских слов, обозначающих эффект оптической квантовой генерации – Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, что переводится как усиление света в результате вынужденного излучения.

Работа с ЛСАР ведется в следующем порядке.

По плану дренажной сети (рис. 3.9) находят местоположение устья коллектора, и на местности устанавливают нулевой пикет (точка  $O$ ). От оси канала по теодолиту отмеряют угол сопряжения коллектора с каналом  $\alpha$  и находят направление оси коллектора. Вдоль этой оси с шагом  $l$  в точках пересечения с осями дрен устанавливают вешки (линия 2–2) высотой 1,5 м.

На расстоянии  $L_2 = 30$  м от нулевого пикета и  $L_1 = 12$  м от конца коллектора или дрены устанавливают дополнительные вешки 4, относительно которых производится дальнейшая разметка. От оси дрены на расстоянии  $l_1 = 0,75$  м устанавливаются вешки 1 (линия 1–1), по

которым определяется направление курса экскаватора, а на расстоянии  $l_2 = 1,4$  м устанавливается вешка 3 направления оси пучка лазерного излучения. Вешкой 5 отмечают точку установки светоизлучателя.

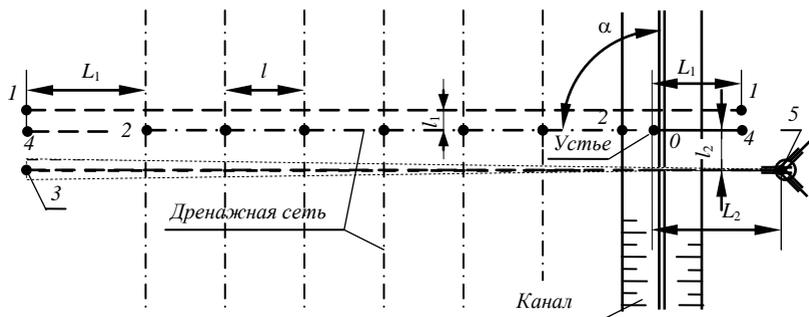


Рис. 3.9. Схема расстановки вешек и лазерного указателя

Установку излучателя на требуемые высоту и уклон луча выполняют с помощью фоторейки в приведенном ниже порядке (рис. 3.10).

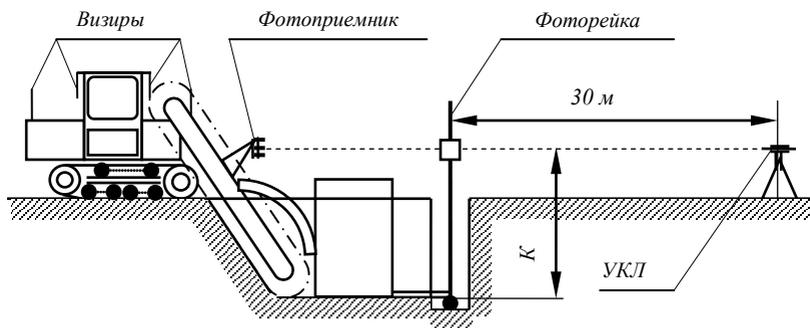


Рис. 3.10. Схема работы с лазерным указателем

Фоторейку устанавливают на трубу коллектора при прокладке дрен или на отметку дна устья при прокладке коллектора.

Механизм поворота УКЛ вертикальная ось его зрительной трубы наводится на вешку задания направления оси пучка лазерного излучения.

После этого необходимо установить требуемый уклон луча.

Затем рукояткой подъема необходимо навести горизонтальную линию перекрестия зрительной трубы на центр окна фотоприемного устройства фоторейки, которую после этого убирают.

Устанавливают экскаватор в начале траншеи, для чего машинист по курсовым вешкам, маневрируя задним ходом, устанавливает экскаватор так, чтобы курсовые визиры, расположенные на экскаваторе, располагались на одной прямой с вешками, расположенными на смежной вправо оси траншеи.

Задают нужный вариант работы экскаватора.

Включают привод ковшовой цепи экскаватора и транспортера.

Нажимают кнопку «Опускание» на БВК, при этом должна загореться зеленая сигнальная лампа «Вверх» и электрогидравлическая система экскаватора начнет опускать рабочий орган на заданную лазерным лучом глубину копания.

Рабочий орган опускают до попадания в луч среднего фотоэлемента фотоприемника.

После загорания желтой сигнальной лампы «Норма» рабочий орган должен прекратить перемещение по глубине. После этого включают рабочий ход экскаватора.

При отклонении в процессе прокладки траншеи рабочего органа от заданного положения в зону действия луча попадает верхний или нижний фотоэлемент фотоприемника, что приводит к выработке соответствующего электрического сигнала и автоматическому возврату или возврату в ручном режиме рабочего органа в нужное положение.

В конце дрены машинист экскаватора отключает БВК, устанавливая тумблер «Сеть» в положение «Откл.», поднимает золотником распределителя рабочий орган и устанавливает его в транспортное положение. Оператор отключает светоизлучатель, устанавливая тумблер «Аккумулятор» датчика уклона в положение «Откл.», переносит его на новую позицию.

В головке светоизлучателя расположен газовый гелиево-неоновый лазерный излучатель, коллиматор и преобразователь напряжения для питания излучателя. Преобразователь напряжения служит для повышения напряжения. Преобразователь состоит из задающего генератора, ждущего мультивибратора, генератора импульсов, усилителя мощности, умножителя и стабилизатора напряжения. Преобразователь обеспечивает модуляцию лазерного излучения с частотой не менее 70 Гц. Длительность световых импульсов составляет 0,5...2,0 мс.

Модуляция излучения позволяет фотоприемнику выделять световые сигналы на фоне внешней освещенности, улучшает его помехоза-

щищенность и уменьшает потребление энергии от аккумуляторной батареи.

Коллиматор служит для формирования луча с требуемыми геометрическими характеристиками. Луч света от излучателя лазера рассеивается линзой и развертывается в горизонтальной плоскости цилиндрической линзой. Окончательно формируется собирающей линзой, способной перемещаться в осевом направлении.

Фоточувствительная головка подает сигнал на БВК и служит для обеспечения требуемых глубины и уклона дрены. ГФЧ состоит из трех одинаковых каналов, каждый из которых включает в себя фотодиод, транзисторный усилитель и микросхему. Фотодиоды, защищенные от естественного света блендами, установлены на лицевой части корпуса ГФЧ. Два крайних фотодиода закреплены на подвижных платформах, которые можно перемещать по направляющим, регулируя тем самым чувствительность ГФЧ. Для повышения устойчивости ГФЧ к помехам перед фотодиодами установлены оптические интерференционные светофильтры, рассчитанные на пропускание света с длиной волны, близкой к длине волны лазерного излучателя (0,63 мкм).

Фотоприемное устройство фоторейки устанавливается на опорную рейку, которая представляет собой разборный трехэлементарный алюминиевый полый стержень. Два верхних элемента имеют шкалу с оцифровкой через один сантиметр. Нижний элемент снабжен стальным щупом и шкалы не имеет. Фотоприемное устройство на опорной рейке в необходимом месте может быть зафиксировано стопорным винтом. Положение фотоприемного устройства обычно соответствует постоянной экскаватора *K*.

Питание фотоприемного устройства осуществляется от аккумуляторной батареи, представляющей собой кассету с комплектом из восьми аккумуляторов Д-0,25. Над кассетой 4 расположено окно фотодиода. Ток фотодиода, вызванный направленным в окно лучом лазера, усиливается согласующим усилителем и регистрируется миллиамперметром. Кроме того, ток через делитель частоты поступает на два фотодиода, вспышки которых видны в окне. Делитель служит для снижения частоты миганий светодиодов до 5...8 Гц и снижения потребляемой ими мощности. Таким образом, появление вспышек в окне свидетельствует о том, что луч лазера попадает в окно фотодиода.

Принцип действия ЛСАР можно рассмотреть с использованием функциональной схемы (рис. 3.11).

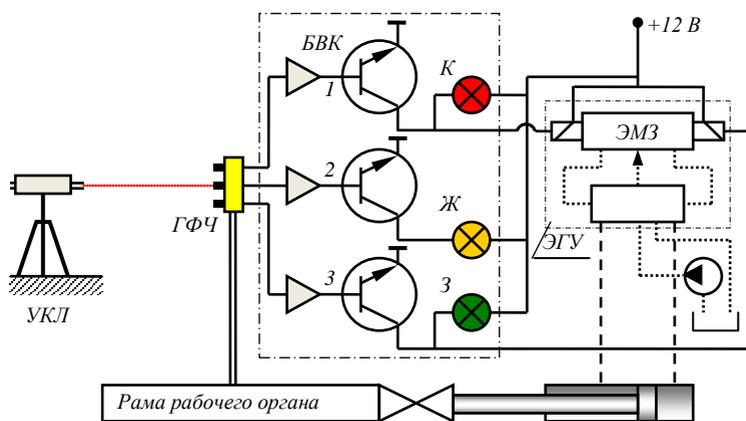


Рис. 3.11. Функциональная схема работы ЛСАР

Примем для рассмотрения за исходное положение следующее: УКЛ включен, но луч не попадает ни на один из светодиодов (фотоэлементов) ГФЧ; БВК подключен к источнику питания +12 В; гидроцилиндр рабочего органа находится в запортом положении.

В этой ситуации насос гидросистемы забирает масло из бака и подает его на электрогидроусилитель (ЭГУ) гидросистемы экскаватора. Из ЭГУ масло идет на слив в бак, поскольку золотники ЭГУ находятся в нейтральном положении. Нейтральное положение золотников обусловлено тем, что транзисторы (ключи) 1, 2 и 3 запорты, ток через них не идет, сигнальные лампочки красная (К), желтая (Ж) и зеленая (З) не горят, и ток по обмоткам электромагнитного золотника (ЭМЗ) не протекает.

При начале прокладки траншеи рабочий орган нажатием кнопки на БВК заглубляется до введения среднего светодиода ГФЧ в луч лазера, что соответствует требуемой глубине копания в начале траншеи.

Под действием энергии луча фотодиод вырабатывает слабый электрический ток, который поступает на транзистор 2 и отпирает (делает электропроводным) его. При этом ток от плюса аккумуляторной батареи идет через желтую лампочку, транзистор и на массу. Транзисторы 1 и 3 запорты. Ток по обмоткам ЭМЗ не идет. Масло от насоса НШ-10 поступает в ЭГУ и возвращается в бак. Гидроцилиндры управления рабочим органом по-прежнему находятся в запортом положении.

При заглублении рабочего органа выше нормы, т. е. при его опускании происходит опускание и ГФЧ. В плоскость лазерного луча попадает верхний фотодиод. При этом отпирается транзистор 1 и ток от плюса аккумуляторной батареи поступает через красную лампочку, транзистор 1 на массу. Одновременно ток поступает на левый электромагнит ЭГЗ. Под действием электромагнита происходит переключение ЭГУ, масло от насоса по трубопроводам поступает к гидроцилиндрам и рабочий орган выглубляется до тех пор, пока центральный фотодиод снова не окажется в плоскости луча лазера. При этом БВК формирует сигнал «норма» и загорается желтая лампочка. Верхний ключ закрывается, электромагнит обесточивается, и ЭГУ возвращается в нейтральное положение, при котором поступление рабочей жидкости в гидроцилиндры прекращается и они устанавливаются в запертое положение.

При выглублении рабочего органа ГФЧ поднимается вверх и в плоскость излучения попадает нижний фотодиод. При этом отпирается транзистор 3, загорается зеленая лампочка и ток подается в правый электромагнит ЭГЗ. Происходит заглубление рабочего органа до тех пор, пока в плоскость излучения снова не попадает средний фотодиод.

Таким образом, при вертикальных отклонениях рабочего органа ГФЧ от лазерного луча БВК вырабатывает соответствующие команды управления электрогидравлической системой, которая автоматически корректирует положение рабочего органа по глубине в процессе движения экскаватора, обеспечивая требуемую глубину и уклон устраиваемой траншеи.

Одним из недостатков описанной системы является необходимость выдерживания курса по вешкам и визирам, что требует постоянного внимания от машиниста. Существуют системы с использованием УКЛ не с веерообразным, а с нитевидным лучом, направляемым на матричный фотоприемник. Он регистрирует отклонение не только рабочего органа по высоте, но и отклонение экскаватора от заданного курса и дает соответствующие сигналы БВК. Тем самым обеспечивается как требуемый уклон и глубина траншеи, так и направление ее оси. Однако такие системы значительно сложнее описанной выше ЛСАР с веерообразным лучом.

Другим недостатком ЛСАР является необходимость вместе с излучателем переносить и достаточно тяжелую аккумуляторную батарею, которая, помимо прочего, требует периодической подзарядки. Известна ЛСАР с переносным зеркалом, у которой лазерный указатель 3

(рис. 3.12) устанавливается на рабочем органе и питается от электрической системы экскаватора 1. Луч 4 направляется на зеркало 5, устанавливаемое под необходимым наклоном, и, отразившись, попадает на фотоприемник 2. Но данная система из-за удваивания расстояния, проходимого лучом, имеет меньшую точность, требует лазера повышенной мощности, и, кроме того, на излучатель передаются вибрации и колебания экскаватора.

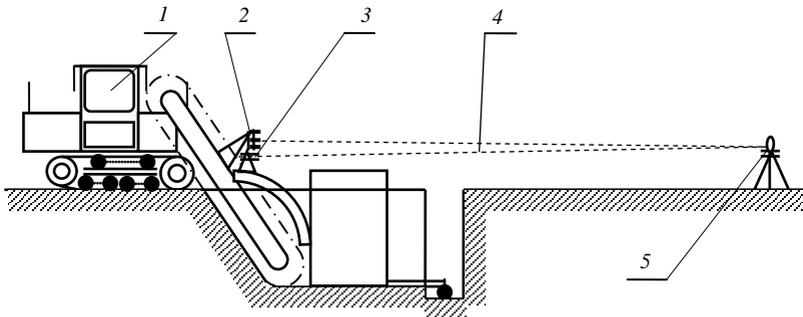


Рис. 3.12. Схема работы с лазерным указателем и переносным зеркалом:  
1 – экскаватор-дренукладчик; 2 – фотоприемник; 3 – лазерный указатель;  
4 – лазерный луч; 5 – зеркало

На ЭТЦ-203 может монтироваться система, использующая копирный трос или лазерный излучатель. Во втором случае принципиальной особенностью является использование вращающегося лазерного излучателя, создающего на заданной высоте плоскость с требуемым уклоном. Плоскость образуется устанавливаемой на переносном треногом штативе вращающейся головкой, испускающей нитевидный лазерный луч.

На рис. 3.13, *а* показан лазерный излучатель на треноге, на рис. 3.13, *б* – увеличенное изображение вращающейся головки. Здесь также виден пульт управления головкой. На рис. 3.13, *в* приведен в транспортном положении вид приемника лазерного луча. Проведенные испытания показали, что для обеспечения требуемой точности выдерживания уклона дрены приемник лазерного луча целесообразно монтировать в кронштейн электромеханического датчика уклона. В этом случае схема расположения основных элементов лазерной системы и последовательность их работы, представленная на рис. 3.14, становится близкой к ЛСАР с излучателем УКЛ-1.

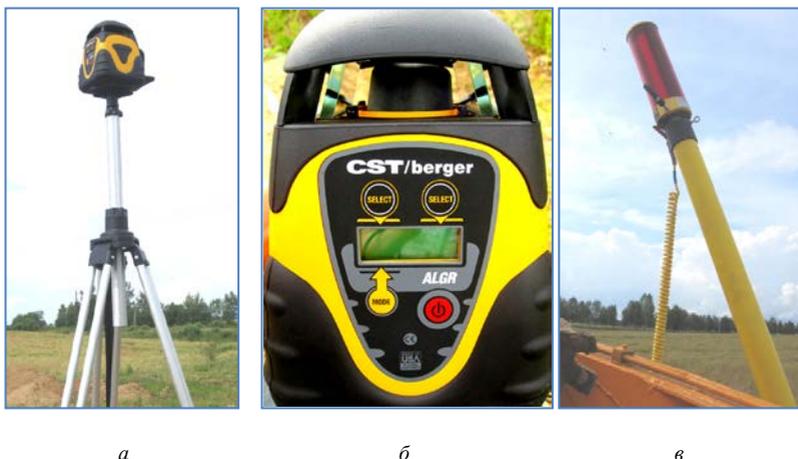


Рис. 3.13. Элементы лазерной системы ЭТЦ-203: *а* – лазерный излучатель; *б* – вращающаяся головка лазерного излучателя; *в* – приемник лазерного луча

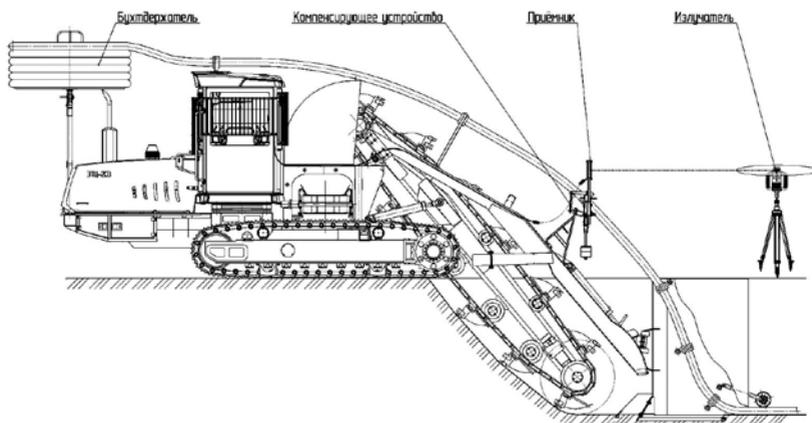


Рис. 3.14. Схема расположения элементов лазерной системы на ЭТЦ-203

Управление рабочим органом с целью обеспечения требуемых глубины и уклона дрены производится в ручном или автоматическом режиме переносным пультом (рис. 3.15), находящимся в кабине экскаватора (показан в горизонтальном положении).



Рис. 3.15. Пульт управления лазерной системы ЭТЦ-203

Системой, способной задавать не только уклон, но и указывать нужное направление движения экскаватора, является система, использующая в качестве базовой прямой модулированный световой луч. Световой излучатель, или, иначе, прибор управления лучом (ПУЛ), устанавливается по схеме, подобной изображенной на рис. 3.14. Световой излучатель схематически показан на рис. 3.16.

Излучатель подключается к аккумуляторной батарее. В корпусе ПУЛ установлен источник света 2. Для усиления светового потока предназначен отражатель 1. Световой поток, проходя через стекло 3, окрашивается в красный (левая часть) и синий (правая часть) цвета. Линзы-конденсоры 4 и 7 фокусируют потоки и направляют их на зеркала 8. Лучи, отраженные зеркалами, проходят сквозь отверстия в модулирующих дисках 5. Диски насажены на вал электродвигателя 6, который питается от преобразователя напряжения, подключенного к аккумулятору и подающего на электродвигатель ток напряжением 24 В и частотой 100 Гц. Форма диска показана на позиции 12. Диски вращаются с одинаковой скоростью, но имеют разное количество отверстий. Благодаря этому лучи прерываются (модулируются) и имеют разную частоту модуляций – верхняя зона светового потока модулируется частотой 1500, нижняя – 900 Гц. Зоны частично перекрываются, поэтому посередине образуется равносигнальная зона (РСЗ). Разделительная призма 9 направляет световой поток через светофильтр 10 на объектив 11. Объектив окончательно формирует луч. Угол расхождения луча составляет около  $1,5^\circ$ . Форма светового пятна показана на позиции 13.

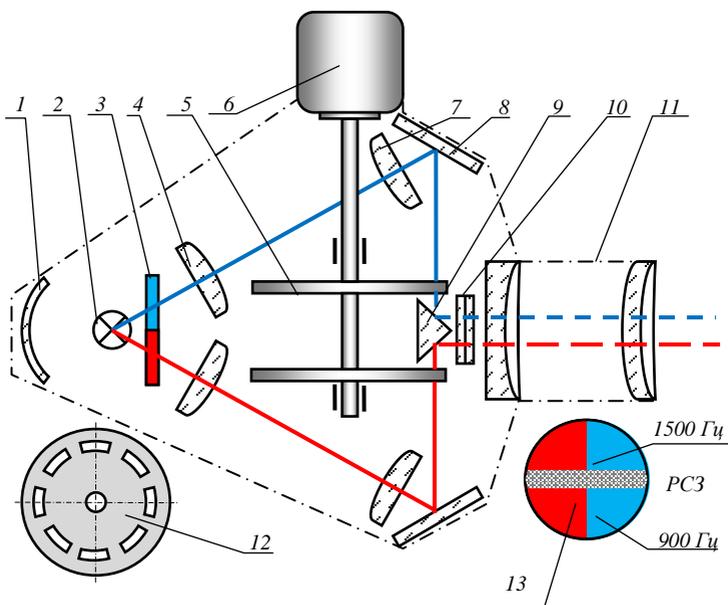


Рис. 3.16. Схема излучателя модулированного светового луча: 1 – отражатель; 2 – источник света; 3 – стекло; 4, 7 – линзы-конденсоры; 5 – модулирующий диск; 6 – электродвигатель; 8 – зеркало; 9 – разделительная призма; 10 – светофильтр; 11 – объектив; 12 – диск модулирующий; 13 – световое пятно

Модулированный и окрашенный луч с заданным уклоном направляется на приемное устройство, устанавливаемое на рабочем органе и снабженное фотодиодом. Если фотодиод находится в РСЗ, то значение сигнала, вырабатываемого фотодиодом, равно нулю. При отклонении рабочего органа от требуемого положения фотодиод оказывается в зоне светового пятна с частотой колебаний 900 или 1500 Гц. В этом случае фотодиод вырабатывает сигнал, поступающий на усилитель, затем на избирательный усилитель, разделяющий сигнал на два канала в соответствии с их частотами. Далее сигнал расшифровывается, усиливается и выполняет переключение электромагнитов золотника, управляющего исполнительными гидроцилиндрами. Эскаватор также снабжается боковым зеркалом, на которое попадает луч после приемного устройства. По смещению окраски луча машинист судит о правильности направления движения машины и при необходимости корректирует его.

Дальность действия системы – до 500 м, точность выдерживания уклона составляет  $\pm 20''$  на местности с неровностями до  $\pm 3$  см на длине 10 м.

Существует система с вертикально расположенным цилиндрическим модулятором, имеющим два ряда отверстий, однако в настоящее время большее распространение находят лазерные системы.

### 3.3. Бескопирные и комбинированные системы

Одним из вариантов бескопирных систем являются системы, поддерживающие уклон в зависимости от пройденного пути. Они имеют различные конструктивные и кинематические схемы, но в целом все обеспечивают получение требуемого уклона за счет того, что подъемный механизм рабочего органа кинематически связан с ходовым колесом базовой машины или прицепного оборудования. Например, на рис. 3.17 показана схема работы машины с приводом подъемного механизма от колеса привода ходовой части базового трактора.

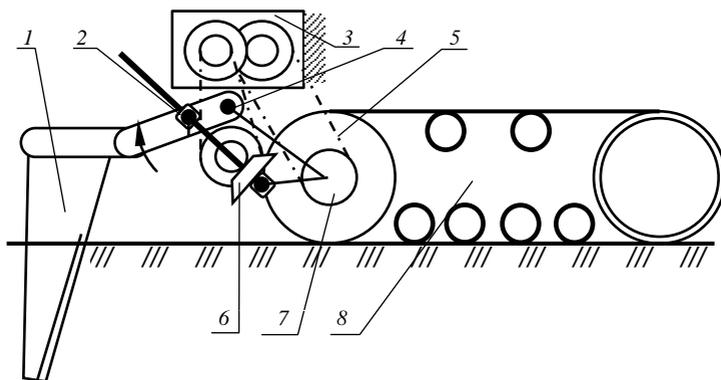


Рис. 3.17. Схема поддержания уклона в зависимости от пройденного пути:  
 1 – рабочий орган; 2 – гайка; 3 – редуктор; 4 – вал; 5 – цепь привода редуктора;  
 6 – коническая передача; 7 – приводная звездочка; 8 – дренажная машина

При перемещении машины 8 вперед от звездочки 7 посредством цепи 5 вращение передается на редуктор 3. С помощью цепной передачи вращение с редуктора передается на коническую пару 6. Винтовой вал передачи проходит сквозь гайку 2, шарнирно закрепленную на раме рабочего органа 1. Вращение винтового вала приводит к переме-

щению гайки и повороту рабочего органа вокруг горизонтального вала 4. При этом происходит постепенное уменьшение глубины, что обеспечивает требуемый уклон дрены. Изменение уклона производится путем изменения передаточного отношения редуктора.

Привод может осуществляться и от вала отбора мощности.

Вариант схемы системы, использующей реакцию грунта на рабочий орган, приведен на рис. 3.18. Система работает следующим образом.

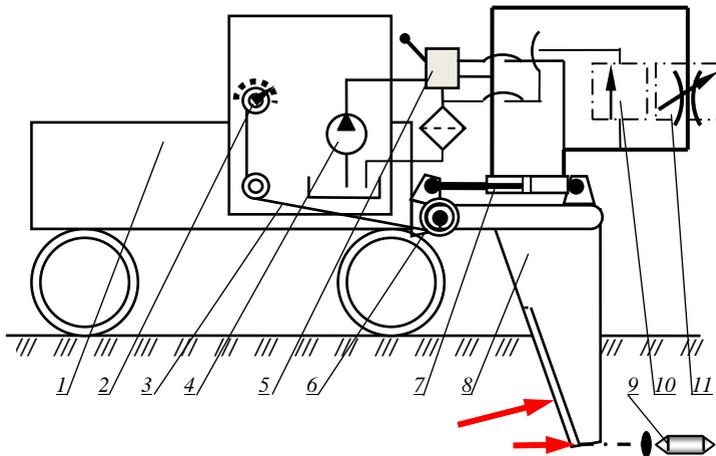


Рис. 3.18. Схема системы, поддерживающей уклон, с использованием реакции грунта на рабочий орган: 1 – базовый трактор; 2 – указатель глубины; 3 – трос указателя глубины; 4 – насос; 5 – распределитель; 6 – барабан; 7 – гидроцилиндр; 8 – нож; 9 – дреноер; 10 – предохранительный клапан; 11 – дроссель

С помощью гидроцилиндра 7, управляемого распределителем 5, направляющего масло от насоса 4 к потребителям, нож 8 вместе с дреноером 9 внедряют в землю на необходимую глубину. После этого трактор 1 начинает движение. Нож и дреноер при этом испытывают сопротивление. Действующие на них реакции стремятся выглубить рабочий орган и тем самым уменьшить глубину прокладываемой дрены. Выглубление рабочего органа приводит к перемещению корпуса гидроцилиндра и вытеснению масла из его бесштоковой полости. Вытесняемое масло проходит через регулируемый дроссель 11 в штоковую полость гидроцилиндра. Согласование расходов масла и предохранение рабочего органа от перегрузок осуществляется клапаном 10.

Регулируемый дроссель установлен в кабине трактора и предназначен для создания сопротивления выходящему маслу и регулирования уклона дрены. Лимб дросселя имеет две шкалы, проградуированные в единицах уклона. По одной шкале устанавливают требуемый уклон при работе на торфяниках, по другой – на минеральных грунтах.

Для контроля глубины дрены на рабочем органе может устанавливаться линейка, по которой можно определить положение рабочего органа и соответствующую ему глубину дрены.

Более удобным является приспособление, состоящее из барабана *б* с тросиком *з* и указателя глубины *2*. Барабан связан с рабочим органом. Поворот рабочего органа при выглублении приводит к повороту барабана, перемещению тросика и повороту стрелки указателя глубины. Таким образом, по положению стрелки на шкале указателя глубины оценивается текущая глубина дрены. При отклонении глубины от требуемой она может быть исправлена вручную с помощью распределителя *5*.

Самоориентирующиеся системы могут быть основаны на использовании жидкостных или механических датчиков уклона, реагирующих на наклон машины или специального базового элемента. При отклонении рабочего органа от требуемого положения происходит наклон датчика уклона и подача сигнала на необходимое перемещение рабочего органа.

Простейший жидкостной датчик показан в разрезе на рис. 3.19.

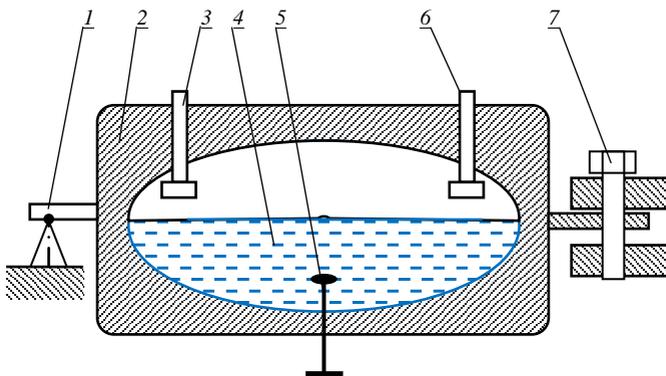


Рис. 3.19. Жидкостной датчик системы, поддерживающей уклон:  
*1* – опора датчика; *2* – корпус датчика; *3, 6* – контакты;  
*4* – токопроводящая жидкость; *5* – масса; *7* – регулировочный винт

Корпус 2 датчика выполнен из диэлектрического материала и заполнен токопроводящей жидкостью 4. После установки рабочего органа в исходное рабочее положение винтом 7 поворачивают корпус относительно опоры 1 таким образом, чтобы контакты 3 и 6 находились на одном расстоянии над токопроводящей жидкостью. При отклонении рабочего органа от требуемого положения корпус датчика наклоняется и один из контактов касается поверхности жидкости. При этом от источника энергии через массу 5 ток идет по жидкости на касающийся ее контакт и далее к органу, управляющему гидроцилиндрами перемещения рабочего органа. Его перемещение идет до размыкания цепи, т. е. возвращения рабочего органа в заданное положение.

Механический датчик уклона схематически показан на рис. 3.20.

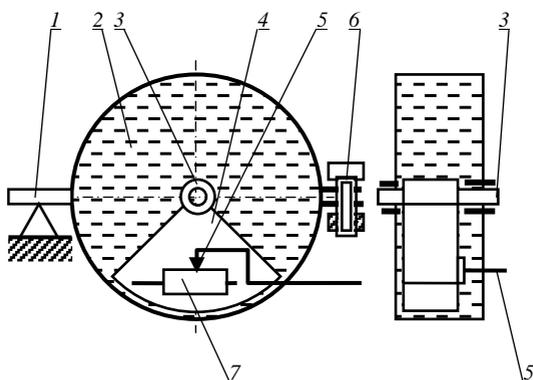


Рис. 3.20. Механический датчик системы, поддерживающей уклон:  
 1 – опора датчика; 2 – корпус датчика; 3 – ось маятника; 4 – маятник;  
 5 – подвижный контакт; 6 – регулировочный винт; 7 – потенциометр

Датчик устанавливается на рабочем органе посредством шарнирной опоры 1 и регулируемой опоры 6. В корпусе 2 датчика на оси 3 шарнирно подвешен маятник 4 с закрепленным в нем потенциометром 7. С корпусом жестко связан контакт 5. В исходном положении рабочего органа корпус с помощью винта 6 устанавливается так, чтобы контакт находился посередине потенциометра. В этом случае датчик сигнала не вырабатывает. При наклоне рабочего органа в продольном направлении происходит наклон корпуса датчика и перемещение контакта, вызывающее разбалансировку потенциометра и подачу сигнала в гидросистему на возвращение рабочего органа в требуемое положение.

Для предохранения маятника от возможных колебаний корпус датчика заполняется трансформаторным маслом.

На рис. 3.21 приведена схема системы, использующей в качестве датчика интегрирующий гироскоп.

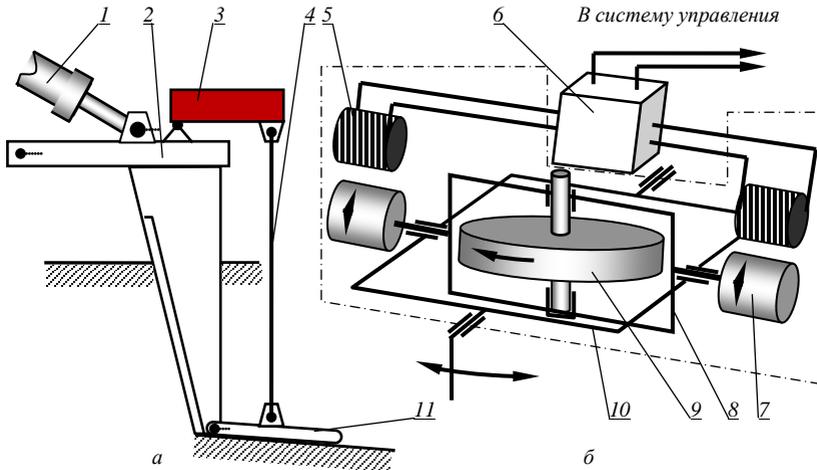


Рис. 3.21. Схема системы, поддерживающей уклон и использующей интегрирующий гироскоп: *а* – вариант установки гироскопа на рабочем органе; *б* – схема работы датчика: 1 – гидроцилиндр; 2 – рабочий орган; 3 – гироскоп; 4 – система тяг; 5 – электромагнитные катушки; 6 – усилитель; 7 – магнит; 8 – рамка гироскопа; 9 – диск гироскопа; 10 – корпус гироскопа; 11 – базовый элемент

В данном случае принцип действия показан на примере использования системы на бестраншейном рабочем органе 2 с базовым элементом 11, связанным системой тяг 4 с корпусом гироскопа 3. Изменение глубины производится гидроцилиндрами 1.

Система работает следующим образом. При отклонении глубины дрены от проектной, базовый элемент меняет свое положение и системой тяг наклоняет корпус гироскопа. На рис. 3.21, б корпус гироскопа условно показан в виде рамки 10. Диск 9 гироскопа имеет собственный электропривод, вращающий диск в процессе работы с большой скоростью. При наклоне корпуса наклоняется ось диска, что приводит к проявлению гироскопического эффекта, вследствие которого рамка 8 поворачивается в своих опорах вместе с магнитами 7. Поворот магнитов индуцирует слабый электрический ток в электромагнитных катуш-

ках 5. Электрический сигнал поступает на усилитель 6 и затем – в систему управления рабочим органом.

Иногда на машине используются два и более датчика. Например, на автогрейdere может быть установлена система, которая выдерживает положение основного отвала по высоте с помощью лазерного указателя с вращающимся лучом, а поперечный наклон отвала – посредством механического бескопирного датчика уклона (см. рис. 3.20), или на бестраншейном дреноукладчике применяется система, обеспечивающая нужное положение по высоте рабочего органа с помощью щупового датчика и копирного троса, а положение ножа и трубоукладчика – с помощью упомянутого выше механического датчика уклона (измерителя угла). Такие системы относятся к комбинированным.

### **3.4. Достоинства и недостатки систем**

Копирные системы обладают высокой точностью обеспечения глубины и уклона, однако они сложны по конструкции, требуют значительных затрат труда при их установке и настройке. Оптические системы требуют дополнительного источника питания, имеют ограниченную дальность, особенно в условиях плохой видимости.

Бескопирные системы компактны и достаточно просты по устройству, не требуют больших трудозатрат на их настройку, способны работать в любую погоду. Однако точность выдерживания уклона у них невысокая, они обычно не реагируют на перемещение машины в целом в вертикальном направлении, например, при проседании грунта. В ходе работы возможно накопление ошибок. Для обеспечения необходимого качества работы системы требуется хорошая подготовка трассы дрены. Системы, поддерживающие уклон в зависимости от пройденного пути и использующие реакцию грунта на рабочий орган, не учитывают возможное буксование ходового устройства, а также возможные существенные колебания механических свойств грунта.

## 4. МАШИНЫ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КАНАЛОВ

### 4.1. Назначение, основные требования и классификация

В соответствии с ГОСТ 26333–84 «Машины мелиоративные. Термины и определения» *каналокопатель* – это мелиоративная машина для рытья открытых каналов пассивным рабочим органом.

*Экскаватор-каналокопатель* – мелиоративная машина для рытья открытых каналов активным рабочим органом.

Обычно это машины непрерывного действия, которыми роют каналы глубиной до трех метров. Более глубокие каналы роют универсальными землеройными машинами.

Экскаваторами-каналокопателями разрабатывают грунт в выемках или насыпях для образования канала, перемещают грунт в сторону для образования кавальеров или разбрасывают его по прилегающей к каналу площади с обеих сторон или только с одной. К экскаваторам-каналокопателям предъявляются следующие *требования*.

При прокладке оросительных каналов они должны разрабатывать канал проектного сечения в насыпи, полувыемке, полунасыпи или в выемке. Канал должен иметь спланированное дно и откосы. Каналокопатель при необходимости должен формировать дамбы, укладывать кавальеры или очищать бермы, не допуская осыпания грунта на дно и откосы канала. При прокладке должен обеспечиваться требуемый уклон дна канала.

Экскаваторы-каналокопатели для прокладки осушительных каналов должны разрабатывать каналы требуемого поперечного сечения с ровными откосами и дном, разрезать дерн и погруженные древесные остатки, иметь достаточную проходимость при движении по грунтам с низкой несущей способностью, разбрасывать извлекаемый из канала грунт слоем определенной ширины, обеспечивать требуемый уклон дна канала.

*Классифицировать* экскаваторы-каналокопатели и каналокопатели можно следующим образом.

*По форме поперечного сечения каналов* – для прокладки каналов трапециoidalного, параболического и комбинированного сечений.

*По способу использования энергии* основным рабочим органом различают каналокопатели и экскаваторы-каналокопатели с активным, пассивным и активно-пассивным рабочим органом.

*По способу выгрузки грунта* машины бывают с инерционной и гравитационной выгрузкой.

Инерционная выгрузка – это выгрузка, осуществляемая при достаточно высоких окружных скоростях рабочего органа, превышающих обычно 6...7 м/с. Рабочий орган в этом случае считается фрезерным. При меньших окружных скоростях преобладающей силой, предопределяющей выгрузку грунта, становится сила его тяжести. Рабочие органы в этом случае относят к роторным.

По типу рабочего органа их делят на машины с плужным, отвальным, двухфрезерным, двухроторным, фрезерным с копирующей фрезой, фрезерным с отражающими щитами, шнекороторным, плужно-фрезерным или плужно-роторным и прочими рабочими органами.

По способу агрегатирования рабочего органа с базовой машиной они бывают с навесным, полунавесным, прицепным и полуприцепным рабочим оборудованием.

По типу ходового оборудования различают гусеничные, в том числе четырехгусеничные, колесные, гусенично-колесные.

По типу привода рабочего органа экскаваторы-каналокопатели и каналокопатели бывают с механическим, гидравлическим, электрическим и комбинированным приводом.

#### 4.2. Экскаваторы-каналокопатели с активными рабочими органами

Перечень современных экскаваторов-каналокопателей и их технические характеристики приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Экскаваторы-каналокопатели

Марка	Тип рабочего органа	Назначение	База, мощность, кВт	Глубина канала, м	Ширина канала по дну, м	Производительность, м <sup>3</sup> /ч
1	2	3	4	5	6	7
ЭТР-206В	Шнекороторный	Отрыгтие оросительных каналов в грунтах 1...3-й категорий	Перекомпонованный трактор Т-170М.01	2	0,6...1,5	300
ЭТР-207	Шнекороторный, параболический	То же	Перекомпонованный трактор Т-170М.01	2	–	318
ЭТР-208	Шнекороторный	То же	Унифицированное гусеничное шасси, 220	2,5	0,8...2,0	580

1	2	3	4	5	6	7
ЭТР-125А	Двухфрезерный	Открытие осушительных каналов с заложением откосов 1:1 в торфяных и минеральных грунтах 1-й категории	Трактор Т-170М.01	1,4	0,25	300
ЭТР-153	Двухфрезерный параболический	Открытие осушительных параболических каналов в торфяных и минеральных грунтах 1-й категории	Трактор Т-170М.01	1,5	–	350
ЭТР-173	Двухфрезерный	Открытие осушительных и оросительных каналов в торфяных и минеральных грунтах	Унифицированное гусеничное шасси, 220	1,7		
МК-23	Плужнофрезерный (плужнороторный)	Открытие оросительных каналов с коэффициентом заложения откосов 1,0 в грунтах 1...3-й категорий с выбросом грунта на одну сторону	Трактор ДТ-75БВ-С4	0,5	0,4	210

*Двухфрезерные экскаваторы-каналокопатели* применяются в основном в зоне осушения. Это обусловлено тем, что фрезы, благодаря высокой окружной скорости, разбрасывают извлеченный грунт достаточно тонким слоем рядом с каналом. Это позволяет попадать в канал поверхностным водам. Кроме того, высокая окружная скорость фрез позволяет работать в грунтах, содержащих погребенные древесные остатки и покрытых дерном.

Схема работы двухфрезерного экскаватора-каналокопателя представлена на рис. 4.1.

Рабочий орган состоит из двухотвального клина и симметрично расположенных по его бокам под углом  $45^\circ$  к горизонту двух дисковых фрез 3. Фрезы 3 в процессе работы приводятся во вращение от редуктора 2, на который передается вращение от вала отбора мощно-

сти базовой машины или от гидромотора. Существуют двухфрезерные экскаваторы-каналокопатели с электрическим приводом фрез. Фрезы вырезают две наклонные щели в грунте и выбрасывают его за пределы канала. Остающаяся между ними призма грунта измельчается рыхлителями 5 и распределяется на обе стороны двухотвальным клином 1. Дно канала формируется лемехом, установленным в нижней части отвалов 4, верхняя часть которых предохраняет канал от забрасывания в него части грунта, слетающего с фрез.

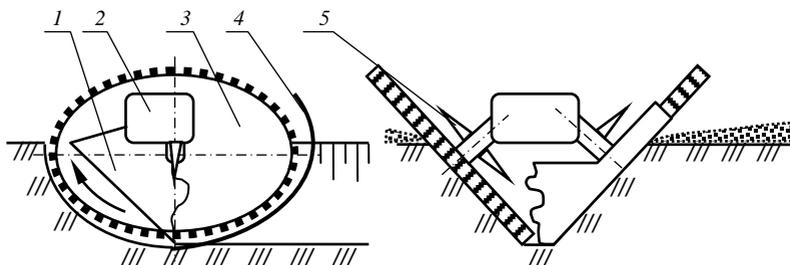


Рис. 4.1. Схема рабочего органа двухфрезерного экскаватора-каналокопателя:  
1 – двухотвальный клин; 2 – редуктор привода; 3 – дисковая фреза;  
4 – отвал; 5 – рыхлители

Двухфрезерный экскаватор-каналокопатель ЭТР-125А представлен на рис. 4.2.

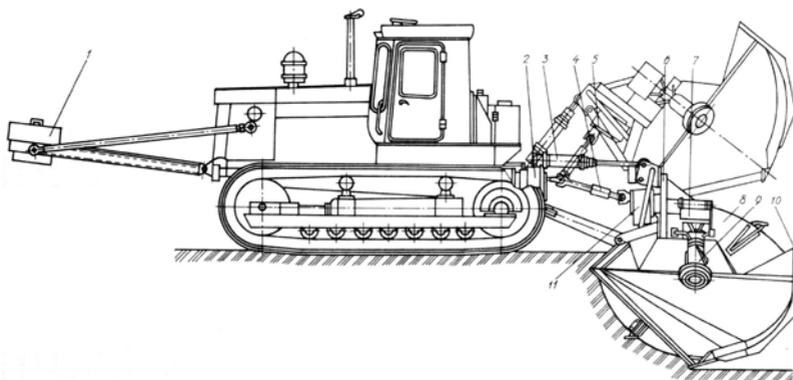


Рис. 4.2. Двухфрезерный экскаватор-каналокопатель ЭТР-125А:  
1 – противовес; 2 – ходоуменьшитель; 3 – гидроцилиндр подъема; 4 – карданный вал;  
5 – фиксирующее устройство; 6 – рама; 7 – редуктор привода фрез; 8 – фрезы;  
9 – рыхлитель; 10 – отвал; 11 – раздаточный редуктор

ЭТР-125А состоит из базового трактора Т-170М.01 с ходоуменьшителем 2, рамы 6, двух фрез 8 с рыхлителями 9, отвала 10, карданного вала 4, гидроцилиндра 3 подъема (опускания) рабочего оборудования, фиксирующего устройства 5 и редукторов (раздаточного 11, двух конических 7 привода фрез). В передней части трактора установлен протовес 1.

Вид фрезы экскаватора-каналокопателя типа ЭТР-125А представлен на рис. 4.3.

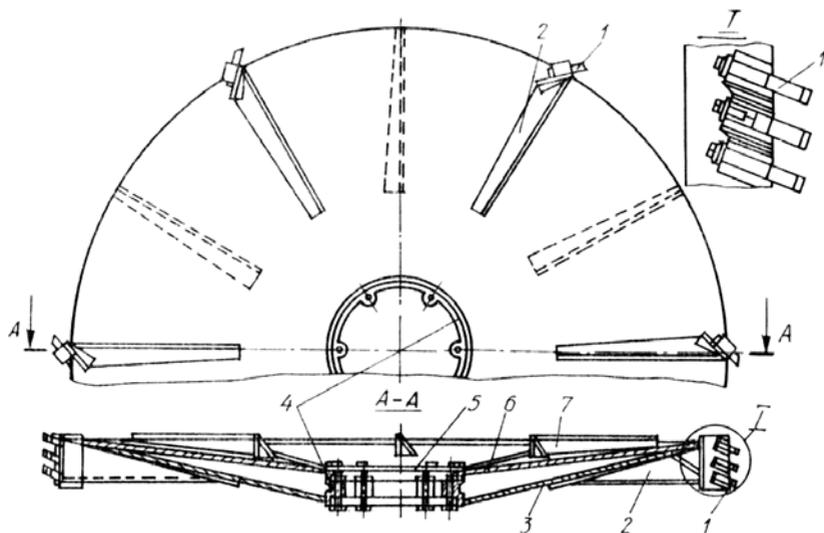


Рис. 4.3. Фреза двухфрезерного экскаватора-каналокопателя:  
 1 – ножи; 2 – внешние лопатки; 3 – внешний диск; 4 – ступица фрезы;  
 5 – крышка; 6 – внутренний диск; 7 – внутренние лопатки

Фрезы сварены из листовой стали и представляют собой конические диски коробчатого сечения. Внутри между дисками установлены ребра жесткости. Фрезы ступицей 4 крепятся к фланцу наружной трубы планетарного редуктора болтами. Место крепления закрывается крышкой 5. К каждому диску 3, 6 приварено по шесть радиально расположенных внутренних 7 и внешних 2 лопаток. Наружные лопатки зачищают откосы, а внутренние выбрасывают грунт, поступающий на них от рыхлителей и двухотвального клина. К периферии фрезы приварены площадки с державками и установленными в них ножами 1. Блок ножей представляет собой единый гребенчатый нож. В каждом

последовательно расположенном блоке ножи отклонены в противоположные стороны, что увеличивает ширину прорезаемой щели. Кроме того, каждый резец ножа срезает гребень грунта, остающийся после предыдущего реза. Фрезы с такими ножами желательны применять в задернелых грунтах и грунтах с содержанием древесных включений.

Существуют фрезы с прямыми плоскими ножами, как, например, у экскаватора-каналокопателя ЭТР-173 (рис. 4.4).

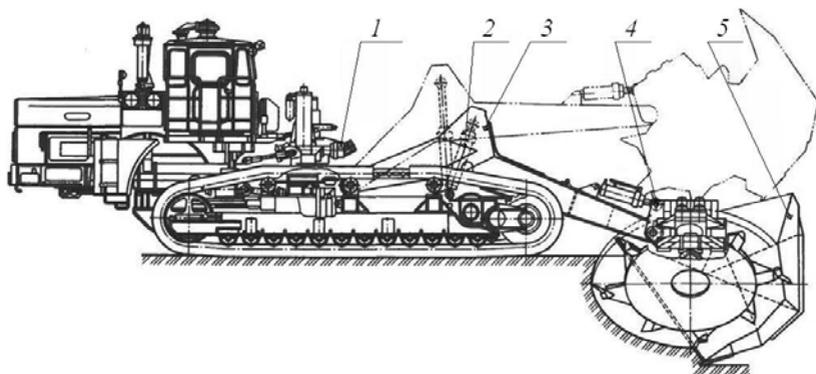


Рис. 4.4. Двухфрезерный экскаватор-каналокопатель ЭТР-173:  
1 – приводная насосная станция; 2 – гидроцилиндры подъема;  
3 – стрела; 4 – роторы; 5 – нож зачистной

ЭТР-173 состоит из унифицированного гусеничного шасси (УШ), рабочего органа, состоящего из двух роторов 4 и зачистного ножа 5, стрелы рабочего органа 3, гидроцилиндров подъема (опускания) рабочего оборудования 2, приводной насосной станции 1.

Существуют *двухфрезерные экскаваторы-каналокопатели*, используемые для прокладки каналов *параболического поперечного сечения*. У таких каналокопателей используются фрезы, конструктивно исполненные таким же образом, как и фрезы экскаватора-каналокопателя ЭТР-125, но они наклонены под углом порядка  $52^\circ$  к горизонту и развернуты в плане на угол  $14^\circ$  к оси разрабатываемого канала так, как это показано на рис. 4.5. Дно канала образуется пассивной частью рабочего органа. При этом глубина канала получается большей, чем у экскаватора-каналокопателя, прокладывающего канал трапецевидного сечения фрезами такого же диаметра.

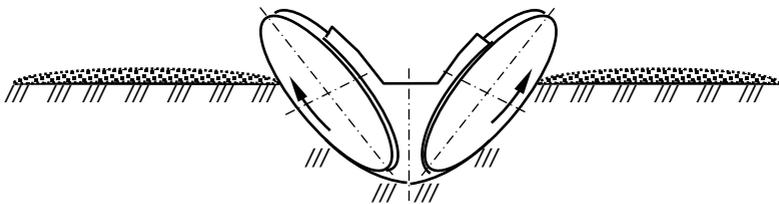


Рис. 4.5. Схема рабочего органа двухфрезерного экскаватора-каналокопателя для прокладки каналов параболического поперечного сечения

Для предварительного осушения торфяников путем прокладки каналов с большим углом наклона откосов к горизонту могут использоваться фрезерные экскаваторы-каналокопатели с копирующей фрезой (рис. 4.6).

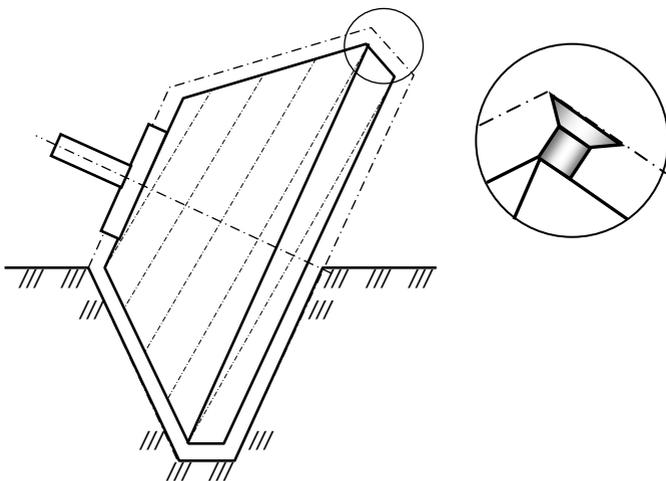


Рис. 4.6. Схема копирующей фрезы

Форма фрезы соответствует поперечному сечению будущего канала. Режуще-транспортными элементами являются чашечные ножи, устанавливаемые по спирали по всей поверхности корпуса фрезы.

Близкое назначение имеют экскаваторы-каналокопатели с двухфрезерным рабочим органом с отражающими щитами (рис. 4.7).

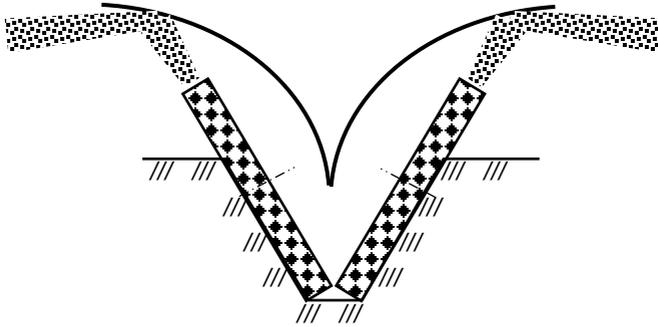


Рис. 4.7. Схема двухфрезерного рабочего органа с отражающими щитами

Вид рабочего органа такого каналокопателя фирмы Cosmeco (Италия) представлен на рис. 4.8.



Рис. 4.8. Вид рабочего органа каналокопателя фирмы Cosmeco

В зоне орошения для рытья каналов в минеральных грунтах применяются *двухроторные экскаваторы-каналокопатели* (рис. 4.9). Скорость вращения роторов не превышает 3...4 м/с, поэтому извлеченный грунт располагается рядом с каналом. В зависимости от ситуации

грунт или разравнивается, или из него формируется дамба или, например, дорожная насыпь.

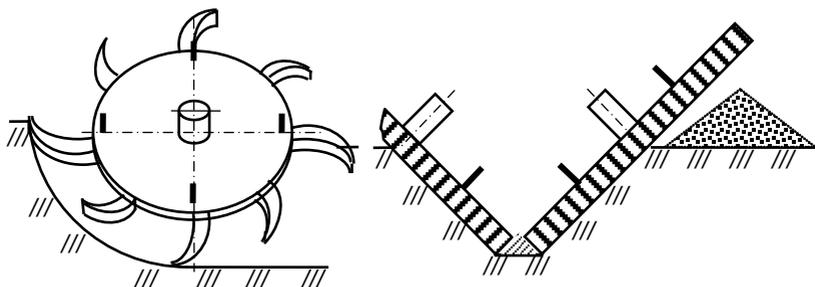
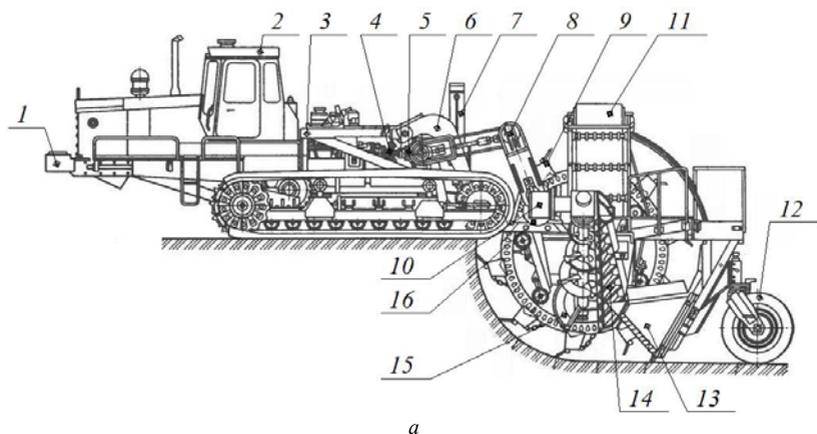


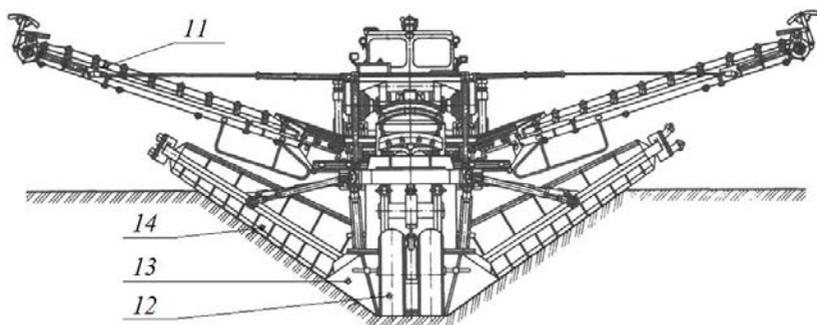
Рис. 4.9. Схема рабочего органа двухроторного экскаватора-каналокопателя

*Экскаваторы-каналокопатели с комбинированными рабочими органами* имеют большое количество конструктивных схем, однако в настоящее время наиболее распространенными являются шнекороторные с коническими шнеками и плужно-роторные или плужно-фрезерные экскаваторы-каналокопатели.

Шнекороторный экскаватор-каналокопатель с коническими шнеками ЭТР-206А представлен на рис. 4.10. Он состоит из гусеничного тягача 2 с навешенным на нем рабочим органом в виде ковшового ротора 9, по бокам которого симметрично расположены два конических наклонных ленточных шнека 15. За ротором и за шнеками располагаются задние 13 и боковые 14 зачистные устройства. Рабочее оборудование перемещается относительно рамы тягача 3 при помощи поворотной рамы 6 и гидроцилиндра 7. При работе рабочий орган опирается на заднюю опору 12. Привод ковшового ротора осуществляется от трансмиссии тягача через муфту предельного момента 4, дифференциальный редуктор 5, шарнирную цепную передачу 8, вал привода 16. Привод шнеков 15 осуществляется от редукторов 10. Грунт из ковшей ротора поступает на ленточные конвейеры 11 и отбрасывается в боковые отвалы. В передней части тягача установлен противовес 1.



*a*



*б*

Рис. 4.10. Шнекороторный экскаватор-каналокопатель ЭТР-206А:

*a* – вид сбоку; *б* – вид сзади: 1 – противовес; 2 – тягач; 3 – рама тягача; 4 – муфта предельного момента; 5 – дифференциальный редуктор; 6 – поворотная рама; 7 – гидроцилиндр подъема; 8 – шарнирные цепные передачи; 9 – ротор с ковшами; 10 – редуктор привода шнека; 11 – конвейеры; 12 – задняя опора; 13, 14 – зачистные устройства; 15 – шнек; 16 – вал привода ротора

Схема разработки поперечного сечения канала шнекороторным экскаватором-каналокопателем приведена на рис. 4.11.

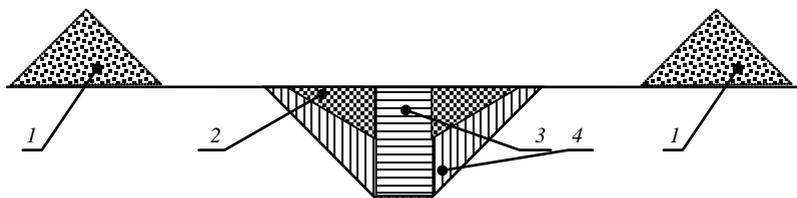


Рис. 4.11. Схема разработки поперечного сечения канала шнекороторным экскаватором-каналокопателем: 1 – кавальеры; 2 – верхняя часть грунта в поперечном сечении канала; 3 – средняя часть грунта, разрабатываемая ковшовым ротором; 4 – грунт, разрабатываемый шнеками

Ковшовым ротором разрабатывают среднюю часть 3 поперечного сечения канала на ширину дна. Коническими шнеками разрабатывают грунт 4 вниз к ковшам ротора. Часть грунта 2, не захватываемая ротором и шнеками, обрушивается под действием силы тяжести и захватывается ковшами. Из ковшей ротора грунт поступает на два ленточных конвейера 11 (см. рис. 4.10), которые при помощи направляющих козырьков подают его в кавальеры 1. Задние 13 и боковые 14 зачистные устройства зачищают и окончательно планируют дно и откосы канала.

Более совершенным является экскаватор-каналокопатель ЭТР-208 (рис. 4.12). Его основные технические данные приведены в табл. 4.1.

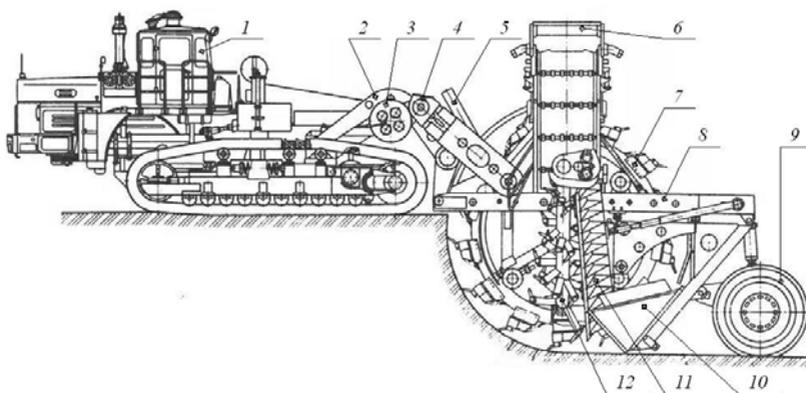


Рис. 4.12. Шнекороторный экскаватор-каналокопатель ЭТР-208:  
1 – тягач; 2 – поворотная рама; 3 – редуктор привода ротора; 4 – цепная передача;  
5 – гидроцилиндры подъема рабочего органа; 6 – конвейеры; 7 – ковшовый ротор;  
8 – рама рабочего органа; 9 – колесная опора; 10 – зачистное устройство; 11 – боковые зачистные устройства; 12 – шнеки

ЭТР-208 состоит из тягача 1 в виде унифицированного гусеничного шасси УШ, рабочего органа, состоящего из ковшового ротора 7 по бокам которого симметрично расположены два конических наклонных шнека 12. На ЭТР-208 установлены не ленточные, а прерывистые шнеки. Их рабочая поверхность образована набором режущих элементов, прикрепленных к стойкам, установленным на валу шнека, по винтовой линии. Такая конструкция шнеков менее подвержена перегрузкам при обрушении призмы грунта на шнеки, причем они более устойчиво работают в грунтах, содержащих камни.

За ротором располагается заднее зачистное устройство 10, а за шнеками – боковые зачистные устройства 11. Рабочее оборудование перемещается относительно рамы тягача при помощи поворотной рамы 2 и гидроцилиндров подъема (опускания) 5. Рабочий орган расположен на раме 8 и при работе опирается на заднюю опору 9. Привод ковшового ротора осуществляется от редуктора привода ротора 3, цепных передач 4. Привод шнеков осуществляется аналогично, как и у ЭТР-206А. Грунт из ковшей ротора поступает на ленточные конвейеры 6 и отбрасывается в боковые отвалы.

*Шнекороторный экскаватор-каналокопатель для прокладки каналов параболического сечения ЭТР-207 создан на базе экскаватора ЭТР-206. Его основным отличием являются бочкообразные шнеки, форма которых соответствует форме поперечного сечения параболического канала (рис. 4.13).*

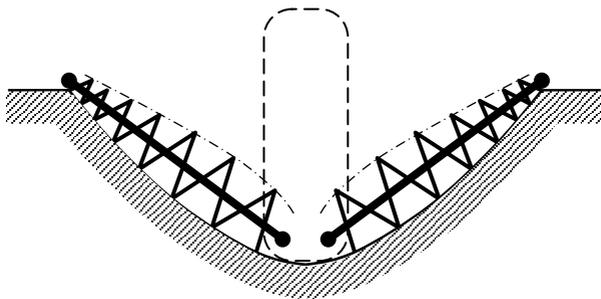


Рис. 4.13. Схема рабочего органа шнекороторного экскаватора-каналокопателя для рытья каналов параболического поперечного сечения

*Плужно-фрезерные (плужно-роторные) экскаваторы-каналокопатели с односторонним выбросом грунта (рис. 4.14) имеют рабочий орган, состоящий из наклонной фрезы 9 и плуга 8. Рабочий орган кре-*

питается к навесной системе 1 базового трактора ДТ-75БВ-С4 при помощи рамы 4. Подъем (опускание) рабочего органа осуществляется гидроцилиндром 2. Привод фрезы механический от ВОМ трактора через карданный вал 3 и конический редуктор 6. Для регулирования дальности выброса грунта рабочий орган имеет направляющий кожух 5, положение которого может меняться гидроцилиндром управления 7.

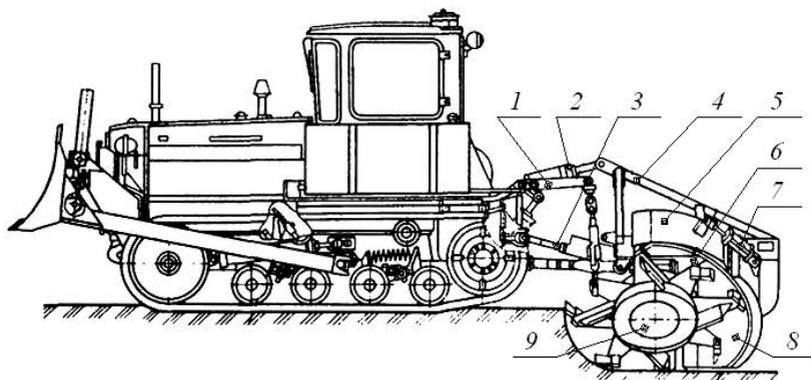


Рис. 4.14. Плужно-фрезерный экскаватор-каналокопатель МК-23:  
 1 – навесная система трактора; 2 – гидроцилиндр подъема рабочего органа; 3 – карданный вал; 4 – рама рабочего органа; 5 – направляющий кожух; 6 – конический редуктор;  
 7 – гидроцилиндр управления отбойным щитком; 8 – плуг; 9 – фреза

Схема рабочего органа МК-23 приведена на рис. 4.15.

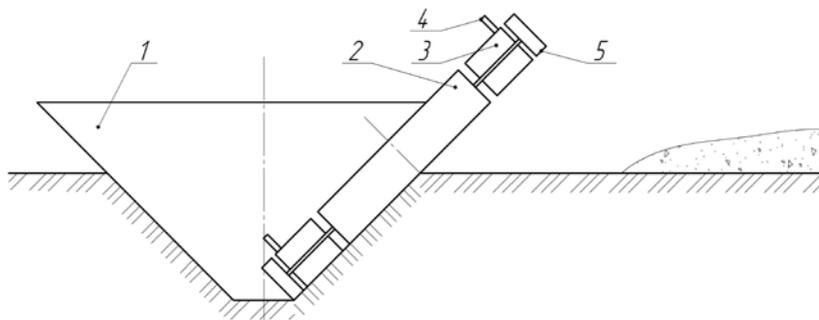


Рис. 4.15. Схема плужно-фрезерного (плужно-роторного) рабочего органа:  
 1 – плуг; 2 – фреза; 3 – лопатки; 4 – рушители; 5 – ножи

При движении машины плужный рабочий орган 1 разрабатывает часть сечения канала, профилирует один из откосов и подает грунт к фрезе 2 с осью вращения, перпендикулярной откосу, находящейся впереди плужного рабочего органа. Фреза, снабженная рушителями 4, ножами 5 и лопатками 3, профилирует второй откос, выносит весь разработанный грунт из канала и частично разбрасывает его или образует кавальер.

### 4.3. Каналокопатели с пассивными рабочими органами

Каналокопатели с пассивными рабочими органами используются в основном в зоне орошения. К ним относятся плужные и отвальные каналокопатели, бороздоделатели и ложбиноделатели.

*Плужные каналокопатели* предназначены для прокладки осушительных или оросительных каналов глубиной 0,4...1,2 м. Дно канала образуется плоским горизонтальным лемехом. С лемехом симметрично сопряжены две криволинейные подъемно-отвальные поверхности, поднимающие грунт вверх и выворачивающие его на бермы канала. Над криволинейными подъемно-отвальными поверхностями устанавливаются верхние отвалы, раздвигающие поднятый грунт в стороны. Для очистки бермы осушительные каналы оснащаются бермоочистителями, а оросительные для образования дамб – открылками.

*Отвальные каналокопатели* прокладывают за несколько проходов каналы глубиной до 2,4 м. Они являются прицепными и в процессе прокладки канала буксируются несколькими тягачами. Рабочий орган состоит из двух симметричных групп отвалов грейдерного типа. Каждая из них состоит из плужка, горизонтального отвала, наклонного отвала и бермоочистителя или дамбообразователя. Плужки и горизонтальные отвалы послойно разрабатывают грунт на дне канала, а наклонные – на откосах. Последние также перемещают грунт вверх по откосам на берму. Бермоочистители разравнивают кавальеры и планируют бермы. Дамбообразователи при необходимости формируют дамбы.

*Бороздоделатели* прокладывают одну или три трапециевидные борозды шириной по дну 0,1...0,2 м, глубиной 0,2...0,5 м при коэффициенте заложения откосов 1,0. Борозды предназначены для отвода поверхностных вод или являются временными оросителями или отводными бороздами. Бороздоделатели являются, как правило, плужными рабочими органами.

Для образования гребней, удерживающих воду на орошаемом напуском воды участке (полосе), применяются палоделатели, отваль-

ными рабочими органами формирующие земляные валики. По окончании оросительного сезона их разравнивают *мала-выравнивателями, саранивателями* или перенастраиваемыми *палоделателями*.

*Ложбиноделатели* предназначены для нарезки неглубоких каналов (до 0,5 м) с очень пологими откосами, так называемых ложбин. Коэффициент заложения откосов обычно равен пяти, а ширина по дну 0,5...0,6 м. Каналы с такими параметрами предназначены для местного отвода поверхностных вод. Благодаря пологим откосам они не препятствуют движению сельскохозяйственных машин.

Плужные каналокопатели просты по конструкции, имеют небольшую массу, обладают большой производительностью, однако они имеют очень высокое тяговое сопротивление, неудовлетворительно работают в грунтах с каменистыми и древесными включениями, не всегда обеспечивают требуемое качество работ.

#### **4.4. Устройство каналов с применением взрывчатых веществ**

Строительство каналов с применением взрывчатых веществ целесообразно производить в плотных, мерзлых, каменистых и скальных грунтах, а также в тех местах, куда трудно доставить землеройную технику.

Взрывчатые вещества используются в виде единичных зарядов (патронов или шашек), рассыпных порошкообразных или гранулированных веществ, или шланговых зарядов. Во влажных грунтах применяют водостойкие взрывчатые вещества, например, аммонит № 6 ЖВ или тротил. Шланговые заряды изготавливаются в заводских условиях. Для изготовления зарядов используются порошкообразные или гранулированные взрывчатые вещества, а в качестве оболочки – полиэтиленовые шланги диаметром от 30 до 100 мм.

При применении единичных, обычно двухсотграммовых зарядов в грунте по оси будущего канала через каждый метр бурятся шпуров глубиной, несколько большей проектной глубины канала. Заряды оснащаются электродетонаторами, соединяются проводом, закладываются на дно шпуров, присыпаются грунтом и взрываются. Глубина закладки взрывчатого вещества несколько превышает глубину будущего канала.

Для механизации работ по укладке зарядов применяются щелерезы и щелезарядные машины.

Щели в твердых грунтах нарезаются машинами с баровыми цепными или дисковыми рабочими органами.

Щелезарядные машины укладывают шланговые заряды или рассыпные взрывчатые вещества. Например, на базе скребкового цепного

траншеекопателя ЭТЦ-165А создана щелезарядная машина для укладки рассыпных взрывчатых веществ. Схематически она показана на рис. 4.16.

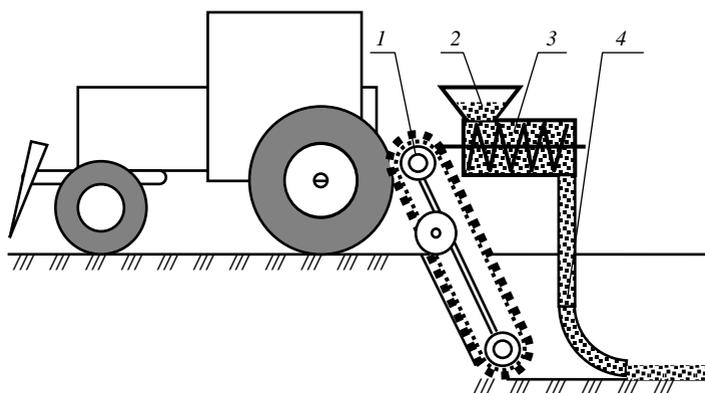


Рис. 4.16. Схема щелезарядной машины для укладки рассыпных взрывчатых веществ: 1 – рабочий орган; 2 – бункер; 3 – шнек; 4 – спускной желоб

Взрывчатое вещество засыпается в бункер 2, из которого забирается шнеком 3, приводимым во вращение от вала отбора мощности, и подается в спускной желоб 4. Взрывчатое вещество высыпается на дно траншеи, прокладываемой рабочим органом 1. Толщина слоя взрывчатого вещества регулируется скоростью движения машины. Толщина слоя и глубина закладки определяют параметры канала.

На базе бестраншейного дреноукладчика МД-12 создана машина для укладки шланговых зарядов. Шланговый заряд укладывается на дно щели, прорезаемой пассивным ножевым рабочим органом, так же, как и пластмассовая дренажная труба. Машина используется для прокладки каналов параболического сечения глубиной до 3,5 м и шириной по верху 7...12 м. Скорость прокладки – до 1000 м/ч.

К достоинствам способа прокладки каналов с применением взрывчатых веществ относится высокая производительность, превышающая в 10...15 раз производительность каналокопателей, возможность производства работ в твердых и мерзлых грунтах.

Недостатками способа являются необходимость достаточно больших объемов доделочных работ и повышенная опасность при работе с взрывчатыми веществами.

#### 4.5. Машины для укрепления (стабилизации) откосов каналов

Для длительной и устойчивой работы откосы каналов, дамб, дорожных насыпей и плотин крепятся различными способами. К ним относятся уплотнение грунта на откосах и дне, укладка дерна (одерновка), укладка торфяных ковров, укладка синтетических ковров с внедренными в них семенами растений, посев трав механическими сеялками и гидропосевом, укладка сеток, бетонирование.

При прокладке каналов одноковшовыми экскаваторами для доведения поперечного сечения каналов до требуемых параметров используются неполнопрофильные и полнопрофильные планировщики и профилировщики. Это машины непрерывного действия с активными рабочими органами – многоковшовыми или реже скребковыми цепными поперечного копания. При прокладке крупных каналов они перемещаются по рельсовому пути, уложенному с уклоном, соответствующим уклону dna канала. Они могут планировать оба откоса и дно одновременно (полнопрофильные) или только дно и откос (неполнопрофильные).

Для планировки откосов небольших каналов иногда к трактору цепляют раскатанную и располагаемую на откосе тракторную гусеничную ленту, железобетонную балку или стальной швеллер, т. е. так называемую рельсу-волокушу.

Существуют также специальные отвальные откосопланировщики, представляющие собой навешиваемый сбоку под острым углом к направлению движения на гусеничный трактор отвал, управляемый гидросистемой и перемещающийся вдоль канала по откосу. В процессе перемещения трактора отвал срезает выступы и присыпает впадины. Грунт при этом в основном перемещается по откосу снизу вверх. Основной отвал может дополняться отвалом для отодвигания извлеченного из канала грунта от бровки канала, т. е. бермоочистителем.

Кроме того, для планировки каналов могут использоваться одноковшовые экскаваторы, оснащенные специальным сменным планировочным оборудованием. Оно может дополняться системой управления траекторией движения рабочего органа, обеспечивающей прямолинейность и требуемый угол наклона откоса к горизонту.

После прокладки осушительных каналов машинами, не разбрасывающими грунт, необходимо разравнивать образующиеся кавальеры с использованием специальных бульдозеров с поворотным отвалом – кавальероразравнивателей.

Кавальероразравниватель МК-21 (рис. 4.17) представляет собой базовый трактор *б* и рабочее оборудование, состоящее из отвала с ножами, охватывающей рамы, механизма перекоса отвала, механизма поворота отвала в плане и гидросистемы.

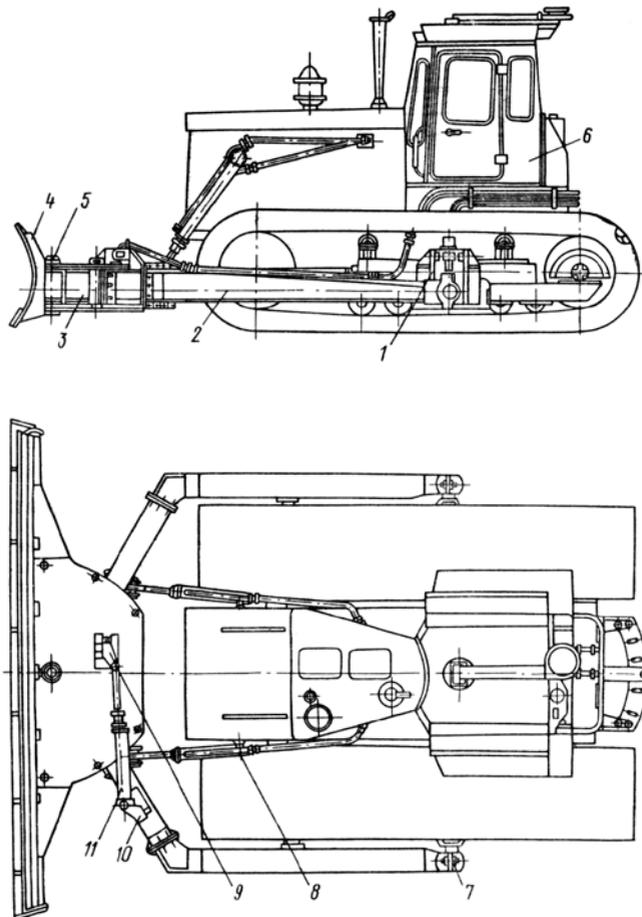


Рис. 4.17. Кавальероразравниватель МК-21:  
*1* – механизм перекоса отвала; *2* – охватывающая рама; *3* – тумба;  
*4* – отвал; *5* – центральный шарнир; *6* – базовый трактор; *7* – шаровая  
опора; *8* – гидроцилиндр подъема-опускания отвала;  
*9, 10* – кронштейны; *11* – гидроцилиндр поворота

Отвал 4 является рабочим органом кавальероразравнивателя. Он представляет собой сварную металлоконструкцию, состоящую из изогнутого лобового листа и коробок жесткости, расположенных с тыльной стороны отвала. Вдоль отвала приварены несущие и направляющие узлы тумбы 3. На верхнем листе тумбы размещен кронштейн 9, к которому крепится шток гидроцилиндра 11 поворота отвала. В корпусе тумбы находятся втулки центрального шарнира 5 и пальцев. Отвал снабжен сменными бульдозерными ножами. Средние ножи в случае износа могут перемещаться вперед.

В передней части охватывающей рамы 2 подковообразной формы смонтированы кронштейн центрального шарнира и кронштейн 10 крепления гидроцилиндра поворота отвала. Охватывающая рама соединена с рамами гусеничных тележек трактора посредством шаровых опор 7 через механизм перекоса отвала 1.

Отвал поворачивается в плане на центральном шарнире 5 в обе стороны. Поворот осуществляется гидроцилиндром 11. После поворота отвала в необходимое положение он фиксируется пальцами.

Управление отвалом во время работы кавальероразравнивателя производится гидроцилиндрами 8.

Такую же схему и принцип действия имеет кавальероразравниватель МК-24.

При осуществлении рабочего процесса кавальероразравниватели движутся вдоль канала и сдвигают грунт кавальера в сторону от бровки с одновременным его разравниванием за один или несколько проходов. Основные требования, предъявляемые к машинам, заключаются в том, чтобы при разравнивании не было осыпания грунта в канал, а также повреждения рабочим органом верхней части откосов, бровки и дернового покрова бермы канала. Ширина захвата рабочего органа должна быть такой, чтобы перекрыть след движущейся машины.

Наиболее эффективно разравнивание кавальеров машинами с пасивным отвальным рабочим органом, установленным под углом захвата  $42...45^\circ$  для торфа и  $48...50^\circ$  для минеральных грунтов. Применяют машины главным образом с передним отвалом со складной и поворотной рамами.

Унитарным предприятием «ЭППИМиЛ НАН Беларуси» изготавливается машина МИК-500, предназначенная для создания непроросших травяных ковров (биоковров). Это прицепная машина, позволяющая заменить крепление откосов каналов одерновкой при их реконструкции или ремонте.

Гидропосев трав осуществляется следующим образом: на откос направляется струя воды со взвешенными в ней семенами растений. Семена внедряются в грунт и впоследствии прорастают, скрепляя корневой системой верхний слой грунта. Такой метод реализуется применением машин ПО-2, МК-14, АУГ-3.

Перед внесением семян укрепляемая поверхность может быть подготовлена путем ее рыхления и образования канавок, задерживающих стекающую воду с семенами.

Для интенсификации ремонта и восстановления откосов каналов и других земляных сооружений, проведения мелкого ремонта откосов без выброса грунта на берму канала перед перезалужением может быть применен планировщик-рыхлитель активного действия (рис. 4.18), являющийся сменным навесным оборудованием к экскаватору ЭО-3223.



Рис. 4.18. Планировщик-рыхлитель на ЭО-3223:  
*a* – работа фрез; *б* – планировщик-рыхлитель в работе

Сменное оборудование имеет марку НО-10 и представляет собой планировщик-рыхлитель активного действия. Оно состоит из рамыведуктора с фрезами, уплотняющего и опорного катков. Рыхление и перераспределение грунта осуществляется ножами, установленными на концах пустотелых балок. Взрыхленные полосы в сечении имеют вид трапеции с малым нижним основанием. Необработанные полосы между взрыхленными удерживают грунт от сползания в русло канала. Трапециевидное сечение необработанных перемычек увеличивает их прочность. Глубина рыхления регулируется установкой уплотняющего и опорного катков на необходимую высоту. Поверхность уплотняющего катка гофрированная, что позволяет при укачивании откоса канала создавать специальные продольные борозды, препятствующие размы-

ву во время гидропосева трав, а также размывающему действию па- доковых и дождевых вод.

Техническая характеристика планировщика-рыхлителя представле- на в табл. 4.2.

Таблица 4.2. Техническая характеристика планировщика-рыхлителя НО-10

Показатели	Размерность	Значение
Производительность	га/ч	До 0,7
Рабочая скорость	км/ч	До 5
Ширина полосы рыхления	м	2,5
Глубина рыхления	м	До 0,15
Расстояние между ножами	м	0,5
Частота вращения фрез	мин <sup>-1</sup>	150...200
Число фрез	шт.	4
Глубина каналов	м	До 3,0...3,5

Одним из вариантов производства крепежного материала, снижа- ющего ущерб, наносимый природе при нарезании дерна при его заго- товке, является выращивание на торфяниках *травяных ковров*. На сре- занных участках производится повторный их засев травами и выращи- вание новых ковров. Заготовка, транспортировка и укладка торфяных травяных ковров более технологична по сравнению с естественным дерном, поскольку торфяные ковры тоньше, легче и прочнее есте- ственного дерна. Кроме того, их можно нарезать значительно больши- ми по площади, чем естественный дерн.

Еще более технологичным крепежным материалом является полот- но нетканое геотекстильное с внедренными семенами многолетних трав. Согласно СТБ 1030-2008 в качестве сырья для изготовления полот- на нетканого геотекстильного с семенами многолетних трав приме- няют следующие виды волокон: полиамидные (ПАВ), полипропилено- вые (ППВ), полиэфирные (ПЭВ), полиакрилонитрильные (ПАН) и лу- бьяные волокна льна (ЛВЛ). Для производства полотна используют се- мена трех-четырех видов, включая семена многолетних злаковых рых- локустовых (тимфеевка луговая, овсяница луговая, райграс пастбищ- ный, ежа сборная), корневищных (костер безостый, канаречник тростниковидный, полевица белая) и корневищно-рыхлокустовых (ов- сяница красная, мятлик луговой, овсяница тростниковая, лисохвост луговой) культур по ГОСТ 19449.

Полотно в зависимости от вида исходного сырья подразделяют на следующие виды:

С – из синтетических волокон и отходов синтетических волокон;

СЛ – из синтетических и натуральных (лубяных) волокон и их отходов;

Л – из натуральных (лубяных) волокон и их отходов.

В зависимости от поверхностной плотности полотно подразделяют на типы: полотно типа I с плотностью от 200 до 400 г/м<sup>2</sup>; полотно типа II – 400–600 г/м<sup>2</sup>; полотно типа III – 600–800 г/м<sup>2</sup>.

По исполнению полотно может быть однослойным (О) и двухслойным (Д).

Иногда используется рассев трав вручную или с использованием механических травяных сеялок, приспособленных для распределения семян по откосам, т. е. посев механическим способом.

Устройства для забивки кольев при укреплении дна и откосов в настоящее время в Беларуси не используются из-за сложности в последующем работ по обслуживанию каналов с закрепленным руслом.

#### 4.6. Машины для уплотнения дна и откосов каналов

Машины для уплотнения дна и откосов каналов применяются для создания антифильтрационных экранов в виде слоя уплотненного грунта по периметру канала. Данный способ создания антифильтрационных экранов является наиболее доступным и простым способом борьбы с потерями воды на фильтрацию. Дно и откосы каналов глубиной до 3 м можно уплотнять при помощи поворотной вибротрамбовки с гидроприводом, установленной на рукояти экскаватора (рис. 4.19).



Рис. 4.19. Вибротрамбовка

Откосы каналов глубиной более 3 м уплотняют с помощью вальцовых 2 (рис. 4.20, *а*) или плоских трамбовок 3 (рис. 4.20, *б*), применяемых на экскаваторах 1 в качестве сменного оборудования, а дно каналов – с помощью общестроительных трамбующих машин.

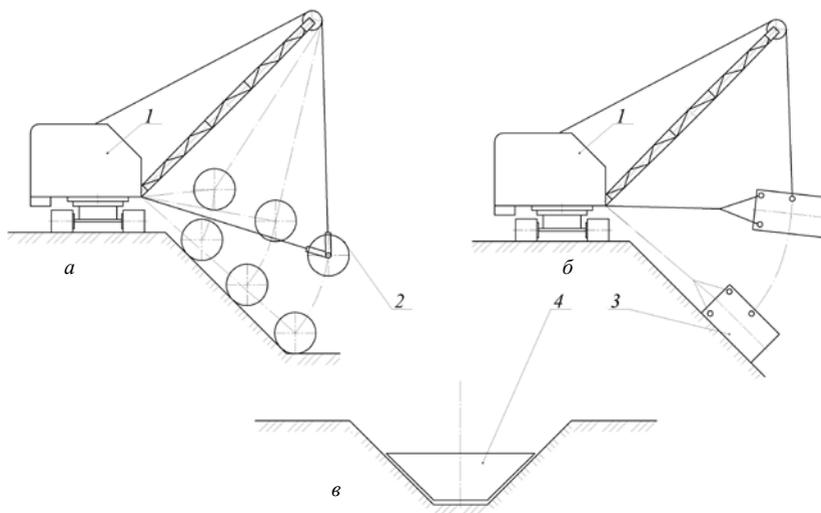


Рис. 4.20. Схема рабочих органов и машин для уплотнения грунта в каналах:  
*а* – вальцовая трамбовка на экскаваторе; *б* – плоская трамбовка;  
*в* – профильная трамбовка; 1 – экскаватор; 2 – вальцовая трамбовка;  
 3 – плоская трамбовка; 4 – профильная трамбовка

Для малых каналов с шириной по дну менее 1,5...2 м может быть использован метод штампования при сбрасывании продольной трамбовки 4 (рис. 4.20, *в*) с высоты 1...1,5 м.

#### 4.7. Облицовка каналов бетоном

Облицовка каналов бетоном применяется для создания антифильтрационных экранов. В настоящее время находят применение экраны из монолитного и сборного бетона и железобетона, а также асфальтобетона.

Основным разработчиком оборудования для устройства бетонных покрытий является АОЗТ «ВНИИЗемМаш». Действующие технологии предусматривают применение машин, перечисленных в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Машины для устройства бетонных покрытий

Наименование	Марка машины	База или мощность, кВт	Глубина канала, м	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Выполняемые операции
Комплект машин для устройства бетонных покрытий каналов	МБ-29 МБ-30 МБ-31 МБ-32	124	3,0	90	Профилирование канала, укладка и уплотнение бетона, устройство швов, уход за покрытием
То же	–	2 шт. Т-170М.01	1,5	20...30	Укладка слоя монолитного бетона, устройство швов
То же	МБ-38 МБ-39 МБ-40 (КРБ-121)	133,5	–	–	Профилирование канала, укладка и уплотнение бетона, устройство швов
Бетоноукладчик	–	2 шт. ДТ-75Д	1,0	15	Укладка слоя монолитного бетона
Плитоукладчик	МБ-8А	Кран МКГ-25	5	180 м <sup>2</sup> /ч	Укладка плит на дно и откосы каналов
Заливщик швов	ДС-67	УАЗ-452Д	5	148 м/ч	Герметизация стыков облицовки
Склад цемента	СБ-33Г	Вместимость 28 т	Подача до 50 м	20	Прием, хранение и перегрузка цемента
Установка бетоносмесительная	СБ-134А	36	–	20	Приготовление бетонных смесей
Установка бетоносмесительная	СБ-140А	42	–	12	Приготовление бетонных смесей

Машины для устройства монолитных бетонных и железобетонных облицовок должны выполнять следующие операции: распределение и разравнивание бетонной смеси слоем определенной толщины, уплотнение вибрированием, выглаживание поверхности.

Бетоноукладчики по способу бетонирования бывают поперечного (позиционного действия) и продольной укладки (работающие в движении).

По типу укладочно-разравнивающего оборудования бетоноукладочные машины бывают бункерные и безбункерные. Бункерные укладывают и разравнивают бетон специальными передвижными укладочными устройствами (бункерами), а безбункерные разравнивают скребковыми или шнековыми рабочими органами бетон, подаваемый на

поверхность дна и откосов канала различными транспортерами или загрузочными бункерами.

Различают *откосные* (неполнопрофильные) бетоноукладчики – машины для бетонирования откосов или откосов с частью дна, *полнопрофильные* бетоноукладчики – машины, бетонизирующие за один проход дно и откосы канала, *донные* – машины для бетонирования дна, которые применяются в комплекте с откосными бетоноукладчиками.

*По типу ходового оборудования* различают машины, передвигающиеся по рельсам, проложенным по дну и бермам, по откосам – на опорных поверхностях скольжения (скользящие формы), а также машины на гусеничном и пневмоколесном ходу.

Для укладки железобетонных плит на дно и откосы канала применяются специальные машины – *плитоукладчики*, созданные на базе стреловых гусеничных кранов.

## 5. МАШИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ

### 5.1. Состав культуртехнических работ. Типы машин по назначению

Культуртехнические работы, или культуртехнические мелиорации, проводятся с целью создания условий для производительного использования сельскохозяйственной техники и окультуривания корнеобитаемого слоя почвы.

*В состав работ входят* расчистка земель, занятых древесно-кустарниковой растительностью, корчевка пней, кустарников и мелкоколесья, срезка кочек, уборка камней, планировка поверхности, первичная обработка почвы, другие мероприятия по сохранению и повышению плодородия почв.

В соответствии с Системой машин для выполнения этих работ предусмотрены следующие *типы машин по назначению*:

1) землеройные машины (одноковшовые экскаваторы, бульдозеры, скреперы, грейдеры, погрузчики);

2) планировщики и выравнители;

3) машины для расчистки земель от древесно-кустарниковой растительности (корчеватели, корчевальные агрегаты, роторные корчеватели, кусторезы и кусторезы-измельчители, валочно-пакетирующие машины, машины для сводки леса и мелкоколесья, валкователи и подборщики древесных остатков, кустарниковые грабли, измельчители пней, измельчители древесины, щеповозы, фрезерные машины и др.);

4) машины для уборки камней;

5) машины для первичной обработки и улучшения земель (катки, плуги специальные, бороны дисковые, кочкорезы, рыхлители, фрезы болотные, машины для ухода за лугами и пастбищами и др.).

Машины первого типа изучаются в курсе «Машины для земляных работ».

### 5.2. Машины для срезания кустарника (кусторезы)

*Кусторез* – мелиоративная машина для срезания надземной части древесно-кустарниковой растительности.

Максимальный диаметр перерезаемых стволов, как правило, не превышает 15 см.

По способу использования мощности кусторезы делятся на активные и пассивные.

Пассивные бывают с ножевым барабаном и горизонтальными ножами.

Последние выпускаются двухотвальными и одноотвальными.

В настоящее время кусторезы имеют гидравлическое управление.

Ножевой барабан представляет собой стальной каток с радиально установленными плоскими ножами. Барабан перекатывают по очищаемой от растительности площади. Благодаря большой силе тяжести, барабан пригибает растительность и измельчает ее радиально расположенными ножами.

Пассивные рабочие органы с горизонтальными ножами навешиваются на гусеничные или режее колесные тракторы. Они срезают растительность горизонтальными ножами при движении машины вперед (рис. 5.1).

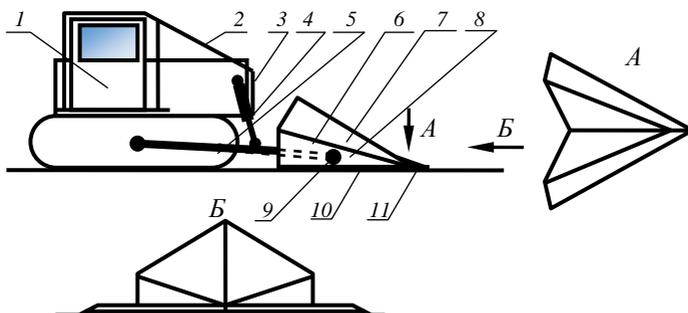


Рис. 5.1. Схема двухотвального кустореза: 1 – трактор базовый; 2 – ограждение; 3 – лист броневой; 4 – гидроцилиндры; 5 – рама толкающая; 6 – рабочий орган; 7 – щиты наклонные; 8 – щиты вертикальные; 9 – шарнир шаровой; 10 – ножи горизонтальные; 11 – клин-колуны

На базовый трактор 1 для защиты от падающей срезанной растительности устанавливается ограждение 2. Двигатель защищается броневым листом 3. Управление рабочим органом 6 производится гидроцилиндрами 4. Рабочий орган соединяется с базовым трактором толкающей рамой 5 с шаровым шарниром 9. Растительность срезается горизонтальными ножами 10, падает на верхние наклонные щиты 7, сползает по ним и раздвигается в стороны вертикальными щитами 8. Раскалывание небольших пней или деревьев, с которыми может встретиться вершина рабочего органа, производится клином-колуном 11. Угол установки ножей в плане составляет  $60...64^\circ$ .

Известны рабочие органы с волнообразной режущей кромкой, имеющие меньшее сопротивление срезанию растительности.

Двухотвальные кусторезы имеют большую длину и увеличенную массу при достаточно низком сопротивлении срезанию. Последнее время большее распространение получили одноотвальные или одно-сторонние кусторезы.

Одноотвальные кусторезы имеют большее сопротивление срезанию, худшее качество среза, но имеют меньшие габариты по длине, меньшую массу и собирают в валок в два раза больше срезанной растительности, что облегчает дальнейшую с ней работу. Наилучшим временем для срезания растительности является наступление первых морозов, но при отсутствии глубокого снега. При небольших объемах работ, например, для расчистки строительной площадки могут использоваться бульдозеры.

Из-за сокращения мелиоративных работ выпуск кусторезов с пассивными рабочими органами практически прекращен. Тем не менее действующие стандартные технологии предусматривают применение двухотвального кустореза ДП-24, одноотвального МП-14 и корчевального комплекса МП-18, в состав которого входит и одноотвальный кусторезный рабочий орган типа МП-14. Их основные технические данные приведены в табл. 5.1.

Кусторез МП-14 предназначен для срезания надземной части кустарника и мелколесья с диаметром стволов до 15 см и укладки в вал срезанной древесины на обработанную площадь.

Кусторез применяется для расчистки мелиорируемых земель в зимнее время на минеральных и торфяных грунтах при высоте снежного покрова не более 50 см и глубине промерзания почвы до 10 см.

Таблица 5.1. Технические данные кусторезов

Показатели	ДП-24	МП-14	МП-18-5
Тип	Двухотвальный	Одноотвальный	Одноотвальный
Базовый трактор	Т-130.1Г-1	Т-130МБГ-1	Т-170
Ширина захвата, м	3,6	До 4,5	3,8
Максимальный диаметр срезаемых деревьев, см	12	15	15
Масса рабочего оборудования, кг	3320	21000	
Производительность, га/ч	–	0,9...1,0	0,75

**Кусторез МП-14** (рис. 5.2) состоит из базового трактора 5 с гидросистемой 7, рабочего органа – отвала 1 с отклоняющим брусом 2 и талрепами 3, универсальной рамы 6, винтовых раскосов 8, ограждения 4.

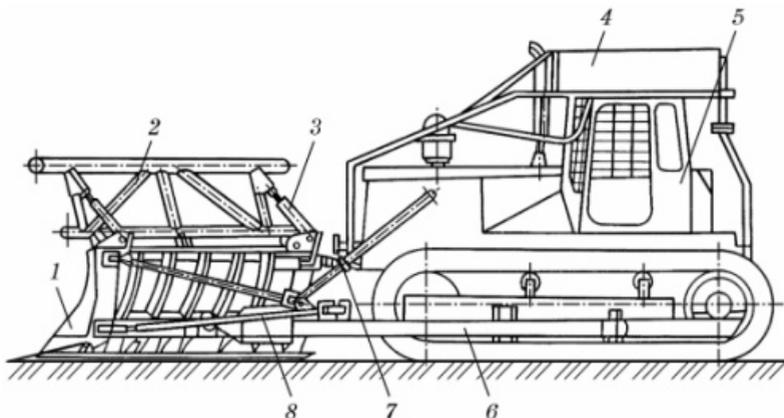


Рис. 5.2. Кусторез МП-14: 1 – отвал; 2 – брус отклоняющий; 3 – талреп; 4 – ограждение; 5 – трактор базовый; 6 – рама универсальная; 7 – гидроцилиндр подъема рабочего органа; 8 – раскос винтовой

Рабочий орган (рис. 5.3) состоит из отвала 1, уширителей 2 и 3, ножевого устройства 4, шарнирно соединенного с отвалом, регулировочной стяжки 5.

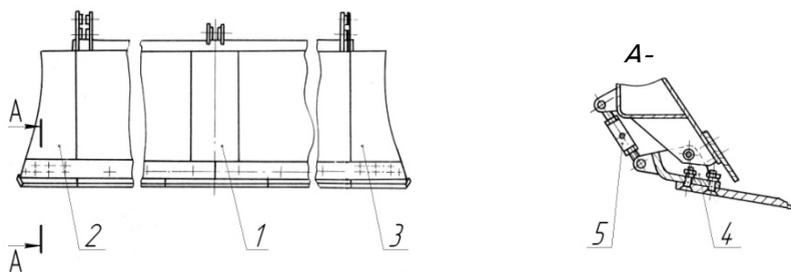


Рис. 5.3. Рабочий орган кустореза МП-14: 1 – отвал; 2, 3 – уширители; 4 – устройство ножевое; 5 – стяжка регулировочная

Шарнирное соединение ножевого устройства с отвалом дает возможность изменять угол резания с помощью регулировочных стяжек.

По своей конструкции лобовая часть кусторезного отвала имеет геометрию бульдозерного отвала. Наружные боковые стенки каркасов уширителей закрыты сплошными листами, расположенными под углом  $30^\circ$  к поперечной оси. Отклоняющий брус 2 (рис. 5.3) устанавли-

вается в верхней части отвала *1* и представляет собой сваренный из труб каркас, состоящий из верхних и нижних поперечин, соединенных между собой стойками.

Талрепы *3* обеспечивают надежное крепление отклоняющего бруса на отвале и регулировку его вылета относительно режущей кромки кусторезного устройства.

Кинематика одноотвального кустореза допускает производить поперечный перекоп отвала до  $6^\circ$  и устанавливать его с углом захвата в плане  $0 \dots 30^\circ$  (путем перестановки положения винтовых раскосов *8* на универсальной раме *6*).

Ограждение *4* предохраняет трактор *5* и защищает машиниста во время работы машины от падающих кустарника и мелкокося. Отдельные части ограждения трактора представляют собой сваренные из труб решетчатые конструкции, перекрытые на отдельных участках (перед радиатором и над крышей кабины) металлическими листами.

Производство работ по срезке кустарника и мелкокося осуществляется при движении кустореза с установленным отвалом на уровне земли. Высота срезания не должна превышать  $3 \dots 5$  см от поверхности земли, на неровностях – до 15 см. Золотник распределителя при этом находится в положении «нейтральное».

На участках с резко выраженным микрорельефом, большим количеством поверхностного и полускрытого валунного камня и пней срезку и одновременное сгребание кустарника и мелкокося следует выполнять с использованием сменных бульдозерных ножей.

Срезку кустарника целесообразно производить в зимнее время по мерзлому грунту и при незначительной толщине снежного покрова. При низкой температуре стволы становятся более хрупкими и мерзлый грунт обеспечивает качественную срезку древесной растительности.

К каждому кусторезу придается устройство заточное, служащее для заточки ножей. Оно состоит из шлифовальной головки с абразивным кругом, приводимым во вращение от шкива привода шлифовальной головки через гибкий вал привода. Шкив получает привод через ременную передачу от вентилятора двигателя трактора (хвостовик вала привода выходит с передней стороны бампера трактора). После окончания заточки ножей гибкий вал снимают, а хвостовик вала привода закрывают заглушкой.

Для срезания кустарника и мелкокося используются машины с активными рабочими органами – сегментными с возвратно-поступательным движением режущих элементов и ротационными с вращательным движением.

Из-за многократного перерезания стволов и заклинивания рабочего органа машины с сегментными рабочими органами не нашли широкого применения.

Машины с ротационными рабочими органами (рис. 5.4) снабжаются дисками с жестко закрепленными сегментными ножами (рис. 5.4, *а*), многозубыми дисковыми пилами (рис. 5.4, *б*), роторами с шарнирно прикрепленными ножами (рис. 5.4, *в*).

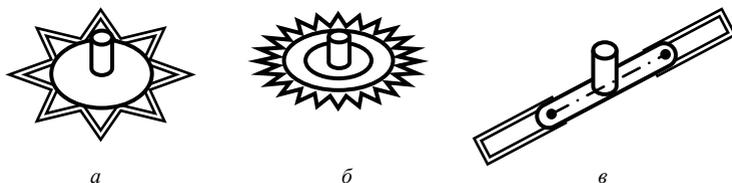


Рис. 5.4. Схемы ротационных рабочих органов:

*а* – с дисками с жестко закрепленными сегментными ножами; *б* – с многозубыми дисковыми пилами; *в* – с роторами с шарнирно прикрепленными ножами

Срезание небольших одиночных деревьев и обрезка сучьев производятся вручную обрезчиками ветвей и бензокосилками с дисковыми пилами.

### 5.3. Кусторезы-измельчители и измельчители древесины

Для срезания древесно-кустарниковой растительности и мелколеся с их измельчением используются кусторезы-измельчители, измельчители мелколеся, выполняющие и мульчирование почвы, а для утилизации срезанной древесины могут использоваться измельчители древесины.

Кусторезы-измельчители активным рабочим органом срезают растительность и измельчают ее.

Достаточно широко распространенными являются машины Российского производства ИК-1,8, КФ-2,8 и КИД-202. Их технические данные приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Технические данные кусторезов-измельчителей

Показатели	ИК-1,8	КФ-2,8	КИД-202
Базовый трактор	ДТ-75	ДТ-75В	К-701
Ширина захвата, м	1,8	2,8	2,0
Максимальный диаметр измельчаемой растительности, см	10	15	12
Производительность, га/ч	0,05...0,1	0,1...0,2	0,06...0,16
Высота срезания, см	5...30	5...26	5...30
Диаметр фрезы, мм	700	100	800
Число ножей или молотков	25	3	3
Масса оборудования, кг	1300	1630	4820

Схематически ИК-1,8 представлен на рис. 5.5.

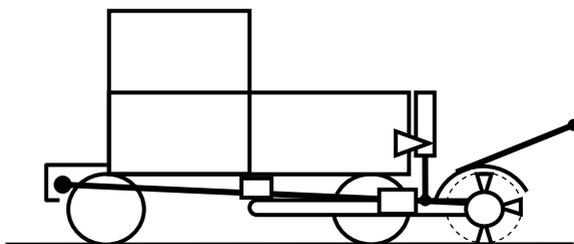


Рис. 5.5. Схема кустореза-измельчителя ИК-1,8

Молотковая фреза приводится в действие от ВОМ трактора. Измельчаемая растительность предварительно наклоняется пригибающим брусом.

Одним из прогрессивных способов дальнейшей переработки срезанных кустарников и мелкокося является их измельчение.

Измельчители древесины или рубильные машины бывают стационарные, перемещаемые и самоходные. К первым подвозится срезанная древесина и измельчается фрезой, приводимой в действие электродвигателем. Полученная мелкая щепка накапливается в виде кучи и отправляется на утилизацию – сжигание, обсыпание дрен, химические или деревоперерабатывающие предприятия.

Перемещаемые или самоходные, в том числе навесные, обычно перевозятся в место заготовки или срезания древесины и на месте перерабатывают древесину на щепу с последующим ее транспортированием к месту утилизации. Измельчители древесины выпускаются различными предприятиями разных стран. Технические данные наиболее распространенных измельчителей древесины приведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3. Технические данные измельчителей древесины

Показатели	МРН-1	МРС-1	МР-25 KESLA	МР-40 KESLA	МТП-82
Страна-производитель	Беларусь	Беларусь	Беларусь, Финляндия	Беларусь, Финляндия	Россия
Тип	Навесная	Стационарная	Перемещаемая с манипулятором	Перемещаемый с манипулятором	Навесная с манипулятором
База или мощность	БЕЛАРУС 82	37 кВт	БЕЛАРУС Л1221-03	155 кВт	К-701
Максимальный диаметр перерабатываемых стволов, мм	100	100	270	450	380
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	До 9,5	До 9,5	Не менее 25	40...100	55
Размеры получаемой щепы, мм (длина/толщина, не более)	10...60/37	10...60/37	–	–	–
Масса, кг	770	960	17500	9600	26400

Вид рубильной машины МРН-1 представлен на рис. 5.6.



Рис. 5.6. Машина рубильная навесная МРН-1

Машина рубильная предназначена для переработки древесных отходов, вершин деревьев, сучьев, некондиционных кусков древесины на технологическую и топливную щепу. По желанию заказчика машины рубильные могут поставляться двух моделей: МРН-1 – машина рубильная навесная, которая монтируется на трехточечную навеску трактора БЕЛАРУС 80/82, Т-150К и их модификации приводится в действие от ВОМ трактора; МРС-1 – машина рубильная стационарная, приводимая в действие через ременную передачу от электродвигателя (поставляется без электродвигателя).

Навесные машины в транспортном положении подняты, а при работе навесное оборудование опускается на землю и опирается на собственную раму или стойки. Для примера на рис. 5.7, *а* показана навесная машина WOODCHIPPER H 160 в работе, а на рис. 5.7, *б* – ее рабочее оборудование.

Измельчение древесины, подаваемой в приемное окно вручную, производится быстровращающейся фрезой, приводимой в действие от ВОМ трактора. Измельченная древесина за счет силы инерции выбрасывается по выгрузному поворотному патрубку в кучу или в транспортное средство. Дальность выброса щепы регулируется установленным на выгрузном патрубке козырьком.



Рис. 5.7. Машина WOODCHIPPER H 160 в работе (*а*) и рабочее оборудование без трактора (*б*)

Также работают стационарные машины. Стационарная машина с приводом от электродвигателя показана на рис. 5.8.



Рис. 5.8. Стационарная машина DP 660 E с электроприводом в работе

Для измельчения крупных стволов используются машины оснащенные гидравлическими манипуляторами и подающими конвейерами. На рис. 5.9 показана такая машина марки CH 380 HFC в работе.



*а*



*б*

Рис. 5.9. Рубильная машина CH 380 HFC с гидравлическим манипулятором (*а*) и подающим конвейером (*б*)

На Минском тракторном заводе в нескольких модификациях на основе финского прототипа FORESTERI C4560 фирмы Kesla создана машина MP-40-01 (рис. 5.10).



Рис. 5.10. Машина рубильная БЕЛАРУС МР-40-01

Машина рубильная БЕЛАРУС МР-40-01 с приводом от автономного двигателя предназначена для производства топливной щепы из круглых и колотых лесоматериалов, низкокачественной древесины, отходов лесопиления и деревообработки. Для транспортировки машины должен использоваться трактор тягового класса не менее 2.

Машина рубильная БЕЛАРУС МР-25 может поставляться в следующих модификациях: МР-25-02 – с контейнером-накопителем (бункером) для щепы; МР-25-03 – без контейнера-накопителя (бункера) для щепы. Модификации машины показаны на рис. 5.11.



*а*



*б*

Рис. 5.11. Машина рубильная БЕЛАРУС МР-25: *а* – МР-25-02 – с контейнером-накопителем (бункером) для щепы; *б* – МР-25-03 – без контейнера-накопителя

Машины являются перемещаемыми автономными, поскольку приводятся в действие собственным двигателем.

Крупным производителем автономных машин является финская фирма Laimet. Технические данные основных машин приведены в табл. 5.4.

Таблица 5.4. Технические данные измельчителей древесины фирмы Laimet

Показатели	HP-21	HP-25	HP-35	HP-50	PS-10
Тип машины	Перемещаемая автономная	Перемещаемая автономная	Перемещаемая автономная	Перемещаемая автономная	Стационарная с электроприводом
Максимальный диаметр перерабатываемых стволов, мм	170	230	280	500	100
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	20...40	40...120	80...140	100...200	2...6
Размеры получаемой щепы, мм	15...150	10...40	10...40	20...150	10...15

Данные других характерных машин приведены в табл. 5.5.

Таблица 5.5. Технические данные измельчителей древесины

Показатели	R-70	DP 660 T	DP 660 E	JUNK-KARI HJ 200 Mobil	SKORPION 120 SD
Тип	Перемещаемая с электроприводом	Навесная	Стационарная с электроприводом	Перемещаемая автономная	Перемещаемая автономная
База или мощность, кВт	2,2	БЕЛАРУС 80/82	30	31,3	21
Максимальный диаметр перерабатываемых стволов, мм	70	160	160	170	120
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	4	До 4	До 4	4...10	12
Размеры получаемой щепы, мм (длина не более)	80...110	10...40	10...40	3...15	9...11
Масса, кг	350	760	960	1190	820

Вид некоторых автономных машин представлен на рис. 5.12.

Крупным производителем рубильных машин является Dynamic Manufacturing Corporation. У машины СН 310 максимальный диаметр перерабатываемого материала составляет 200 мм, длина щепы – от 6 до 25 мм, толщина щепы – до 5 мм. Автономная рубильная машина СН 585 имеет цепной гидравлический движущийся конвейер подачи материала, максимальный диаметр переработки древесины до 560 мм и привод от дизельного двигателя.



*а*



*б*



*в*



*г*

Рис. 5.12. Прицепная (мобильная) рубильная машина SKORPION 120 SD (*а*), то же LASKI LS 120 D (*б*), JAVASCRIPT (*в*), перемещаемая вручную LASKI KDO 85/12 (*г*)

Измельчитель сучьев KDO 85/12 предназначен для измельчения древесных материалов диаметром до 80 мм с целью последующего использования полученной щепы для компостирования.

Перемещаемые и приводимые от электродвигателей и предназначенные для переработки небольших объемов сучьев, древесных обрезков, кустарника машины представлены на рис. 5.13.



*a*



*б*

Рис. 5.13. Рубильные перемещаемые машины с электроприводом JAVASCRIPT (*a*) и R-70 (*б*)

Рубильные машины предназначены для быстрой переработки веток в лесах и садах, а также древесных отходов на пилорамах и в столярных мастерских. Переработанные древесные отходы являются очень хорошим топливом с длиной щепы 8...11 см и могут использоваться во всех топках как твердое топливо.

Для перевозки щепы используются специализированные прицепы с увеличенным объемом кузова, так называемые щеповозы. Системой машин предусмотрено применение щеповозов, например, полуприцепного саморазгружающегося щеповоза ЛТ-191 к седельному тягачу МАЗ-54331. Щеповоз имеет грузоподъемность 13,3 т и вместимость кузова с дополнительными бортами 40,8 м<sup>3</sup>.

#### 5.4. Машины для валки и срезания леса

Сводка леса может производиться двумя параллельно движущимися тракторами, соединенными стальным канатом или тросовой цепью, в центре которой крепится чугунный или бетонный шар. К цепи для выдирания корней могут крепиться крючья.

Для валки деревьев поодиночке предназначен древовал-корчеватель с толкающей рамой (рис. 5.14).

Древовал упирается рамой 3 с наконечником 2 в ствол дерева 1 на высоте около трех метров и силой тяги трактора 5 валит дерево. Корни поваленного дерева докорчевываются установленными на раме зубьями 4.

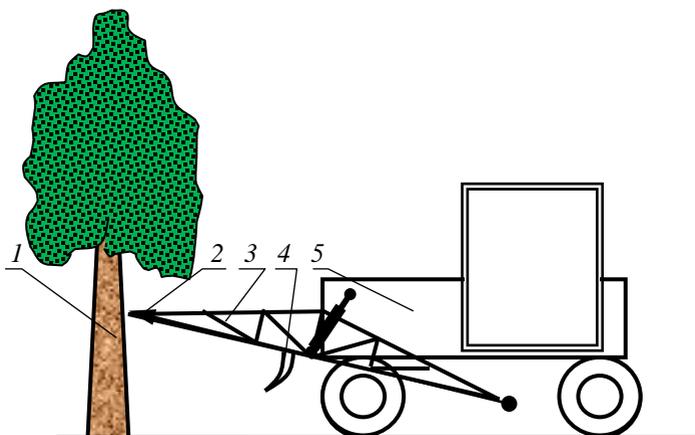


Рис. 5.14. Древовал с толкающей рамой:  
 1 – дерево; 2 – наконечник; 3 – рама толкающая; 4 – зубья корчевальные; 5 – трактор

Самоходные древовалы (рис. 5.15) валят деревья катками с радиально установленными на них ножами. Проезжая по поваленным деревьям, измельчают их.

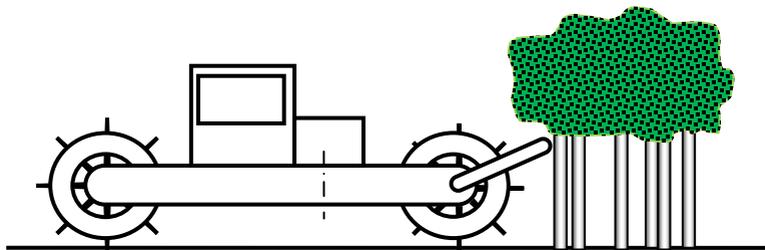


Рис. 5.15. Самоходный древовал

При наезде передним катком на дерево каток поднимается. Вместе с катком поднимается и опускается силовая установка вместе с кабиной, что усложняет работу оператора. Этого недостатка лишен древовал с дополнительным катком, представленный схематически на рис. 5.16.

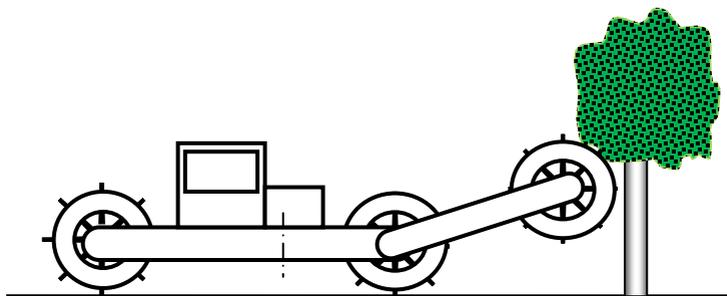


Рис. 5.16. Самоходный древовал с дополнительным катком

Известны конструкции машин, которые выдергивают деревья, захватывая их клещезахватным органом. Корчующее усилие обеспечивается или силой тяги базовой машины или ее гидросистемы. В последнем случае могут применяться гидродомкраты, в которые масло нагнетается насосом гидросистемы.

Для сводки леса и укладки деревьев в упорядоченные кучи или так называемые пакеты служат валочно-пакетирующие машины. Системой машин предусмотрено использование валочно-пакетирующих машин (табл. 5.6).

Таблица 5.6. Технические данные валочно-пакетирующих машин

Показатели	МТП-13А	МЛ-72	МЛ-135	МЛ-119А
База или мощность, кВт	ЭО-3221А	Т-151К (121,4)	165	125
Максимальный диаметр срезаемых стволов, мм	350	500	560	900
Ширина срезаемой полосы, м	13	16	18,8	18,5
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	0,08...0,13	–	170 шт/ч	130 шт/ч
Масса, кг	25 000	12 500	22 690	26 250

Машина МТП-13А (рис. 5.17) создана на базе экскаватора ЭО-4221 (МТП-71). Она используется для сводки кустарника и деревьев с диаметром стволов до 35 см и состоит из базовой машины 2 – экскаватора с гидроприводом ЭО-4221, установленного на нем оборудования для срезки древесной растительности 1, пакетирующего устройства 3 и дополнительного гидрооборудования.

Рабочее оборудование машины состоит из стрелы 6 с поворотным откладчиком 1 и рабочего органа 7 (дисковой пилы) с приводом от гидромотора. Подъем и опускание стрелы, наклон откладчика и поворот клыков откладчика производятся с помощью гидроцилиндров.

МТП-13А имеет пакетирующее устройство 3, которое обеспечивает накопление срезанной древесины и формирование ее в пакеты, которые укладываются периодически на поверхности осваиваемого объекта.

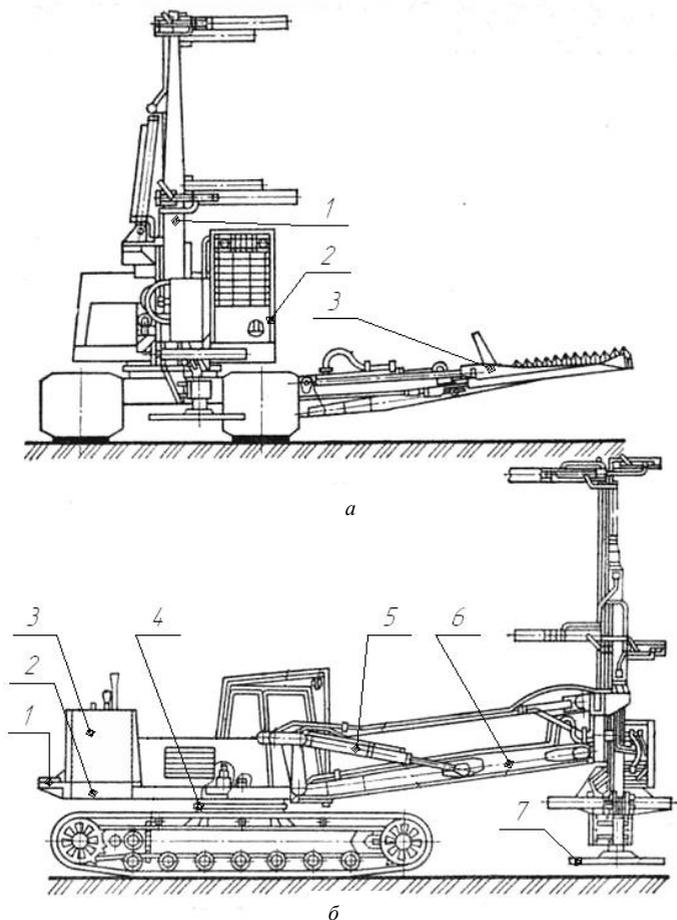


Рис. 5.17. Машина для сводки мелколесья МТП-13А:

*a* – вид спереди: 1 – стойка с поворотным откладчиком; 2 – экскаватор; 3 – устройство пакетирующее; *б* – вид сбоку: 1 – противовес; 2 – платформа поворотная; 3 – двигатель; 4 – опорно-поворотное устройство; 5 – гидроцилиндры; 6 – стрела; 7 – пила дисковая

Процесс работы машины протекает следующим образом. При повороте платформы 2 дерево должно срезаться вращающейся дисковой пи-

лой 7. Срезанное дерево комлем опирается на защитный диск, расположенный над дисковой пилой, и прислоняется к клыкам откладчика. После поворота платформы на 180° дерево укладывается на правый край полосы в вал параллельно ходу машины. По окончании рабочего хода дисковая пила опускается до уровня земли и при возвращении в исходное положение подрезает пни и кочки. После поворота платформы в крайнее положение машина передвигается вперед на расстояние, примерно равное диаметру дисковой пилы.

Машина МЛ-119А создана на самоходной гусеничной базе с увеличенной опорной поверхностью. Машина гидравлическим захватом фиксирует ствол дерева и срезает его маятниковой пилой.

МЛ-72 имеет валочно-сучкорезно-раскряжевочную головку. Объем пачки равняется 8...10 м<sup>3</sup>, вылет манипулятора – до 8 м, скорость хода – 3,4...35 км/ч.

Существуют машины, перекусывающие стволы деревьев гидравлическими ножницами.

## **5.5. Машины для корчевания пней (корчеватели)**

*Корчеватель* – мелиоративная машина для извлечения пней, кустарника вместе с корневой системой, скрытых древесных остатков и валунных камней.

Корчеватели *классифицируются* следующим образом.

*По способу корчевания* их можно разделить на следующие группы:

- машины с канатной тягой;
- машины, корчующие зубьями или рычагами при неподвижной машине;
- машины, корчующие зубьями, рычагами или крюками при поступательном движении;
- машины, корчующие зубьями или рычагами при комбинированном перемещении, т. е. поступательном движении машины при одновременном подъеме или повороте рабочего органа;
- манипуляторные машины;
- корчевальные комплексы;
- машины, подрезающие корни и измельчающие пни;
- роторные корчеватели.

*По виду базовой машины* бывают корчеватели на гусеничном или колесном тракторе или одноковшовом экскаваторе.

По способу управления корчеватели делятся на машины с гидравлическим и канатно-блочным управлением.

По схеме агрегатирования корчеватели обычно бывают навесными, а роторные – прицепными или полуприцепными.

По месту установки рабочего органа корчеватели подразделяются на машины с передним и задним расположением рабочего органа, с установкой рабочего органа на поворотной платформе или прицепленным сзади.

Схемы корчевателей с канатной тягой представлены на рис. 5.18.

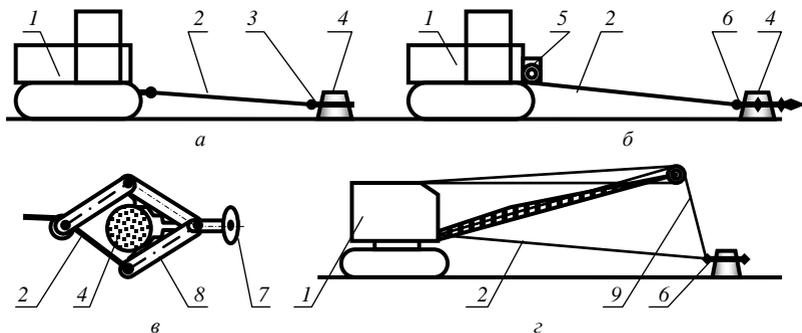


Рис. 5.18. Основные схемы корчевателей с канатной тягой: *а* – корчущегого поступательным движением машины; *б* – корчущегого при неподвижной машине; *в* – рычажный захват; *г* – драглайн с рычажным захватом: 1 – трактор; 2 – канат; 3 – петля; 4 – пень; 5 – лебедка; 6 – захват рычажный; 7 – рукоять; 8 – рычаги с зубьями; 9 – канат тяговый

Трактор 1 (рис. 5.18, *а*), к которому прикреплен стальной канат 2, имеющий петлю 3 на конце, охватывающую корчущий пень 4, производит корчевание собственным поступательным движением вперед.

На рис. 5.18, *б* показана схема, по которой трактор 1, снабженный двухскоростной лебедкой 5, приводимой в действие от ВОМ, стальным канатом 2, имеющим на конце рычажный захват 6, накидываемый на корчущий пень 4, производит корчевание лебедкой при неподвижном тракторе. Первая пониженная скорость используется для корчевания, а повышенная – для укладки выкорчеванных пней.

Рычажный захват (рис. 5.18, *в*) накидывается на пень 4 помощником, который накидывает и снимает приспособление с пня, держась за рукоять 7. Натяжение каната 2 приводит к захвату пня рычагами с зубьями 8.

Такое приспособление может применяться на одноковшовом экскаваторе с канатно-блочным управлением. Например, при оборудовании

драглайном вместо ковша к тяговому канату 9 (рис. 5.18, *з*) и подъемному 10 крепится рычажный захват 6. Машину обслуживают два человека.

К одноковшовым экскаваторам выпускаются сменные одно- и многозубые рабочие органы для корчевания пней и кустов.

Схемы машин, корчующих зубьями, рычагами или крюками при поступательном движении представлены на рис. 5.19.

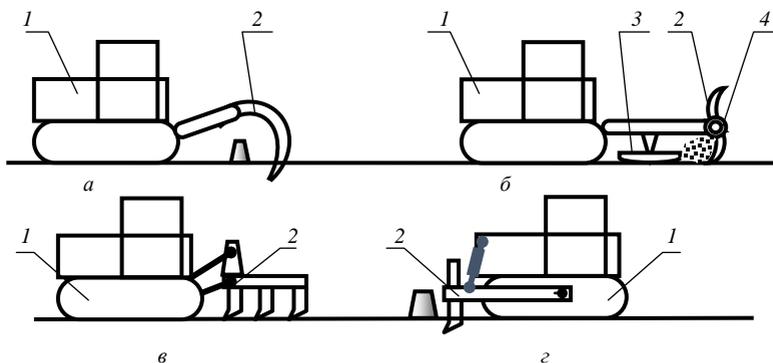


Рис. 5.19. Основные схемы корчевателей, корчующих поступательным движением машины: *а* – крюковой; *б* – роторный; *в* – корчевальные грабли; *з* – корчеватель, навешенный спереди: 1 – машина базовая; 2 – рабочий орган; 3 – лыжа опорная; 4 – муфта предельного момента

Крюковой корчеватель (рис. 5.19, *а*) в основном корчет пни движением базовой машины 1 вперед. Рабочий орган 2 имеет 1 или 3 зуба.

Рабочий орган 2 роторного корчевателя (рис. 5.19, *б*) имеет 2 или 3 ряда зубьев, прикрепленных к горизонтальному поворотному валу, на котором установлена муфта 4 предельного момента. В процессе корчевания рабочее оборудование опирается на лыжу 3. При движении машины вперед перед заглубленными в грунт зубьями накапливается растительная масса, что приводит к увеличению сопротивления на зубьях. По достижении усилия, на которое отрегулирована муфта 4, вал рабочего органа вместе с рядом зубьев проворачивается, выкорчеванная масса остается позади рабочего органа, и в работу вступает другой ряд зубьев. При необходимости муфтой можно управлять из кабины.

Также поступательным движением трактора 1 (рис. 5.19, *в*) вперед выполняет корчевание корней, мелких пней и древесных остатков корчевальная борона 2. Борона в плане представляет собой треугольную или трапецевидную раму, к которой жестко крепятся зубья.

Корчеватель, навешенный спереди (рис. 5.19, *з*), выполняет корчевание при движении машины *1* вперед корчующим рабочим органом *2*, состоящим из толкающей рамы и щита с зубьями. При необходимости движение вперед может совмещаться с подъемом рабочего органа. У крупных пней корчеватель может предварительно разрушить боковые корни для облегчения корчевания. Обычно такие корчеватели выкорчевывают камни до трех тонн и пни диаметром не более 60 см.

Более широкие возможности имеют корчеватели, схематически представленные на рис. 5.20.

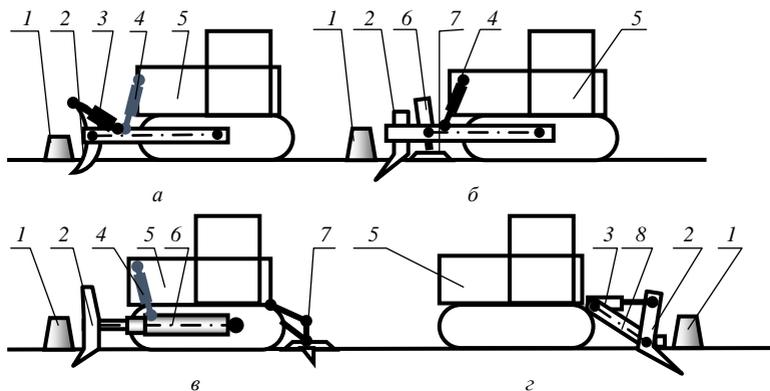


Рис. 5.20. Основные схемы корчевателей: *а* – с комбинированным перемещением рабочего органа; *б* – с корчующей плитой; *в* – с телескопической толкающей рамой; *з* – рычажный корчеватель: 1 – пень; 2 – рабочий орган; 3 – гидроцилиндры поворота рабочего органа; 4 – гидроцилиндры подъема рабочего органа; 5 – трактор базовый; 6 – гидроцилиндр телескопический; 7 – устройство якорное; 8 – рама подъемная

Представленный на рис. 5.20, *а* корчеватель мелкие пни *1* корчет поступательным движением базового трактора *5*. Также перемещается выкорчеванная масса. Крупные пни при необходимости могут выкорчевываться при поступательном движении с одновременным подъемом рабочего органа *2* гидроцилиндрами *4*. Наиболее крупные пни могут корчеваться заглублением зубьев под корни с одновременным поворотом рабочего органа гидроцилиндрами *3*. При этом благодаря клиновой форме зубьев или клыков развивается большое корчующее усилие.

Корчеватель с корчующей плитой (рис. 5.20, *б*) мелкие пни *1* также корчет поступательным движением базового трактора *5*. Крупные пни *1* корчуются путем заглубления зубьев *2* под пень гидроцилиндрами *4*. После заглубления зубьев гидроцилиндры *4* переводятся в

плавающее положение, а рабочая жидкость гидросистемы начинает нагнетаться в гидроцилиндры 6 опорной корчующей плиты 7. Плита упирается в землю, а ее гидроцилиндры 6 начинают выглублять рабочий орган, выкорчевывая при этом пень.

Корчеватель ЛД-9 с таким рабочим органом развивает корчующее усилие до 500 кН и способен выкорчевывать пни диаметром до 130 см дерева любой породы.

Корчеватель с телескопической толкающей рамой (рис. 5.20, в) также корчует крупные пни 1 при неподвижной базовой машине 5. Для этого гидроцилиндрами 4 заглубляют зубья 2 под корчующий пень, затем рабочую жидкость гидросистемы начинают нагнетать в гидроцилиндры 6, образующие телескопическую толкающую раму. Выдвигающиеся штоки перемещают зубья 2 и выкорчевывают пень. Чтобы при этом корчеватель не отъезжал, его оснащают якорным устройством 7, которое при корчевке крупных пней внедряют в грунт.

Рычажный корчеватель (рис. 5.20, г) предназначен для корчевания крупных пней. Для этого подъезжают задним ходом к пню 1, с помощью гидросистемы навески внедряют зубья 2 под корчующий пень и переводят гидросистему навески в плавающее положение. При этом нижний опорный конец рамы 8 ложится на землю. Втягивая шток гидроцилиндра 3, поворачивают зубья 2, которые, используя принцип рычага, выкорчевывают пень.

Работающий по такому принципу корчеватель ДП-21 развивает корчующее усилие до 550 кН. Угол поворота зубьев составляет 60°. Рабочий орган имеет, кроме поворотных, два крайних неповоротных зуба, которыми он упирается в землю и которые могут использоваться для предварительного разрушения корней пня перед его корчеванием.

Для выполнения комплекса работ по удалению древесной растительности выпускаются корчевальные агрегаты. Например, корчевальный агрегат МП-18 состоит из базового трактора и универсальной рамы рабочего оборудования, на которую могут монтироваться: бульдозерный поворотный отвал, одноотвальный кусторез, корчевальный рабочий орган, корчевальный рабочий орган с четырьмя дополнительными зубьями, кустарниковые грабли для сбора древесной массы. На заднюю навеску предусмотрена установка корчевальной бороны или корчевальной грабеля. Техническая характеристика корчевального агрегата приведена в табл. 5.7.

Таблица 5.7. Техническая характеристика корчевального агрегата МП-18

Показатели	Навесное оборудование			
	Корчевальное	Кусторезное	Корчевальная борона	Кустарниковые грабли
Тип рабочего органа	Поворотный отвал с зубьями	Отвал с отклоняющим брусом		
Базовая машина	Трактор Т-170.00-3			
Мощность двигателя, кВт	121,4			
Скорость передвижения вперед (назад), км/ч	2,8...10,4 (3,07...10,02)			
Наибольшее заглубление зубьев, мм	450	–	400	100
Наибольшая высота подъема над опорной поверхностью	1250	–	–	–
Расстояние между осями зубьев, мм	480 ± 20	–	375 ± 20	355 ± 20
Наибольший диаметр удаляемой ДКР, мм: мелколесья и пней без предварительной срезки кустарника и мелколесья	До 120 До 120	– До 150	– До 80	До 250 До 150
Техническая производительность, га/ч, не менее:				
при штучной корчевке пней, шт/га	56	–	–	–
при сплошной корчевке кустарника и мелколесья с образованием валов и куч без образования валов и куч	0,207 0,28	– –	– –	– –
при срезке кустарника и мелколесья на грунтах I–II категорий		0,8		–
при сгребании	–	–	–	0,65
при сплошной корчевке кустарника за один проход на грунтах I–II категорий	–	–	0,95	–
Масса машины, кг, не более	17200	18350	19300	17600

Корчевальный агрегат МП-18 состоит из базового трактора, сменных рабочих органов, навешиваемых на трактор с помощью универсальной рамы. Навесное оборудование может состоять из корчевального органа, кустарниковых граблей, корчевальной бороны или кусторезного органа со сменными бульдозерными ножами.

Кабина и силовая установка трактора имеют ограждение для защиты машины от падающих деревьев и кустарника. Для навески корчевальной бороны используется стандартный трехточечный механизм навески. Для фиксации бороны в транспортном положении используется фиксирующее устройство.

Рама универсальная (рис. 5.21) состоит из двух изогнутых толкающих брусьев 1 и 2 коробчатого сечения, сваренных из равнобоких угол-

ков. Между изогнутыми передними концами брусьев закреплена с помощью болтов шаровая опора 3. Для соединения универсальной рамы с трактором служат шарниры 4.

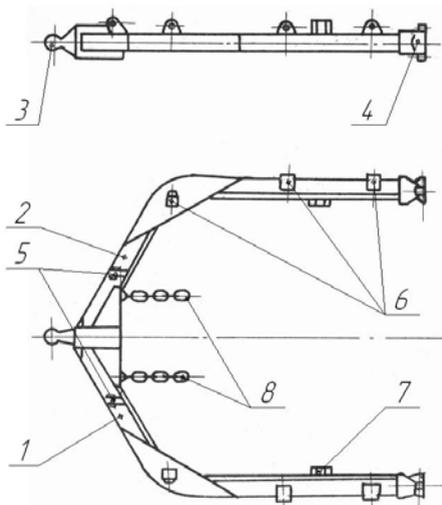


Рис. 5.21. Рама универсальная: 1, 2 – брусья толкающие; 3 – опора шаровая; 4 – шарниры соединительные; 5 – кронштейны для гидроцилиндров подъема-опускания; 6 – кронштейны винтовых раскосов; 7 – буфер; 8 – цепи фиксирующие

Сверху толкающих брусьев приварены кронштейны 5 для соединения со штоками гидроцилиндров механизма навески трактора и кронштейны 6 для присоединения винтовых раскосов. На внутренних боковых сторонах толкающих брусьев приварены буферы 7, исключая возможность задевания рамой гусениц трактора. С внутренней стороны передней части рамы приварены цепи 8, фиксирующие раму с навешенным рабочим оборудованием в транспортном положении.

Орган корчевальный (рис. 5.22) представляет собой поворотный отвал с зубьями и состоит из силовой балки 1, снизу которой приварены шесть корчующих зубьев 2, лобового щита 3, на стойках которого приварены кронштейны 4 для присоединения гидроцилиндров поворота отвала.

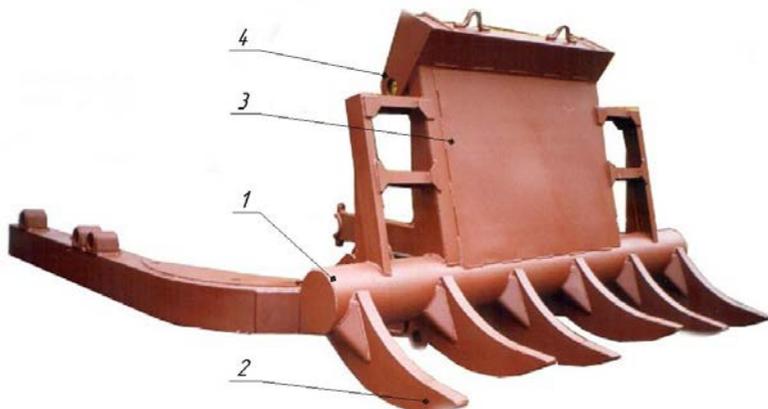


Рис. 5.22. Орган корчевальный в сборе с рамой универсальной:

- 1 – балка силовая; 2 – зуб корчующий; 3 – щит лобовой;  
4 – кронштейн крепления гидроцилиндра поворота отвала

Грабли кустарниковые выполнены в виде решетчатой рамы, на нижней балке которой имеется ряд зубьев. С тыльной стороны грабли через кронштейны соединяются с универсальной рамой. Для крепления граблей к универсальной раме и регулировки их в вертикальной и горизонтальной плоскостях решетчатая рама по краям соединена с винтовыми раскосами 10.

Древесина, не представляющая ценности, сгребается кустарниковыми граблями после ее подсушки в валы и кучи. В рабочем положении отвал скользит на лыжах, при этом рычаг гидрораспределителя находится в плавающем положении.

Работа граблями может производиться как при навешенной бороне, при этом последняя должна быть установлена в транспортное положение и зафиксирована, так и без нее.

Борона корчевальная представляет собой сварную раму треугольной формы, по периметру которой в специальных кронштейнах закреплены корчующие зубья. Для соединения со сцепкой к передней части рамы бороны приварена стойка, имеющая форму усеченного открытого снизу треугольника, выполненного из швеллерного профиля.

На боковых плоскостях рамы крепятся ножевые устройства, предназначенные для срезания кустарника, мелкоколосья и пней.

Корчевание кустарника и мелкоколосья корчевальной бороной производится при заглубленных в почву зубьях. Зубья бороны заглубляются

в грунт самозатягиванием. Если зубья не заглубляются самозатягиванием, то их следует заглублять принудительно.

Подъем и опускание корчевальной бороны осуществляются гидроцилиндрами задней навесной системы трактора. Дополнительный подъем или опускание при транспортировке и в процессе работы при забивании бороны древесиной осуществляется гидроцилиндром, установленным вместо центральной тяги и соединенным со стойкой.

При работе агрегата с корчевальной боронной гидроцилиндры подъема механизма навески должны быть в плавающем положении. В случае самопроизвольного выглубления бороны при тяжелых условиях работы рукоять распределителя задней навески после заглубления рабочего органа устанавливается в нейтральное положение.

Для пригибания стволов кустарника и предохранения трактора от наезда на крупные камни и пни работа осуществляется при навешенном спереди отвале корчевателя. Зубья отвала устанавливаются над поверхностью почвы, при этом корчеватель частично вычесывает и обламывает кустарник, а встречающиеся камни, крупные пни и деревья выкорчевывает.

При забивании передней части корчевальной бороны выкорчеванной древесиной борону поднимают на ходу, извлекая зубья из земли, и вновь заглубляют, чтобы осталось, по возможности, меньше невыкорчеванных полос. Если борона с трудом освобождается от древесины, то дополнительно поднимают и опускают борону.

Орган кусторезный аналогичен по конструкции рабочему оборудованию кустореза МП-14.

Гидросистема корчевального агрегата состоит из двух гидроцилиндров, закрепленных спереди на боковых цапфах трактора и соединенных штоками с универсальной рамой; двух гидроцилиндров, закрепленных на универсальной раме и соединенных штоками с корчующим органом; гидроцилиндра, установленного вместо верхней тяги механизма навески трактора; гидрораспределителя с рукояткой управления, выведенной в кабину трактора; рукавов высокого давления и системы трубопроводов. Питание и управление гидросистемой осуществляется от распределителя гидросистемы трактора. Ввиду того что управление гидроцилиндром, установленным вместо верхней навески трактора, и гидроцилиндрами корчующего органа осуществляется от одной секции тракторного распределителя, в гидросистему введен гидрораспределитель, дающий возможность переключать управление с секции тракторного распределителя на цилиндры соответствующего рабочего органа.

Корчевальный комплекс МП-19 имеет в качестве базы трактор с увеличенной опорной поверхностью типа Т-170Б. Комплекс по устройству и назначению близок к МП-18. Технические характеристики МП-19 приведены в табл. 5.8.

Таблица 5.8. Технические характеристики корчевального агрегата МП-19

Показатели	Рабочий орган		
	Корчевательный	Кусторезный	Кустарниковые грабли
Базовая машина	Трактор Т-170Б.00		
Максимальная транспортная скорость, км/ч	10		
Масса конструктивная (без массы ЗИП), кг	19540	20520	18990
Ширина захвата, мм	Не менее 4550	Не более 4000	Не более 2350
Техническая производительность на участках со средней зарослью: при штучной корчевке пней диаметр 220...450 мм свежей рубки, шт/ч при сплошной корчевке кустарника и мелкокося на грунтах I-II категорий без образования валов и куч, га/ч при срезании кустарника и мелкокося на промерзших грунтах, га/ч при сгребании древесно-кустарниковой массы в кучи, га/ч	Не менее 56 Не менее 0,202 Не менее 0,9 Не менее 0,65		

Для строительства и содержания лесовозных дорог применяется комплекс ЛД-10, состоящий из гусеничного трактора тягового класса 10 и комплекса оборудования: бульдозера, корчевателя с корчущей плитой, одноотвального кустореза.

В качестве корчевального рабочего оборудования к подъемным кранам, одноковшовым экскаваторам, трелевочным тракторам выпускаются манипуляторные корчеватели, которые также называют виброкорчевателями. Рабочим органом является клещевой рычажный захват с установленным на нем вибраторе, приводимом в действие гидромотором. Рычажный захват через пружинную подвеску, защищающую машину от колебаний вибратора, крепится к рукояти. При корчевании клещами рабочего органа захватывают пень и гидросистемой выкорчевывают его. Для облегчения процесса включают вибратор, который к тому же освобождает извлеченный пень от остатков почвы. Извлеченный пень укладывается в нужном месте или помещается в транспортное средство.

Существуют манипуляторные корчеватели, у которых рабочий орган дополнительно оснащен двумя гидродомкратами. При корчевании пень захватывается рабочим органом, затем включаются гидродомкраты, опоры которых, упираясь в землю, поднимают рабочий орган вместе с удерживаемым пнем. При этом может быть включен и вибратор. Так работает корчеватель ЛП-52 на тракторе ТДТ-55, развивающий корчующее усилие до 390 кН и способный выкорчевывать пни диаметром до 120 см.

При небольших объемах работ целесообразным является применение машин, подрезающих корни и измельчающих пни.

Рабочие органы монтируются на навеску трактора или крепятся к рукояти одноковшового экскаватора. Привод обеспечивается от ВОМ или гидромотора.

Цилиндрическая трубчатая фреза (рис. 5.23, *а*) состоит из трубчатого корпуса 3 с зубьями из твердого сплава 5 и шнековой поверхности 4. Фреза, вращаемая приводом 2, ориентируется по оси пня 6 и опускается вниз. При этом зубья обрезают корни, шнековая поверхность выносит измельченные корни и почву на поверхность. После заглубления фрезы на нужную глубину пень фиксируется и проворачивается для обрыва остатков корней. Отделенный пень извлекается, перевозится машиной к месту укладки и выталкивается из фрезы гидравлическим выталкивателем 1.

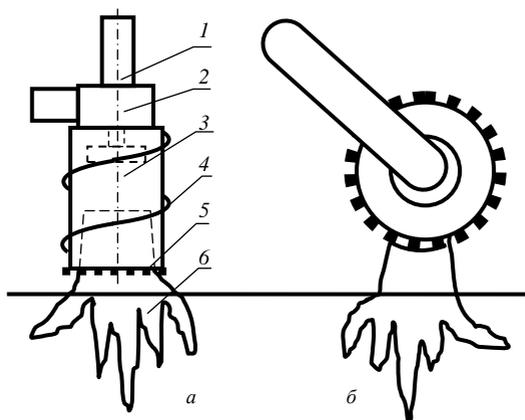


Рис. 5.23. Схемы рабочих органов измельчителей пней:  
*а* – цилиндрическая трубчатая фреза: 1 – выталкиватель;  
 2 – привод фрезы; 3 – корпус фрезы трубчатый; 4 – шнек;  
 5 – зубья фрезы; 6 – пень; *б* – дисковая фреза

Дисковая пила (рис. 5.23, б) представляет собой диск с зубьями из твердого сплава. Она устанавливается на заднюю навесную систему трактора или монтируется на рукоять экскаватора или каналаочистителя. Приводится во вращение от ВОМ или гидромотора. В процессе измельчения пня пила перемещается со стороны в сторону (рис. 5.24, а) или наклоняется туда и обратно справа налево (рис. 5.24, б).

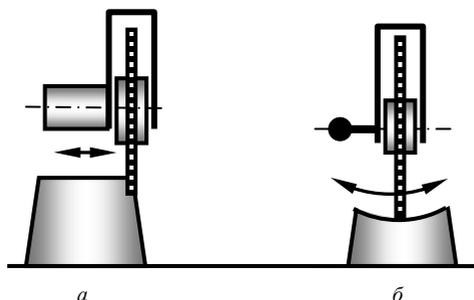


Рис. 5.24. Схемы работы измельчителей пней с дисковой фрезой:  
а – поворачиваемой со стороны в сторону; б – наклоняемой

Более широкое применение нашли измельчители пней с вертикальной осью вращения с конической фрезой (рис. 5.25, а) и ножевые (рис. 5.25, б).

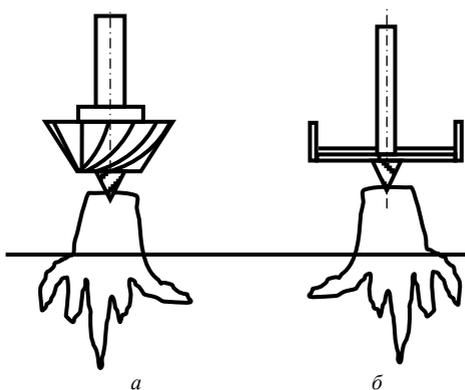


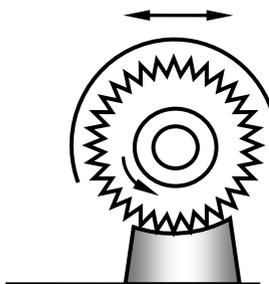
Рис. 5.25. Схемы рабочих органов измельчителей пней:  
а – конической фрезы; б – ножевого рабочего органа

Фрезы, вращаясь и перемещаясь вниз, измельчают пень и его корни. При этом древесная масса перемешивается с почвой.

Наиболее компактным является рабочий орган, представляющий собой цилиндрическую фрезу с горизонтальной осью вращения (рис. 5.26, *а*). Такой рабочий орган навешивается на заднюю навесную систему трактора и приводится во вращение от ВОМ. В процессе работы (рис. 5.26, *б*) фреза навеской может перемещаться вниз, а трактор – совершать продольное перемещение.



*а*



*б*

Рис. 5.26. Измельчитель пней с цилиндрической фрезой:  
*а* – вид сзади; *б* – схема работы

Роторные корчеватели непрерывного действия выполняют за один проход комплекс работ. Они выкорчевывают пни диаметром до 20 см, отряхивают их от почвы, складывают в бункер, транспортное средство или валок, рыхлят почву и выравнивают ее, а некоторые модели машин еще и прикатывают почву. Схема работы полуприцепного роторного корчевателя МП-12 непрерывного действия представлена на рис. 5.27.

На вале насажены 12 роторов диаметром 1300 мм, вращающихся с частотой  $18 \text{ мин}^{-1}$ . Ширина захвата 3 м, глубина рыхления почвы 0,25 м. На торфяных почвах подобные корчеватели рыхлят почву на глубине 0,4 м.

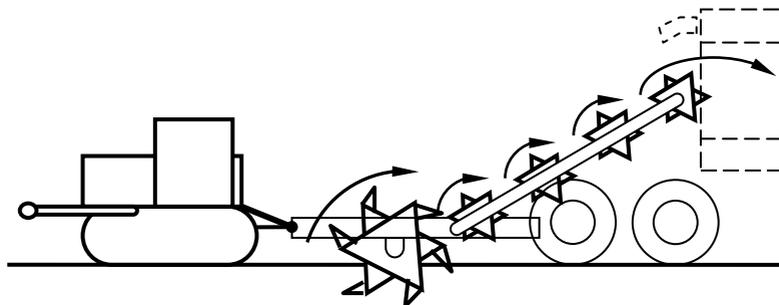


Рис. 5.27. Схема работы роторного корчевателя пней

Техническая характеристика корчевателей роторных представлена в табл. 5.9.

Таблица 5.9. Техническая характеристика корчевателей роторных

Параметры	МТП-81А	МП-12
Производительность (пнистость до 3 %), га/ч	0,53	0,40
Рабочая ширина захвата, мм	3000	3000
Глубина корчевания, мм	400	250
Диаметр корчующего ротора по клямкам, мм	1300	1300
Диаметр корчущей древесины, мм	100...200	100...200
Частота вращения ротора, мин <sup>-1</sup>	3,4	3,4
Количество роторов сепаратора, шт.	4	4
Рабочая скорость, м/с	0,25...0,65	0,06...0,4
Мощность двигателя, кВт	79,5	79,5
Габаритные размеры машины без трактора, мм:		
длина	10700	8750
ширина	8110	6950
высота	5210	4710
Масса машины, кг	16780	14000
Давление на грунт в рабочем положении, кПа	21	40

Корчеватель пней МТП-81А (рис. 5.28) является прицепной машиной.

Корчеватель имеет роторный рабочий орган и состоит из рамы 4, прицепа 2, балансирных тележек 9, энергетического модуля 3, ходоуменьшителя 1, корчующего 5, съемного и транспортирующих роторов 6, гидросистемы 7 и сменного оборудования в виде транспортера 8 или формирователя валка или бункера-накопителя. Привод рабочего органа и транспортирующих роторов осуществляется от автономного двигателя типа СМД-14.

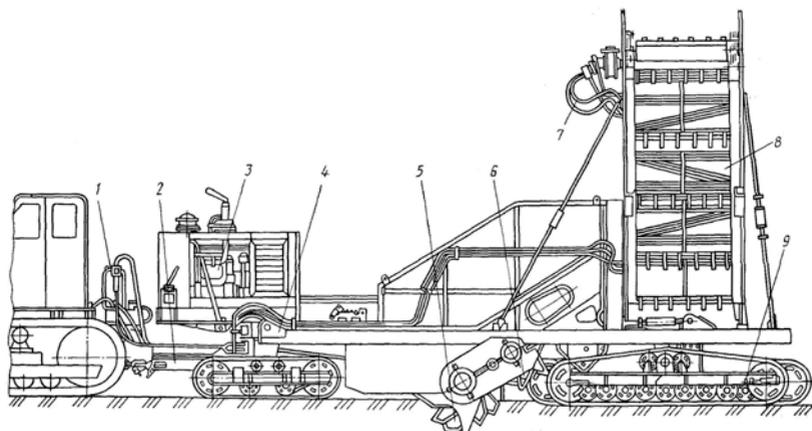


Рис. 5.28. Корчеватель пней МТП-81А:

- 1 – ходоуменьшитель; 2 – прицеп; 3 – модуль энергетический; 4 – рама;  
 5 – ротор корчующий; 6 – ротор съемный и транспортирующий; 7 – гидросистема;  
 8 – транспортер скребковый; 9 – тележки гусеничные балансирные

Принцип работы машины заключается в следующем: вращающийся корчующий ротор 5 извлекает из почвы пни, которые снимаются с клыков съемным ротором и транспортируются назад по ходу машины. Проходя по транспортирующим роторам 6, пни встряхиваются, очищаются от грунта и подаются на ленточный транспортер, после чего поступают в кузов транспортного средства и отвозятся за пределы обработанной площади.

Корчующий, съемный и транспортирующие роторы получают привод от ходоуменьшителя трактора. Подъем корчующего рабочего органа в транспортное положение осуществляется двумя гидроцилиндрами, управляемыми распределителем трактора.

Существуют также роторные машины, одновременно выполняющие корчевание кустарника и мелкокося и их измельчение. Такие машины называются корчевателями-измельчителями.

Общим требованием к кусторезам и корчевателям является максимальное сохранение естественного плодородия осваиваемых земель. При работе кустореза с пассивным рабочим органом допускается срезание гумусового слоя не более  $25 \text{ м}^3/\text{га}$ , а с активным рабочим органом срезания и свалаживания в кучи гумусового слоя не должно быть. Срезание кустарника и мелкокося следует производить вровень с поверхностью почвы, при этом срезанную древесно-кустарниковую рас-

тельность необходимо укладывать в валки. Минимальный диаметр срезаемых стволов составляет 1,5...2,0 см, максимальный в зависимости от технических возможностей машин – до 15 см. При сгребании срезанной древесной массы не допускается свалаживание гумусового слоя почвы.

### 5.6. Машины для подборки древесных остатков

Для подборки древесных остатков наиболее широко применяются кустарниковые грабли или собиратели-погрузчики.

Кустарниковые грабли – мелиоративная машина для собирания и транспортирования срезанной растительности.

Они могут быть навешенными спереди или сзади на базовый трактор. Схема работы кустарниковых граблей, навешенных спереди, показана на рис. 5.29.

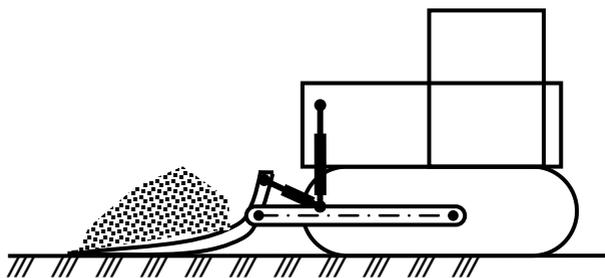


Рис. 5.29. Схема работы кустарниковых граблей

Для предотвращения сваливания набранной растительной массы подобные грабли могут снабжаться захватом, сверху удерживающим массу. Однако данные грабли имеют небольшую высоту выгрузки растительной массы. Нелидовский завод «Горфмаш» предлагает собиратели-погрузчики МП-15 и СП-3,2, имеющие захват и обладающие большой высотой выгрузки. Рабочее оборудование навешивается спереди на гусеничные тракторы. Техническая характеристика собирателей-погрузчиков приведена в табл. 5.10.

Таблица 5.10. Техническая характеристика собирателей-погрузчиков

Показатели	МП-15	СП-3,2
Тяговый класс трактора	3	10
Ширина захвата, м	3	3,2
Грузоподъемность, т	2	3
Производительность, га/ч	0,3	0,6
Высота разгрузки, м	2,6	3,3
Число зубьев	6	8
Расстояние между зубьями, мм	400	520
Число прижимных зубьев	1	3
Масса навесного оборудования, кг	2800	3860

Схема собирателя-погрузчика СП-3,2 приведена на рис. 5.30.

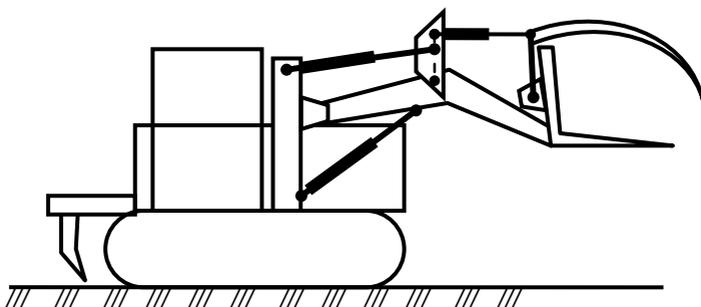


Рис. 5.30. Схема собирателя-погрузчика СП-3,2

Схема кустарниковых граблей, навешенных сзади, приведена на рис. 5.31.

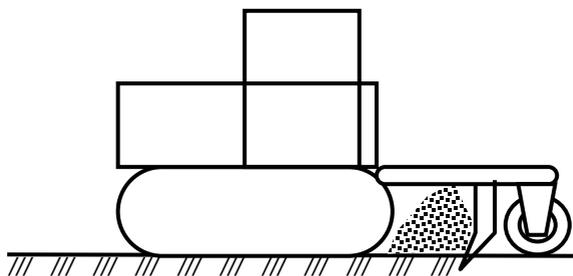


Рис. 5.31. Схема работы кустарниковых граблей, навешенных сзади

Валкователи древесных остатков предназначены для собирания в валки лежащих на поверхности или погруженных в почву на глубину до 10 см древесных остатков. Схема работы валкователя древесных остатков представлена на рис. 5.32.

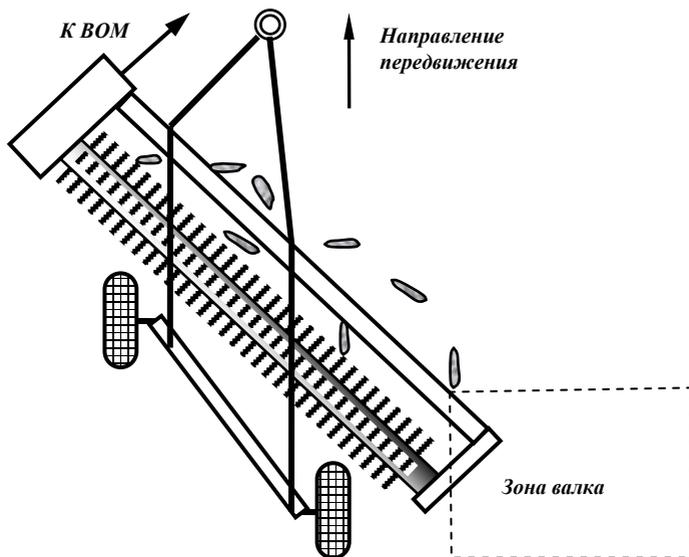


Рис. 5.32. Схема работы валкователя древесных остатков

Различные типы рабочих органов валкователей представлены на рис. 5.33.

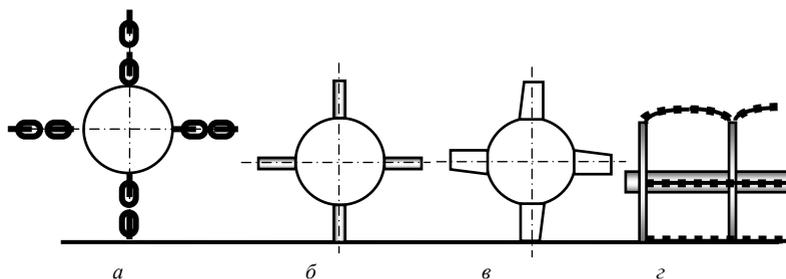


Рис. 5.33. Схемы рабочих органов валкователей древесных остатков:  
а, г – с цепями; б – со штырями; в – с клыками

Существуют машины, валкующие древесные остатки и накапливающие их в бункере.

Для собирания поверхностных и полупогруженных древесных остатков предназначена машина с игольчатым барабаном, схема работы которой представлена на рис. 5.34.

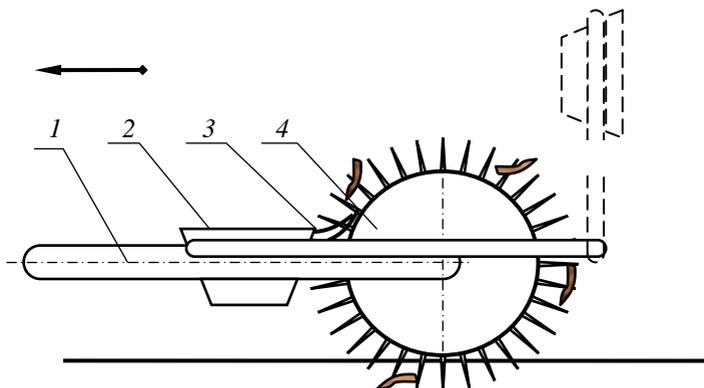


Рис. 5.34. Схема работы машины с игольчатым барабаном:  
1 – рама; 2 – бункер; 3 – гребенка; 4 – барабан игольчатый

Машина, базирующаяся на раме 1, перемещается тягачом по очищаемой от древесных остатков площади. Благодаря большой массе машины иглы барабана 4 проникают в почву и накалывают встречающиеся поверхностные и полупогруженные древесные остатки. Катящийся барабан извлекает наколотые на иглы куски древесины. По мере передвижения по полю барабан перемещает куски древесины к гребенке 3, которая снимает с игл куски древесины и сбрасывает их в бункер 2. Ширина бункера равна ширине игольчатого барабана (6,2 м у машины МТП-22А). При заполнении бункера он с помощью гидросистемы опрокидывается и опорожняется.

Не описанные выше машины для расчистки земель от древесно-кустарниковой растительности, но используемые или рекомендованные к использованию в технологических процессах перечислены в табл. 5.11.

Таблица 5.11. Машины для расчистки земель от ДКР

Наименование	Марка	Назначение	Конструктивные особенности	База или мощность, кВт	Ширина захвата, м	Производительность, га/ч
Кусторез-измельчитель	ИК-1,8	Срезание и поверхностное измельчение ДКР диаметром до 8 см	Роторный рабочий орган	Трактор гусеничный, кл. 3	1,8	0,05...0,1
Подборщик-измельчитель	МТП-82	Измельчение древесины диаметром до 35 см с погрузкой в ТС	Манипуляторный	Трактор колесный, кл. 5	–	56 м <sup>3</sup> /ч
Собира-тель-по-грузчик древесины	МП-15	Собирание и погрузка выкорчеванной ДКР	Рабочий орган в виде граблей с захватом	Трактор гусеничный, кл. 3	3,0	0,12
Подборщик-валкователь древесных остатков	ПВ-5,5	Сбор поверхностных древесных остатков в валки	Полуприцепной	Трактор колесный, кл. 5	5,5	2,0...2,4
Валкователь древесных остатков	ПДО-2	То же	То же	Трактор гусеничный, кл. 3	2,0	0,8
Подборщик древесных остатков	ПВ-1,5	Подбор из валков и вывоз древесных остатков	То же	То же	1,5	До 0,8
Щеповоз	ЛТ-191	Перевозка и самовыгрузка щепы, древесных остатков и мелких камней	То же	Тягач МАЗ-54331	–	–
Валочно-корнерезная машина	ВКМ-0,6	Валка деревьев с подрезкой пней	Навесная с фрезой	ЭО-4121Б	–	40 шт/ч
Измельчитель древесины и пней	МЭ-9003	Измельчение древесины и пней на щепу на объекте	Валковый измельчитель с манипулятором	Т-170М.01	–	15 м <sup>3</sup> /ч

## 5.7. Машины для глубокого сплошного фрезерования земель

Фрезерная мелиоративная машина – машина для измельчения древесно-кустарниковой растительности и скрытых древесных остатков.

При освоении торфяно-болотных и минеральных земель, заросших кустарником и мелколесьем, применяют прицепные, полунавесные и навесные фрезерные машины. Эти машины за один проход выполняют все операции по освоению земель, заменяя комплекс машин, состоящий из кусторезов, корчевателей, кустарниковых граблей, кустарниково-болотных плугов и дисковых тяжелых борон.

Машина МТП-44А предназначена для сплошного фрезерования закустаренных земель (без предварительной срезки леса и кустарника диаметром не более 12 см или после сводки крупного леса), уничтожения кочек, мохового очеса, измельчения погребенной древесины.

Глубокое сплошное фрезерование древесно-кустарниковой растительности вместе с ее корневой системой разрыхляет почву.

Допускается работа машины в зимнее время года при условии промерзания минерального грунта не более 5 см, торфяного – не более 10 см и при высоте снежного покрова не более 20 см.

Техническая характеристика машины МТП-44А представлена в табл. 5.12.

Таблица 5.12. Техническая характеристика МТП-44А

Параметры	Значение
Производительность на торфяных грунтах, га/ч	0,10
Рабочая ширина захвата, мм	1700
Глубина фрезерования, мм:	
минерального грунта	250
торфяного грунта	400
Максимальный диаметр измельчаемых стволов, см	13
Диаметр фрезы, мм	1030
Число ножей на фрезе	115
Частота вращения фрезы, с <sup>-1</sup>	2,3 и 3,4
Рабочая скорость (с ходоуменьшителем), м/с	0,03...0,27
Масса навесного оборудования, кг	6000
Масса машины, кг	22400
Давление на грунт в рабочем положении, кПа	31

Машина МТП-44А (рис. 5.35) является полуприцепной к гусеничному трактору 1, в передней части которого устанавливается толкающая поперечная балка для пригибания растительности. Рабочее фрезерное оборудование состоит из рамы 8, редуктора бортового 5, плиты отбой-

ной 14, гребенки сепараторной 11, фрезы 12 с редуктором 13, редуктора бортового 5, редуктора конического 6, муфты фрикционной 7, карданного вала 3, дышла 6, гидроцилиндров подъема и опускания рабочего органа 9, катка заднего 10, ходоуменьшителя 2, демпфера 4.

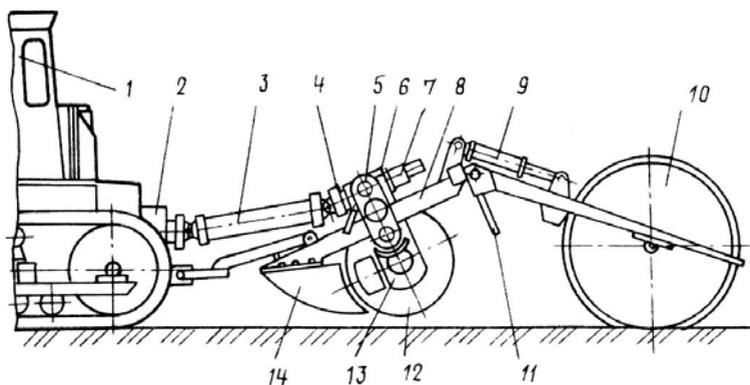


Рис. 5.35. Машина для фрезерования земель МТП-44А: 1 – трактор базовый; 2 – ходоуменьшитель; 3 – карданная передача; 4 – демпфер; 5 – редуктор бортовой; 6 – редуктор конический; 7 – муфта фрикционная; 8 – рама; 9 – гидроцилиндр; 10 – каток задний; 11 – гребенка сепараторная; 12 – фреза; 13 – редуктор фрезы; 14 – плита отбойная

Рабочий орган (фреза) приводится во вращение от вала отбора мощности через карданные валы, редуктор конический, редуктор бортовой, редуктор фрезы.

Фреза состоит из корпуса фрезы и встроенного в него бортового редуктора фрезы.

Сама фреза представляет собой стальной цилиндрический барабан с горизонтальной осью вращения, к внешней поверхности которого крепятся тарельчатые ножи.

Самозатачивающиеся тарельчатые ножи с режущей кромкой диаметром 95 мм расположены на барабане в восемь рядов по двенадцать ножей в ряду. Ножи крепят болтами. При затуплении ножей крепление ослабляют и поворачивают ножи на 120°.

Плита отбойная служит для ограничения глубины фрезерования, копирования микрорельефа в рабочем положении (рис. 5.36). Машина комплектуется двумя плитами разной высоты.

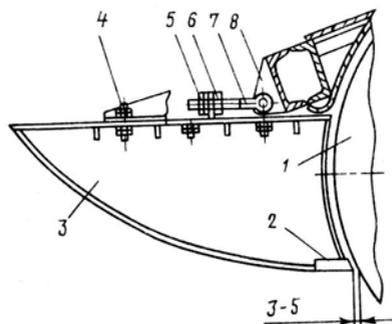


Рис. 5.36. Регулировка плиты отбойной:  
 1 – фреза; 2 – кромка ножа; 3 – плита отбойная; 4, 5, 6 – гайки; 7 – болт; 8 – рама

Для фрезерования кустарников на минеральном грунте устанавливают плиту отбойную высокую, для фрезерования на торфяном грунте – плиту отбойную низкую. При этом глубина обработки составит соответственно 25 и 40 см.

При нормальной работе зазор между кромкой ножа 2 отбойной плиты 3 и режущими кромками ножей фрезы должен быть в пределах 3...5 мм. Если зазор не соответствует требуемому, то отпускают гайки 4 на всех крайних болтах, крепящих отбойную плиту к раме. Для уменьшения зазора на двух регулировочных болтах 7 одновременно отпускают гайки 5 и наворачивают гайки 6. После окончания регулировки гайки 4 на всех крайних болтах затягивают.

Рабочие скорости агрегата при фрезеровании закустаренных земель выбирают в зависимости от степени закустаренности и объема погребенной древесины.

При густом кустарнике и отсутствии в верхнем слое залежи погребенной древесины мелкое фрезерование может проводиться на глубину до 25 см в сочетании со вспашкой на глубину, обеспечивающую заделку щепы, с последующим дискованием и прикатыванием.

При большом количестве погребенной древесины проводится предварительная срезка и удаление наземной части растительности в зимнее время с последующим глубоким фрезерованием торфяной залежи летом.

Фрезы болотные предназначены для обработки пласта осушенных земель после первичной вспашки кустарниково-болотными плугами для улучшения лугов и пастбищ. Применяют прицепные и навесные

болотные фрезы (табл. 5.13). Рабочие органы их (фрезерные барабаны) по конструкции и назначению аналогичны. На каменистых почвах и участках, имеющих пни и отдельные древесные остатки толщиной более 5 см, болотные фрезы не применяются.

Таблица 5.13. Техническая характеристика болотных фрез и фрезерного барабана

Параметры	ФБК-2,0	ФБН-2,0	ФБН-1,5
Ширина захвата, м	2	2	1,5
Производительность, га/ч	1,09	0,54	0,55
Глубина обработки (до), см	20	25	25
Рабочая скорость (до), км/ч	6	3,9	6,7
Дорожный просвет, см	30	50	40
Масса оборудования кг,	2500	1680	960
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	165; 235	234	240
Число секций, шт.	16	16	11
Расстояние между секциями, мм	134	135	135
Диаметр по концам ножей, мм	800	710	640
Число правых ножей, шт.	80	64	48
Число левых ножей, шт.	80	64	40

Первичную обработку почвы болотными фрезами проводят в два следа с интервалом 7...10 дней. При первом проходе фрезу заглубляют на 10...12 см, при последующем – на 15...20 см. Такая обработка создает рыхлый слой почвы, покрывающий дернину на 2...4 см. Глубина обработки почвы под следующую вспашку при первом проходе фрезы должна быть 7...8 см, а при последующем – 10...12 см. Огрехи и пропуски на обработанном участке не допускаются.

Фреза болотная ФБК-2,0 прицепная предназначена для рыхления дернины луга на минеральных и торфяных почвах, разрушения растительных и земляных кочек на лугах, обработки пластов при первичной вспашке осваиваемых болот и коренного улучшения лугов с одновременным прикатыванием. Агрегатируется фреза с гусеничным трактором класса 4 и состоит из рамы, фрезерного барабана, конического и цилиндрического редукторов, катка, транспортных пневматических колес, граблей и карданного вала.

Фрезерный барабан представляет собой вал с лыской, на котором поочередно насажены ведущие и ведомые диски с закрепленными на них Г-образными правыми и левыми ножами. Соединение ведущих и ведомых дисков фрикционное. Фрикционы предохраняют рабочие органы от перегрузок. Осевое сжатие дисков создают пружины, регулируемые сжатием гайки, расположенной на конце вала барабана.

Глубину обработки почвы фрезой ФБК-2,0 регулируют изменением положения прикатывающего катка относительно рамы фрезы. Это достигается перестановкой штыря в одно из отверстий штанги, которые совмещены с отверстием кронштейна. Положение отверстий фиксируют штырем. Такой же штырь вставляют в отверстие на конце штанги для ограничения высоты в транспортном положении.

Фреза болотная навесная ФБН-2,0 (рис. 5.37) предназначена для выполнения тех же работ, что и ФБК-2,0 и состоит из рамы с навеской 4, фрезерного барабана 8, грабельной решетки 7, опорных колес 9, конического 5 и цилиндрического 6 редукторов, понижающего редуктора 2 и механизма передачи 3. Фреза агрегируется с гусеничными тракторами тягового класса 10.

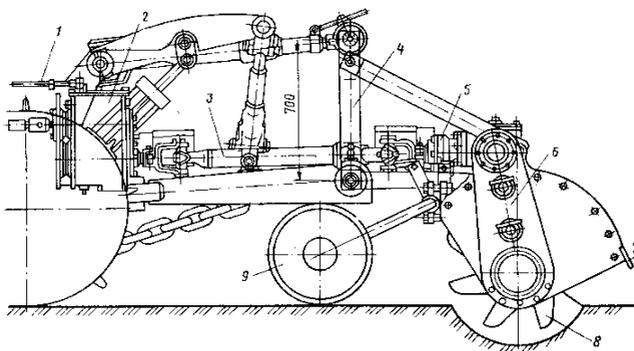


Рис. 5.37. Фреза болотная навесная ФБН-2,0: 1, 3 – карданные валы; 2 – редуктор понижающий; 4 – рама с навеской; 5 – редуктор конический; 6 – редуктор цилиндрический; 7 – решетка грабельная; 8 – барабан фрезерный; 9 – опорные колеса

Фреза болотная навесная ФБН-1,5 предназначена для рыхления дернины на осушенных болотах, торфяниках, лугах и пастбищах, обработки пластов при первичной вспашке болот и коренного улучшения лугов и пастбищ. Агрегируется фреза с гусеничными тракторами тягового класса 3, оборудованными ходоуменьшителями. Основными сборочными единицами фрезы являются рама, фрезерный барабан, конический и цилиндрический редукторы, карданная передача и грабли.

При работе на торфяно-болотных почвах ставят уширители, увеличивающие опорную поверхность в два раза.

Глубину обработки почвы фрезой ФБН-1,5 регулируют изменением положения опорных колес относительно рамы. При этом переставляют в отверстиях регулировочные тяги.

Одновременно с изменением глубины обработки почвы изменяют и положение граблей с помощью регулировочной стяжки. С увеличением глубины фрезерования увеличивают и наклон граблей.

Для предохранения рабочих органов фрезы от поломок при перегрузках фрикционное устройство регулируют так, чтобы предельный момент срабатывания фрикционных фрезы ФБК-2,0 составлял 300...400 Н·м, а фрезы ФБН-1,5 – 450...500 Н·м.

Для установления предельного момента срабатывания фрикционных на средней секции фрезерного барабана снимают нож и на его место закрепляют рычаг определенной длины. Затем на конец рычага прикладывают усилие, под действием которого секция повернется, и замеряют это усилие. Произведение силы на расстояние от оси барабана до точки приложения усилия на рычаге и даст величину момента срабатывания фрикционных.

Для ухода за лугопастбищными угодьями и предпосевной подготовки почвы предназначена машина роторная почвообрабатывающая МРП-2,1, представленная на рис. 5.38.

Машина выполнена полунавесной и агрегируется с тракторами класса 1,4...2,0, оборудованными задним ВОМ с частотой вращения  $1000 \text{ мин}^{-1}$ . Основными сборочными единицами машины являются: рама 1, ротор 2, лемех 3, каток 4, подвеска катка 5, дека 6, амортизаторы 7, колеса ходовые 8, механизм привода 9, гидросистема 10 и сцепное устройство 11.

Принцип работы машины заключается в следующем. При поступательном движении агрегата плоскорежущий лемех отделяет пласт от массива и частично его разрушает. Установленный над лемехом ротор, воздействуя на пласт пружинными пальцами, измельчает почву, перемешивая ее с растительными остатками. Ворох, вылетая из-под ротора и отражаясь от регулируемой деки, укладывается на дно борозды и уплотняется прикатывающим катком. Часть вороха, пролетая в зазор между декой и прикатывающим катком, укрывает прикатанную поверхность почвы мульчирующим слоем.

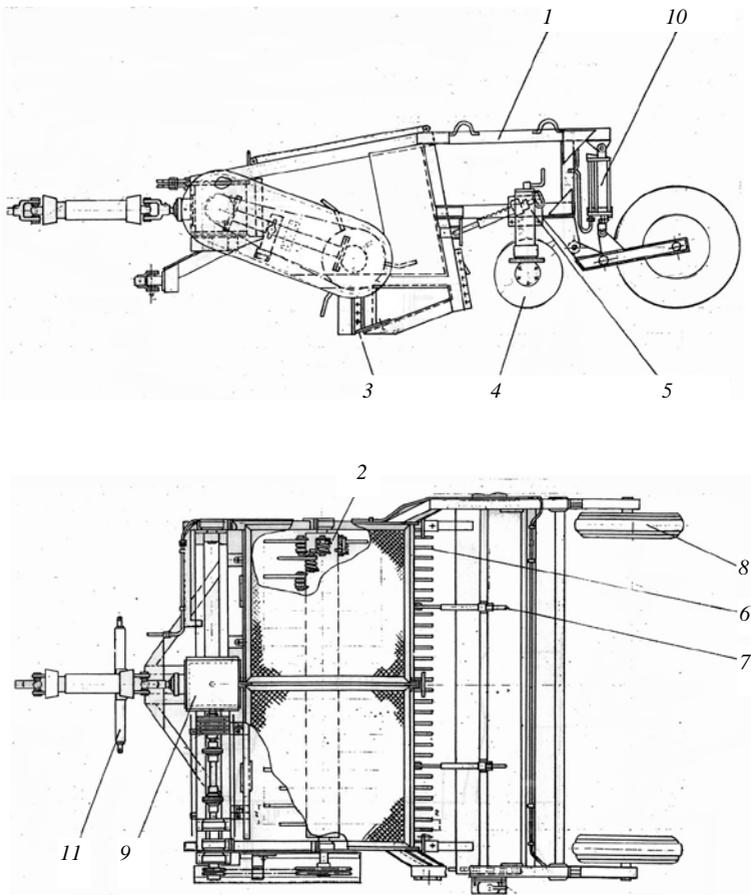


Рис. 5.38. Машина роторная почвообрабатывающая МРП-2,1:  
 1 – рама; 2 – ротор; 3 – лемех; 4 – каток; 5 – подвеска катка; 6 – дека;  
 7 – амортизаторы; 8 – колеса ходовые; 9 – механизм привода;  
 10 – гидросистема; 11 – прицепное устройство

Техническая характеристика машины роторной почвообрабатывающей МРП-2,1 представлена в табл. 5.14.

Таблица 5.14. Техническая характеристика болотных фрез и фрезерного барабана

Параметры	Значение
Ширина захвата, м	2,1
Производительность, га/ч	0,5...1,0
Глубина обработки (до), см	20
Рабочая скорость (до), км/ч	2,5...5,0
Транспортная скорость (до), км/ч	15
Масса оборудования, кг	1100
Глубина обработки, см	15...20
Массовая доля фракций размером до 5 см, %	95...99
Заделка растительных остатков, %	70...85
Удельный расход топлива за 1 ч основного времени, кг/га, не более	25

Для создания на почве защитно-удобряющего слоя из измельченной растительности используются мульчирующие косилки-измельчители или измельчители мелколесья. РУП завод «Могилевлифтмаш» выпускает измельчитель мелколесья (мульчировщик) МН25 (рис. 5.39).



Рис. 5.39. Измельчитель мелколесья МН25

Техническая характеристика измельчителя мелкоколосья МН25, представлена в табл. 5.15.

Таблица 5.15. Техническая характеристика измельчителя мелкоколосья МН25

Показатели	Значение
Ширина фрезерования, мм	2500
Максимальная глубина фрезерования, мм	250
Мощность трактора, с которым агрегируется мульчировщик, л. с.	130
Количество резцов, шт.	90
Число оборотов фрезы, об/мин	345
Давление в гидросистеме, МПа	16
Масса агрегата, кг	2300

## 5.8. Камнеуборочные машины

### 5.8.1. Классификация камней по размерам.

#### Засоренность почв камнями

Засоренность почв камнями является одним из важнейших факторов, препятствующим в сжатые сроки окультуриванию почв из-за невозможности использования скоростных широкозахватных сельскохозяйственных, землеройных и культуртехнических машин.

Наличие камней ведет к резко возрастающим динамическим нагрузкам на рабочие органы, что обуславливает их износ и поломки. Обусловленные этим простои техники составляют до 60 % сменного времени. Увеличение тяговых сопротивлений и возрастающие динамические нагрузки снижают производительность агрегатов на 10...39 %.

При обработке почвы, засоренной камнями, неизбежны огрехи, которые зарастают сорняками, распространяющимися по всему полю.

Засоренность поля камнями объемом  $10 \text{ м}^3/\text{га}$ , что составляет порядка  $125 \text{ м}^2$  площади, ведет к потерям урожая зерновых около  $0,2 \text{ ц/га}$ , при объеме камней  $25 \text{ м}^3/\text{га}$  площадь составляет уже  $570 \text{ м}^2$ , а недобор урожая – почти  $1 \text{ ц/га}$ . К тому же на каменистых почвах снижается и эффективность химических способов борьбы с сорняками, ростки которых закрыты наружной поверхностью камня и защищены от химикатов. Вместе с тем собранные камни сами по себе представляют определенную ценность, так как являются хорошим строительным материалом.

Проблема очистки земель от камней чрезвычайно актуальна не только для нашей страны, но и для таких, уделяющих большое внима-

ние аграрной отрасли, государств, как Австралия, Великобритания, Германия, Италия, Канада, Российская Федерация, Соединенные Штаты Америки, Финляндия и др.

В соответствии с ГОСТ 26333–84 камнеуборочная машина – мелиоративная машина для уборки камней с поверхности пахотного слоя.

С позиций технологий уборки камни классифицируют на очень крупные (валуны диаметром более 2 м), крупные (0,6...2 м), средние (0,3...0,6 м) и мелкие (0,03...0,3 м), а по глубине нахождения они делятся на поверхностные, полускрытые и скрытые.

Крупные округлые камни – это валуны и булыжники.

На территории Беларуси крупнейшими валунами, охраняемыми как памятники геологической истории и природы, являются Большой камень (размеры 11×5,6×2,8 м), находящийся у деревни Горка Шумилинского района, Камень филаретов (4,1×1,9×3 м), расположенный у деревни Карчова Барановичского района, Камень Богушевича (2,6×1,3×1,5 м), размещающийся у деревни Кушляны Сморгонского района, камень-исполин (3,4×2,5×3,5 м), находящийся у деревни Васевичи Дятловского района, валуны (7×4×1,5 и 5×3×2 м), лежащие у деревни Каменное Узденского района и др.

Завалуненностью и каменистостью почвы называется засоренность почв округлыми глыбами (валунами) и более мелкими обломками горных пород (камями).

Степень засоренности почв камнями характеризуется объемом камней в 30-сантиметровом (пахотном) слое почвы или процентном ее покрытии камнями. По этим показателям почвы делятся на слабо-, средне-, сильно- и очень сильнозасоренные.

Градацию земель по степени засоренности камнями удобно представить в табличной форме (табл. 5.16).

Таблица 5.16. Градация земель по степени засоренности камнями

Степень засоренности	Слабо-засоренные	Средне-засоренные	Сильно-засоренные	Очень сильно-засоренные
Объем камней в пахотном слое, м <sup>3</sup> /га	5...20	20...50	50...100	Свыше 100
Площадь, занятая камнями, %	5...10	10...20	20...40	Свыше 40

Распределение засоренных камнями сельскохозяйственных площадей по областям Республики Беларусь представлено в табл. 5.17.

Таблица 5.17. Степень засоренности сельскохозяйственных угодий камнями

Области	Площади сельскохозяйственных угодий по степени засоренности камнями, тыс. га			
	слабая	средняя	сильная	очень сильная
Брестская	23,0	19,3	2,6	0,6
Витебская	391,1	2,9	–	–
Гомельская	1,7	1,9	–	–
Гродненская	368,7	149,1	19,1	1,0
Минская	503,0	37,8	2,3	–
Могилевская	13,0	0,6	–	–
Всего по Беларуси	1300,5	211,6	24,0	1,6

### 5.8.2. Классификация камнеуборочных машин

В зависимости от характера засоренности почв и размерно-массовых характеристик камней применяются различные *способы уборки и средства механизации* для их выполнения. Применительно к условиям Беларуси возможными и известными способами очистки почв от камней или удаления камней в зависимости от их размеров являются следующие:

очень крупные и крупные камни – захоронение, т. е. погружение на глубину, при которой камни не мешают проведению сельскохозяйственных работ, и раскалывание камней с целью облегчения их дальнейшей транспортировки и переработки;

крупные и средние камни – извлечение или корчевка полускрытых и скрытых камней, погрузка в транспортные средства или перемещение к месту временного складирования или утилизации;

мелкие камни – извлечение, валкование, сбор, погрузка в транспортные средства, вывоз к месту временного складирования или утилизации, измельчение камней на месте их нахождения.

*В зависимости от назначения и последовательности выполнения технологических операций* машины можно подразделить на группы:

машины и приспособления для извлечения крупных валунов диаметром более 70 см;

машины и оборудование для раскалывания камней;

машины и приспособления для извлечения средних камней размером более от 30 до 70 см;

машины для уборки мелких камней диаметром от 5 до 30 см;

погрузочные средства;

транспортные средства;

средства механизации для измельчения камней на месте их размещения;

оборудование для дробления камней и сортировки щебня.

Для захоронения, корчевания, раскапывания, перемещения волоком очень крупных и крупных камней зачастую применяются общестроительные (одноковшовые экскаваторы, бульдозеры, рыхлители, мелиоративные корчеватели) или специальные камнеуборочные машины.

Для уборки средних и мелких камней обычно применяются специальные камнеуборочные машины. Их можно разделить на следующие группы: машины для извлечения камней, рыхлители-вычесыватели камней, подборщики-транспортировщики камней, валкователи камней, подборщики камней из валков, валкователи-подборщики камней, машины для очистки верхнего слоя почвы с просеиванием почвы, машины для дробления камней на месте их расположения.

По схеме агрегатирования они бывают навесными, полунавесными, прицепными и полуприцепными.

По схеме работы бывают циклического и непрерывного действия.

Привод активной части рабочего оборудования может осуществляться от ВОМ или от гидромоторов.

Система машин Республики Беларусь предполагает использование машин, приведенных в табл. 5.18.

Таблица 5.18. Камнеуборочные машины, включенные в Систему машин Республики Беларусь

Наименование	Марка	Тяговый класс трактора	Производительность, га/ч	Технические данные
Подборщик-транспортировщик валунных камней	ПВК-2,0	1,4; 2,0	2...4	Ширина захвата 2,0 м, размер убираемых камней 30...70 см
Валкователь камней	ВМК-3,0	1,4; 2,0	0,6...1,0	Ширина захвата 3,0 м, размер убираемых камней 5...40 см
Подборщик камней из валков	ПКВ-1,5	1,4; 2,0	0,1...0,45	Ширина захвата 1,5 м, размер убираемых камней 5...40 см
Валкователь-подборщик камней	МПК-4	3,0	1,5...2,0	Ширина захвата 5 м, глубина подбора камней до 15 см, размер убираемых камней 3...30 см, емкость бункера 1,5 м <sup>3</sup>

Все машины производятся в РУП «Станкостроительный завод им. С. М. Кирова».

### 5.8.3. Раскалывание крупных камней

Крупные и очень крупные камни трудно транспортировать или утилизировать. В связи с этим производится предварительное раскалывание камней на месте их расположения или на специально оборудованных полигонах.

Раскалывание производится с применением взрывчатых веществ, электрогидравлических установок или гидромолотов.

Для взрыва камня в нем с помощью перфоратора бурят шпур, в который закладывают заряд и взрывают. На территории Беларуси очаговые скопления крупных и очень крупных камней встречаются крайне редко, а раскалывание требует особых мер безопасности, поэтому этот процесс обычно экономически невыгоден.

Полигонное дробление валунов взрывом вследствие трудности организации работ и негативных экологических последствий повсеместно прекращено.

Бесполигонная технология с использованием электрогидравлических установок К-52 более эффективна. У данной установки все энергетические агрегаты, пульт управления и другие узлы находятся в фургоне грузового автомобиля. Сверление шпуров в камнях производится электроперфоратором ИЭ-4707 с воздухоподводкой для отвода тепла. Производительность установки – 8...10 м<sup>3</sup>/ч. Однако вследствие сложности обслуживания установки и затрат ручного труда, включая устройство шпуров в камне, эта технология не получила распространения.

Наиболее доступным является применение гидромолотов. Обычно гидромолот является сменным рабочим органом к универсальному однокоровному гидравлическому экскаватору.

Так, например, для раскалывания камней может применяться экскаватор ЭО-4121 с гидромолотом СП-62. Он способен раздробить до 20 т/ч камней до размера в 0,3 м.

Следует отметить, что гидромолот – это широко распространенный сменный рабочий орган, которым комплектуется большинство гидравлических однокоровных экскаваторов второй и более высоких размерных групп.

На однокоровных гидравлических экскаваторах второй размерной группы типа ЭО-2621 предусмотрено применение гидромолота ГПМ-120. Тверской экскаваторный завод к экскаватору ЕК-8 предлагает гидромолот МГ-120, но наиболее распространенными гидромолотами, предназначенными для использования на экскаваторах массой 12...18 т являются гидромолоты МГ-300 (рис. 5.40, а) и более совершенные МГ-306 для экскаваторов массой 12...15 т (рис. 5.40, б).



Рис. 5.40. Гидромолоты МГ-300 (а) и МГ-306 (б)

Гидравлический молот МГ-306 имеет энергию удара 2500 Дж, массу 630 кг, частоту ударов 100...400 мин<sup>-1</sup>, расход рабочей жидкости 50...220 л/мин, давление в гидросистеме 16 МПа, длину 2200 мм, рабочую длину пики 500 мм, диаметр пики 124 мм.

Некоторые производители оснащают гидромолотами мини-погрузчики (рис. 5.41).



Рис. 5.41. Мини-погрузчик с гидромолотом IMPULSE 120

Мини-погрузчики АМКОДОР 211 могут снабжаться гидромолотом АМКОДОР 208-46.36.000-01 в качестве одного из сменных рабочих органов. Гидромолот имеет массу 310 кг, энергию удара 500 Дж и частоту ударов 720 мин<sup>-1</sup>.

#### 5.8.4. Машины циклического действия для уборки крупных камней

Очень крупные скрытые камни могут предварительно раскапываться одноковшовыми экскаваторами или бульдозерами с последующим их перемещением волоком или на транспортном средстве к месту временного складирования.

В зависимости от размеров, глубины залегания камней, почвенных условий и других факторов применяют корчевальные машины с различными принципами действия.

При необходимости корчевания с последующим транспортированием камней на зубьях применяются корчующие рабочие органы, имеющие зубья специальной формы (рис. 5.42, *а*), а также рабочие органы с зубьями специальной формы и прижимными рычагами, предотвращающими возможное сваливание транспортируемого груза (рис. 5.42, *б*).



Рис. 5.42. Корчующие рабочие органы с зубьями специальной формы (*а*) и с зубьями специальной формы и прижимными рычагами (*б*)

Извлечение из почвы скрытых средних камней может также производиться корчевальной бороной, навешиваемой на трактор К-701, чизельным орудием К-85, плоскорезом МП-9 (рис. 5.43).

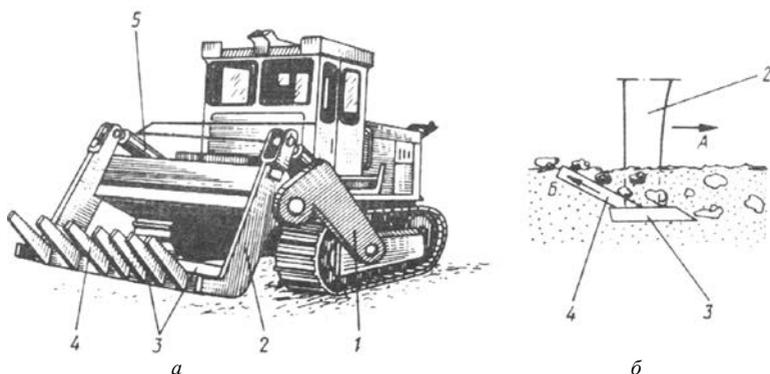


Рис. 5.43. Плоскорез МП-9: *а* – общий вид; *б* – схема работы: 1 – рама; 2 – стойки вертикальные; 3 – нож плоскорежущий; 4 – кронштейны

Плоскорез МП-9 предназначен для извлечения на поверхность средних и мелких камней, находящихся на глубине до 0,5 м. Рабочее оборудование (рис. 5.43, *а*) навешивается на гусеничный трактор тягового класса 10. Оно состоит из рамы 1, вертикальных стоек 2, плоскорежущего ножа 3, к которому на расстоянии 50 см друг от друга приварены выталкивающие элементы 4 – кронштейны. Управление оборудованием производится гидроцилиндрами 5.

Работает плоскорез следующим образом (рис. 5.43, *б*). Рабочий орган гидроцилиндрами заглубляется в грунт и плоскорез перемещается вперед. Стойки 2 прорезают две вертикальные щели и воспринимают тяговое сопротивление. Плоскорежущий нож 3 подрезает слой грунта, а кронштейны 4 выталкивают на поверхность почвы встречающиеся камни *б*, производя одновременно глубокое безотвальное рыхление почвы.

Ширина захвата машины – 2,3 м, производительность – 0,3...0,7 га/ч.

По похожей схеме работает машина МИК-2,5, имеющая ширину захвата 2,5 м, техническую производительность – 0,6 га/ч, извлекающая камни с глубины 0,5 м.

Машина МИК-2,5 и рыхлитель-вычесыватель камней РВК-2 за два прохода во взаимно перпендикулярных направлениях извлекают камни диаметром 30...100 см с глубины до 0,35 м.

При условии высокой каменистости для перемещения средних камней на небольшие расстояния применяется способ извлечения и транспортировки их собирателем камней СКН-3,2. Производительность на сборе скрытых камней с глубины 0,2 м при этом достигает 0,28 га/ч.

Для уборки средних камней с поверхности почвы предназначены подборщики средних камней ПСК-1,0, ПСК-1,2 и ПСК-1,5, имеющие один и тот же принцип действия. Подборщик ПСК-1 агрегируется с трактором класса 3 и предназначен для уборки камней диаметром 0,30...1,0 м (рис. 5.44).

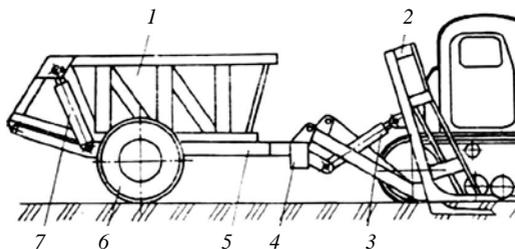


Рис. 5.44. Подборщик средних камней ПСК-1,0: 1 – кузов; 2 – грабельный орган; 3 – гидроцилиндр подъема грабельного органа; 4 – балка опорная; 5 – рама; 6 – опора пневмоколесная; 7 – гидроцилиндры опрокидывания кузова

Рабочее оборудование состоит из грабельного органа 2, навешиваемого сбоку трактора и управляемого гидроцилиндром 3, и полуприцепной самосвальной тележки, имеющей опорную балку 4, раму 5, пневмоколесную опору 6 и кузов 1, управляемый гидроцилиндрами 7.

При малой засоренности участка камнями или наличии крупных камней они подбираются поодиночке. Подборщик подъезжает к камню, проталкивает под ним зубья грабельного органа и забирает его. После этого гидросистемой грабельный орган поднимается вверх и запрокидывается. Находящиеся на нем камни сваливаются в кузов.

После заполнения кузова камни отвозятся к месту складирования и выгружаются.

Рабочее оборудование ПСК-1,5 навешивается на колесный трактор тягового класса 4 (К-701). Производительность машины ПСК-1,5 на 20...25 % больше, чем ПСК-1,0, но проходимость вследствие агрегирования с колесным трактором ниже, поэтому применяют ее на непереувлажненных землях или агрегируют с гусеничным трактором тягового класса 10.

Камнеуборочная машина УКП-0,7А (рис. 5.45), агрегируемая с трактором БЕЛАРУС 82, применяется для удаления камней размером не более 0,6 м и не менее 0,12 м.

Полускрытые камни диаметром до 0,6 м извлекают корчующим приспособлением машины УКП-0,7А.

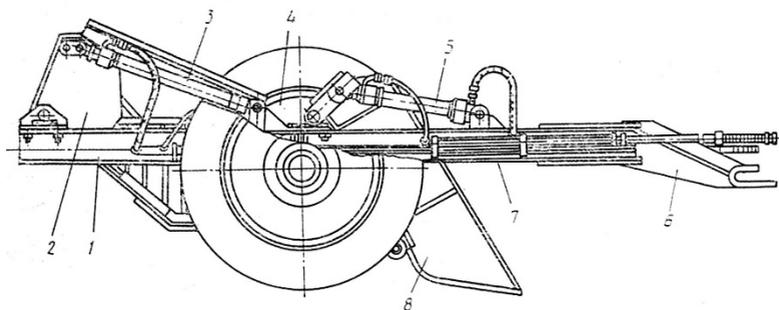


Рис. 5.45. Подборщик средних камней УКП-0,7: 1 – рама; 2 – бункер; 3 – гидроцилиндр опрокидывания бункера; 4 – колеса опорные; 5 – гидроцилиндр управления гребенкой; 6 – прицепное устройство; 7 – маслопроводы; 8 – гребенка

Машина прицепным устройством 6 рамы 1 присоединяется к трактору, к которому посредством маслопроводов 7 подключаются гидроцилиндры 3 управления бункером 2 и 5 управления гребенкой 8. Опирается оборудование на пневматические колеса 4. Гребенка, состоящая из девяти зубьев и имеющая ширину захвата 1,25 м, вычесывает камни и накапливает их. После заполнения гребенки ее с помощью гидроцилиндров 5 запрокидывают назад и камни сваливаются в бункер. При заполнении бункера камни выгружают из него посредством гидроцилиндров 3 в месте складирования.

Аналогично устроен и работает подборщик камней ПВК-1. Он агрегируется с тракторами класса 1,4 и 2,0. Вид подборщика валунных камней ПВК-1 представлен на рис. 5.46, а.

На рис. 5.46, б показан сходный подборщик ЮМРА-АС-210 в момент перегрузки камней с решетки в бункер.



а



б

Рис. 5.46. Подборщики камней: а – ПВК-1; б – ЮМРА-АС-210

Подборщик имеет следующие данные: техническая производительность – 1,9...2,7 м<sup>3</sup>/ч; рабочая ширина захвата – 1,2 м; грузоподъемность бункера – 2 т; глубина выборки камней – 10 см.

Полнота выборки камней – не менее 95 %; содержание почвы и растительных остатков в убираемой массе камней – не более 10 %. Подборщик предназначен для работы на всех типах минеральных почв с абсолютной влажностью не более 20 % и твердостью почвы в поверхностном слое – не более 2 МПа. Рельеф поверхности почвы должен быть ровный. На склонах работа должна производиться в направлении, близком к горизонталям рельефа местности движением вверх склона. Уклон местности должен быть не более 8°.

Для сбора и погрузки поверхностных валунных камней предназначен подборщик валунных камней К-1,8, навешиваемый на заднюю навесную систему колесного трактора класса 1,4. Вид рабочего оборудования представлен на рис. 5.47.



Рис. 5.47. Подборщик валунных камней К-1,8

Подборщик имеет рабочую ширину захвата 1,8 м, скорость рабочего передвижения до 5 км/ч, размер убираемых камней 0,2...0,6 м, массу 400 кг. При подборе камней зубья задвигаются под камень при движении задним ходом, затем рабочий орган поднимается и камень, находящийся на зубьях, отвозится к месту складирования и сбрасывается.

### 5.8.5. Машины непрерывного действия

Подборщики непрерывного действия собирают камни из валка, сформированного валкователем. Одним из таких подборщиков является подборщик ПВК-1,5. Подборщик (рис. 5.48) состоит из рамы 1, барабана подъемного 2, трансмиссии 3, ходовой части 4, бункера 5, гидрооборудования 6.

Ширина валка, сформированного валкователем камней, не должна превышать 1,3 м. Удельный расход топлива – от 2,0 до 4,5 т/га, глубина хода рабочих органов – 0...5 см.

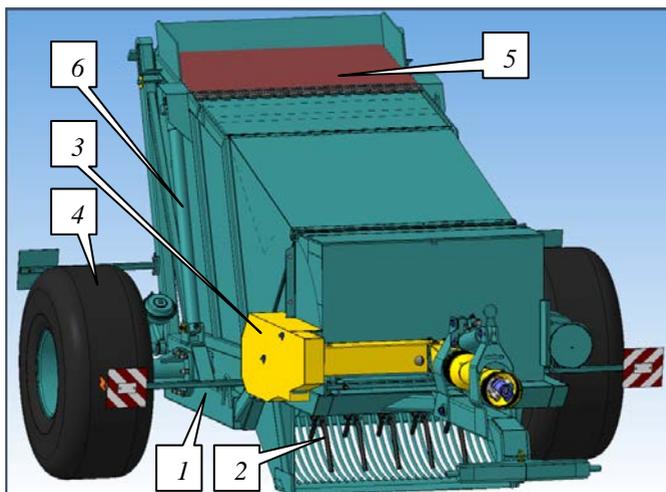


Рис. 5.48. Схема подборщика ПВК-1,5: 1 – рама; 2 – барабан подъемный; 3 – трансмиссия; 4 – колеса опорные; 5 – бункер; 6 – гидроцилиндры опрокидывания бункера

Подъемный барабан (рис. 5.49) предназначен для подъема камней из валка и транспортировки их в бункер.

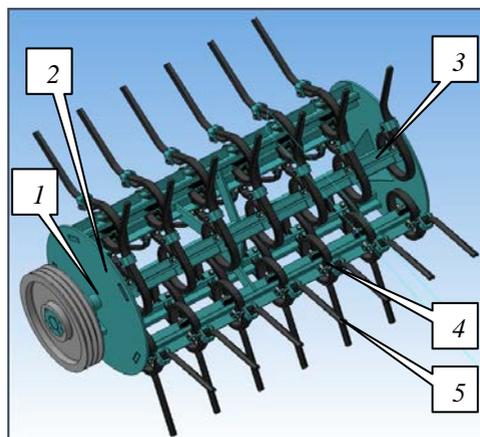


Рис. 5.49. Барабан подъемный: 1 – вал; 2 – диски; 3 – планки; 4 – кронштейны; 5 – пальцы пружинные

Барабан представляет собой ротор, состоящий из вала 1, двух дисков 2, планок 3, на которых в шахматном порядке кронштейны 4. Пальцы 5 выполнены пружинными и закреплены в кронштейнах.

Другим, более распространенным вариантом принудительной подачи камней в бункер является использование подающего ротора с подпружиненными гребенками. К таким машинам относится подборщик «Валун-700», представленный на рис. 5.50.

Подборщик производства ОАО «Минский Агросервис» «Валун-700» состоит из пневмоколерной ходовой части 1, соединенной с рамой 10, которая в передней части снабжена дышлом 7 для соединения камнеуборочной машины с базовым трактором. На раме находится рабочее оборудование, в которое входит грабельный орган 9, а также ротор (зубчатое мотовило), основными частями которого являются вал 5 с двумя треугольными дисками, к которым шарнирно крепятся подпружиненные гребенки 8. Ротор, защищенный козырьком 4, приводится во вращение гидроприводом 6. Подборщик «Валун-700» работает так же, как и ПВК-1,5. Ротор забрасывает камни в бункер 3 с просеивающим решетчатым дном. После заполнения бункер для выгрузки опрокидывается гидрооборудованием 2. В процессе вращения зубья подпружиненных гребенок очищают прозоры между зубьями основной гребенки.

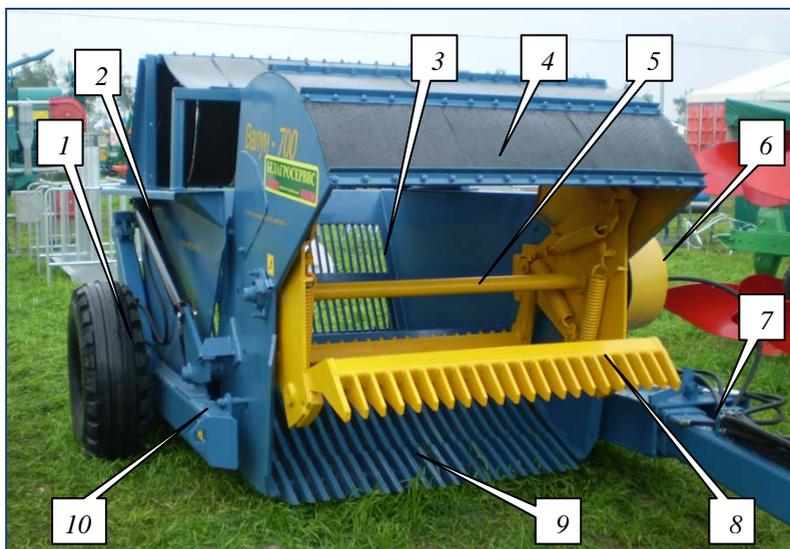


Рис. 5.50. Общий вид подборщика «Валун-700»: 1 – колеса опорные; 2 – гидроцилиндр опрокидывания бункера; 3 – бункер накопительный; 4 – козырек; 5 – вал ротора; 6 – гидропривод ротора; 7 – дышло прицепное; 8 – гребенки подпружиненные; 9 – грабельный орган; 10 – рама

Технические характеристики камнеподборщиков приведены в табл. 5.19.

Таблица 5.19. Технические характеристики камнеподборщиков

Показатели	ПВК-1,5	«Валун-700»
Рабочая ширина захвата, м	1,4	1,4
Ширина убираемого валка, м	1,3	1,2
Потребная мощность трактора, кВт	–	90
Техническая производительность, га/ч	2,0...6,0	1,02...2,45
Эксплуатационная производительность, га/ч	1,82...5,48	0,62...1,54
Размер убираемых камней, см	До 30	5...63,5
Вместимость бункера, м <sup>3</sup>	1,5	1,9
Рабочая скорость, км/ч	2,0...4,0	3...6
Транспортная скорость, км/ч	–	До 20
Масса машины, кг	4500	2500
Чистота подбора камней, %, не менее	85	80
Габаритные размеры, мм	6300×3600×2600	5200×2900×1800

Подобные машины выпускают финская фирма Kivi-Pekka, канадские фирмы Highline, Schulte и Degelman, фирмы Vermeer и Summers (США), Kirru (Франция) и др.

Они в основном имеют гидропривод ротора и снабжены заглаживающими гребенками для предохранения от поломок рабочего оборудования при встрече с крупными полузахороненными камнями.

Во время эксплуатации камнеуборочной машины скорость должна быть не выше 8 км/ч. В условиях сильной засоренности камнями требуется более медленная скорость передвижения для эффективной очистки решетки. Поле должно быть достаточно твердым и сухим для получения хорошего результата в уборке камней.

Некоторые камнеподборщики имеют поворотное дышло, что позволяет за счет смещения рабочего оборудования в сторону обеспечить необходимое положение камнеподборщика позади трактора при уборке камней и при транспортном передвижении. К таким машинам, например, относится камнеподборщик SRW1400 ROCK WINDROWER, показанный на рис. 5.51. Кроме того, он имеет привод ротора от гидромотора.



Рис. 5.51. Камнеподборщик SRW1400 ROCK WINDROWER

При механизированной уборке для сбора поверхностных или полу-скрытых камней в основном применяют специальные машины – *валко-*

*ватели и валкователи-подборщики*. Их также иногда называют соответственно валкообразователями и камнеподборщиками.

Технологический процесс валкования заключается в следующем. При поступательном движении вперед с включенным ВОМ трактора ротор валкователя, установленный под углом к направлению движения, захватывает камни, находящиеся в зоне его работы и перемещает их в сторону, образуя валок. Работа машины обычно осуществляется челночным способом в свал. Схема работы не отличается от схемы работы валкователя древесных остатков (см. рис. 5.32).

В зависимости от засоренности поля валок может образовываться за несколько проходов. При этом расстояние между валками будет соответственно увеличиваться.

Ротор валкователя обеспечивает сбор камней в валок и представляет собой цилиндрический вал, на котором радиально установлены зубья, клыки или штыри. Для того чтобы они более равномерно загружали привод валкователя и активнее сдвигали камни в сторону, на валу их устанавливают по винтовой линии. Существуют также роторы, у которых к валу крепятся винтовые ленты, обеспечивающие сдвигание камней в сторону.

Зубья ротора обычно бывают круглого поперечного сечения (штыри) или близкого к прямоугольному (клыки). Клыки обычно бывают трапецидальными и прямоугольными. Зубья подвергаются ударным нагрузкам, причем работают они в абразивной среде, поэтому требуют частой замены, в связи с чем их зачастую делают съемными.

На рис. 5.52 показаны съемные трапецидальные (а) и прямоугольные (б) зубья ротора валкователя камней.



а



б

Рис. 5.52. Съемные трапецидальные (а) и прямоугольные (б) зубья ротора валкователя камней

Сверху ротор обычно огражден кожухом или отражающей панелью.

Фирма Kirru выпускает валкователи, у которых перед ротором, под углом к его оси, устанавливается отражающая панель. Камни в случае их выбрасывания ротором вперед ударяются в панель и отскакивают в сторону по направлению к валку.

Засоренность поверхности почвы мелкими камнями размером 5...30 см не должна превышать 20 т/га. Камни размером более 30 см, скопления солоmistых, пожнивных и древесных остатков должны быть удалены с поверхности поля. При этом ширина валка должна составлять 1,3 м.

В Республике Беларусь используются валкователи марок ВМК-3, ВК-4 и «Морена-4200». Валкователь камней ВК-4 агрегируется с трактором класса 1,4, имеет ширину захвата 4 м, производительность 1,5...2,5 га/ч, размер убираемых камней 5...30 см, массу 860 кг.

Валкователь ВПК-4,5 имеет ширину захвата 4,4 м; производительность за час основного времени 0,7 т; рабочую скорость 1,6...3,1 км/ч; массу 4500 кг; полноту уборки камней 19...95 %; глубину хода рабочих органов до 8 см.

Близким по назначению и показателям является валкователь «Морена-4200». Он имеет механический привод ротора от ВОМ. Зубья ротора трапецеидальные. На рис. 5.53, а показан ротор с приводом.



а



б

Рис. 5.53. Валкователь «Морена-4200»: а – привод ротора;  
б – валкователь в транспортном положении

Машина легко переводится в транспортное положение, при котором существенно уменьшается габарит по ширине, что крайне важно для транспортного перемещения машины. На рис. 5.53, б приведен вид машины «Морена-4200» в транспортном положении.

Полуприцепной валкователь камней «Морена-4200» предназначен для сбора камней размером от 50 до 635 мм с поверхности почвы и с глубины 5...10 см в валок. Также может применяться для разбивания комьев, выравнивания поверхности поля и заделки растительных остатков. Валкователь работоспособен при влажности почвы до 20 %, ее твердости не более 4,5 МПа, засоренности камнями до 300 м<sup>3</sup>/га и при уклоне поля не более 8°. Его основные технические характеристики приведены в табл. 5.20.

Таблица 5.20. Технические характеристики валкователей

Показатели	ВМК-3	«Морена-4200»
Рабочая ширина захвата, м	3,0	4,26
Рабочая скорость движения, км/ч	3,0...5,0	3,0...6,0
Тяговый класс трактора	1,4	1,4
Ширина образуемого валка, м	Не более 1,3	0,6...1,0
Производительность за 1 ч основного времени, га	0,9...1,4	1,26...3,36
Масса валкователя, кг	1000	1900

Достаточно широко распространены валкователи камней французской фирмы Кігру. Их роторы могут быть оснащенными плоскими зубьями или зубьями Y-образной формы. Технические характеристики валкователей фирмы Кігру представлены в табл. 5.21.

Таблица 5.21. Технические характеристики валкователей фирмы Кігру

Показатели	AN32	AN3R	AN5R
Общая ширина, м	4,00	4,00	5,00
Рабочая ширина захвата, м	3,00	3,00	4,50
Масса, кг	840	1400	2500
Требуемая мощность, кВт	37	81	74
Число зубьев	96	96	136
Ширина в транспортном положении, м	2,30	2,50	2,50
Привод ротора	Цепной	Цепной	Цепной

Одним из основных производителей камнеуборочных машин является канадская фирма Schulte, выпускающая, в частности, валкователи SRW 800 и SRW 1400 ROCR WINDROWER. Вид ряда зарубежных валкователей приведен на рис. 5.54, а их технические данные – в табл. 5.22.



а



б



в



г

Рис. 5.54. Валкователи: а – SRW 800 ROCK WINDROWER; б – SRW 1400 ROCK WINDROWER; в – DEGELMAN; г – TSR-4000

Таблица 5.22. Технические характеристики зарубежных валкователей

Показатели	SRW 800 ROCK WINDROWER	SRW 1400 ROCK WINDROWER	RR 1500
Рабочая ширина захвата, м	2,215	4,27	4,27
Масса, кг	613	1590	1590
Требуемая мощность трактора, кВт	30...60	30...60	37
Размер собираемых камней, см	5...60	5...60	–
Максимальная рабочая скорость, км/ч	8	8	–
Рекомендуемая рабочая скорость, км/ч	3	2	–

*Валкователи-подборщики*, как правило, производят сбор мелких и средних камней с поверхности почвы до глубины 15 см и одновременно – первичную подготовку почвы.

Основными частями машины (рис. 5.55) являются: дышло 1, соединяемое с двухточечной навеской трактора; карданный вал 2, подключаемый к ВОМ трактора; раздаточный редуктор 3; привод подбирающего ротора 4; карданный вал 5 привода валкующих роторов 8; редукторы 6 привода валкующих роторов; опоры 7 валкующих роторов; балки 9; подбирающий ротор 10; опоры 11 бункера 13; сито 12. Активными элементами рабочего органа машины являются валкующие и подъемный роторы. Они приводятся в действие от ВОМ трактора посредством ва-

ла 2, раздаточного редуктора 3, валов 5 и редукторов 6 привода валкующих роторов и редуктора 4 привода подъемного ротора.

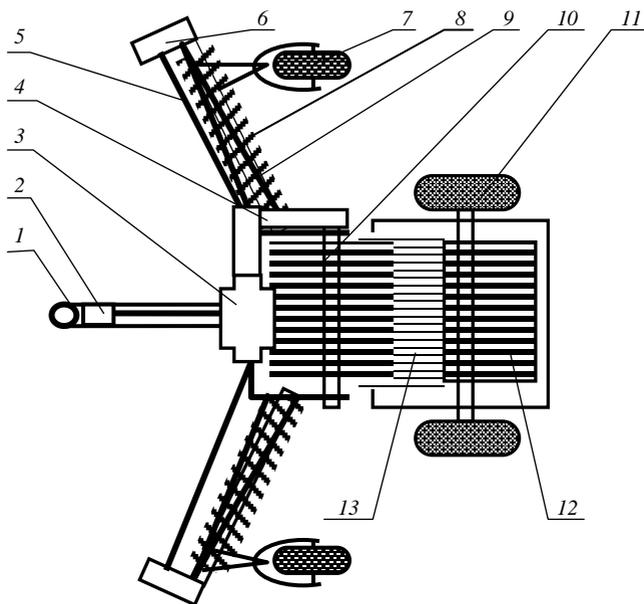


Рис. 5.55. Схема валкователя-подборщика камней: 1 – дышло прицепное; 2 – вал карданный; 3 – редуктор раздаточный; 4 – привод ротора подбирающего; 5 – вал карданный привода роторов валкующих; 6 – редуктор привода роторов валкующих; 7 – опоры роторов валкующих; 8 – роторы валкующие; 9 – балка; 10 – ротор подбирающий; 11 – опора бункера; 12 – сито; 13 – бункер накопительный

Принцип действия машины состоит в следующем. По убираемому участку машина перемещается тяговым усилием трактора. Роторы 8 по обеим сторонам машины вращаются в направлении, противоположном направлению движения машины, постепенно перемещая камни к ее центру, где зубья подбирающего ротора 10 захватывают их и по сити 12 передают в сборный бункер 13 с решетчатым днищем. При прохождении камней по сити и падении их в бункер большая часть земли осыпается обратно на поле. Колесные опоры 7 могут регулироваться по высоте, что позволяет изменять глубину извлечения камней.

После заполнения бункера с помощью гидроцилиндров, питаемых от гидросистемы трактора, бункер опрокидывается назад – и камни выгружаются.

Некоторые валкователи-подборщики имеют четырехколесную опору бункера. Иногда валкующие роторы также имеют по два опорных колеса каждый.

Привод подбирающего ротора обычно механический, последней ступенью которого может быть цепная, ременная или шестеренная передача. Кроме того, существуют машины с приводом подбирающего ротора от гидромотора, подключаемого к гидросистеме трактора.

Выгрузка камней производится или путем опрокидывания бункера назад или его опрокидыванием с подъемом. В последнем случае возможна выгрузка камней в тракторный прицеп. Такую схему выгрузки имеет большинство современных валкователей-подборщиков.

Валкующие роторы при транспортном передвижении поднимаются двумя гидроцилиндрами вверх.

ОАО «Витебский мотороремонтный завод» на основе машин фирмы Kivi-Pekka (Финляндия) выпускает валкователи-подборщики. Валкователь-подборщик МПК-4 в транспортном положении показан на рис. 5.56.



Рис. 5.56. Валкователь-подборщик МПК-4 производства ОАО «Витебский мотороремонтный завод»

Техническая характеристика валкователя-подборщика МПК-4 представлена в табл. 5.23.

Таблица 5.23. Техническая характеристика валкователя-подборщика МПК-4

Показатели	Значение
Рабочая ширина захвата, м	4,0
Рабочая скорость, км/ч	2,0...4,0
Объем приемного бункера, м <sup>3</sup> , не менее	1,5
Грузоподъемность бункера, т	2,0
Глубина хода рабочих органов, см	0...7
Диаметр убираемых камней, см, не более	30
Удельный расход топлива, кг/га	От 17,0 до 18,5
Техническая производительность, м <sup>3</sup> /ч	От 1,2 до 2,0
Масса подборщика, кг, не более	4500

Технологический процесс работы валкователя-подборщика МПК-4 заключается в следующем. При поступательном движении валкователя-подборщика вперед с включенным ВОМ трактора роторы валкователей перемешивают камни от периферии к центру машины в рабочую зону подборщика, ротор подборщика захватывает камни пружинными зубьями и перемещает их по сити, забрасывая в бункер. При этом происходит сепарация почвы через сито и заднюю стенку. После заполнения бункера производится выгрузка камней в транспортное средство или в места складирования на краю поля.

Валкователь-подборщик КПП-4, производимый ОАО «Белкард», показан на рис. 5.57.



Рис. 5.57. Валкователь-подборщик КПП-4

Подборщики-валкователи марок ПК (рис. 5.58), созданные на осно-

ве продукции фирмы Kivi-Pekka, имеют возможность установки двух- или четырехколесной опоры бункера и валкующего ротора. Кроме того, подъем валкующих роторов в транспортное положение производится одним вертикально расположенным гидроцилиндром, воздействующим на рычажную систему с тягами.



Рис. 5.58. Валкователь-подборщик ПК-6 (KIVI-PEKKA 6)

Машина камнеуборочная комбинированная КKM-1 (рис. 5.59) предназначена для сбора камней с поверхности почвы и глубины до 10 см, накопления их в бункере с последующей выгрузкой в транспортное средство либо в специально отведенные места при влажности почвы не более 20 %. Машина работает на почвах, засоренных камнями размером от 50...500 мм.



Рис. 5.59. Машина камнеуборочная комбинированная КKM-1

Основные технические характеристики отечественных машин приведены в табл. 5.24.

Таблица 5.24. Основные технические характеристики отечественных валкователей-подборщиков

Показатели	ПК-4	ПК-5	ПК-6	ВПК-4,5	КПП-4	ККМ-1
Рабочая ширина захвата, м	4	5	6	4,4	4	5,1
Размер убираемых камней, см	2,5...30	2,5...30	2,5...30	5...30	3...30	5...50
Производительность, кг/мин	700	1000	1200	0,7...1 га/ч	0,4...2,4 га/ч	1...4 га/ч
Масса, кг	3200	3400	3500	4500	3200	4800
Емкость бункера, м <sup>3</sup>	1,5...2	1,5...2	1,5...2		3,42	2
Необходимая мощность трактора, кВт	19	21	23	Класс 1,4	88	88
Рабочая скорость, км/ч	2...6	2...6	2...6	–	1...6	–
Количество пальцев подъемного барабана	18	28	28	–	–	–

Технические характеристики некоторых зарубежных машин приведены в табл. 5.25.

Таблица 5.25. Технические характеристики камнеуборочных машин фирм Kongskilde SB и Kivi-Pekka

Показатели	STONE-BEAR SB4000	STONE-BEAR SB5200	KIVI-PEKKA 4	KIVI-PEKKA 5	KIVI-PEKKA 6
Ширина захвата, м	4,0	5,2	4,0	5,0	6,0
Транспортная ширина, м	2,6	2,6	–	–	2,7
Глубина выборки камней, см	7...14	7...14	До 15	До 15	До 15
Емкость бункера м <sup>3</sup>	1,8	1,8	1,5...2	1,5...2	1,5...2
Высота, м	2,3	2,3	–	–	2,6
Длина, м	5,2	5,2	–	–	5,8
Масса, кг	3350	3620	3200	3400	3500
Размер убираемых камней, см	2,8...30	2,8...30	2,5...30	2,5...30	4...30
Производительность, кг/мин	0,5...1 га/ч	0,6...1,2 га/ч	700	1000	1200
Рабочая скорость, км/ч	–	–	3...6	2...6	3...6
Необходимая мощность трактора, кВт	–	–	19	–	Класс 2
Количество зубьев ротора подъемного, шт.	18	24	18	–	–

Устранение засоренности почвенного слоя мелкими камнями выполняется камнеуборочными машинами, работающими по следующим основным технологическим схемам:

1) очистка верхнего слоя почвы валкующим ротором, подающим камни частично с почвой в сепарирующий ротор, который отделяет их от почвы и подает в бункер;

2) снятие верхнего очищаемого слоя почвы вместе с камнями, ее подача в сепарирующий (просеивающий) барабан, отделяющий камни от почвы и направляющий их в бункер, валок или транспортное средство;

3) снятие верхнего очищаемого слоя почвы вместе с камнями, ее подача на сепарирующий транспортер, отделяющий камни от почвы и направляющий их в накопительный бункер, валок или транспортное средство;

4) дробление камней непосредственно на месте их расположения на очищаемом участке.

По первой схеме, подобной работе валкователя-собирателя, работает машина HAYBUSTER 3106 ROCK-EZE (рис. 5.60).



*а*



*б*



*в*



*г*

Рис. 5.60. Камнеуборочная машина HAYBUSTER 3106 ROCK-EZE: *а* – машина в агрегате с трактором; *б* – вид справа; *в* – вид спереди; *г* – вид слева

На рис. 5.60, *а* показана машина во время работы в агрегате с трактором, на рис. 5.60, *б* – вид машины справа, на рис. 5.60, *в* – вид спереди, на рис. 5.60, *г* – вид слева.

Валкующий ротор машины собирает камни на рабочей ширине и подает их во вращающийся с небольшой скоростью сепарирующий ротор. Поступающая в ротор масса перемешивается, камни отделяются от почвы и мелких камней размером меньше прозора между прутьями ротора. Очищенные камни ротором поднимаются в его верхнюю часть и сыпаются в бункер.

Машина имеет высоту выгрузки камней, достаточную для их выгрузки непосредственно в транспортное средство. Она имеет высокую производительность, однако глубина очистки почвы невысокая.

Данная камнеуборочная машина имеет следующие технические данные: ширина захвата – 3,05 м; длина – 4,96 м; ширина – 3,96 м; высота – 2,31 м; высота выгрузки камней – 2,13 м; масса машины – 2087 кг; диаметр ротора – 1,82 м; вместимость бункера – 0,765 м<sup>3</sup>; размер убираемых камней – 5...38 см; необходимая мощность трактора – 59 кВт.

По второй технологической схеме работают машины с барабанными сепарирующими органами. У этих машин снимаемый слой очищаемой от камней почвы поступает в медленно вращающийся вокруг собственной оси протяженный цилиндрический барабан. Боковая поверхность барабана образована параллельно расположенными стальными прутьями. Расстояние между соседними прутьями предопределяется минимальным размером камней, наличие которых в очищенной почве считается допустимым. Почвенная масса вместе с камнями переворачивается и разрушается в барабане. При этом почва и мелкие камни просыпаются между прутьями и падают на землю. Почвенная масса в процессе очистки постепенно продвигается к задней части барабана, так как ось его вращения обычно наклонена таким образом, чтобы передняя часть была выше задней. Оставшиеся в барабане и достигшие его задней части камни высыпаются в валок на землю или в транспортное средство, а иногда – в накопительный бункер.

По несколько иной схеме работает машина с просеивающим барабаном КБМ-1,4, которая была разработана в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». Она предназначена для очистки почвы от камней на глубину до 25 см. Ее основные сборочные единицы размещены на сварной раме 1 (рис. 5.61) с прицепным устройством. Плоский лемех 2 выполнен из листовой стали толщиной 12 мм, усилен ребрами и снабжен вертикальными ножами.

Прутковая решетка 3 установлена под углом  $35^\circ$  к горизонту. Продольные стальные прутки диаметром 20 мм служат направляющими при перемещении почвенного пласта от лемеха к сепарирующему барабану б.

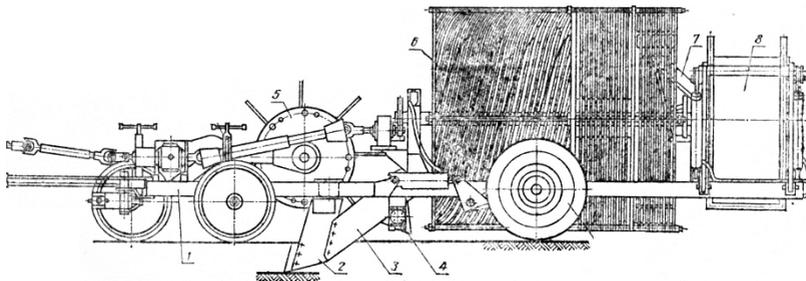


Рис. 5.61. Схема камнеуборочной машины KBM-1,4: 1 – рама; 2 – лемех плоский; 3 – решетка прутковая; 4 – вал измельчительный; 5 – ротор; 6 – барабан сепарирующий; 7 – устройство направляющее; 8 – бункер накопительный

Измельчитель 4 представляет собой вал, расположенный под решеткой, с набором пластин, входящих в зазоры между ее прутками и выступающими над ними на 120 мм.

Ротор 5 плавающего типа с пружинными пальцами осуществляет принудительную подачу отделенного лемехом почвенного пласта от лемеха к измельчителю и сепарирующему барабану.

Сепарирующий барабан состоит из двух (винтовой и кольцевой) секций, изготовленных из прутковой стали диаметром 16 мм и соединенных продольными стяжками. Зазор между прутками – 30 мм. Поверхность винтовой секции содержит транспортирующие и сепарирующие витки, а выходная часть кольцевой секции снабжена выгрузными лопатками.

Направляющее устройство 7 обеспечивает направленное перемещение камней из выгрузных лопаток в бункер 8, который оборудован гидроцилиндрами для его подъема и боковой выгрузки камней в транспортное средство. Высота разгрузки до – 2 м.

Пневматические ходовые колеса снабжены гидроцилиндрами для перевода машины в рабочее или транспортное положение, а также для регулирования положения сепарирующего барабана при работе на склонах. Механизмом регулирования глубины 10 изменяют толщину снимаемого слоя почвы от 0 до 25 см. Механизм состоит из опорных металлических колес с винтовыми приспособлениями.

Привод активных частей машины (измельчителя, ротора и сепарирующего барабана) осуществляется от ВОМ трактора через карданную, зубчатую и цепную передачи. Машина агрегатируется с колесными тракторами тягового класса 3...5.

Работает машина следующим образом. При ее движении вперед заглубленный в почву лемех срезает почвенный пласт, который пружинными зубьями ротора по прутковой решетке подается к дисковому измельчителю. Здесь пласт измельчается и частично просеивается, а камни вместе с почвенными и растительными остатками поступают в сепарирующий барабан. При его вращении поступающая масса поднимается вверх и по сепарирующим виткам винтовой секции барабана скатывается вниз, одновременно перемещаясь вдоль оси барабана. При этом основная масса почвы просыпается сквозь зазоры между витками, а оставшаяся часть поступает в кольцевую секцию, где под ударами камней непросеившиеся комья почвы и растительные остатки дробятся и просыпаются сквозь зазоры между кольцами секции. Отсепарированные камни поступают на выгрузные лопатки, которые поднимают их и подают в направляющее устройство, откуда камни сыплются в приемный бункер. По мере заполнения бункер выгружают.

Машина КБМ-1,4 имеет следующие основные технические данные: ширина захвата машины – 1,4 м; объем бункера – 1 м<sup>3</sup>; масса – 6400 кг; техническая производительность на средних суглинках влажностью 20 % при засоренности до 40 м<sup>3</sup>/га – 0,35 га/ч; габаритные размеры в транспортном положении – 6400×3200×2900 мм.

Группа машин, выполняющая снятие верхнего очищаемого слоя почвы вместе с камнями, ее подачу на сепарирующий транспортер, отделяющий камни от почвы и направляющий их в накопительный бункер, валок или транспортное средство, представлена машинами разных производителей. Типичная схема работы таких машин показана на рис. 5.62.

Машина посредством дышла 1 цепляется к трактору, а карданный вал 2 присоединяется к его ВОМ. При движении вперед лемех 4 снимает слой почвы вместе с камнями, а ротор 3 измельчает его и подает на сепарирующие транспортеры 5. Транспортирующая лента состоит из набора стальных прутьев, сквозь щели между которыми в процессе передвижения просыпаются почва и мелкие камни. У некоторых машин сепарирующие транспортеры совершают еще и колебательные движения для активизации процесса сепарирования. Далее камни с остатками почвы поступают на выгружающий транспортер 6, на котором процесс отделения камней продолжается. Для улучшения процес-

са отделения камней над выгружающим транспортером расположена гибкая ворошилка 7. Камни, проходя под ней, переворачиваются и окончательно освобождаются от остатков почвы и мелких камней. Отсепарированные камни через направляющее устройство 8 поступают на поперечный конвейер и далее – в транспортное средство или иногда в валок. Оборудование смонтировано на раме, опирающейся на ходовые колеса. Некоторые машины могут быть оснащены бункером-накопителем.

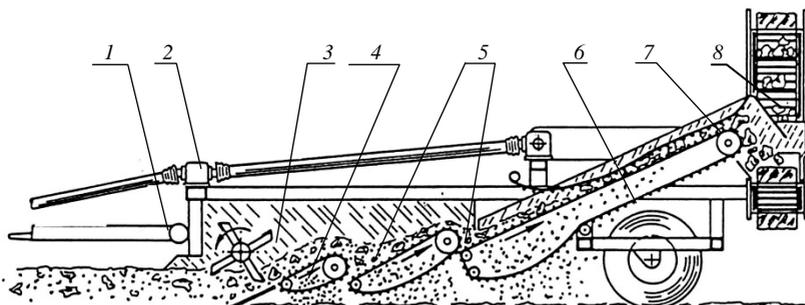


Рис. 5.62. Схема работы машины для очистки почвы от камней: 1 – дышло прицепное; 2 – вал карданный; 3 – ротор измельчительный; 4 – лемех; 5 – транспортеры сепарирующие; 6 – транспортер выгружающий; 7 – ворошилка; 8 – устройство направляющее

Бункер-накопитель устанавливается на машине МКП-1,5А. Кроме того, машина имеет четырехколесную пневматическую опору, в передней части перед лемехом установлен копирующий барабан, поддерживающий необходимую глубину подкапывания почвы, а сам лемех для снижения тягового сопротивления выполнен колеблющимся, поэтому его еще называют вибрационным лемехом.

Сепарирующий орган машины МКП-1,5А представляет собой набор из 15 параллельно установленных вращающихся валов, на которых через каждые 30 мм насажены квадратные диски. Над сепарирующим органом установлены сетчатые гасители, о которые ударяются камни и комья земли. Комья разрушаются и вместе с мелкими камнями (менее 30 мм) просыпаются между дисками и падают на землю, а отсепарированные камни падают в бункер, имеющий гидравлический механизм выгрузки.

По подобным схемам работают зарубежные машины, например, камнеуборочная машина TS-1500 датской фирмы Thyregod A/S (рис. 5.63).



а



б

Рис. 5.63. Камнеуборочная машина TS-1500:  
а – общий вид; б – сепарирующие транспортеры

Технические характеристики отечественных камнеуборочных машин для очистки пахотного слоя от мелких камней приведены в табл. 5.26.

Таблица 5.26. Технические характеристики камнеуборочных машин для очистки пахотного слоя от мелких камней

Показатели	КУМ-1,2	МКП-1,5А	МКУ-1,5	КМК-2
Ширина захвата, м	1,2	1,5	1,5	2,0
Глубина очистки почвенного слоя, см	15 (до 25)	20	20	15
Диаметр убираемых камней, см	6...40	5...30	5...30	3...30
Вместимость бункера, м <sup>3</sup>	–	0,5...0,6	0,5...0,6	–
Производительность, га/ч	До 47,6 т/ч	0,4	–	0,4
Рабочая скорость, км/ч	До 6	До 4	–	–
Масса, кг	4550	–	3500	–
Класс трактора	1,4	4	4	3...10

Дробление мелких камней на месте их расположения производят *камнедробилками-измельчителями* на глубине 0,05...0,07 м. Существуют также комбайны, которые дробят камни на глубине до 0,2 м и одновременно сепарируют почву.

Дробление камней на месте их расположения производят рабочими органами с шарнирно или жестко присоединенными к валу молотками. На рис. 5.64 показана схема машины для дробления камней. Согласно этой схеме машина перемещается справа налево. Встречающиеся на ее пути камни на первой стадии разбиваются ротором 1 с шарнирно закрепленными молотками 2. В это же время ротор 5 с жестко прикрепленными клыками извлекает камни из почвы и дробит их, заземляя

между клыками и зубьями 4 неподвижной решетки. Недостаточно измельченные камни выпадают и встречаются с молотками 2, которые их окончательно измельчают за счет собственных ударов и ударов камней о неподвижную пластину 3.

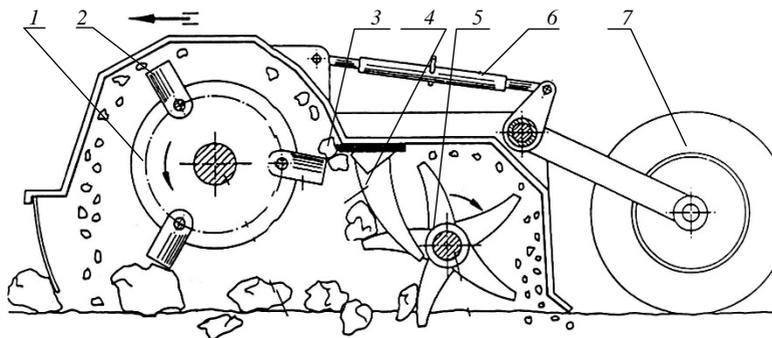


Рис. 5.64. Схема машины для дробления камней: 1 – ротор измельчительный; 2 – молотки; 3 – пластина отбойная; 4 – решетка сепарирующая; 5 – ротор извлекающий; 6 – упор винтовой; 7 – колеса опорные

Машина опирается на пневматические колеса 7, положение которых для регулирования глубины очистки почвы изменяется винтовым упором 6.

Более простой и распространенной является схема, используемая фирмой Кіру. Выпускаемые ею машины измельчают камни, защемляя их между ротором с жестко закрепленными зубьями и неподвижной пластиной. Рабочий орган машины в целом с трубчатым и с облегченным ротором показаны соответственно на рис. 5.65, а и б.



а



б

Рис. 5.65. Измельчающие роторы камнеуборочных машин фирмы Кіру: а – с трубчатым ротором; б – с облегченным ротором

Фирма Kirru также выпускает навесные дробильные машины каменной. Машины имеют ширину захвата 1,5 м; 2,0 м и 2,5 м и соответственно массу 2250 кг, 3060 кг и 4200 кг.

Рабочими органами дробилок являются усиленные молотки из стали с малым содержанием углерода. Количество молотков – 16, 24 и 32 шт. Ротор имеет большой диаметр, что позволяет измельчать камни на большей глубине. Машины оснащены двойной защитой и имеют ременной привод ротора с автоматическим натяжением ремней. Необходимая мощность для работы машин – соответственно 96 кВт, 110 кВт и 132/184 кВт.

Камнедробильные машины могут использоваться для подготовки полей под виноградники, на сельскохозяйственных площадях и строительных объектах.

Итальянская фирма FAE Group S.p.A. выпускает линейку многоцелевых машин Prime Tech на базе самоходного гусеничного тягача с фронтально навешиваемым рабочим органом.

С камнедробильным рабочим органом машина может применяться для дробления камней при строительстве и обслуживании дорог и горнолыжных трасс, а также при очистке сельскохозяйственных полей и пастбищ. Измельчающий ротор машин аналогичен роторам машин фирмы Kirru. Машины моделей PT-175, PT-300, PT-400, PT-600 выполняются с обычными гусеницами и с увеличенной опорной поверхностью – болотоходный вариант, ширина гусениц – от 500 до 1200 мм. Мощность двигателей – от 119 до 447 кВт, масса машин – от 8150 до 26300 кг, давление на грунт – от 23 до 50 кПа. Машины гидрофицированы, давление в гидросистеме 38 МПа. Камнедробильные рабочие органы имеют в зависимости от модели и исполнения ширину захвата от 1960 до 2560 мм.

### **5.9. Машины для первичной обработки мелиорируемых земель**

Первичная обработка мелиорируемых земель является составной частью культуртехнических работ. Она включает в себя фрезерование земель, их глубокое рыхление, запашку кустарника, разделку пластов после вспашки, прикатывание и некоторые другие операции.

Одним из технологических приемов борьбы с древесно-кустарниковой растительностью является подрезание их корневой системы. Эта операция выполняется плоскорезами.

Мелиоративный плоскорез – мелиоративная машина для подрезания слоя почвы с растительностью.

Обычно это пассивное оборудование, навешиваемое на заднюю навесную систему трактора и представляющее собой стойки с прикрепленными к ним плоскими горизонтальными ножами.

Запашку кустарника производят на минеральных и болотных, слабо засоренных камнями, не замерзших грунтов при высоте кустарника не более 5 м и диаметром ствола у корневой шейки до 8 см с последующим дискованием и прикатыванием поверхности поля. Она выполняется кустарниково-болотными плугами.

Кустарниково-болотный плуг – мелиоративная машина для первичной вспашки болотных, торфяных и минеральных грунтов, заросших кустарником и содержащих древесные остатки.

При вспашке должны быть полная заделка древесины, древесных остатков, кочек и крупных болотных трав на заданную глубину. На поверхности пашни в местах стыков пластов не должно оставаться не заделанной древесины, способной к отращиванию. Особенно тщательно должна быть заделана верхняя растительность и корневища трав. Под свальными гребнями не должна оставаться недопаханная дернина.

Глубину первичной вспашки устанавливают в зависимости от мощности почвенного слоя в пределах 30...50 см. Вспашку минеральных почв производят при мощности гумусного слоя не менее 16 см.

Глубина первичной вспашки на торфяных почвах должна быть 35...40 см, на минеральных – от 15 до 25 см, а оборот пласта – не менее 145° с полной заделкой под пласт древесных остатков.

Плуг кустарниково-болотный ПКБ-75 является прицепным однокорпусным плугом, предназначенным для первичной вспашки осушенных торфяных и минеральных земель, заросших кустарником высотой до 2 м, без предварительного его среза кусторезом, а также для обработки земель после раскорчевки. Он состоит из рамы с прицепным устройством, опирающейся на полевое, бороздное и заднее колеса.

Плуг комплектуется черенковым ножом для работы на заболоченных минеральных почвах, плоским ножом и опорной лопатой – для работы на торфяных и минеральных почвах; почвоуглубителем – для углубления пахотного слоя до 15 см и кустоукладчиком.

Плуг кустарниково-болотный ПБН-75 – навесной однокорпусный. Рабочие органы его унифицированы с прицепным плугом ПКБ-75 и аналогичны по назначению, отличаются лишь способом соединения с трактором. При вспашке чистых торфяников на плуг устанавливают дисковый нож.

Плуг кустарниково-болотный ПБН-100А навесной однокорпусный предназначен для первичной вспашки осушенных торфяных почв и заболоченных минеральных земель, заросших кустарником высотой до 4 м, без предварительного срезания его кусторезом. Отличается от плуга ПБН-75 размерами и шириной захвата.

Плуг кустарниково-болотный ПБН-3-35 навесной трехкорпусный предназначен для вспашки окультуренных торфяных почв и первичной обработки болотной и луговой целины без кустарника и древесных остатков. Состоит из рамы с одним опорным колесом. Перед каждым корпусом плуга устанавливается дисковый нож.

Технические характеристики плугов приведены в табл. 5.27.

Таблица 5.27. Технические характеристики кустарниково-болотных плугов

Параметры	ПКБ-75	ПБН-75	ПБН-100А	ПБН-3-35
Ширина захвата, см	75	75	100	135
Производительность, га/ч	0,35	0,35	0,41	0,59
Рабочая скорость, км/ч	3,4...4,5	3,4...4,5	2,3...3,1	5,4...7,8
Глубина вспашки, см	35	35	45	35
Диаметр опорного колеса, мм	–	700	700	700
Диаметр дискового ножа, мм	800	800	–	800
Дорожный просвет, см	20	29	20	20
Габаритные размеры, мм	5600×2650 ×1875	2900×2200× 1700	3700×2840× 2000	3510×2330× 1620
Масса, кг	1350	730	1000	800
Класс трактора	3	3	3	6

Перед присоединением плуга к трактору вначале перенастраивают прицепное или навесное устройство трактора применительно к плугам (прицепным или навесным), с которыми будет агрегатироваться трактор.

В зависимости от типа почвы и состояния площадей, подлежащих обработке, на болотно-кустарниковых плугах марок ПКБ-75, ПБН-75 и ПБН-100А устанавливают ножи черенковые, дисковые или плоские с опорной лыжей.

Для работы на минеральных почвах после расчистки от кустарника, мелколесья и пней на плугах устанавливают черенковый нож-резец 1 (рис. 5.66, а). Крепят его в продольной раме хомутом и планкой 4. Нож-резец углублением насаживают на цилиндрический конец планки лемеха 9. Положение резца в вертикальной плоскости регулируют болтом 3. Наклон ножа регулируют натяжным прутком 6 с помощью гаек 8.

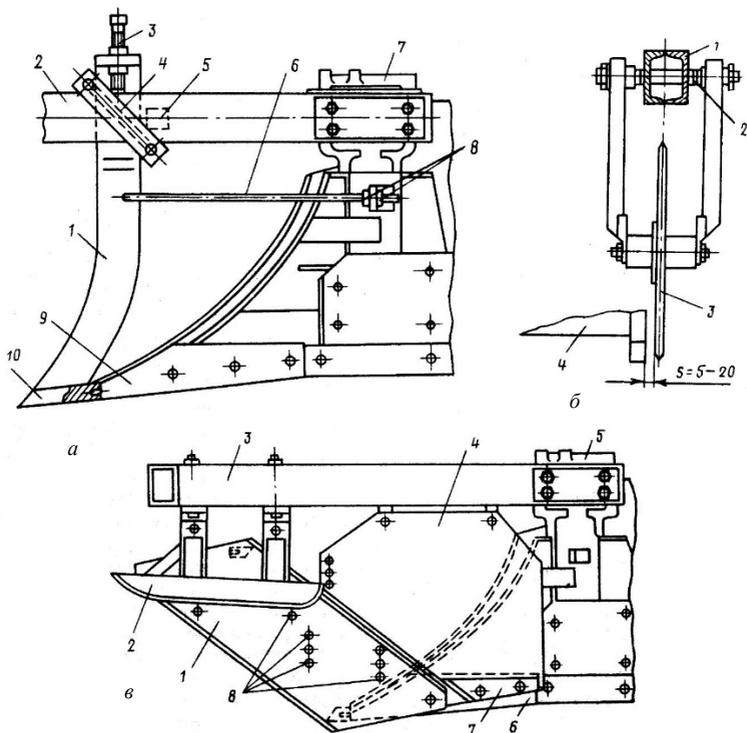


Рис. 5.66. Установка и регулировка ножей:

- а* – черенкового: 1 – черенковый нож-резец; 2 – рама плуга; 3 – болт;  
 4 – планка; 5 – кронштейн; 6 – натяжной прут; 7 – стойка корпуса плуга;  
 8 – гайки; 9 – лемех; 10 – носок; *б* – дискового: 1 – рама; 2 – шайба;  
 3 – нож дисковый; 4 – лемех с долотом; *в* – плоского: 1 – нож; 2 – лыжа;  
 3 – рама; 4 – щит; 5 – корпус; 6, 7 – планки; 8 – отверстия

При вспашке торфяных и переувлажненных минеральных почв на плугах устанавливают дисковый нож 3 (рис. 5.66, б) и лемех 4 с долотом. Зазор между плоскостями дискового ножа и долота регулируют установкой шайб 2 между рамой 1 плуга и кронштейном дискового ножа. Причем на тяжелых почвах устанавливают зазор 15...20 мм, на средних – 10...15 мм и на легких – 5...10 мм.

При запашке кустарника на заболоченных и закустаренных почвах перед корпусом 5 (рис. 5.66, в) плуга устанавливают плоский нож 1 с опорной лыжей 2. Просвет между рамой и ножом закрывают щитом 4.

При установке плоского ножа на корпусе плуга монтируют лемех с планкой 11 так же, как при установке черенкового ножа. Опорное колесо у плуга ПБН-100А при этом демонтируют.

Предварительную настройку прицепного или навесного плуга на заданную глубину вспашки проводят до выезда в поле на ровной площадке с твердым покрытием.

Трактор с навешенным плугом устанавливают на подкладку, равную глубине вспашки за минусом величины погружения гусеницы в почву на 3...5 см. Подкладку одинаковой высоты подкладывают под обе гусеницы и опорное колесо. Практически, заехав на подкладку, винтовым механизмом опускают опорное колесо до касания корпуса плуга с поверхностью площадки. Правым раскосом навески выравнивают горизонтальность рамы в поперечном направлении, а в продольном – верхней центральной тягой навески трактора. После регулировки на стойке механизма опорного колеса на винтах раскоса и верхней тяги делают заметки, по которым в полевых условиях устанавливают плуг на заданную глубину вспашки.

Глубину вспашки проверяют по открытой борозде линейкой или бороздомером. Для этого дно борозды очищают от насыпи почвы, а бровку выравнивают от образовавшегося валика и производят 15...20 замеров в начале, середине и конце загона. Средняя глубина вспашки не должна отклоняться от заданной более чем на 4 см. Оборот пласта, заделку дернины и древесно-кустарниковой растительности, отсутствие недорезов и огрехов определяют визуально.

Вспашка должна осуществляться при полном обороте пласта с наклоном 160...180° к горизонту. Пласты с наклоном к горизонту менее 135° считаются недоваленными. Недоваленных пластов допускается не более 0,5 %.

Нож плуга должен перерезать все корни диаметром 10...12 см. Степень заделки древесных остатков и наличие огрехов определяют визуально. Количество незаделанных корней и отвалов не должно превышать 2...3 % от числа всех корней и отвалов на учетной делянке до вспашки. Незаделанной древесно-кустарниковой растительности на поверхности поля допускается оставлять не более 0,5 %.

Для разделки пластов, поднятых кустарниково-болотными плугами на торфяно-болотных и минеральных почвах, применяют прицепные и навесные тяжелые бороны с гидравлическим и механическим управлением. Наиболее широкое распространение получили прицепные бороны.

Разделка пласта тяжелыми дисковыми боронами за два прохода на минеральных почвах должна составлять до 16 см, на торфяных почвах –

до 25 см, при этом количество почвенных частиц размером 5...10 см не должно превышать 10...15 %. Торфяные почвы после обработки следует прикатывать для предупреждения пересыхания и воздушной эрозии почвы.

Борона дисковая тяжелая БДТ-7,0 прицепная предназначена для разработки пластов целинных земель, разделки пластов, поднятых кустарниково-болотными плугами, и для ухода за лугами и пастбищами (рис. 5.67).

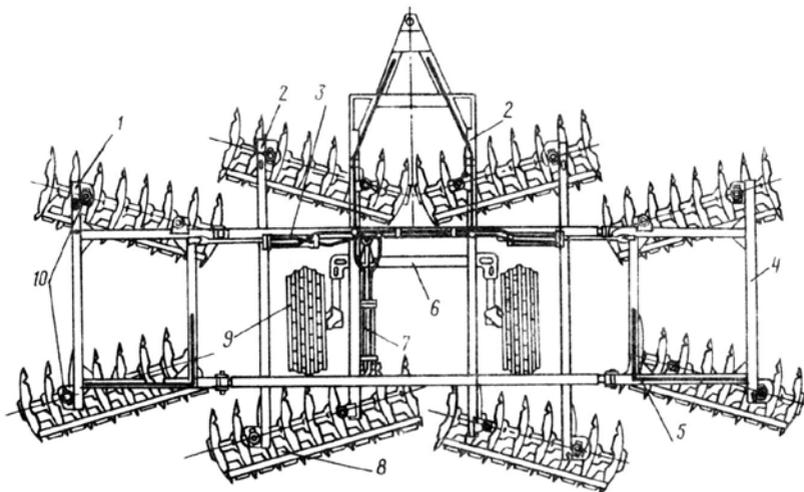


Рис. 5.67. Борона тяжелая дисковая БДТ-7,0: 1, 2, 4 – секции левая, средняя и правая; 3 – гидроцилиндр подъема левой секции; 5 – стяжка транспортная; 6 – ось коленчатая; 7 – гидроцилиндр поворота оси; 8 – чистики; 9 – колеса опорные; 10 – овальное отверстие для регулировки угла атаки дисков

Борона состоит из трех секций: средней 2 и двух боковых 1 и 4, шарнирно соединенных со средней секцией. В транспортное положение борона переводится тремя гидроцилиндрами 3. Средним гидроцилиндром 7 поворачивается коленчатая ось с пневматическими колесами 9, заставляя их подкатывать раму. Крайними гидроцилиндрами 3 поднимают боковые секции в вертикальное положение. При разделке дернины, сухих плотных древесных остатков работают только средней секцией, а боковые переводят в транспортное положение и закрепляют стяжками.

Агрегируется борона БДТ-7,0 с тракторами класса не ниже 4.

Борона дисковая тяжелая БДТ-3,0 прицепная применяется для разделки и рыхления пласта после вспашки кустарниково-болотными плугами, при уходе за лугами и пастбищами, подготовки торфяников при послойно-поверхностной добыче торфа на удобрение. Она состоит из рамы 4 (рис. 5.68), четырех дисковых батарей, прицепа, механизма выравнивания рамы 6, пневматического колесного хода и гидроцилиндра 7 для перевода бороны в транспортное положение. Агрегируется с гусеничными тракторами класса 3.

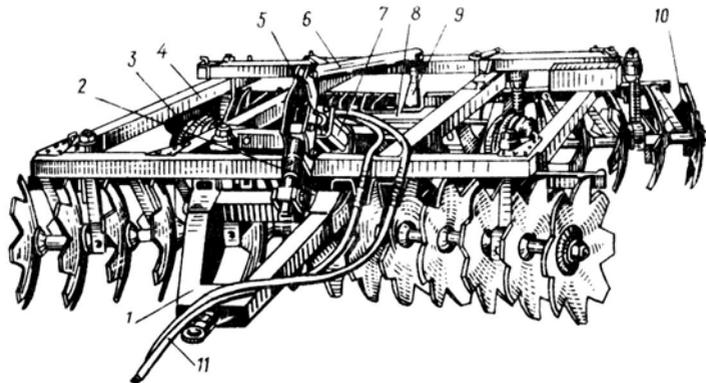


Рис. 5.68. Дисковая тяжелая борона БДТ-3,0: 1 – прицеп; 2 – регулировочный винт; 3 – колесо; 4 – рама; 5 – рычаг; 6 – механизм выравнивания рамы; 7 – гидроцилиндр перевода бороны в транспортное положение; 8 – коленчатая ось; 9 – кулак; 10 – чистики; 11 – шланг высокого давления

Борона дисковая мелиоративная БМН-2,5 навесная предназначена для первичной обработки осваиваемых торфяных и минеральных земель, имеющих камни диаметром до 20 см и древесные остатки до 10 см. Борона может быть использована для первичной обработки земель, заросших мелким кустарником высотой до 2 м (с измельчением и заделкой кустарника в пласт), для рыхления дернины, разделки земляных кочек при улучшении лугов и пастбищ. Агрегируются данные бороны с тракторами колесными и гусеничными класса не ниже 5.

Вид тяжелой дисковой многосекционной гидроуправляемой бороны в агрегате с трактором приведен на рис. 5.69.



Рис. 5.69. Вид тяжелой дисковой бороны

Глубину обработки почвы тяжелыми дисковыми боронами регулируют изменением угла атаки дисковых батарей относительно направления движения агрегата, а у прицепных борон – еще и равномерным распределением балласта в ящиках и перемещением колес в вертикальной плоскости.

Угол атаки дисковых прицепных борон регулируют поворотом подвижных секций относительно шарнирно закрепленных концов.

У бороны БДТ-7,0 предусмотрено изменение угла атаки на 12, 15 и 18°. Для их регулировки ослабляют гайки 5 (рис. 5.70, а) винтом крепления секции батарей к раме. Подают трактором агрегат на необходимый угол атаки.

У борон БДТ-2,5 (рис. 5.70, б) для установки угла атаки выглубляют батареи из почвы, вынимают штырь 1 и вручную передвигают секцию вперед или назад до совмещения отверстия в ползуне с одним из отверстий в бруске 4.

Угол атаки дисковых батарей навесных борон регулируют отдельно по каждой батарее.

Принцип регулирования угла атаки секций бороны БДТН-2,2 показан на рис. 5.70, в. Отворачивают болт 1, вынимают штырь 4 и поворачивают кронштейн 2 на нужный угол. Затем штырь вставляется в нужное отверстие 3 паза 5. Болт 1 возвращается на место и затягивается.

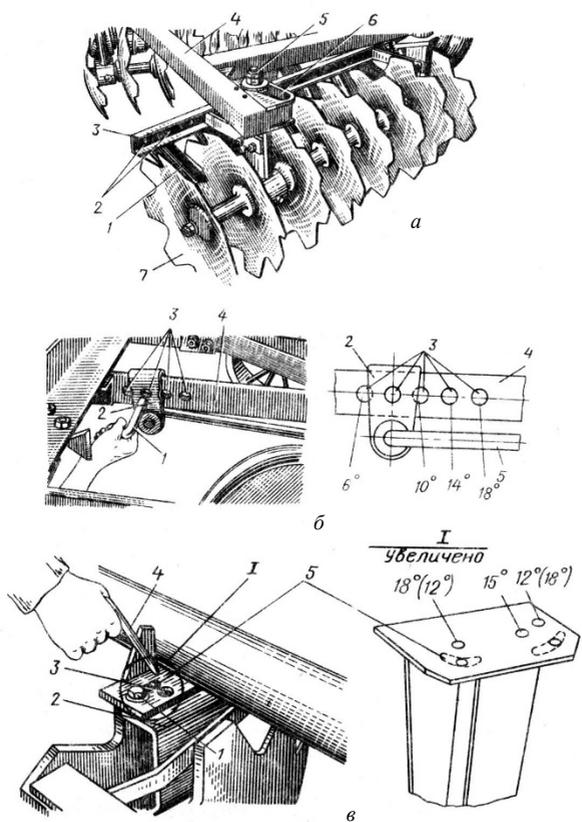


Рис. 5.70. Регулировка угла атаки у борон: *а* – БДТ-7,0: 1 – чистик; 2 – прорези для установки чистиков; 3 – брус рамы; 4 – рама; 5 – регулировочные гайки; *б* – проушина; 7 – диск; *б* – БДТ-2,5: 1 – штырь; 2 – ползун; 3 – отверстия; 4 – брус; 5 – тяга; *в* – БДТН-2,2: 1 – болт; 2 – кронштейн; 3 – отверстие; 4 – штырь; 5 – паз

Угол атаки дисковых батарей выбирают в зависимости от условий работы. При разделке пластов на чистых торфяниках угол атаки устанавливают в пределах  $14...18^\circ$ , после запашки кустарниковой растительности на торфяно-болотных почвах –  $6...12^\circ$ .

Увеличение угла атаки свыше  $10...14^\circ$  приводит к выворачиванию запаханного кустарника на поверхность и ухудшает качество разделки пласта. Для предотвращения такого дефекта угол атаки передних бата-

рей рекомендуется устанавливать до  $6^\circ$ , а задних –  $10...15^\circ$ . Дискование после заправки кустарниково-болотными плугами проводят в 1...2 следа сначала вдоль борозды, чтобы исключить возможность извлечения древесины на поверхность, а затем под некоторым углом. При первом проходе агрегата угол атаки устанавливают  $9^\circ$ , при втором –  $10...12^\circ$  и третьем –  $14...15^\circ$ .

Разделанные и высохшие верхние слои почвы могут, особенно на торфяниках, подвергаться ветровой эрозии. Для ее предотвращения мелиорированные площади уплотняют, прикатывая различными типами мелиоративных или сельскохозяйственных катков. Катки для прикатывания торфяников являются, как правило, прицепными. Используются планчатые катки, у которых цилиндрическая часть образована прикрепленными к кольцам планками, или стальные водоналивные катки.

Одной из заключительных операций культуртехнических работ является окончательное выравнивание почвы. Для этих целей используются различного рода выравниватели, в том числе собственного производства, а также длиннобазовые планировщики. Длиннобазовый полуприцепной планировщик в работе показан на рис. 5.71.



Рис. 5.71. Полуприцепной длиннобазовый планировщик в работе

На рис. 5.72 показан глубокорыхлитель-кратователь ГК-4 производства ОАО «Грушевский ремонтно-механический завод», способный выполнять рыхление почвы с одновременной прокладкой кротовых дрен.



Рис. 5.72. Навесной глубокорыхлитель-кратователь ГК-4

На тяжелых почвах, переуплотненных землях – мелиорируемых или требующих разуплотнения – выполняется глубокое рыхление почв, например, машиной, представленной на рис. 5.72, или машинами, описанными в разделе 2, т. е. мелиоративными рыхлителями.

В соответствии с действующим определением мелиоративный рыхлитель – это мелиоративная машина для рыхления подпочвенного слоя грунта.

## 6. ТЕХНИКА ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

### 6.1. Назначение и основные виды техники для орошения

Основное *назначение* орошения: получение гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур независимо от складывающихся погодных условий за счет управления водным и связанным с ним воздушным, тепловым, солевым, микробиологическим и питательным режимами в почве.

В соответствии с ГОСТ 26967–86 «Гидромелиорация. Термины и определения» в области орошения действуют термины и определения, которые с некоторыми сокращениями приведены ниже.

*Орошение земель* – гидромелиорация с подводом воды на земли с недостаточной природной водообеспеченностью.

*Оросительная система* – гидромелиоративная система для орошения земель.

*Осушительно-оросительная система* – оросительная система с осушительной сетью на орошаемых землях.

*Способ орошения земель* – комплекс определенных мер и приемов распределения воды на поливном участке и (или) превращения водного потока в почвенную и атмосферную влагу.

*Поверхностное орошение* – орошение земель с распределением воды по их поверхности.

*Аэрозольное орошение* – орошение мельчайшими каплями воды для регулирования температуры и влажности приземного слоя атмосферы.

*Подпочвенное орошение* – орошение земель путем регулирования уровня почвенно-грунтовых вод.

*Внутрипочвенное орошение* – орошение земель путем подачи воды непосредственно в корнеобитаемую зону изнутри.

*Локальное орошение* – орошение ограниченного объема почвы вблизи растения.

*Капельное орошение* – локальное орошение с помощью поливных капельниц.

*Дождевание* – поверхностное орошение искусственным дождем.

*Импульсное дождевание* – дождевание в импульсном режиме.

*Полив* – однократное искусственное увлажнение почвы и (или) приземного слоя атмосферы.

*Промывной полив* – полив, проводимый с целью уменьшения содержания в почве вредных для растений веществ.

*Влагозарядковый полив* – полив, проводимый с целью увеличения запаса воды в почве к началу вегетационного периода.

*Противозаморозковый полив* – полив с дождеванием для защиты растений от заморозка.

*Удобрительный полив* – полив водой, содержащей питательные вещества для растений.

*Полив напуском* – полив почвы с помощью поливных полос.

*Полив затоплением* – полив почвы путем заполнения поливных чеков.

*Оросительная сеть* – гидромелиоративная сеть для подвода воды от водоисточника к поливному участку.

*Поливная сеть* – гидромелиоративная сеть, предназначенная для распределения воды по поливному участку.

*Ороситель* – водовод проводящей оросительной сети, подающий воду к одному поливному участку.

*Распределительная борозда* – гидромелиоративная борозда временной поливной сети, распределяющая воду между поливными бороздами или полосами.

*Поливная борозда* – гидромелиоративная борозда, распределяющая водный поток по поверхности почвы с одновременным просачиванием воды через ее дно и откосы.

*Поливная полоса* – обвалованная полоса земли, имеющая продольный уклон и горизонтальная в поперечном сечении, затапливаемая водным потоком с одновременным просачиванием в почву.

*Поливной участок* – участок орошаемых земель, обслуживаемый одним оросителем при одинаковых способах полива, поливной технике и режиме орошения.

*Поливная техника* – совокупность машин, механизмов и орудий для осуществления полива.

*Поливная машина для орошения* – передвижная машина для распределения и подачи воды на поливном участке.

*Дождевальная машина* – поливная машина с рабочими органами для дождевания.

*Дождевальная установка* – установка для позиционного полива дождеванием.

*Дождевальный аппарат* – рабочий орган с подвижными частями для получения и распределения искусственного дождя по площади полива.

*Дождевальная насадка* – рабочий орган для получения и распределения искусственного дождя по площади полива, не имеющий подвижных частей.

*Режим орошения* – совокупность норм и сроков поливов.

*Оросительный период* – часть вегетационного периода от начала первого полива до окончания последнего полива сельскохозяйственной культуры.

*Межполивной период* – период между двумя следующими один за другим поливами.

*Гидромодуль* – объем воды, подаваемый на единицу орошаемой площади в единицу времени.

*Оросительная норма* – объем воды, подаваемый за год на единицу площади нетто поливного участка.

*Поливная норма* – объем воды, подаваемый на единицу площади нетто поливного участка за полив.

*Допустимая интенсивность дождевания* – интенсивность искусственного дождя, при которой не образуется поверхностный сток.

*Допустимый уклон* – уклон поверхности поливного участка, допускающий применение данного способа полива и поливной техники.

*Коэффициент полезного действия оросительной сети* – отношение объема воды, поданной при орошении, к объему воды, изъятый из водоисточника в оросительную сеть.

Следует отметить, что по степени естественного увлажнения территории относят к аридным – засушливым, субаридным – промежуточным и гумидным, т. е. влажным.

В гумидных зонах, к которым относится территория Беларуси, наибольшие площади орошаются дождеванием. В последнее время расширяется, особенно в условиях закрытого грунта, применение капельного и внутрпочвенного орошения.

В связи с этим к *основным видам техники для орошения* дождеванием можно отнести следующие:

- дождевальные системы, комплекты (шлейфы) и установки;
- дальнеструйные дождевальные машины кругового действия;
- двухконсольные дождевальные агрегаты;
- многоопорные широкозахватные дождевальные машины кругового действия;
- многоопорные широкозахватные дождевальные машины с фронтальным передвижением;
- шланговые дождеватели (катушечные дождевальные установки);

туманообразующие установки (машины) и системы мелкодисперсного дождевания.

Дождевальные машины в отличие от установок снабжены средствами для механизированного перемещения.

Дождевательные агрегаты в отличие от установок и машин содержат все элементы дождевательной системы, которые навешены на трактор и работают в движении.

## **6.2. Классификация дождевательных систем, машин и установок**

Классификация во многом зависит от типа дождевательных систем или машин.

*Дождевательные системы, комплекты (шлейфы) и установки* главным образом делятся на стационарные, полустационарные, передвижные, переносные.

*Дальнеструйные дождевательные машины кругового действия и двухконсольные дождевательные агрегаты* имеют следующую классификацию.

По способу агрегатирования – навесные, полуприцепные, прицепные, самоходные.

По типу источника забора воды – с забором воды из канала, скважины, водоема, гидранта закрытого или разборного трубопровода.

По механизму забора – с плавающим водозаборным устройством, со шлангом и узлом присоединения к гидранту.

Обычно дальнеструйные машины – это машины позиционного действия, а двухконсольные – работающие в движении.

*Многоопорные широкозахватные дождевательные машины кругового действия* могут классифицироваться следующим образом.

По типу двигателя, перемещающего машину, – гидроцилиндр на каждой опорной тележке, электродвигатель на каждой тележке.

По способу поддержания прямолинейности основного трубопровода – отключением электродвигателя вышедшей вперед тележки рычажной системой отключения, работающей от изгиба трубопровода, изменением подачи воды в ходовой гидроцилиндр вышедшей вперед тележки рычажной системой, работающей от изгиба трубопровода, отключением электродвигателя вышедшей вперед тележки лазерной системой отключения, регистрирующей изгиб трубопровода.

По типу установленных дождевательных насадок или аппаратов – с секторными насадками, с дефлекторными насадками, со среднеструйными дождевальными аппаратами.

По типу колес – со стальными или с пневматическими колесами.

*Многоопорные широкозахватные дождевальные машины с фронтальным передвижением* имеют следующую классификацию.

По типу двигателя, перемещающего машину, – двигатель внутреннего сгорания на центральной тележке, гидроцилиндр на центральной тележке, гидроцилиндр на каждой тележке, электродвигатель на каждой тележке.

По режиму перемещения в процессе работы – позиционные и совершающие полив в движении в постоянном или старт-стопном режиме.

По способу забора воды – с забором воды из канала, подводящей подземной или разборной сетью с гидрантами.

По подаче воды в основной трубопровод – по присоединительному шлангу, по двухзвенному трубопроводу, по плавающему водозаборному устройству.

По способу поддержания прямолинейности основного трубопровода – перестановкой опорно-ходовых колес вручную с визуальным контролем прямолинейности; отключением электро-двигателя вышедшей вперед тележки рычажной системой отключения, работающей от изгиба трубопровода; изменением подачи воды в ходовой гидроцилиндр вышедшей вперед тележки рычажной системой, работающей от изгиба трубопровода; отключением электродвигателя вышедшей вперед тележки лазерной системой отключения, регистрирующей изгиб трубопровода.

По типу установленных дождевальных насадок или аппаратов – с секторными насадками, с дефлекторными насадками, со среднеструйными дождевальными аппаратами.

По типу колес – со стальными колесами, с пневматическими колесами или со стальными и пневматическими колесами.

*Шланговые дождеватели* можно классифицировать следующим образом.

По количеству одновременно работающих тележек – одна или две.

По наличию поворотной платформы – с поворотной платформой, без поворотной платформы.

По способу поворота платформы – с поворотом вручную, с поворотом гидроцилиндром.

По типу привода барабана – с приводом от гидротурбины или с приводом от гидроцилиндра.

По способу перемещения дождевателя – перемещение вручную или путем буксирования трактором.

По типу опорно-ходового устройства перемещаемого дождевального аппарата – на салазках, на двухколесной тележке с полозом, на трех-, четырех- или пятиколесной тележке.

По типу перемещаемого аппарата – дальнеструйный секторного действия, многосопловый широкозахватный фронтальный.

### **6.3. Основные требования, предъявляемые к технике для орошения**

Различают агробиологические, экологические и технико-экономические требования. К агробиологическим следует отнести требования, обеспечивающие оптимальные (рациональные) условия снабжения растений водой, к экологическим – сохранение почв и их плодородия и к технико-экономическим – повышение производительности, снижение энергоемкости и т. п.

*Агробиологические требования* заключаются в следующем. Для достижения малоинтенсивного (бесстрессового) воздействия процесса орошения на растения отношение интенсивности водоподачи к интенсивности водопотребления должно находиться в пределах 1...50. Равномерность распределения воды на поле должна удовлетворять следующим требованиям: коэффициент эффективно политой площади – не менее 0,7; отклонение от среднего слоя выпавшего дождя не должно превышать  $\pm 25\%$  для машин с коротко- и среднеструйными и  $\pm 30\%$  – с дальнеструйными аппаратами. Для сохранения растений от механических повреждений в процессе подготовки и проведения поливов коэффициент их повреждаемости должен быть 0,5...2,0 %, а среднекубический диаметр капель дождя – до одного миллиметра.

*Экологические требования* заключаются в следующем. С целью сохранения структуры и водопрочности почвенных агрегатов, активной жизнедеятельности микроорганизмов в почвообразовательном процессе и повышения плодородия почв содержание влаги в порах почвы должно находиться в пределах 70...90 %, в воздухе – 10...30 %, а отклонение от этих интервалов не должно превышать  $\pm 5\%$ . Для предупреждения водной эрозии почвы скорость движения потока воды в поливной борозде должна быть меньше критически допустимой из условий неразмываемости почвы, а для предупреждения лужеобразования и стока средняя интенсивность дождя должна быть меньше или равна скорости впитывания воды в почву. Чтобы исключить разрушение почвенных агрегатов под действием ударов капель дождя, их диаметр не должен превышать 1,5 мм для коротко- и среднеструйных и 1,8 мм – для дальнеструйных аппаратов.

*Технико-экономические требования* включают в себя большое число показателей. Однако к наиболее важным из них относятся эффективное использование земли, производительность машин и энергоёмкость выполняемого ими процесса. Коэффициент земельного использования, учитывающий потери площади под оросительной сетью и поливной техникой, должен быть равен или больше 0,97.

#### **6.4. Дождевальные аппараты и насадки**

Рабочими органами дождевальных устройств являются дождевальные насадки и аппараты. Они предназначены для преобразования водного потока в дождевые капли, транспортирования капель на определенные расстояния и распределения их по орошаемой площади.

По характеру процесса образования дождя дождевальные насадки и аппараты разделяют на две группы: веерные и струйные. Первые создают широкий веерообразный поток воды в виде тонкой пленки, которая, встречая сопротивление воздуха, распадается на отдельные капли. Они неподвижны относительно машины или установки и одновременно орошают всю прилегающую к позиции площадь в пределах дальности полета капель, отличаются простотой устройства, как правило, не имеют подвижных частей и получили наименование дождевальных насадок. Вторые создают поток воды в виде осесимметричных струй, которые в процессе движения под действием сопротивления воздуха распадаются на отдельные капли. Они одновременно орошают прилегающую к позиции площадь в пределах дальности полета струи. Для орошения всей площади круга им сообщают вращательное (угловое) движение относительно машины или установки. Струйные рабочие органы с поворотными устройствами сложнее веерных. Они имеют подвижные элементы, и такие устройства называют дождевальными аппаратами.

Все рабочие органы, т. е. дождевальные насадки и аппараты, подразделяют главным образом по дальности разбрызгивания и напору воды на три группы: короткоструйные, или низконапорные (дальность полета капель до – 8 м, напор воды – 0,05...0,15 МПа); среднеструйные, или средненапорные (дальность полета капель – до 35 м, напор воды – 0,15...0,5 МПа); дальнеструйные, или высоконапорные (дальность полета капель – до 60 м, напор воды – свыше 0,5 МПа).

**Короткоструйные** рабочие органы выполняют, как правило, в виде дождевальных насадок. Находят применение дефлекторные, половинчатые, щелевые и центробежные насадки (рис. 6.1).

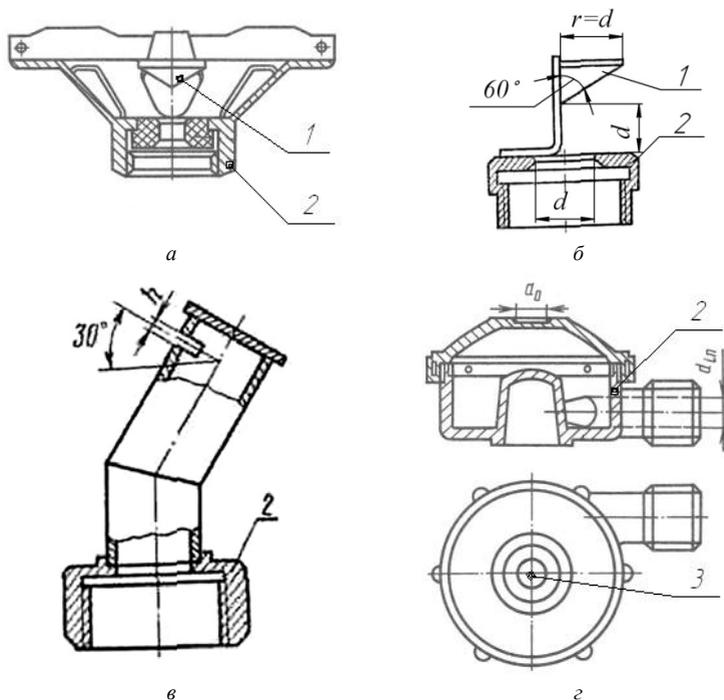


Рис. 6.1. Конструкции дождевальных насадок:  
 а – дефлекторная; б – половинчатая; в – шелевая; г – центробежная;  
 1 – дефлектор; 2 – корпус; 3 – центральное отверстие

Дефлекторные насадки (рис. 6.1, а) имеют корпус 2, навинчиваемый на вертикальный стояк. Струя воды, выходя под напором из отверстия диафрагмы, разбивается о дефлектор 1, в результате чего образует пленку воронкообразной формы, которая при дальнейшем движении распадается на капли и орошает прилегающую к насадке круговую площадь. Пленка сходит с дефлектора под углом  $30^\circ$  к горизонту, что обеспечивает максимальную дальность полета образующихся из нее капель. К достоинствам дефлекторных насадок относят сравнительно малый размер капель (0,9...1,1 мм) и небольшой расход энергии на их образование. Однако капли неодинаковы по величине, интенсивность их распределения по площади полива также неравномерна. По мере удаления от насадки размер капель возрастает, а интенсивность дождя сначала повышается, а затем падает. Из-за высокой ин-

тенсивности дождя (0,75...1,1 мм/мин) их применение в машинах и установках позиционного действия весьма ограничено. С увеличением напора воды и диаметра выходного отверстия насадки расход и дальность разбрызгивания воды увеличиваются.

Половинчатые или щелевые насадки применяют, если нужно получить односторонний полив.

В *половинчатой насадке* (рис. 6.1, б) дефлектор 1 имеет форму половины конуса и приварен к отогнутой пластине, которая перегородивает в корпусе 2 половину выходного отверстия. Половинчатая насадка работает аналогично круговой. Расход воды определяют по той же формуле, имея в виду, что она выходит через полукруглое отверстие.

*Щелевая насадка* (рис. 6.1, в) может быть получена путем пропиливания в стенке трубы щели шириной  $h$ .

Вытекающая из щели вода имеет форму плоской веерообразной пленки. Распадение ее на капли происходит менее интенсивно, чем в дефлекторных насадках, вследствие чего вблизи насадки возникает неорошаемая зона.

*Центробежная насадка* (рис. 6.1, г) работает следующим образом. Вода поступает через тангенциальный канал корпуса 2, благодаря чему закручивается, вовлекаясь во вращательное движение. На выходе из центрального отверстия верхней крышки 3 образуется кольцевой поток со свободным пространством в центре. После выхода из отверстия диаметром  $d$  благодаря тангенциальным составляющим скорости поток воды расширяется, образуя тонкую воронкообразную пленку, которая под действием сопротивления воздуха теряет устойчивость и распадается на капли.

Основные технические характеристики короткоструйных насадок приведены в прил. 4.

**Среднеструйные дождевальные аппараты** служат рабочими органами большинства современных дождевальных машин и установок. Несмотря на разнообразие марок, они конструктивно близки. На рис. 6.2 показан среднеструйный дождевальный аппарат, устанавливаемый на дождевальную машину типа «Волжанка».

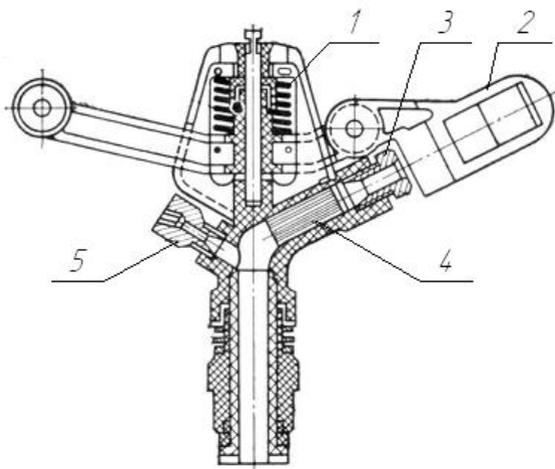


Рис. 6.2. Дождевальный аппарат машины «Волжанка»: 1 – возвратная пружина; 2 – коромысло; 3 – основное сопло; 4 – выпрямитель; 5 – вспомогательное сопло

Основными элементами среднеструйного дождевального аппарата являются возвратная пружина 1, служащая для возврата в исходное положение коромысла 2. Вода, проходя через выпрямитель 4, выходит через основное сопло 3 и частично через вспомогательное сопло 5. Для повышения равномерности орошения сопло 5 имеет косой разрез, улучшающий распадение струи на капли.

Наиболее распространено семейство унифицированных аппаратов типа «Роса» (рис. 6.3). Базовый аппарат этого семейства состоит из алюминиевого корпуса 12 с тремя водопроводящими каналами 3, 5 и 13, механизмов вращения аппарата коромыслового типа и секторного полива. В механизм вращения вместе с коромыслом 4 входят возвратная пружина 2 и шайба 1 со штифтом, которые закрыты пластмассовым колпаком. Концы пружины закреплены в коромысле и шайбе. Механизм секторного полива состоит из пружинных колец 8, упора 6 и рычага 11, насаженных на одну ось 7 и соединенных пружиной 14. В отверстие рычага вставлен стержень 9, застопоренный винтом 10.

Вода из трубопровода поступает в корпус 12 и через водопроводящие каналы 3, 5, 13 и насадки выбрасывается наружу в виде струй, расположенных под углом  $30^\circ$  к горизонту. В воздухе струи распадаются на капли, орошая узкую полосу поля в виде сектора.

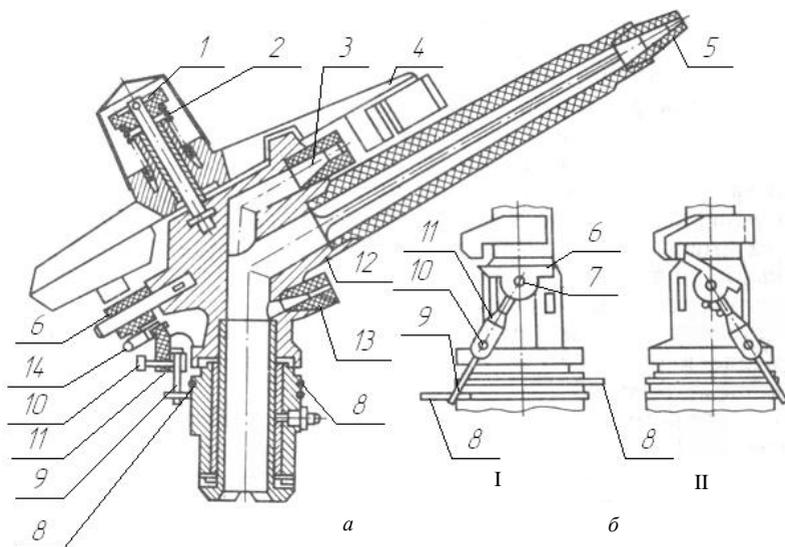


Рис. 6.3. Дождевальный аппарат типа «Роса»: *а* – общее устройство; *б* – схема работы механизма секторного полива; I – положение упора при рабочем движении ствола; II – положение упора при возвратном движении ствола; 1 – шайба; 2 – регулируемая возвратная пружина; 3, 5, 13 – водопроводящие каналы; 4 – коромысло; 6 – упор; 7 – ось; 8 – пружинные упорные кольца; 9 – стержень; 10 – стопорный винт; 11 – рычаг; 12 – корпус; 14 – пружина фиксатора

Струя воды из верхней насадки попадает на лопатку коромысла и отталкивает ее влево (в направлении против хода часовой стрелки). Коромысло поворачивается на угол  $30 \dots 90^\circ$  и закручивает возвратную пружину. После остановки под действием возвратной пружины коромысло движется в обратном направлении и входит рассекателем в струю. Воздействуя на скошенную грань рассекателя, струя совместно с возвратной пружиной толкает коромысло в направлении его обратного движения до удара в упор на корпусе аппарата. После удара корпус поворачивается на угол  $2 \dots 3^\circ$  по ходу часовой стрелки. В следующее мгновение струя воды, минуя рассекатель, вновь попадает на лопатку коромысла и отбрасывает его – цикл повторяется. Аппарат движется по кругу, выполняя оборот за  $2 \dots 4$  мин. Частоту вращения аппарата можно регулировать, закручивая возвратную пружину и фиксируя ее с помощью шайбы и штифта.

Для полива по сектору стержень рычага механизма секторного полива переводят в нижнее положение и закрепляют винтом.

Угол секторного полива устанавливают с помощью усиков упорных колец. Наименьший угол равен 45°. При работе ствол аппарата поворачивается до упора стержня в усик кольца 8. При дальнейшем движении стержень 9 и рычаг 11 поворачиваются на оси 7, отжимая пружины. После прохождения рычагом среднего положения пружина толчком поворачивает упор 6 в положение, при котором коромысло стопорится упором. Удар воды о лопатку передается на упор, и аппарат поворачивается в обратную сторону. Частота колебаний коромысла в этом случае велика, поэтому скорость движения аппарата в обратном направлении в 5...10 раз выше скорости при поливе. Возвратное движение аппарата продолжается до тех пор, пока рычаг механизма секторного полива не соприкоснется с усиком второго упорного кольца; тогда он развернет упор в первоначальное положение и освободит коромысло. После этого цикл полива по сектору повторяется.

Основные технические характеристики среднеструйных аппаратов с коромыслом и лопаткой приведены в прил. 5, а технические характеристики аппаратов серии ДА – в табл. 6.1.

Таблица 6.1. Технические характеристики аппаратов серии ДА

Показатели	ДА-8	ДА-4	ДА-2
Диаметр сопла, мм	9; 12; 14	16; 18; 20	22; 25; 28
Расход воды, л/с	1,5; 3; 4	5,5; 7,6; 10,5	11; 16; 20
Давление воды, МПа	0,25; 0,3; 0,35	0,4; 0,45; 0,5	0,5; 0,55; 0,6
Радиус действия, м	15; 22; 25	28; 32; 34	36; 42; 45
Интенсивность дождя, мм/мин	0,15	0,16	0,18

**Дальнеструйные дождевальные аппараты** разных марок отличаются главным образом конструкцией механизмов вращения. В отдельных конструкциях для вращения дальнеструйных дождевальных аппаратов (ДДА) используют: механическую энергию от ВОМ трактора, кинетическую энергию струи, разрежение воздуха на выходе струи из сопла, реактивную силу струи.

Механический привод от ВОМ трактора состоит из шестеренчатого и червячного редукторов или червячного редуктора и храпового механизма. Его применение ограничивается только тракторными дождевальными машинами.

Кинетическая энергия струи, вылетающей из сопла, используется в разборных переносных установках и широкозахватных машинах. Их выполняют в двух вариантах: с качающимся в вертикальной плоскости коромыслом (ныряющей лопаткой) и с вращающейся турбинкой.

Дальнеструйный аппарат с качающимся коромыслом (рис. 6.4) вследствие своей простоты находит наибольшее распространение в стационарных системах (рис. 6.4, *а*) и на шланговых дождевателях (рис. 6.4, *б*).

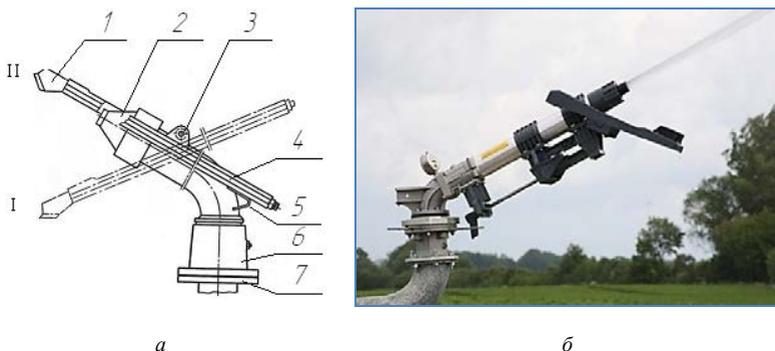


Рис. 6.4. Дальнеструйный аппарат с качающимся коромыслом:

*а* – схема; *б* – общий вид аппарата на шланговом дождевателе; I – коромысло при нижнем положении лопатки; II – коромысло при верхнем положении лопатки; 1 – лопатка; 2 – ствол; 3 – ось качания; 4 – коромысло; 5 – скоба; 6 – корпус; 7 – основание

Принцип действия аппарата состоит в том, что аппарат монтируется на основании 7 (рис. 6.4, *а*) с возможностью поворота в корпусе 6. На стволе аппарата имеется горизонтальная ось 3, на которую насажено коромысло 4. Задняя часть коромысла тяжелее, чем передняя, поэтому в исходном положении II коромысло своей задней частью ложится на скобу 5. Вода под давлением поступает в корпус 6 и ствол с соплом 2. Истекая из сопла, струя воды ударяется в лопатку I коромысла 4, находящегося в верхнем положении II. Лопатка имеет двойную кривизну, т. е. в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Поэтому струя воды, вышедшая из сопла, ударяясь о лопатку, не только отклоняет ее вниз (положение I) на угол до  $120^\circ$ , но и поворачивает в сторону вместе со стволом на угол  $2...6^\circ$  (в зависимости от напора). Задняя часть лопатки, имеющая больший вес, чем передняя, возвращает лопатку в струю, и цикл повторяется. Лопатка не только поворачивает ствол, но и выполняет роль дефлектора. Когда она входит в струю, то орошается площадь вблизи аппарата, когда выходит из нее, орошается площадь, удаленная от аппарата.

На стационарных системах в основном используются унифицированные дальнеструйные дождевательные аппараты типа ДД кругового

действия. Привод поворота ствола обеспечивается специальной турбинкой с трансмиссией (рис. 6.5). Эти аппараты выпускаются четырех типоразмеров. Их технические данные приведены в прил. 7.

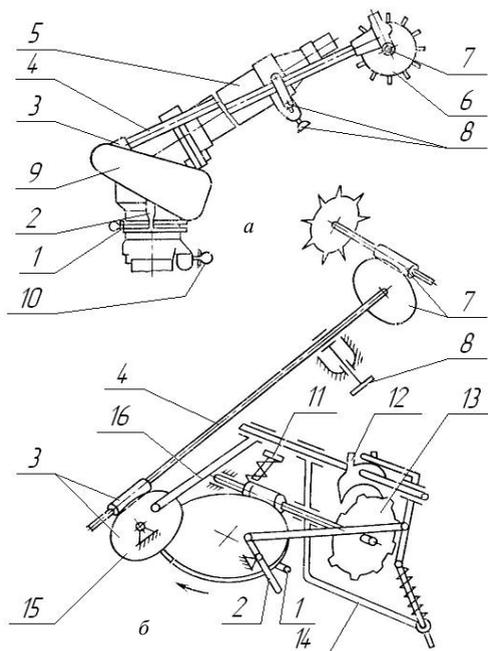


Рис. 6.5. Дальнеструйный аппарат типа ДД: *а* – общий вид; *б* – кинематическая схема механизма поворота ствола; 1 – упор; 2 – толкатель реверса; 3 – нижний редуктор; 4 – вал; 5 – ствол; 6 – турбинка; 7 – верхний редуктор; 8 – фиксирующий и регулирующий винты; 9 – механизм поворота; 10 – упор; 11 – тормоз; 12 – собачка; 13 – храповое колесо; 14 – коромысло; 15 – ходовой редуктор; 16 – шатун

Конструкция аппаратов однотипна, их можно использовать для полива по кругу и по сектору. При эксплуатации дождевальные аппараты типа ДД устанавливают на вертикальные трубчатые стояки не менее 1,5 м над поверхностью почвы.

В аппарате типа ДД обеспечивается круговое вращение ствола 5 с помощью турбинки 6, лопасти которой входят в струю воды, выбрасываемую через сопло.

Турбинка 6 приводит в действие червячную пару верхнего редуктора 7. Далее вращение с помощью длинного вала 4 в трубчатом кожухе передается на червяк нижнего редуктора 3. Трубчатый кожух к стволу аппарата крепится с помощью специального кронштейна, положение которого можно изменять и фиксировать посредством фиксирующего и регулирующего винтов 8. Это позволяет регулировать глубину ввода лопаток турбинки в струю воды (7...10 мм). От глубины погружения их в струю зависит частота вращения турбинки, что обеспечивает изменение в некоторых пределах частоты вращения ствола аппарата.

При вращении турбинка частично дробит струю, что улучшает качество распределения дождя возле аппарата.

На оси червячного колеса нижнего редуктора расположен кривошип, передающий с помощью шатуна 16 качательное движение коромыслу 14, свободно сидящему на ступице храпового колеса 13. Колесо закреплено на червячном валу ходового редуктора 15. При качании коромысла установленная на нем собачка 12 правым или левым плечом (в зависимости от положения рычага реверса 2) входит в зацепление с храповиком и поворачивает его вместе с валом. Червяк со стволом аппарата обкатывается вокруг червячного колеса, ходового редуктора, жестко закрепленного на ступице, ввернутой в основание аппарата и зафиксированной специальными планками.

Для настройки на секторный полив в кольцевые проточки основания устанавливают два упора 1 так, чтобы они составляли заданный угол поворота ствола. При встрече толкателя реверса с упором рычаг реверса переключает вращение аппарата в противоположную сторону.

Тормоз 11 предназначен для предотвращения проворачивания храпового колеса при холостом ходе собачки.

Существуют дождевальные аппараты с механизмом вращения, работающим за счет разрежения, создаваемого струей. Они имеют сопло, заканчивающееся диффузором (расширяющейся насадкой). Поток воды, проходя узкое сечение диффузора, образует зону вакуума. Эту зону соединяют трубкой с пневматическим, например, диафрагмовым двигателем, работающим за счет перепада давления между атмосферой и вакуумом в диффузоре. Колебания диафрагмы обычно через храповой механизм приводят в движение ствол аппарата.

Для поворота ствола также используется вариант, при котором ось сопла располагают под некоторым углом к оси ствола или смещают ее в сторону. При этом возникнет реактивный момент, поворачивающий ствол дождевального аппарата. Дальнеструйные дождевальные аппараты, вращение которых основано на этом принципе, обычно обору-

дуют специальными тормозными устройствами, воспринимающими разность между вращающим моментом от реактивной силы струи и моментом трения вращающихся частей аппарата.

Наиболее распространены гидравлические и механические тормозные устройства. Гидравлический тормоз обычно представляет собой шестеренный или иной ротационный масляный насос, перегоняющий масло по замкнутому каналу, сопротивление которого регулируется вентилем или краном. Изменяя сопротивление, регулируют частоту вращения ствола дождевального аппарата.

При большой длине машины напор перед насадками снижается по мере удаления их от места подачи воды в машину. Для выравнивания расхода на широкозахватных машинах ставятся насадки или аппараты с увеличивающимися к периферии машины проходными сечениями. Однако если перемещающаяся опора машины оказывается на возвышенности или во впадине, напор перед насадкой изменяется, что приводит к изменению расхода через нее и соответствующему нарушению равномерности полива. Для устранения этого недостатка на ряде зарубежных дождевальных широкозахватных машин кругового и фронтального действия устанавливаются насадки постоянного расхода. Наиболее распространенная конструкция насадки фирмы «Нельсон». Схема насадки представлена на рис. 6.6, а.

Насадка работает следующим образом. Корпус 1 вворачивается в подводящий трубопровод. Вода поступает в корпус и по трубке 4 проходит между ребрами 11 к сменному соплу 12. Струя воды, истекающая из сопла, ударяется о сменный ребристый дефлектор 14, прикрепляемый гайкой 15 со стойками 13 к основанию 9, соединенному винтами с корпусом 1. При этом между основанием и корпусом за счет пазов, имеющих во фланце корпуса, образуется щель 17, соединяющая с атмосферой полость, заключенную между корпусом 1, вставкой 6 и основанием 9. Ударяясь о ребра дефлектора, струя распадается на отдельные более мелкие струйки, орошающие поверхность почвы. Давление поступающей в насадку воды передается из трубки 4 по вырезам в ее нижнем торце по зазору 16 под мембрану 7. Мембрана прижата к манжете 8 и кольцу 10 пружиной сжатия 5, верхними витками опирающейся о буртик вставки 6. Изменение давления воды на входе в насадку приводит к прогибанию мембраны 7 и перемещению трубки 4. Перемещение трубки изменяет зазор между ней и кольцом 2. Изменение зазора обеспечивает саморегулирование расхода воды через насадку. Уплотнение между трубкой 4 и буртиком вставки 6 осуществляется шайбой 3.

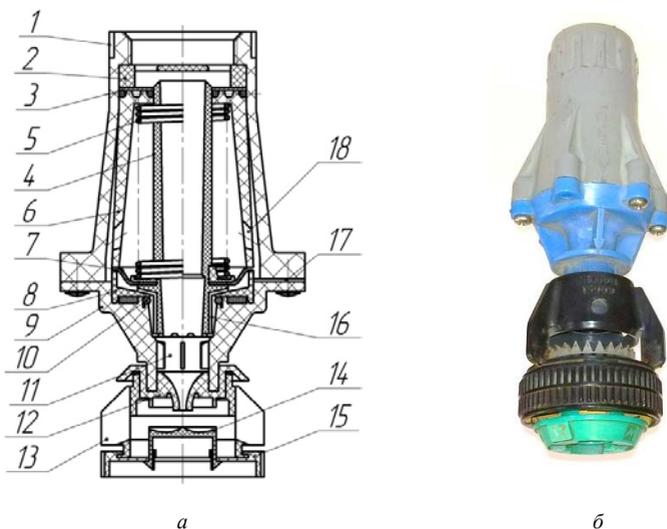


Рис. 6.6. Вид насадки постоянного расхода фирмы «Нельсон»: *а* – схема; *б* – общий вид;  
 1 – корпус; 2 – кольцо; 3 – шайба; 4 – трубка; 5 – пружина; 6 – вставка; 7 – мембрана;  
 8 – манжета; 9 – основание; 10 – кольцо; 11 – ребра; 12 – сопло; 13 – стойка;  
 14 – дефлектор; 15 – гайка; 16 – зазор; 17 – щель; 18 – отверстие

Общий вид насадки представлен на рис. 6.6, *б*. Насадки, смонтированные на широкозахватной машине, показаны на рис. 6.7, *а* и увеличенное изображение насадки в работе – на рис. 6.7, *б*.

На широкозахватных машинах обычно устанавливается несколько типоразмеров насадок, отличающихся диаметром сопел и конструкцией дефлекторов.

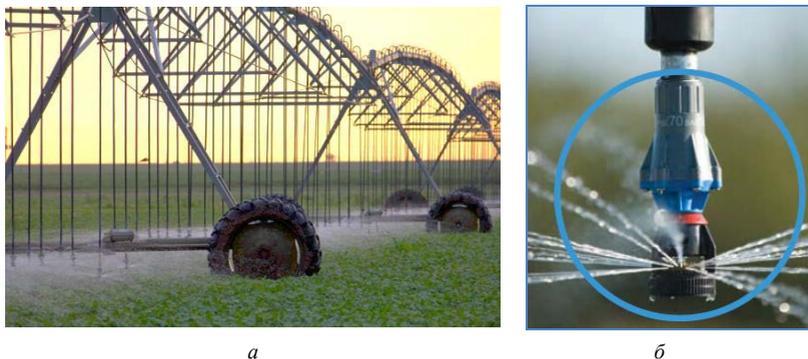


Рис. 6.7. Насадка постоянного расхода фирмы «Нельсон» в работе:  
 а – расположение насадок на дождевальной машине; б – работа насадки

### 6.5. Переносные и стационарные установки, комплекты (шлейфы)

Простейшие дождевальные устройства, состоящие из быстроразборных переносных трубопроводов и разбрызгивающих воду рабочих органов, называются дождевальными установками.

Основой переносных и стационарных установок и комплектов являются быстроразборные трубопроводы и арматура. Быстроразборные трубопроводы предназначены для подачи воды от передвижных насосных станций к дождевальным машинам и установкам или в открытые оросительные каналы. Такой трубопровод состоит из отдельных труб (секций) длиной 5...6 м, соединяемых быстроразъемными муфтами. При соединении конец одной трубы входит в раструб другой – смежной. По форме раструбных концов различают разборные трубопроводы с шаровыми, конусными и цилиндрическими соединениями. Во всех конструкциях раструб снабжен резиновой манжетой, которая создает уплотнение автоматически под действием напора воды в трубопроводе. После выключения насосной станции напор исчезает, и трубопровод выпускает воду через муфты автоматически. Это исключает местное затопление растений, неизбежное при опорожнении трубопровода в одном месте. За счет эластичности манжет и зазоров между трубами их можно соединять не только соосно, но и под углом до  $10...15^\circ$  одна к другой, чем достигается необходимая приспособляемость в условиях сложного рельефа местности. Для предотвращения повреждений растений каждая труба (секция) снабжена опорой высотой 0,1...0,4 м.

Быстроразборные трубопроводы снабжены водораспределительной арматурой: гидрантами-задвижками, колонками.

Дождевальные установки могут быть стационарными, с переносными трубопроводами, с механизированным перемещением трубопроводов. Наиболее широкое распространение получили установки с переносными быстроразборными трубопроводами. Они предназначены для полива небольших участков со сложным рельефом местности. Расход воды в таких установках не превышает 50 л/с, а производительность – 50 га за сезон. При повышении расхода воды (для увеличения подачи) требуется увеличение диаметра и толщины стенок, а, следовательно, и массы труб, что неприемлемо при ручной их переноске.

К установкам такого типа относится комплект ирригационный КИ-5, представленный на рис. 6.8.

В состав комплекта входят: магистральный трубопровод, два распределительных трубопровода, четыре оросительных трубопровода (дождевальные крылья) с дождевальными аппаратами и гидранты. Магистральный трубопровод длиной 906 м состоит из первого участка (труба диаметром 150 мм) и второго участка (труба диаметром 125 мм). Подача воды в комплект обеспечивается насосом, приводимым в действие силовой установкой. Распределительные трубопроводы длиной по 270 м располагают по двухсторонней схеме в начале и конце магистрального трубопровода. При такой схеме половина расходуемой воды еще в начале участка отводится в правый распределительный трубопровод, что позволяет второй участок магистрального трубопровода выполнить из труб меньшего диаметра. Дождевальные крылья длиной по 126 м (труба диаметром 105 мм) располагают перпендикулярно распределительным трубопроводам по обе стороны от них. На каждом крыле установлено по четыре среднеструйных дождевальных аппарата типа «Роса» на расстоянии 36 м один от другого. В комплект входит и гидроподкормщик, который служит для внесения одновременно с поливом растворимых минеральных удобрений и может быть установлен в начале распределительного трубопровода.

Одновременно работают два дождевальных крыла – одно слева, другое справа от магистрального трубопровода. Два других крыла в это время разбирают, переносят и подготавливают к работе. После выдачи поливной нормы их выключают, а включают подготовленные к работе крылья, присоединенные к распределительным трубопроводам с противоположных концов. Передвигая крылья навстречу одно другому, поливают всю площадь по обе стороны распределительных трубопроводов, после чего разбирают распределительные трубопро-

воды, переносят и присоединяют их к следующим гидрантам магистрального трубопровода. Присоединив к ним крылья, поливают другую часть участка. За один полив каждый распределительный трубопровод последовательно обслуживает три позиции.



Рис. 6.8. Комплект ирригационный КИ-5 с быстроразборными переносными трубопроводами

Техническая характеристика комплекта КИ-5 с быстроразборными переносными трубопроводами представлена в табл. 6.2.

Таблица 6.2. Техническая характеристика комплекта ирригационного КИ-5

Показатели	Значение
Расход воды, л/с	5,0...7,0
Напор, м	До 50
Орошаемая площадь, га	5,05
Площадь одновременного полива, га	0,195
Количество одновременно работающих дождевальных аппаратов	6
Средняя интенсивность дождя с учетом перекрытия, мм/ч	9,6...10,2
Продолжительность полива с одной позиции при поливной норме 300 м <sup>3</sup> /га, ч	3,1...2,94

Основной недостаток таких установок – большие затраты ручного труда на переноску труб и связанная с ними низкая производительность труда.

**Импульсные дождевальные системы** отличаются от обычных тем, что работают в режиме прерывистой (импульсной) подачи воды на орошаемую поверхность поля. Основные элементы такой системы: напоробразующий узел (насосная станция), магистральный, распределительные и оросительные трубопроводы, импульсные дождевальные аппараты. Импульсный дождевальный аппарат отличается от обычного тем, что его рабочий цикл состоит из двух непрерывно чередующихся периодов: периода накопления воды в аппарате и периода выплеска (выброса) ее под действием сжатого воздуха.

Известны импульсные дождевальные аппараты двух типов: автоколебательного и принудительного действия.

Первые способны обеспечить лишь такой режим работы, при котором период накопления только в 5...10 раз больше периода выброса воды, вследствие чего расход воды не может быть меньше 0,5...1 л/с.

Вторые обеспечивают режим работы, при котором период накопления в 50...200 раз больше периода выброса, вследствие чего подводимый расход воды может быть снижен до 0,1 л/с и менее, а средняя интенсивность дождя может находиться в пределах 0,01...0,002 мм/мин.

Наибольшее распространение получили дождевальные аппараты второго типа, работающие в «ждущем режиме» по сигналам понижения давления в трубопроводной сети.

Система дождевания с аппаратами принудительного действия, помимо перечисленных выше основных элементов, включает еще и генератор командных импульсов, работающий в автоматическом режиме. Импульсный дальне- или среднеструйный дождевальный аппарат, работающий по сигналам понижения давления в трубопроводной сети, состоит из трех основных элементов: резервуара (гидроаккумулятора) 6, запорного устройства 2, 3, 4 и 5 и ствола 1 с соплом (рис. 6.9).

Вода под высоким давлением, но с малым расходом подается в гидроаккумулятор 6, где постепенно накапливается. В период накопления воды клапаны 3 и 4 закрывают проход в ствол 1, и вода не может выйти через него. По мере поступления воды, находящийся в гидроаккумуляторе, воздух сжимается, давление его повышается. При достижении верхнего давления генератор командных импульсов сбрасывает давление в напорной сети, вследствие чего под действием сжатого воздуха клапаны 4, а затем 3 открываются, и происходит выброс накопленного объема воды – «выстрел». В момент выстрела срабатывает механизм вращения, и корпус аппарата поворачивается на заданный угол. Срабатывание всех дождевальных аппаратов происходит синхронно. Клапан 4 закрывается под действием пружины 5 при паде-

ний давления в гидроаккумуляторе до нижнего предела. Клапан 3 закрывается под действием поршня 2 при повышении давления в сети, после чего цикл повторяется. Продолжительность периода накопления воды в гидроаккумуляторе составляет от 50 до 300 с.

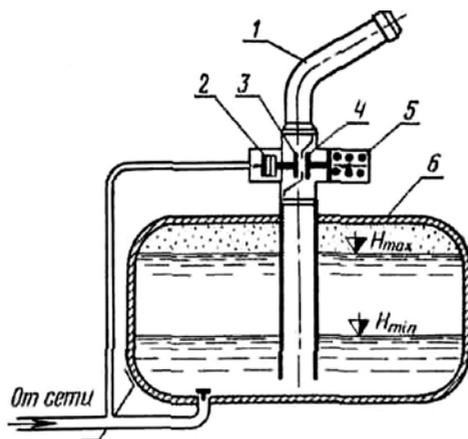


Рис. 6.9. Схема импульсного дождевального аппарата:

- 1 – ствол; 2 – поршень; 3, 4 – клапаны;  
5 – пружина; 6 – гидроаккумулятор

Вместимость гидроаккумуляторов в зависимости от марки составляет от 15 до 500 л, верхний предел давления – от 0,4 до 1,0 МПа, радиус действия (дальность полета струи) – от 20 до 70 м. По объему выброса воды за один рабочий цикл различают аппараты малого (до 3 л), среднего (от 3 до 10 л) и большого (более 10 л) объемов выброса. Наиболее распространены аппараты среднего объема выброса. Так как импульсные дождевальные аппараты работают с подводимыми расходами (0,1...2 л/с), во много раз меньшими, чем обычные (10...40 л/с), то это позволяет в 5...8 раз уменьшить диаметры водоподводящих трубопроводов и применить насосно-силовое оборудование малой мощности, в результате чего капитальные затраты на строительство снижаются более чем в три раза. Так как диаметр водоподводящих трубопроводов составляет 12...30 мм, то возможно применение пластмассовых труб с их укладкой бестраншейным способом.

Низкая средняя интенсивность дождя позволяет использовать импульсные дождевальные системы для орошения площадей с большими уклонами и с почвами малой водопроницаемости.

Импульсные аппараты системы работают одновременно на всей площади в режиме чередующихся пауз для наполнения гидроаккумуляторов и периодов выплеска воды под действием сжатого воздуха.

Синхронно-импульсное дождевание имеет ряд принципиальных отличительных особенностей, обеспечивающих значительный агрофизиологический и организационно-хозяйственный эффекты, которые заключаются в следующем:

1) обеспечивается длительное направленное воздействие искусственного дождя на условия роста и развития растений;

2) создаются почти полностью контролируемые условия произрастания растений, исключая отрицательное воздействие погодных факторов на их рост и развитие;

3) поддерживается влажность активного слоя почвы и приземного воздуха на оптимальном уровне без резких колебаний, свойственных обычным периодическим поливам;

4) за счет предельного рассредоточения поливного тока воды по системе снижаются капитальные затраты на строительство сети напорных трубопроводов, в первую очередь трубопроводов последнего порядка, имеющих наибольшую протяженность, для устройства которых применяются трубы малого диаметра;

5) значительно сокращается расход воды по сравнению с другими способами дождевания, что особенно важно в условиях постоянно растущей ее потребности промышленностью и сельским хозяйством, особенно в районах с сухим климатом.

Наибольшее распространение получила система синхронно-импульсного дождевания типа КСИД-10.

Комплект синхронного импульсного дождевателя состоит из головного узла, гидроподкормщика, распределительного и поливных трубопроводов, импульсных дождевателей, датчика водоподачи и пульта управления.

Одновременно с импульсным дождеванием могут вноситься минеральные удобрения, которые растворяются в гидроподкормщике.

Техническая характеристика КСИД-10 представлена в табл. 6.3.

Таблица 6.3. Техническая характеристика системы синхронно-импульсного дождевания КСИД-10

Показатели	Значение
Площадь полива, га	10,0...10,6
Водоподача в сутки, м <sup>3</sup> /га	До 100
Рабочий напор, кПа	600...650
Количество дождевателей, шт.	51...55
Схема расстановки дождевателей по треугольнику	48×42
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,007
Продолжительность рабочего цикла, мин	1,0
Масса комплекта, кг	5485
Обслуживающий персонал, чел.	1 на 8...10 комплектов

На орошаемые участки вода подается по сигналам датчика водопада. Датчик водопада служит для автоматического включения или отключения насосной станции путем передачи информации о влажности почвы. Датчик представляет собой открытую цилиндрическую емкость, закапываемую в землю и снабженную поплавковым двухпозиционным сигнализатором положения уровня воды. Сигнализатор уровня электрическим проводом соединен с пультом управления. Уровень воды в водном испарителе (открытой цилиндрической емкости) зависит от количества воды, поступающей на поле из импульсных дождевателей. Поплавок сигнализатора положения уровня воды при достаточном ее поступлении в испаритель размыкает контакты ртутного выключателя, что служит командой на отключение насосной станции. При снижении уровня воды на 2 мм поплавок замыкает контакты ртутного выключателя, что является сигналом для включения насосной станции.

Комплект работает в режиме чередующихся циклов «накопление – выплеск». В зависимости от сигнала, поступающего от датчика водопада, включается насосная станция, подающая воду ко всем импульсным дождевателям (рис. 6.10), которые служат для накопления воды в период паузы и ее подачи на орошаемую площадь в период выплеска.

Накопление воды в импульсных дождевателях осуществляется благодаря работе их гидроаккумуляторов.

*Гидроаккумулятор* (рис. 6.10, а) представляет собой водовоздушный бак 1, разделенный перфорированным сводом 2 и эластичной мембраной 6 на две части. Нижняя часть предварительно через штуцер 4 заполняется сжатым воздухом до давления 0,3 МПа, верхняя часть – водой через запорный орган 9 следующим образом. Вода из трубопро-

водной сети 3 под давлением по шлангу 5 поступает в нижнюю полость камеры. Одновременно через обратный клапан вода заполняет подпоршневую полость камеры и поступает в верхнюю полость гидроаккумулятора.

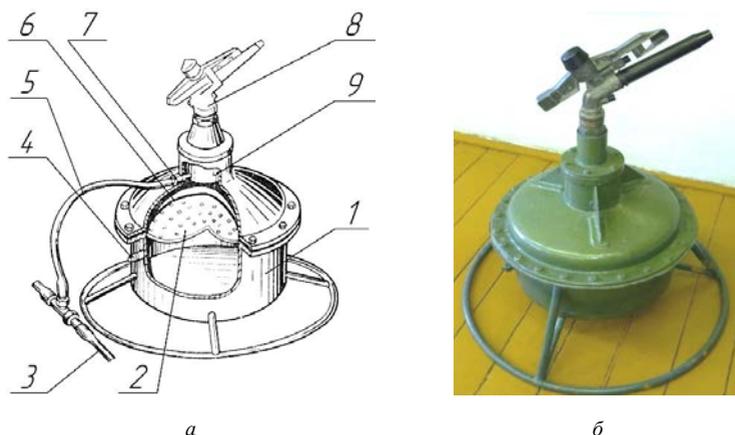


Рис. 6.10. Импульсный дождеватель: *а* – схема; *б* – общий вид; 1 – гидроаккумулятор; 2 – свод; 3 – поливной трубопровод; 4 – штуцер для заполнения гидроаккумулятора воздухом; 5 – шланг; 6 – эластичная мембрана; 7 – присоединительный штуцер; 8 – дождевательный аппарат; 9 – запорный орган

Под действием давления воды эластичная мембрана перемещается вниз и дополнительно сжимает воздух. Наполнение происходит до момента укладки эластичной мембраны на перфорированный свод.

После наполнения всех дождевателей водой до расчетного объема генератор командных сигналов, установленный на головном узле, на короткое время соединяет трубопроводную сеть с атмосферой. Давление в трубопроводах резко понижается. Под действием давления вода выходит в ствол дождевательного аппарата и выбрасывается на орошаемую площадь до тех пор, пока пластиковая мембрана не займет верхнее положение. После выплеска воды дождевательные аппараты поворачиваются на угол  $3...5^\circ$ , и рабочий цикл «наполнение – выплеск» повторяется. Частота циклов зависит от производительности насосной станции.

Для обеспечения подачи растворимых удобрений в воду, подаваемую в дождевательную технику, в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» создано оборудование для гидроподкормки к дождевательным установкам ОГД-50 (рис. 6.11).

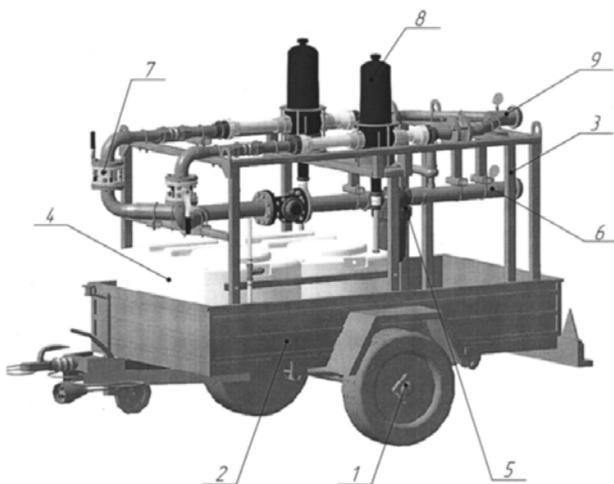


Рис. 6.11. Оборудование для гидроподкормки ОГД-50:  
 1 – шасси; 2 – прицеп; 3 – крепление трубопроводов; 4 – бак для удобрений;  
 5 – фильтр; 6 – трубопровод напорный; 7 – вентиль; 8 – устройство  
 дозирующее; 9 – трубопровод отводящий

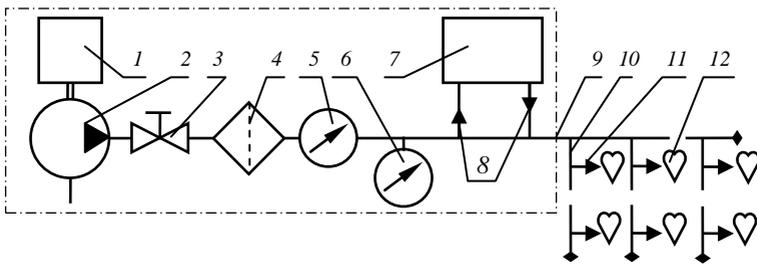
Оборудование ОГД-50 состоит из установленного на шасси 1 грузового прицепа 2 с креплением 3 для трубопроводов. На прицепе 2 установлен бак 4 для удобрений, фильтр 5, напорный трубопровод 6, к которому прикреплен вентиль 7, а также дозирующее устройство 8 и отводящий трубопровод 9.

Оборудование для гидроподкормки работает следующим образом.

Грузовой прицеп 2 с креплением 3 для трубопроводов, установленный на шасси 1, подгоняется трактором к дождевальной установке, после чего отводящий трубопровод 9 присоединяется к водопроводящей системе дождевальной машины. Оператор открывает вентиль 7, и вода начинает поступать из водоема от независимой насосной станции в напорный трубопровод 6 и через фильтр 5 попадает в дозирующее устройство 8 (оборудование может подключаться к дождевальной машине как байпасная линия). Дозирующее устройство 8 под напором воды всасывает заданный объем микроудобрений из бака 4 для удобрений и направляет их в отводящий трубопровод 9, из которого микроудобрения с поливной водой поступают в шланг дождевальной машины для распыла приготовленного раствора.

## 6.6. Капельное и аэрозольное орошение

**Системы капельного орошения** дают большее рассредоточение поливного тока, так как позволяют локально подводить воду к каждому растению в виде отдельных капель с помощью точечных микродовыпусков – капельниц. В систему капельного орошения (рис. 6.12) входят: контрольно-распределительный блок 1...8, магистральный трубопровод 9, распределительные трубопроводы 10, капельницы 11. Контрольно-распределительный блок, как правило, включает в себя мотор 1, насос 2, задвижку 3, фильтр 4, водомер 5, манометр 6, бак-смеситель 7 и инжектор 8.



*a*



*б*

Рис. 6.12. Система капельного орошения: *a* – схема; *б* – общий вид магистрального и распределительного трубопроводов; 1 – двигатель; 2 – насос; 3 – задвижка; 4 – фильтр; 5 – водомер; 6 – манометр; 7 – бак-смеситель; 8 – контрольно-распределительный блок; 9 – трубопровод магистральный; 10 – трубопроводы распределительные; 11 – капельницы; 12 – орошаемые растения

Системы капельного орошения проектируют обычно с напором 0,07...0,28 МПа. Низконапорные системы считаются более предпочтительными, так как в них можно применять более дешевые трубы и капельницы большего диаметра, что уменьшает вероятность их забивания. Для создания необходимого напора используют насосы небольшой мощности и производительности, водонапорные башни, а иногда и просто перепад отметок между источником водоснабжения и орошаемой площадью (самотечные системы).

Магистральный 9 и распределительные 10 трубопроводы монтируют, как правило, из полиэтиленовых труб обязательно черного цвета для предотвращения развития водной растительности, первые диаметром 38...51 мм, вторые – от 6 до 19 мм (рис. 6.12, б). Трубопроводы в низконапорных системах монтируют без соединительных муфт, вставляя трубы одна в другую. Расстояние между распределительными трубопроводами должно составлять от 0,8 м для полевых культур до 6 м для плодово-ягодных и соответствует ширине междурядий.

Капельницы изготавливают из пластмассы. Обычно их расход составляет от 1 до 15 л/ч. Конструкции капельниц весьма разнообразны. Наиболее простая представляет собой микротрубку из полиэтилена высокой плотности с внутренним диаметром от 0,3 до 2,0 мм. Регулирование расхода происходит за счет изменения потерь на трение, т. е. путем изменения длины микротрубки.

Более надежна в отношении предотвращения забивания капельница с отверстием большого диаметра, состоящая из цилиндра и ввернутой в него пробки. Пространство между нарезкой пробки и внутренней резьбой цилиндра образует спиральный проход, по которому идет вода. Вворачивая или выворачивая пробку, изменяют длину пути, а следовательно и расход воды. Вытекая каплями, вода увлажняет почву в виде зоны эллипсовидной формы глубиной около 1 м и шириной до 2,6 м с выходом на поверхность у основания ствола дерева. При этом почва в междурядьях поддерживается в сухом состоянии, что создает неблагоприятные условия для роста сорняков. Уменьшение объема увлажняемой почвы позволяет экономить воду и приводит к формированию менее разветвленной корневой системы, дающей возможность уплотнить посадки и повысить продуктивность.

Капельницы также бывают диафрагменными, мембранными и поплавковыми. Наиболее совершенные капельницы снабжены несколькими водовыпусками и оборудованы устройствами для стабилизации расхода при переменном давлении в сети и самоочистки микроканалов от взвешенных наносов.

Применение капельного орошения особенно перспективно в районах с ограниченными водными ресурсами, а также на участках с изрезанным рельефом и крутыми склонами с большими перепадами высот (до 60 м).

**Аэрозольное орошение** часто применяется вместе с дождеванием. Это позволяет улучшить микроклимат в приземном слое воздуха и оптимизировать условия развития растений. Иногда при аэрозольном орошении вместе с внесением воды производится и внесение растворенных удобрений или средств борьбы с болезнями растений.

Для получения микрокапель используются специальные насадки с малым диаметром выходных отверстий или насадки, в которых струя воды разбрызгивается за счет удара в специальные неподвижные либо вращающиеся отражатели, или в оросительной системе создается высокое давление.

Аэрозольное орошение может осуществляться серийными сельскохозяйственными опрыскивателями. Одним из вариантов реализации аэрозольного орошения является использование двухконсольных дождевальных агрегатов, оснащенных специальными диспергирующими насадками. При аэрозольном орошении на единицу площади воды расходуется в несколько раз меньше, чем при обычном дождевании.

Аэрозольное орошение используется и при выращивании растений в закрытом грунте. В этом случае в теплицах монтируются стационарные системы аэрозольного орошения.

Разновидностью аэрозольного орошения является орошение мобильными **туманообразующими установками**. Основой туманообразующих установок типа ТОУ является колесный трактор тягового класса не менее 4. На нем устанавливается дополнительный топливный бак и отработавший свой ресурс турбореактивный авиационный двигатель. Запас распыляемой воды находится в прицепной цистерне.

Компрессор двигателя нагнетает воздух в камеру сгорания, куда также подается топливо. Разогретый до температуры 1000...1100 °С воздух вместе с продуктами сгорания с большой скоростью подается на двухступенчатую турбину, приводящую в действие компрессор, и охладившись до 400...450 °С, поступает в сопло, из которого выходит со скоростью 400...450 м/с. В сопле установлены регулируемые перфорированные патрубки, в которые по шлангам нагнетается вода из цистерны. Вылетающий из сопла водовоздушный факел за счет резкого увеличения в диаметре теряет скорость и температуру. Мелкодиспергированные капли воды выпадают из факела и оседают на почву и

растения, увлажняя их. Расход воды составляет 1...20 л/с. Для машины ТОУ-5 расчетная дальность полета капель равна 100 м.

В установке ТОУ-3 туманообразующий двигатель выполнен поворотным и смонтирован на автомобильном прицепе. Двигатель установки ТОУ-5 расположен на специальной раме базового трактора и управляется из его кабины.

### **6.7. Машины и системы для внутрипочвенного орошения**

По способу подачи воды внутрипочвенное орошение делят на вакуумное или абсорбционное (вода поступает к растениям благодаря сосущим свойствам почвы, обусловленным силами поверхностного натяжения), безнапорное (верхние слои почвы увлажняются благодаря капиллярному движению воды), напорное (вода подается в почву под давлением).

В системах для внутрипочвенного или подпочвенного увлажнения вода с помощью труб-увлажнителей вводится непосредственно в корнеобитаемый слой почвы. Системы с использованием труб-увлажнителей могут быть безнапорными и напорными. В первом случае система действует без машин, во втором используются насосные установки общего назначения.

В настоящее время в качестве труб-увлажнителей используются тонкостенные пластиковые трубы диаметром 16...32 мм. В исходном положении они имеют плоскую форму и смотаны в катушку. При укладке труба разматывается, покрывается почвенным слоем, а после нагнетания в нее воды она приобретает цилиндрическую форму, имеющиеся в стенке трубы микроотверстия при этом открываются и вода, просачиваясь сквозь них, увлажняет почву вокруг трубы. По окончании сезона труба извлекается и утилизируется. При глубине укладки труб ниже пахотного горизонта они могут использоваться многократно.

На рис. 6.13 показан вариант пластиковой трубы и соединительная арматура.



Рис. 6.13. Вид фрагмента пластиковой трубы для внутривпочвенного увлажнения с соединительной арматурой

Машинный способ основан на применении рыхлительных рабочих органов с водопроводящими каналами, через которые вода попадает в междурядья на глубину рыхления, соответствующую глубине расположения корневой системы растений.

По способу подвода воды такие машины подразделяют на два типа: с проходным и наматываемым трубопроводами. В первом случае гибкий трубопровод, снабженный пружинными водовыпускными клапанами, укладывают вдоль пути машины и пропускают через водоприемное нажимное, смонтированное на машине устройство. В процессе движения машины посредством последнего открывают пружинные клапаны, и вода поступает сначала в бак, а затем через рабочие органы в корнеобитаемый слой почвы. Во втором случае трубопровод, один конец которого присоединен к гидранту, а другой к приемной колонке машины, наматывается на барабан с реверсивным приводом или сматывается с него в зависимости от направления движения.

Для подпочвенного полива деревьев и кустарников применяют машины с рабочими органами в виде гидробуров. Машина, обычно снабженная цистерной для запаса воды, внедряет рабочий орган в зону увлажнения и затем посредством насоса нагнетает воду в объем почвы.

## 6.8. Дальнеструйные машины. Принцип действия и схемы работы

Дождевальные дальнеструйные машины предназначены для орошения дождеванием пастбищ, овощных и технических культур, садов, лесных и садовых питомников. Они характеризуются большими значениями интенсивности дождя, поэтому применяются на почвах повышенной водопроницаемости. Работают машины позиционно с забором воды из открытой или закрытой оросительной сети.

Наиболее распространенной типичной дальнеструйной дождевальной машиной кругового действия является ДДН-70. Ее схема представлена на рис. 6.14.

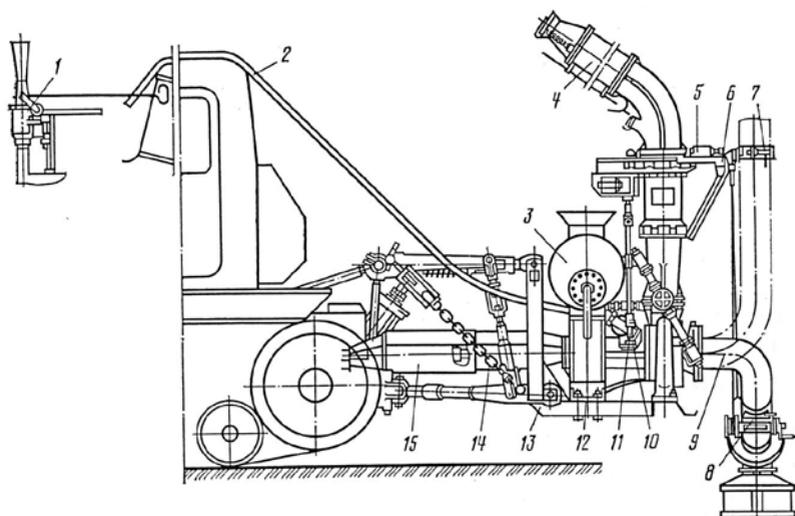


Рис. 6.14. Дальнеструйная дождевальная машина ДДН-70:

1 – эжектор; 2 – трубопровод эжектора; 3 – гидropодкормщик; 4 – механизм поворота со стволом; 5 – тормоз; 6 – раскос; 7 – хомут; 8 – лебедка; 9 – трубопровод всасывающий; 10 – редуктор червячный; 11 – валик шарнирный; 12 – насос-редуктор; 13 – рама; 14 – цепи разгрузочные; 15 – вал карданный с кожухом

Дождеватель ДДН-70 состоит из следующих узлов: рамы 13, насоса-редуктора 12, механизма поворота со стволом 4, червячного редуктора 10, шарнирного валика 11, всасывающего трубопровода 9, лебедки 8, карданного вала с кожухом 15, разгрузочных цепей 14, эжекто-

ра 1, трубопровода эжектора 2, хомута 7, раскоса 6, тормоза 5, приспособления для внесения удобрений (гидроподкормщика) 3.

Вода засасывается из водоисточника и через водозаборник по всасывающему трубопроводу поступает в насос и дальше через ствол, который вращается вокруг вертикальной оси, и сопла попадает в виде струй в атмосферу. На своем пути струи постепенно распадаются на капли, которые в виде дождя попадают на растения и почву.

Насос-редуктор 12 состоит из двух механизмов – редуктора и насоса, которые имеют общий вал и соединены между собой при помощи болтов и фланца.

Назначение редуктора – повысить частоту вращения рабочего колеса центробежного насоса до  $2100 \text{ мин}^{-1}$ . Вращение редуктор получает от ВОМ трактора через карданную передачу.

Механизм поворота со стволом 4 служит для кругового или секторного вращения ствола и равномерного распределения дождя по орошаемому участку. Ствол имеет два сопла – струя большого сопла орошает внешнюю часть круга, а струя из малого сопла – внутреннюю часть круга. Над малым соплом ствола располагается разбрасывающая воду лопатка, которой регулируется равномерность полива внутренней части круга.

Большое и малое сопла снабжены откидными хлопушками, перекрывающими доступ воздуха в дождеватель при заполнении насоса водой с помощью эжектора.

Для выравнивания потока воды, поступающего в сопла из насоса, в колено ствола залиты два ножа, а в ствол вставлен выпрямитель. Ствол 4 имеет прерывистое вращение, которое осуществляется через червячный редуктор 10, закрепленный к корпусу основного редуктора, и шарнирный валик 11.

Работа по сектору осуществляется автоматически переключением собачки благодаря двум упорам, которые вставлены в отверстие фланца ствола.

Всасывающий трубопровод 9, служащий для забора воды из временных оросителей, представляет собой сварную металлическую трубу. Труба одним концом в виде колена с вертикальным шарниром через переходник присоединяется к всасывающему патрубку насоса. Второй конец трубопровода представлен коленом с заборником, которые соединяются с основной трубой также шарниром, позволяющим производить забор воды при левом или правом расположении дождевателя относительно оросителя.

Для предохранения всасывающего трубопровода от попадания в него крупных растительных частей и другого мусора на заборнике устанавливается сетка.

Лебедка 8 устанавливается на кронштейне всасывающего трубопровода и служит для подъема и опускания всасывающего трубопровода из рабочего положения в транспортное и наоборот, а также для точной установки заборника в оросителе.

Эжектор 1 и трубопровод эжектора 2 составляют вакуумную систему, предназначенную для заполнения водой насоса перед его пуском. Эжектор устанавливается на выхлопной трубе трактора, а трубопровод эжектора соединяет его с нагнетательной полостью насоса. Одновременно с закрытием заслонки выхода газов через верхний патрубок открывается доступ к всасывающей линии. За счет разряжения, создаваемого при проходе выхлопных газов, происходит отсос воздуха от дождевателя и его заполнение водой.

Гидроподкормщик 3 выполнен в виде бака цилиндрической формы. Он предназначен для внесения растворимых минеральных удобрений с поливной водой. Бак с горловиной и заглушкой оборудован подводящей и отводящей трубами с вентилями. Внутри бака помещен шнековый смеситель с ручным приводом.

По окончании полива на данной позиции поднимается всасывающий трубопровод дождевателя в транспортное положение и совершается переезд на следующую позицию.

Орошаемый участок должен быть оборудован открытой временной сетью каналов с расстоянием между ними 100 м. Оросительная сеть должна нарезаться каналокопателем типа КОР-500. Первый ороситель нарезается параллельно границе поля на расстоянии от нее 50 м. Места позиции дождевателя предварительно намечаются. Расстояние между позициями устанавливается равным 120 и 60 м в зависимости от схемы полива.

Схема позиций производится в порядке номеров от начала канала вниз по течению воды. После того как дождеватель пройдет всю длину канала, работа продолжается на соседнем канале снова от его начала.

Для того чтобы предотвратить сброс воды по каналу и создать подпор на определенной его длине, ниже позиции дождевателя должна быть установлена переносная водопроводящая перемычка. Если канал имеет большое сечение и малый уклон, применение переносных водопроводных перемычек может оказаться ненужным. При этом дождеватель может не делать холостого переезда к началу канала, а начать работу с конца канала. Нормальная работа дождевателя при круговом

поливе возможна при скорости ветра до 2 м/с, так как ветер с большей скоростью значительно снижает дальность полета струи, что приводит к неравномерному поливу. Поэтому полив рекомендуется производить в безветренную погоду. При ветре более 2 м/с полив рекомендуется производить по сектору.

Машины ДДН-100 и ДДН-150 аналогичны машине ДДН-70, но устанавливаются на тракторах большего тягового класса и соответственно с большей мощностью двигателя.

Машина ДДС-100 разработана на базе ДДН-100 и предназначена для орошения как водой, так и животноводческими стоками, содержащими не более 4 % сухого вещества с твердыми включениями не более 10 мм. Для защиты от более крупных частиц внутри ствола установлена самоочищающаяся решетка. Работает машина от закрытой оросительной сети.

Технические характеристики основных дальнеструйных дождевальных машин приведены в прил. 8.

На базе машины ДДН-70 создана машина, орошающая фронтально в движении и забирающая воду из канала, а также машина с забором воды из гидраната, с которым она соединяется шланговым устройством.

Конструктивно разработаны и испытаны мощные дождевальные машины «Нептун» – ДДС-200, ДД-500 и ДДС-1000. Это самоходные машины, собранные из узлов серийно выпускаемых тракторов и авиационных двигателей. Технические характеристики машин ДДС приведены в табл. 6.4.

Таблица 6.4. Технические характеристики машин «Нептун»

Показатели	ДДС-200 «Нептун-I»	ДД-500 «Нептун-II»	ДДС-1000 «Нептун-III»
Расход воды, л/с	200	400	1000
Радиус действия, м	120	190	До 300
Расстояние между оросителями, м	180	290	450
Площадь, орошаемая с одной позиции, га	4,5	11,3	28
Производительность при норме полива 300 м <sup>3</sup> /га, га/ч	2	4	10
Мощность двигателя, л. с.	300	750	3100

Дождевальные машины «Нептун», обладая большим радиусом действия, требуют более редкой сети оросителей, что снижает капитальные затраты на ее сооружение.

## 6.9. Шланговые дождеватели. Принцип действия и схемы работы

Значительное место среди дождевальных машин занимают многоопорные машины, отличающиеся высокой производительностью, но имеющие ряд недостатков: высокая сложность конструкции, большая трудоемкость монтажа, настройки и эксплуатации, значительная масса, большие расходы на хранение, кроме того, в процессе орошения растения повреждаются колесами опорных тележек. Поэтому в последнее время довольно широкое распространение получили шланговые дождеватели, отличающиеся высокой производительностью, компактностью и возможностью использования на небольших участках. Вышеозначенные агрегаты в основном представлены машинами фирм *Beinlich* и *Bauer* (Германия), *Irriland*, *Irtec*, *Ocmis* (Италия), *Lucomet* (Польша), а также марками машин производства Российской Федерации ДШ-10, ДШ-30, ДШ-1, ДШ-32 «Агрос», ДШ-75 «Агрос» и отечественного производства, типа УД-2500.

Шланговые дождеватели, как правило, орошают поля, на которых имеется полоса (дорога) для перемещения дождевателя (рис. 6.15). Вдоль этой полосы устраивается закрытый трубопровод с выведенными на поверхность гидрантами. Расстояние между гидрантами  $S_g$  принимается равным ширине, орошаемой дождевателем полосы  $B_n$  с учетом необходимого перекрытия. Ширина орошаемой полосы, как правило, равна примерно 1,6 радиуса действия  $R_d$  перемещаемого дождевального аппарата.

По дороге шланговый дождеватель перемещается трактором или малые дождеватели – вручную от гидранта к гидранту. Рядом с гидрантом дождеватель останавливается и затем в зависимости от конструкции разворачивают или дождеватель, или барабан со шлангом таким образом, чтобы ось вращения барабана расположилась перпендикулярно к орошаемой полосе. После этого перемещаемый дождевальный аппарат вручную или трактором (рис. 6.16) отводится на всю длину орошаемой полосы с учетом радиуса действия дождевального аппарата. В процессе установки перемещаемого аппарата шланг, подводящий к нему воду, разматывается. Шланг укладывается между гребнями или вдоль рядков растительности. Расстояние между опорными полозьями или колесами перемещаемого аппарата обычно регулируемое и устанавливается в соответствии с величиной междурядьев растительности.

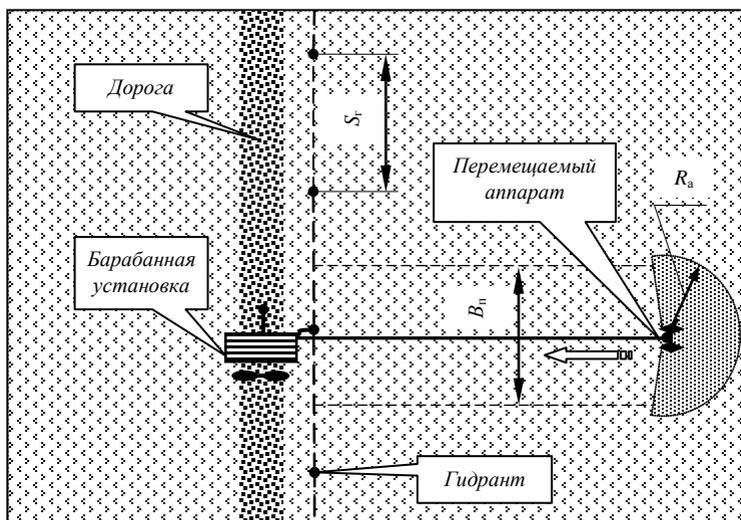


Рис. 6.15. Схема участка, орошаемого шланговым дождевателем

Для предотвращения самопроизвольного перемещения барабанной установки она стопорится упорами, внедряемыми в землю. У машин больших типоразмеров поворот барабана и внедрение упоров в землю производится с помощью гидроцилиндров, сообщенных с гидросистемой трактора.



Рис. 6.16. Установка перемещаемого дождевального аппарата в исходное положение

На рис. 6.16 показана машина, у которой барабан не развернут. Положение с развернутым барабаном показано на рис. 6.17.



Рис. 6.17. Установка с поворотным барабаном

После установки перемещаемого аппарата в исходное положение барабанный шланговый дождеватель подсоединяют к гидранту, открывают его, и вода, поступающая из гидранта, медленно с помощью работающего от энергии воды гидропривода вращает барабан, постепенно наматывая на него шланг. Шланг подает воду к дождевальному аппарату и подтягивает его к барабанной установке. Шланговые дождеватели, как правило, имеют винтовой механизм, виток к витку укладывающий шланг на барабан. Установка с перемещаемым аппаратом показана на рис. 6.18.



Рис. 6.18. Шланговый дождеватель в работе

Шланговые дождеватели выпускаются с перемещаемыми аппаратами дальнеструйными или фронтальными. Последние также называют фермовыми или коньными.

На рис. 6.19, *а* показан перемещаемый дальнеструйный дождевательный аппарат в сборе с тележкой в работе, а на рис. 6.19, *б* – вид дальнеструйного дождевательного аппарата, который может быть настроен как на работу по кругу, так и на работу по сектору.



*а*



*б*

Рис. 6.19. Перемещаемый дальнеструйный дождевательный аппарат:  
*а* – аппарат в работе; *б* – общий вид дальнеструйного дождевательного аппарата

Перемещаемый фронтальный фермовый аппарат показан на рис. 6.20.



Рис. 6.20. Перемещаемый фронтальный дождевательный аппарат в работе

На рис. 6.21, *а* показано шасси аппарата, на рис. 6.21, *б* – крыло дождевателя с увеличенным изображением дождевательной насадки (распылителя). Ферма аппарата для уменьшения ширины в транспортном положении складывается благодаря шарнирным соединениям (рис. 6.21, *в*). Конец фермы показан на рис. 6.21, *г*.

*а**б**в**г*

Рис. 6.21. Сборочные единицы перемещаемого фронтального дождевального аппарата: *а* – шасси; *б* – крыло фермы; *в* – шарнирное соединение крыла; *г* – концевая часть крыла

Некоторые машины для работы под кронами деревьев могут оснащаться перемещаемыми аппаратами, имеющими несколько сопел, струи воды, вытекающие из которых, ударяются в плоские дефлекторы и разбрызгиваются на относительно небольшой высоте позади перемещаемого аппарата. Существуют варианты для аппаратов, орошающих нижнюю часть листьев с использованием нескольких мелкодисперсных насадок.

В качестве шасси перемещаемого фронтального дождевального аппарата у разных машин используются салазки (рис. 6.22, *а* и *б*) или колесные тележки (рис. 6.22, *в* и *г*). Причем полиэтиленовый шланг может опираться на дополнительный полоз (рис. 6.22, *а* и *в*) или дополнительную опорную колесную опору (рис. 6.22, *г*). Колесные тележки могут иметь от двух до пяти колес. Ширина колеи колес и полозьев обычно бывает регулируемой для установки ее в соответствии с шириной междурядьев.

Струя воды, выбрасываемая дождевальным аппаратом, создает значительную реактивную силу, способную опрокинуть перемещаемый аппарат, поэтому некоторые из них для повышения устойчивости снабжаются противовесом или бачком, заполняемым водой.

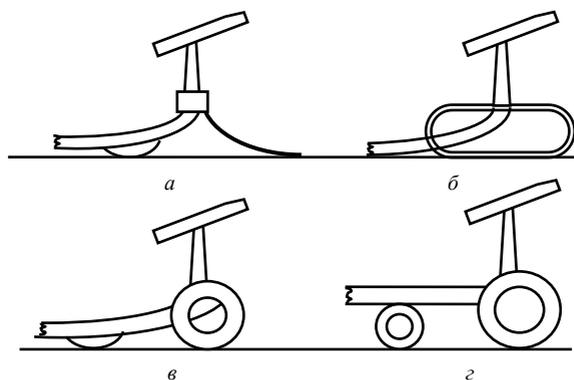


Рис. 6.22. Схемы перемещаемых дождевальных аппаратов:  
*a* – на полозьях; *б* – на салазках; *в* – двухколесного; *г* – трехколесного

После того как барабан наматывает шланг и перемещаемый аппарат приблизится на установленную величину, он нажимает на специальную рамку, которая механически отключает подачу воды в машину. Отсоединение машины от гидранта осуществляется вручную оператором.

На тележках некоторых перемещаемых аппаратов для устойчивости устанавливаются грузы или цилиндрическая емкость, заполняемая водой.

Существуют тележки, к колесам которых крепятся дисковые ножи, врезающиеся в почву при перекачивании по ней колес и тем самым обеспечивающие стабильность курса тележки.

При выполнении дождевания полуприцепная установка опирается на упоры, колеса и сницу (рис. 6.23, *a*).

Скорость передвижения перемещаемого дождевального аппарата устанавливается посредством пульта, питающегося от солнечной батареи (рис. 6.23, *б*).

От скорости движения дождевального аппарата зависит выдаваемый слой дождя.

После орошения полосы перемещаемый аппарат переводится на противоположную полосу или в зависимости от организационной схемы шланговый дождеватель отсоединяется от гидранта и переводится к следующему.

Подобным образом работают и другие шланговые дождеватели. Технические характеристики некоторых из них приведены в прил. 9.



*а*

*б*

Рис. 6.23. Агрегаты дождевальной установки:  
*а* – слизца; *б* – пульт управления с солнечной батареей

Большинство машин имеют возможность ускоренного наматывания шланга на барабан, обеспечиваемого механизмом, приводимым в действие от ВОМ трактора.

Освобождение поливного шланга от воды, что необходимо обязательно выполнить при постановке машины на длительное хранение, осуществляется путем разматывания шланга на участке с уклоном, способствующим вытеканию воды. У многих машин предусмотрена продувка шланга сжатым воздухом.

Шланговый дождеватель ДШ-10 имеет два аппарата и соответственно два шланга на сдвоенном барабане. Дождевальные аппараты у ДШ-10, ДШ-30 и «Агрос» базируются на салазках.

Дождеватель шланговый ДШ-75 «Агрос» работает позиционно от гидранта оросительной сети, орошая полосу шириной 60 м, длиной 200...250 м. Дождеватель ДШ-32 «Агрос» поливает полосу шириной 20...25 м и длиной 110 м.

Салазки имеют высокий клиренс и регулируемую в пределах 1500...2800 мм ширину колеи. Рама салазок снабжена прицепным устройством для присоединения к трактору при разматывании трубопровода в начале рабочего прохода. Имеется механизм ускоренного наматывания шланга. Технические характеристики ДШ-32 «Агрос», ДШ-75 «Агрос» приведены в прил. 9.

После автоматического выключения подачи воды в конце прохода барабан разворачивается с помощью гидросистемы трактора на 180° на поворотном круге для полива участка по другую сторону от линии гидрантов.

В конце полива салазки заходят на подъемник и упором нажимают на контактное кольцо. Трос поворачивает трехходовой кран, и подача

воды на турбинку прекращается. Подача воды на машину отключается вручную на гидранте.

Типичная компоновка полуприцепного шлангового дождевателя с перемещаемым дождевальным аппаратом на пятиколесном шасси представлена на рис. 6.24. Машина показана в состоянии готовности к переводу ее на следующую позицию. Дождеватель состоит из рамы шасси 1, барабана для полиэтиленового шланга 2, корпуса 3 привода барабана, колена корпуса привода 4, механизма навески 5 перемещаемого аппарата, шасси 6 перемещаемого аппарата, дождевального аппарата 7.

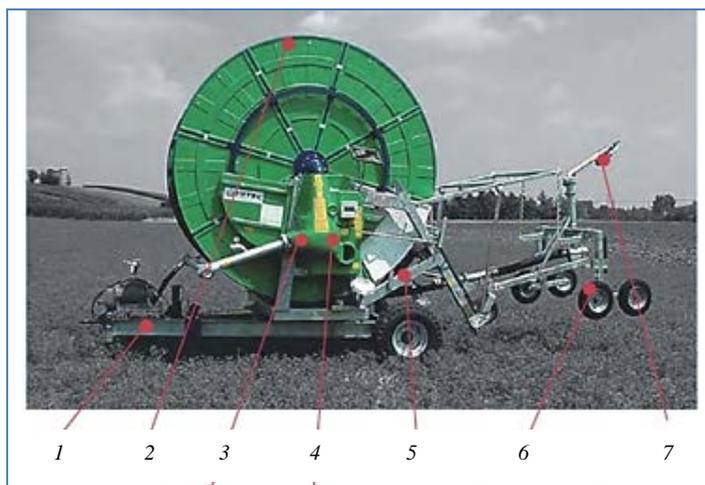


Рис. 6.24. Шланговый дождеватель: 1 – рама шасси; 2 – барабан для шланга; 3 – корпус привода барабана; 4 – колено корпуса привода; 5 – механизм навески перемещаемого аппарата; 6 – шасси перемещаемого аппарата; 7 – дождевальный аппарат

Привод вращения барабана осуществляется по нескольким известным схемам. Наиболее распространенными являются варианты привода с использованием водяной турбины. Подобная схема представлена на рис. 6.25.

Вода, поступающая в корпус привода барабана, делится на два потока: один течет через сопло и воздействует на турбинку, другой идет мимо нее. В колене корпуса потоки объединяются и поступают в линию подачи воды к перемещаемому аппарату. Турбинка через редук-

тор и зубчатое зацепление приводит во вращение барабан, перемещая дождевальную аппаратуру.

Тахометр служит для контроля и настройки режима работы дождевателя.

У разных машин редукторы имеют разное исполнение. Они могут иметь цилиндрические зубчатые ступени, червячные пары, клиноременные передачи. Конечная ступень привода барабана выполняется или в виде цилиндрической передачи с внешним либо внутренним расположением малой ведущей шестерни, или в виде цепной передачи, у которой ведомая звездочка имеет диаметр, несколько меньший диаметра барабана.

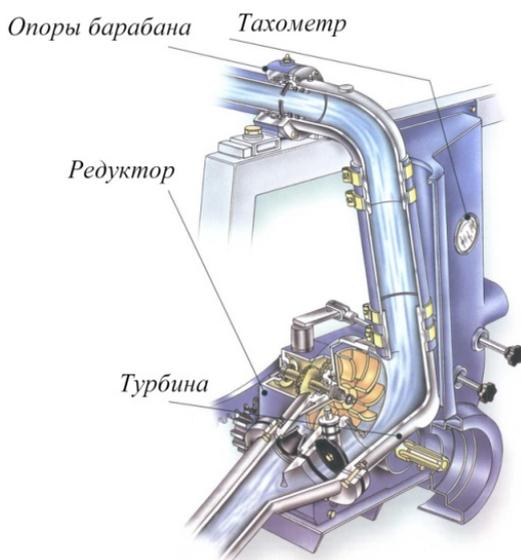


Рис. 6.25. Привод вращения барабана шлангового дождевателя

Одним из известных производителей шланговых дождевателей является польская фирма Lukomet, использующая при производстве дождевателей значительную часть конструктивно сложных частей итальянской фирмы Irtec. Одна из машин польского производства – LUKOMA-50-180 представлена на рис. 6.26.



Рис. 6.26. Шланговый дождеватель LUKOMA 50-180

Машины выпускаются как с дальнеструйным дождевальным аппаратом, так и с фронтальным двухконсольным с разной шириной захвата. Особенностью двухконсольного аппарата является возможность установки консолей вдоль линии движения тележки, что позволяет орошать поля с наличием столбов, деревьев или других препятствий.

Технические характеристики основных моделей шланговых дождевателей LUKOMA с дальнеструйным аппаратом приведены в табл. 6.5.

Таблица 6.5. Технические характеристики шланговых дождевателей LUKOMA с дальнеструйным аппаратом

Показатели	LUKOMA 50-200	LUKOFAMA 110-380	LUKOFAMA 110-430
Диаметр шланга, мм	50	110	110
Длина шланга, м	200	380	430
Скорость наматывания, м/ч	5...140	5...200	5...200
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	15	82	72
Требуемое давление воды в гидранте, МПа	0,5...1,0	0,7...1,1	0,5...1,1
Диаметр сопел дождевального аппарата, мм	10; 12; 14	26; 28; 30	26; 30
Ширина орошаемой полосы, м	40	90	90
Слой осадков искусственного дождя за один проход, мм	10...60	6...80	6...80
Масса с водой, кг	550	4500	6800

Основными европейскими производителями шланговых дождевателей являются итальянские фирмы Irtec, Irriland, Ocmis. Основные технические данные шланговых дождевателей итальянских производителей приведены в табл. 6.6. Здесь также помещены технические данные машин серии BAUER RAINSTAR, производимых в Польше.

Таблица 6.6. **Обобщенные технические характеристики шланговых дождевателей с дальнеструйным аппаратом**

Показатели	Irtec	Ocmis	BAUER RAINSTAR
Диаметр шланга, мм	40...150	63...160	65...100
Длина шланга, м	120...750	170...850	190...450
Скорость намотки, м/ч	3,4...170	–	–
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	3,4...143	4,8...17,4	11,9...70,6
Требуемое давление воды в гидранте, МПа	0,31...1,27	0,3...0,8	0,4...1,11
Диаметр сопл дождевального аппарата, мм	8...40	–	14...28
Ширина орошаемой полосы, м	27...125	–	47...94
Рекомендуемая максимальная площадь орошения, га	4...70	–	13...35
Масса без воды, кг	155...5240	–	1270...2714

В таблице указаны данные только для машин, укомплектованных перемещаемой тележкой с дальнеструйным дождевальным аппаратом, который в переводных проспектах также называется и пушкой, и пистолетом, и распылителем, и брендспойтом. В табл. 6.6 приведены только наименьшие и наибольшие значения из всего диапазона для всех моделей.

Машины фирмы Irriland имеют показатели, близкие к параметрам машин фирмы Irtec.

За главный параметр шланговых дождевальных машин большинство производителей принимают наружный диаметр барабана. Так, у машин OCMIS он находится в диапазоне 1690...3630 мм.

Белорусской Системой машин предусмотрено использование установки дождевальной типа УД-2500 для орошения мелиорированных земель, производитель ОАО «Гомельский радиозавод». Установка имеет дальнеструйный аппарат, производительность – до 1,5 га/ч, агрегируется с трактором класса 2,0, удельный расход топлива – 4,5 кг/га.

Машина УД-2500 может осуществлять орошение с одновременным внесением удобрений. Для этого используется оборудование ОГД-50 для гидроподкормки к дождевальным установкам.

На основе машины УД-2500 Гомельский радиозавод выпускает передвижные дождевальные машины ПДМ-2500 и ПДМ-3000.

На базе УД-2500 РУП «Экспериментальный завод ИМСХ НАН Беларуси» изготовлена машина УЖС-2500, предназначенная для поверхностного внесения жидкой осветленной фракции бесподстилочного навоза под озимые, яровые зерновые, кормовые культуры, орошения пастбищ и многолетних трав.

### **6.10. Двухконсольные дождевальные машины (агрегаты)**

Двухконсольные дождевальные агрегаты предназначены для орошения дождеванием всех сельскохозяйственных культур (включая высокостебельные – кукурузу, сорго, подсолнечник и др.), а также лугов и пастбищ с забором воды из открытой оросительной сети.

Типичным представителем машин данной группы является *двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100МА*. Его дождевальное оборудование устанавливается на специальной трубчатой ферме на тракторе ДТ-75М с ходоуменьшителем и специальной коробкой передач. Общий вид агрегата представлен на рис. 6.27.



Рис. 6.27. Общий вид двухконсольного дождевального агрегата

Агрегат совершает орошение в движении, забирая воду из открытых каналов, нарезаемых на орошаемой площади через 120 м. Обслуживает агрегат тракторист и поливальщик.

Конструктивная схема агрегата приведена на рис. 6.28.

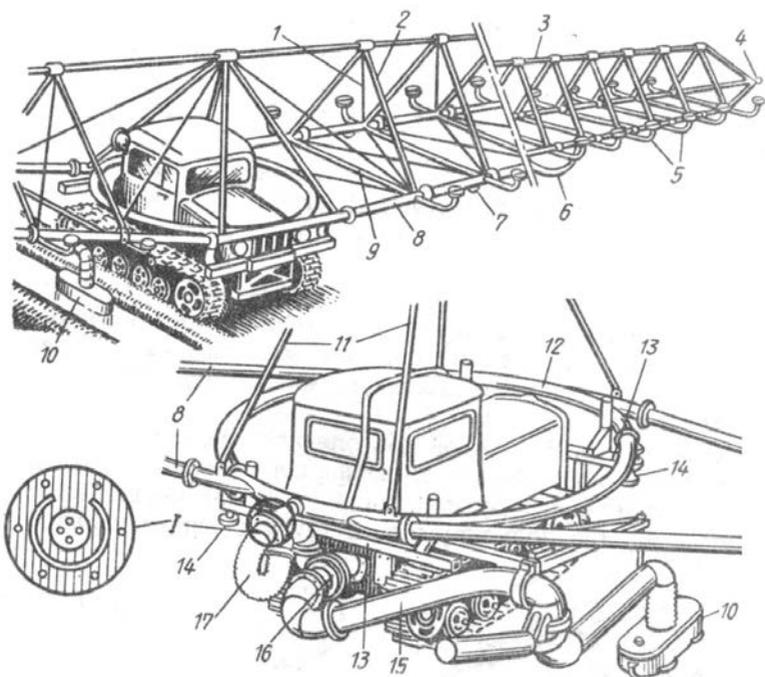


Рис. 6.28. Конструктивная схема двухконсольного дождевального агрегата ДДА-100МА: 1 – раскос; 2 – стойка; 3 – пруток; 4 – концевой дождевальный аппарат; 5 – дефлекторная насадка; 6 – опорная дуга; 7, 10 – сливной и всасывающий клапаны; 8 – водопроводящая труба; 9 – растяжка; 11 – центральные стойки; 12 – поворотный круг; 13 – рама; 14 – гидроцилиндры подъема фермы; 15 – всасывающая линия; 16 – всасывающий патрубок насоса; 17 – эластичный трубопровод; 1 – дроссельная пластина

Каждая консоль состоит из 13 панелей, состоящих из раскосов 1, стоек 2 и 11, прутков 3, растяжек 9 и водопроводящих труб 8, соединенных фланцами и образующих две водопроводящие трубы нижнего пояса, внутренние концы которых присоединены к патрубкам поворотного круга 12, а внешние соединены с двумя концевыми панелями, снабженными концевыми дождевальными насадками с регулируемы дефлекторами 4. Поворотный круг опирается на четыре ролика, закрепленных на штоках гидроцилиндров 14 рамы 13. Гидроцилиндрами выравнивают положение фермы во время работы. Гидросистема обеспечивает согласованную работу штоков. Если пара правых штоков выдвигается, то пара противоположных штоков втягивается на такую

же величину. При транспортном ходе консоли могут устанавливаться вдоль направления движения машины.

Водопроводящие трубы девятых панелей снабжены клапанами 7 для слива воды из консолей. На стыке пятой и шестой панелей установлены опорные дуги 6 с амортизаторами. Дуги служат для предохранения фермы от поломок в случае ее перекоса. Они также являются опорами при хранении снятого с трактора дождевального оборудования.

Всасывающий трубопровод, служащий для забора воды из временных оросителей, представляет собой сварную металлическую трубу 15. Труба одним концом в виде колена с вертикальным шарниром через переходник присоединяется к всасывающему патрубку 16 насоса, забирающего воду из канала и нагнетающего ее в трубу поворотной платформы через гибкий трубопровод 17 с дроссельной пластиной 1. На втором конце трубопровода имеется колено с всасывающим клапаном 10. Для поддержания всасывающего клапана в плавающем положении на всасывающей линии предусмотрен противовес, выполненный в виде трубы, заполняемой водой, поступающей из поворотного кольца при открытом вентиле.

Кроме того, на всасывающем клапане установлена сетка для предотвращения попадания в насос и далее крупных растительных частей и другого мусора.

Для заполнения водой всасывающей линии и насоса перед его пуском используется эжекторная система трактора. Эжектор устанавливается на выхлопной трубе двигателя, а трубопровод эжектора соединяет его с нагнетательной полостью насоса. При закрытой заслонке эжектора выброс газов идет через диффузор. Одновременно с закрытием заслонки выхода газов через верхний патрубок открывается доступ к всасывающей линии. Рычаг управления заслонкой переключается из кабины посредством тяги.

При прохождении с большой скоростью выхлопных газов происходит отсасывание воздуха из всасывающей линии и насоса и заполнение их водой. В горловине опорного кольца установлен обратный клапан, предотвращающий попадание воздуха во всасывающую линию при работе эжекторной системы.

В передней части трактора при необходимости может быть установлено приспособление для внесения удобрений (гидроподкормщик). Приспособление выполнено в виде горизонтально расположенной емкости цилиндрической формы. Оно состоит из загрузочного и смесительного баков, дозирующего устройства, подводящих и отводящих шлангов и регулирующего вентиля. Вентиль служит для регулирования расхода

воды, подаваемой в бак и отсасываемой из него, и тем самым количества удобрений, поступающих в оросительную воду. Вода в смесительный бак поступает из напорной линии. Приспособление поставляется по требованию заказчика.

На машине ДДА-100МА на стояках 7 установлены 54 дождевальные дефлекторные насадки (рис. 6.29) с конусными дефлекторами 4 и соплами 5 различного диаметра: на панелях первой и второй с конца – 14, на третьей и шестой – 13, на седьмой и тринадцатой – 12 мм. Насадки 2, ближайšie к трактору, установлены на стояках 1 и снабжены щитками 3, прикрепленными к стоякам хомутами 6. Щитки предотвращают попадание воды на проезжую часть.

На концевых панелях для увеличения ширины захвата дождем установлено по одной насадке с соплом диаметром 22 мм. Выбрасываемая из сопла струя ударяется в ложкообразный дефлектор. Дальность полета капель регулируется перемещением дефлектора относительно корпуса насадки.

Основными особенностями *двухконсольного дождевального агрегата ДДА-100ВХ* является то, что на нем установлены дождевальные насадки направленного действия, центральная панель фермы имеет квадратную форму, на левой стороне машины установлен гидроцилиндр, связывающий трактор и ферму и позволяющий принудительно менять наклон фермы в зависимости от рельефа местности.

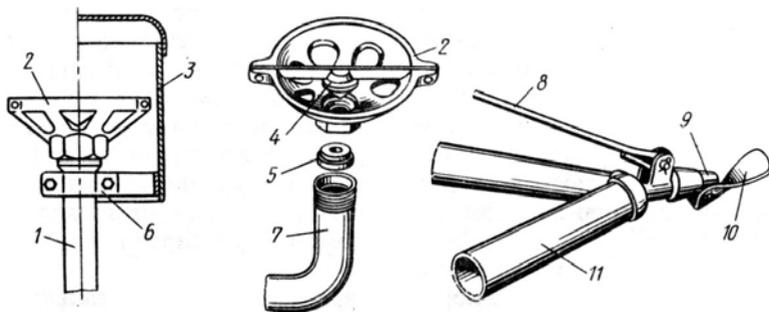


Рис. 6.29. Дождевальные аппараты, устанавливаемые на ДДА-100МА:  
1, 7 – стояк; 2 – насадка; 3 – щиток; 4 – конусный дефлектор; 5, 9 – сопло;  
6 – хомут; 8 – раскос; 10 – ложковый дефлектор; 11 – водопроводящая труба

Технические характеристики двухконсольных дождевальных агрегатов приведены в табл. 6.7.

Таблица 6.7. Технические характеристики двухконсольных дождевальных агрегатов

Показатели	ДДА-100МА	ДДА-100ВХ	ДДПА-130/140	ДДА-145
Базовый трактор	ДТ-75М	ДТ-75Д	ДТ-75МЛ-ХС4	ДТ-75МЛ-ХС4
Расход воды, л/с	130	100...130	130/140	145
Давление насоса, МПа	0,363	0,363	0,37/0,21	0,35
Слой осадков за проход при максимальной скорости, мм	5	4	5/7	5
Производительность при поливной норме 600 м <sup>3</sup> /га, га/ч	1,6 (при 300 м <sup>3</sup> /га)	0,789	0,780/0,85	0,87
Ширина захвата дождем с перекрытием, м	120	120	120	120
Средний диаметр капель, не более, мм	До 1,3	1,17...1,19	–	1,2
Рабочая скорость движения, м/мин:				
вперед	17,8	17,8	17,8	17,8
назад	10	10	10	10
Расстояние от поверхности земли до нижнего пояса фермы около трактора, мм	1500	1500	1500	1650
Орошаемая площадь, га	100...120	100...120	–	–
Масса машины без воды с трактором, т	10,79	–	11,0	11,16

*Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-145* имеет тот же принцип действия, что и ДДА-100МА и частично унифицирован с ним. В агрегате применена шарнирно-телескопическая линия подачи воды от насоса в водопроводящий трубопровод фермы. Линия состоит из раструба, двух шарниров, телескопического трубопровода и колена. Шарниры с уплотняющими манжетами дают возможность напорной линии изгибаться без нарушения герметичности. Наличие телескопического элемента позволяет менять длину линии. Вместо дефлекторных на машине установлены центробежные дождевальные насадки.

Предусмотрен выпуск машины в трех модификациях, имеющих разный расход и разное количество дождевальных насадок. Основной модификацией является машина, имеющая расход 145 л/с и 238 насадок. Другие модификации имеют расход 110 и 80 л/с и соответственно количество насадок, уменьшенное на 52 и 104 шт. Насадки снимаются равномерно по длине консолей, а в отверстия под насадки ставятся заглушки. Другие основные технические данные агрегата приведены в табл. 6.7.

*Агрегат АДК-20* является самоходным двухконсольным дождевальным многофункциональным агрегатом с фронтальным перемещением. Навешивается на колесный трактор тягового класса 1,4. Работает в автоматизированном режиме, имеет возможность быстрого перевода из рабочего положения в транспортное и изменения ширины захвата дождем. Может производить орошение с использованием подготовленных животноводческих стоков.

### 6.11. Многоопорные машины кругового действия

Классическим вариантом многоопорной широкозахватной машины кругового действия является дождевальная машина «Фрегат». Машина ДМ «Фрегат» выпускается в десяти модификациях. Базовой моделью является ДМ-454-100 «Фрегат», имеющая длину 454 м и расчетный расход воды 100 л/с.

Один оператор обслуживает 3...4 машины. Технические характеристики базовой модели и модели, имеющей наименьшую длину, даны в табл. 6.8.

Таблица 6.8. Технические характеристики дождевальной машины «Фрегат» наибольшей и наименьшей длины

Показатели	ДМ-454-100	ДМ-335-58
Длина машины, м	453,5	335,1
Расход воды для безуклонного участка при минимальном давлении, л/с	90...100	58
Количество опорных тележек, шт.	16	12
Минимальное давление воды на входе в машину, МПа	0,65	0,50
Допускаемый общий уклон участка	+ 0,02...– 0,05	± 0,05
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,31	0,26
Минимальное время полного оборота машины, ч	51	37
Максимальная орошаемая площадь при работе на одной позиции, га	72	40
Количество дождевальных аппаратов, шт.	50	38
Масса машины с водой, т	27,0	22,8
Масса машины без воды, т	15,0	11,4

Схема машины приведена на рис. 6.30. Машина представляет собой движущийся по кругу многоопорный трубопровод на колесах. Основные узлы: неподвижная опора 1, водопроводящий трубопровод 2 со среднеструйными дождевальными аппаратами 3 кругового действия, самоходные тележки 5 с гидравлическим приводом, концевой дальнеструйный дождевальный аппарат 4 секторного полива, система ре-

гулирования скорости движения тележек, механическая и электрическая или гидравлическая системы защиты от поломок.

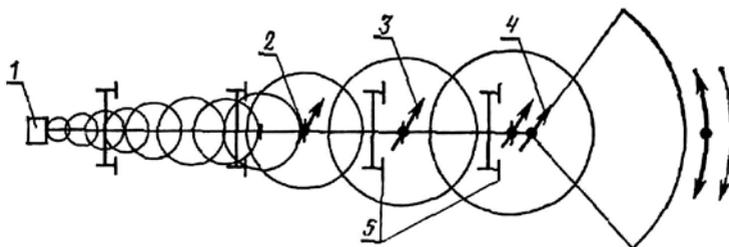


Рис. 6.30. Схема дождевальной машины типа «Фрегат»: 1 – центральная опора; 2 – трубопровод водопроводящий; 3 – аппараты дождевальные среднеструйные; 4 – аппарат дождевальный дальнеструйный; 5 – тележки самоходные

Центральная неподвижная опора устанавливается над гидрантом водопроводящей сети. С помощью стояка и поворотного колена водопроводящий трубопровод соединяют с гидрантом. Водопроводящий трубопровод установлен на А-образных рамах тележек с помощью растяжек на высоте 2,2 м, что позволяет поливать высокостебельные культуры, например, кукурузу.

Машина составлена из отдельных секций. Каждая секция состоит из звена (пролета), водопроводящего трубопровода с растяжками и тележки с двумя стальными колесами, расположенными одно за другим. Каждая труба снабжена двумя штуцерами: верхним – для установки дождевального аппарата и нижним – для сливного клапана. Для равномерности полива применяют среднеструйные дождевальные аппараты четырех типоразмеров с различным расходом воды и дальностью струи: чем дальше расположен аппарат от центральной неподвижной опоры, тем больше расход воды и дальность струи. Технические характеристики аппаратов приведены в прил. 6.

С целью увеличения орошаемой площади и для полива углов участка на консольном конце машины устанавливается *концевой дождевальный аппарат*, который может работать постоянно или включаться автоматически при подходе машины к углу участка. Машина передвигается при поливе с помощью гидропривода тележек.

*Гидропривод тележки* (рис. 6.31) состоит из клапана-распределителя 12, гидроцилиндра 1, двуплечего рычага 7 и толкающей штанги с двумя концевыми выступами 8. Вода из трубопровода 2 через подводя-

щую трубу 3 поступает в напорный рукав 5 и далее через клапан-распределитель – в гидроцилиндр. Под действием напора воды гидроцилиндр поднимается (шток неподвижен) и через двуплечий рычаг 7 приводит в движение толкающую штангу 8, которая своими концевыми выступами упирается в почвозацепы колес 9 и толкает их в направлении движения. Это происходит до тех пор, пока двуплечий рычаг 7 не поднимется до верхнего ограничительного штифта на тяге 6 и потянет ее вверх. При таком движении рычаг-переключатель 11 будет поворачиваться и под действием курковой пружины переведет шток клапана-распределителя в нижнее положение. Водопроводящая система перекроется, и тележка остановится. Вместе с этим стопоры 10 на переднем и заднем колесах войдут в зацепление с почвозацепами колес и предотвратят возможное движение тележки в обратную сторону.

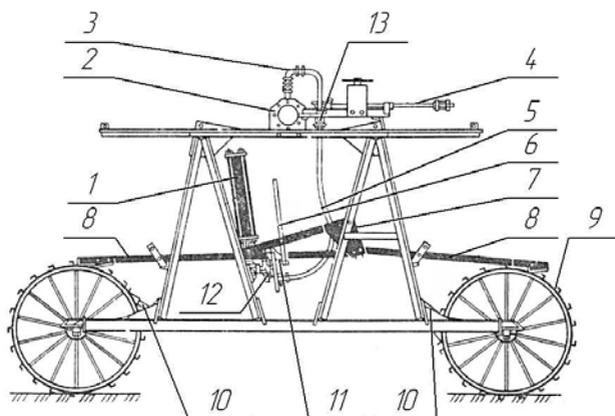


Рис. 6.31. Гидропривод тележки машины «Фрегат»: 1 – гидроцилиндр; 2 – трубопровод водопроводящий; 3 – подводящая труба; 4 – стержень; 5 – напорный рукав; 6 – тяга; 7 – двуплечий рычаг; 8 – толкающие штанги; 9 – колесо тележки; 10 – стопор; 11 – рычаг-переключатель; 12 – клапан-распределитель; 13 – дроссельный клапан

Скорость движения тележек различна и по мере удаления от неподвижной центральной опоры возрастает. Необходимое соотношение скоростей различных тележек устанавливается автоматически с помощью механизма синхронизации, состоящего из дроссельных клапанов с приводами и тяг, укрепленных на водопроводящем трубопроводе. Когда скорость той или иной тележки изменяется, то трубопровод из-

гибается, при этом тяги через стержень 4 воздействуют на дроссельный клапан 13, увеличивая или уменьшая расход воды, поступающей в гидроцилиндр до тех пор, пока тележка не станет в одну линию с другими тележками. Скорость движения машины задается установкой вручную крана-задатчика, установленного на последней тележке. При этом время одного оборота машины можно изменять от 37...51 ч (для разных модификаций машины) до 10 суток. Обычно поливная норма выдается за один оборот машины, поэтому, изменяя скорость машины, регулируют поливную норму.

Скорость движения по кругу регулируется путем изменения расхода воды, поступающей в гидропривод последней тележки. Регулировка производится *краном-задатчиком скорости*, установленным на последней тележке и позволяющим вручную изменять расход воды, поступающей в гидроцилиндр привода хода последней тележки.

Колеса опорных тележек 9 можно поворачивать на 90°, устанавливая их вдоль линии водопроводящего трубопровода, что позволяет после отсоединения машины от гидранта и фундамента перетащить машину без разборки на соседний орошаемый участок. Буксировка производится трактором тягового класса 3 и выше.

Для предохранения трубопровода от чрезмерных прогибов в вертикальной плоскости и увеличения его жесткости в горизонтальной предусмотрена система тросовых растяжек.

Необходимая скорость движения тележек задается и поддерживается *системой автоматического регулирования скорости движения тележек*, которая при необходимости изменяет расход воды, поступающей в гидропривод, изменяя тем самым скорость отстающей или выбегающей вперед тележки.

На каждой тележке (кроме последней) на уровне основной водопроводящей трубы расположены элементы системы автоматического регулирования скорости движения. В нее входит регулирующий клапан с приводом. Клапан присоединен последовательно к системе гидропривода тележек. Со штоком клапана соприкасается передняя изогнутая часть регулирующего стержня.

К заднему концу стержня крепятся две тяги, которые другими концами жестко соединены с трубопроводом по обеим сторонам от тележки. В средней части стержня укреплены упоры, которые при большом перемещении стержня давят на маятник механической или электрической защиты.

При отставании или выбегании вперед одной из тележек машины во время ее работы нарушается прямолинейность трубопровода.

Под действием тяг перемещается регулирующий стержень и изогнутым участком воздействует на шток регулирующего клапана, изменяя проходное его сечение и тем самым расход воды, проходящей в цилиндр гидропривода. Это изменяет скорость движения тележки, и она становится вровень с другими.

В случае неисправности системы автоматического регулирования скорости движения тележек или в результате каких-либо других причин, вызывающих чрезмерный изгиб трубопровода в горизонтальной плоскости, способный привести к поломке трубопровода, в действие вступают механическая и электрическая или гидравлическая системы защиты.

*Система механической защиты* при изгибе трубопровода на первой стадии своей работы замедляет движение последней тележки, давая возможность системе автоматического регулирования скорости выровнять линию трубопровода. Если это не достигается, то система защиты отключает насосную станцию или перекрывает подачу воды в машину, после чего происходит полная остановка машины, вода из трубопровода сливается на землю через автоматические сливные клапаны, установленные под каждым дождевальным аппаратом. Последующая работа машины возможна только после устранения причины, вызвавшей остановку машины.

Если необходимо без участия оператора остановить машину в заданном месте или после прохождения одного круга, на неподвижной опоре устанавливается *стоп-устройство*, которое отключает подачу воды в машину путем перекрытия автоматизированного гидранта.

Одновременно с орошением дождевальные машины кругового действия могут производить внесение растворимых минеральных удобрений с помощью *гидроподкормщика*, устанавливаемого у неподвижной опоры.

*Система отключения концевой дождевальной аппаратуры* состоит из кольца с четырьмя регулируемыми упорами, трехходового клапана, диафрагменного клапана, соединительной трубки и шарового крана.

Кольцо с упорами жестко крепится к неподвижной опоре, а трехходовой клапан крепится в горизонтальном положении к стойке поворотного колена и движется вместе с ним вокруг неподвижной опоры. На штуцер трехходового клапана одевается тонкая пластмассовая соединительная трубка, второй конец которой насаживается на штуцер диафрагменного клапана. Диафрагменный клапан ставится на консольной части дождевальной машины непосредственно перед конце-

вым дождевальным аппаратом. Диафрагменный клапан включает и выключает подачу воды к концевому дождевальному аппарату.

При движении машины вокруг неподвижной опоры рычаг наталкивается на один из упоров, закрепленных на кольце. При взаимодействии рычага и упора концевой дождевальный аппарат не работает, и машина за это время проходит сектор поля с углом около  $26^\circ$ .

В тех случаях, когда не требуется автоматическое управление концевым дождевальным аппаратом, трехходовой клапан и соединительная трубка не ставятся, а на место диафрагменного клапана устанавливается шаровой кран ручного управления.

Доработанным вариантом ДМ «Фрегат» являются машины серии ДМУ «Фрегат».

Общее устройство и принцип действия машин типа ДМ и типа ДМУ аналогичны. Конструктивные изменения имеют следующие узлы: водопроводящий трубопровод, система тросов, механический тормоз, последняя тележка. На машинах типа ДМУ в гидроприводах используются только высокоскоростные клапаны. Применена тросовая подвеска трубопровода типа «люлька», обеспечивающая возможность значительных изгибов трубопровода. Кроме того, между фланцами соединения поворотного колена с водопроводящим трубопроводом машины ставится гибкая вставка. Повышенная гибкость трубопровода позволяет использовать машину на участках, имеющих значительные местные уклоны и сравнительно сложный рельеф.

Более совершенную конструкцию имеют машины типа «Бригантина». Они отличаются электрическим приводом самоходных тележек, тележки имеют пневмоколесный ход, тросовые растяжки отсутствуют, тележки друг с другом связаны водопроводящим трубопроводом, соединенным с фермами шпренгельного типа (рис. 6.32).



Рис. 6.32. Широкозахватная машины кругового действия (при включенном концевом дождевальном аппарате)

Существуют машины кругового действия с дополнительным концевым звеном, состоящим из одного пролета, тележки, консольной части и дождевальных аппаратов. Во время работы машины дополнительное звено находится в транспортном положении, при котором трубопровод дополнительного звена параллелен основному трубопроводу и движется на самоходной опоре за ним. При подходе к углу машина останавливается, а дополнительное звено вступает в работу, совершая поворот на  $360^\circ$  вокруг присоединительного шарнира, и производит полив угла. После завершения полива угла дополнительное звено занимает транспортное положение и машина продолжает движение по кругу.

### **6.12. Многоопорные дождевальные машины фронтального передвижения позиционного действия**

Для устранения больших затрат ручного труда при переноске труб дождевальных установок конструкторы пошли по пути установки оросительных трубопроводов на колеса. В результате появились новые высокопроизводительные машины, требующие минимальных затрат ручного труда.

Установки такого типа, получившие название дождевальных колесных трубопроводов, нашли широкое применение как в нашей стране, так и за рубежом.

К числу колесных трубопроводов позиционного действия относятся машины типов ДКШ-64 «Волжанка», ДКН-80, ДКГ-80 «Ока», ДКЭ-80.

Перечень используемых в настоящее время колесных трубопроводов приведен в табл. 6.14. Здесь же указаны их основные технические данные. Большинство из этих машин выпускаются в разных исполнениях, отличающихся, главным образом, шириной захвата. Это ведет к изменению других технических характеристик. В табл. 6.9 приведены данные для моделей машин с наибольшей шириной захвата.

Таблица 6.9. Основные технические характеристики фронтальных позиционных машин

Марка машины	Конструктивные особенности	Расход воды, л/с	Средняя интенсивность дождя, мм/ч	Расстояние между оросителями, м	Мощность, кВт
ДКШ-64 «Волжанка»	Позиционного действия с приводом от двухтактного двигателя	64	15	800	5 + 5
ДКН-80	То же с возможностью орошения подготовленными сточными водами	91	20	600	5 + 5
ДКГ-80 «Ока»	Позиционного действия с гидроприводом хода от двух гидроцилиндров	80	21	800	59 с насосной станцией
ДКЭ-80	То же с электроприводом колес	80	21	800	То же

Машина «Волжанка» предназначена для полива дождеванием зерновых, некоторых видов овощебахчевых и технических культур, многолетних трав, лугов и пастбищ. Она может осуществлять предпосевные, посадочные, вегетационные и противозаморозковые поливы. Вода к машине подается по закрытой оросительной сети или по разборному, смонтированному на орошаемом участке, трубопроводу с гидрантами для подсоединения к машине. Участок, отведенный для работы машины, должен иметь достаточно ровный рельеф с уклоном не более 0,02. Скорость ветра во время работы должна быть не более 5 м/с.

Машина «Волжанка» состоит из магистрального трубопровода 10 и двух независимых дождевальных крыльев 1 (рис. 6.33, а). Крылья располагают по обе стороны от магистрального трубопровода со смещением на одну позицию одно от другого. Каждое крыло состоит из оросительного трубопровода длиной от 150 до 400 м, собранного из отдельных секций 7, и приводной тележки 3. Секция представляет собой трубу, посередине которой установлено разъемное опорное колесо 6. Секции соединены между собой с помощью присоединительных

фланцев. На корпусе присоединительного фланца каждой трубы установлены среднеструйные дождевальные аппараты 2 и 5 кругового действия и автоматические сливные клапаны. Дождевальный аппарат присоединен к поливному трубопроводу с помощью механизма самоустановки, который постоянно удерживает дождевальную машину в вертикальном положении.

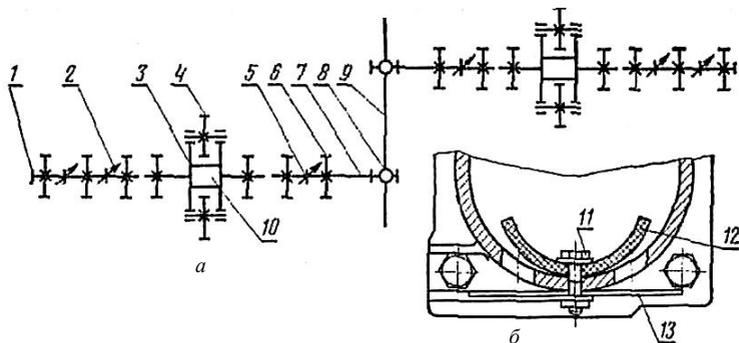


Рис. 6.33. Многоопорная дождевальная машина позиционного действия:  
*а* – схема машины; *б* – автоматический сливной клапан; 1 – крылья дождевальные;  
 2, 5 – дождевальные аппараты; 3 – приводная тележка; 4 – ведущее колесо;  
 6 – опорное колесо; 7 – секция дождевального крыла; 8 – гидрант;  
 9 – магистральный трубопровод; 10 – двигатель с реверс-редуктором;  
 11 – болт с гайкой; 12 – резиновая пластина; 13 – планка

Сливные клапаны предназначены для рассредоточенного слива воды из трубопровода перед переездом на новую позицию. Клапан (рис. 6.33, б) состоит из овальной резиновой пластины 12, установленной внутри фланца каждого звена трубопровода с помощью болта 11 с гайкой, и планки 13. При нормальном напоре резиновая пластина плотно прижимается водой к внутренней стенке фланца, плотно закрывая отверстия. При падении давления пластина отгибается и вода через сливные отверстия выходит из секции трубопровода. Приводная тележка 3 установлена в середине крыла. Вращение от двигателя внутреннего сгорания 10 через реверс-редуктор передается на два дополнительных ведущих колеса 4 и водопроводящий трубопровод с ходовыми колесами.

Работает машина позиционно с фронтальным перемещением с одной позиции на другую. После присоединения к гидранту 8 под напором воды сливные клапаны автоматически закрываются и дождевальные аппараты начинают работать. После пуска первого крыла присо-

единяют и запускают второе. Выдав поливную норму, отъединяют крыло от гидранта, запускают двигатель и, перекатив крыло к следующему гидранту, включают его в работу. Оба крыла могут работать одновременно. Машина предназначена для полива низкостебельных культур высотой не более 1,0 м.

Схема работы машины модели ДКШ-64-800 показана на рис. 6.34.

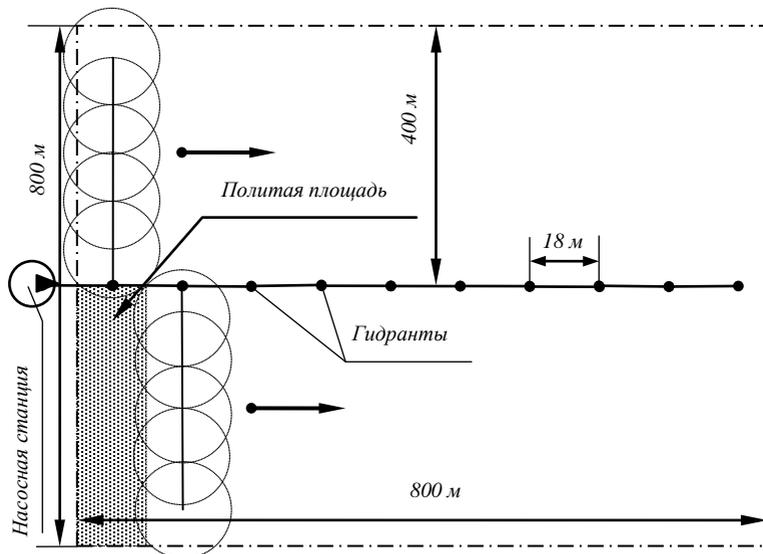


Рис. 6.34. Схема работы машины «Волжанка» модели ДКШ-64-800

Поливной трубопровод опирается на колеса и является для них валом. В центре каждого крыла имеется ведущая тележка, служащая для перемещения крыла от гидранта к гидранту и приводимая в действие двигателем от мотопилы «Дружба-4». На внутреннем конце крыла имеется узел присоединения машины к гидранту, наружный конец закрыт заглушкой.

«Волжанка» является машиной позиционного действия, т. е. ее крыло, подключенное к гидранту и стоящее неподвижно, выдает необходимое количество воды (норму полива) на один участок, затем переводится на следующую позицию и подключается к следующему гидранту.

«Волжанка» поставляется в одной из шести модификаций, принципиально отличающихся шириной захвата (длиной) и соответственно числом труб, колес, дождевальных аппаратов и расходом воды.

Во время орошения вода от гидранта подается через узел присоединения по гибкой трубе и телескопическому соединению в поливной трубопровод, из которого поступает в механизмы самоустановки и после них – в среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия, распределяющие воду по орошаемой площади.

При необходимости на входе в машину может быть установлен гидроподкормщик, представляющий собой емкость, в которую засыпаются растворимые удобрения. Количество подаваемых в машину растворенных удобрений регулируется изменением расхода воды, идущей через гидроподкормщик.

*Машина ДКН-80* создана на базе машины ДКШ-64. Она предназначена для орошения сельскохозяйственных угодий дождеванием с внесением минеральных удобрений или подготовленных животноводческих стоков. Удобрительная органическая смесь должна содержать не более 2 % сухого вещества с размером частиц не более 10 мм.

Применять ДКН-80 можно во всех зонах орошаемого земледелия для лугов, пастбищ и низкостебельных кормовых культур. Уклон местности не должен превышать 0,02.

Машина выпускается в трех вариантах исполнения и обозначается следующими марками: ДКН-80, ДКН-80-01 и ДКН-80-02.

Основные отличия машины ДКН-80 от машины ДКШ-64 заключаются в ее меньшей длине. Кроме того, на ДКН-80 использованы дождевальные аппараты большего радиуса действия «Роса-3С», что позволило уменьшить количество аппаратов и увеличить расстояние между ними, а также расстояние между гидрантами с 18 до 27 м.

На внешнем конце машины установлен концевой дождевальный аппарат, связанный с водопроводящим трубопроводом посредством конусного переходника и механизма самоустановки.

Концевой дождевальный аппарат имеет основное сопло диаметром 18 мм и расход воды 5,1 л/с, остальные имеют сопла диаметром 14 мм и расход 4,05 л/с.

Ходовая тележка имеет четыре колеса.

*Колесные дождеватели ДКГ-80 «Ока» и ДКЭ-80* предназначены для орошения овощных и кормовых низкостебельных культур и созданы на основе дождевателя ДКН-80. Однако они имеют существенные отличия. Машина ДКГ-80 «Ока» имеет привод хода от гидроцилиндра двухстороннего действия. Дождевальные аппараты «Роса-3» установ-

лены на водопроводящем трубопроводе посредством механизма самоустановки, аналогичного механизму ДКН-80. С целью уменьшения интенсивности дождя аппараты имеют гидроуправляемые клапаны, обеспечивающие работу дождевальных аппаратов через один, т. е. сначала работают аппараты четные, затем они отключаются и в работу вступают нечетные.

Команда на переключение клапанов подается программатором, который подает импульсы давления к клапанам по управляющему трубопроводу.

Машина ДКЭ-80 имеет привод ходовой тележки от электродвигателя, подключаемого к внешнему источнику.

*Дождевальная машина фронтального перемещения ДФ-120 «Днепр»* работает позиционно с питанием от гидрантов закрытой оросительной сети, перемещается фронтально, оборудована по концам двумя подсоединительными трубопроводами для подключения к гидрантам (рис. 6.35). Техническая характеристика машины «Днепр» приведена в табл. 6.10.

Таблица 6.10. Техническая характеристика машины ДФ-120 «Днепр»

Показатели	Значение
Расход воды, л/с	120
Напор на гидранте, м	45
Ширина захвата, м	460
Количество опорных тележек	17
Высота расположения водопроводящего пояса, м	2,1
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,3
Установленная мощность, кВт	18,7
Скорость перемещения, км/ч	0,47
Производительность при норме полива 600 м <sup>3</sup> /га, га/ч	120
Масса машины без воды, т	13,88
Обслуживающий персонал	1 человек на 4 машины

Дождевальная машина (рис. 6.35) размещается на участках со спокойным рельефом, с общим уклоном не более 0,03. Она состоит из водопроводящего пояса 1, расположенного на опорных тележках 7, ферм, на каждой из которых установлены два среднеструйных дождевальных аппарата 2, электропривода тележек и передвижной электрической станции 6.

Водопроводящий пояс представляет собой трубопровод из алюминиевых труб диаметром 180 мм, собранный из соединительных труб, оборудованных сливными клапанами, опорных труб и двух присоеди-

нительных трубопроводов 4 с опорами, системой раскрепляющих тросов и уголков. На выводных патрубках закрытой оросительной сети, от которой работает дождеватель, устанавливаются гидранты, служащие переходным соединительным звеном между водопроводящим поясом дождевателя и оросительной сетью.

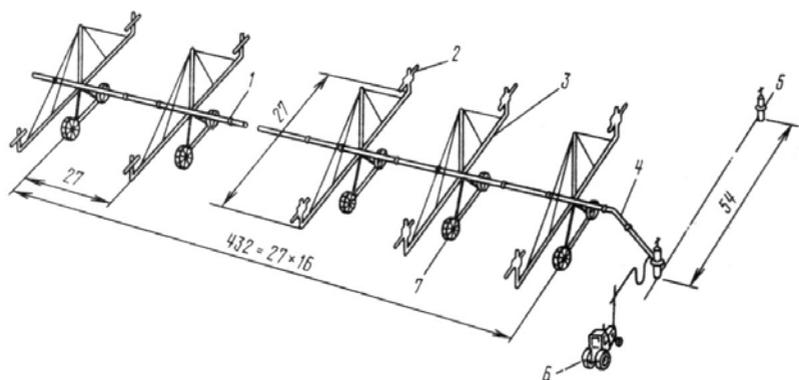


Рис. 6.35. Общий вид дождевальной машины «Днепр» ДФ-120:  
 1 – водопроводящий пояс; 2 – дождевальный аппарат «Роса-3»; 3 – открылок;  
 4 – присоединительное устройство; 5 – гидрант; 6 – навесная тракторная  
 электростанция; 7 – самоходная тележка (размеры в метрах)

Передвижение дождевателя с позиции на позицию осуществляется электроприводом, который состоит из моторов-редукторов, устанавливаемых на опорных тележках и закрытых кожухами, систем управления и сигнализации, кабелей питания и управления. Мотор-редуктор через цепную и цилиндрическую зубчатую передачи приводит колеса во вращение. Питание к мотор-редукторам подается от передвижной электростанции – трактора с навешенным на него трехфазным синхронным генератором. Привод генератора осуществляется от вала отбора мощности трактора через карданный вал и одноступенчатую цилиндрическую передачу.

Колеса опорной тележки снабжены почвозащепами, обеспечивающими хорошую проходимость при передвижении по политому полю. Для предотвращения повреждений растений каждое колесо ограждено стеблеотводом. Колеса опорных тележек могут быть повернуты на Г-образной оси на 90° относительно своего рабочего положения для транспортирования на другое поле.

Для наблюдения за движением тележек в ночное время на фермах

установлены светильники: красные на крайних и белые на промежуточных тележках.

К окончанию полива тракторист-оператор на передвижной электрической станции подъезжает к дождевателю для передвижения его на новую позицию, закрывает штурвалом гидранта подачу воды, после окончания слива воды через клапаны отсоединяет подсоединительный трубопровод от гидранта, сдвигает его на телескопическое соединение и закрепляет подвижную трубу подсоединительного трубопровода, накинув петлю на крючок неподвижной трубы, подключает электрическую станцию к присоединительной коробке на подсоединительном трубопроводе.

После подключения тракторист-оператор садится в трактор, включает электрическую станцию и начинает движение. Дождеватель перемещается фронтально рядом с движущимся трактором. При передвижении тракторист-оператор из кабины трактора наблюдает за движением дождевателя. При необходимости изменения направления движения машины в сторону от линии гидрантов (или к линии гидрантов) тракторист-оператор останавливает кратковременно последнюю (или первую) тележку.

При подъезде к следующему гидранту тракторист-оператор останавливает дождеватель, отключает электрическую станцию, отсоединяет кабель электропитания и управления, подсоединяет подсоединительный трубопровод к гидранту и открывает подачу воды в дождеватель. После выполнения указанных операций тракторист-оператор подъезжает к другим машинам. Один тракторист-оператор обслуживает несколько дождевателей.

На каждой промежуточной тележке есть система синхронизации движения опорных тележек, автоматически останавливающая мотор-редуктор опережающей опорной тележки и поддерживающая прямолинейность движения дождевателя. На дождевателе предусмотрена также система сигнализации, которая при недопустимом изгибе водопроводящего пояса включает звуковой сигнал и выключает сигнальную лампу на пульте управления, который установлен в кабине трактора.

Механизмы управления осуществляют выравнивание линии тележек при передвижении машины, отключая мотор-редуктор опережающей тележки.

### 6.13. Многоопорные дождевальные машины фронтального передвижения, работающие в движении

К многоопорным широкозахватным фронтальным дождевальным машинам, орошающим в движении, относится *электрифицированная дождевальная машина фронтального перемещения (ЭДМФ) «Кубань-М»*, предназначенная для орошения кормовых, зерновых, технических и овощных культур, включая высокостебельные, преимущественно в степной и сухостепной зонах на площадях со спокойным рельефом (рис. 6.36).

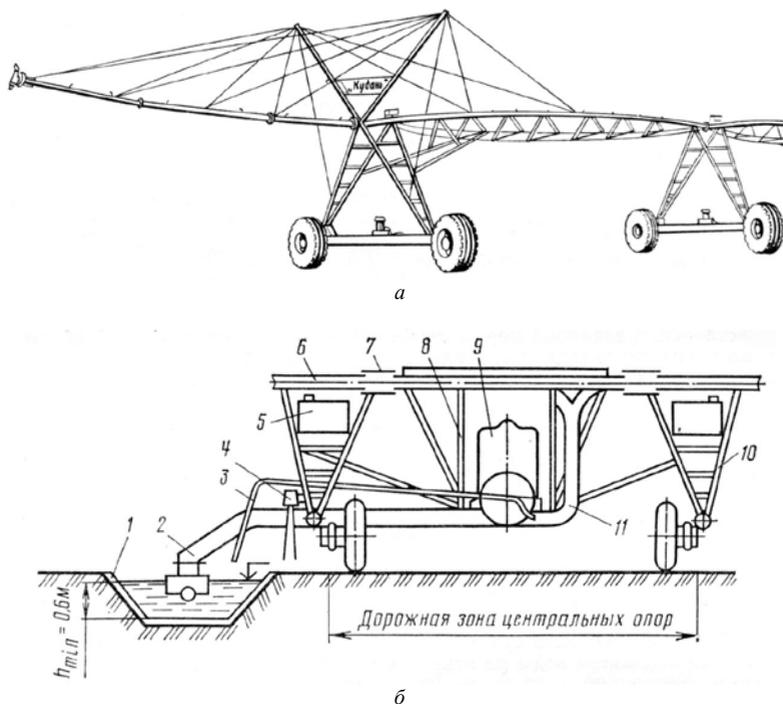


Рис. 6.36. Многоопорная широкозахватная дождевальная машина «Кубань-М»: а – концевая секция и опорные тележки; б – схема центральной части; 1 – канал; 2 – всасывающая секция с плавучим клапаном и фильтром; 3 – устройство для сброса воды; 4 – сигнализатор стабилизации корпуса; 5 – топливный бак; 6 – водопроводящий пояс; 7 – шарнирное соединение; 8 – рама; 9 – дизель-насосный агрегат с генератором; 10 – центральная опорная тележка; 11 – напорный трубопровод

Одна машина обслуживает участок размером 800×1500...2500 м.

Тележки электрифицированных широкозахватных машин перемещаются электродвигателями переменного тока. Поэтому они имеют постоянную номинальную частоту вращения, а тележки – постоянную скорость передвижения. Для того чтобы в зависимости от условий регулировать слой дождя или обеспечиваемую машиной поливную норму, полив осуществляется в режиме прерывистого, так называемого старт-стопного движения вдоль открытого оросительного канала. При таком способе движения поливная норма или, иначе, слой дождя, при постоянных производительности водяного насоса и частоте вращения валов электродвигателей регулируется за счет изменения средней скорости движения опорных тележек. Изменение средней скорости производится таймером на пульте управления. Таймером устанавливается требуемое соотношение между временем движения и временем стояния машины, что обеспечивает требуемую среднюю скорость ее передвижения.

Машина обеспечивает автоматический круглосуточный режим работы. Техническая характеристика машины «Кубань-М» приведена в табл. 6.11.

Таблица 6.11. Техническая характеристика машины «Кубань-М»

Показатели	Значение
Расход воды, л/с	185 ± 5
Ширина захвата дождем, м	800
Двигатель	ЯМЗ-238НД
Мощность двигателя, кВт	158
Расход топлива, кг/ч	28
Объем топливных баков, л	1200
Генератор	ЕСС5-82-4у2
Номинальная мощность, кВт	30
Мощность электропривода тележек, кВт	2,2
Число насадок	294
Напор в начале крыла, м (МПа)	31 (0,3)
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	1,01...1,1
Масса машины без воды, т	47,8
Скорость движения машины, м/мин	9,2...1,9
Производительность при норме полива 600 <sup>3</sup> /га, га/ч	1,12
Обслуживающий персонал	1 оператор на 4 машины

Водопроводящий пояс состоит из центральной балки, двух головных пролетов, десяти промежуточных, двух предконсольных пролетов и двух консолей. Каждый промежуточный пролет собран из пяти

оцинкованных труб диаметром 168 мм и толщиной стенки 3,2 мм. Пролеты длиной 52,5 м соединены муфтами, имеют некоторую свободу перемещения относительно друг друга. Гидравлическое соединение стыков труб между пролетами осуществляется уплотняющим резиновым рукавом.

Предконсольный пролет имеет переходник, к которому подсоединяется консоль длиной 25 м, состоящая из трех труб.

Водопроводящий трубопровод всех пролетов выгнут дугой вверх, и напряженность его сохраняется нижней фермой жесткости из уголков и стержней-стяжек. Концевая часть трубопровода консоли приподнята вверх относительно переходника, и поддержка консоли осуществляется четырьмя парами тросов вантовой подвески, прикрепленной к стойкам консоли.

Каждый пролет в конце пятой трубы и отстойники снабжены сливными клапанами, которые осуществляют некоторый сброс воды вместе с илом и мелким сором сразу же после выключения машины.

Короткоструйные дефлекторные насадки секторного действия установлены на переходной патрубке, изогнутый под углом  $45^\circ$  к горизонту. Факел дождя насадки направлен в сторону от трубопровода. Эта направленность чередуется по всей длине крыла. На головном пролете находятся 18 насадок, остальные пролеты имеют по 20, а консоль – 9 насадок. Всего на машине 294 насадки шести типоразмеров диаметром от 5,5 до 8,0 мм.

Машина опирается на 32 пневматических колеса, рисунки протекторов которых установлены «елочкой» навстречу друг другу. Привод колес обеспечивается моторами-редукторами с асинхронными электродвигателями через карданные валы и колесные червячные редукторы.

Движение машины вдоль канала обеспечивается системой курса. Вдоль канала на стойках натягивается направляющий трос. Четыре парно расположенные вертикальные штанги прибора стабилизации курса охватывают этот трос. При уходе машины от канала и соответственно троса одна из штанг отклоняется и отключает движение крайней тележки. Вследствие этого машина выравнивается по курсу.

Система автоматического управления обеспечивает движение машины вдоль канала с сохранением ее прямолинейности. При несогласованности скоростей движения тележек, приводящей к изгибу трубопровода в горизонтальной плоскости, срабатывает механизм передачи угла изгиба трубопровода. Данный механизм представляет собой систему тяг и рычагов, которые перемещаются при возникновении изгиба в месте сочленения ферм. При изгибе выше допустимого механизм отключает электродвигатель привода хода тележки. Оказавшаяся впереди по отно-

шению к соседним тележка останавливается, включается прибор времени, и тележка стоит до тех пор, пока не вернется в линию.

Такой принцип действия поддержания прямолинейности трубопровода используется на большинстве современных электрифицированных широкозахватных дождевальными машин.

*Дождевальная машина «Ладога»* может использоваться на участках площадью до 80 га со спокойным рельефом.

Ее конструкция сходна с конструкцией машины «Кубань-М», но ходовая тележка с дизель-генераторной установкой расположена не в центре машины, а в начале ее. Вода в машину подается по одному из двух плоскостворачиваемых шлангов диаметром 135 мм и длиной 65 м от гидрантов закрытой низконапорной оросительной сети. Машина перемещается ходовыми тележками, опирающимися на облегченные пневмошины. Тележки имеют электропривод, питаемый дизель-генераторной установкой, расположенной на первой ходовой тележке. На ней также расположен топливный бак и пульт управления. Машина имеет систему регулирования скорости движения, тросовую систему выдерживания курса, систему поддержания прямолинейности трубопровода, систему защиты, срабатывающую при отключении электроснабжения или снижения давления подачи воды, и систему автоматической остановки машины в местах переключения шланга подачи воды от гидрантов. Для срабатывания последней параллельно копирующему тросу через каждые 108 м устанавливаются упоры, заставляющие машину останавливаться по мере выбора длины шланга. По концам орошаемого участка устанавливаются упоры конца поля, ограничивающие крайние положения машины.

*Дождевальная фронтальная автоматизированная машина МДФА-200/800 «Таврия»* представляет собой движущийся фронтально вдоль линии гидрантов закрытой оросительной сети водопроводящий трубопровод, состоящий из отдельных секций ферменной конструкции, шарнирно связанных между собой и опирающихся на 17 тележек с пневмошинами и электроприводом хода. Шарнирное соединение ферм обеспечивает работу систем автоматического управления движением машины и позволяет работать на полях с достаточно сложным рельефом.

Два крайних участка трубопровода выполнены в виде концевых консолей, поддерживаемых тросами. По всей длине трубопровода в верхней его части расположены низконапорные дождевальные секторные насадки.

Над закрытым трубопроводом оросительной сети в центральной части машины устанавливается четырехколесная центральная тележка с топливным баком, силовой установкой и шкафами управления, предназначенными для контроля и управления машиной.

Забор воды осуществляется двумя водозаборными тележками, соединенными с водопроводящим трубопроводом машины соединительным двухзвенным шарнирным трубопроводом. Тележки имеют узел для автоматического поиска и открывания гидранта. Они перемещаются вместе с машиной вдоль линии гидрантов, имеющих специальное устройство для соединения с тележками. Водозаборные тележки работают с поочередным автоматическим подключением к гидрантам. В то время, когда одна из тележек подсоединена к гидранту и через шарнирный трубопровод обеспечивает подачу воды в машину, другая перемещается к следующему гидранту. Перемещение, подсоединение и отсоединение тележек осуществляются автоматически электрогидравлической системой машины.

Техническая характеристика МДФА-200/800 «Таврия» приведена в табл. 6.12.

Таблица 6.12. Техническая характеристика машины МДФА-200/800 «Таврия»

Показатели	Значение
Расход воды, л/с	200
Ширина захвата дождем, м	810
Производительность при норме полива 600 м <sup>3</sup> /га, га/ч:	
основного времени	1,24
эксплуатационного времени	1,13
Мощность двигателя, кВт	44
Мощность генератора, кВА	30
Мощность электродвигателя, кВт:	
концевой тележки и водозаборных роботов	0,75
базовой и промежуточных тележек	1,1
Скорость:	
рабочая, м/с	0,003...0,03
транспортная, км/ч	0,108
Клиренс, м	2,7...2,9
Средний размер капель дождя, мм	0,78
Ширина полосы отчуждения вдоль закрытого трубопровода, м	7
Шаг установки гидрантов, м	16
Удельный расход топлива, кг/га	3,3...4,9
Масса машины, т	41,1
Обслуживающий персонал	1 оператор на 4...6 машин

«Таврия» имеет систему регулирования скорости движения, тросовую систему выдерживания курса, систему слежения линии водопроводящего трубопровода, систему защиты машины, срабатывающую при большом изгибе трубопровода, отключении электропитания или

снижения давления подачи воды, и систему защиты генератора. Кроме того, на машине имеется система поиска мест неисправностей.

Широкозахватные многоопорные машины с фермовыми пролетами выпускают различные зарубежные фирмы, такие как Valley, Bauer и др. Машины данных фирм как правило оборудованы устройствами для забора воды из канала.

Довольно распространенными являются широкозахватные орошающие в движении дождевальные машины фирмы Rainke (рис. 6.37).



Рис. 6.37. Вид широкозахватной дождевальной машины фирмы Rainke

Подвод воды к машине осуществляется по шлангу.

Для задания курса по трассе движения крайней (первой) тележки, на которой смонтированы энергетический узел и блок управления, прокладывается борозда. В проложенную борозду опускается рычаг с лыжей. При отклонении направления движения машины от оси борозды рычаг поворачивается относительно линии машины и дает сигнал на изменение курса машины. Изменение курса осуществляется за счет отключения привода хода одной из крайних тележек. После возвращения машины на требуемый курс отключенная тележка снова приходит в движение.

Остановка машины в нужном месте происходит автоматически.

#### **6.14. Особенности машин для орошения мелкоконтурных участков**

В ряде случаев условия местности не позволяют использовать оросительную технику, предназначенную для работы на больших площадях. Кроме того, для орошения площадей в фермерских хозяйствах требуются машины, способные работать на небольших участках или участках, имеющих сложную конфигурацию.

Даже в крупных сельскохозяйственных предприятиях, выращивающих отдельные культуры на небольших участках, возникает потребность для их орошения использовать дождевальные машины небольших размеров. В связи с этим возникло направление по созданию дождевальных машин для мелкоконтурных участков. При создании таких машин с целью снижения расходов на их проектирование используются готовые решения и модули уже существующих машин. В основном это относится к дождевальным машинам. Используются, как правило, модули хорошо зарекомендовавших себя выпускающихся дождевальных машин. Создаваемые таким образом машины получают марку с сохранением в ней информации об исходной модели. Исходными российскими моделями являются машины типов «Фрегат» и «Кубань».

Машина «Кубань-ЛШ» предназначена для орошения различных сельскохозяйственных культур, в том числе высокостебельных, садов, виноградников и ягодников на участках со спокойным рельефом площадью до 43 га с любыми почвами.

Она имеет две модификации МДЭШ-300-30 и МДЭШ-300-40 и создана с использованием агрегатов и систем машины «Кубань-М» и работает по сходному принципу. Однако имеет значительно меньшую ширину захвата (табл. 6.13).

Вода к машине подается по закрытой сети, имеющей присоединительные гидранты. Гидранты, расположенные через 120 м, с машиной соединяются посредством одного из двух шлангов диаметром 110 мм и длиной 70 + 2 м. В исходном положении присоединительное устройство шланга выносится вперед и подключается к ближайшему гидранту.

Машина перемещается ходовыми тележками, опирающимися на облегченные пневмошины. Тележки имеют электропривод, питаемый дизель-генераторной установкой, расположенной на центральной ходовой тележке. На ней также расположен топливный бак и пульт управления. Перемещение машины идет в старт-стопном режиме. Машина имеет систему регулирования скорости движения, тросовую си-

стему выдерживания курса, систему поддержания прямолинейности трубопровода, систему защиты, срабатывающую при отключении электропитания или снижения давления подачи воды, и систему автоматической остановки машины. Для срабатывания последней параллельно копирному тросу через каждые 60 м устанавливаются упоры, заставляющие машину останавливаться по мере выбора длины шланга. По концам орошаемого участка устанавливаются упоры, ограничивающие крайние положения машины.

Таблица 6.13. Техническая характеристика машины «Кубань-ЛШ»

Показатели	Модификация	
	МДЭШ-300-30	МДЭШ-300-40
Расход воды, л/с	30	40
Длина машины, м	300	
Количество тележек	7	
Давление на гидранте, МПа	0,28	0,35
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,5	0,66
Поливная норма за проход, м <sup>3</sup> /га	33...330	44...440
Производительность при поливной норме 300 м <sup>3</sup> /га, га/ч	0,36	0,48
Площадь орошения, га	33...43	
Ширина захвата дождем, м	305	
Рабочая длина гона, м	1080...1400	
Скорость движения, м/мин	0,18...1,8	
Допустимый уклон поля: по ходу движения вдоль трубопровода машины	± 0,02 ± 0,01	
Клиренс по нижнему поясу фермы, м	2,7	
Мощность дизель-генераторной установки, кВт	16	
Масса машины без воды, т	15,8	

Машина «Мини Кубань-ФШ» предназначена для орошения различных сельскохозяйственных культур, в том числе высокостебельных, садов, виноградников и ягодников преимущественно в фермерских хозяйствах на участках со спокойным рельефом с любыми почвами. Она имеет марку МДЭШ-176-20 и создана с использованием агрегатов и систем машины «Кубань-ЛШ» и работает по сходному принципу. Однако имеет значительно меньшую ширину захвата (табл. 6.14).

Таблица 6.14. Технические характеристики машин «Мини Кубань-ФШ» и «Мини Фрегат-ФШ»

Показатели	«Мини Кубань-ФШ»	«Мини Фрегат-ФШ»
Расход воды, л/с	20	25
Длина машины, м	176	177
Количество тележек	3	3
Клиренс по нижнему поясу фермы, м	2,7	2,7
Давление на гидранте, МПа	0,35	0,58
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,54	0,33
Площадь орошения, га	11...24	12,4...26,8
Рабочая длина гона, м	600...1320	600...1300
Поливная норма за проход, м <sup>3</sup> /га	47...990	120, минимум
Ширина захвата дождем, м	184	206 ± 5
Скорость движения, м/мин	0,07...1,4	0,18...0,6
Мощность дизель-генераторной установки, кВт	4,0	–
Мощность насосной станции, кВт	45	45
Масса машины без воды, т	7,1	7,5

Машина «Мини Кубань-ФШ» имеет те же системы, что и машина «Кубань-ЛШ».

Машина «Мини Фрегат-ФШ» имеет марку МДФ-177-25 и то же назначение, что и «Мини Кубань-ФШ». Она состоит из двух ферм и двух консолей, опирающихся на три двухколесные тележки с гидроприводом и стальными колесами с почвозацепами. В конструкции тележек и их гидропривода использованы сборочные единицы ДМ «Фрегат». Перемещение машины в процессе орошения обеспечивается за счет давления воды в подводящей магистрали, на которой через каждые 120 м установлены гидранты. Они соединяются с машиной посредством одного из двух шлангов диаметром 93 мм и длиной 70 + 2 м. На машине имеется система синхронизации движения тележек, поддерживающая прямолинейность машины, система защиты от чрезмерных изгибов и система обеспечения движения по заданному курсу. Реверсирование хода машины производится путем перестановки вручную толкателей гидропривода колес. Норма полива регулируется изменением скорости движения машины. Распределение воды по орошаемому участку производится двадцатью двумя среднеструйными дождевальными аппаратами кругового действия и двумя концевыми среднеструйными дождевальными аппаратами секторного действия.

Машины «Мини-Фрегат К», ДМУ-А «Фрегат» (выпускающаяся также под маркой ДМУ «Фермер-Фрегат») и «Мини-Кубань К»

(табл. 6.15), созданы с использованием элементов машин основных моделей и предназначены для орошения различных, в том числе высокостебельных культур на мелкоконтурных участках. Машины обслуживаются одним человеком и могут орошать два участка. При транспортировании колеса разворачиваются вдоль осевой линии машины.

Таблица 6.15. **Технические характеристики машин кругового действия для орошения мелкоконтурных участков**

Показатели	ДМУ-А «Фрегат»	ДМУ «Фермер-Фрегат»	«Мини-Фрегат К»	«Мини-Кубань К»
Конструктивные особенности	Кругового перемещения с гидроприводом			С электроприводом
Расход воды, л/с	5,5...20	5,5...20	5...30	5...9
Длина машины от оси центральной опоры, м	67,8...186,2	89,1	89,1	125; 173
Количество тележек	2...6	2...6	1	1
Клиренс, м	2,2	2,7	2,7	2,7
Минимальное время оборота, ч	5,7...19,4	5,7...19,4	7,2	4,7
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	9...13,8	9...13,8	12...19	12...60
Площадь орошения на одной позиции, га	2,3...13,1	2,3...13,1	3,3	2,7; 3
Расстояние между оросителями, м	170...410	340...820	170...820	185...390
Диаметр водопроводящего трубопровода, мм	152	152	102	102
Мощность, кВт	13,6...45	13,6...45	45	20
Масса машины без воды, т	1,9...5,5	1,9...5,5	3,17	3,32

Машина ДМУ «Фермер-Кубань ЛК» приводится в движение от внешней электрической сети напряжением 380 В. Каждая тележка имеет электродвигатель, передающий посредством трансмиссии с червячным редуктором движение на пневмоколеса. Машина имеет систему электрической синхронизации движения тележек. Имеется четыре модели с двумя и тремя тележками. «Мини-Кубань К» имеет одну опорную тележку с электроприводом от мотор-редуктора мощностью 0,75 кВт и выпускается в четырех модификациях. Машины движутся прерывисто в старт-стопном режиме. Скорость их движения задается пультом, установленным на центральной опоре и изменяющим соотношение между временем движения и временем стояния машины. Тем самым при старт-стопном режиме движения регулируется средняя скорость движения машины и время ее оборота.

Машины «Мини-Фрегат К» и «Мини-Кубань К» имеют по одной опорной тележке, поэтому у них отсутствуют системы синхронизации скорости движения тележек.

Основное направление совершенствования систем дождевания сводится к стремлению обеспечить непрерывное в течение всего вегетационного периода водоснабжение растений в соответствии с ходом их водопотребления. Это позволяет постоянно поддерживать оптимальную влажность активного слоя почвы и оптимальный водный режим растений, что приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур в 1,5...2 раза по сравнению с обычным дождеванием.

Другими перспективными и в некоторых случаях реализованными направлениями развития орошения являются расширение автоматизации работы оросительных систем и машин, дистанционное управление ими, использование спутниковых систем связи и наблюдения, экологизация орошения за счет совмещения операции орошения с другими операциями, согласование орошения с принципами точного земледелия и программируемых урожаев, расширение использования полимерных и других современных материалов, совершенствование машин для орошения стоками животноводческих ферм, расширение применения шланговых дождевателей и систем внутрпочвенного орошения, снижение интенсивности дождя за счет применения систем импульсного дождевания, капельного и тонкодисперсного орошения, расширение использования приспособлений для орошения малоразмерных, в том числе приусадебных и дачных участков, парников и теплиц.

### **6.15. Технологические показатели дождевания**

При орошении сельскохозяйственных культур исходными показателями являются оросительная и поливная нормы, иногда соответственно называемые норма орошения и норма полива.

*Оросительная норма* – это количество воды, которое необходимо подать искусственным путем на единицу орошаемой площади за вегетационный период дополнительно к естественным запасам влаги с целью поддержания оптимальной влажности почвы.

Обычно измеряется или задается в метрах кубических на гектар ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) или в миллиметрах слоя воды ( $1 \text{ мм} = 10 \text{ м}^3/\text{га}$ ).

*Поливная норма* – это количество воды, которое необходимо подать искусственным путем на единицу орошаемой площади за один полив с целью поддержания оптимальной влажности почвы.

Как и оросительная, поливная норма измеряется или задается в

метрах кубических на гектар или в миллиметрах *слоя воды*.

Исходя из приведенных определений, можно записать:

$$m = V/A; \quad (6.1)$$

$$h = 0,1 V/A, \quad (6.2)$$

где  $m$  – поливная норма, м<sup>3</sup>/га;

$V$  – объем воды, требуемый для увлажнения орошаемой площади за один полив, м<sup>3</sup>;

$A$  – орошаемая за один полив площадь, га;

$h$  – необходимый слой воды (при дождевании – необходимый слой дождя или осадков), мм.

Определяющими параметрами искусственного дождя являются его интенсивность и структура.

Обычно различают мгновенную, действительную или среднюю и допустимую интенсивности.

*Мгновенная интенсивность*  $\rho_m$  – это отношение мгновенного приращения слоя дождя  $dh$  данной точки к приращению времени  $dt$ , т. е.

$$\rho_m = dh / dt. \quad (6.3)$$

*Действительная, или средняя интенсивность*  $\rho_{cp}$  – это экспериментально измеренная интенсивность за длительный период времени или определенная расчетным путем (мм/мин или мм/с).

Из определения следует, что

$$\rho_{cp} = h_{изм} / t_{изм}, \quad (6.4)$$

где  $h_{изм}$  – значение измеренного слоя дождя, мм;

$t_{изм}$  – время, за которое выполнялось измерение.

Следует обратить внимание на то, что интенсивность имеет размерность скорости.

Интенсивность дождя, обеспечивающую в данных условиях выдачу требуемой поливной нормы без образования луж, приводящих к стоку воды по поверхности почвы, называют *допустимой интенсивностью*.

Она зависит от водопроницаемости почв, уклона поля, вида растительности и некоторых других факторов.

При проектировании машин возникает потребность в оценке создаваемого ею слоя дождя. Для этого случая уравнение (6.2) будет иметь следующий вид:

$$h = 0,1 V_b / A_o, \quad (6.5)$$

где  $V_b$  – объем воды, выдаваемый машиной за один полив, м<sup>3</sup>;

$A_0$  – площадь, которую машина охватывает дождем с одной позиции или в одном технологическом проходе, га.

Если в уравнении (6.5) правую и левую части разделить на время выдачи объема воды  $V_{в}$ , можно получить следующее уравнение:

$$\rho_{cp} = 60 Q_M / A_0, \quad (6.6)$$

где  $Q_M$  – расход машины, л/с;

$A_0$  – площадь, которую машина охватывает дождем с одной позиции или в одном технологическом проходе, м<sup>2</sup>.

Для разных машин  $A_0$  рассчитывается в зависимости от формы охватываемой дождем площади и организации процесса орошения.

Для дальнеструйных машин кругового действия

$$A_0 = \pi R^2, \quad (6.7)$$

для дальнеструйных машин кругового действия, орошающих по сектору,

$$A_0 = \pi R^2 \alpha / 360, \quad (6.8)$$

для широкозахватных машин кругового действия типа «Фрегат», орошающих в движении, в соответствии со схемой на рис. 6.38 ориентировочно

$$A_0 = L_M R_k + \pi R_k^2 / 2, \quad (6.9)$$

для широкозахватных фронтальных машин позиционного действия и дождевальных систем, а также широкозахватных фронтальных машин, орошающих в движении

$$A_0 = B_3 b, \quad (6.10)$$

где  $R$  – радиус действия машины, м;

$\alpha$  – центральный угол орошаемого сектора, град;

$L_M$  – длина машины, м;

$R_k$  – радиус действия концевой дождевальной аппаратуры, м;

$B_3$  – ширина захвата машины или системы, м;

$b$  – ширина охватываемой дождем полосы, измеренная в направлении движения машины, или расстояние между гидрантами для позиционных машин и систем, м.

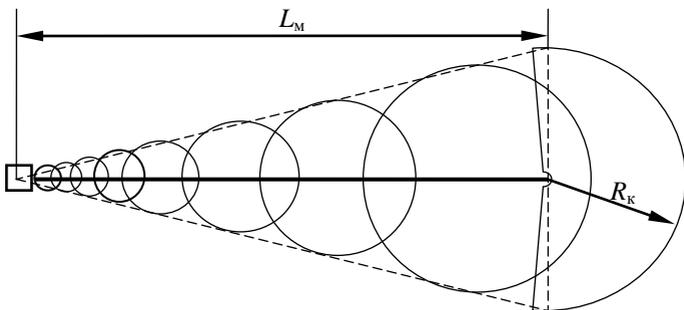


Рис. 6.38. Схема к расчету площади, охваченной дождем дождевальной машины типа «Фрегат»

При орошении, как правило, требуется обеспечить на орошаемой площади необходимый слой дождя или поливную норму. Если известны основные технические параметры машины, то, как следует из определения интенсивности дождя,

$$h_{\text{тр}} = \rho_{\text{ср}} t_{\text{в}}, \quad (6.11)$$

где  $h_{\text{тр}}$  – требуемое значение слоя дождя, мм;

$t_{\text{в}}$  – время воздействия дождя на орошаемую точку, мин.

Отсюда

$$t_{\text{в}} = h_{\text{тр}} / \rho_{\text{ср}}. \quad (6.12)$$

Для дождевальных систем и машин позиционного действия уравнение (6.12) может быть использовано для расчета времени нахождения машины на позиции  $t_{\text{поз}}$ , т. е. времени непрерывной работы машины, за которое она выдаст требуемый слой дождя или поливную норму. Для этого случая  $t_{\text{в}} = t_{\text{поз}}$ .

Для машин, орошающих в движении, время воздействия дождя на каждую точку орошаемого участка, попавшую в зону, охваченную дождем (на рис. 6.39 это, например, точка  $A$ ), время воздействия можно определить по формуле

$$t_{\text{в}} = b / v_{\text{п}}, \quad (6.13)$$

где  $v_{\text{п}}$  – средняя скорость рабочего перемещения машины, м/мин.

Приравняв правые части уравнений (6.12) и (6.13) и выразив из полученного равенства  $v_{\text{п}}$ , получим

$$v_{\text{п}} = \rho_{\text{ср}} b / h_{\text{тр}}. \quad (6.14)$$

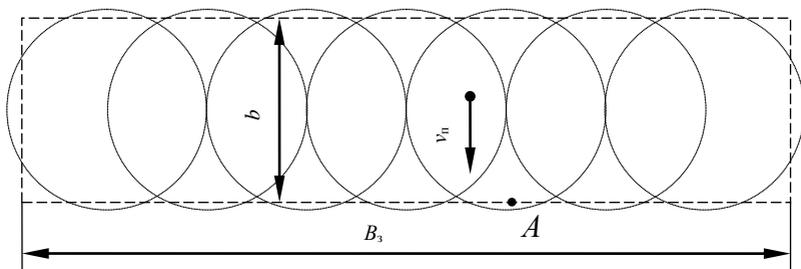


Рис. 6.39. Схема к расчету скорости передвижения для фронтальной дождевальной машины, орошающей в движении

С учетом уравнения (6.6) получим

$$v_{п} = 60 Q_{м} / (B_{3} h_{тр}). \quad (6.15)$$

Для шлангового дождевателя с одним перемещаемым дальнеструйным аппаратом, орошающим по сектору, расчет  $v_{п}$  можно выполнять по формуле

$$v_{п} = 30 Q_{м} / (R_{а} h_{тр}). \quad (6.16)$$

Для дождевальной машины типа «Фрегат» на расстоянии  $L_{м}$  от центра машины

$$v_{п} = 30 Q_{м} / (R_{к} h_{тр}). \quad (6.17)$$

Для данной машины обычно задается и контролируется время полного оборота  $t_{об}$  в минутах. Оно с учетом уравнения (6.17) может быть определено по формуле

$$t_{об} = 2 \pi L_{м} / v_{п}. \quad (6.18)$$

Расчет технической производительности  $\Pi_{т}$  (га/ч) для машин позиционного действия выполняется следующим образом:

$$\Pi_{т} = A_{о} / (60 \cdot 10^4 t_{поз}). \quad (6.19)$$

Эксплуатационная производительность должна учитывать потери времени, необходимые на подключение машины к гидранту, ее отключение, перебазировку с позиции на позицию, техническое обслуживание, естественные надобности оператора и т. п. Кроме того, следует учитывать потери воды на испарение.

Расчет технической производительности (га/ч) для машин, орошающих в движении, выполняется по следующему уравнению:

$$P_T = B_3 v_n / (60 \cdot 10^4 k_n), \quad (6.20)$$

где  $k_n$  – коэффициент перекрытия орошаемой полосы.

При расчете эксплуатационной производительности необходимо учитывать потери времени, связанные с технологическими, техническими, организационными и другими неизбежными потерями времени, и потери воды на испарение.

Основным показателем *структуры или качества дождя* является размер (диаметр) капель.

Различают абсолютный, средний арифметический, среднеквадратичный и средневзвешенный размеры капель дождя.

Размер капель зависит от отношения  $H / d_{от}$ , где  $H$  – напор перед соплом или отверстием дождевальной насадки или аппарата (м вод. ст.),  $d_{от}$  – диаметр отверстия сопла или насадки (м). Данное отношение называется относительным напором  $\varepsilon_H$ . Чем больше относительный напор, тем мельче капли, т. е. для обеспечения требуемого размера капель искусственного дождя можно или уменьшать диаметр отверстия сопла, или увеличивать напор перед ним.

Необходимо также иметь в виду, что на повреждаемость растений влияют не только размеры капель, но и скорость их полета. Мелкие капли при высокой скорости полета могут повреждать растения.

Другим важнейшим показателем качества дождя является степень равномерности его распределения на орошаемой площади. Она характеризуется *коэффициентом эффективности орошения* или, по другим источникам, *коэффициентом эффективности полива*. Он рассчитывается как отношение эффективно политой площади ко всей площади, обслуживаемой дождевальной машиной.

*Эффективно политой площадью* считается та, которая полита с интенсивностью 0,75...1,25 от средней.

Для дождевальных машин коэффициент эффективности полива должен быть не менее 0,7.

Оценку оптимальности установки машин на орошаемой площади выполняют *по коэффициенту земельного использования*, определяемому как отношение площади, охватываемой дождем в процессе орошения (площадь нетто), ко всей площади объекта орошения (площадь брутто).

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Раздел 1. УСТРОЙСТВО И РАБОТА МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН.....	7
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	7
1.1. Определение и характерные признаки мелиоративных машин. Роль мелиоративных машин. Виды работ, выполняемых мелиоративными машинами.....	7
1.2. Понятие о комплексной механизации и Системе машин для ее осуществления....	10
1.3. Общая классификация машин.....	13
1.4. Маркировка мелиоративных машин.....	15
1.5. Основные оценочные показатели мелиоративных машин.....	18
2. МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА И ТРУБОПРОВОДОВ.....	24
2.1. Виды дренажа. Конструкции дрен. Виды дренажных материалов.....	24
2.2. Способы присыпания дрен.....	36
2.3. Классификация дренажных машин и траншеекопателей.....	39
2.4. Дренажные машины с пассивными рабочими органами.....	40
2.5. Эскаваторы-дреноукладчики и траншеекопатели с активными рабочими органами.....	55
2.6. Механизация укладки керамических дренажных труб.....	83
2.7. Сравнительный анализ способов строительства дренажа.....	86
3. СИСТЕМЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОГО УКЛОНА ДРЕН.....	87
3.1. Назначение и классификация систем и механизмов.....	87
3.2. Копирные системы.....	87
3.3. Бескопирные и комбинированные системы.....	107
3.4. Достоинства и недостатки систем.....	112
4. МАШИНЫ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КАНАЛОВ.....	113
4.1. Назначение, основные требования и классификация.....	113
4.2. Эскаваторы-каналокопатели с активными рабочими органами.....	114
4.3. Каналокопатели с пассивными рабочими органами.....	126
4.4. Устройство каналов с применением взрывчатых веществ.....	127
4.5. Машины для укрепления (стабилизации) откосов каналов.....	129
4.6. Машины для уплотнения дна и откосов каналов.....	134
4.7. Облицовка каналов бетоном.....	135
5. МАШИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ.....	138
5.1. Состав культуртехнических работ. Типы машин по назначению.....	138
5.2. Машины для срезания кустарника (кусторезы).....	138
5.3. Кусторезы-измельчители и измельчители древесины.....	143
5.4. Машины для валки и срезания леса.....	151
5.5. Машины для корчевания пней (корчеватели).....	155
5.6. Машины для подборки древесных остатков.....	170
5.7. Машины для глубокого сплошного фрезерования земель.....	175
5.8. Камнеуборочные машины.....	183
5.8.1. Классификация камней по размерам. Засоренность почв камнями.....	183
5.8.2. Классификация камнеуборочных машин.....	185
5.8.3. Раскалывание крупных камней.....	187
5.8.4. Машины циклического действия для уборки крупных камней.....	189
5.8.5. Машины непрерывного действия.....	194

5.9. Машины для первичной обработки мелиорируемых земель.....	214
6. ТЕХНИКА ДЛЯ ОРОШЕНИЯ.....	225
6.1. Назначение и основные виды техники для орошения.....	225
6.2. Классификация дождевальных систем, машин и установок.....	228
6.3. Основные требования, предъявляемые к технике для орошения.....	230
6.4. Дождевальные аппараты и насадки.....	231
6.5. Переносные и стационарные установки, комплекты (шлейфы).....	242
6.6. Капельное и аэрозольное орошение.....	251
6.7. Машины и системы для внутрипочвенного орошения.....	254
6.8. Дальнеструйные машины. Принцип действия и схемы работы.....	256
6.9. Шланговые дождеватели. Принцип действия и схемы работы.....	260
6.10. Двухконсольные дождевальные машины (агрегаты).....	271
6.11. Многоопорные машины кругового действия.....	276
6.12. Многоопорные дождевальные машины фронтального передвижения позиционного действия.....	282
6.13. Многоопорные дождевальные машины фронтального передвижения, работающие в движении.....	290
6.14. Особенности машин для орошения мелкоконтурных участков.....	296
6.15. Технологические показатели дождевания.....	300

Учебное издание

**Мажугин Евгений Иванович**  
**Казakov Андрей Леонидович**

**МЕЛИОРАТИВНЫЕ МАШИНЫ**

В двух частях

Часть 1

Учебное пособие

Редактор *Е. Г. Бутова*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*  
Корректор *А. С. Зайцева*

Подписано в печать 24.01.2018. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 17,90. Уч.-изд. л. 15,52.  
Тираж 100 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.