

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Е. И. Мажугин, А. Л. Борисов, С. Г. Рубец

МАШИНЫ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

*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 631.311.5(075.8)
ББК 40.723я73
М13

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *Е. И. Мажугин*;
старший преподаватель *А. Л. Борисов*;
кандидат технических наук, доцент *С. Г. Рубец*

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, иностранный член РААСН,
заведующий кафедрой строительных и дорожных машин
УО «Белорусский национальный технический университет»

А. В. Вавилов;

кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры
эксплуатации машинно-тракторного парка УО «Белорусский
государственный аграрный технический университет»

А. В. Новиков

Мажугин, Е. И.

М13 Машины для эксплуатации мелиоративных и водохозяй-
ственных объектов : учебное пособие / Е. И. Мажугин,
А. Л. Борисов, С. Г. Рубец. – Горки : БГСХА, 2018. – 392 с.
ISBN 978-985-467-786-6.

Изложены организационные принципы эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных объектов, приведены назначение и классификация машин для очистки каналов, удаления растительности, ремонта и обслуживания закрытых дренажных систем, ухода за гидротехническими сооружениями и лугопастбищными угодьями, а также мелиоративных земснарядов. Описаны принципы действия машин и их рабочих органов, отражены особенности конструкций ходовых систем, даны основные технические показатели машин. Для наиболее широко применяющихся типов рабочих органов и машин рассмотрена кинематика, расчет важнейших параметров рабочих органов, теоретическое определение сопротивлений и потребной мощности, особенности тяговых и статических расчетов.

Для студентов учреждений высшего образования по специальности «Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ».

УДК 631.311.5(075.8)
ББК 40.723я73

ISBN 978-985-467-786-6

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2018

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

P_t – техническая производительность;
 A_v – площадь поперечного сечения слоя воды над наносами;
 A_k – площадь поперечного сечения канала;
 $A_{\text{кав}}$ – площадь поперечного сечения кавальера;
 A_n – площадь поперечного сечения снимаемых наносов;
 A_c – площадь поперечного сечения снимаемых наносов сегментной формы или площадь поперечного сечения снимаемой стружки наносов;
 B_z – конструктивная ширина захвата;
 b_d – ширина канала по дну;
 b_n – ширина ножа роторной косилки;
 b_c – ширина скребка;
 C – подача на скребок или на ковш;
 $C_{уд}$ – число ударов плотномером;
 D – диаметр кожуха фрезы, максимальный диаметр шнека;
 D_b – диаметр вала шнека;
 D_m – диаметр метателя;
 D_p – диаметр ротора косилки по концам ножей;
 D_{ϕ} – диаметр фрезы по концам ножей-лопаток;
 D_{max} – максимальный диаметр конического шнека;
 D_{min} – минимальный диаметр конического шнека;
 $F_{\text{зат}}$ – сила, затягивающая шнек в наносы;
 F_k – сила копания;
 $F_{\text{окр}}$ – окружная сила;
 $F_{\text{раз}}$ – сила, препятствующая разгону грунта;
 $F_{\text{рез}}$ – сила резания грунта кожухом;
 F_c – тяговое суммарное сопротивление;
 $F_{\text{ц}}$ – возможная сила тяги по сцеплению;
 F_T – необходимая сила тяги;
 $F_{\text{тр}}$ – сила трения;
 $F_{\text{ц.б}}$ – центробежная сила;
 $F_{\text{ц.р}}$ – усилие взаимодействия рабочей ветви цепи с грунтом;
 $F_{\text{ч}}$ – сила, препятствующая черпанию грунта;
 $F_{\text{шн}}$ – окружная сила на шнеке;
 F_s – сила сопротивления перемещению ходового устройства;

f_0 – коэффициент сопротивления передвижению ходового устройства;
 f_1 – коэффициент трения стали о грунт;
 f_2 – коэффициент трения грунта о грунт;
 $f_{\text{оч}}$ – удельное усилие сдвиганию грунта в ковше;
 G_m – сила тяжести машины;
 G_T – сила тяжести базовой машины (трактора);
 H_k – глубина канала;
 $H_{\text{кав}}$ – высота кавальера;
 H_n – расчетная высота подъема грунта;
 H_0 – расчетная высота подъема грунта над дневной поверхностью;
 h_k – высота ковша;
 h_n – толщина снимаемых наносов;
 h_p – высота режущей части ножа косилки;
 h_c – высота скребка;
 K_d – коэффициент динамичности;
 K_z – коэффициент запаса мощности;
 K_{ϕ} – коэффициент формы ковша;
 k_n – коэффициент наполнения;
 k_p – коэффициент разрыхления грунта;
 k_y – удельное сопротивление резанию наносов кожухом;
 k_1 – коэффициент удельного сопротивления грунта копанию;
 L_b – длина выступающей части шнека;
 L_d – длина дуги срезаемых наносов;
 L_n – длина ножа роторной косилки;
 L_p – длина рабочей части шнека;
 L_c – длина снимаемой стружки;
 L_T – теоретическая длина шнека;
 $L_{\text{шл}}$ – длина шланга;
 l_l – длина режущей части ножа-лопатки;
 $l_{\text{от}}$ – длина откоса;
 $l_{\text{отб}}$ – дальность отбрасывания наносов;
 l_n – величина перекрытия траекторий концов ножей роторных косилок;
 m – коэффициент заложения откоса канала, масса, модуль зубчатой передачи;
 $m_{p.o}$ – масса рабочего органа;
 N_p – число роторов косилки;
 n – частота вращения;
 $n_{\text{шн}}$ – частота вращения шнека;

P_6 – мощность базовой машины;
 $P_{дв}$ – мощность двигателя;
 $P_{р.о}^{дв}$ – мощность на привод рабочего органа, приведенная к валу двигателя;
 $P_{пер}^{дв}$ – мощность на передвижение машины, приведенная к валу двигателя;
 $P_{всп}^{дв}$ – мощность на привод вспомогательных механизмов машины, приведенная к валу двигателя;
 P_k – мощность на копание грунта;
 $P_{оч}$ – мощность на очистку ковшей от налипающего грунта;
 $P_{от}$ – мощность на привод устройства, отбрасывающего в отвал грунт;
 P_n – мощность на подъем грунта к месту выгрузки;
 P_p – мощность на разгон грунта;
 $P_{тр}$ – мощность на преодоление сил трения;
 $P_{уд}$ – удельная мощность;
 $P_{ч}$ – мощность на черпание грунта;
 R – радиус фрезы или ротора;
 R_r – нормальная реакция со стороны грунта на движитель;
 R_k – радиус днища ковша;
 $R_{оп}$ – опорная реакция кожуха;
 $r_{кр}$ – радиус кривошипа;
 S – шаг шнека;
 S_n – шаг ножей сегментной косилки;
 $S_{п}$ – шаг пальцев сегментной косилки;
 S_x – величина хода ножей сегментной косилки;
 T – подача на оборот ротора, вращающий момент;
 T_k – шаг ковшей;
 T_c – шаг скребков;
 T_p – расчетный момент;
 $t_{об}$ – время оборота;
 $t_{ц}$ – шаг цепи;
 u – передаточное отношение;
 V_k – геометрическая вместимость (объем) ковша;
 V_c – теоретический объем межскребкового пространства;
 v – скорость;
 v_v – скорость движения винтовой линии шнека;
 v_n – скорость ножа сегментной косилки;
 $v_{окр}$ – окружная скорость;
 v_n – скорость рабочего передвижения;
 v_p – окружная скорость шнека;
 $v_{ц}$ – скорость цепи;
 Q_f – расход воды через сопла дренапромывочной головки;
 Q_n – подача насоса;
 z_n – число ножей на роторе или фрезе;
 z_p – частота разгрузок;
 z_c – частота ссылок;
 z_v – частота выгрузок;
 α – продольный угол уклона местности;
 α_3 – угол заострения ножа косилки;
 α_k – угол контакта;
 α_n – угол отклонения ножа-лопатки от радиального направления;
 α_n – угол подъема винтовой линии шнека;
 β_n – угол наклона образующей конической поверхности шнека;
 β_z – угловой шаг;
 γ – угол отклонения вектора абсолютной скорости от вектора скорости цепи;
 γ_3 – задний угол режущего элемента;
 δ_n – толщина ножа косилки;
 δ_c – толщина снимаемой стружки наносов, толщина сегмента косилки;
 ε – коэффициент соотношения между касательной и нормальной составляющими силы на копание грунта;
 $\eta_{от}$ – КПД отбрасывающего грунт устройства;
 η_p – КПД рабочего органа;
 $\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии;
 λ – угол наклона откоса канала к горизонту;
 ρ – плотность грунта;
 ρ_v – плотность воды;
 ϕ – угол естественного откоса грунта;
 ϕ_c – угол трения грунта о сталь или стали о стебель растительности;
 $\phi_{сц}$ – коэффициент сцепления движителя с грунтом;
 ω – угловая скорость;
 $ВМ$ – вал отбора мощности;
 $КПД$ – коэффициент полезного действия.

ВВЕДЕНИЕ

Современное сельскохозяйственное производство требует выполнения различных мелиоративных мероприятий, строительства мелиоративных объектов. Работы эти, как правило, трудоемкие и дорогостоящие и выполняются с применением большого количества общестроительных и специальных мелиоративных машин. Надлежащую отдачу от вложений можно получить только при рациональной эксплуатации мелиорированных земель, мелиоративных и водохозяйственных систем и сооружений. Эксплуатация, обслуживание и ремонт мелиоративных и водохозяйственных объектов выполняются в основном с применением соответствующих специальных машин. Сокращение объемов мелиоративного строительства и обострение актуальности эффективного использования имеющихся мелиоративных и водохозяйственных объектов повысили потребность в машинах для эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных объектов.

Учебная дисциплина «Машины для эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных объектов» в подготовке инженера по техническому обеспечению мелиоративных и водохозяйственных работ является решающей в изучении конструкций, технических и технологических возможностей, теории и методов расчета этих специализированных машин.

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

Задачами изучения дисциплины являются:

вооружение специалиста знаниями, необходимыми для освоения разнообразных конструкций машин для эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных объектов;

изучение особенностей использования разных типов данной группы машин как основы для последующего овладения вопросами их тех-

нической эксплуатации, технологии и организации эксплуатационно-ремонтных работ на объектах, экономики, охраны труда, экологии;

освоение методов расчетов и проектирования типовых рабочих органов, ознакомление с приемами выявления недостатков машин и методами их устранения.

В результате решения сформулированных задач и достижения поставленной цели студент должен:

знать назначение, область применения, технические возможности, принцип действия, основные регулируемые параметры, особенности техники безопасности, основы теории и расчета машин для эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных объектов;

уметь подбирать необходимую технику для выполнения ремонтно-эксплуатационных работ, выполнять расчеты машин и конструировать их элементы, анализировать конструкции машин, обосновывать технические предложения по улучшению существующих или созданию новых машин, разбираться в устройстве и работе находящихся в эксплуатации и вновь поступающих отечественных и зарубежных машин для эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных объектов.

Для решения задач по сохранению и восстановлению мелиорированных земель, проведению работ по реконструкции и восстановлению мелиоративных систем, выполнению ремонтно-эксплуатационных работ и агромелиоративных мероприятий, совершенствованию мелиоративного земледелия и луговодства, улучшению технической эксплуатации машин и повышению эффективности агропромышленного комплекса разработана Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы. В соответствии с вышеназванной программой разработана концепция «Системы машин для комплексной механизации мелиоративных работ в Республике Беларусь на 2016–2020 годы».

Содержание курса предусматривает изучение организационных основ эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных объектов, технических средств для производства ремонтно-эксплуатационных работ. К таким машинам относятся: каналоочистительные машины; машины для скашивания и удаления растительности; машины для промывки и ремонта закрытого дренажа; машины для производства эксплуатационных и ремонтно-строительных работ методом гидромеханизации; машины для ремонта и содержания гидротехнических сооружений (ГТС), в том числе агрегаты для ремонта ГТС; машины для ухода за лугопастбищными угодьями и некоторые другие. Предусмотрено также изучение основ теории и расчета этих машин.

Мелиорированные земли – важный природно-техногенный ресурс и национальное богатство Беларуси. Площадь земель, осушенных закрытым дренажем, составляет 2232 тыс. га. Введено в эксплуатацию 753 тыс. га мелиоративных систем с двухсторонним регулированием водного режима, на площади 252 тыс. га построены польдерные системы. Мелиоративные системы включают в себя сложный комплекс технических сооружений и устройств: около 170 тыс. км каналов и водоприемников, 136 тыс. гидротехнических сооружений, 965 тыс. км закрытых дренажных коллекторов и дрен, 477 польдерных насосных станций, около 20 тыс. км эксплуатационных дорог, 925 прудов и водохранилищ.

Примерно на 760 тыс. га земель мелиоративные системы нуждаются в реконструкции. Преимущественно это мелиоративные системы, созданные несколько десятилетий назад. Они отработали нормативный срок и физически износились. Около 184 тыс. га осушенных земель требуют проведения агромелиоративных мероприятий. В результате несвоевременного проведения ремонтно-эксплуатационных работ 38 тыс. км каналов закустарено, 41 тыс. км заилено. Из-за низкой экономической эффективности и неудовлетворительного технического состояния мелиоративных систем около 80 тыс. га осушенных земель предполагается снять с учета.

По сравнению с новым мелиоративным строительством у ремонтно-эксплуатационных работ есть свои особенности. Они имеют малые удельные объемы, объекты ремонта расположены на больших расстояниях, выемка наносов из каналов производится, как правило, из-под воды, часто с растительностью. Большинство каналов имеет капитальные крепления, русловые гидротехнические сооружения, которые в процессе производства технологических операций необходимо защищать от повреждений рабочим органом машин. Кроме того, обычно дамбы, дренажные системы, каналы в благоприятный для проведения эксплуатационных и ремонтных работ период труднодоступны из-за наличия посевов на прилегающих площадях, значительный объем работ необходимо выполнять на наклонных откосах каналов, плотин и дамб.

Все эти и некоторые другие факторы требуют механизации производства работ с применением не только общестроительных, но и большого количества специальных ремонтно-эксплуатационных машин.

1. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-РЕМОНТНЫХ РАБОТ

1.1. Состав и особенности выполнения механизированных работ по обслуживанию, ремонту и реконструкции мелиоративных и водохозяйственных систем

К мелиоративным и водохозяйственным объектам, ремонт и эксплуатация которых производится с использованием специализированных машин, относятся плотины, дамбы, осушительные и оросительные каналы, осушительные и осушительно-увлажнительные дренажные системы, водоемы, отстойники, смотровые колодцы, водозаборные скважины, гидротехнические сооружения на каналах, дороги, стационарные насосные станции.

По аналогии с другими техническими объектами *эксплуатацию* мелиоративных объектов *можно разделить на производственную и техническую.*

Первая состоит в использовании эксплуатируемого объекта по назначению, *вторая* представляет собой комплекс технических, экономических и организационных мероприятий, обеспечивающих поддержание объекта в работоспособном состоянии.

Работоспособное состояние – состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Процесс перевода объекта из неработоспособного состояния в работоспособное называется *восстановлением*.

Кроме эксплуатации на объектах выполняются *ремонт*ы, может производиться их *реконструкция*, *модернизация* или *улучшение*. Наиболее трудоемкими и важными являются ремонтные работы, поэтому часто операции технической эксплуатации называют эксплуатационно-ремонтными, или ремонтно-эксплуатационными.

Ремонт – это комплекс мероприятий по восстановлению исправности или работоспособности объектов и восстановлению ресурсов объектов или их составных частей.

В Республике Беларусь действуют **Правила эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений**, утвержденные постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10 июля 2009 г. № 920 (далее – Правила).

Согласно этим Правилам к *основным мерам по обеспечению работоспособности мелиоративных систем* относят ремонтно-эксплуатационные работы, включающие в себя технический уход, текущий, капитальный и аварийный ремонты, агромелиоративные мероприятия и реконструкцию.

Ремонтно-эксплуатационные работы включают в себя управление водным режимом с помощью водорегулирующих сооружений, а также различные виды ремонта.

При выполнении *технического ухода* обеспечивается устранение мелких повреждений, выполнение профилактических мероприятий в целях восстановления работоспособности элементов систем и сооружений.

Основные объемы при техническом уходе составляют земляные работы, окашивание и очистка русла, в сумме занимающие более 70 % всех затрат по уходу.

Текущий ремонт производится в целях предотвращения дальнейшего интенсивного износа, а также для восстановления работоспособности и устранения повреждений мелиоративных систем, конструкций и инженерного оборудования сооружений.

Капитальный ремонт – это ремонт, связанный с восстановлением основных физико-экономических и потребительских качеств мелиоративных систем, утраченных в процессе эксплуатации. При капитальном ремонте мелиоративных систем восстанавливают каналы, дамбы, плотины, перегораживающие водопропускные сооружения, очищают, ремонтируют или перекадывают дренажи, коллекторы, очищают водоприемники и т. д.

Аварийный ремонт включает в себя непредвиденные и неотложные работы по ликвидации разрушений каналов, дамб, дорог, сооружений и других элементов мелиоративных систем, возникающих в результате чрезвычайных ситуаций.

Агромелиоративные мероприятия предусматривают планировку поверхности, разуплотнение почв, узкозагонную вспашку, бороздование, профилирование, кротование, глубокую вспашку, глубокое безотвальное рыхление, шелевание, удаление древесно-кустарниковой, сорной растительности и камней с полей, что обеспечивает отвод избыточных вод по поверхностному и пахотному слою почвы, увеличение внутрипочвенного стока и перевод его в дренажный, создание дополнительных запасов продуктивной влаги в подпахотном горизонте, улучшение теплового режима и биологической активности почв.

Реконструкция – комплексное переустройство мелиоративной системы с изменением ее типа или параметров, осуществляемое в случае выхода из строя большинства подсистем или невозможности действующего варианта системы обеспечить необходимый водный режим ранее мелиорированных земель.

Основными задачами, решение которых обеспечивает максимальную эффективность осуществляемых мелиоративных работ, являются:

поддержание посредством управления водорегулирующими сооружениями благоприятного водного режима осушенных земель, обеспечивающего получение расчетной продуктивности сельскохозяйственных культур за счет своевременного проведения агротехнических работ и уборки урожая, а также недопущения ухудшения экологической обстановки, связанной с водным режимом мелиорированных и сопредельных территорий;

своевременное проведение регламентных работ по техническому уходу, обеспечивающее поддержание мелиоративных систем в исправном состоянии с целью максимального увеличения межремонтного периода не менее чем на 10–15 лет;

максимальное использование при ремонте и реконструкции сохранившихся в исправном состоянии конструкций и элементов мелиоративных систем. В соответствии с этим в случае выхода из строя отдельных подсистем, таких, как дренаж, открытая сеть, водорегулирующие сооружения, осуществляются соответствующие виды ремонта или агромелиоративных мероприятий;

проведение агромелиоративных мероприятий на мелиорированных землях, на которых в работоспособном состоянии находится осушительная сеть;

внедрение экономичных проектных решений, ресурсосберегающих технологий, конструкций, машин, механизмов при осуществлении реконструкции мелиоративных систем, агромелиоративных мероприятий и ремонтно-эксплуатационных работ;

реконструкция мелиоративных систем, осуществляемая только при физическом износе всех основных подсистем мелиоративной сети, а также если действующий вариант системы не может обеспечить требуемый водный режим, что ведет к вторичному заболачиванию и полному выходу земель из сельскохозяйственного использования. Объемы работ, выполняемые при реконструкции мелиоративных систем, по капитальным затратам нередко приближаются к новому строительству, в связи с чем их осуществление требует обоснования на каждом

конкретном объекте. При проведении реконструкции осуществляется новое полномасштабное проектирование системы. Выбор экономически и экологически оптимальных параметров систем осуществляется на основе многовариантных расчетов с учетом установленных после-мелиоративных изменений водно-физических, гидрологических и других расчетных показателей. Реконструкция мелиоративных систем включает в себя и комплекс агро-мелиоративных и других мероприятий, направленных на улучшение водоотводящих свойств осушаемых почв.

При реконструкции необходимо предусматривать мероприятия по усилению экологической устойчивости территорий путем разукрупнения мелиоративных (пolderных) систем, устройства лесополос, создания экологических ниш, миграционных коридоров на наиболее заболоченных участках и выходах напорных грунтовых вод.

При изготовлении проектно-сметной документации следует предусматривать устройство сети пунктов мониторинга по ежегодной оценке состояния торфяных почв.

Эффективные ремонтно-эксплуатационные работы должны обеспечивать проведение реконструкции мелиоративной системы не ранее чем через 15 лет после ее капитального ремонта, а период между реконструкциями должен составлять не менее 40 лет.

Для достижения максимального экономического эффекта от вложения средств в реконструкцию она должна осуществляться в хозяйствах, имеющих хорошие экономические показатели, расположенных на высокоплодородных землях с мелиоративными системами высокого технического уровня (осушительно-увлажнительные, водооборотные), на которых только неблагоприятный водный режим, в связи с неисправностью системы, лимитирует увеличение эффективности сельскохозяйственного производства.

Правила эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений содержат общие положения и регламентируют порядок и время проведения эксплуатационных работ на основных мелиоративных и водохозяйственных объектах.

Общие положения предписывают при организации и выполнении ремонтно-эксплуатационных работ на территории Республики Беларусь руководствоваться постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10 июля 2009 г. № 920, которым утверждены **Правила эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений**.

Настоящими Правилами определяется порядок эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС, осуществляемый пользователями мелиоративных систем и организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем.

В Правилах применяются следующие термины и определения:

мелиоративное состояние земель – система показателей, характеризующих соответствие почвенно-гидрологических условий и состояния почвенного покрова созданию благоприятного водного режима для сельскохозяйственных культур, лесов и иных насаждений, требованиям своевременного и качественного проведения сельскохозяйственных и лесохозяйственных работ (закустаренность, заkochкаренность, каменистость, наличие вымочек, подтопления, затопления, глубина грунтовых вод и их минерализация, пестрота почвенного покрова и наличие переуплотненных прослоек, пересеченность рельефа, контурность полей);

оросительная система – мелиоративная система, предназначенная для орошения определенного земельного участка;

осушительная система – мелиоративная система, предназначенная для осушения определенного земельного участка;

осушительно-оросительная система – мелиоративная система, предназначенная для осушения и орошения определенного земельного участка;

осушительно-увлажнительная система – мелиоративная система, предназначенная для осушения и увлажнения определенного земельного участка;

эксплуатация (обслуживание) мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений – это поддержание их в технически исправном, работоспособном состоянии, обеспечение функционирования в режиме, установленном проектом мелиорации земель, путем оказания услуг по ремонту, устранению мелких повреждений, профилактике разрушений и поддержанию в исправном состоянии (технический уход) мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС.

Организация эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС.

Порядок организации эксплуатации (обслуживания) определяется вышеуказанными Правилами, нормативными правовыми актами, техническими нормативными правовыми актами и проектами мелиорации земель.

Началом эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС является дата утверждения акта приемки их в эксплуатацию с передачей пользователям мелиоративных систем, организациям по строительству и эксплуатации мелиоративных систем следующей технической документации:

- проектной документации по мелиорации земель;
- исполнительных чертежей по всем сооружениям;
- актов приемки скрытых работ;
- актов приемки и пусковых испытаний отдельных сооружений, оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры;
- актов приемки мелиоративных систем и сооружений в эксплуатацию;
- генерального плана мелиоративной системы;
- данных испытаний контрольных образцов бетона, арматуры, грунтов;
- ведомости постоянных реперов, актов геодезической разбивки сооружений.

Эксплуатация (обслуживание) мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений осуществляется пользователями мелиоративных систем или организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем на основании договора на оказание услуг по эксплуатации (обслуживанию) мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС.

Оказание услуг осуществляется в соответствии с Правилами, проектами мелиорации земель, сметами и техническими нормативными правовыми актами.

При выборе объектов мелиорации земель для ремонта мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС используют следующие материалы:

- данные обследования мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС и выполнения услуг по техническому обслуживанию;

- материалы инвентаризации мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС;

- данные о соответствии уровней воды в осушительной сети уровням, заданным проектом мелиорации земель;

- сведения о наличии подтоплений и неудовлетворительном водном режиме осушенных земель;

- фактические отметки водоприемников, магистральных, проводящих каналов и регулирующей сети;

- результаты ежегодных обследований;

- данные об эффективности использования мелиорированных земель.

На мелиоративных системах и отдельно расположенных ГТС ремонт отдельных элементов производится в порядке очередности, установленной проектной документацией по мелиорации земель.

Услуги по ремонту (аварийному ремонту) и техническому уходу оказываются в целях устранения мелких повреждений и неисправностей, препятствующих выполнению заданных проектом мелиорации земель функций.

При аварийном ремонте мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС оказываются следующие предупредительные и неотложно-восстановительные услуги:

срочный предупредительный ремонт (повышение надежности функционирования элементов мелиоративной системы) при возникновении опасности аварийных ситуаций;

срочное восстановление их элементов, разрушенных в результате стихийных явлений или нарушений Правил.

Периодичность оказания услуг по ремонту мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений осуществляется в соответствии с техническими нормативными актами.

Правилами эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС соответствующими подразделами регламентируется эксплуатация (обслуживание):

водоприемников и магистральных каналов;

проводящих регулирующих и ограждающих каналов;

сооружений на водоприемниках и открытой мелиоративной сети; закрытого дренажа;

дамб;

насосных станций;

дорог на мелиорированных землях;

осушительных и осушительно-увлажнительных систем;

оросительных и осушительно-оросительных систем;

мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС, расположенных на загрязненных радионуклидами землях.

Особенности эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС, расположенных на загрязненных радионуклидами землях.

Пользователи мелиоративных систем, организации по строительству и эксплуатации мелиоративных систем, имеющие в зоне своей деятельности загрязненные радионуклидами земли:

оказывают услуги согласно плану внутривладельческого земле-

устройства пользователей мелиоративных систем, организаций по строительству и эксплуатации мелиоративных систем с данными об уровнях радиоактивного загрязнения почв;

обеспечивают минимизацию перехода радионуклидов в продукцию растениеводства и лесного хозяйства до допустимых уровней;

обеспечивают оптимальные уровни грунтовых вод (0,6...0,8 м) в многолетних злаковых травах на мелкозалежных торфяниках;

обеспечивают контроль за созданием благоприятного водного режима по данным измерений уровней воды в каналах и на полях;

обеспечивают регулирование уровня грунтовых вод на основании разработок проектов мелиорации земель.

Пользователи мелиоративных систем и организации по строительству и эксплуатации мелиоративных систем при плотности загрязнения цезием-137 до 40 Ки/км² (1480 кБк/м²), стронцием-90 до 3 Ки/км² (111 кБк/м²) производят:

скашивание растительности на бермах и откосах каналов два раза за сезон, в июне – сентябре;

очистку каналов от наносов и ила механизированным способом при минимальных уровнях воды в каналах;

управление уровнями воды в каналах путем маневрирования затворами подпорных сооружений.

При плотности загрязнения мелиорированных земель цезием-137 более 40 Ки/км² (1480 кБк/м²) или стронцием-90 более 3 Ки/км² (111 кБк/м²) для каждого объекта мелиорации земель разрабатывают индивидуальную технологию и схему оказания услуг.

Для предотвращения выноса радионуклидов за пределы объекта мелиорации земель и поступления на объект мелиорации земель с прилегающей территории устраиваются отстойники на каналах, оградительные сети, дамбы, валики, крепление воронок и торцов каналов, залужение откосов каналов и прибрежных полос.

Природоохранные мероприятия.

Пользователи мелиоративных систем, организации по строительству и эксплуатации мелиоративных систем обеспечивают выполнение требований по соблюдению природоохранных мероприятий на объектах мелиорации земель и на отдельно расположенных гидротехнических сооружениях, а также требований нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды, поддержание в исправном состоянии всех природоохранных сооружений и устройств на мелиорированных землях и на прилегающей территории (отстойники твердого

стока, противоэрозионные, биоинженерные, рыбозащитные и другие сооружения).

В состав природоохранных мероприятий, осуществляемых пользователями мелиоративных систем и организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем при эксплуатации (обслуживании) мелиоративных систем, входят:

- своевременное внесение предложений об изменении принятых решений, влияющих на охрану земельных и водных ресурсов;

- соблюдение режима содержания водоохраных зон и прибрежных полос вдоль водоприемников и каналов для исключения загрязнения, засорения и истощения вод;

- устройство постоянных и временных отстойников на мелиоративных системах;

- применение биологических методов очистки и аэрирование воды;

- обеспечение гарантированного (санитарного) расхода на зарегулированных водотоках;

- оперативное управление водным режимом на системах двухстороннего действия и водооборотных системах;

- обеспечение на осушительно-увлажнительных системах режима увлажнения, не допускающего проникновения сточных вод и смыкания их с грунтовыми водами;

- обеспечение ухода и сохранности лесозащитных полос, расположенных вдоль каналов и дорог, посадок вокруг насосных станций, гидротехнических сооружений, рядом с дамбами обвалования, реками-водоприемниками, по берегам прудов и водохранилищ;

- оказание услуг по восстановлению состава древесных пород, очистке лесозащитных полос, скашиванию травянистой растительности;

- проведение противоэрозионных мероприятий, включающих дополнительное создание лесозащитных полос, увлажнение земель в засушливые периоды, закрепление участков, подвергаемых водной и ветровой эрозии почв;

- предотвращение загрязнения вод в каналах и водоприемниках на осушенных землях при внесении удобрений и пестицидов. В случае установления загрязнения вод в каналах и водоприемниках мелиоративных систем пользователи мелиоративных систем, организации по строительству и эксплуатации мелиоративных систем обязаны поставить в известность местные исполнительные и распорядительные органы и территориальные органы Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды (далее – Минприроды).

Эксплуатация (обслуживание) мелиоративных систем и отдельно

расположенных гидротехнических сооружений в границах особо охраняемых природных территорий (заповедники, национальные парки, заказники и памятники природы) осуществляется в соответствии с Правилами по согласованию с территориальными органами Минприроды, а также государственными природоохранными учреждениями, осуществляющими управление особо охраняемыми природными территориями.

Эксплуатация (обслуживание) мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений, расположенных в охранных зонах особо охраняемых природных территорий (заповедников, национальных парков, заказников и памятников природы), осуществляется в соответствии с проектами мелиорации земель, локальными сметами.

В состав оказываемых услуг на объектах мелиорации земель, расположенных в охранных зонах особо охраняемых природных территорий (заповедников, национальных парков, заказников и памятников природы), входят:

- ремонт мелиоративных систем;
- очистка каналов от заиления и водной растительности при заилении 30 см и более;
- разравнивание кавальеров;
- ремонт гидротехнических сооружений;
- организация поверхностного стока (устройство ложбин, воронок, восстановление дренажных устьев);
- технический уход:
- сводка древесно-кустарниковой растительности;
- скашивание растительности на откосах каналов;
- маневрирование затворами гидротехнических сооружений;
- обслуживание и ремонт дамб, дорог;
- очистка каналов, осушителей при объеме подчистки менее 0,3 м³ на погонной длине канала 1 м.

Услуги выполняются согласно проектам мелиорации земель и локальным сметам.

Эксплуатация (обслуживание) мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС, расположенных за пределами охранных зон особо охраняемых природных территорий, осуществляется в соответствии с проектами мелиорации земель, локальными сметами.

Отношения в области охраны и использования мелиорированных земель, а также использования, охраны и защиты лесного фонда, использования вод, возникающие при проведении мелиоративных меро-

приятий, не урегулированные Правилами, регулируются Законом Республики Беларусь «О мелиорации земель», законодательством об охране и использовании земель, законодательством об использовании, охране и защите лесов, законодательством об охране и использовании вод.

Права и обязанности пользователей мелиоративных систем и организаций по строительству и эксплуатации мелиоративных систем.

Организации по строительству и эксплуатации мелиоративных систем имеют право:

- участвовать в комиссиях по приемке объектов мелиорации земель организаций других ведомств, связанных с восстановлением нарушенных мелиоративных систем;

- участвовать в рассмотрении проектов мелиорации земель на техническом совете до их утверждения;

- принимать участие в разработке перспективных планов оказываемых услуг, восстановления с модернизацией элементов мелиоративных систем в обслуживаемой зоне;

- осуществлять наблюдение за использованием мелиорированных земель, принимать меры по устранению фактов отклонений в направлениях и структуре использования мелиорированных земель от заданной проектами мелиорации земель;

- вносить совместно с пользователями мелиоративных систем местным исполнительным и распорядительным органам предложения о повышении эффективности использования мелиорированных земель, приведении структуры их использования в соответствие с установленной проектами мелиорации земель;

- распределять воду между водопользователями в соответствии с утвержденными лимитами водопользования или планами (графиками) регулирования водного режима;

- устанавливать по согласованию с местными исполнительным и распорядительными органами ограничения объемов оказываемых услуг по техническому обслуживанию и регулированию водного режима почв на мелиоративных системах;

- ограничивать подачу воды водопотребителям пропорционально уменьшению водности вод источника или в случае бесхозяйственного использования воды землепользователями;

- информировать исполнительные и распорядительные органы о виновных в повреждении мелиоративных систем.

Пользователи мелиоративных систем имеют право:

- требовать соблюдения выполнения технологии и качества оказываемых услуг, вносить в установленном порядке предложения об устранении нарушений;

- не принимать и не оплачивать некачественно оказанные услуги по техническому обслуживанию и регулированию водного режима почв на внутрихозяйственной части мелиоративных систем;

- участвовать в приемке оказанных им услуг на мелиоративных системах;

- получать и использовать для увлажнения и орошения земель воду в необходимых объемах и в установленные сроки из водоисточников межхозяйственного значения.

Организации по строительству и эксплуатации мелиоративных систем обязаны:

- при проведении мелиорации земель соблюдать права и законные интересы пользователей мелиоративных систем и иных лиц;

- по согласованию с пользователями мелиоративных систем регулировать водный режим;

- проводить эксплуатационные мероприятия в соответствии с Правилами и инструкциями;

- совместно с местными исполнительными и распорядительными органами участвовать в разработке ежегодных и перспективных планов оказываемых услуг по эксплуатации (обслуживанию) мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений;

- выполнять установленный комплекс оказываемых услуг (техническую эксплуатацию) на мелиоративных системах, используя новейшие технологии, обеспечивая необходимый уровень работоспособности их элементов, своевременное и качественное устранение возникающих дефектов и повреждений;

- осуществлять наблюдения за техническим состоянием всех элементов мелиоративных систем и их работоспособностью;

- своевременно выявлять дефекты, повреждения и наступление аварийного состояния сооружений и оборудования;

- осуществлять мероприятия по пропуску весенних и летне-осенних паводков;

- проводить наблюдения за динамикой отложения наносов, формированием зажоров и заторов;

- обеспечивать безаварийный пропуск шуги и льда;

- проводить по согласованию с пользователями мелиоративных си-

стем необходимые агромелиоративные и природоохранные мероприятия;

проводить мероприятия по подготовке мелиоративных систем, включая и мелиорированные земли, к пожароопасному периоду, оказывать помощь пользователям мелиоративных систем (по договорам) в подготовке и проведении противопожарных мероприятий на торфяниках (землях лесного фонда);

внедрять и максимально использовать производительные ресурсосберегающие механизмы и технологии при оказании услуг, развивать рационализацию и изобретательство в целях сокращения затрат, повышения производительности, снижения себестоимости, улучшения качества технической эксплуатации мелиоративных систем, поддержания их высокой работоспособности и обеспечения долговечности;

вести учет оказанных услуг, обеспечивать своевременное представление установленной отчетности;

обеспечивать экологическую безопасность при проведении мелиоративных мероприятий;

своевременно и качественно оказывать услуги в объемах, согласованных с местными исполнительными и распорядительными органами;

качественно управлять двухсторонним регулированием водного режима почв на мелиорированных землях в согласованные с пользователем мелиоративных систем сроки;

обеспечивать безаварийную работу и своевременное проведение неотложных ремонтно-восстановительных (аварийных) услуг на мелиоративных системах.

Пользователи мелиоративных систем обязаны:

участвовать с организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем в разработке ежегодных планов оказания услуг на мелиоративных системах;

заключать с организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем договоры на оказание услуг (техническое обслуживание и регулирование водного режима мелиоративных систем) или осуществлять эти услуги своими силами по согласованию с организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем;

использовать мелиорированные земли в соответствии с проектами мелиорации земель;

разрабатывать с организацией по строительству и эксплуатации мелиоративных систем ежегодные и перспективные планы проведения мелиоративных мероприятий;

проводить необходимые противопожарные мероприятия на осушенных торфяниках;

обеспечивать сохранность прудов, копаней, дамб, плотин, водосбросных и других водохозяйственных сооружений, находящихся на балансе;

обеспечивать безаварийный пропуск шуги и льда;

осуществлять наблюдения за мелиоративным состоянием земель, фиксировать места нарушений водного режима и информировать о них организации по строительству и эксплуатации мелиоративных систем;

сохранять и рационально использовать торфяные почвы;

сохранять и повышать продуктивность земель;

вести и предоставлять в установленном порядке отчетность по использованию мелиорированных земель;

использовать мелиорированные земли по целевому назначению в рамках действующего законодательства;

возмещать в установленном порядке убытки организации по строительству и эксплуатации мелиоративных систем за причиненный ущерб мелиоративным системам или несоблюдение Правил;

осуществлять использование мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений в соответствии с проектом мелиорации земель.

1.2. Система планово-предупредительных ремонтов

Эффективность технической эксплуатации мелиоративных объектов во многом зависит от принятой системы (структуры) технических обслуживаний и ремонтов. Ремонтно-эксплуатационные работы целесообразно выполнять при обнаружении дефектов или путем осуществления системы планово-предупредительных ремонтов (ППР).

Система ППР – это совокупность организационно-технических мероприятий по поддержанию мелиоративного объекта в исправном состоянии при сохранении всех его параметров, близкими к проектным, для обеспечения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на мелиорированных землях, а также увеличения межремонтных периодов и снижения эксплуатационных расходов.

Система ППР предусматривает выполнение следующих организационно-технических мероприятий: осмотр (обследование), технический уход № 1 (ТУ-1), технический уход № 2 (ТУ-2), технический

уход № 3 (ТУ-3), текущий ремонт (ТР), капитальный ремонт (КР) и аварийный ремонт (АР).

Такие объекты, как насосные станции, дизель-электростанции, дождевальные машины, машины для обслуживания мелиоративных систем, имеют свою систему ППР.

Мелиоративные системы *осматривают* три раза в год – два раза весной (перед и после паводка) и осенью. Кроме того, осмотры проводят по заявлениям землепользователей, при появлении признаков неудовлетворительной работы системы, после выпадения обильных осадков, после крупных аварий или стихийных бедствий.

Цель осмотров – оценка состояния объектов, составление плана работ и при необходимости составление проектно-сметной документации на производство ремонтных работ или актов на доукомплектование объекта.

Технические уходы являются профилактическими мероприятиями, направленными на увеличение срока службы объекта, повышение его безотказности, увеличение межремонтного цикла и снижение затрат на эксплуатацию.

ТУ-1 выполняют в зимний и предпосевно-посевной периоды.

Выполняется расконсервация объекта, очистка от снега и льда устьев коллекторов, отверстий труб-переездов, осуществляются мероприятия по предотвращению заторов льда в каналах, пропуску паводка, заготавливается камень, хворост, фашина, мешки с песком, ремонтируются дороги, ГТС, мосты, окрашиваются, смазываются и опробуются подвижные элементы водоподпорных и водорегулирующих сооружений, ремонтируется бетонная облицовка каналов, исправляются места размывов и оползней рек и каналов и т. п.

ТУ-2 проводят в вегетационный период с целью регулирования водного режима, очистки каналов от наносов и растительности, местного ремонта дрен, ремонта крепления каналов дерном и подсевом трав, удобрения и подсева трав на каналах и вдоль дорог, устранения оползней, перекатов и завалов, удаления посторонних предметов, nivelировки смотровых колодцев, водоприемников и каналов, заделки трещин в ГТС.

ТУ-3 осуществляется в осенне-зимний период с целью консервации и предзимней подготовки системы. Выполняется промывка трубопроводов, оценка их состояния под напором, опорожнение сети от воды, окраска трубопроводов и арматуры, нанесение защитных покрытий, расчистка колодцев, сточных воронок, борозд и кюветов, защита от-

верстий и дорожных сооружений от снега, удаление водной растительности из каналов, вырубка кустарника, исправление покрытия дорог, ремонт гидрометрических пунктов береговой и дорожной обстановки, оборудования подпорных сооружений.

Ремонты в системе ППР характеризуются межремонтным циклом, межремонтным периодом и структурой ремонтного цикла.

Под *межремонтным циклом* понимается время эксплуатации объекта между двумя очередными капитальными ремонтами, а для вновь построенного объекта – время от начала эксплуатации до первого КР.

Межремонтный период – это время эксплуатации объекта между двумя любыми очередными плановыми ремонтами.

Структурой ремонтного цикла является чередование осмотров, техуходов и ремонтов в определенной последовательности через определенные промежутки времени.

Текущий ремонт выполняется эксплуатационным персоналом, как правило, ежегодно. Объем работ устанавливают в ходе обследования объекта. На основании результатов обследования составляют дефектные ведомости и график проведения ремонтов частей объекта. Поэтому его еще называют *профилактическим*.

Капитальный ремонт может быть выборочным и комплексным. При выборочном ремонтируют отдельные части объекта, при комплексном – весь объект. Капитальный ремонт каждого объекта имеет свои особенности, поэтому его выполняют по заранее составленным и утвержденным проектам и сметам.

Типичными работами при КР являются: восстановление первоначальных проектных параметров каналов, дамб, плотин; крепление русел и откосов каналов; крепление откосов плотин и дамб; замена изношенных или поврежденных элементов ГТС; ремонт и замена трубопроводов и запорно-управляющей арматуры; прочистка или перекладка вышедших из строя дренажных и коллекторных труб; прокладка дополнительных дрен и каналов; замена и восстановление устьев, поглощательных и смотровых колодцев; строительство дополнительных колодцев, дорог, труб-переездов, плотин, мостов; ремонт дорог; установка насосного и прочего оборудования.

Аварийный ремонт является непланируемым и выполняется для устранения неисправностей объекта, возникающих в результате стихийного бедствия, нарушений правил эксплуатации или других подобных причин.

1.3. Планирование капитальных ремонтов

Капитальный ремонт назначают, если сметная стоимость ремонтных работ составляет 20...50 % от балансовой стоимости объекта.

Однако капитальные ремонты следует проводить, исходя из соображений минимизации затрат.

Существуют *три метода назначения сроков ремонта – по состоянию параметров, по календарным срокам и комбинированный.*

В первом случае ремонт назначают, когда контролируемые параметры объекта вышли за допустимые пределы. Например, дренаж осушительной системы достигли предельного заилиения. Во втором случае основанием для решения о назначении КР является время эксплуатации объекта после ввода его в действие или время, прошедшее после последнего КР объекта и соотнесенное с рекомендуемыми нормативными сроками проведения ремонтов. Комбинированный способ предусматривает совмещение двух первых методов. Например, если при эксплуатации осушительной системы открытые каналы требуют ремонта, а закрытый дренаж не утратил работоспособности, то открытая сеть может быть подвержена КР по состоянию параметров, а закрытая сеть будет ремонтироваться по календарным срокам.

При определении оптимальных сроков исходят из соображений минимизации удельных затрат на производство продукции.

Принцип определения оптимальных сроков КР можно рассмотреть на примере использования мелиорированного участка, осушаемого закрытым дренажем (рис. 1.1).

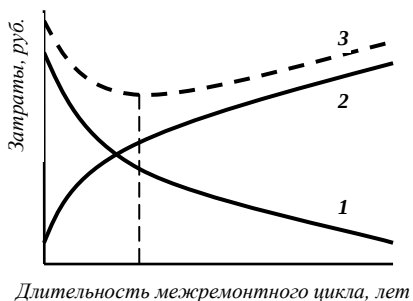


Рис. 1.1. Зависимость затрат от периодичности КР: 1 – затраты на ремонт, отнесенные к длительности межремонтного цикла; 2 – затраты на производство единицы продукции; 3 – суммарные затраты

Увеличение межремонтного цикла ведет к снижению частоты ремонтов и, соответственно, снижению общих затрат на их проведение. Характер этой зависимости ориентировочно отражен кривой 1. Однако это ведет к заболачиванию участка, которое затрудняет проведение сельхозработ и снижает урожайность выращиваемых культур, что ведет к росту затрат на получение единицы сельскохозяйственной продукции (кривая 2). Кривая 3, описывающая суммарные затраты от ухудшения работоспособности дренажной сети, имеет минимум, соответствующий оптимальному сроку проведения КР.

В системе ППР планирование призвано решить следующие основные задачи:

- установление и назначение сроков ремонта;
- согласование ремонтного периода с землепользователем с целью своевременного и полного производства работ для обеспечения бесперебойного действия эксплуатируемого объекта;
- оптимальное использование средств механизации, оборудования и рабочей силы;
- своевременное приобретение необходимых строительных и топливно-смазочных материалов, машин и оборудования;
- обеспечение необходимыми трудовыми ресурсами.

1.4. Особенности технической эксплуатации дождевальных машин и насосных станций

Дождевальная техника относится к сельскохозяйственной технике, и на нее распространяется та же система технического обслуживания, которая, однако, должна учитывать особенности эксплуатации дождевальной техники. Для дождевальных машин предусмотрены следующие виды организационно-технических воздействий по поддержанию работоспособности (ГОСТ 32617–2014):

- техническое обслуживание, выполняемое при подготовке, проведении и по окончании эксплуатационной обкатки (ТО-Э);
- ежесменное техническое обслуживание (ЕТО);
- первое техническое обслуживание (ТО-1);
- второе техническое обслуживание (ТО-2);
- третье техническое обслуживание (ТО-3);
- обслуживание при постановке на длительное хранение (консервация) (ТО-О);
- обслуживание при длительном хранении (ТОхр);

обслуживание при снятии с длительного хранения (расконсервация) (ТО-В);

текущий ремонт (ТР);

капитальный ремонт (КР).

Обслуживание ТО-Э производится после монтажа машины, выполняется оператором-поливальщиком совместно с монтажниками и включает в себя операции ЕТО и ТО-1.

В процессе эксплуатации машин ЕТО выполняется оператором-поливальщиком, а более сложные виды ТО могут выполняться специальными звеньями (2–3 человека) организации-подрядчика с привлечением ремонтно-обслуживающих и заправочных машин и использованием ее ремонтной базы для проведения ТР и КР.

При ЕТО производится очистка и осмотр машины, контроль состояния отдельных агрегатов в работе, дозаправка и смазка. Номерные ТО предусматривают выполнение ЕТО, смазочные и крепежные работы, промывку картеров редукторов, замену уплотнений насосов, очистку фильтров, замену рабочих жидкостей, диагностику, регулировочные работы и т. д.

Время работы фиксируется по фактически отработанному времени (время выдачи воды) машиной или по счетчику мото-часов, или по объему выданной воды, массе или объему израсходованного топлива, политой площади, числу сменных позиций или сделанных оборотов.

ТО-3 проводится для машин, базирующихся на тракторах или имеющих тракторный двигатель в качестве энергетического узла. При ТО-3 проводятся операции очередного ТО по дождевальному оборудованию и ТО-3 трактора. Современные тракторы имеют следующую периодичность обслуживания: ЕТО – 8...10; ТО-1 – 125; ТО-2 – 500; ТО-3 – 1000 мото-ч или часов работы.

ТО-О проводится после окончания поливного сезона при постановке на хранение. ТОхр проводят ежемесячно в осенне-зимний период и после сильного ветра или снегопада. ТО-В проводят весной при снятии с хранения. По возможности ТО-О, ТО-В и ТО-3 мобильных машин проводят на пунктах технического обслуживания или в мастерских.

ТО-О включает: очистку и мойку машины, доставку на место хранения, снятие отдельных сборочных единиц (аккумуляторы, дождевальные аппараты, шланги, приборы, проводка и т. п.) и подготовку их для хранения в складских условиях, герметизацию отверстий, восстановление окраски и нанесение защитных смазок, установку на подкладки и крепление машины, защиту пневматических колес.

При ТОхр проверяется: правильность установки машины, ком-

плектность, давление в шинах, надежность герметизации, состояние защитных покрытий, упаковок и чехлов.

ТО-В предусматривает: снятие машины с подставок, очистку машины, снятие консервирующих смазок, герметизирующих элементов и чехлов, установку снятых сборочных единиц и деталей, проверку и регулировку составных частей и машины в целом, сдачу на склад подставок, заглушек, бирок, чехлов, проверку работы машины, которая производится не позже чем за две недели до ожидаемого начала ее эксплуатации.

Для простых дождевальных машин, не имеющих собственного двигателя, ТО-3 обычно не предусматривается.

Передвижные насосные станции имеют два сезонных обслуживания (СТО-1 и СТО-2), ЕТО, ТО-1, ТО-2 и ТО-3, которые привязываются к структуре обслуживания базового трактора или энергетического агрегата. Данные по периодичности обслуживания насосных станций и их основных частей и оборудования приведены в табл. 1.1.

Пневмоход станций обслуживается при СТО-1 и СТО-2, а салазки и понтоны плавучих станций – только при СТО-2 по окончании сезона.

Основные работы по ТО дизельных станций связаны с обслуживанием двигателя, ходовой части и насосного оборудования, ТО выполняется по существующим для них правилам. Понтоны плавучих станций вытаскивают на берег, укладывают на подставки, осматривают, окрашивают и при необходимости ремонтируют.

Т а б л и ц а 1.1. Периодичность обслуживания насосных станций, их основных частей и оборудования, мото-ч

Вид ТО	Передвижные навесные, прицепные и плавучие с дизельным двигателем	Электрические	
		Механическая часть, низковольтная аппаратура	Электро-двигатель
СТО-1	В начале сезона		
ЕТО	8...10		
ТО-1	60	60	15 дней
ТО-2	240	240	Нет
ТО-3	960	960	Нет
СТО-2	В конце сезона		

При установке на насосную станцию двигателя с другой структурой технического обслуживания соответственно изменится и приведенная в табл. 1.1 структура обслуживания и самой насосной станции.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Поясните, в чем состоит необходимость выполнения и механизации работ по эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных объектов.
2. Дайте определение производственной и технической эксплуатации.
3. Перечислите основные меры по обеспечению работоспособности мелиоративных систем, предусмотренные Правилами эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений.
4. Перечислите основные виды механизированных работ по обслуживанию, ремонту и реконструкции мелиоративных и водохозяйственных объектов.
5. Дайте определение работоспособному состоянию, восстановлению, реконструкции.
6. Дайте определение системы планово-предупредительных ремонтов. Опишите совокупность организационно-технических мероприятий по поддержанию мелиоративного объекта в исправном состоянии.
7. Укажите цель осмотров и технических уходов. Назовите время их проведения и основные выполняемые работы.
8. Назовите, чем структурно характеризуются ремонты в системе ППР.
9. Дайте определение межремонтного периода и межремонтного цикла.
10. Укажите цель текущего ремонта, сроки его проведения и основные выполняемые работы.
11. Укажите цель капитального ремонта, сроки его проведения и основные выполняемые работы.
12. Перечислите способы назначения капитального ремонта. Объясните суть определения оптимальных сроков проведения капитального ремонта.
13. Назовите особенности технической эксплуатации дождевальных машин и насосных станций. Опишите структуру ТО и укажите основные работы, выполняемые при их обслуживании.

2. МАШИНЫ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ И РЕМОНТА КАНАЛОВ

2.1. Основные технологические операции по содержанию и ремонту каналов. Способы очистки каналов

На мелиоративных осушительных и оросительных системах важнейшим их составным элементом, во многом определяющим функционирование всей системы, является сеть каналов.

В результате ошибок при проектировании, нарушений технологии строительства, влияния различных природных факторов, нарушений правил эксплуатации сеть каналов теряет свою работоспособность.

В зависимости от причин утраты работоспособности для ее восстановления наиболее часто выполняются следующие *основные операции*: углубление и очистка русел каналов от наносов и заиления, удаление посторонних предметов, уход за сеяной травой, скашивание (уничтожение) сорной травянистой растительности на дне, откосах и бермах, срезание древесно-кустарниковой растительности, ремонт крепления русел и откосов, восстановление профиля и крепления.

При подготовке к вегетационному периоду выполняется очистка от снега и льда устьев коллекторов, осуществляются мероприятия по предотвращению заторов льда в каналах, пропуску паводка, заготавливается камень, хворост, фашина, мешки с песком, ремонтируются ГТС, окрашиваются, смазываются и опробуются подвижные элементы водоподпорных и водорегулирующих сооружений, ремонтируется бетонная облицовка каналов, исправляются места размывов и оползней каналов и т. п.

В вегетационный период производятся очистка каналов от наносов и растительности, ремонт крепления каналов дерном и подсевом трав, удобрение и подсев трав, устраняются оползни, перекаты и завалы, удаляются посторонние предметы.

По окончании вегетационного периода с целью консервации и предзимней подготовки выполняются окраска арматуры, нанесение защитных покрытий, удаление водной растительности из каналов, вырубка кустарника, ремонт гидрометрических пунктов береговой обстановки и оборудования подпорных сооружений.

Одним из основных видов работ на каналах является их очистка от наносов, что выполняется каналоочистительными машинами, и растительности, что выполняется каналоокашивающими машинами. Однако ряд каналоочистительных машин снабжен рабочими органами, пред-

назначенными и для удаления травянистой или древесно-кустарниковой растительности.

Очистка каналов производится гидравлическим, гидромеханическим, химическим, огневым, биологическим, газодинамическим, механическим, механическо-пневматическим и электроискровым способами.

Гидравлическая очистка (промывка) применяется, как правило, для удаления наносов в облицованных каналах путем организации течения воды с повышенными размывающими скоростями.

Гидромеханический способ заключается в применении земснарядов или землесосов для удаления илистых или песчаных отложений.

Химический способ служит для уничтожения растительности путем обработки канала веществами, уничтожающими или подавляющими растительность (гербицидами, дефолиантами, арборицидами). Способ является экологически опасным.

Очистка *огневым способом* осуществляется путем сжигания растительности рабочим органом, состоящим из ряда бензиновых или газовых горелок. Способ пожароопасен, особенно на торфяниках. В настоящее время запрещен.

Биологический способ предназначен для борьбы с сорной растительностью в периметре канала и заключается в ее подавлении путем засеивания откосов каналов кормовыми травами (люцерна, житняк), затенении приканальными древесными насаждениями и уничтожении растительности зарыблением каналов и водоемов белым амуром, карпом, толстолобиком. Белый амур поедает подводную и надводную часть тростника, рогоза, рдеста, роголистника, урути, съедая за сутки травы иногда больше собственной массы. Толстолобик, питаясь фитопланктоном, препятствует цветению воды и зарастанию водоемов.

При *газодинамическом способе* загрязнения из сухого облицованного канала выдуваются высокоскоростными газовыми струями.

Механический способ состоит в применении для содержания, ремонта и реконструкции каналов и других мелiorативных объектов общестроительных и специализированных эксплуатационных машин с механическим рабочим оборудованием.

Механическо-пневматический способ заключается в применении машин с механическим отделением удаляемой среды и пневматическом ее транспортировании за пределы канала.

Электроискровой способ предназначен для угнетения травяной растительности путем пропуска через нее электрического тока.

Для удаления растительности из каналов нередко применяются специализированные машины – косилки, подборщики, опрыскиватели, травосжигатели и т. п.

Способ очистки канала, технология его обслуживания и ремонта, вид назначаемых машин зависят, помимо прочего, от крепления канала, его назначения и размеров. В зоне осушения обычно строятся каналы следующих размеров (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Размеры каналов зоны осушения

Вид каналов	Глубина, м		Ширина по дну, м	Коэффициент заложения откосов
	минимальная	максимальная		
Осушители	1,0	1,7	0,2	0,5...1,5
Коллекторные	1,3	2,5	0,4	1...2
Магистральные	1,7	3,5	0,6 и более	1...2,5

В зоне орошения предусмотрено строительство мелиоративных каналов пяти типоразмеров. Их основные данные и максимально допустимая толщина наносов приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2. Размеры каналов стандартных типоразмеров и допустимая толщина наносов

Типоразмер канала	Глубина канала, м	Ширина по дну, м	Заложение откосов	Допустимая толщина наносов, м
Первый	0,5...1,0	0,4...0,8	1:1	0,28
Второй	1,0...2,0	0,6...2,0	1:1,5	0,5...0,6
Третий	1,5...3,0	1,2...3,0	1:1,5	0,8
Четвертый	2,0...4,0	3,0...5,0	1:1,5	0,8...1,2
Пятый	Более 4,0	Более 5,0	1:1,5	0,85

Для скашивания, уничтожения и удаления растительности из каналов обычно используются специальные машины или многоцелевые каналоочистители со специализированными рабочими органами.

2.2. Классификация каналоочистителей и основные требования, предъявляемые к ним

По назначению каналоочистители делятся на машины для удаления наносов, восстановления поперечного сечения каналов, многоцелевые.

По характеру выполнения рабочего процесса каналоочистители подразделяются на машины циклического и непрерывного действия.

Каналоочистители циклического действия обычно имеют одноковшовый рабочий орган с различными типами стрел и ковшей. Стрелы бывают навешенными спереди, сбоку, сзади, на поворотной платформе, на дополнительном ходовом устройстве.

Каналоочистители непрерывного действия *по виду рабочего органа* делятся на многоковшовые цепные, многоковшовые роторные, скребковые цепные, шнековые, фрезерные, отвально-фрезерные, водоструйные, комбинированные, со сменными рабочими органами и др.

По режиму передвижения в процессе работы машины делятся на машины позиционного действия и осуществляющие рабочий процесс в движении.

По зоне рабочего передвижения различают береговые, внутриканальные (внутрирусловые) и надканальные, или седлающие, каналочистители, движущиеся по откосу, берме и откосу, откосу и дну, двум откосам, со сменными зонами.

По типу ходового устройства каналочистители классифицируют как гусеничные, колесные, гусенично-колесные, с дополнительным опорным устройством, шагающие, плавучие, с наклоняющимися гусеницами.

По способу агрегатирования каналочистители делятся на навесные, полунавесные, прицепные, полуприцепные.

По направлению рабочего передвижения режущих или копающих элементов различают каналочистители продольного, поперечного и изменяемого направления копания или черпания.

По расположению оси вращения основного рабочего органа каналочистители непрерывного действия делят на каналочистители с вертикальной, горизонтальной, наклонной, регулируемой осями вращения и др.

Основными требованиями к каналочистителям являются следующие: достаточная проходимость, мобильность, устойчивость, возможность очистки каналов разных размеров, способность очищать канал без доделочных работ, возможность очищать дно и откосы одновременно, а при необходимости только дно или только откос, соблюдение требуемых параметров канала, способность удалять наносы от бровки канала, возможность очистки каналов в торфяных и минеральных грунтах, каналов сухих и с водой, в том числе с наличием растительных остатков и каменистых включений, высокая надежность, низкая себестоимость работ.

2.3. Каналоочистители непрерывного действия

Типичными рабочими органами каналоочистителей непрерывного действия являются многоковшовые цепные, многоковшовые роторные, скребковые цепные, шнековые, фрезерные, землесосные, щеточные, газодинамические, комбинированные. При выполнении очистки каналов рабочий орган машин данной группы устанавливается в нужное (рабочее) положение относительно канала и приводится в действие, а каналоочиститель начинает перемещаться с рабочей скоростью вдоль канала, обеспечивая тем самым очистку или профилирование канала. Часто эти машины могут использоваться также для обработки кюветов, водоводных лотков, откосов дамб и дорог.

Многоковшовый цепной рабочий орган поперечного копания схематически представлен на рис. 2.1. Он состоит из рамы рабочего органа 1, ковшей 2, ковшовой цепи 3, планирующего звена 4, лопастного метателя 5, ленточного конвейера 6, привода с ведущими звездочками 8. Приводимая в действие ведущими звездочками ковшовая цепь, охватывающая раму, движется вместе с закрепленными на ней ковшами, которые, боковой режущей кромкой срезая грунт, постепенно им заполняются. Для предотвращения вытекания переувлажненного грунта через заднюю кромку сверху ковш закрыт подвижным днищем 10, удерживаемым в исходном положении пружиной 9. Выйдя за пределы канала и поднявшись в зону выгрузки, ковш выступом на днище наталкивается на подпружиненный обрезиненный ролик 7. При этом днище ковша повернется (рис. 2.1, б) и вытолкнет грунт из ковша, после чего днище вернется в исходное положение. Удаляемый из ковшей грунт падает рядом с каналом в виде небольшого кавальера, который впоследствии потребует разравнивать. Для увеличения дальности отбрасывания извлекаемого грунта на рабочем органе может устанавливаться ленточный конвейер, на который будет попадать удаляемый из ковшей грунт, или лопастный метатель. Последний, кроме увеличения дальности отбрасывания, обеспечивает и распределение грунта относительно тонким равномерным слоем, не требующим разравнивания.

Существует также схема работы с одновременной установкой ленточного транспортера и приводимого от него цепной передачей метателя (рис. 2.1, а). Для перенастройки рабочего органа на очистку требуемого элемента профиля канала служит планирующее звено. Схема работы при очистке дна и откоса показана на рис. 2.1, а, откоса и частично дна – 2.1, в, дна – 2.1, г.

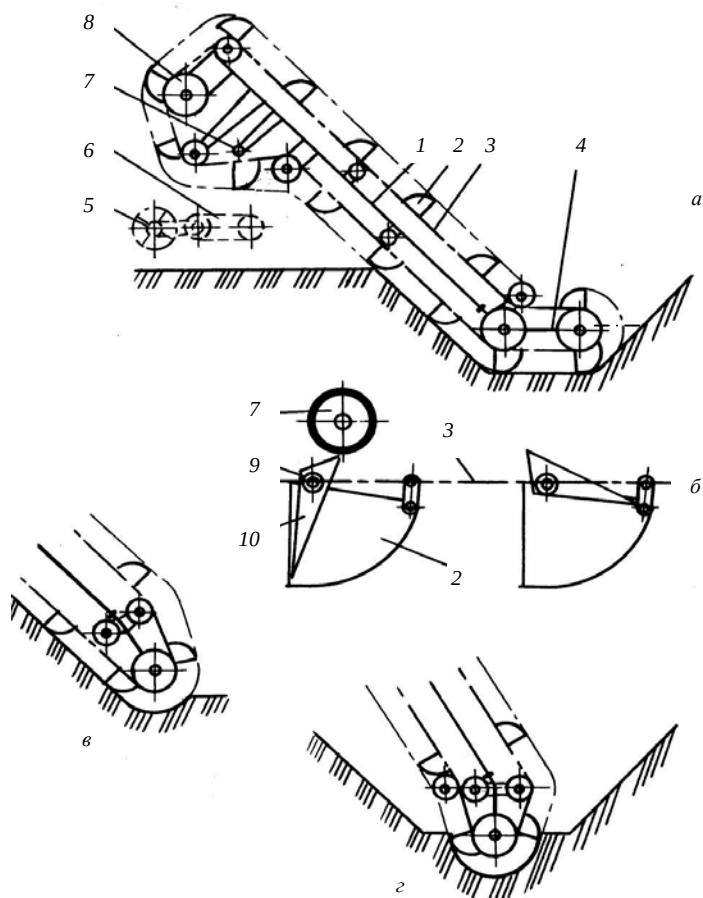


Рис. 2.1. Схема многоковшового цепного рабочего органа поперечного копания:

- a* – рабочий орган в сборе; *б* – процесс выгрузки грунта;
в – схема очистки откоса; *г* – схема очистки дна;
 1 – рама рабочего органа; 2 – ковши; 3 – ковшовая цепь;
 4 – планирующее звено; 5 – лопастный метатель;
 6 – ленточный конвейер; 7 – ролик подпружиненный;
 8 – ведущие звездочки; 9 – пружина; 10 – подвижное днище

Общий вид одной из марок (МР-15) каналоочистителя с цепным многоковшовым рабочим органом поперечного копания показан на рис. 2.2 и 2.3.

Рабочий орган 1 с метателем 2 присоединяется с возможностью поворота вокруг вертикальной оси к пилону 3. Органы управления расположены в кабине 6, силовая установка (дизельный двигатель с воздушным охлаждением) – под капотом 7. Каналоочиститель перемещается на двух гусеницах – основной 12 и дополнительной 14. Привод хода метателя и рабочего оборудования обеспечивается гидромоторами 8, 9, 11. Управление рабочим органом производится гидроцилиндрами 5, 10, 13.

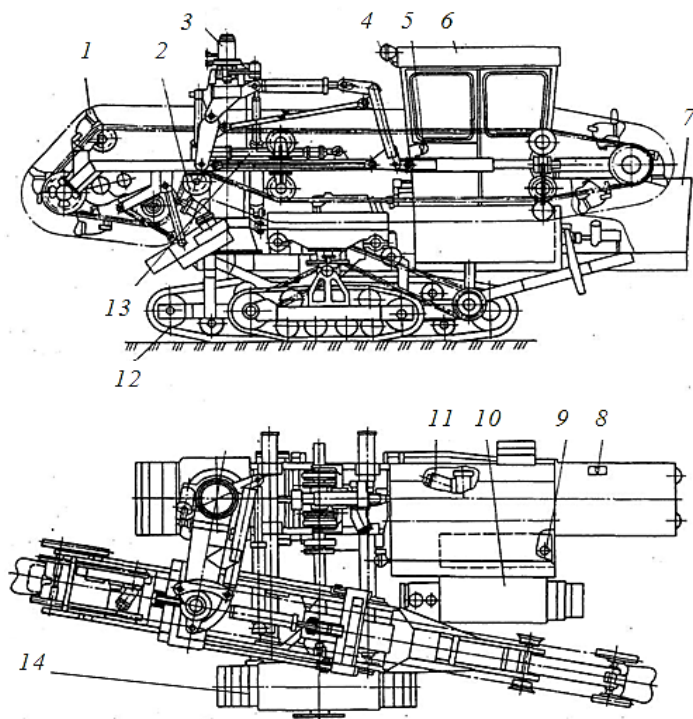


Рис. 2.2. Общий вид каналоочистителя МР-15 в транспортном положении: 1 – рабочий орган; 2 – метатель; 3 – пилон; 4 – освещение; 5, 10, 13 – гидроцилиндры; 6 – кабина; 7 – капот; 8, 9, 11 – гидромоторы; 12 – основная гусеница; 14 – дополнительная гусеница

Гусеницы между собой соединены двумя телескопическими балками и телескопическим валом, приводящим в движение дополнительную гусеницу, на которой для повышения устойчивости каналаочистителя может устанавливаться противовес.

Благодаря возможности поворота рабочего органа вокруг пилона каналаочиститель легко настраивается на работу по береговой или седлающей схемам, как показано на рис. 2.3. Здесь положение *а* соответствует береговой схеме работы, *б* – седлающей.

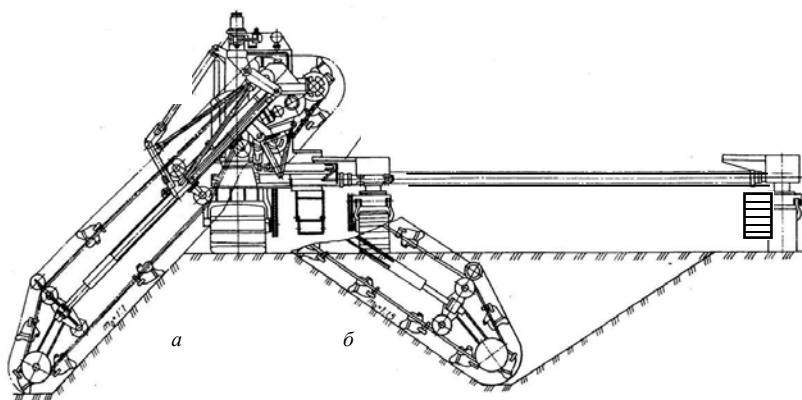


Рис. 2.3. Вид сзади на каналаочиститель МР-15 и схемы его работы:
а – береговая; *б* – седлающая

Схема многоковшового цепного каналаочистителя на базе одноковшового гидравлического экскаватора показана на рис. 2.4. Рабочий орган крепится к стреле 3 экскаватора 1, управляемой гидроцилиндром 2. Рукоять 5 управляется гидроцилиндром 4. Для задания нужного положения рабочего органа в канале предназначены гидроцилиндры 6 и 13. Возможность наклона и поворота рабочего органа обеспечивается двухплоскостным шарниром 14. Охватывающая направляющие ролики 12 ковшовая цепь 11 вместе с ковшами 10 приводится в действие от гидромотора. Ковши во время движения забирают наносы, поднимаются вверх и опрокидываются при огибании ведущего вала 7, после чего содержимое ковша попадает в приемный бункер 9 и далее на ленту транспортера 8, который удаляет наносы за пределы канала.

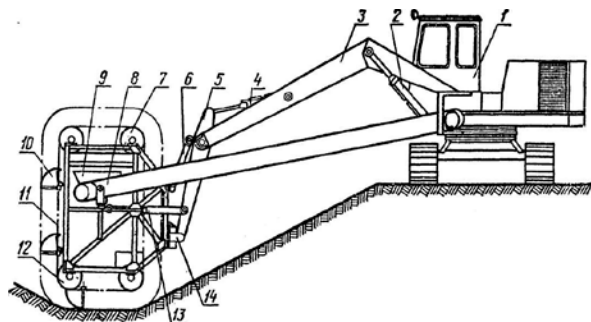


Рис. 2.4. Многоковшовый рабочий орган к экскаватору с гидравлическим приводом рабочего оборудования: 1 – экскаватор; 2 – гидроцилиндры; 3 – стрела; 4 – гидроцилиндр; 5 – рукоять; 6 – гидроцилиндр; 7 – ведущий вал; 8 – транспортер; 9 – приемный бункер; 10 – ковши; 11 – ковшовая цепь; 12 – направляющие ролики; 13 – гидроцилиндр; 14 – двухплоскостный шарнир

Другим сменным рабочим органом для очистки дна каналов является многоковшовый роторный рабочий орган с поворотным ротором. Схематически он показан на рис. 2.5.

По назначению и принципу действия он близок к рассмотренному выше многоковшовому цепному рабочему органу.

Ротор 3 базируется на раме 5. Ковши 1 забирают грунт и поднимают его к бункеру 2. Для преждевременного опорожнения ковшей служит стальной лист 6. После достижения ковшем верхнего края стального листа грунт из ковша выгружается в бункер, из которого попадает на отвальный ленточный транспортер 4.

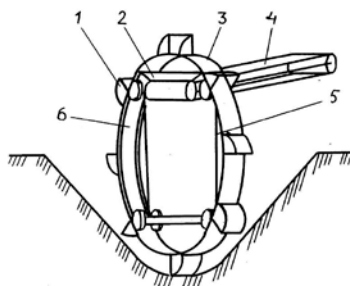


Рис. 2.5. Схема рабочего органа с многоковшовым поворотным ротором: 1 – ковши; 2 – бункер; 3 – ротор; 4 – ленточный транспортер; 5 – рама; 6 – стальной лист

По такой же схеме может работать *многоковшовый цепной рабочий орган с треугольной рамой*.

Многоковшовые рабочие органы обеспечивают хорошее качество работ, достаточно легко перенастраиваются, могут очищать облицованные и необлицованные каналы, удаляют наносы с растительностью, мелкими камнями и древесными остатками. Способны очищать сухие каналы и каналы с водой. Благодаря принудительной очистке ковшей могут работать в вязких и влажных грунтах. К недостаткам таких рабочих органов следует отнести их большую массу, многопроходность, относительно низкую производительность, конструктивную сложность.

Скребковые рабочие органы являются органами поперечного копания, очищающими откос (рис. 2.6, а), дно и откос (рис. 2.6, б), а также могут быть полнопрофильными (рис. 2.6, в).

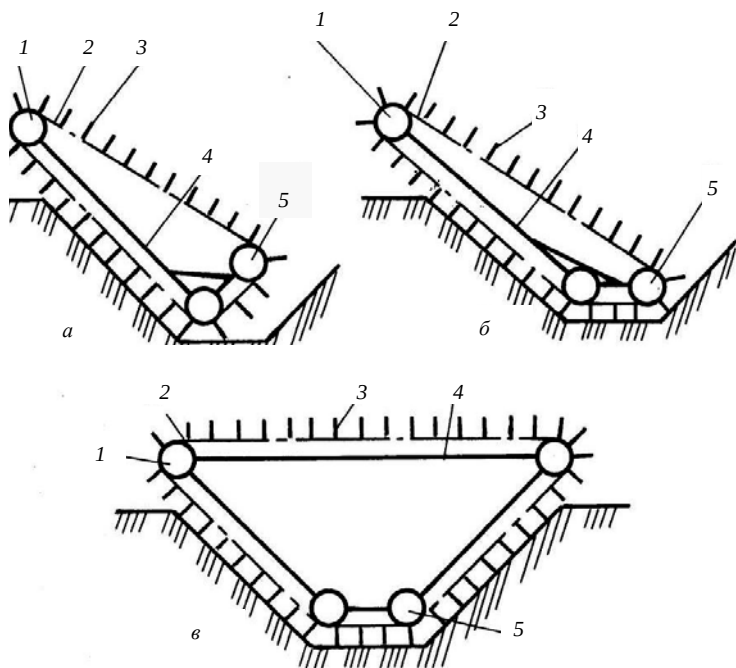


Рис. 2.6. Схема скребковых рабочих органов: а – очищающего откос; б – очищающего дно и откос; в – полнопрофильного; 1 – цепь; 2 – ведущая звездочка; 3 – скребки; 4 – рама рабочего органа; 5 – направляющая звездочка

Один из вариантов компоновки каналоочистителя со скребковым рабочим органом показан на рис. 2.7. Для повышения поперечной устойчивости каналоочиститель может быть снабжен боковым противовесом.

Рабочее оборудование каналоочистителя состоит из следующих частей: рамы 1, гидроцилиндров 2, 10 и 21, скребков 3, ведущей звездочки 4, валов 5, 12, 18 и 20, растяжек 6 и 9, натяжного ролика 7, рамы рабочего органа 8, редукторов 11, 13, 15 и 19.

Поскольку наносы, выносимые скребками из канала, размещаются рядом с его бровкой, необходимо выполнять их разравнивание с перемещением от канала. С этой целью каналоочистители могут быть оборудованы пассивным отвальным кавальероразравнивателем 16, управляемым гидроцилиндрами 14.

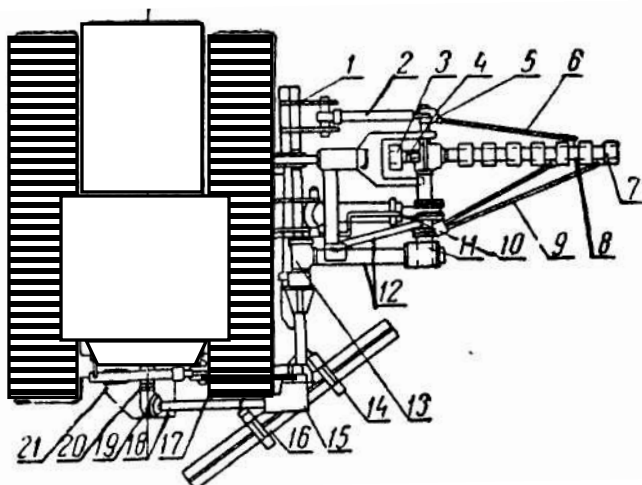


Рис. 2.7. Каналоочиститель со скребковым рабочим органом: 1 – рама; 2, 10, 21 – гидроцилиндры; 3 – скребки; 4 – ведущая звездочка; 5, 12, 18, 20 – валы; 6, 9 – растяжки; 7 – натяжной ролик; 8 – рама рабочего органа; 11, 13, 15, 19 – редукторы; 14 – гидроцилиндры; 16 – кавальероразравниватель; 17 – базовая машина

Достоинствами скребковых рабочих органов являются малая масса, простота конструкции, достаточно высокая скорость цепи. Их недостатки заключаются в следующем. Невозможно или крайне непроизводительно применение в грунтах с каменистыми или древесными включениями, в каналах с плотным дерновым покровом, в каналах,

заросших травой или кустарником, с высоким уровнем воды. Из-за повышенного изнашивания нежелательно очищать сухие каналы и удалять плотные наносы. Нельзя очищать только дно канала. Необходимо производить удаление вынутаго грунта от бровки канала. В связи с этим применение скребковых рабочих органов ограничено.

В Японии для очистки рек и каналов глубиной до 10 м разработан *радиуправляемый робот*, который, перемещаясь по дну, скребковым транспортером сгребаёт отложения и в виде пульпы переправляет их по трубопроводу на поверхность. Источником энергии служит дизель-электрическая станция, устанавливаемая на берегу. Робот оснащен устройством автоматической остановки перед препятствием. Местоположение робота под водой указывается установленным на нем прожектором. Рабочий процесс снимается видеокамерой и транслируется на монитор. Скорость движения составляет около 0,1 м/с, производительность – 14 м³/ч.

Шнековые рабочие органы отделяют грунт и перемещают его в осевом направлении вращающимся шнеком, который обычно частично охвачен кожухом. На рис. 2.8 показана схема шнекового рабочего органа с осью вращения, параллельной откосу, предназначенного для очистки и профилирования его.

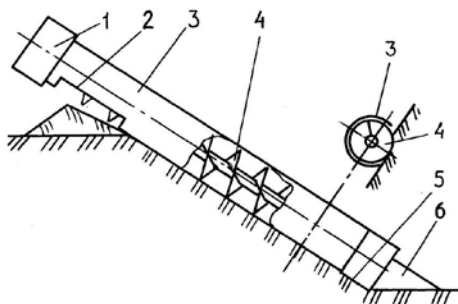


Рис. 2.8. Схема шнекового рабочего органа с осью вращения, параллельной откосу:
1 – привод; 2 – выгрузное окно; 3 – кожух; 4 – шнек; 5 – лья; 6 – пассивный отвал

Вращаемый приводом 1 шнек 4 срезает с откоса грунт и перемещает его вверх. Перемещаемый грунт находится внутри цилиндрической поверхности, образованной кожухом 3 и грунтом забоя. Выгрузка производится в кавальер на берму через выгрузное окно 2 в кожухе. Верх-

няя часть рабочего органа связана с базовой машиной и опирается на нее, а нижняя – на лыжу 5. Для обеспечения подчистки дна к нижней части кожуха крепится пассивный отвал 6, направляющий донные отложения к шнеку. Размещение извлеченных из канала наносов на его берме требует последующего их перемещения и планировки, поэтому шнеки нередко оснащены метателями или иногда работают в комбинации с фрезами.

На рис. 2.9 показаны: *а* – шнековый цилиндрический рабочий орган с соосным метателем и с осью вращения, параллельной откосу, предназначенный для его очистки; *б* – то же, но с метателем, имеющим ось вращения, перпендикулярную оси шнека.

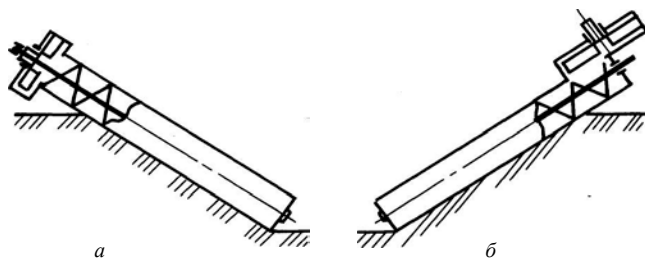


Рис. 2.9. Шнековые цилиндрические рабочие органы с осью вращения, параллельной откосу: *а* – с соосным метателем; *б* – то же, но с метателем, имеющим ось вращения, перпендикулярную оси шнека

Для очистки дна каналов используются рабочие органы, показанные на рис. 2.10. На рис. 2.10, *а* показан шнековый цилиндрический рабочий орган с горизонтальной осью вращения, предназначенный для очистки дна канала и совмещенный с фрезой, на рис. 2.10, *б* – то же, но с лопастным метателем.

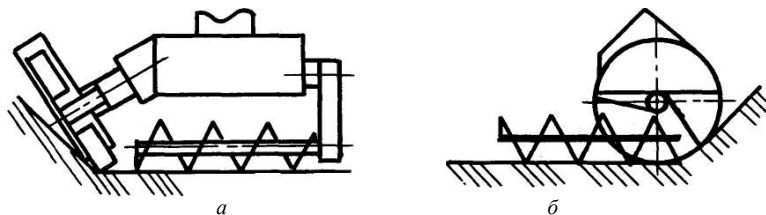


Рис. 2.10. Шнековые цилиндрические рабочие органы с осью вращения, параллельной дну канала: *а* – совмещенный с фрезой (торцевая центральная подача); *б* – с лопастным метателем

В зависимости от ширины очищаемого канала по дну положение двух последних рабочих органов может изменяться по отношению к оси канала. Метатели и фреза этих рабочих органов обеспечивают большую дальность отбрасывания (до 20 м) грунта и равномерное его распределение вдоль канала.

Вид каналоочистителя с цилиндрическим шнековым рабочим органом, очищающим откос, показан на рис. 2.11.

У данного каналоочистителя шнек дополнен метателем. Привод шнека и метателя обеспечивается от вала отбора мощности посредством вала с шарниром. Подъем и опускание производятся гидроцилиндрами с помощью рычажной системы. Для восприятия встречных нагрузок предназначен канат. Посредством этого же каната и гидромеханической лебедки рабочий орган устанавливается в транспортное положение вдоль трактора. Рабочий орган в этом случае горизонтален и параллелен продольной плоскости симметрии трактора и опирается на кронштейн стойки.

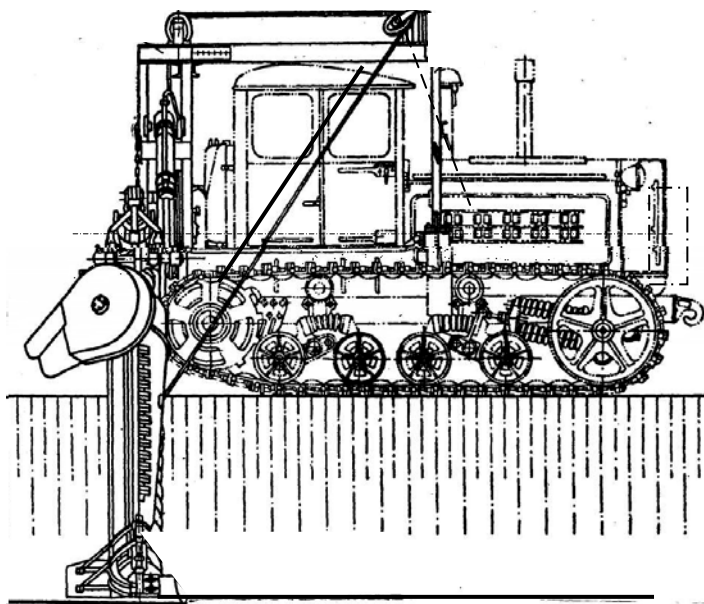


Рис. 2.11. Общий вид каналоочистителя с цилиндрическим шнековым рабочим органом

Для очистки дна каналов могут применяться машины со шнековым рабочим органом, установленным на понтонах, малогабаритном земснаряде или смонтированным на гусеничном или колесном шасси, перемещающемся по берме канала.

Плавучий каналочиститель (рис. 2.12) базируется на понтонах 1, на которых установлен крутонаклонный шнек 3 с осью вращения, лежащей в плоскости симметрии канала, приводимый во вращение от силовой установки 4. Нижняя часть шнека 5 может быть конической формы. Шнек забирает со дна грунт, перемешивает его с водой и посредством соосного метателя выбрасывает получающуюся пульпу за пределы канала.

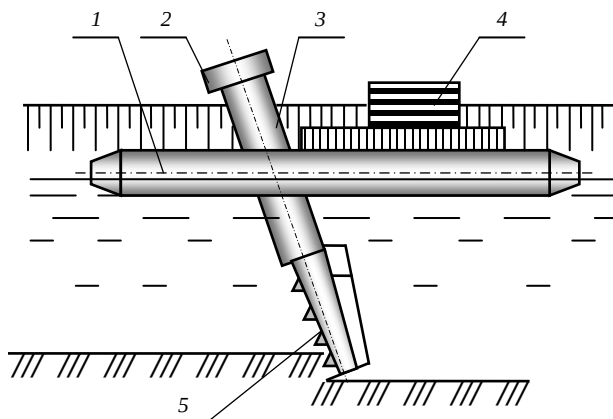


Рис. 2.12. Схема плавучего каналочистителя: 1 – понтоны; 2 – выгрузной бункер; 3 – шнек; 4 – силовая установка; 5 – нижняя часть шнека

Очистка и восстановление профиля небольших каналов в торфяниках может производиться рабочим органом, состоящим из конического шнека 1 (рис. 2.13) с вертикальной осью вращения, охваченного с тыльной стороны кожухом 2, и ротора-метателя 3, закрытого кожухом 4, имеющим два окна для выброса за пределы канала извлеченного из него вращающимся шнеком грунта. В качестве опоры в рабочем положении используются лыжи 5.

Фрезерные рабочие органы отличаются высокими скоростями резания (20 м/с и более) и имеют различное расположение оси вращения фрезы.

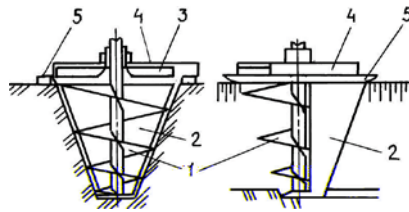


Рис. 2.13. Конический шнековый рабочий орган: 1 – конический шнек; 2 – кожух шнека; 3 – ротор-метатель; 4 – кожух ротора-метателя; 5 – лыжи

Схема работы каналоочистителя с фрезерным рабочим органом с осью вращения, параллельной оси канала, показана на рис. 2.14.

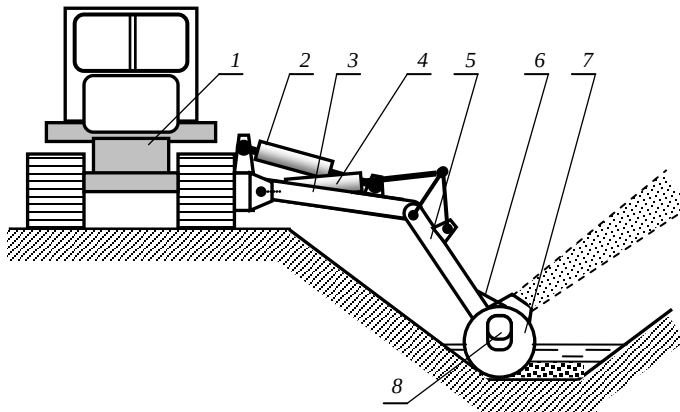


Рис. 2.14. Схема работы каналоочистителя с фрезерным рабочим органом: 1 – трактор; 2, 4 – гидроцилиндры; 3 – рама; 5 – рукоять; 6 – тяга; 7 – рабочий орган; 8 – гидромотор

Рабочий орган 7 обычно навешивается сбоку на колесный или гусеничный трактор 1 посредством рамы 3 и рукояти 5. Фреза приводится в действие от вала отбора мощности или от гидромотора 8. Подъем и опускание рамы и рукояти производятся гидроцилиндрами 2 и 4. Угол и дальность выброса наносов изменяются тягой 6.

Очистка канала производится при движении машины вперед, вместе с тем существуют каналоочистители, выполняющие процесс очистки при движении назад.

Фрезерный рабочий орган с осью вращения, параллельной оси ка-

нала, предназначен для очистки дна канала за один или несколько проходов. Основными составными частями рабочего органа (рис. 2.15, *а*) являются кожух 1, иногда называемой улиткой, и фреза, состоящая из диска 2 с закрепленными на нем ножами-лопатками 3. Лопатки имеют режущую кромку 6 и отогнуты вперед так, что отделенные и перемешанные с водой при наличии в канале наносы оказываются в полости, образованной ножом-лопаткой и кожухом. Это позволяет фрезе перемещать наносы к выбросному окну 5 и выбрасывать их за пределы канала. Дальность выброса может достигать 30 м, хотя, как правило, она составляет 12...15 м. Выброшенные наносы распределяются вдоль канала достаточно тонким слоем, что не вызывает необходимости их разравнивания.

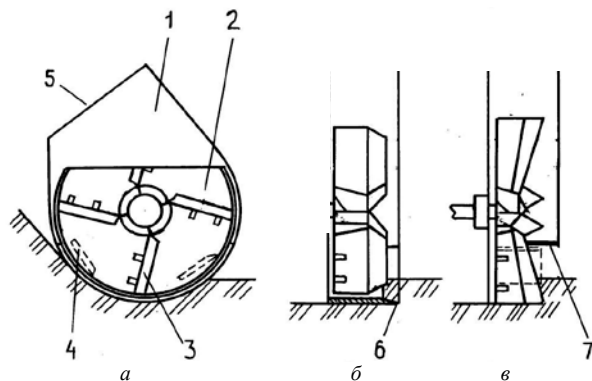


Рис. 2.15. Схемы фрезерных рабочих органов с осью вращения, параллельной оси канала: *а* – вид спереди; *б* – вид сбоку фрезы с кожухом, опирающимся о дно; *в* – вид сбоку фрезы с кожухом, не опирающимся о дно;

1 – кожух; 2 – диск; 3 – ножи-лопатки; 4 – дополнительные ножи;
5 – выбросное окно; 6 – режущая кромка; 7 – противорежущая кромка

В процессе очистки рабочий орган в зависимости от варианта исполнения может опираться кожухом о дно канала (рис. 2.15, *б*) или поддерживаться в нужном положении стрелой рабочего оборудования (рис. 2.15, *в*). Для срезания растительности на диске могут устанавливаться дополнительные ножи 4. В этом случае кожух имеет противорежущую кромку 7. При опоре кожуха о дно канала подрезание наносов производится режущей кромкой 6. Регулирование угла выброса пульпы производится путем поворота кожуха, наклоном рабочего ор-

гана или предусмотренной для этого заслонкой. Для увеличения компактности струи пульпы и снижения энергоемкости процесса ножи-лопатки к диску крепятся с отклонением назад от радиального положения.

Большая дальность отбрасывания наносов может привести к повреждениям культурных растений, которые, как правило, находятся рядом с очищаемым каналом или кюветом. В этом случае фреза должна быть настроена так, чтобы направление и дальность выброса обеспечивали сохранность растений, как это показано на рис. 2.16.



Рис. 2.16. Процесс очистки канала при наличии посевов на прилегающих территориях

В связи с работой в абразивной среде режущие кромки ножей довольно быстро изнашиваются. Существует *фреза с дисковыми ножами* (рис. 2.17), у которой ножи-лопатки изготовлены в виде дисковых наклоненных под углом к диску 7 фрезы ножей 3, имеющих по всему периметру режущую кромку. Ножи посредством кронштейнов 2 и лопаток 4 крепятся к диску 7 со ступицей 1, находящимися в кожухе. При затуплении работающей части режущей кромки ослабляют центральные болты 8, поворачивают дисковые ножи и фиксируют их так, чтобы в работу вступила незатупленная часть режущей кромки. По периферии диска установлены плоские ножи 5, которые при затупле-

нии режущих кромок также можно перемещать в радиальном направлении после ослабления болтов 6.

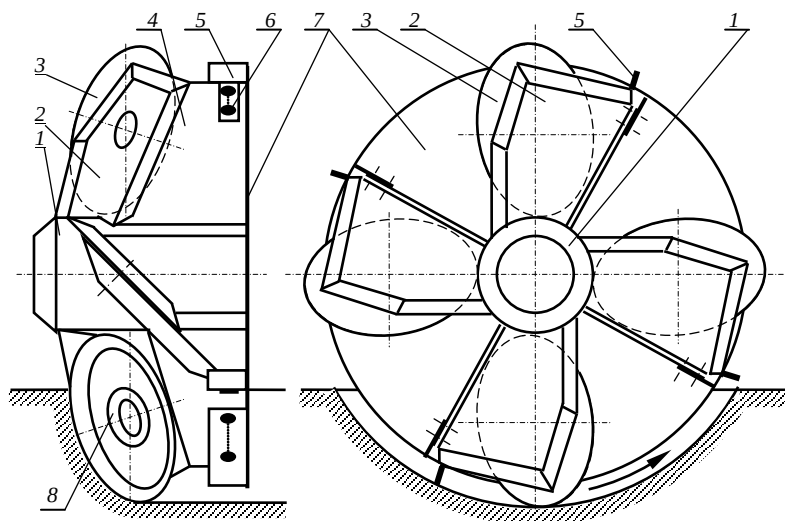


Рис. 2.17. Схема фрезерного рабочего органа с дисковыми ножами: 1 – ступица; 2 – кронштейны; 3 – ножи; 4 – лопатки; 5 – плоские ножи; 6 – болты; 7 – диск фрезы; 8 – центральные болты

Усовершенствованным вариантом фрезерного рабочего органа с осью вращения, параллельной оси канала, является машина РММ-600 (рис. 2.18) с фрезой диаметром 600 мм, которая после незначительных доработок и испытаний получила марку КОРО-2.

Плоский фронтально расположенный жестко прикрепленный к ступице 12 нож 1 отделяет наносы. Благодаря тому, что плоскость ножа расположена под углом к диску 7 фрезы, наносы отбрасываются назад, захватываются лопастями 4, приваренными к его основанию 3 посредством болтов, прикрепленных к диску фрезы, и выбрасываются, скользя по кожуху 10, из канала. Направление и тем самым дальность выброса регулируется козырьком 8, положение которого определяется длиной регулируемой тяги 9. Подрезание наносов по периферии и срезаание растительности производятся Г-образными ножами 6. В процессе работы фреза нижней частью кожуха 5 опирается о дно канала.

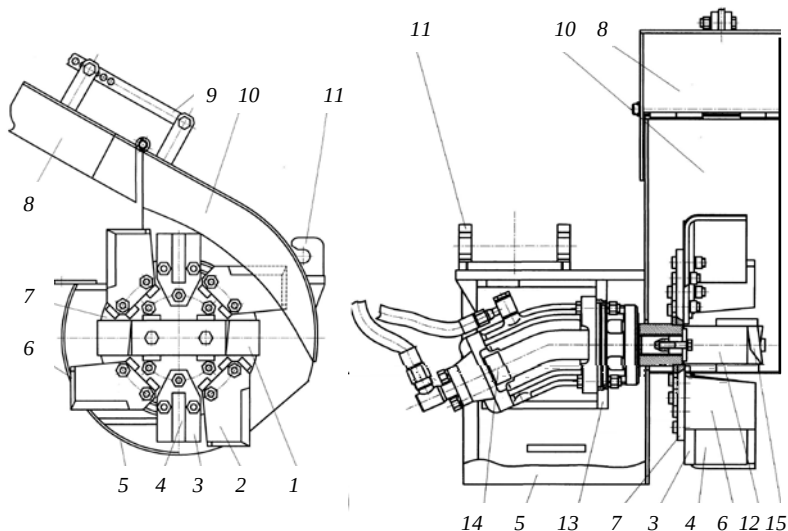


Рис. 2.18. Фрезерный рабочий орган РММ-600 (КОРО-2): 1 – нож; 2 – болты; 3 – основания лопастей; 4 – лопасти; 5 – нижняя часть кожуха; 6 – ножи Г-образные; 7 – диск фрезы; 8 – козырек; 9 – регулируемая тяга; 10 – кожух; 11 – кронштейны; 12 – ступица; 13 – плита кожуха; 14 – гидромотор; 15 – прижимная пластина

Фреза в сборе насаживается на вал гидромотора 14, закрепляемого в плите 13 кожуха. Для удобства монтажа кожух снабжен кронштейнами 11. На рис. 2.19 показан рабочий орган КОРО-2.



Рис. 2.19. Фрезерный рабочий орган КОРО-2

Очистку и профилирование откосов можно производить *фрезерным каналочистителем с осью вращения фрезы, перпендикулярной плоскости откоса* (рис. 2.20).

Рабочее оборудование навешивается посредством рамы 9 на трактор 4, дополнительно снабженный боковым противовесом 1, баком гидросистемы 2 и насосной установкой 3. Подъем и опускание рабочего органа производятся гидроцилиндром 10, поворот фрезы 6 с целью требуемой ее установки выполняется гидроцилиндром 8. Во вращение фреза приводится гидромотором. Необходимое направление срезанному фрезой грунту обеспечивается кожухом 7, охватывающим фрезу. Частичная подчистка дна канала производится прикрепляемым к кожуху зачистным пассивным устройством 5. Оно подбирает наносы, лежащие на дне, и подает их к фрезе.

Рабочий орган имеет высокую производительность, хорошее качество очистки, не требуются доделочные работы, однако его большая масса и значительный боковой вылет нарушают устойчивость машины.

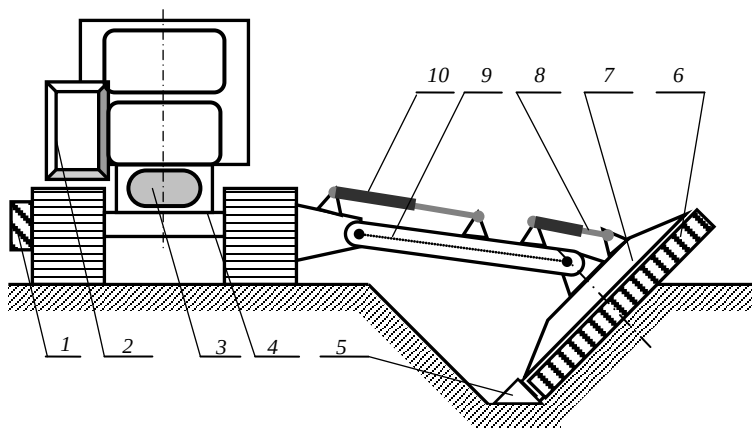


Рис. 2.20. Каналоочиститель с фрезой, имеющей ось вращения, перпендикулярную откосу: 1 – боковой противовес; 2 – бак гидросистемы; 3 – насосная установка;

4 – трактор; 5 – зачистное пассивное устройство; 6 – фреза; 7 – кожух;

8 – гидроцилиндр; 9 – рама; 10 – гидроцилиндр

Для очистки дна и частично откосов используется *фреза, с осью вращения, наклоненной к оси канала и к горизонту* (рис. 2.21).

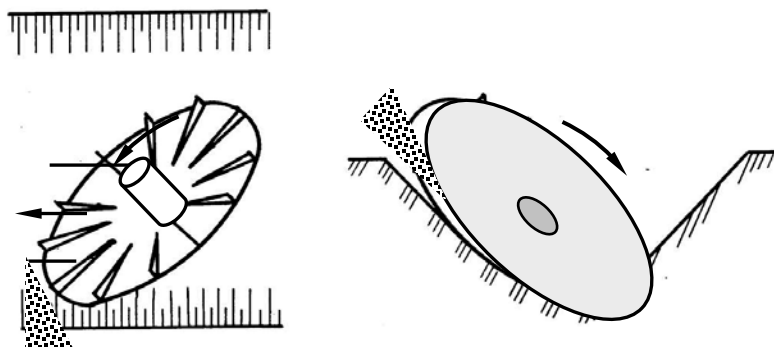


Рис. 2.21. Схема фрезы с осью вращения, наклоненной к оси канала и к горизонту

Фреза ножами отделяет грунт, срезает растительность и выбрасывает их за пределы канала. В зависимости от поперечного сечения канала фрезу можно поворачивать вокруг вертикальной оси. Возможна очистка каналов параболического сечения. Фреза имеет недостатки вышеописанного рабочего органа.

Для очистки облицованных каналов с водой применяется каналочиститель со сменным *землесосным рабочим органом с гидравлическим рыхлением наносов*. Схема работы такого каналочистителя показана на рис. 2.22.

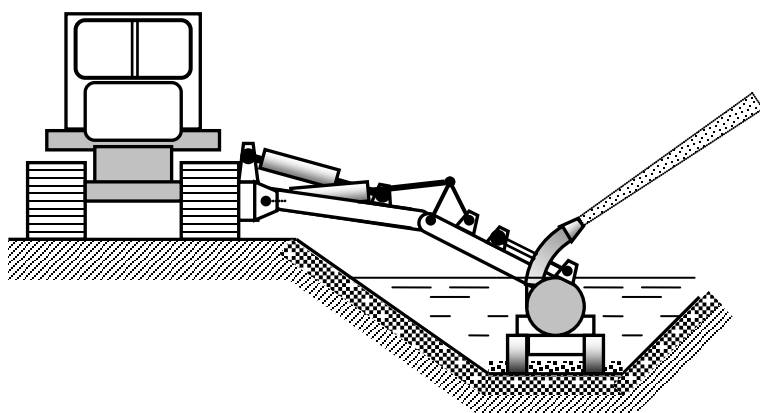


Рис. 2.22. Схема каналочистителя со сменным землесосным рабочим органом с гидравлическим рыхлением наносов

Схема землесосного рабочего органа с гидравлическим рыхлением наносов показана на рис. 2.23.

Рабочий орган с помощью механизма боковой навески опускается на дно канала и опирается на колеса 15. При этом подвижный копир 5 ложится на слой наносов 6, задавая оптимальное положение связанным с копиром соплам 4 и экрану 7. Копир с основанием рабочего органа связан осью 9. В исходном и транспортном положении положение копира задается тягой 8. Гидромотор 3 с помощью редуктора 13 приводит в действие насосы 1 и 11. Насос 11 забирает воду через фильтр 10 и подает ее к соплам 4, размывающим наносы и подающим их под основание 14 рабочего органа. Из-под основания наносы вместе с водой по колену 16 забираются насосом 1 и затем выбрасываются в виде струи пульпы через ствол 2. Масло к гидромоторам подается по шлангам 12.

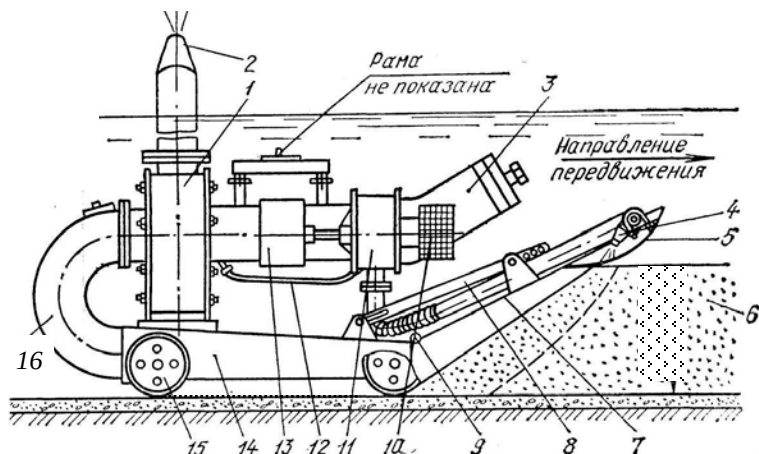


Рис. 2.23. Землесосный рабочий орган с гидравлическим рыхлением наносов:
1, 11 – насосы; 2 – ствол; 3 – гидромотор; 4 – сопла; 5 – подвижный копир;
6 – слой наносов; 7 – экран; 8 – тяга; 9 – ось; 10 – фильтр; 12 – шланги;
13 – редуктор; 14 – основание рабочего органа; 15 – колеса; 16 – колено

Очистку заросших каналов можно осуществлять рабочим органом с гидромеханическим рыхлением наносов (рис. 2.24).

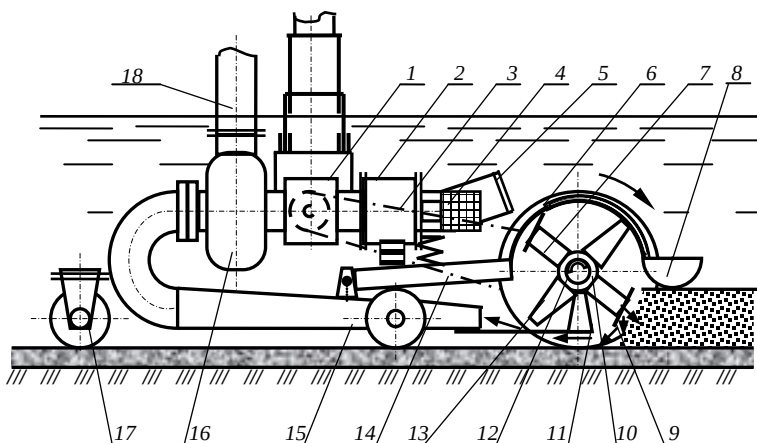


Рис. 2.24. Схема рабочего органа с гидромеханическим рыхлением наносов:
 1 – редуктор; 2, 16 – насосы; 3 – цепная передача; 4 – фильтр; 5 – гидромотор;
 6 – экран; 7 – трубчатые стойки; 8 – копир; 9 – тангенциальные ножи;
 10 – пустотелый вал; 11 – противорежущие элементы; 12 – золотник;
 13 – плоские радиальные ножи; 14 – основание рабочего органа;
 15 – всасывающий наконечник; 17 – колеса; 18 – труба

Гидромотор 5, установленный на редукторе 1, приводит во вращение насосы 2 и 16 и посредством цепной передачи 3 фрезу, состоящую из пустотелого вала 10 с золотником 12, плоских радиальных ножей 13 и тангенциальных ножей 9 со щелевыми соплами, соединенными с пустотелым валом трубчатыми стойками 7. Рыхление грунта и измельчение растительности производятся тангенциальными и радиальными ножами и противорежущими элементами 11.

Вода через фильтр 4 от насоса 2 подается к пустотелому валу. При прохождении трубчатыми стойками зоны, не ограниченной золотником, к тангенциальным ножам поступает вода и размывает наносы, которые затем засасываются насосом 16 через щелевой всасывающий наконечник 15. Далее пульпа выбрасывается за пределы канала или направляется к гидроциклону по трубе 18, из которого осветленная вода возвращается в канал, а сгущенная пульпа сливается за бровку канала. Для улучшения консистенции пульпы фреза охвачена экраном 6, посредством копира 8 опирающимся на наносы. По дну канала рабочее оборудование перемещается с помощью колес 17.

Удаление наносов в облицованных каналах с водой может производиться путем их взмучивания щетками или скребками, а также перемещением вдоль канала заслонками, обеспечивающими местное ускоренное течение воды (рис. 2.25).

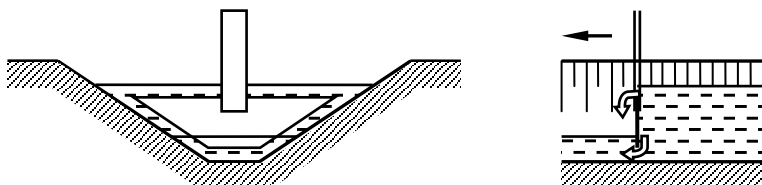


Рис. 2.25. Схема гидравлического рыхления наносов посредством заслонки

Очистка откосов сухих облицованных каналов или иных аналогичных откосов или горизонтальных поверхностей осуществляется *щеткой-фрезой* (цилиндрической щеткой) с осью вращения, параллельной обрабатываемой поверхности (рис. 2.26). На рис. 2.26, *а* показано положение щетки на откосе канала, на рис. 2.26, *б* – схема рабочего органа.

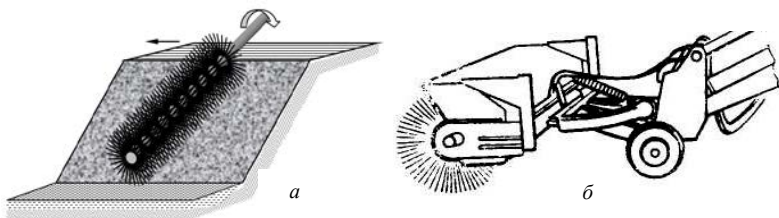
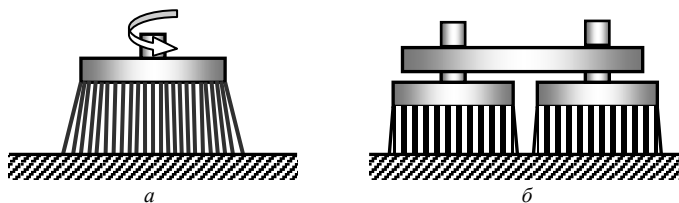


Рис. 2.26. Схема щетки-фрезы с осью вращения, параллельной обрабатываемой поверхности: *а* – положение щетки на откосе канала; *б* – схема рабочего органа

Очистка откосов дорог и сухих облицованных каналов осуществляется *щеткой-фрезой* с осью вращения, перпендикулярной откосу, с одним (рис. 2.27, *а*) или двумя (рис. 2.27, *б*) рабочими элементами.



Вариант исполнения оборудования с подобными элементами приведен на рис. 2.28.

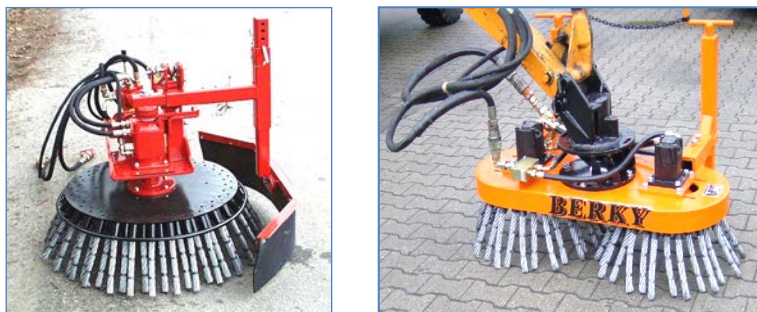


Рис. 2.28. Общий вид щеточного оборудования

Для очистки сухих водоводных бетонных лотков и облицованных каналов оросительных систем разработан *газодинамический (газоструйный) очиститель* (рис. 2.29).

Он состоит из базового трактора 1, дополнительно оснащенного топливным баком 2 и навеской 3, на которой установлена топливоподающая аппаратура, рама 4 и отработавшие нормативный срок службы реактивные авиационные двигатели 6, управляемые гидроцилиндрами 5.

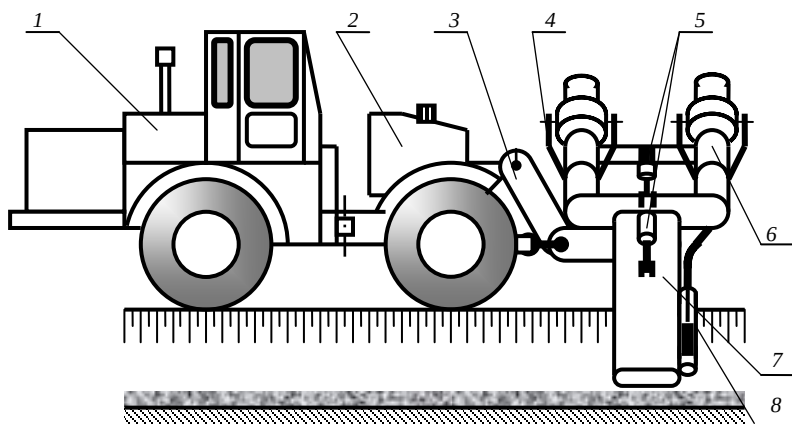


Рис. 2.29. Схема газодинамического (газоструйного) каналаочистителя:
1 – базовый трактор; 2 – топливный бак; 3 – навеска; 4 – рама; 5 – гидроцилиндры;
6 – реактивные авиационные двигатели; 7 – газопровод; 8 – горелка

К двигателю присоединен газопровод 7 с горелкой 8. Газы, поступающие с высокой скоростью от двигателя по газопроводу, рыхлят наносы и выдувают их из канала.

2.4. Каналоочистители с комбинированными рабочими органами

Наиболее часто применяющимися для очистки дна каналов от наносов являются шнекороторные рабочие органы, состоящие из привода (рис. 2.30), кожуха 2, лопастного метателя 3 и конического шнека 1, в рабочем положении имеющего ось вращения, параллельную оси канала.

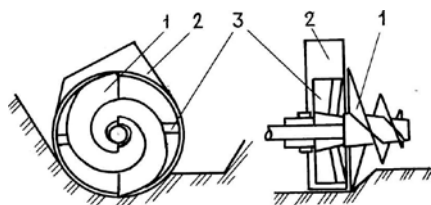


Рис. 2.30. Шнекороторный рабочий орган:
1 – конический шнек; 2 – кожух; 3 – метатель

Привод рабочего органа (рис. 2.31) обеспечивается от гидромотора 1 через редуктор 3, с ведущим валом которого гидромотор сообщен посредством шлицевой муфты 2. Передача вращения на метатель 4 производится зубчатыми колесами по кинематической цепи, указанной штриховыми стрелками. Шнек 5 имеет значительно меньшую частоту вращения, чем метатель. Вращение на шнек от гидромотора передается по цепи, обозначенной штрихпунктирной стрелкой.

Такой рабочий орган может работать даже при достаточно большой глубине воды в канале, но не превышающей $\frac{1}{4}$ диаметра метателя. Рассматриваемые шнекороторные рабочие органы нежелательно применять в сухих и заросших каналах. При очистке каналов без воды, которые проложены в минеральных грунтах, особенно быстро изнашиваются элементы шнековых рабочих органов, контактирующие с абразивной средой. Нельзя работать в грунтах, имеющих посторонние включения – камни и древесные остатки.

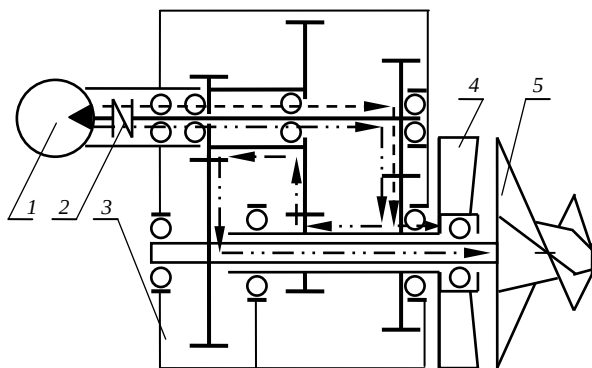


Рис. 2.31. Кинематическая схема привода шнекороторного рабочего органа:
1 – гидромотор; 2 – шлицевая муфта; 3 – редуктор; 4 – метатель; 5 – шнек

Компоновка каналаочистителя со шнекороторным рабочим органом на примере каналаочистителя МР-16 показана на рис. 2.32.

Базой машины является трактор 1 на гусеничном ходу с увеличенной опорной поверхностью. На него навешено оборудование для выравнивания кавальеров 2, противовес 3 и рабочее каналаочистительное оборудование, состоящее из телескопической стрелы 6, управляемой гидроцилиндрами подъема 5 и поворота 4. Длина стрелы изменяется сдвоенным гидроцилиндром 9.

Изменением длины винтовой тяги 8 задается нужное положение рабочему органу 7. Горизонтальные усилия, направленные против хода каналаочистителя и действующие на рабочий орган, воспринимаются телескопической тягой 11. При транспортном положении стрела рабочего органа ориентируется вдоль трактора и укладывается на опору 10. Одновременно противовес поворачивается назад, уменьшая габарит каналаочистителя по ширине в транспортном положении.

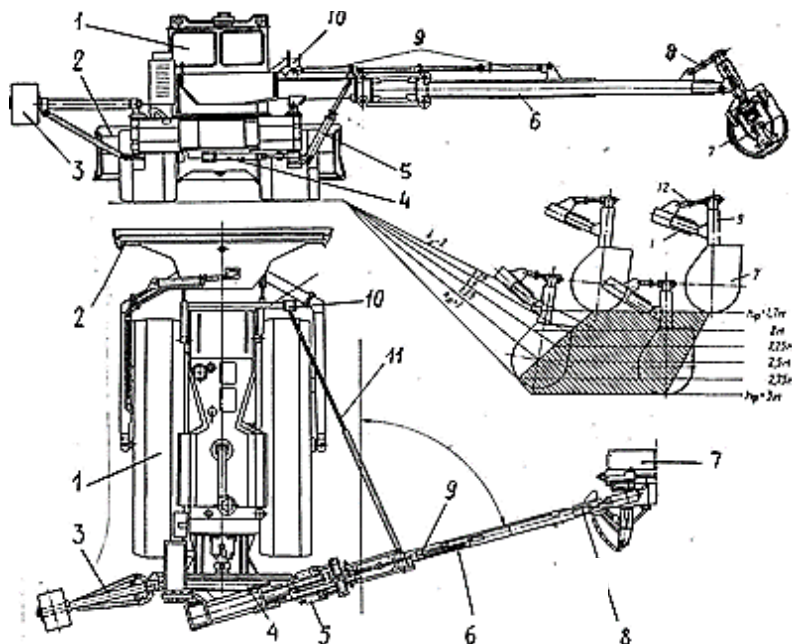


Рис. 2.32. Каналоочиститель МР-16 со шнекороторным рабочим органом: 1 – трактор; 2 – оборудование для разравнивания кавальеров; 3 – противовес; 4 – гидроцилиндр поворота; 5 – гидроцилиндр подъема; 6 – телескопическая стрела; 7 – рабочий орган; 8, 12 – винтовые тяги; 9 – сдвоенный гидроцилиндр; 10 – опора; 11 – телескопическая тяга

Шнекофрезерный рабочий орган с коническим шнеком, схематически изображенный на рис. 2.33, а, служит для очистки дна и откоса и представляет собой комбинацию из фрезерного рабочего органа 1 с осью вращения, перпендикулярной откосу, и шнекового рабочего органа 4 с осью вращения, перпендикулярной откосу.

Фреза охвачена кожухом 2 и приводится в действие приводом 3, а шнек – приводом 5.

Двухфрезерный рабочий орган (рис. 2.33, б) служит для очистки дна и откоса и представляет собой комбинацию из фрезерного рабочего органа 6 с осью вращения, параллельной оси канала, и фрезерного рабочего органа 1 с осью вращения, перпендикулярной откосу.

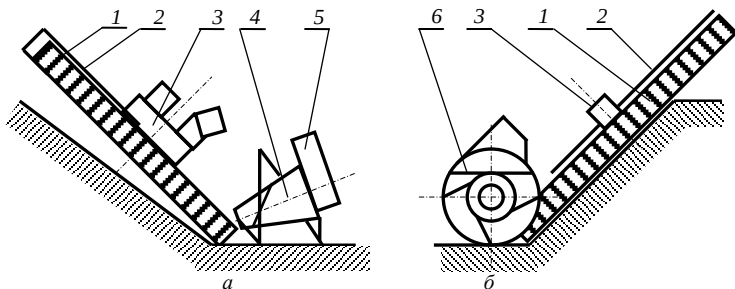


Рис. 2.33. Схема комбинированных рабочих органов:

а – шнекофрезерного с коническим шнеком; б – двухфрезерного;

1 – фрезерный рабочий орган с осью вращения, перпендикулярной откосу;
2 – кожух; 3 – привод фрезы; 4 – шнековый рабочий орган с осью вращения,
перпендикулярной откосу; 5 – привод шнека; 6 – фрезерный рабочий орган
с осью вращения, параллельной оси канала

Фрезерно-ротаторный рабочий орган (рис. 2.34) с цилиндрической фрезой, имеющей горизонтальную ось вращения, перпендикулярную оси канала, служит для очистки дна облицованных, в том числе заросших каналов.

Гидромотор 1 посредством редуктора 2 и цепной передачи 3 приводит во вращение фрезу 4 и лопастный метатель 9, ось вращения которого параллельна оси канала. Ножи 6 вращающейся фрезы, установленные на стойках 5, отделяют грунт и растительность и перемещают их к направляющему устройству 8, имеющему в передней части режущие кромки для подрезания грунта и измельчения растительности.

Для повышения транспортирующей способности фрезы на ее валу установлены лопасти 7, сдвигающие отделенный, измельченный и перемешанный с водой грунт к направляющему устройству, с которого грунтовая масса поступает на метатель и через окно 10 в кожухе выбрасывается за пределы канала.

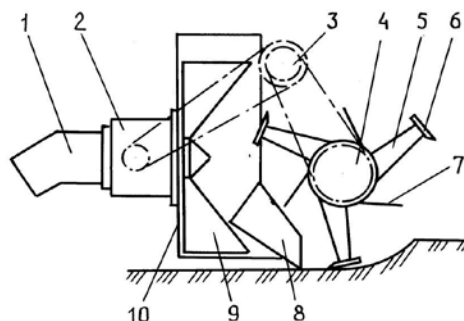


Рис. 2.34. Фрезерно-роторный рабочий орган с цилиндрической фрезой, имеющей горизонтальную ось вращения, перпендикулярную оси канала: 1 – гидромотор; 2 – редуктор; 3 – цепная передача; 4 – фреза; 5 – стойки; 6 – ножи; 7 – лопасти; 8 – направляющее устройство; 9 – лопастный метатель; 10 – окно

Шнекофрезерный рабочий орган с цилиндрическим шнеком показан на рис. 2.35.

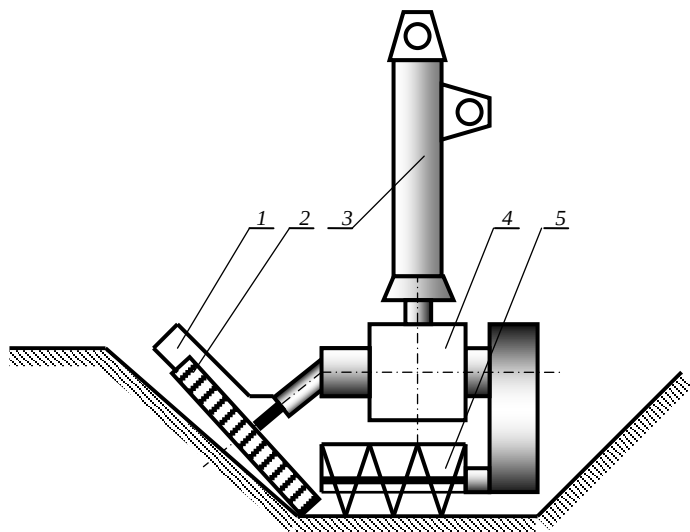


Рис. 2.35. Схема комбинированного шнекофрезерного рабочего органа с цилиндрическим шнеком: 1 – кожух; 2 – дисковая фреза; 3 – рукоять; 4 – редуктор гидропривода; 5 – цилиндрический шнек

Рабочий орган крепится к рукояти 3 и приводится в действие от редуктора гидропривода 4. Во вращение приводятся охваченный сзади кожухом горизонтальный цилиндрический шнек 5 и снабженная кожухом 1 дисковая фреза 2. Шнек сдвигает наносы на фрезу, которая их захватывает и с большой скоростью выбрасывает за пределы канала.

К достоинствам фрезерных рабочих органов с осью вращения, параллельной оси канала, относятся: низкие материалоемкость и энергоемкость, хорошее качество выполняемых работ, срезание растительности, достаточно высокий КПД, низкое тяговое сопротивление, отсутствие заметных кавальеров.

Недостатками являются невозможность их использования в сухих минеральных грунтах и грунтах с каменистыми и древесными включениями. Невозможна также работа в канале с глубиной воды, превышающей $\frac{3}{4}$ диаметра фрезы. К недостаткам следует отнести и малую ширину захвата.

Последний недостаток устраняется дополнением фрез отвалками и открьлками, т. е. использованием активно-пассивных рабочих органов. Схема *рабочего органа с открьлками* показана на рис. 2.36. Выдвинутые вперед открьлки 1 устанавливаются в соответствии с размерами очищаемого канала. Они в процессе рабочего перемещения каналоочистителя отделяют наносы и направляют их к центру канала. Затем наносы подбираются фрезой 2 и выбрасываются за пределы канала.

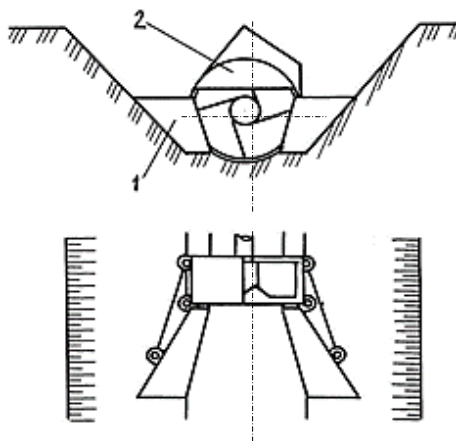


Рис. 2.36. Схема фрезерного рабочего органа с открьлками:
1 – открьлки; 2 – фреза

Отвально-фрезерные каналочистители (рис. 2.37) используются для полнопрофильной очистки канала.

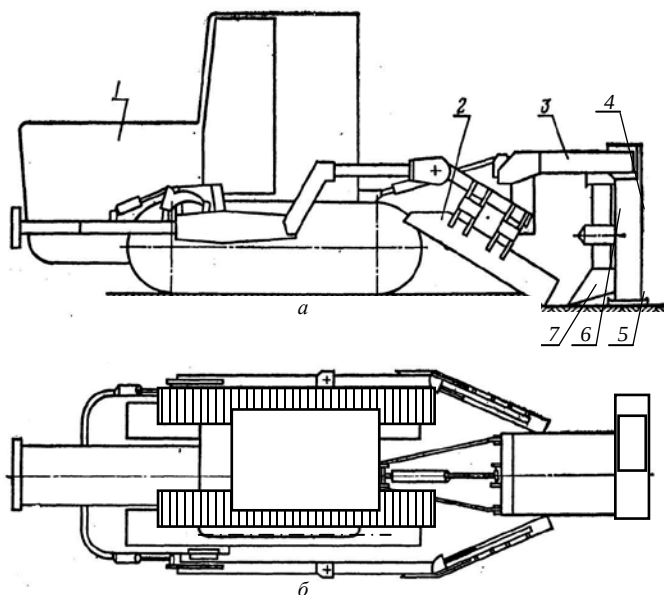


Рис. 2.37. Схема отвально-фрезерного каналочистителя: *а* – вид сбоку; *б* – вид сверху;
1 – трактор; 2 – отвалы; 3 – рама; 4 – цепной редуктор; 5 – лыжа;
6 – фреза; 7 – лемех

Большая масса рабочего оборудования каналочистителей предопределяет их применение в качестве внутриканальных, навешиваемых на трактор 1 с узкой колеей. Очистительное оборудование крепится к раме 3. От вала отбора мощности трактора посредством карданного вала вращение передается на цепной редуктор 4 и далее на фрезу 6, которая выбрасывает грунт, подаваемый ей отвалами (откосниками) 2 и лемехом 7, подчищающим дно. В рабочем положении оборудование опирается на лыжу 5.

По другому варианту исполнения фреза приводится во вращение посредством карданного вала, соединяющего фрезу напрямую с валом отбора мощности. Цепной редуктор в этом случае отсутствует.

2.5. Каналоочистители циклического действия

Применение узкоспециализированных каналоочистителей непрерывного действия не всегда возможно по ряду причин. К таким причинам относятся: наличие камней и древесных остатков в удаляемых грунтах, сильная деформация бермы или откосов, большие размеры каналов, чрезмерное зарастание каналов, отсутствие воды в канале, большая глубина воды в канале, необходимость очистки водоемов и некоторые другие. Для работы в подобных условиях предназначены каналоочистители циклического действия. В большинстве своем они представляют собой разного рода ковши, навешенные по схеме обратной лопаты или драглайна на базовую машину – трактор, одноковшовый экскаватор или специальное колесное или гусеничное шасси. В небольшом количестве выпускаются плавучие машины. Рукоять или стрела могут быть выполнены удлиненными. Известны машины, имеющие рукоять со сменными удлинительными вставками или телескопическую рукоять.

Использование одноковшовых экскаваторов с ковшами общестроительного назначения, как правило, экономически нецелесообразно или технологически невозможно, так как такие ковши искажают профиль каналов, повреждают их крепление, требуют доделочных работ, имеют низкую производительность из-за малого объема наносов, плохого опорожнения ковшей, недостаточного заполнения ковшей при заборе грунта из-под воды.

Значения коэффициента наполнения в зависимости от глубины воды приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3. Значения коэффициента наполнения ковша одноковшового экскаватора при заборе грунта из-под воды

Глубина воды, см	Вид грунта	
	Суглинки	Торф
10	0,70	1,00
20	0,40	0,75
40	0,20	0,40
50	0,15	0,30

Классифицировать машины циклического действия можно следующим образом:

по назначению – для удаления наносов, растительности, профилирования каналов, извлечения посторонних предметов;

по обрабатываемому элементу периметра канала – для очистки откосов, очистки дна, очистки дна и откосов;

по зоне стояния в процессе работы – береговые, надканальные (седлающие), внутриканальные (внутрирусловые), с изменяемой зоной стояния;

по типу рабочего органа – обратная лопата, телескопическая стрела, драглайн, боковой драглайн, с направляющей балкой, грейфер, манипулятор;

по направлению движения рабочего органа – поперечного, продольного и продольно-поперечного копания;

по виду ковша – ковш с отверстиями, решетчатый, решетчатый с удлиненными зубьями, ковш-грабли, ковш-косилка, ковш уширенный с прямой режущей кромкой, ковш уширенный поворотный (циркульный), ковш профильный, грейферный, с поперечным наклоном, с газодинамической выгрузкой и др.

В связи с тем что толщина снимаемой ковшем стружки и длина пути, на котором происходит заполнение ковша, ограничены (иногда он равен ширине канала по дну), ковши делаются уширенными. Это позволяет улучшить качество очистных работ и повысить производительность экскаватора.

Поскольку наносы являются легкоразрабатываемыми грунтами, режущая часть ковша может выполняться без зубьев в виде *прямой режущей кромки* (рис. 2.38, а). Такой ковш позволяет получить и более ровную очищенную поверхность.

Профильный ковш (рис. 2.38, б) работает по продольной схеме копания. Он позволяет качественно очищать дно каналов, обеспечивать их хорошее сопряжение с откосами и получать ровные откосы. Однако продольную схему работы сложно осуществить при очистке.

Для удаления из каналов растительности и посторонних предметов используются навешиваемые на рукоять одноковшового экскаватора *вилы* (рис. 2.38, в).

При большой ширине ковша его усиливают вертикальными перегородками (рис. 2.38, г).

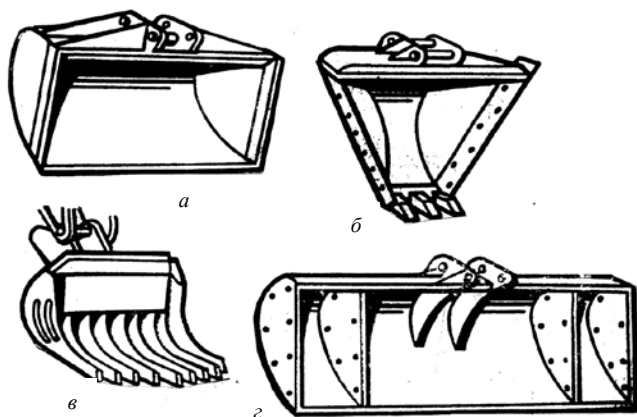


Рис. 2.38. Виды сменных рабочих органов циклического действия:
а – уширенный ковш с прямой режущей кромкой; *б* – профильный ковш;
в – вилы; *г* – уширенный ковш с перегородками

Наиболее широко применяющимся сменным рабочим органом является ковш уширенный поворотный с прямой режущей кромкой. Он показан на рис. 2.39.



Рис. 2.39. Вид ковша уширенного поворотного с прямой режущей кромкой

Повышения коэффициента наполнения ковша добиваются, выполняя его с *отверстиями или щелями в днище и стенках* (рис. 2.40, *а*). Это могут быть ковши обратной лопаты, драглайна, профильные, поворотные и др.

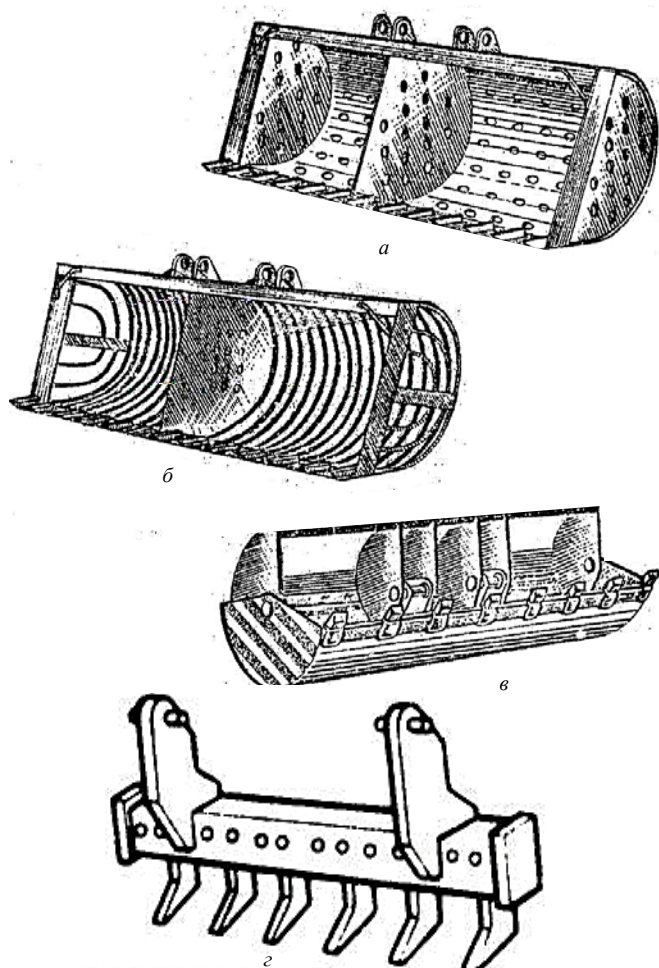


Рис. 2.40. Виды сменных рабочих органов циклического действия:
а – решетчатый ковш; *б* – решетчатый ковш с удлиненными зубьями;
в – уширенный самоочищающийся ковш; *г* – корчующий рабочий орган

При очистке от растительности сильно заросших водоемов или каналов целесообразно применять *решетчатый ковш с удлиненными зубьями* (рис. 2.40, *б*). Этот ковш имеет увеличенный объем и ширину захвата, навешивается и работает по схеме обратной лопаты или драг-

лайна. Он свободно пропускает воду и хорошо заполняется водорослями.

Для очистки каналов поперечным ходом ковша для удаления налипающих грунтов применяется *уширенный поворотный самоочищающийся ковш* (рис. 2.40, в). После извлечения ковша из канала при повороте его во время выгрузки происходит и его принудительная очистка.

Очистка каналов от древесно-кустарниковой растительности производится *корчующим рабочим органом* (рис. 2.40, г). Данный рабочий орган имеет малую массу, конструктивно прост и достаточно производителен, однако при удалении кустарника на откосах часто остаются ямы от выкорчеванной корневой системы.

Извлечение посторонних предметов и погрузку срезанной растительности могут выполнять многозубым захватом (рис. 2.41).



Рис. 2.41. Многозубый двухчелюстной захват

Для удаления водной растительности, в том числе на большой глубине, применяется *решетчатый ковш с удлиненными зубьями*, показанный на рис. 2.42, а. Он навешивается по схеме драглайна, что позволяет забрасывать ковш на большое расстояние и погружать его на значительную глубину. В процессе извлечения растительности он разрушает корневую систему растений, замедляя тем самым повторное зарастание.

Для предотвращения повреждения крепления канала применяется *уширенный ковш с прямой режущей кромкой*, движущийся в рабочем положении *на лыжах* (рис. 2.42, б). Их наличие исключает касание режущей кромки облицовки канала.

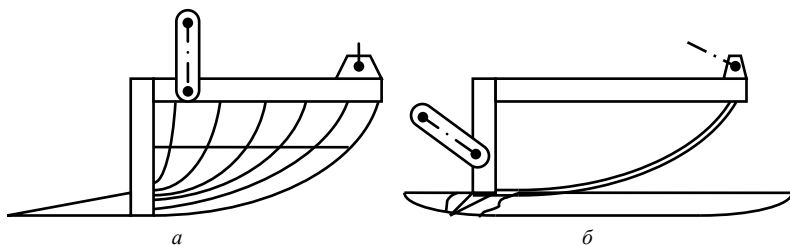


Рис. 2.42. Виды сменных рабочих органов циклического действия:
а – решетчатый ковш с удлиненными зубьями; *б* – уширенный ковш на лыжах

Удаление растительности может производиться также *корчующей бороной*, навешиваемой по схеме одного из видов сменного рабочего оборудования одноковшового экскаватора – драглайна (рис. 2.43).

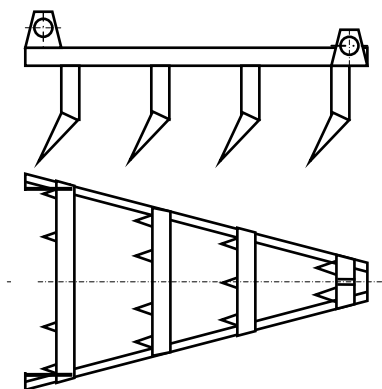


Рис. 2.43. Корчующая борона

Одним из наиболее широко применяющихся рабочих органов является *ковш уширенный поворотный*, или так называемый *циркульный ковш* (рис. 2.44), который также называют и *ремонтной лопатой*. Уширенные поворотные ковши используются на очистке каналов с объемом наносов до 2 м³ на метр длины канала. В очищаемых каналах допускается наличие камней размером до 30 см, глубина воды в канале должна быть не более 1 м.

Экскаваторы с поворотным ковшом способны удалять в периметре канала грунт вместе с кустарниковой растительностью при толщине стволов до 5 см.

Схемы работы такого ковша показаны на рис. 2.44.

При очистке противоположного откоса (рис. 2.44, *а*) ковш 1 подтягивается за счет поворота рукояти 4 и приподнимания или опускания стрелы 5. Нужное положение или поворот ковша обеспечиваются гидроцилиндром 3 посредством рычажной системы 2. Шарнирная рычажная система предназначена для увеличения угла поворота ковша.

При очистке только дна (рис. 2.44, *б*) забор грунта производится поворотом ковша при неподвижных стреле и рукояти, а при очистке ближнего откоса (рис. 2.44, *в*) – подтягиванием рукояти 4 гидроцилиндром 3 и соответствующим перемещением стрелы 5 гидроцилиндром 7.

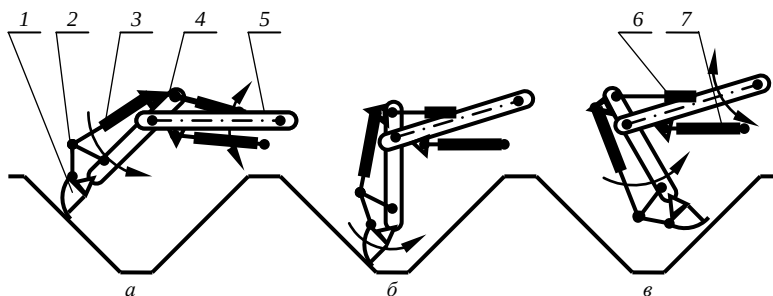


Рис. 2.44. Схема работы экскаватора с уширенным поворотным (циркульным) ковшом:
а – очистка дальнего откоса; *б* – очистка дна; *в* – очистка ближнего откоса;
 1 – ковш; 2 – рычажная система; 3 – гидроцилиндр рукояти; 4 – рукоять; 5 – стрела;
 6 – фреза; 7 – гидроцилиндр стрелы

Поворотные ковши выпускаются в качестве сменного оборудования к гидравлическим экскаваторам, к экскаваторам с канатно-блочным управлением и к каналочистителям.

У экскаватора с канатно-блочным управлением поворот ковша производится посредством блока с канатом или гидроцилиндра, что является более удобным, поэтому гидроцилиндр поворота ковша устанавливается даже на экскаваторах с канатно-блочным управлением. В этом случае на поворотную платформу устанавливается бак гидро-системы, насос, монтируются маслопроводы, проходящие по стреле.

Для расширения возможностей при очистке каналов могут быть

использованы удлиненные рукояти, рукояти с переустанавливаемыми удлинителями или рукояти, длина которых изменяется посредством гидроцилиндра (телескопические рукояти).

В связи с воздействием значительных реакций на боковые участки ковша в местах его присоединения к рукояти возникают большие напряжения, приводящие к поломкам. Поэтому иногда выпускаются ковши (рис. 2.45), имеющие присоединительные отверстия на боковых стенках ковша и на его перегородке, если она имеется. Стенки и перегородка посредством пальцев шарнирно соединяются с проушинами виллообразной рукояти.

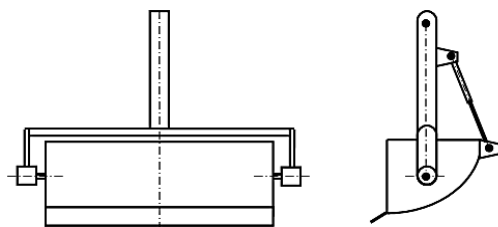


Рис. 2.45. Схема поворотного ковша с виллообразной рукоятью

При необходимости очистки дна и откосов продольным движением удобно использовать ковши с *поперечным наклоном* (наклоняемые ковши) – уширенный (рис. 2.46, а) или профильный (рис. 2.46, б).

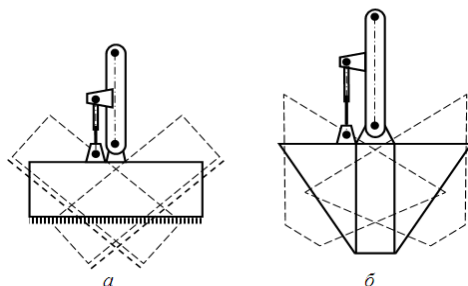


Рис. 2.46. Схемы наклоняемых ковшей: а – уширенного; б – профильного

При очистке заросших травянистой растительностью каналов могут использоваться *решетчатые уширенные ковши-косилки*, имеющие

вместо передней режущей кромки активный сегментно-пальцевый или многороторный косилочный аппарат.

Однако такие ковши не применяются для удаления наносов, поэтому более подробно они рассмотрены при описании машин для удаления растительности.

Одновременное удаление наносов и растительности способен производить *уширенный поворотный ковш с неподвижной заслонкой и противорежущей кромкой* (рис. 2.47, а).

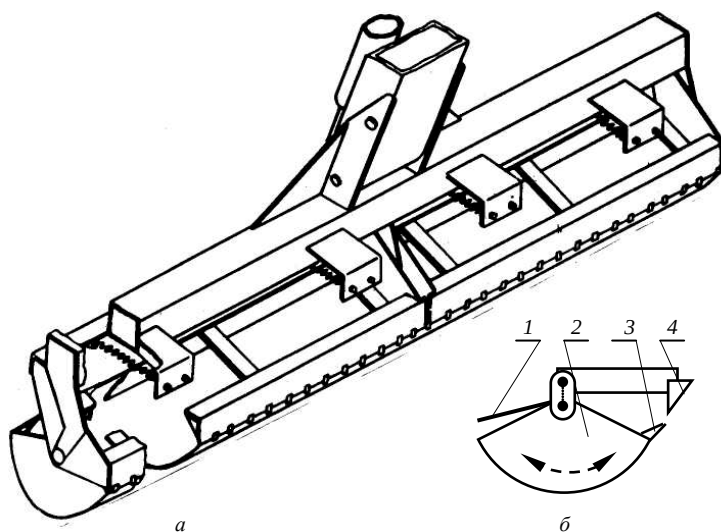


Рис. 2.47. Уширенный поворотный ковш с неподвижной заслонкой и противорежущей кромкой: а – общий вид; б – схема работы;
1 – неподвижная заслонка; 2 – корпус ковша; 3 – кромка;
4 – противорежущая кромка

Поворот корпуса ковша 2 (рис. 2.47, б) при заборе грунта приводит к сближению его кромки 3 с противорежущей кромкой 4 и перерезанию растительности или при необходимости отрезанию бровки канала. Возврат ковша в исходное положение обеспечивает принудительное выталкивание забранной массы из ковша неподвижной заслонкой 1. Благодаря тому что противорежущая кромка подпружинена и имеет возможность перемещаться, режущие кромки предохраняются от повреждений при попадании между ними камней. Принудительная вы-

грузка осуществляется и в *поворотном решетчатом самоочищающемся ковше*, у которого роль заслонки играют неподвижные грабли с пальцами, расположенными между прутьями днища ковша, поворачиваемого гидроцилиндром.

Для профилирования и очистки откосов могут использоваться однокоровые экскаваторы с *телескопическим рабочим оборудованием*, на котором для повышения производительности и качества работ вместо ковша устанавливается отвал или ковшное рабочее оборудование обратной лопаты с системой, обеспечивающей необходимую траекторию ковша.

Перечисленные виды рабочих органов перемещаются в основном в поперечном направлении. При очистке или ремонте крупных каналов достаточно широко применяются драглайны. Нередко они располагаются на берегу канала, и ковш движется в поперечном или в продольно-поперечном направлении к оси канала. В этом случае сложно сохранить проектное сечение канала и не повредить его крепление. Лучше вписываются в профиль канала и, как правило, обеспечивают более высокое качество работ ковша, перемещающиеся вдоль канала. Драглайн может работать и по продольно-поперечной схеме копания. Он же, располагаясь внутри канала (внутрирусовая зона стояния) при очистке крупных каналов или располагаясь над каналом (седлающая схема) при очистке мелких каналов, обеспечивает продольную схему копания. Однако размеры большинства мелиоративных каналов не позволяют использовать драглайны обычной конструкции.

Специализированным оборудованием продольного копания, предназначенным для очистки или реконструкции мелиоративных каналов, является *боковой драглайн*, или *драглайн бокового копания*. Сменное оборудование драглайна бокового копания показано на рис. 2.48.

Основным элементом рабочего оборудования, обеспечивающим требуемое направление движения ковша, является дополнительно устанавливаемая боковая стрела 2, которая в горизонтальной и вертикальной плоскостях фиксируется оттяжками, связывающими ее оголовки с поворотной платформой экскаватора 4 и его двуногой стойкой 15. Стойка опирается на вал 1. Перемещение ковша 8 обеспечивается, как и у обычного драглайна, тяговым 6, подъемным 10 и разгрузочным 16 канатами. Они управляются барабанами 13 и 14 главной лебедки. Тяговый канат огибает блоки 3 и 12. Наводка в данном оборудовании отсутствует. Головной блок 11 основной стрелы 9 для обеспечения возможности движения каната под углом выполнен поворот-

ным. Для предотвращения поворота платформы под воздействием силы сопротивления перемещению ковша платформа снабжается стопорным устройством 7, связывающим поворотную платформу с ходовой частью 5.

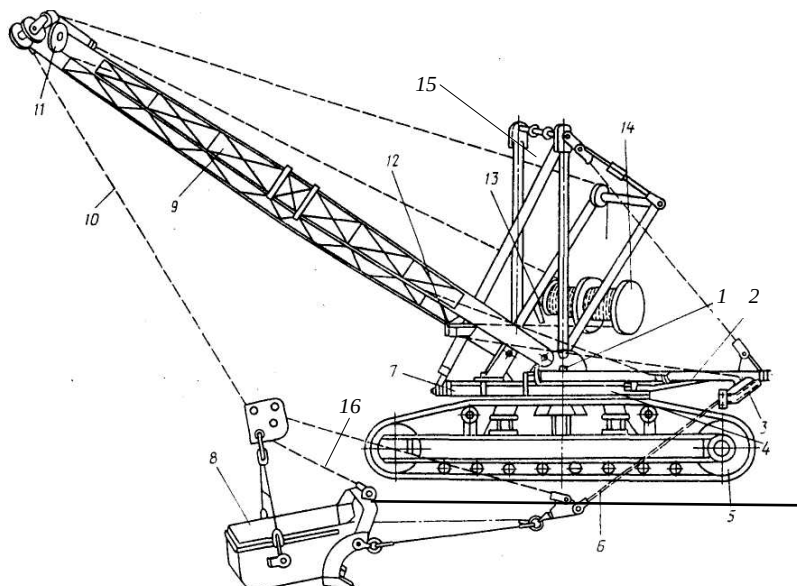


Рис. 2.48. Оборудование драглайна бокового копания: 1 – вал; 2 – боковая стрела; 3, 12 – блоки; 4 – поворотная платформа; 5 – ходовая часть; 6 – тяговый канат; 7 – стопорное устройство; 8 – ковш; 9 – основная стрела; 10 – подъемный канат; 11 – головной блок; 13, 14 – барабаны главной лебедки; 15 – дуговая стойка; 16 – разгрузочный канат

Схема, поясняющая работу драглайна бокового копания, приведена на рис. 2.49.

Стрела 2 драглайна при копании устанавливается под углом к оси канала. По поворотному головному блоку 1 перемещаются канаты 4, обеспечивая продольное движение ковша 3 и забор грунта им. Нужное направление движения задается боковой стрелой 5. Подъем ковша и выгрузка грунта производятся так же, как и у обычного драглайна.

Оборудование бокового драглайна выпускается к экскаваторам третьей и четвертой размерных групп. Таким оборудованием очища-

ются каналы глубиной до 5,5 м, шириной по дну до 1,5 м и шириной по верху до 24 м.

Существует рабочее оборудование бокового драглайна с изменяемой длиной боковой стрелы.

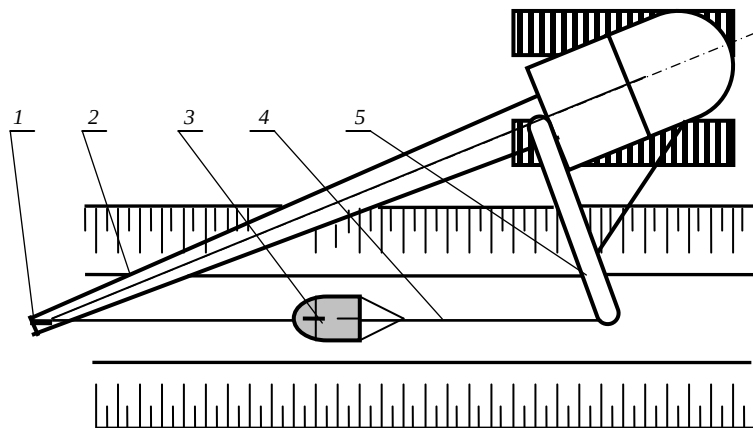


Рис. 2.49. Схема работы бокового драглайна: 1 – поворотный головной блок; 2 – стрела; 3 – ковш; 4 – канаты; 5 – боковая стрела

Наибольшую точность обработки канала циклическим рабочим органом обеспечивает *каналоочиститель с направляющей балкой (траверсой)* (рис. 2.50).

Рабочее оборудование такого каналоочистителя, имеющего марку РР-303, навешивается на нижнюю опорную раму 6, крепящуюся к гусеничному трактору 2. С ней посредством шарниров и рычажной системы 4 соединена сдвоенная телескопическая рама 1, на которой шарнирно подвешена направляющая балка 7 с опорными плитами 9 и ковшом 8. Кроме того, на балке смонтирована система, состоящая из гидроцилиндров, каната и блоков и обеспечивающая возвратно-поступательное перемещение ковша с подвижной стенкой 11.

При очистке канала сдвоенная телескопическая рама посредством гидроцилиндров рычажной системы опускается и устанавливается на опорные плиты. Ковш при движении вперед вырезает наносы и растительность и заполняется ими. Давление поступающей в ковш массы отодвигает подвижную стенку к задней части ковша. В конце хода передняя часть ковша закрывается заслонкой 12. После заполнения ков-

ша телескопическая рама поднимается в вертикальное положение, ковш по направляющей балке перемещается назад. В конце возвратного хода ковша подвижная стенка наталкивается на упор 10 и выталкивает из ковша его содержимое на берег канала, после чего цикл повторяется. Длина хода ковша ограничивается конечными выключателями. Для увеличения расстояния расположения выброшенного грунта от бровки канала на каналочиститель может быть установлен наклонный лоток 3, на который поступает выталкиваемая из ковша масса.

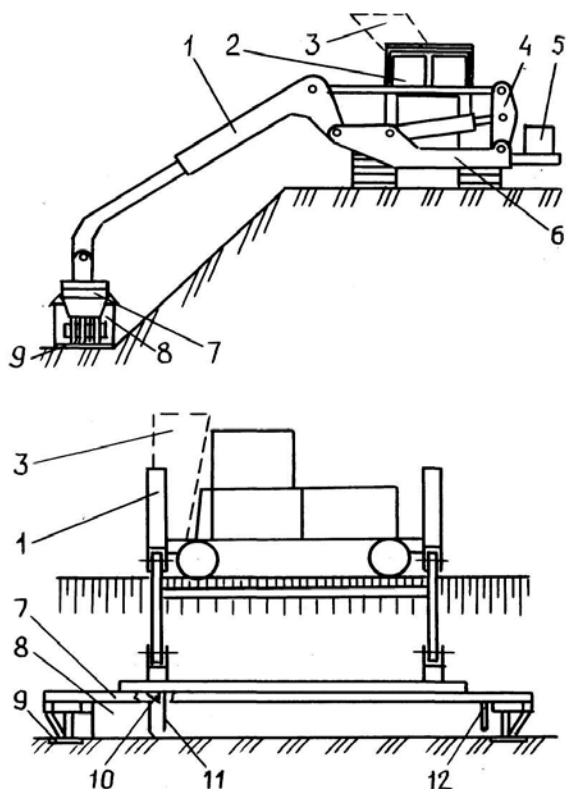


Рис. 2.50. Каналоочиститель с направляющей балкой: 1 – сдвоенная телескопическая рама; 2 – трактор гусеничный; 3 – наклонный лоток; 4 – рычажная система; 5 – боковой противовес; 6 – нижняя опорная рама; 7 – направляющая балка; 8 – ковш; 9 – опорные плиты; 10 – упор; 11 – подвижная стенка; 12 – заслонка

Каналоочиститель комплектуется ковшами разного профиля и разной ширины, может работать во всех, в том числе мелкокаменистых и переувлажненных грунтах. Глубина очищаемых каналов – до 3,5 м, минимальная ширина по дну – 0,5 м. Для повышения устойчивости каналоочиститель снабжен боковым противовесом 5.

Одним из главных недостатков каналоочистителей циклического действия является их низкая производительность, обусловленная большой длительностью рабочего цикла.

Наименьшая длительность цикла обеспечивается применением пневмоимпульсной выгрузки. Для очистки дна облицованных каналов с шириной по дну 0,4...0,8 м применяется внутриканальный каналоочиститель, состоящий из гусеничного низкоклиренсного малогабаритного трактора и фронтально навешенного на него *пневмоимпульсного ковша*. Во время работы ковш опускается на дно канала. В результате поступательного перемещения каналоочистителя ковш срезает слой наносов и постепенно заполняется. Одновременно с процессом резания в камеру формирования пневмоимпульса компрессором трактора нагнетается сжатый воздух. Затем воздух импульсно через клапан подается под имеющийся в ковше грунт, который примерно за 0,2 с выталкивается из ковша через два направляющих патрубка (рис. 2.51). Дальность выброса составляет 7...8 м, давление в момент начала выброса – 0,55...0,65 МПа.

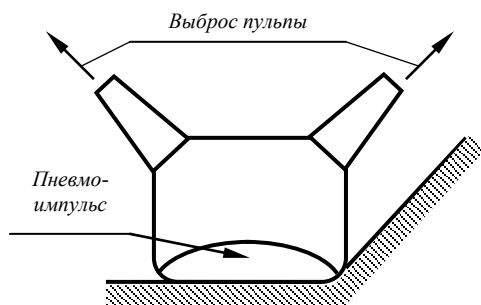


Рис. 2.51. Схема рабочего органа внутриканального каналоочистителя с пневмоимпульсной разгрузкой ковша

Условия выполнения ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных объектах отличаются достаточно большим разнообразием.

Поэтому не для всех видов работ созданы специальные каналоочистители непрерывного действия. К тому же их применение не всегда возможно по ряду причин. К таким причинам относятся: сильная деформация бермы или откосов, наличие древесных остатков и камней в удаляемых наносах, большие размеры каналов или водоемов, их сильное зарастание, отсутствие воды в канале, большая глубина воды в канале или водоеме, необходимость выполнения работ, близких к общестроительным, и некоторые другие. В таких условиях для механизации работ применяются каналоочистители циклического действия.

К *достоинствам каналоочистителей циклического действия* можно отнести то, что они, как правило, имеют относительно более широкие технологические возможности, меньше, чем каналоочистители непрерывного действия, зависят от условий работы. В качестве базы для их создания нередко используются серийно выпускаемые тракторы, или они могут представлять собой одноковшовые экскаваторы со сменным рабочим оборудованием. Часть ремонтно-эксплуатационных работ вообще может выполняться универсальными одноковшовыми экскаваторами, оснащенными обратной лопатой с общестроительным ковшом или драглайном. Применение сменных стандартных ковшей еще более расширяет возможности одноковшовых экскаваторов.

К *недостаткам каналоочистителей циклического действия* следует отнести то, что они имеют сравнительно большую массу, низкую производительность, невысокое качество работ, требуют повышенного внимания при работе на каналах с креплением русла и откосов во избежание их возможного повреждения, в процессе работы представляют повышенную опасность по отношению к имеющимся в зоне работы ГТС и их элементам. Они, как правило, не способны обеспечить требуемый уклон дна канала, могут нарушать требуемые параметры поперечного сечения каналов, после их применения обычно требуются доделочные работы и работы по разравниванию образующихся кавальеров.

2.6. Особенности конструкций ходовых систем каналоочистителей

В качестве базовых машин для создания каналоочистителей часто используются колесные и гусеничные тракторы, иногда автомобили или ходовые системы с силовой установкой землеройных или мелиоративных машин. Однако это не всегда возможно, так как каналоочистители осуществляют процесс очистки, стоя или перемещаясь в процессе работы по берме, откосу, дну, руслу, обеим бермам, берме и от-

косу и т. д. Рабочее оборудование у разных конструкций может занимать самое разное положение, причем реакции, действующие на него, как правило, способствуют опрокидыванию или развороту машины. Это особенно опасно, так как каналоочистители обычно работают в непосредственной близости от бровки канала. Данная ситуация выдвигает повышенные требования к устойчивости машины. Кроме того, ходовая часть машины нередко перемещается по местности с недостаточной несущей способностью, по закрепленному откосу, дну или берме, на которые, во избежание деформирования, нельзя оказывать большие давления, что обуславливает необходимость достаточно низкого опорного давления. В связи с этим существуют разнообразные варианты конструкций ходовых систем каналоочистителей.

Например, каналоочиститель МР-21 (рис. 2.52), имеющий широкий набор сменных органов и работающий по береговой схеме, сконструирован на специальном самоходном гусеничном шасси с увеличенной опорной поверхностью.

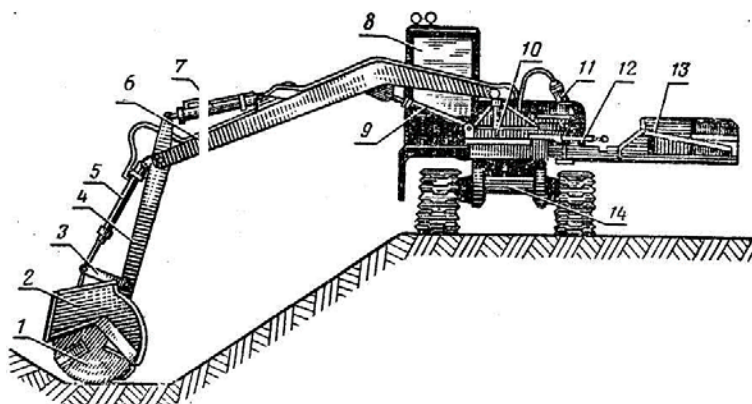


Рис. 2.52. Общий вид многоцелевого каналоочистителя МР-21: 1 – фреза; 2 – кожух; 3 – рычаг; 4 – рукоятка; 5, 7, 9, 12 – гидроцилиндры; 6 – стрела; 8 – кабина; 10 – поворотная платформа; 11 – гидромотор привода поворотной платформы; 13 – противовес; 14 – ходовое устройство

Он состоит из сменного рабочего органа – фрезы 1 с кожухом 2, рукоятки 4 с рычагом 3 и гидроцилиндрами 5, 7, 9, 12, стрелы 6, кабины 8, поворотной платформы 10 с гидромотором ее привода 11, противовеса 13 и ходового устройства 14.

Существовал вариант использования дреноукладчика в качестве базы для каналоочистителя. На месте установки дреноукладочного оборудования на раме дреноукладчика была смонтирована поворотная платформа с приводом от гидромотора. На платформу навешивалось рабочее оборудование – стрела, рукояти, сменный рабочий орган и гидроцилиндры управления.

Подавляющее большинство каналоочистителей создано с использованием в качестве базы колесных или гусеничных сельскохозяйственных, промышленных или мелиоративных тракторов. Например, на рис. 2.53 показан каналоочиститель на базе колесного трактора 1, на который с использованием задней поворотной колонки 2 навешено рабочее оборудование 3 со сменным рабочим органом 5 и механизмом его поворота 4.

Для повышения устойчивости колея колесного трактора обычно при возможности устанавливается на наибольшую величину, в колеса (или заднее колесо), противоположные берме передвижения, может заливаться вода, на их диски могут крепиться грузы, каналоочиститель может снабжаться боковым противовесом. Иногда используются спаренные колеса. В случае установки на трактор дополнительного бака гидросистемы он, как правило, смещается в сторону, противоположную вероятному направлению опрокидывания.

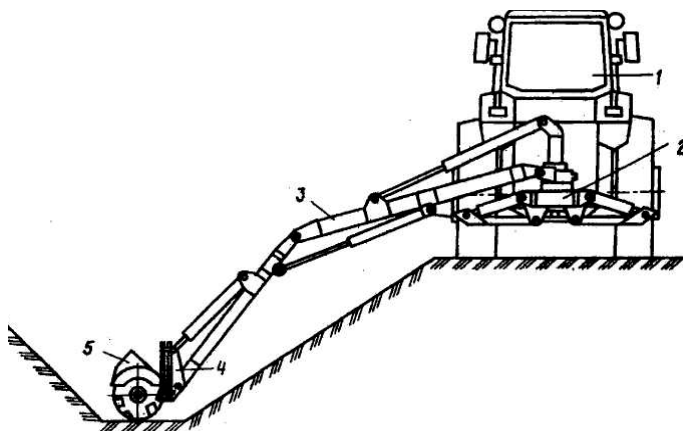


Рис. 2.53. Вариант использования колесного трактора в качестве базы для каналоочистителя: 1 – колесный трактор; 2 – задняя поворотная колонка; 3 – рабочее оборудование; 4 – механизм поворота сменного рабочего органа; 5 – сменный рабочий орган

Одним из достаточно часто используемых мероприятий по повышению устойчивости является установка на стороне трактора, ближайшей к бровке канала, дополнительной опоры. У машин позиционного действия опора выполняется в виде гидравлически управляемого башмака, у машин, работающих в движении, в качестве опоры нередко используется опорное колесо. К последним относятся каналоочистители КМ-82, ОКН и др. Схема каналоочистителя с дополнительной колесной опорой показана на рис. 2.54.

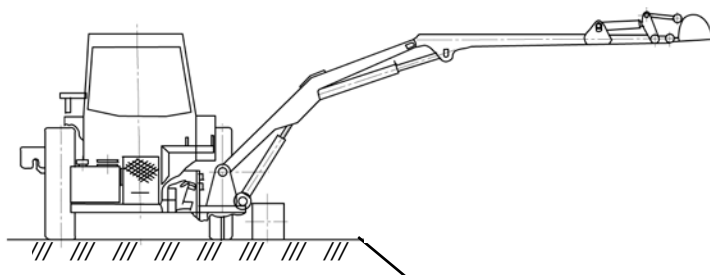


Рис. 2.54. Вариант каналоочистителя с дополнительной боковой колесной опорой

Ряд зарубежных фирм выпускает на базе колесных тракторов каналоочистительные машины (рис. 2.55), рабочее оборудование 4 которых монтируется на дополнительной, устанавливаемой сзади трактора 1, двухколесной опоре 2 с поворотной колонкой.

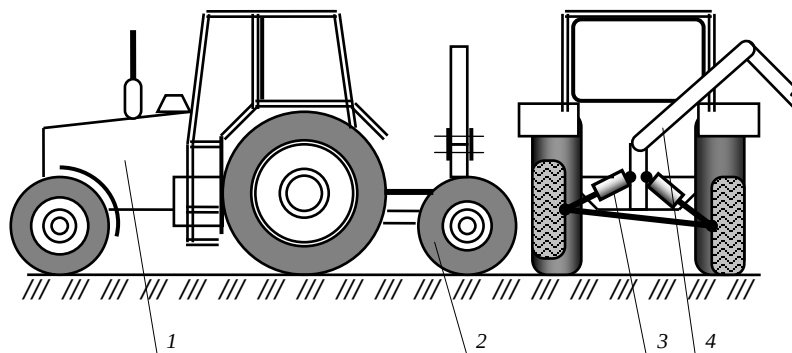


Рис. 2.55. Вариант каналоочистителя с дополнительной задней колесной опорой: 1 – трактор; 2 – двухколесная опора; 3 – гидроцилиндры; 4 – рабочее оборудование

Нагрузка на колеса опоры может регулироваться посредством гидроцилиндров 3 в зависимости от ситуации. Опора может быть полуприцепной или реже полунавесной.

Подобная схема выполняется и с передней опорой (рис. 2.56).

Известна также машина для обслуживания каналов, созданная на базе гусеничного трактора с расположенной спереди полуприцепной колесной или гусеничной опорой.

Германская фирма Ducker выпускает на базе автомобиля машину для обслуживания обочин и откосов дорог. У этой машины для снятия возникающих от сил тяжести рабочего оборудования нагрузок, действующих на передний мост, впереди и сбоку от моста устанавливается дополнительная двухколесная опора рояльного типа. При транспортном передвижении она поднимается.

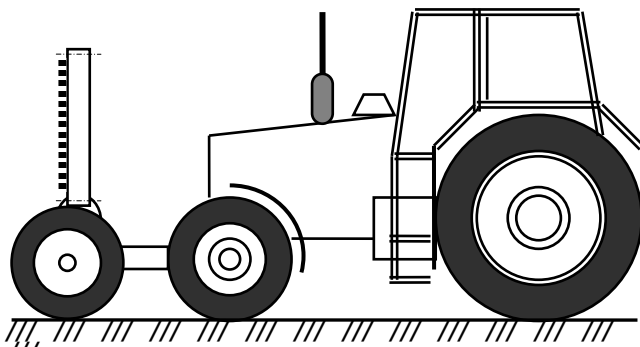


Рис. 2.56. Вариант каналоочистителя с дополнительной передней колесной опорой

Фирмами Krinke und Kruger и Berky на специальных трехопорных шасси выпускаются машины разных типоразмеров, предназначенные для очистки каналов от растительности (рис. 2.57). На раме 2, связывающей две основные опоры 1 и 6, смонтирована силовая установка 5 и органы управления 10, 11. Вспомогательная опора 4 является активной, т. е. имеющей привод от установленного на ней гидромотора. При транспортном перемещении она движется рядом с основными опорами. Машина при этом имеет минимальную колею.

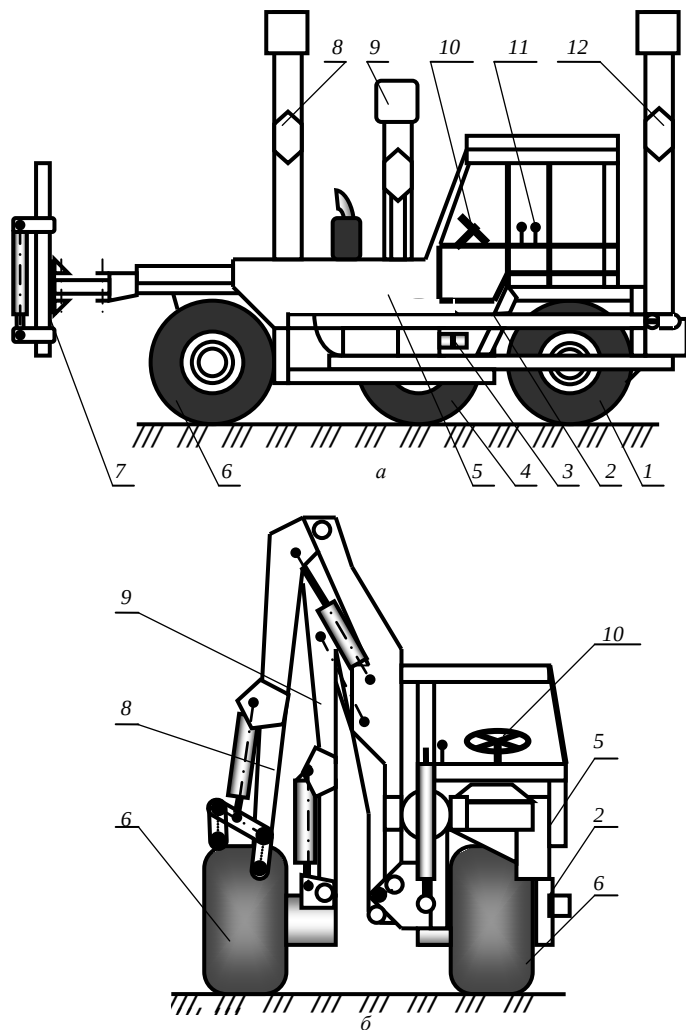


Рис. 2.57. Схема трехопорного каналоочистителя АСМ:
а – вид слева; *б* – вид спереди; 1, 6 – основные опоры;
 2 – рама; 3 – насос; 4 – вспомогательная опора; 5 – силовая установка;
 7 – переднее навесное устройство; 8 – боковое навесное
 устройство; 9 – рабочее оборудование; 10, 11 – органы управления;
 12 – заднее навесное устройство

На машину одновременно могут навешиваться три рабочих органа, например, на переднее навесное устройство 7 – косилка для окашивания бермы, на боковое 8 – косилка для окашивания откоса, на заднее 12 – грабли. Привод рабочих органов гидравлический. Привод колес производится посредством гидромоторов колес. Переднее колесо 6 является управляемым. Управление поворотами осуществляется рулевым колесом 10, механически связанным с насосом-дозатором. Он направляет рабочую жидкость от насоса 3, установленного на силовой установке, к гидромотору поворота переднего колеса.

Такая машина под маркой АСМ (агрегат самоходный мелиоративный) подготовлена к производству ОАО «Амкодор-КЭЗ». Основными видами рабочего оборудования, навешиваемого на заднее устройство, являются очистной уширенный поворотный ковш обратной лопаты геометрической вместимостью 0,2 м³, ковш решетчатый уширенный такой же вместимостью и с шириной захвата 2,54 м, грабли мелиоративные с шириной захвата 2,4 м. На переднее и боковое устройства могут навешиваться косилка сегментная с шириной захвата 1,9 м, косилка сегментная с дополнительным устройством для окашивания дна канала с общей шириной захвата 2,4 м, косилка роторная с шириной захвата 1,6 м.

Описанная конструкция машины позволяет ей хорошо приспосабливаться к различным условиям работы. При окашивании канала в зависимости от ситуации вспомогательная опора может опираться на берму канала, его ближний откос, дно или дальний откос.

Кроме того, основные опоры такой машины при необходимости могут перемещаться и по откосу, причем установкой в нужное положение вспомогательной опоры легко обеспечивается удобное для оператора вертикальное положение основных опор. Таким образом, машина может работать, передвигаясь по берме и откосу (рис. 2.58, *а*), берме и дну (рис. 2.58, *б*), откосу и дну (рис. 2.58, *в*).

При необходимости могут использоваться и другие варианты.

Трехопорные машины разных типоразмеров производит фирма Berky (Германия).

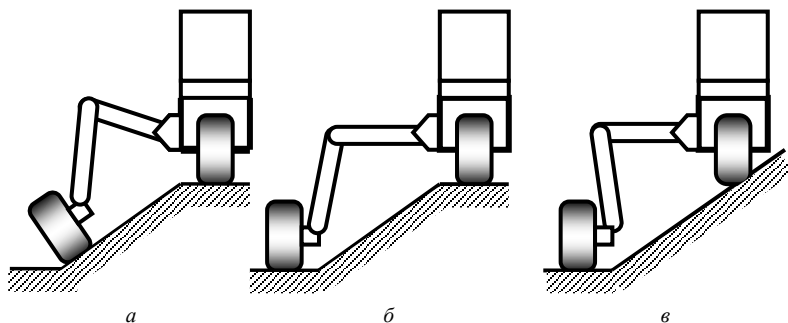


Рис. 2.58. Схема вариантов зон передвижения трехопорного каналаочистителя:
а – берма и откос; *б* – берма и дно; *в* – откос и дно

Для примера одна из машин данной фирмы с навешенными сегментной косилкой с изогнутым режущим брусом и роторными граблями показана на рис. 2.59, *а*.

Более простой схемой трехопорной машины является машина, показанная на рис. 2.59, *б*.



а



б

Рис. 2.59. Трехопорные каналаочистители фирмы Berky

Существуют каналаочистители (МР-15) на гусеничном шасси с раздвижными гусеницами, способные по мере необходимости изменять расстояние между гусеницами и перенастраиваться на работу по береговой или седлающей схеме. Ходовая часть МР-15 (рис. 2.60) состоит из основной 1 и поворотной вспомогательной 3 гусениц, соеди-

ненных двумя телескопическими балками 2 и телескопическим валом привода хода вспомогательной гусеницы. Она посредством гидроцилиндра может поворачиваться в горизонтальной плоскости, что выполняется при изменении расстояния между гусеницами.

Изменение расстояния производится в движении или при неподвижном каналоочистителе.

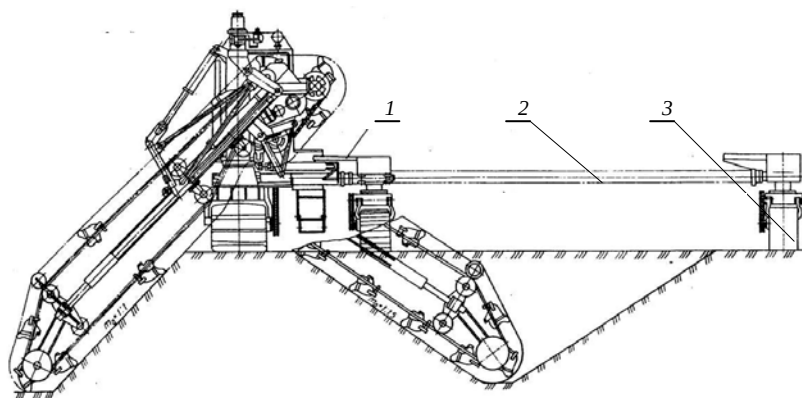


Рис. 2.60. Конструкция ходовой части каналоочистителя МР-15:

1 – основная гусеница; 2 – телескопические балки;

3 – вспомогательная гусеница

При неподвижном каналоочистителе (рис. 2.61, *а*) гусеница поворачивается на 90° и, после ослабления хомутов, выключается бортовой фрикцион основной гусеницы и включается привод вспомогательной гусеницы. Перемещаясь в нужную сторону, она будет изменять колею.

При изменении колеи в движении (рис. 2.61, *б*) ослабляются хомуты, фиксирующие телескопические балки, вспомогательная гусеница посредством гидроцилиндра поворачивается на $10...20^\circ$ от продольной оси, и производится передвижение каналоочистителя на первой передаче в нужную сторону. При этом вспомогательная гусеница будет приближаться или удаляться от основной. После получения требуемого расстояния она поворачивается в исходное положение, а хомуты зажимаются.

*Изменение колеи
при неподвижном
экскаваторе*

Изменение колеи в движении

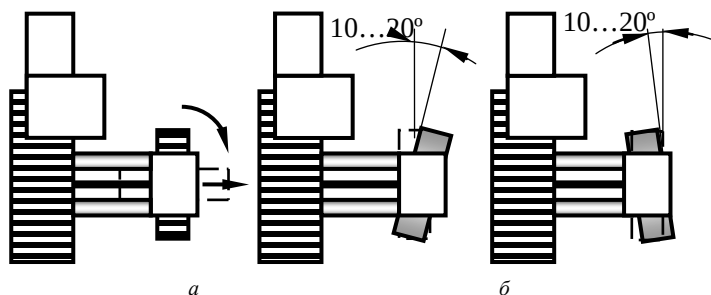


Рис. 2.61. Схема изменения расстояния между гусеницами каналоочистителя МР-15

Вспомогательная гусеница 3 (рис. 2.62) может не только поворачиваться в горизонтальной плоскости вокруг поворотной головки 5, но и благодаря шарнирному соединению поворачиваться в вертикальной продольной плоскости относительно ведущего вала 4 цепной передачи 2. Это обеспечивает равномерное давление гусеницы на грунт по длине опорной поверхности гусеницы и позволяет ей принимать нужное положение при движении по неровной поверхности или, например, при въезде каналоочистителя на трейлер, не приводя к скручиванию рамы.

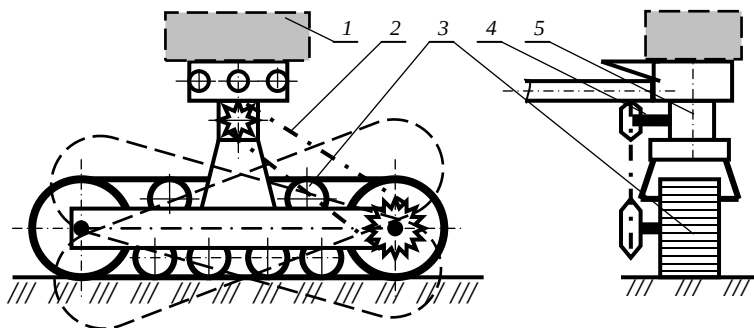


Рис. 2.62. Схема вспомогательной гусеницы: 1 – противовес; 2 – цепная передача; 3 – вспомогательная гусеница; 4 – ведущий вал; 5 – поворотная головка

При работе по береговой схеме для повышения устойчивости вспомогательная гусеница может догружаться противовесом 1.

Для обслуживания откосов могут использоваться фронтальные косилки на мотоблоках. Они могут иметь сегментный или роторный рабочий орган.

Существуют также специальные ремонтно-эксплуатационные машины, перемещающиеся по откосу. К ним относятся гусеничный каналоочиститель МР-20 и колесная машина фирмы Berky. Они имеют увеличенную опорную поверхность и колею, а также низкий центр тяжести, что обеспечивает возможность передвижения их по откосам. Угол поперечного опрокидывания у каналоочистителя МР-20 составляет 50° .

Известно техническое решение, по которому в качестве базы каналоочистителя используется гусеничный трактор с наклоняемыми гусеницами (рис. 2.63).

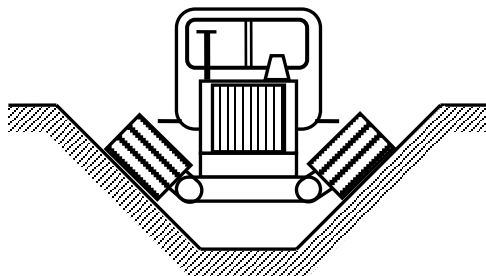


Рис. 2.63. Схема гусеничного внутриканального каналоочистителя с наклоняемыми гусеницами

Фирма Berky выпускала внутриканальную машину на полноприводном четырехколесном шасси с арочными шинами (рис. 2.64). Колеса с платформой машины соединялись с помощью одновременно наклоняемых гидроцилиндров аутригеров. Путем изменения их наклона обеспечивалось требуемое положение платформы и тем самым рабочего оборудования по отношению к каналу. При необходимости валы колес можно было изменять по длине.

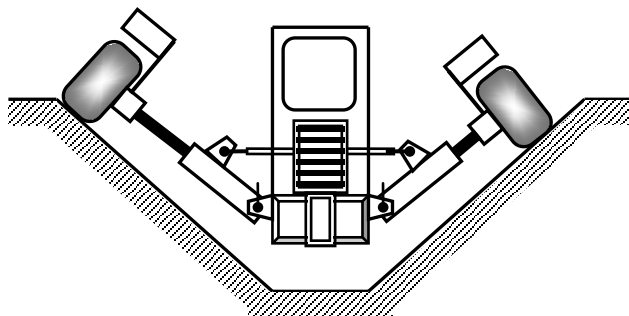


Рис. 2.64. Схема колесного внутриканального каналоочистителя с наклоняемыми колесами

В последнее время фирма выпускает четырех- и шестиопорные машины с набором сменных рабочих органов (рис. 2.65).

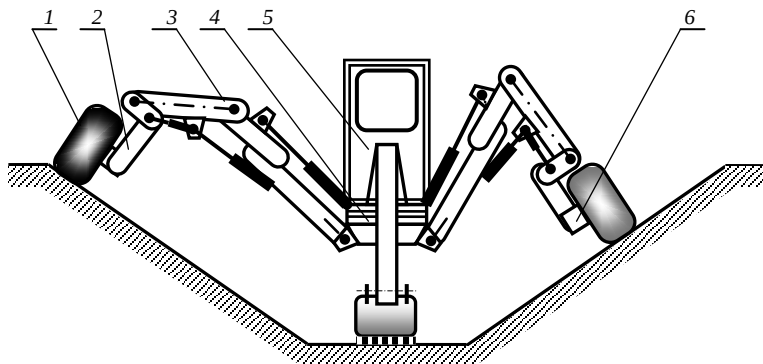


Рис. 2.65. Схема колесного многоопорного каналоочистителя: 1 – колесные опоры; 2 – стойки аутригеров; 3 – аутригеры; 4 – платформа; 5 – кабина; 6 – гидропривод

Колесные опоры 1 имеют гидропривод 6 и связаны с платформой 4 двухзвенными гидроуправляемыми аутригерами 3. Перемещение правой и левой сторон ходовой части выполнено независимым друг от друга, что позволяет каналоочистителю перемещаться, опираясь на любые элементы периметра канала. При этом кабина 5 остается в вертикальном положении. Некоторые модели имеют возможность изменять длину стоек 2 аутригеров.

Для плавучих машин в качестве базы используются разного рода понтоны, баржи, мотоботы и катера. Иногда одноковшовые машины для очистки каналов и водоемов создаются на базе плавучих платформ, которые для повышения устойчивости снабжаются управляемыми сваями. При этом рабочий ход обеспечивается лебедками с якорями.

На рис. 2.66 показана плавучая машина, у которой платформа снабжена четырьмя гидроуправляемыми аутригерами (опорами) с колесами. Перед копанием грунта аутригеры опускаются под воду до упора колес в дно. Тем самым обеспечивается необходимая устойчивость платформы.



Рис. 2.66. Плавучая машина с аутригерами

Кроме того, существуют машины-амфибии на гусеничном и колесном ходу. По воде они перемещаются с помощью винта, водометного движителя или за счет реактивных сил, создаваемых движущимися гусеницами.

На рис. 2.67 показан вариант машины-амфибии на резиногоусеничном ходу, перемещающейся по воде с помощью двух гребных винтов.

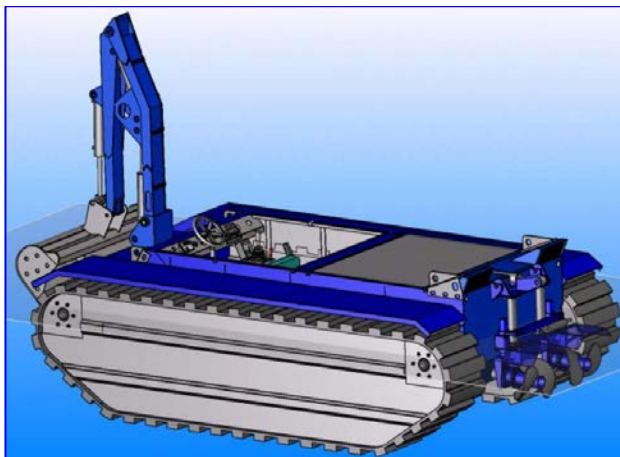


Рис. 2.67. Ремонтно-эксплуатационная гусеничная машина-амфибия

В Нидерландах фирмой Кпоор разработана и поставлена на производство машина-амфибия марки Waterking. Машина поставляется в четырех моделях. Их основные технические данные приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4. Техническая характеристика машин Waterking

Показатели	WK 80	WK 100	WK 220	WK 250
Масса, т	12	20	28	32
Мощность двигателя, кВт	64	86,5	114	129
Опорное давление, кПа	10,3	12,3	9,8	9,8
Вместимость ковша, м ³	0,50	0,65	1,20	1,50
Максимальная глубина копания, м	4,6	7,8	9,2	9,2
Размеры понтона, м	5,10×1,05× ×1,40	7,25×1,50× ×1,60	8,25×2,00× ×1,68	9,50×2,00× ×1,68

Схематически машина-амфибия показана на рис. 2.68. Машина базируется на понтонах 5 с гусеничным ходом. На поворотной платформе 3 установлены силовая установка 4, кабина 2 и рабочее оборудование 1. Основным видом рабочего органа является ковш обратной лопаты, однако машина может использоваться и с сортировочным грейферным ковшом, гидравлическими ножницами, землесосом, виброблоком, сменными ковшами и др. Для повышения устойчивости могут использоваться боковые понтоны с гидравлическими сваями.

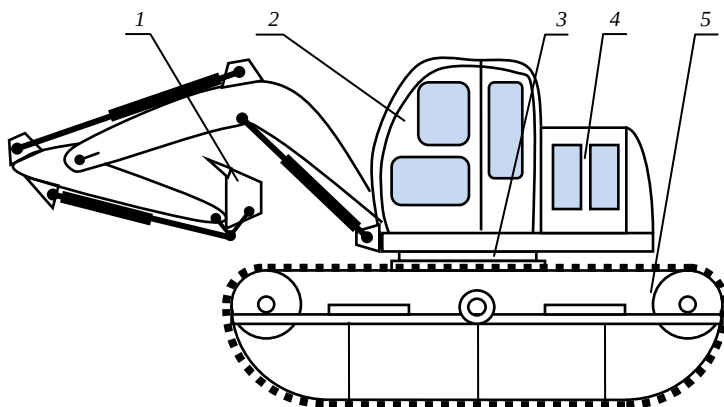
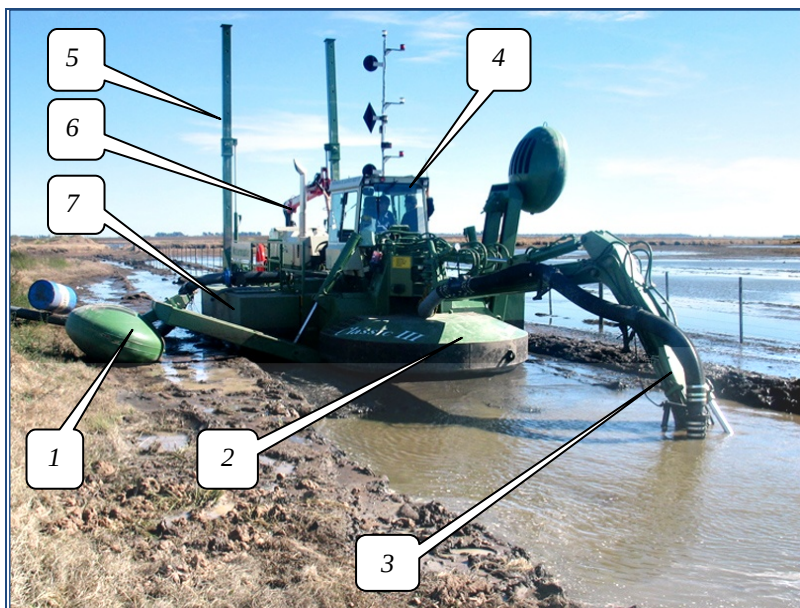


Рис. 2.68. Схема гусеничной машины-амфибии Waterking:
1 – рабочее оборудование; 2 – кабина; 3 – поворотная платформа;
4 – силовая установка; 5 – понтоны с гусеничным ходом

Плавающая машина с гидравлическими сваями и боковыми опорами выпускается в Финляндии под названием Watermaster (рис. 2.69, *а*). Она базируется на понтоне 2. На нем установлено силовое оборудование и кабина 4. Перемещение по воде (рис. 2.69, *б*) производится с помощью гребного винта, расположенного в задней части понтона. В его передней части установлено рабочее оборудование 3.

Для обеспечения необходимой устойчивости к боковым частям понтона прикреплены дополнительные съемные передние стабилизаторы (опоры) 1, которые используются при работе в водоемах глубиной до 2,5 м. В задней части машины установлены две сваи 5 или задние стабилизаторы. Они могут погружаться на глубину до 4,9 м, а при необходимости – наклоняться вперед. Такая конструкция ходовой части позволяет перемещаться по воде и обеспечивает устойчивость при работе. В случае выполнения работ на глубине свыше 2,5 м для повышения устойчивости и увеличения площади палубы могут использоваться съемные боковые понтоны 7. Для перемещения отводных труб и других сервисных работ на палубе установлен сервисный кран 6 с грейферным захватом.

При необходимости, опираясь поочередно на рабочий орган, передние боковые опоры и задние стабилизаторы, машина способна выбираться на сушу.



a



б

Рис. 2.69. Плавучая машина Watermaster: *a* – в работе; *б* – при перемещении вплавь;
 1 – съемные передние стабилизаторы; 2 – понтон; 3 – рабочее оборудование;
 4 – кабина; 5 – сваи; 6 – сервисный кран; 7 – съемные боковые понтоны

Положение машины в начале ее вывода на сушу показано на рис. 2.70.



Рис. 2.70. Положение машины Watermaster в начале ее вывода на сушу

При погрузке ее на трейлер машина поднимается на опорах, а трейлер загоняют под понтон, что исключает использование дополнительных погрузочных средств.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Перечислите основные технологические операции, выполняемые при эксплуатации мелиоративных каналов.
2. Назовите причины утраты работоспособности каналов и перечислите способы очистки каналов.
3. Дайте классификацию каналоочистителей и назовите основные требования к ним.
4. Изобразите схемы цепных рабочих органов каналоочистителей непрерывного действия.
5. Изобразите схемы фрезерных рабочих органов каналоочистителей непрерывного действия.
6. Изобразите схемы комбинированных рабочих органов каналоочистителей непрерывного действия.
7. Изобразите схемы рабочих органов каналоочистителей циклического действия.
8. Назовите условия применения и достоинства и недостатки каналоочистителей циклического действия.
9. Изобразите схему и поясните принцип действия драглайна бокового копания.
10. Назовите типы машин, используемых в качестве базовых для каналоочистителей.
11. Изобразите схему и поясните принцип действия бокового каналоочистителя с направляющей балкой.
12. Изобразите схемы ходовых частей каналоочистителей.

3. КАНАЛООЧИСТИТЕЛИ С НАБОРОМ СМЕННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

Большое разнообразие каналов по форме, размерам, конструкции и назначению, различия в условиях их работы, многовариантность повреждений выдвигают соответственно значительное количество достаточно жестких, порой взаимоисключающих требований к каналочистительным операциям и машинам, их выполняющим. Эти требования и широкий технологический круг работ выполнить одним рабочим органом невозможно. Поэтому для ремонта каналов приходится использовать группу разномарочных машин, что, как правило, невыгодно в процессе выполнения работ и, кроме того, требует повышенных расходов на содержание машин. Данная ситуация особенно усугубляется в связи с тем, что работы являются сезонными и машины загружены относительно короткий промежуток времени года. Это является причиной создания и достаточно широкого применения машин с набором сменных рабочих органов, предназначенных для выполнения комплекса различных технологических операций. Подобные машины иногда называют многоцелевыми каналочистителями. Их использование уменьшает количество необходимого персонала, снижает затраты на хранение и обслуживание парка машин, позволяет более равномерно на протяжении года загрузить машины, сокращает амортизационные отчисления.

Обычно кроме бульдозера и основного рабочего органа они могут иметь от одного до восьми сменных органов.

Наиболее широко в качестве базовых машин для создания каналочистителей со сменными рабочими органами используются сельскохозяйственные колесные и гусеничные тракторы и реже мелиоративные, промышленные и лесопромышленные тракторы, одноковшовые экскаваторы и специальные шасси.

Рабочие органы навешиваются на толкающую раму (бульдозер), поворотную колонку, поворотную платформу, дополнительную полунавесную или полуприцепную опору, на раму трактора или на дополнительное навесное устройство. Например, каналочиститель многоцелевой КМ-82, базирующийся на тракторе «Беларус 82.1», комплектуется бульдозером, землесосным оборудованием, двухроторной косилкой, бильной косилкой, подборщиком срезанной растительности, ковшем-косилкой, ковшем уширенным, ковшем решетчатым, ковшем

поворотным самоочищающимся, ротором-метателем (фрезой с осью вращения, параллельной оси канала).

Для навешивания сменных органов трактор оборудован прикрепленной к лонжерону рамы неповоротной стрелой. Для привода в действие рабочего оборудования предназначена насосная установка, приводимая в действие от заднего вала отбора мощности. Повышение устойчивости в рабочем положении обеспечивается дополнительной колесной опорой в виде стального колеса, которым каналочиститель в рабочем положении опирается о берму канала.

В передней части трактора навешивается бульдозерное оборудование. Управление рабочим оборудованием производится из кабины посредством рычагов гидрораспределителей.

При работе с роторной косилкой на стекло кабины устанавливается двухслойная защитная сетка.

Данный каналочиститель предназначен для ремонтно-эксплуатационных работ на облицованных и необлицованных каналах, сухих и с водой, с минимальной шириной по дну 0,6 м, с коэффициентом заложения откосов до 2 при максимальной глубине канала до 2,5 м.

Каналочиститель МР-19, показанный на рис. 2.53, имеет то же назначение, что и КМ-82, однако он имеет стрелу рабочего оборудования 3, смонтированную на поворотной колонке 2, установленной на дополнительной раме в задней части трактора 1. Это позволяет производить разгрузку ковша на значительном расстоянии от канала. Каналочиститель кроме бульдозера имеет комплект сменных рабочих органов 5, присоединяемых к механизму поворота 4. В их числе ковш обратной лопаты, ковш уширенный, косилка сегментно-пальцевая с изогнутым режущим брусом, ковш-косилка, косилка роторная, ротор-метатель (фреза с осью вращения, параллельной оси канала), землесос, предназначенный для очистки дна бетонированного канала, подборщик срезанной растительности.

Наиболее распространенным многоцелевым каналочистителем в странах СНГ и особенно в Республике Беларусь является каналочиститель ОКН (очиститель каналов навесной), выпускаемый ОАО «Амкодор-КЭЗ» (г. п. Коханово). Каналочиститель (рис. 3.1) имеет стрелу 4, прикрепленную к лонжерону трактора 2, но в данном случае стрела смонтирована с возможностью поворота в плане. Стрела поворачивается посредством гидроцилиндра. Угол поворота таков, что позволяет выгружать грунт из ковша на необходимом расстоянии от бровки канала.

Машина снабжена дополнительным опорным колесом 5, противовесом 1, бульдозерным отвалом 6 и насосной станцией 3, приводимой в действие от заднего ВОМ и содержащей насосы, масляный бак, фильтры и другое необходимое оборудование.

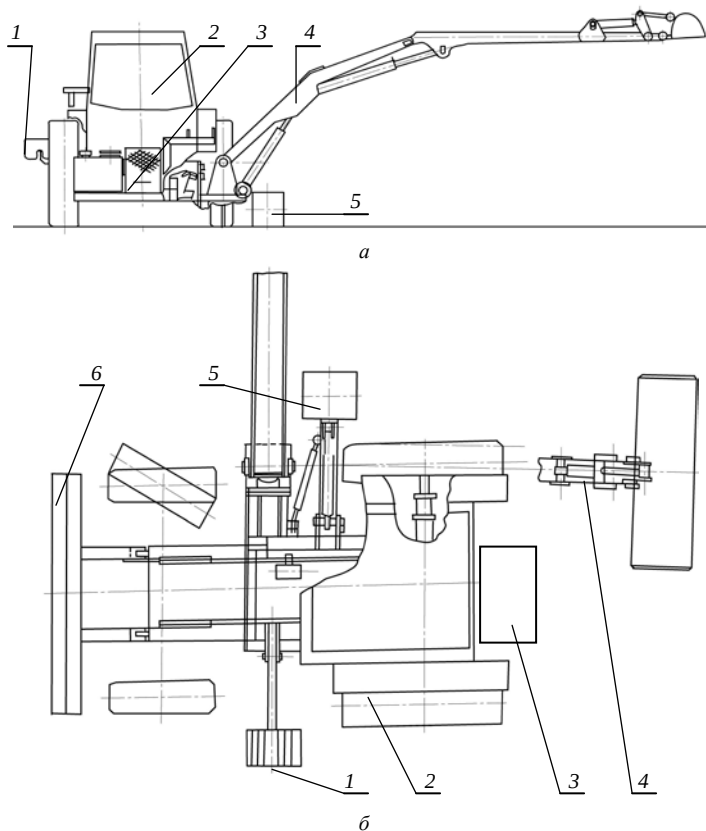


Рис. 3.1. Каналоочиститель многоцелевой ОКН: *а* – вид сзади; *б* – вид сверху;
1 – противовес; 2 – трактор; 3 – насосная станция; 4 – стрела;
5 – опорное колесо; 6 – бульдозерный отвал

Боковая навеска рабочего органа и действующие на него нагрузки приводят к частым поломкам ходовой части, особенно правой задней

полуоси, поэтому на более мощном колесном тракторе «Беларус 1221» выпускается доработанная модель каналоочистителя ОКН-05. Он имеет большую надежность и лучшую устойчивость.

При работе очистным ковшом каналоочиститель работает позиционно, а при его оснащении косилочным рабочим органом или фрезой – в движении.

Транспортное положение ОКН-05 показано на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Каналоочиститель многоцелевой ОКН с рабочим органом в транспортном положении

На рис. 3.3 показан каналоочиститель ОКН-05 в процессе очистки канала фрезерным рабочим органом (ротатором-метателем).



Рис. 3.3. ОКН-05 в работе с фрезерным рабочим органом (вид сзади)

Основные технические данные описанных каналоочистителей ОКН и ОКН-05 приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Техническая характеристика каналоочистителей ОКН

Показатели	ОКН	ОКН-05
С очистным ковшом		
Геометрическая вместимость ковша, м ³	0,2	0,2
Ширина ковша, м	1690	1690
Конструктивная масса ковша, кг	125	125
Наибольшая глубина копания, м	3830	3380
Наибольший радиус копания от продольной оси трактора (от оси поворота), м	7600 (6620)	– (6050)
Угол поворота ковша, град	142	142
Продолжительность рабочего цикла при очистке канала глубиной 2 м с заложением откосов 2:1 при наибольшем радиусе копания и повороте на выгрузку 90° в грунтах первой категории, с, не более	20	20
Техническая производительность (без смены позиций) в грунтах первой категории при 0,1 м ³ наносов на метре длины канала, м ³ /ч (м/ч)	24 (140)	24 (200)
Габариты в транспортном положении, мм	5200×2650× ×4000	5900×2750× ×4000
Эксплуатационная масса, кг	6000	9170
Скорость рабочего передвижения, км/ч	1,89...4,26	2,1...4,8
Скорость транспортного передвижения, км/ч	До 18	До 18
Распределение нагрузки по осям в транспортном положении, в % на переднюю/на заднюю	–	34/66
С роторной косилкой		
Производительность, га/ч, не менее	0,32	0,32
Ширина захвата, м	1,6	1,6
Число роторов, шт.	3	3
Число ножей на роторе, шт.	2	2
Частота вращения роторов, об/мин	1800...2000	1800...2000
Высота стерни, мм	75...120	40...80
Конструктивная масса косилки, кг	152	152
С сегментной косилкой		
Производительность, га/ч, не менее	0,4...0,5	–
Ширина захвата, м	2,16	–
Высота стерни, мм	40...80	–
Конструктивная масса косилки с присоединительным звеном, кг	175	–
С ротором-метателем (фрезой)		
Техническая производительность, м ³ /ч, не менее	–	30
Диаметр, мм	–	600
Конструктивная масса рабочего органа, кг	–	200
Конструктивная масса рабочего оборудования, кг	–	3575

На базе трактора типа Т-150К выпускается ремонтно-эксплуатационный агрегат АРЭ (рис. 3.4), который, используя сменные рабочие органы, способен очищать от наносов и окашивать дно и откосы осушительных каналов глубиной до 2,5 м и шириной по дну 0,6...1,5 м, удалять камни, скашивать водную растительность, выполнять погрузочно-разгрузочные работы.

Ремонтно-эксплуатационный агрегат АРЭ состоит из базового трактора 2, навешенного в передней части бульдозерного оборудования 1, дополнительного ремонтного оборудования и системы управления. Рабочее ремонтное оборудование крепится к стреле 9, устанавливаемой на поворотную платформу 10, которая поворачивается гидроцилиндром 4, а в транспортном положении фиксируется стопором 8.

При работе машина опирается на колеса и две опоры 6. Для обеспечения работы и управления ремонтным оборудованием на тракторе дополнительно установлены бак 7 гидросистемы, гидрораспределитель 3 и насос 5.

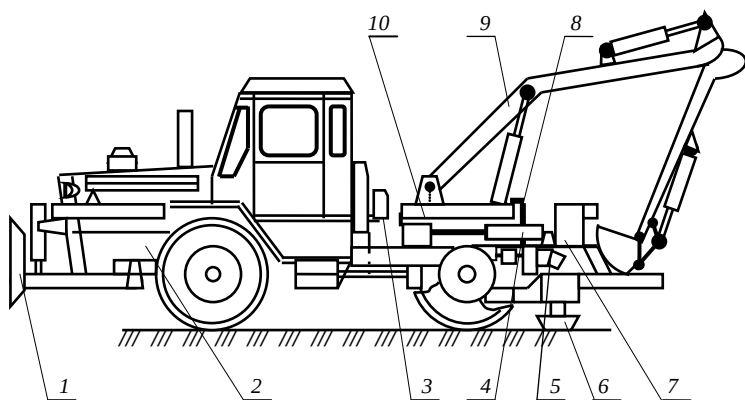


Рис. 3.4. Ремонтно-эксплуатационный агрегат АРЭ: 1 – бульдозерное оборудование; 2 – базовый трактор; 3 – гидрораспределитель; 4 – гидроцилиндр; 5 – насос; 6 – опоры; 7 – бак гидросистемы; 8 – стопор; 9 – стрела; 10 – поворотная платформа

К многоцелевым каналоочистителям на гусеничном ходу относятся МР-14 и МР-21.

На рис. 3.5 показан каналоочиститель МР-14 на базе гусеничного трактора ДТ-75Б-С4. Каналоочиститель предназначен для очистки каналов глубиной до 2 м, а также для разравнивания кавальеров и вы-

полнения планировочных работ. Он снабжается бульдозерным оборудованием, фрезой с осью вращения, параллельной оси канала (ротором), шнекороторным рабочим органом, четырехроторной косилкой и землесосом. На рис. 3.5 приведен вариант с основным оборудованием – фрезой и бульдозерным оборудованием. Последнее состоит из толкающей рамы 1, крепящейся к упряжному шарниру 3, отвала 16, уширителей 17 и опорной лыжи 18. Управление бульдозерным оборудованием производится посредством гидроцилиндра 15.

Фрезерный рабочий орган 11 приводится в действие гидромотором 9 с редуктором 10. Фреза, косилка или землесос крепятся к рукояти 8, шарнирно соединенной с рамой 2. Подъем и опускание рабочих органов осуществляется гидроцилиндрами 13 и 14, а поворот – гидроцилиндром 12. Гидромоторы требуют большой подачи масла, поэтому на тракторе смонтированы дополнительно бак 7 и насос 5, приводимый в действие от ВОМ посредством редуктора 4.

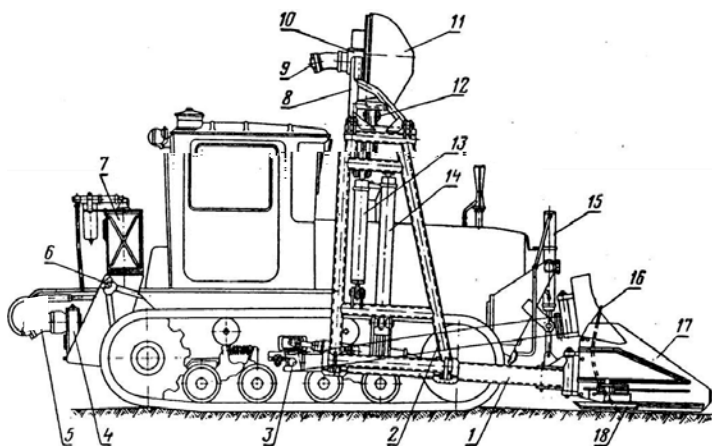


Рис. 3.5. Каналоочиститель МР-14 с фрезерным рабочим органом: 1 – толкающая рама; 2 – рама; 3 – упряжный шарнир; 4 – редуктор; 5 – насос; 6 – трактор; 7 – бак; 8 – рукоять; 9 – гидромотор; 10 – редуктор; 11 – фрезерный рабочий орган; 12, 13, 14, 15 – гидроцилиндры; 16 – отвал; 17 – уширители; 18 – опорная лыжа

Каналоочиститель МР-21 (см. рис. 2.52) предназначен для очистки каналов глубиной до 3 м, проложенных в земляном русле и облицованных. Он имеет бесступенчатое регулирование скорости передвижения. Способен выполнять 14 технологических операций 10 сменными

органами. Каналоочиститель работает по береговой схеме и базируется на специальном самоходном гусеничном шасси с увеличенной опорной поверхностью. Состоит из сменного рабочего органа – в изображенном варианте фрезы 1 с кожухом 2, рукояти 4 с рычагом 3 и гидроцилиндрами 5, 7, 9, 12, стрелы 6, кабины 8, поворотной платформы 10 с гидромотором ее привода 11, противовеса 13 и ходового устройства 14.

Описанный выше и показанный на рис. 2.57 агрегат самоходный мелиоративный АСМ также относится к многоцелевым машинам, так как основными видами его рабочего оборудования являются очистной уширенный поворотный ковш обратной лопаты, ковш решетчатый уширенный, грабли мелиоративные, косилка сегментная, косилка сегментная с дополнительным устройством для окашивания дна канала, косилка роторная. Причем на агрегат одновременно может быть навешено до трех рабочих органов.

К машинам со сменными рабочими органами можно отнести и машины Waterking (Нидерланды) и Watermaster (Финляндия). Так, последняя может использоваться с ковшом вместимостью 0,4 м³, режущим землесосом, ковшом-насосом, граблями, двухчелюстным грейферным ковшом, ковшом с захватом для установки свай, копром для вибропогружения шпунтов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Поясните, в чем состоит необходимость применения каналоочистителей с набором сменных рабочих органов.
2. Перечислите достоинства и недостатки каналоочистителей с набором сменных рабочих органов.
3. Назовите типы базовых машин, используемых для создания каналоочистителей с набором сменных рабочих органов.
4. Назовите основные марки каналоочистителей с набором сменных рабочих органов.
5. Изобразите схему каналоочистителя типа ОКН с набором сменных рабочих органов.
6. Изобразите схему каналоочистителя типа АРЭ с набором сменных рабочих органов.
7. Изобразите схему каналоочистителя типа МР-14 с набором сменных рабочих органов.
8. Назовите виды сменных рабочих органов, которые используются на каналоочистителе типа ОКН.
9. Назовите виды сменных рабочих органов, которые используются на каналоочистителе типа АРЭ.
10. Назовите виды сменных рабочих органов, которые используются на каналоочистителе типа МР-14.
11. Назовите виды сменных рабочих органов, которые используются на агрегате самоходном мелиоративном АСМ.

4. МАШИНЫ ДЛЯ СКАШИВАНИЯ И УДАЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ИЗ КАНАЛОВ

4.1. Классификация машин для скашивания и удаления растительности

Растительность, произрастающую на мелиоративных объектах, можно разделить на травянистую мягкостебельную и грубую, а также древесно-кустарниковую. Древесно-кустарниковая растительность по рекомендациям ГО «Белводхоз» в зависимости от диаметра ствола делится на поросль, кустарник, мелколесье и лес. К поросли относится древесно-кустарниковая растительность высотой до 1,5 м и с диаметром стебля на уровне корневой шейки до 2 см, к кустарникам – с диаметром стебля 2...7 см, к мелколесью – 7...11 см, к лесу – свыше 11 см.

Нельзя допускать появления поросли и развития кустарниковой растительности на мелиоративных объектах. Появляющиеся растения следует незамедлительно вручную удалять вместе с корневой системой. На заросших каналах применяют соответствующие специализированные машины.

Машины данной группы предназначены для срезания травянистой растительности и кустарниковой поросли и растительности на бермах, откосах и дне каналов, извлечения ее из каналов или уничтожения непосредственно в канале. Некоторые специальные виды машин и рабочих органов могут использоваться для срезания кустарника, мелколесья и обрезки ветвей деревьев лесозащитных полос мелиоративных систем. Кроме того, обработка откоса канала сходна с обработкой откоса дамбы, дороги или грунтовой плотины, поэтому эти машины нередко используются на всех перечисленных объектах.

Классифицировать их можно следующим образом.

По технологическому назначению машины делятся на косилки, подборщики срезанной растительности, косилки-подборщики, плавучие комбайны, косилки-измельчители, опрыскиватели, машины для электроискрового угнетения растительности, ручные косилки, обрезчики ветвей.

По типу воздействия на растительность – механического, химического и электроискрового действия.

По виду базовой машины – навешенные на трактор колесный, трактор гусеничный, мотоблок, автомобиль, специальное колесное шасси, катер, мотобот, понтон.

По месту навешивания рабочего органа – с фронтальной 1, передней боковой 2, боковой 3, задней боковой 4 и задней 5 схемой навешивания, а также навешенные на дополнительную опору, поворотную платформу или поворотную колонку. Данный классификационный признак применительно к тракторным косилкам пояснен на рис. 4.1.

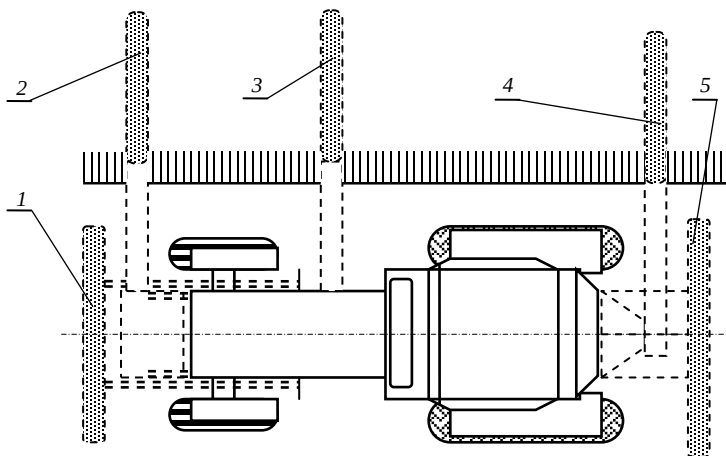


Рис. 4.1. Варианты мест навешивания косилочного оборудования:
1 – фронтальное; 2 – переднее боковое; 3 – боковое; 4 – заднее боковое; 5 – заднее

Зонай их передвижения могут быть берма, откос, берма и откос, берма и дно, откос и дно, два откоса, русло канала (плавучие).

По обрабатываемому элементу поперечного сечения канала – для обработки бермы, откоса, дна, откоса и дна, полнопрофильные.

Косилки по типу режущего аппарата делятся на косилки с сегментным (двухножевым или беспальцевым), сегментно-пальцевым, стреловидным, с волочащейся косой, роторным, роторным (дисковым), цепным или с барабанным режущим аппаратом и др.

Сегментные и сегментно-пальцевые косилки по форме режущего бруса бывают с прямым, изогнутым, Т-, П- и U-образным брусом.

Роторные косилки могут быть одно-, двух-, трех- и многороторными с цеповыми, поворотными (бильными), жестко закрепленными ножами и гибкими элементами (лесками).

По виду взаимодействия режущих элементов со срезаемой растительностью косилки делятся на косилки безопорного (рубящего,

ударного или инерционного), опорного и ударно-скользящего действия.

Средства для удаления скошенной растительности делятся на инерционные, шнековые, пневматические, грабельные цепные, грабельные роторные, ковшовые, грейферные, ковши-косилки, шнеки-косилки.

4.2. Косилки с сегментными и сегментно-пальцевыми режущими аппаратами

Одними из часто применяющихся на косилках режущих аппаратов являются *сегментно-пальцевые*. Они могут иметь механический привод от ВОМ или гидравлический – от гидромотора. Конструктивная схема рабочего оборудования сегментно-пальцевой косилки с гидроприводом показана на рис. 4.2.

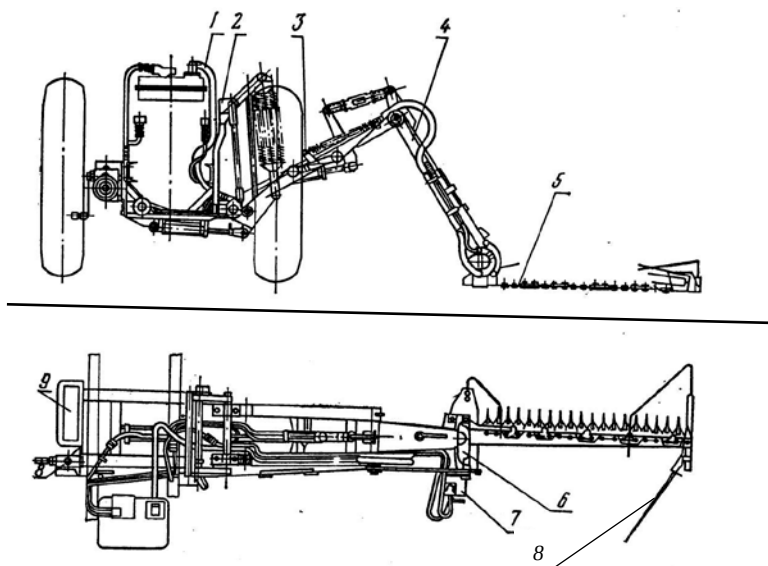


Рис. 4.2. Схема рабочего оборудования сегментно-пальцевого режущего аппарата:
1 – гидросистема; 2, 3 – системы управления; 4 – стрела; 5 – режущий аппарат;
6 – редуктор привода; 7 – гидромотор; 8 – полевой делитель; 9 – рама

Оборудование состоит из гидросистемы 1, систем управления 2 и 3, стрелы 4, режущего аппарата 5 с редуктором привода 6 и гидромотором 7. Для образования валка срезанной растительности режущий аппарат может быть снабжен полевым делителем 8. Оборудование навешивается на трактор посредством рамы 9.

Продольный разрез по пальцу режущего аппарата косилки приведен на рис. 4.3.

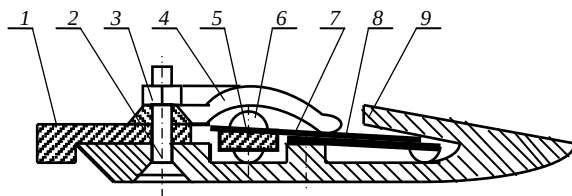


Рис. 4.3. Разрез рабочего оборудования сегментно-пальцевого режущего аппарата:
1 – брус; 2 – пальцы; 3 – болты; 4 – прижимы; 5 – подвижная спинка; 6 – заклепки;
7 – режущие сегменты; 8 – противорежущие ножи; 9 – перо пальца

Основой режущего аппарата является брус 1, к которому крепятся пальцы 2 с противорежущими ножами 8, защищенными пером 9 пальца. Противорежущие ножи также называют противорежущими пластинами, или вкладышами. Вдоль бруса установлена подвижная спинка 5 с прикрепленными к ней заклепками 6 режущими сегментами 7. Для обеспечения прижатия режущих сегментов к противорежущим ножам служат прижимы 4, упруго прикрепленные к брусу болтами 3. Спинка соединена с приводом и в процессе работы вместе с сегментами совершает возвратно-поступательные движения. Пальцы упорядочивают процесс резания и защищают режущие сегменты от крупных посторонних предметов.

Сегменты движутся с большой частотой (до 500 двойных ходов в минуту), вызывая сильные инерционные нагрузки в рабочем органе. Этого недостатка лишен *сегментный двухножевой режущий аппарат*, у которого сегменты совершают встречно или противоположно направленные возвратно-поступательные движения, взаимно уравновешивающие силы инерции (рис. 4.4). Кроме того, он имеет возможность работать с повышенными поступательными скоростями, что почти в два раза позволяет увеличить производительность косилки с подобным аппаратом.

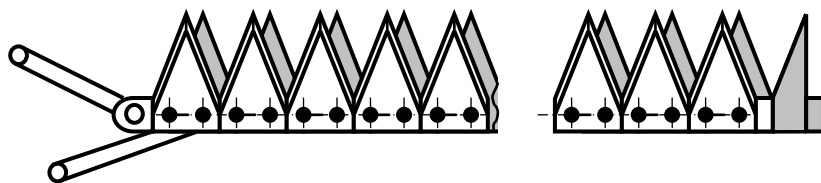


Рис. 4.4. Схема сегментного двухножевого режущего аппарата

Привод аппаратов обеспечивается от ВОМ или от гидромотора через планетарный или кривошипно-шатунный механизм с различными вариантами конструкций трансмиссий его привода. Их схемы приведены на рис. 4.5.

При использовании планетарного привода режущие сегменты 5 (рис. 4.5, а) приводятся в действие шатуном 4, совершающим возвратно-поступательное движение, благодаря тому, что делительный диаметр сателлита 3, приводимого во вращение кривошипом 2, в два раза меньше делительного диаметра корончатого колеса 1. Величина хода ножей равна двум радиусам кривошипа, или диаметру сателлита.

У сегментного аппарата с кривошипным приводом (рис. 4.5, б) шатун совершает сложное колебательно-возвратно-поступательное движение. Величина хода ножей равна двум радиусам кривошипа.

У сегментного аппарата с вилкой и кривошипом (рис. 4.5, в) вращающийся диск 8 вращает вал вилки 6. При этом происходит колебание относительно вертикальной оси вала 7. С ним связан шатун 4, который и обеспечивает возвратно-поступательное движение сегментов 5.

Сегментный двухножевой аппарат с кривошипным приводом (рис. 4.5, г) работает аналогично сегментному с кривошипным приводом, но верхние и нижние сегменты перемещаются одновременно в противофазе.

У сегментного двухножевого аппарата с кривошипно-кулисным приводом (рис. 4.5, д) ножи перемещаются кулисами 9, которые в противофазе совершают колебательные движения под воздействием шатунов 4, приводимых в движение кривошипами 2. Величина хода сегментов зависит от соотношения длин кривошипов и мест крепления шатунов к кулисам.

Схемы, приведенные на рис. 4.5, а, б, в, г являются схемами режущих аппаратов с центральным приводом. К ним относятся приводы, у которых ось спинки (ползуна) пересекает центр вращения кривошипа.

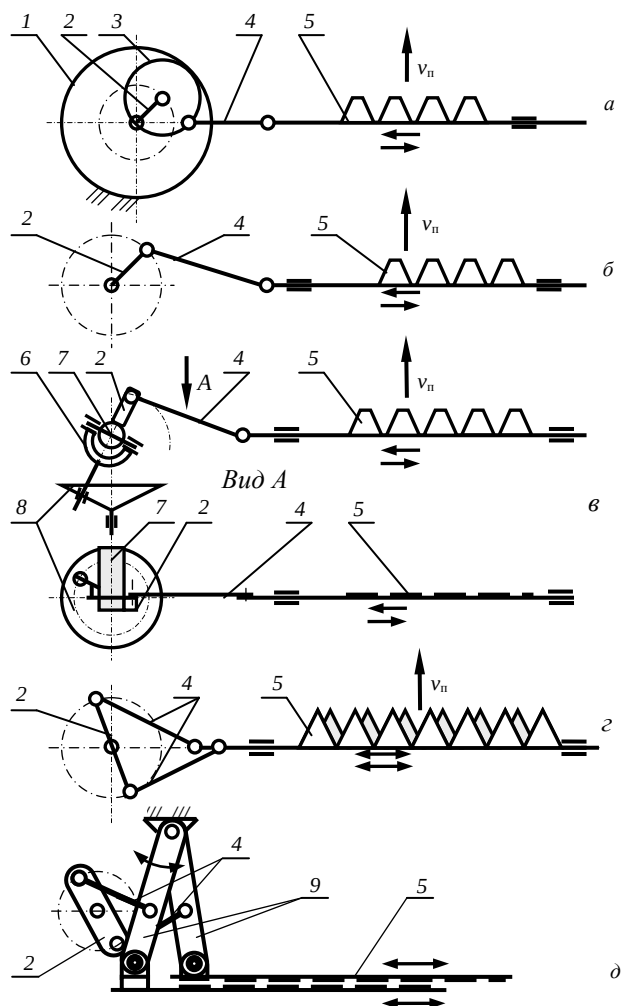


Рис. 4.5. Кинематические схемы сегментных режущих аппаратов:
 а – сегментного с планетарным приводом; б – сегментного с кривошипным приводом;
 в – сегментного с вилкой и кривошипом; г – сегментного двухножевого с кривошипным
 приводом; д – сегментного двухножевого с кривошипно-кулисным приводом;
 1 – корончатое колесо; 2 – кривошип; 3 – сателлит; 4 – шатун; 5 – сегменты;
 6 – вал вилки; 7 – вал; 8 – диск; 9 – кулисы

Один из вариантов привода мелиоративной сегментно-пальцевой косилки приведен на рис. 4.5, в. Конструкция варианта привода по рис. 4.5, в показана на рис. 4.6.

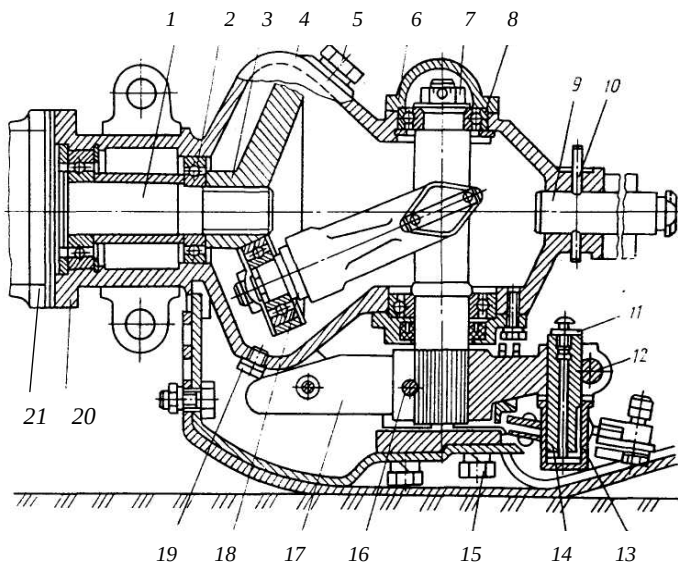


Рис. 4.6. Конструкция привода с вилкой и кривошипом сегментного аппарата:
1 – вал гидромотора; 2 – подшипники; 3 – диск; 4 – корпус; 5 – пробка; 6 – крышка;
7 – вертикальный вал; 8 – подшипники; 9 – палец; 10 – штифт; 11 – масленка; 12 – винт;
13 – цапфа; 14 – палец; 15 – болты; 16 – штифт; 17 – кривошип; 18 – вилка;
19 – пробка сливная; 20 – стакан; 21 – гидромотор

Режущий аппарат приводится в действие от гидромотора 21, установленного в стакане 20. Вал гидромотора 1 опирается на подшипники 2. На шлицах вала гидромотора установлен диск 3, с которым связана вилка 18, шарнирно соединенная с вертикальным валом 7, установленным в подшипниках 8, которые накрыты крышкой 6. На нижний конец вала насажен кривошип 17, зафиксированный штифтом 16.

Механизм привода смонтирован в корпусе 4, смазываемом маслом, заливаемым через пробку 5. При необходимости масло может быть слито через отверстие, закрытое сливной пробкой 19. С навеской аппарат связан пальцем 9 со штифтом 10.

Вращение вала гидромотора приводит к вращению диска, вилки и поворотным движениям вертикального вала и колебательным движениям кривошипа с пальцем 14, входящим в цапфу 13, связанную с ножевым полотном. Палец в кривошипе зажимается винтом 12. Смазывание соединения пальца с цапфой производится маслом, нагнетаемым через масленку 11. Соединение привода с опорой производится болтами 15.

Основные варианты исполнения присоединения спинки сегментно-пальцевого режущего аппарата к приводу показаны на рис. 4.7. Присоединения с горизонтальными осями (рис. 4.7, *а* и *б*) могут использоваться с кривошипно-кулисным приводом, присоединение с вертикальной осью (рис. 4.7, *з*) – с остальными, а присоединение с шаровым элементом (рис. 4.7, *в*) является универсальным.

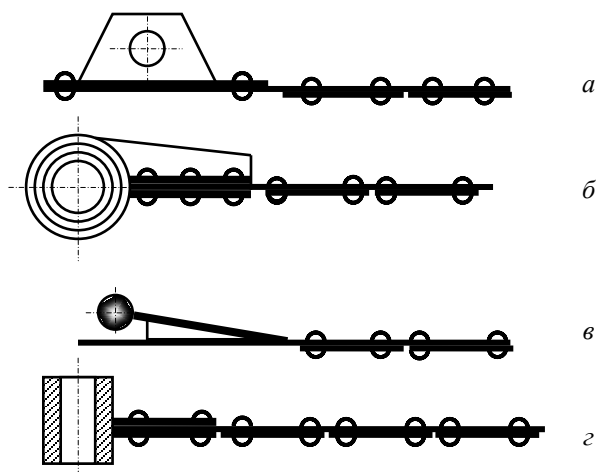


Рис. 4.7. Основные варианты исполнения присоединения спинки режущего аппарата к приводу: *а* – с кронштейном с горизонтальной осью; *б* – с подшипником с горизонтальной осью; *в* – с шаровым соединением; *з* – с подшипником с вертикальной осью

Для комплектования режущих аппаратов используются различные *типы сегментов*: с гладкой режущей кромкой (рис. 4.8, *а*), с рифленой режущей кромкой (рис. 4.8, *б*) и с режущей кромкой с зазубринами (рис. 4.8, *в*). Сегменты с гладкой режущей кромкой проще в изготовлении и легко затачиваются при затуплении лезвия, но сегменты с рифленой режущей кромкой и с режущей кромкой с зазубринами дают лучшее качество среза.

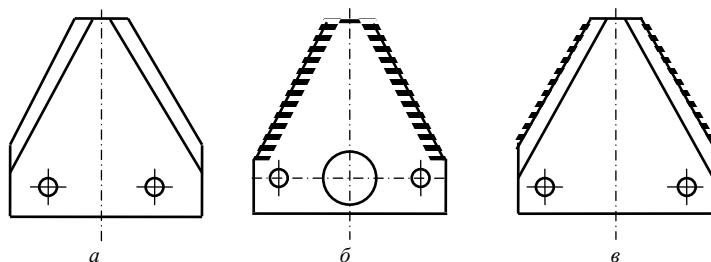


Рис. 4.8. Основные варианты исполнения сегментов сегментно-пальцевого режущего аппарата: *а* – с гладкой режущей кромкой; *б* – с рифленой режущей кромкой; *в* – с режущей кромкой с зазубринами

Основные варианты исполнения *противорежущих пластин* (вкладышей) сегментно-пальцевого режущего аппарата показаны на рис. 4.9. Их режущая кромка может быть гладкой или, что чаще, рифленой. К пальцу они крепятся посредством выступа, имеющегося в передней части пластины, и винта, для чего в пластине сделано отверстие, или двух винтов.

При относительно небольших окашиваемых площадях могут использоваться конные косилки, обычно имеющие ширину захвата около 1,1 м. Привод режущего аппарата у них осуществляется механической трансмиссией от вала колес косилки.

Для скашивания растительности на берме канала и других горизонтальных поверхностях может применяться фронтальная косилка, навешиваемая на мотоблок или колесный трактор.

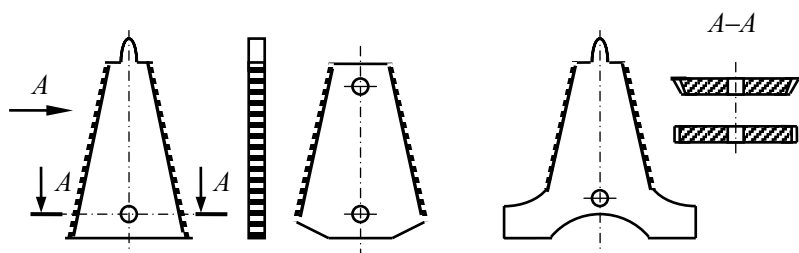


Рис. 4.9. Основные варианты исполнения противорежущих пластин (вкладышей) сегментно-пальцевого режущего аппарата

Компоновочная схема фронтальной косилки на тракторе показана на рис. 4.10.

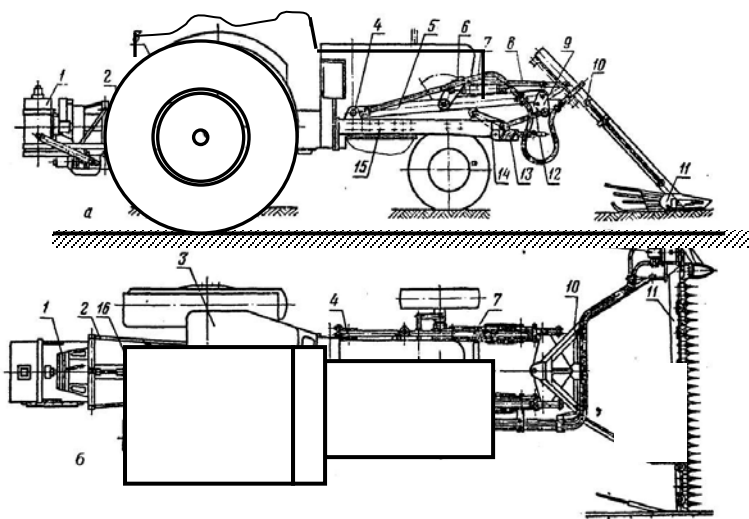


Рис. 4.10. Схема косилки с фронтальным рабочим органом:

a – вид сбоку; *б* – вид сверху;

- 1 – насосная станция; 2 – навеска; 3 – трактор; 4 – кронштейны; 5, 8, 12 – тяги;
6, 9 – рычаги; 7, 14 – гидроцилиндры; 10 – рама; 11 – режущий аппарат; 13 – цапфа;
15 – лонжероны; 16 – вал отбора мощности; 17 – гидромотор

В связи с большим расстоянием от рабочего органа до заднего

ВОМ привод у режущего аппарата 11 гидравлический, питающийся от насосной станции 1 с навеской 2. Станция приводится в действие валом отбора мощности 16 трактора 3. Рабочее оборудование навешивается на лонжероны 15 рамы трактора посредством кронштейнов 4. Навеска рабочего органа состоит из тяг 5, 8, 12, рычагов 6, 9, цапфы 13, рамы 10, гидроцилиндров 7, 14. Привод режущего аппарата обеспечивается гидромотором 17.

Для одновременной обработки откоса и дна канала предназначены *косилки с изогнутым двухножевым режущим аппаратом*. Общий вид варианта такой косилки, выпускаемой фирмой Berky, показан на рис. 4.11. Подобный навешиваемый сбоку сменный рабочий орган к каналоочистителю ОКН выпускается ОАО «Амкодор-КЭЗ».



Рис. 4.11. Косилка с изогнутым двухножевым режущим аппаратом

Схематически рабочий орган показан на рис. 4.12. Он состоит из основного прямого режущего бруса 6 и изогнутого участка 7. Режущий аппарат в рабочем положении опирается на колесо 1 и лыжу 5 и приводится в действие от гидромотора 2 посредством редуктора 4, обеспечивающего преобразование вращательного движения вала гидромотора в возвратно-поступательное движение ножей. С рукоятью навески режущий аппарат соединяется посредством узла присоединения 3.

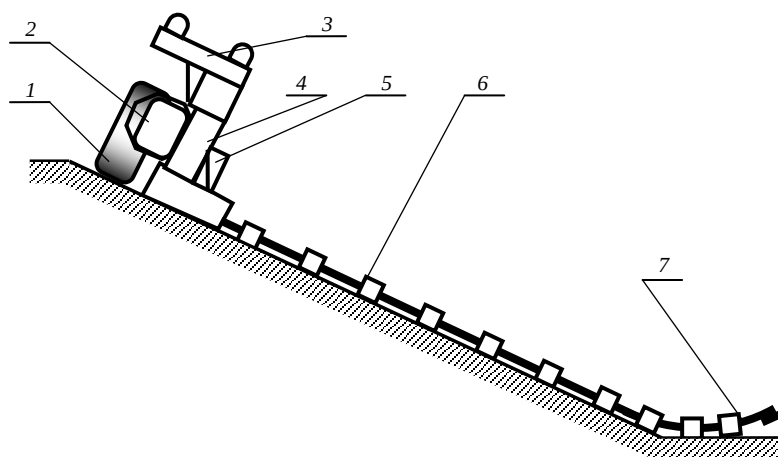


Рис. 4.12. Схема рабочего органа косилки с изогнутым режущим аппаратом:
1 – колесо; 2 – гидромотор; 3 – узел присоединения; 4 – редуктор; 5 – лыжа;
6 – прямой режущий брус; 7 – изогнутый участок режущего бруса

Конструкция режущего полотна косилки с изогнутым двухножевым режущим аппаратом показана на рис. 4.13.

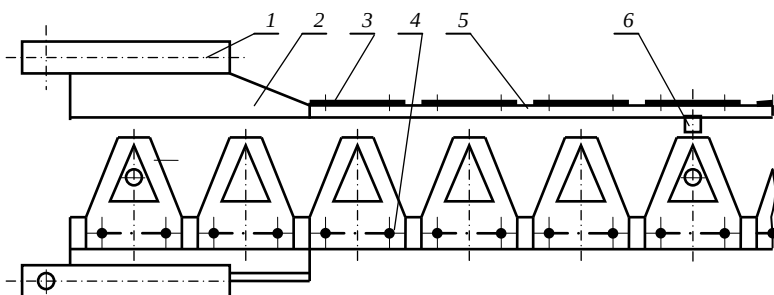


Рис. 4.13. Схема спинки косилки с изогнутым режущим аппаратом: 1 – элемент соединения; 2 – кронштейн; 3 – сегменты; 4 – заклепки; 5 – спинка; 6 – цапфа

Режущее полотно косилки состоит из элемента 1 соединения с приводом кронштейна 2, сегментов 3, прикрепленных заклепками 4 к

спинке 5. В группе ножей (сегментов) один из них снабжен цапфой 6 для обеспечения связи с приводом.

Форма сегментов, позволяющая установить в них цапфы, показана на рис. 4.14.

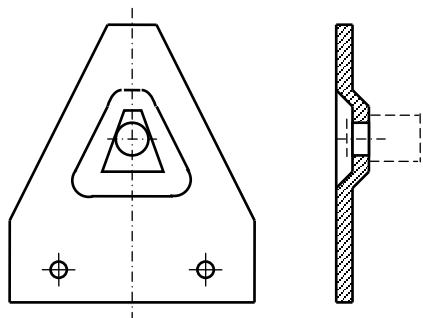


Рис. 4.14. Схема ножа косилки с двухножевым режущим аппаратом

Механизм перемещения сегментов двухножевого режущего аппарата показан на рис. 4.15. Здесь приведен разрез по нижнему шатуну и по плоскости, проходящей между сегментами и шатунами. Механизм имеет кривошипно-кулисный привод, перемещающий верхнее 6 и нижнее 7 ножевые полотна (спинки с прикрепленными к ним сегментами). Привод заставляет посредством тяг колебаться опоры 1, к которым крепятся нижний 3 и верхний 5 шатуны. Шатуны устанавливаются на каждом пятом сегменте. Основой аппарата является брус, состоящий из двух полос 2, стянутых болтами 4. Ножевые полотна прижимаются друг к другу упругими элементами 9 и 10. При необходимости верхнее полотно может быть поднято. Взаимная фиксация элементов обеспечивается штифтом 8.

Фирма «Беркенхегер» выпускает сменное рабочее оборудование, предназначенное для полнопрофильного окашивания каналов. Оно представляет собой два изогнутых сегментных режущих аппарата, устанавливаемых на самоходное колесное внутриканальное шасси. Машина одновременно окашивает оба откоса и дно канала и, кроме того, может быть оснащена грабельным аппаратом для удаления скошенной растительности за пределы канала.

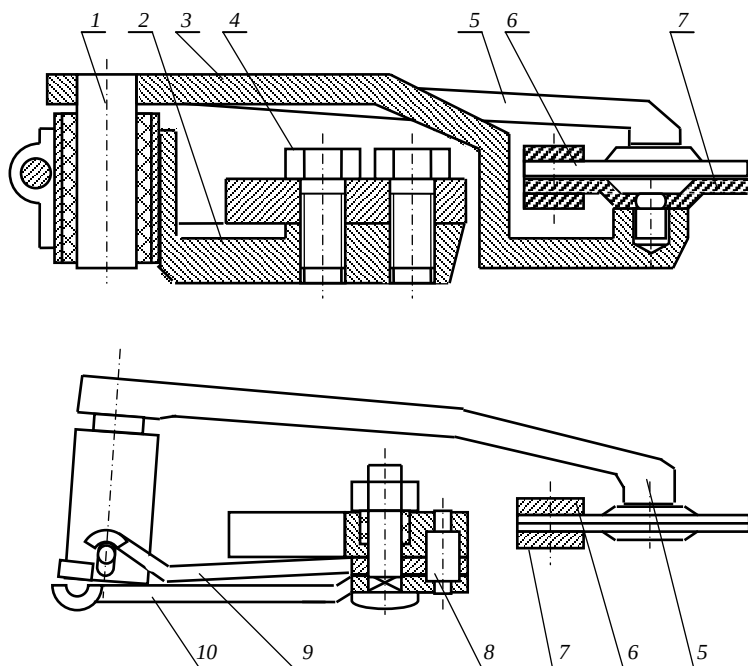


Рис. 4.15. Схема привода сегментного двухножевого режущего аппарата: 1 – опоры; 2 – полосы; 3 – нижний шатун; 4 – болты; 5 – верхний шатун; 6 – верхнее ножовое полотно; 7 – нижнее ножовое полотно; 8 – штифт; 9, 10 – упругие элементы

При срезании грубой травяной растительности, стеблей кустарников или ветвей деревьев, что, например, имеет место при обрезке лесозащитных полос или шпалер, защемленный между режущими элементами стебель может выдавливаться вперед из зоны срезания. Этому недостатка лишены рабочие органы, представленные на рис. 4.16. На рис. 4.16, *a* показан рабочий орган, режущие сегменты 1 которого прикреплены к спинке 3, совершающей возвратно-поступательные движения. Противорежущие элементы 2 неподвижны. Срезание стеблей происходит при зажимании их между режущими кромками сегментов и противорежущих элементов. Благодаря форме режущих элементов рабочие участки режущих кромок почти параллельны друг другу, что предотвращает выталкивание стеблей. Такой аппарат срезает ветви диаметром до 30 мм.

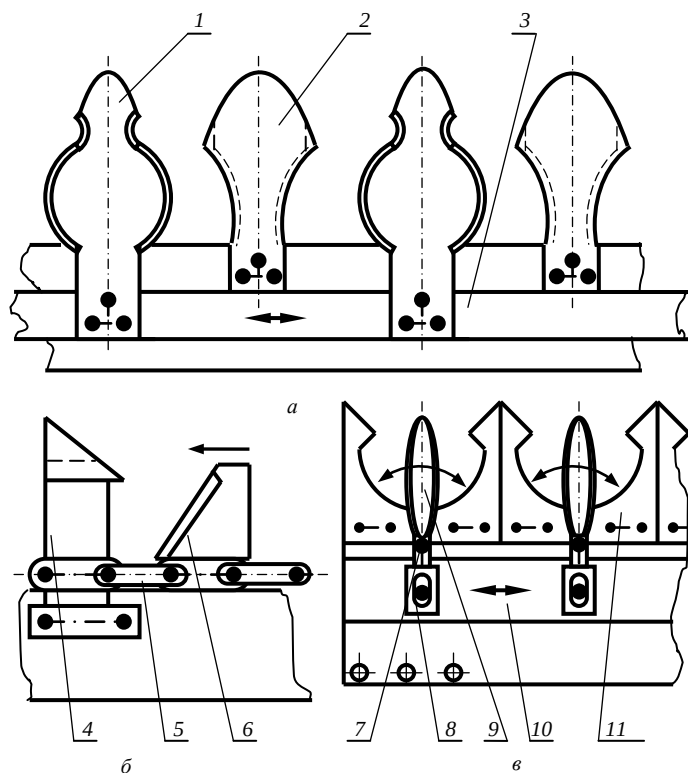


Рис. 4.16. Схемы рабочих органов косилок для срезания грубой растительности:
а – с возвратно-поступательным движением ножей; *б* – цепной с поступательным движением ножей; *в* – с колебательным движением ножей;
 1 – режущие сегменты; 2 – противорежущие элементы; 3 – спинка;
 4 – противорежущая часть; 5 – цепь; 6 – подвижные сегменты; 7 – ось; 8 – штифт;
 9 – овальные режущие элементы; 10 – ползун; 11 – противорежущие части

На рис. 4.16, *б* показана *схема цепного режущего аппарата*, у которого подвижные сегменты 6 прикреплены к цепи 5, перемещающейся по раме. Срезание происходит при защемлении стебля между сегментом 6 и неподвижной противорежущей частью 4, имеющей клиновидный выступ, предотвращающий выталкивание стебля.

У режущего аппарата (рис. 4.16, в) с качающимися овальными режущими элементами 9 срезание происходит при защемлении стебля между этими элементами и противорежущими частями 11. Качение элементов на осях 7 обеспечивается возвратно-поступательным движением ползуна 10 и связанными с ним штифтами 8. Данные аппараты срезают стебли и ветви толщиной до 20...25 мм.

Технические данные косилок приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Технические характеристики сегментно-пальцевых косилок

Показатели	КФ-1,3	КС-Ф-2,1Б	КБС-2400	ККД-1,5	РР-22	КДП-4
Агрегируется с тракторами класса	Мото-блок 0,1	0,6...1,4	1,4 (К-78М)	0,9...1,4	0,9...1,4	0,9...1,4
Габариты (с трактором), мм:		Т-25А	МТЗ-82	МТЗ-80	МТЗ-80	МТЗ-80
длина	970	4320	—	3815	—	4350
ширина	1350	3910	—	3100	—	6050
высота	340	2500	—	2485	—	2470
Масса, кг	80	250	95	533	406	670
Минимальная высота среза, мм	—	60	50	6,4...13,8	9,3...13,8	60
Шаг пальцев, мм	—	76,2	—	76,2	76,2	76,2
Ширина захвата, м	1,3	2,1	2,4	1,5	2,1	4,0
Рабочая скорость, км/ч	2,5	До 12	2,37...7,0	0,9...2,5	0,9...2,5	До 9
Производительность за час основной работы, га	0,3	До 2,5	0,3...0,7	0,21	0,3...0,34	3,6

Большее распространение благодаря относительно простому устройству получили так называемые *ножницы-кусторезы*. На рис. 4.17 показана консоль режущего аппарата. По нижней неподвижной части 1 возвратно-поступательно перемещается посредством гидромотора подвижное режущее полотно 2. Его движение ограничивается штифтами 3. Выталкивание стеблей предотвращается благодаря форме ножей.

Ножницы-кусторез НК-2200 навешиваются на трактор «Беларус 82.1», имеют ширину захвата 2,2 м, частоту ходов ножа — один в секунду, диаметр срезаемых стволов — 80 мм, высоту среза — 10 м, производительность — 0,5 га/ч. Масса рабочего органа — 280 кг.

Такие режущие аппараты могут обрабатывать горизонтальные или пологонаклонные площади, выполнять вертикальную обрезку придорожных полос, живых изгородей, защитных лесополос, производить

горизонтальную обрезку живых изгородей. В последних двух случаях высота обрезки нередко достигает 6 м и более.

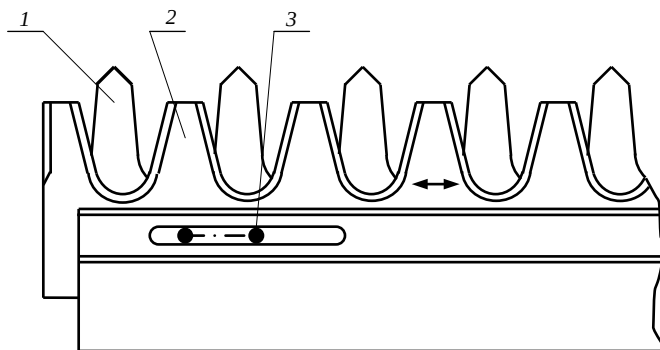


Рис. 4.17. Схема режущего аппарата ножниц-кустореза: 1 – нижняя неподвижная часть; 2 – подвижное режущее полотно; 3 – штифты

На рис. 4.18 показаны ножницы-кусторез, навешенные на автомобиль.



Рис. 4.18. Ножницы-кусторез на базе автомобиля

4.3. Косилки с роторными рабочими органами

4.3.1. Однороторные косилки

Наиболее распространенными аппаратами, применяющимися при окашивании откосов каналов, являются *роторные аппараты с осью вращения ротора, перпендикулярной откосу*. Они срезают растительность роторами-дисками с жестко или шарнирно закрепленными ножами.

Ротор ударного резания с жестко прикрепленными режущими элементами изображен на рис. 4.19, *а*.

На рис. 4.19, *б* показан ротор, состоящий из тарельчатого диска и жестко закрепленных на нем сегментных ножей. Ротор также работает по принципу ударного, или инерционного, резания.

Ротор ударно-скользящего резания показан на рис. 4.19, *в*. В отличие от ротора ударного резания (рис. 4.19, *а*) он вращается в противоположном направлении и имеет другое расположение режущих кромок, выполненных по спирали Архимеда. Срезание растений происходит в результате скольжения режущей кромки по упругому стеблю.

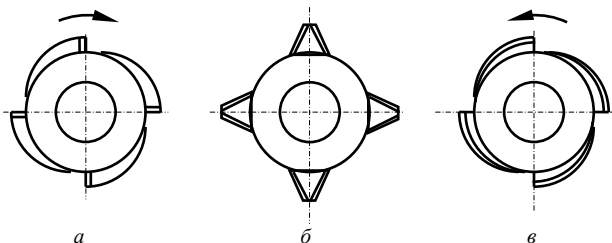


Рис. 4.19. Схемы рабочих органов роторных косилок: *а* – ударного резания с жестко прикрепленными элементами; *б* – ударного резания с сегментными элементами; *в* – ударно-скользящего резания

Однороторный двухножевой рабочий орган с ножами 1, шарнирно установленными на серьгах 2 траверсы 4, показан на рис. 4.20. Рабочий орган навешивается сбоку на трактор посредством стрелы 6 и приводится в действие от ВОМ или гидромотора посредством редуктора 3 и служит для срезания за счет сил инерции и сил упругости грубостебельных растений, в основном кустарника. Для защиты ма-

шины от срубаемой растительности служит кожух 5, который может быть накрыт стальной сеткой.

Наличие сетки на кожухе режущей траверсы обеспечивает достаточную безопасность работы, не мешая водителю вести наблюдение за работой ножей. К стреле может крепиться опорная тарелка. Она позволяет режущему аппарату сохранять постоянный клиренс 0,3 м.

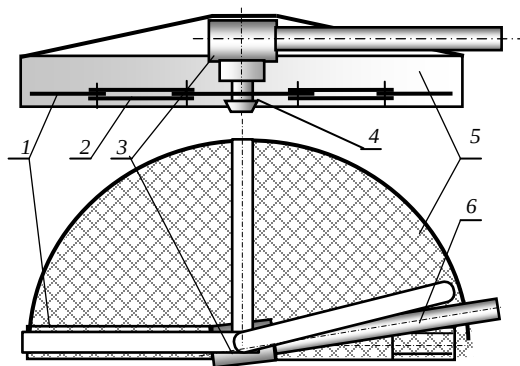


Рис. 4.20. Схема однороторной двухножевой косилки: 1 – ножи; 2 – серьги; 3 – редуктор; 4 – траверса; 5 – кожух; 6 – стрела

Сходным по назначению и принципу действия является *однороторный четырехножевой рабочий орган с жестко закрепленными ножами*. На рис. 4.21 показан общий вид косилки КР-1,3 с таким рабочим органом.



Рис. 4.21. Однороторная четырехножевая косилка КР-1,3

Схематически четырехножевой рабочий орган показан на рис. 4.22.

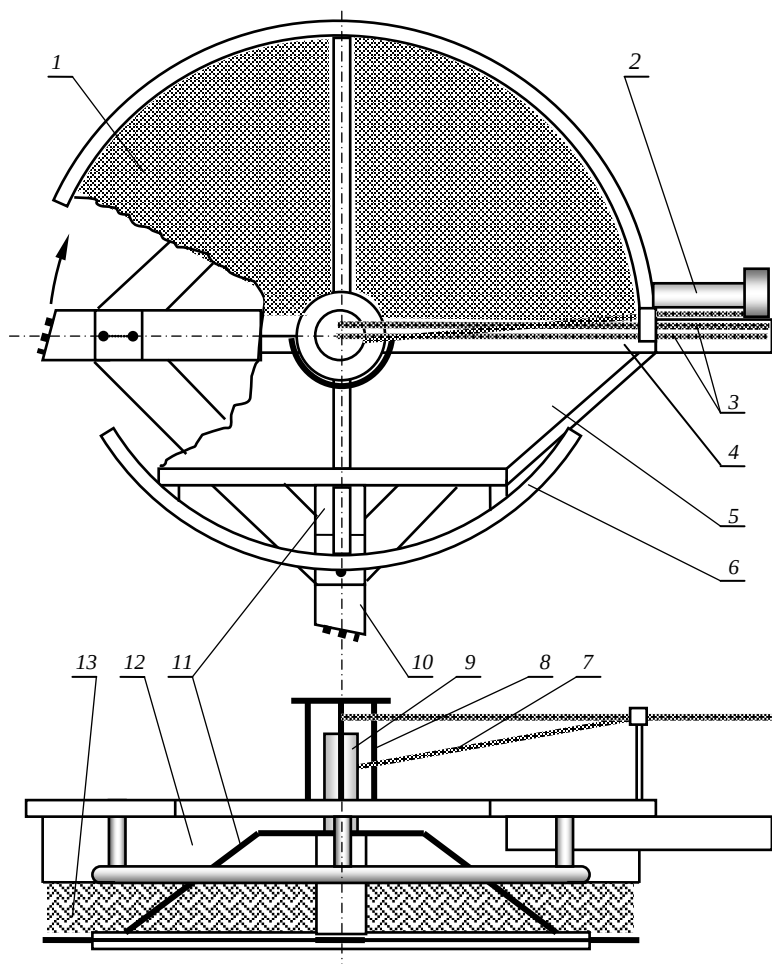


Рис. 4.22. Схема однороторной четырехножевой косилки КР-1,3: 1 – верхняя часть кожуха; 2 – гидроцилиндр; 3 – шланги; 4 – рукоять; 5 – верхняя часть кожуха; 6 – защитная дуга; 7 – дренажный шланг; 8 – ограждение; 9 – гидромотор; 10 – зубчатые ножи; 11 – ротор; 12 – задняя часть кожуха; 13 – цепной фартук

Рабочий орган служит для срезания травы и грубостебельных растений, в основном кустарника. Ротор 11 представляет собой пространственную конструкцию из полосовой стали. Режущими элементами являются жестко прикрепленные к нему зубчатые ножи 10. Рабочий орган посредством стрелы с рукоятью 4 навешивается на трактор и приводится в действие гидромотором 9. Для повышения удобства в работе рукоять выполнена телескопической. Изменение ее длины производится гидроцилиндром 2. Во вращение ротор приводится гидромотором 9, к которому подается рабочая жидкость по шлангам 3. Утечки ее из гидромотора отводятся по дренажному шлангу 7. Гидромотор защищен от возможного столкновения с растительностью ограждением 8.

Для защиты персонала и трактора от срубаемой растительности служит кожух, состоящий из цепного фартука 13, задней 12, верхней 5 частей, выполненных из листовой стали, и верхней части 1, выполненной из стальной сетки. Предохранение ротора от возможного попадания под кожух крупных растений осуществляется защитной дугой 6.

Срезание растительности таким ротором осуществляется по принципу ударно-скользящего резания. Для повышения эффективности срезания кустарника режущая кромка ножей изготовлена зубчатой. Форма ножей для срезания кустарника показана на рис. 4.23.

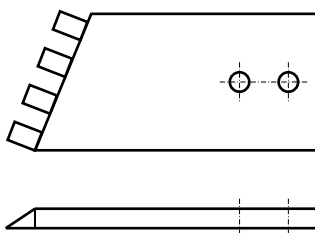


Рис. 4.23. Схема ножа косилки КР-1,3

Цеповой рабочий орган (рис. 4.24) срубает растительность благодаря высокой окружной скорости. Причем звенья, расположенные параллельно обрабатываемой поверхности, срубает растительность, а сориентированные перпендикулярно – выбрасывают ее за пределы канала. В связи с этим противоположно установленные цепи имеют звенья, расположенные так, чтобы за срубающим звеном предыдущей цепи следовало выбрасывающее звено последующей цепи.

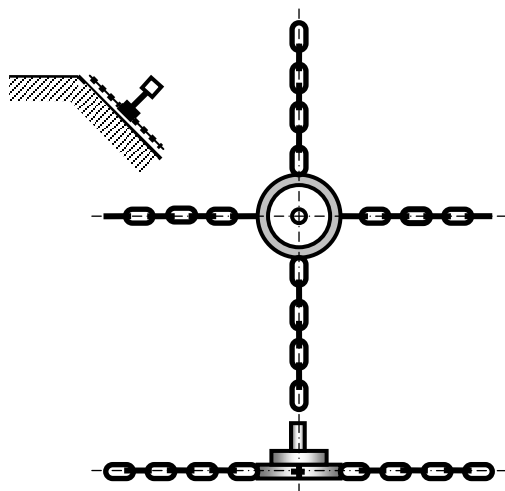


Рис. 4.24. Цеповой рабочий орган

Существует *однороторный рабочий орган* Л-502Д с дисковым рабочим органом и механическим приводом от ВОМ трактора.

Рабочий орган имеет тарельчатую опору, ременной привод и дисковый ротор с четырьмя шарнирно прикрепленными к нему ножами.

Общее устройство *рабочего оборудования однороторной косилки*, работающей по полунавесной схеме, т. е. опирающейся на обрабатываемую поверхность, показано на рис. 4.25.

Рабочее оборудование на базовый трактор навешивается сбоку спереди посредством основной рамы 10. К ней крепится рама рабочего органа 8, к которой, в свою очередь, с помощью пальцев 6 шарнирно присоединяется рукоять 5.

Соединение рукояти с ротором 2 осуществляется шаровым шарниром 4, позволяющим лыжам 13 с ротором копировать неровности откоса. Привод ротора осуществляется от гидромотора 12 через цилиндрический редуктор 3 и вал 11. Ротор накрыт кожухом 1, защищающим диск и ножи и обеспечивающим требуемое направление выброса срезанной растительности.

Подъем и опускание рабочего органа производятся гидроцилиндрами 7 и 9. В транспортном положении рабочий орган зафиксирован.

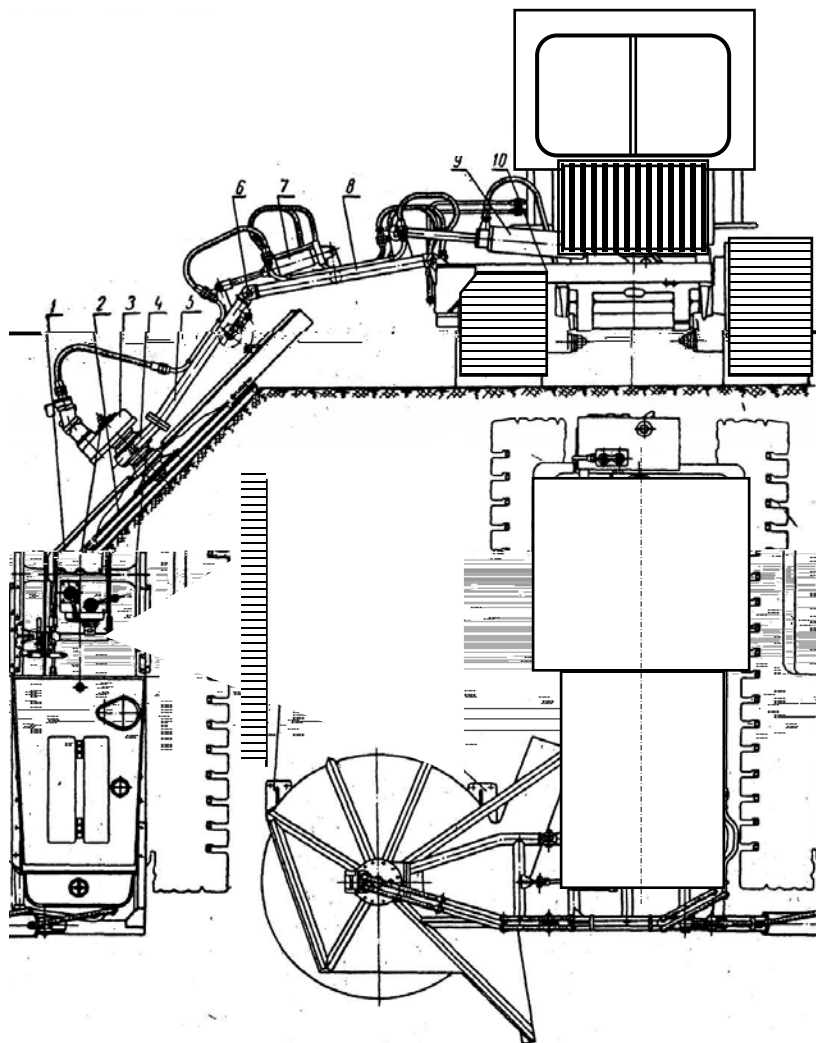


Рис. 4.25. Общее устройство однороторной полунавесной косилки: 1 – кожух; 2 – ротор; 3 – цилиндрический редуктор; 4 – шаровый шарнир; 5 – рукоять; 6 – пальцы; 7, 9 – гидроцилиндры; 8 – рама рабочего органа; 10 – основная рама; 11 – вал; 12 – гидромотор; 13 – лыжи

Технические данные однороторных косилок приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2. Техническая характеристика однороторных косилок

Показатели	КР-1,3	КТН-1,3М	Л-502 Д	КРЛ-2,0
Агрегатирование	Навесная боковая задняя	Навесная боковая задняя	Полу-навесная боковая задняя	Навесная боковая задняя
Базовый трактор тягового класса	0,9...1,4	0,9...1,4	1,4	1,4...3
Ширина захвата, м	1,3 (кустарник) или 1,5 (травы)	1,3 (кустарник) или 1,5 (травы)	0,85...0,95	2
Рабочая скорость, км/ч	2...10	До 2 при срезании одиночных стволов; до 5,5 при срезании кустарника; до 8 при срезании травы	До 8	До 15
Производительность, га/ч	—	—	0,74	5...9
Диаметр стволов срезаемого кустарника, см	8	8	—	До 15
Минимальная высота среза, см	—	—	3...6	4...200
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	800	1600...1800	1900	750...900
Масса рабочего органа, кг	420	420	320	520+380

4.3.2. Двухроторные косилки

Двухроторный режущий аппарат с наложенными роторами (рис. 4.26) предназначен для срезания растительности под водой. При срезании подводной части растений обеспечить высокую скорость достаточно сложно, поэтому у данной косилки верхний и нижний роторы вращаются навстречу друг другу, захватывают, защемляют и срезают растительность.

В настоящее время в основном используются *роторные рабочие органы с шарнирно закрепленными ножами* (рис. 4.27). Эти рабочие органы обычно не имеют противорежущих ножей и срезают растительность с использованием инерции покоя стеблей, поэтому скорость резания должна быть высокой. Она находится в пределах 20...90 м/с. Увеличение скорости повышает качество срезания и снижает повреждаемость корневой системы.

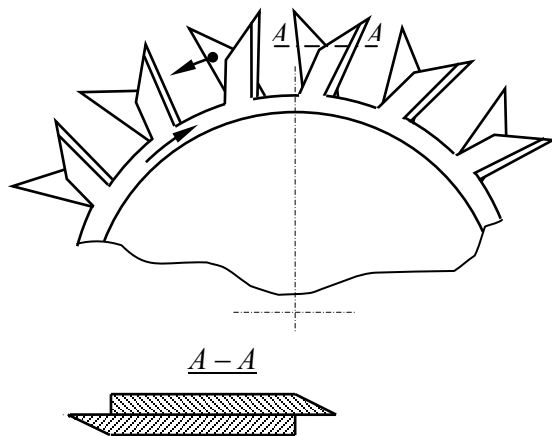


Рис. 4.26. Схема двухроторной косилки с наложенными роторами

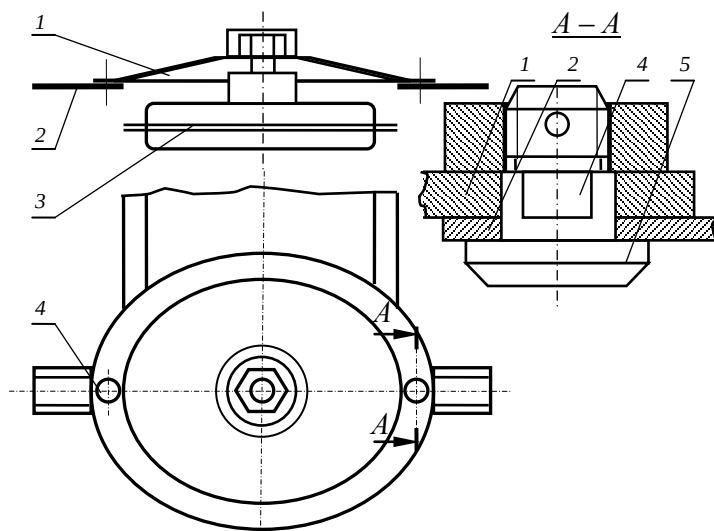


Рис. 4.27. Схема ротора с шарнирно закрепленными на диске ножами:
1 – диск; 2 – ножи; 3 – привод; 4 – присоединительные пальцы; 5 – гайки

Ротор с шарнирно закрепленными на диске ножами состоит из диска 1, ножей 2 и присоединительных пальцев (осей) 4 с гайками 5. Вращение на роторы передается приводом 3.

В процессе работы благодаря центробежным силам ножи, шарнирно прикрепленные к диску, располагаются в радиальном направлении. При встрече с неперерезаемым стеблем ножи отклоняются и уходят под диск, что предотвращает их поломку. Для уменьшения высоты срезания растительности и уменьшения трения диска о стерню выпускаются косилки, у которых диск или редуктор наклонен вперед по ходу движения косилки или плоскость ножа выполняется с режущей кромкой, отклоненной вниз.

Вид типичного ротора многороторной косилки показан на рис. 4.28. Для снижения вероятности наматывания травы на ротор гайка 2 крепления пальца ножа защищена дужкой 1, а гайка 5 крепления диска вместе с пресс-масленкой 4 и шайбой 6 охвачена кольцом 3.

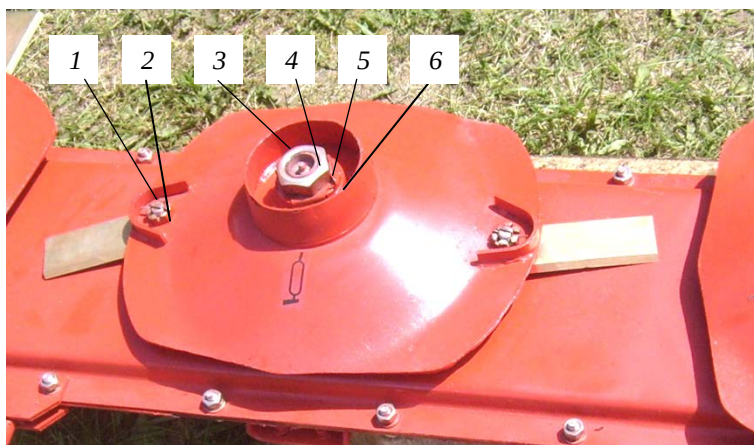


Рис. 4.28. Ротор многороторной косилки: 1 – дужка; 2 – гайка крепления пальца ножа; 3 – кольцо; 4 – пресс-масленка; 5 – гайка крепления диска; 6 – шайба

Двухроторный рабочий орган (рис. 4.29) для очистки от растительности откосов навешивается сбоку на трактор и соединяется с ним стрелой с рукоятью. Режущий аппарат связан с рукоятью соединительным звеном, предупреждающим воздействие стрелы на режущий аппарат при поперечных колебаниях базовой машины. В транспортное положение рабочий орган переводится посредством гидроцилиндра с

тросовой тягой. Соединительное звено с режущим аппаратом сообщено с помощью узла присоединения 2, снабженного проушинами 1.

Режущий аппарат двухроторной косилки К-78 имеет роторы, приводимые во вращение гидромоторами, к которым по маслопроводам 3 и 4 подается от насоса рабочая жидкость. Роторы состоят из крестовины 8 с шарнирно закрепленными на ней ножами 5. Роторы с приводом накрыты колпаками 9 и посредством стаканов крепятся к корпусу 6. В процессе работы рабочий орган опирается на откос тарельчатыми опорами 7.

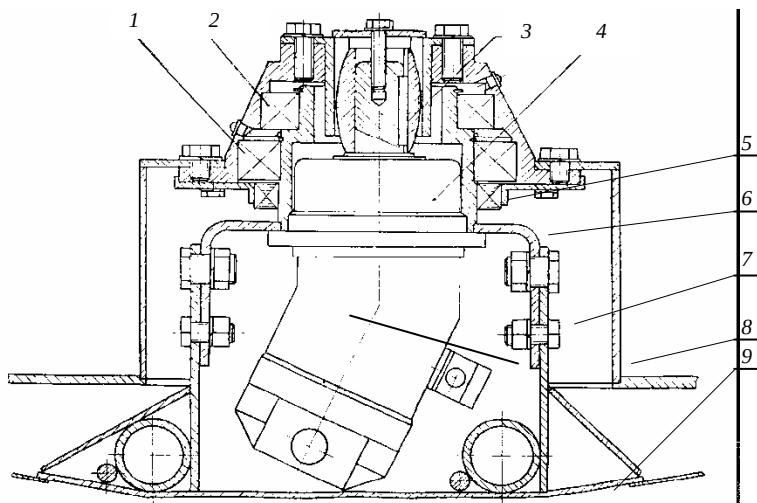


Рис. 4.30. Привод двухроторного рабочего органа: 1, 2 – подшипники; 3 – гидромотор; 4 – шлицевая втулка; 5 – уплотнение; 6 – стакан; 7 – болты; 8 – колпак; 9 – опора

Привод базируется на опоре 9. Гидромотор 3 привода установлен в стакане 6 и находится под колпаком 8 ротора. Гидромотор при отпущенных болтах 7 может перемещаться вместе со стаканом в осевом направлении, что позволяет регулировать высоту среза растений. В процессе работы вал гидромотора посредством сферической шлицевой втулки 4 передает вращение на ротор. Ротор вращается относительно стакана благодаря подшипникам 1 и 2. Подшипники смазываются пластичной смазкой, которая нагнетается через пресс-масленки. Для удержания смазки служит уплотнение 5.

Существуют двухроторные косилки с механическим приводом. Например, косилка Л-501Д навешивается на заднюю трехточечную систему и приводится в действие посредством механической трансмиссии от заднего вала отбора мощности колесного трактора, а роторы получают вращение от ременной передачи. Для предохранения от поломок при случайном наезде на препятствие косилка снабжена демпфирующим устройством. Вид рабочего оборудования косилки Л-501Д показан на рис. 4.31.



Рис. 4.31. Общий вид органа двухроторной косилки Л-501Д с механическим приводом

Конструктивная схема привода роторов показана на рис. 4.32.

Роторы 7 с шарнирно закрепленными четырьмя ножами 9 опираются на тарелки 8. Тарелки соединены с рамой 1 стойками 4. Ремень 2 посредством шкива 5 передает вращение на трубчатый вал 3, опирающийся на подшипники 6. Трубчатый вал соединен с диском ротора, благодаря чему при вращении вала вращается и ротор.

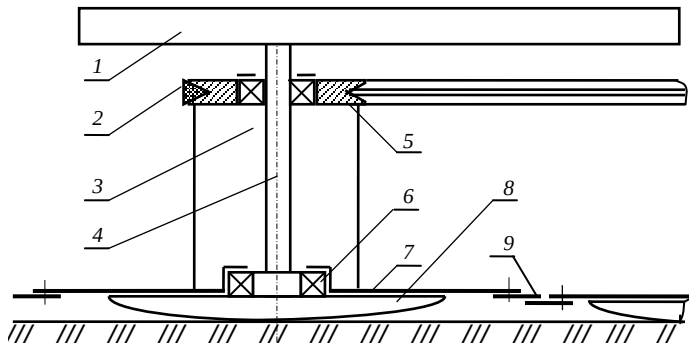


Рис. 4.32. Схема ротора двухроторной косилки с механическим приводом:
1 – рама; 2 – ремень; 3 – трубчатый вал; 4 – стойки; 5 – шкив; 6 – подшипники;
7 – роторы; 8 – тарелки; 9 – ножи

Кинематическая схема привода роторов двухроторной косилки, обеспечивающая встречное вращение роторов, приведена на рис. 4.33.

На валу ведущего шкива установлена обгонная муфта, позволяющая по инерции вращаться роторам и шкивам после отключения вала отбора мощности.

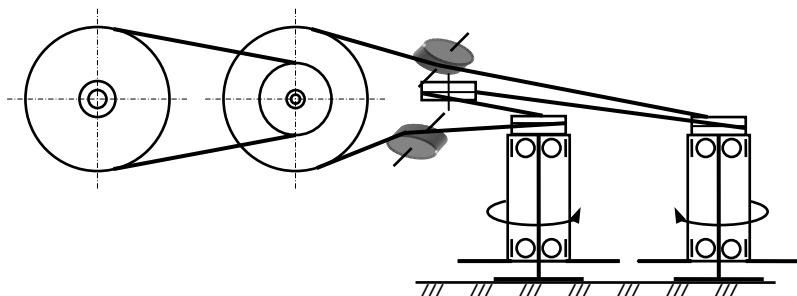


Рис. 4.33. Кинематическая схема привода роторов двухроторной косилки Л-501 с механическим приводом

Для скашивания растительности на берме может использоваться двухроторная фронтальная косилка Л-501-02, приводимая в действие от бокового вала отбора мощности.

В качестве сменного рабочего органа к мотоблоку выпускаются фронтальные двухроторные косилки «Заря», ТМ-36 и аналогичные им.

Привод роторов осуществляется посредством валов и зубчатых передач от вала отбора мощности мотоблока.

Техническая характеристика основных двухроторных косилок приведена в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Техническая характеристика двухроторных фронтальных косилок

Показатели	Заря КР.0,5	ТМ-36	Л-501-02
Базовый трактор	Мотоблок	Мотоблок	«Беларус 82»
Ширина захвата, см	80	82	190
Высота среза, см	Не более 7	Не более 6	3...6
Скорость вращения роторов, мин ⁻¹	1800...2400	1800...2400	1900
Рабочая скорость, км/ч	2...4	2...4	8
Производительность, га/ч	0,15...0,2	Не менее 0,15	1,48
Габаритные размеры, мм	800×930×540	870×970×550	3650×1050×1150
Масса, кг	31	39	450

По основным двухроторным косилкам, навешенным сбоку, информация приведена в табл. 4.4.

Таблица 4.4. Техническая характеристика двухроторных косилок

Показатели	Л-501Д	КРН-2	К-78 (РР-33)	К-24АМ
Позиция навешивания	Задняя боковая	Задняя боковая	Боковая	Боковая
Базовый трактор класса	1,4	1,4	0,9...1,4	1,4
Ширина захвата, см	190	186	160	160
Высота среза, см	3...6	3...6	4...12	8
Частота вращения роторов, мин ⁻¹	1900	—	1800	1800
Рабочая скорость, км/ч	8	—	0,5...5	2,6
Производительность, га/ч	1,48	1,67	0,24	0,46
Габаритные размеры, мм	3650×1050× ×1150	—	3560×2500× ×2450	3800×2400× ×2950
Масса, кг	500	450	680	490

4.3.3. Трех- и многороторные косилки

В настоящее время для ухода за мелиоративными системами наиболее широко применяются трех- и многороторные (в основном трех- и четырехроторные) косилки. Режущие аппараты навешиваются на колесный и реже гусеничный трактор или используются в качестве сменного рабочего органа к многоцелевым каналаочистителям.

Общий вид и кинематическая схема многороторной косилки, имеющей механический привод и навешенной сзади сбоку на колесном тракторе, показаны на рис. 4.34.

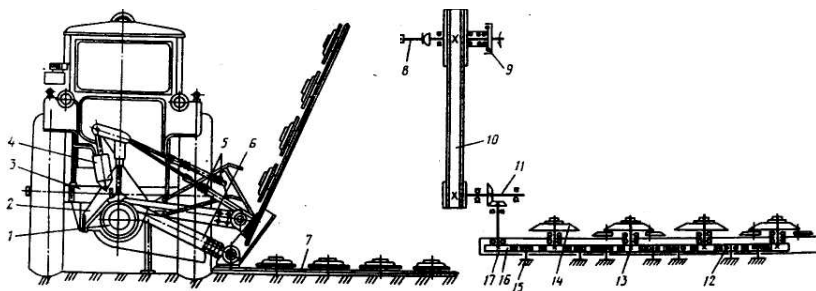


Рис. 4.34. Четырехроторная косилка на базе колесного трактора: 1 – ременный привод; 2, 3 – кронштейны; 4 – гидроцилиндр; 5 – тяги; 6 – балка; 7 – режущий аппарат; 8 – карданный вал; 9 – центробежная обгонная муфта; 10 – ременная передача; 11 – конический редуктор; 12, 13 – зубчатые колеса; 14 – роторы; 15 – промежуточные шестерни; 16 – ведущая шестерня; 17 – вертикальный вал

У данной косилки роторы приводятся во вращение ременным приводом 1. Основой навески косилки являются кронштейны 2 и 3 и бал-

ка 6. Подъем и опускание режущего аппарата 7 выполняются гидроцилиндром 4 посредством тяг 5. Вращение на роторы передается от вала отбора мощности через карданный вал 8, центробежную обгонную муфту 9 и ременную передачу 10. В режущем аппарате с конического редуктора 11 вращение передается на вертикальный вал 17 с ведущей шестерней 16, далее на промежуточные шестерни 15 и с них на зубчатые колеса 12, 13 и роторы 14.

В качестве примера на рис. 4.35, *а* приведен вид достаточно распространенной косилки КДН-210, на рис. 4.35, *б* – режущий аппарат косилки АС-1.



а



б

Рис. 4.35. Четырехроторные косилки: *а* – КДН-210; *б* – АС-1

Роторы многороторных косилок обычно приводятся во вращение от вала отбора мощности или от гидромотора. Ведущий вал привода режущего аппарата может быть установлен в боковой или средней части режущего аппарата. Мелиоративные косилки обычно выносятся в сторону, поэтому для них предпочтительным является боковой привод.

Для обеспечения попарного встречного вращения роторов их ведущие колеса соединены между собой двумя промежуточными цилиндрическими зубчатыми прямозубыми шестернями.

Данные косилки приводятся в действие ременным приводом 1 (рис. 4.36) посредством конического редуктора 2. Ведущие шестерни 3, соединенные с дисками 4 и 6, которые оснащены ножами 7, приводят диски во вращение. Поскольку между ведущими шестернями установлены по две промежуточные шестерни 5, диски вращаются попарно навстречу друг другу. Шестерни смонтированы в корпусе 8.

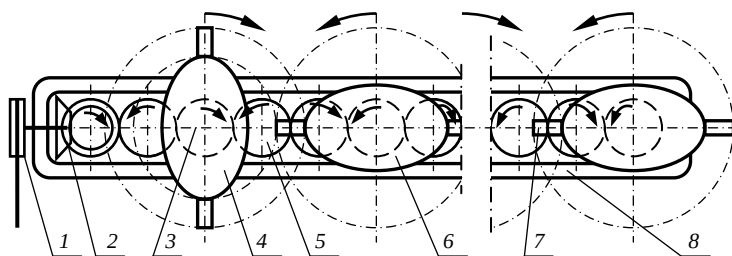


Рис. 4.36. Кинематическая схема многороторного рабочего органа: 1 – ременный привод; 2 – конический редуктор; 3 – ведущие шестерни; 4, 6 – диски; 5 – промежуточные шестерни; 7 – ножи; 8 – корпус

Для обеспечения полного срезания растений траектории концов ножей у таких косилок должны частично перекрывать одна другую, причем точка их пересечения должна находиться за пределами корпуса редуктора режущего аппарата. Благодаря жесткой связи между валами роторов последние устанавливаются с частичным перекрытием траекторий концов ножей, которые на соседних дисках установлены по схеме согласно рис. 4.36.

Роторы состоят из диска обычно с двумя, реже с тремя, шарнирно закрепленными ножами. Форма наиболее часто встречающихся дисков приведена на рис. 4.37.

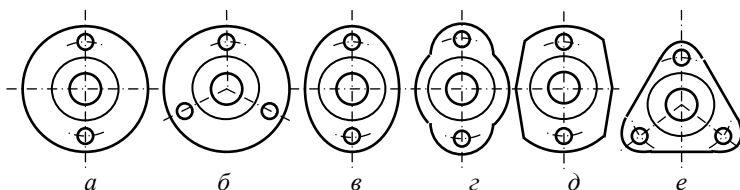
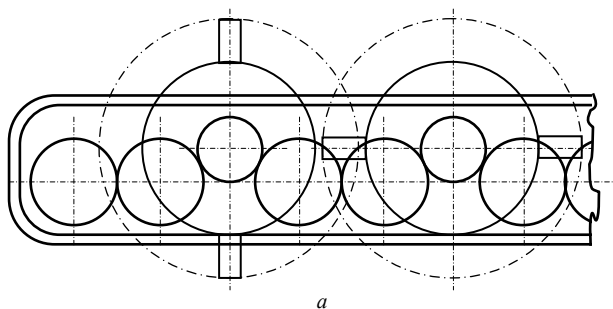


Рис. 4.37. Формы дисков трех- и многороторных косилок: а – круглый с двумя ножами; б – то же с тремя ножами; в – эллипсный; г, д – комбинированной формы; е – треугольный

Круглые диски более тяжелые и имеют меньшие возможности по обеспечению перекрытия, но они создают меньшие перегрузки на привод в случае встречи диска с препятствием.

Для обеспечения перекрытия иногда используются схемы, показанные на рис. 4.38, *а*. За счет вынесения оси ротора вперед такая схема позволяет легче обеспечивать необходимое перекрытие роторов, а при наклоне режущего аппарата вперед достигается уменьшение высоты среза растений. Фрагмент такого режущего аппарата показан на рис. 4.38, *б*.



а



б

Рис. 4.38. Многороторный рабочий орган с вынесенными вперед осями вращения роторов: *а* – схема; *б* – фрагмент режущего аппарата

Такую схему применяет ОАО «Амкодор-КЭЗ» при выпуске модернизированных косилок типа К-78М и АС-1. Режущий аппарат имеет улучшенную форму дисков и увеличенную опорную поверхность режущего аппарата за счет наличия башмаков под каждым ротором. Кроме того, у указанных косилок после модернизации стало на один ротор больше, поэтому данные косилки можно рассматривать и как четырехроторные и пятироторные.

У сельскохозяйственных косилок, например, известных фирм Claas и Krone (Германия) оси роторов 4 по отношению к корпусу 3 и ведущим колесам 2 вынесены вперед еще в большей степени (рис. 4.39). Ведущие шестерни имеют больший диаметр, но количество их меньше. Роторы также попарно вращаются встречно, однако их можно перенастроить и на другую схему вращения. Порядок перенастройки описан ниже.

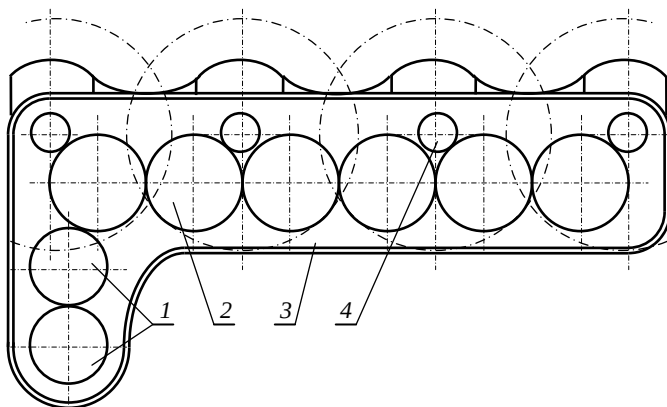


Рис. 4.39. Схема привода роторов рабочего органа косилок Claas и Krone:
1 – приводные шестерни; 2 – ведущие колеса; 3 – корпус; 4 – роторы

Приводные шестерни 1 для уменьшения габаритов аппарата установлены сзади за первым ротором. Такая схема, кроме того, позволяет уменьшить частоту вращения приводных шестерен. Ведущие колеса 2 имеют лучшие условия работы вследствие большего числа зубьев, находящихся в контакте друг с другом. Кроме того, часто такие режущие аппараты имеют возможность перевода ведомых шестерен в зацепление с другим колесом. Это позволяет менять направление вращения роторов.

Конструкция привода роторов косилок фирм Claas и Krone схематически показана на рис. 4.40.

Приводная шестерня 9 болтом 10 крепится к валу ротора 8, на шлицах которого гайкой 6 закреплен фланец 4 крепления диска ротора. Во избежание самоотвинчивания гайка стопорится шайбой 7.

Привод опирается на стакан 1 с подшипниками 3 и болтами 2 монтируется на верхней части корпуса редуктора 11.

Подшипники смазываются пластичной смазкой, нагнетаемой через пресс-масленку 5.

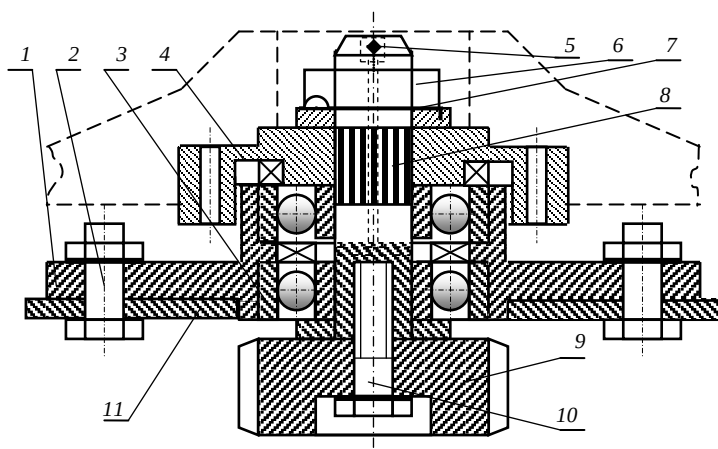


Рис. 4.40. Схема привода роторов рабочего органа многороторной косилки: 1 – стакан; 2 – болты; 3 – подшипники; 4 – фланец; 5 – пресс-масленка; 6 – гайка; 7 – шайба; 8 – вал ротора; 9 – приводная шестерня; 10 – болт; 11 – верхняя часть корпуса редуктора

Поперечный разрез по оси ротора косилок фирм Claas и Krone показан на рис. 4.41.

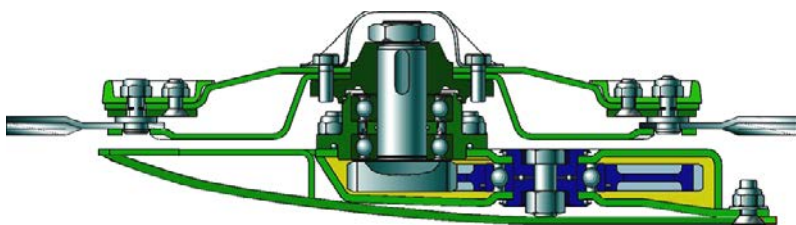


Рис. 4.41. Поперечный разрез по оси ротора косилок фирм Claas и Krone

На косилках фирм Claas, Krone и некоторых других устанавливаются роторы улучшенной конструкции. Детали, входящие в состав ротора, показаны на рис. 4.42.

Диски 4 имеют эллипсную форму, причем диск снизу закрыт пружинным днищем 5. Это снижает сопротивление воздуха вращающимся

роторам. Кроме того, гайки 1 крепления ножа 2 утоплены в прижим 3, который крепится к диску болтом 7. Это снижает вероятность наматывания травы на роторы. Ножи 2 надеваются снизу на палец 8, вставляемый в отверстия прижима, диска и шайбы 6, которая прижимается гайками к нижней части диска. Пружинное днище удерживает ножи на пальцах, прижимая их снизу вверх.



Рис. 4.42. Детали ротора косилок фирм Claas и Krone: 1 – гайки; 2 – ножи; 3 – прижим; 4 – диски; 5 – пружинное днище; 6 – шайбы; 7 – болт; 8 – палец

Такая конструкция позволяет легко менять изношенные ножи. Для этого достаточно простым рычажным приспособлением (рис. 4.43, а) отжать вниз пружинное днище.

Конструкция привода роторов позволяет за счет поворота блока привода любого из роторов вводить в зацепление ведомую шестерню со смежной ведущей. Это обеспечивает реверсирование вращения ротора. Таким образом, можно, в зависимости от требований к процессу скашивания, настроить режущий аппарат на нужное направление вращения роторов. Процедура поворота блока привода роторов показана на рис. 4.43, б.

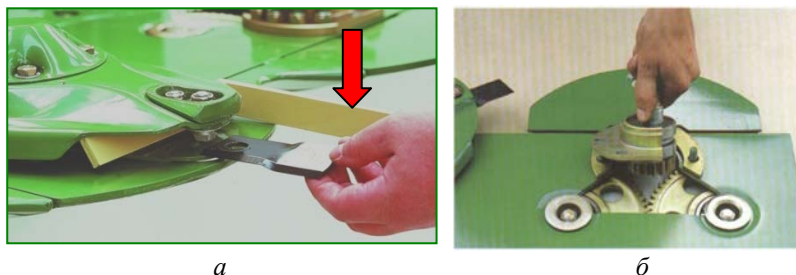


Рис. 4.43. Приемы переналадки косилок фирм Claas и Krone:
а – замена ножа; *б* – переустановка ведомой шестерни ротора

Существующие трехроторные косилки в рабочем положении устанавливаются перпендикулярно к направлению движения или, для улучшения перекрытия, под некоторым углом к направлению рабочего передвижения, подобно двухроторным. Однако известна трехроторная косилка (КМ-1) с центральным приводом, способная окашивать откосы и дно. При скашивании растительности на дне режущий аппарат может на рукояти разворачиваться вдоль оси канала. Данная косилка навешивается на гусеничный трактор тягового класса 3. Может очищать от растительности каналы, в том числе срезать растительность под водой, поэтому сегментные ножи к диску крепятся жестко.

Выпускаемые фирмой Silvercut (Германия) задненавесные, прицепные и фронтальные роторные косилки оборудованы режущим аппаратом (рис. 4.44) со специально разработанной улучшенной формой дисков 1, обеспечивающих высокую пропускную способность.

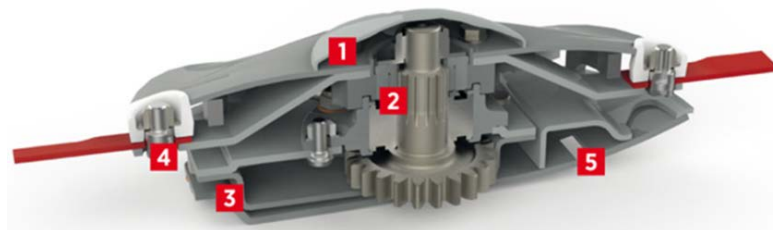


Рис. 4.44. Фрагмент режущего аппарата косилки фирмы Silvercut:
 1 – диск; 2 – предохранительное устройство; 3 – задняя часть режущего бруса;
 4 – система быстрой замены ножей; 5 – башмаки скольжения

Каждый диск оборудован предохранительным устройством 2, защищающим режущий аппарат от поломок в случае критических перегрузок диска, например, при встрече с камнем, кочкой или другими посторонними предметами. Диски косилки дополнительно защищены в задней части режущего бруса 3. Конструкция предусматривает наличие системы 4 быстрой замены ножей, а закругленная форма башмаков скольжения 5 обеспечивает большой поверхностный контакт.

Более простую конструкцию привода при его меньшей массе имеют многороторные косилки с ременным приводом роторов (КР-1,9, КР-2,1М, КР-2,4, КР-2,8 и КР-3,2), выпускаемые компанией «Аграмак». Наиболее распространенная схема привода роторов данных косилок представлена на рис. 4.45.

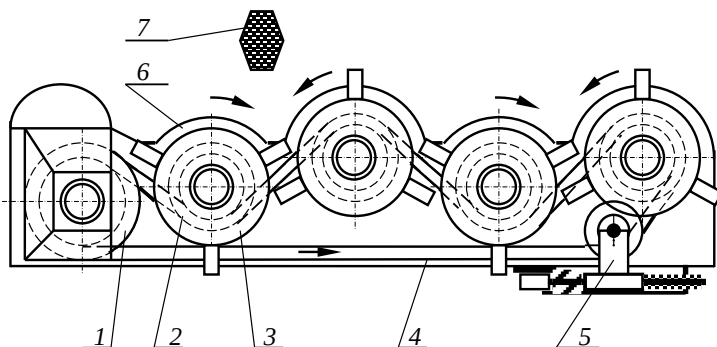


Рис. 4.45. Кинематическая схема рабочего органа косилки с ременным приводом роторов: 1 – ведущий шкив; 2 – ведомые шкивы; 3 – роторы; 4 – клиновой ремень; 5 – винтовой механизм натяжения; 6 – кожух; 7 – сечение ремня

Вращение от ведущего шкива 1 роторам 3 передается от ведомых шкивов 2 клиновым двухсторонним (шестигранным) ремнем 4 (сечение ремня показано на позиции 7). Ременная передача закрыта кожухом 6, являющимся одновременно рамой и опорной частью режущего аппарата. Роторы установлены зигзагообразно, что позволяет обеспечить перекрытие траекторий ножей соседних роторов и увеличить угол обхвата шкивов ремнем. Для натяжения ремней предназначен подпружиненный ролик с винтовым механизмом натяжения 5. Изображенная схема запасовки ремня обеспечивает попарное встречное вращение роторов. Недостаток косилки – быстрое изнашивание приводного рем-

ня при скашивании древесно-кустарниковой растительности, обусловленное возникающими значительными нагрузками.

Большинство описанных выше двух-, трех- и четырехроторных косилок являются косилками сельскохозяйственного назначения или созданы на базе сельскохозяйственных, для которых скашивание растительности на откосах и бермах каналов не является основной операцией. Угол наклона скашиваемой поверхности для них изменяется в довольно узких пределах.

В Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия им. В. М. Кокова» (Российская Федерация) разработана, запатентована и испытана косилка, предназначенная для окашивания откосов каналов при одновременном скашивании растительности в заполненном водой русле канала. Косилка выполнена четырехроторной, с механическим приводом от ВОМ трактора, навешиваемой на него сзади сбоку. Крайний удаленный ротор работает аналогично описанному выше двухроторному рабочему органу с наложенными роторами, вращающимися в противоположные стороны. Конструкция данной косилки основана на том же принципе резания с защемлением срезаемой растительности.

Мероприятия по снижению массы рабочего оборудования являются крайне актуальными, так как в большинстве случаев косилки, предназначенные для очистки от растительности каналов, имеют вынесенный в сторону рабочий орган. При его завышенной массе снижается проходимость и устойчивость машины.

С целью снижения массы режущего аппарата авторами предложена конструкция режущего аппарата, роторы которого приводятся во вращение коленчатыми валами с шатунами, и режущий аппарат с последовательно уменьшающейся шириной зуба шестерни, начиная от приводной распределительной шестерни. При этом ширина зуба каждой последующей шестерни определяется по формуле

$$b_i = b \cdot \eta^{i-1}, \quad (4.1)$$

где b_i – ширина зуба шестерни, следующей после приводной распределительной шестерни, м;

b – ширина зуба приводной распределительной шестерни, м;

η – коэффициент полезного действия зубчатой пары;

i – порядковый номер шестерни.

В ЕГУ им. И. А. Бунина разработана косилка с пневматическим приводом роторов.

Для обеспечения в процессе обработки неровных поверхностей возможности наклона режущего аппарата 3 (рис. 4.46) косилки АС-1 подъемный гидроцилиндр 1 с режущим аппаратом соединяется посредством цепи или серьги 2 с продольным пазом, позволяющим опускать конец режущего аппарата ниже уровня стояния и свободно совершать вертикальные колебания. Тем не менее косилка может скашивать растительность только на части откоса, смежной с бермой.

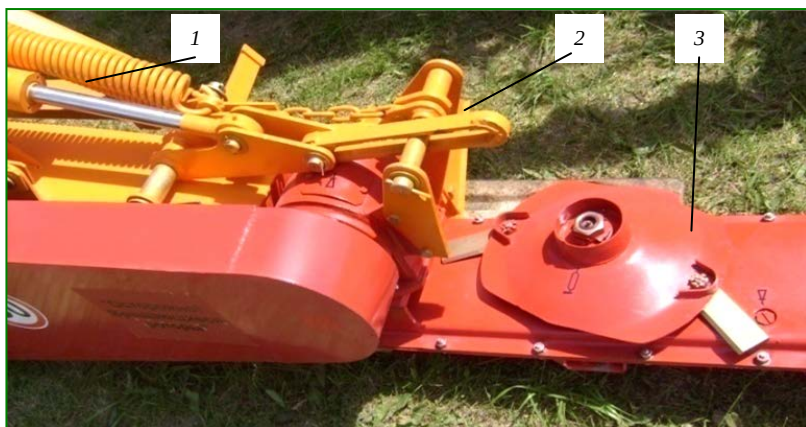


Рис. 4.46. Вид шарнирного устройства косилки АС-1: 1 – подъемный гидроцилиндр; 2 – серьга; 3 – режущий аппарат

Более приспособленными для обработки откосов являются специальные косилки: мелиоративная трехроторная косилка К-78М и дорожная косилка КРД-1,5. Основные положения рабочего органа этих косилок схематически показаны на рис. 4.47.

Трехроторный косилочный аппарат 1 с помощью двухзвенной навески 2 агрегируется с трактором 3 класса 1,4. Навеска управляется гидроцилиндрами и крепится к правому лонжерону трактора между его передним и задним колесами. Режущий аппарат приводится в действие от гидромотора.

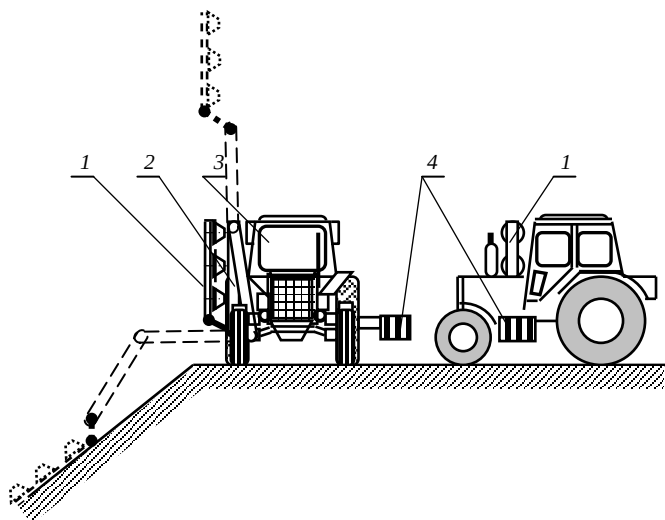


Рис. 4.47. Схема косилки КРД-1,5: 1 – трехроторный косилочный аппарат; 2 – двухзвенная навеска; 3 – трактор; 4 – противовес

Для повышения устойчивости косилка КРД-1,5 снабжается боковым противовесом 4, управляемым гидроцилиндром, а у косилки К-78М сбоку установлен дополнительный бак гидросистемы. Технические данные трехроторных мелиоративных и дорожных косилок с гидроприводом приведены в табл. 4.5.

Таблица 4.5. Техническая характеристика трехроторных косилок

Показатели	КМ-1	К-78М	КРД-1,5
Конструктивная ширина захвата, м	0,8...2,4	1,6	1,5
Агрегатируется с тракторами класса	3	1,4	1,4
Масса, кг	400 (режущего аппарата)	850	900 (с противовесом)
Частота вращения роторов, мин ⁻¹	450...600	1500	2000
Диаметр перерезаемых стволов, см	–	2	2
Число ножей на роторе	2	2	2
Минимальная высота среза, см	Изменяемая	4...8	6...10
Рабочая скорость, км/ч	1,63...2,85	0,5...5	До 12
Техническая производительность, га/ч	2500 м/ч	0,3	1,8

Технические данные наиболее распространенных четырехроторных косилок с механическим приводом приведены в табл. 4.6.

Таблица 4.6. Техническая характеристика четырехроторных косилок

Показатели	КРР-1,9	ЭД-345	АС-1	КРН-2,1Б	КДН-210
Конструктивная ширина захвата, м	1,9	2,0	2,1	2,1	2,1
Схема навешивания	Задняя боковая	Задняя боковая	Задняя боковая	Задняя боковая	Задняя боковая
Частота вращения роторов, мин ⁻¹	2700... 3250	2500	2365	1980... 2060	2365
Диаметр стеблей скашиваемого кустарника, см	2	2	2	2	2
Число ножей на роторе	3	2	2	2	2
Минимальная высота среза, см	8±2	8	6...8	6...8	4
Рабочая скорость, км/ч	До 15	До 10	До 15	До 15	До 15
Техническая производительность, га/ч	1,1...2,4	2,5	2,85	2,85	2,85

При фронтальном навешивании режущего аппарата (рис. 4.48) многороторная косилка может быть использована для окашивания бERM каналов.



Рис. 4.48. Многороторная косилка с фронтально навешенным режущим аппаратом

4.3.4. Пути совершенствования роторных косилок

Срезание растительности роторными косилками обычно осуществляется шарнирно прикрепляемыми к несущей части (диску) посредством осей, в специальной литературе часто называемых болтами, ножами. Ножи представляют собой стальную прямоугольную пластину с отверстием для оси. По боковым сторонам пластины выполнены режущие кромки.

Для бесподпорного динамического срезания травянистой растительности установлены оптимальные по усилиям срезания значения угла заострения режущей кромки $0,35 \dots 0,7$ рад ($20 \dots 40^\circ$).

К числу известных способов повышения эффективности работы ножей можно отнести следующие: применение резания со скольжением; повышение окружной скорости вращения роторов; оптимизация массы и геометрических параметров ножей.

Несмотря на достаточно продолжительный опыт эксплуатации роторных режущих аппаратов, ножи современных машин для скашивания трав имеют большое разнообразие форм (рис. 4.49), что говорит о продолжающемся поиске ножей оптимальной формы и с оптимальными параметрами.

На рис. 4.49, *а* представлена конструкция ножа, используемая следующими производителями косилок: Fahr, Krone, Claas, Taarup, Welger, Rasspe, NewHolland, Kuhn, Busatis, Zwegers, Farendlose, J-F, M-F, Kemper. Достоинства этого ножа состоят в простоте конструкции, а также в том, что при износе одной режущей кромки есть возможность ее замены путем поворота ножа на 180° . Кроме того, переставляя нож на ротор с противоположным направлением вращения, можно получить дополнительное рабочее положение.

У некоторых ножей (рис. 4.49, *б*) рабочие режущие кромки выполнены по архимедовой спирали для обеспечения чистого скашивания (резания со скольжением). Его недостатком является сложность выполнения заострения. Кроме того, из-за снижения массы к периферийной части он недостаточно устойчиво сохраняет рабочее положение.

Торцовая периферийная кромка ножа, показанного на рис. 4.49, *в*, выполнена дугообразной с целью повышения технологических возможностей: трава срезается прямолинейной частью ножа, кустарник и мелколесье – выпуклой. Недостаток этой конструкции состоит в том, что при износе прямолинейной части ножа дугообразная часть будет терять свою форму.

Конструкция ножа (рис. 4.49, *з*) уменьшает высоту срезания растений и сопротивление, возникающее при трении ножа о стерню. Используются фирмами Farendlose, I-H-C.

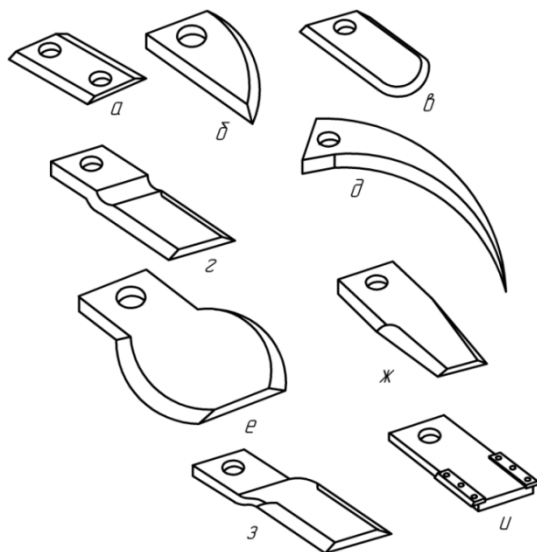


Рис. 4.49. Виды ножей роторных косилок: *а* – нож, используемый фирмами Krone, Claas и др.; *б* – нож с режущей кромкой, выполненной по архимедовой спирали; *в* – нож с дугообразной торцевой режущей кромкой; *г* – нож, используемый фирмами Farendlose, I-H-C; *д* – нож, выполненный в виде косы; *е* – нож, используемый фирмой Kuhn; *ж* – нож, используемый фирмами NewHolland, Kuhn; *з* – нож, используемый фирмами Fahr, Farendlose, Zwegers; *и* – нож в виде основания с прикрепленными режущими кромками

На рис. 4.49, *д* представлен нож, выполненный в виде косы с целью снижения энергоемкости процесса скашивания и обеспечения чистого среза растений. В процессе рабочего хода нож повторяет движение ручной косы. К недостаткам следует отнести сложность конструкции ножа, а также то, что его можно использовать только для тонкостебельной податливой травянистой растительности.

Увеличение ширины рабочей зоны ножа (рис. 4.49, *е*) позволяет увеличить ресурс его, а криволинейные режущие кромки обеспечивают резание со скольжением. Используется фирмой Kuhn.

Винтообразная конструкция, представленная на рис. 4.49, *жс*, позволяет снизить трение ножа о стерню за счет уменьшения высоты срезания. Используется фирмами NewHolland, Kuhn.

Подъем режущих кромок ножа (рис. 4.49, *з*) диктуется конструктивной особенностью крепления к ротору. Его недостатком является увеличение высоты срезания растений. Такой нож используют фирмы Fahr, Farendlose, Zwegers.

Известна конструкция ножа (рис. 4.49, *и*), представляющего собой основание, на которое посредством штифтового соединения прикреплены режущие накладки. Недостатком данной конструкции является то, что при скашивании растительности существенно выступающее вниз по отношению к режущей кромке основание сталкивается со стерней, приводя к отклонению ножа от радиального положения и снижая тем самым эффективность скашивания.

Фирма Radura предлагает ножи для сельскохозяйственных косилок (рис. 4.50). Они имеют разнообразную форму, в том числе с облегченным периферийным концом. Часть ножей имеет зазубренную режущую кромку или кромки.



Рис. 4.50. Ножи роторных косилок Radura

Все представленные выше конструкции ножей роторных косилок используются в косилках сельскохозяйственного назначения при скашивании травянистой растительности на относительно ровных поверхностях. При таких условиях масса и геометрические параметры ножей перестают играть главенствующую роль. Однако косилки на мелиоративных объектах работают в специфических условиях, описанных выше, поэтому совершенствование конструкции ножей их режущих аппаратов, позволяющее производить эффективное скашивание как травянистой, так и кустарниковой растительности, является актуальной задачей.

Для устранения основного недостатка ножа, представленного на рис. 4.49, и, авторами предложена и запатентована усовершенствованная конструкция ножа, показанного на рис. 4.51.

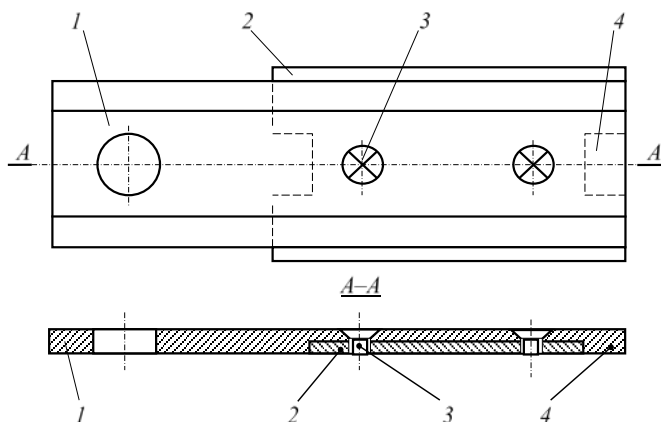


Рис. 4.51. Нож роторной косилки с неподвижной режущей накладкой:
1 – прямоугольное основание; 2 – режущая накладка; 3 – винты; 4 – выступы

Нож сделан в виде сборной конструкции, включающей в себя прямоугольное основание 1 и режущую накладку 2, выполненную с заточкой по двум боковым сторонам и имеющую ширину, большую ширины основания, и прикрепленную винтами 3 к нижней его плоскости.

На нижней плоскости основания имеются выступы 4, а в торцовых краях режущей накладки – вырезы, в которые входят выступы 4 основания. Использование ножа приведенной конструкции позволит повысить эффективность скашивания за счет уменьшения отклонения ножа во время работы, а также снизить нагрузку на винты крепления режущей накладки.

Недостатком ножа такой конструкции является то, что при скашивании растительности при столкновении ножа с грубыми стеблями растений или возможными посторонними предметами на режущую кромку действует усилие, воспринимаемое как выступами основания, так и винтами и разрушающее последние, что снижает надежность конструкции.

Для устранения этого недостатка предлагается использовать запатентованную авторами конструкцию ножа роторной косилки (рис. 4.52).

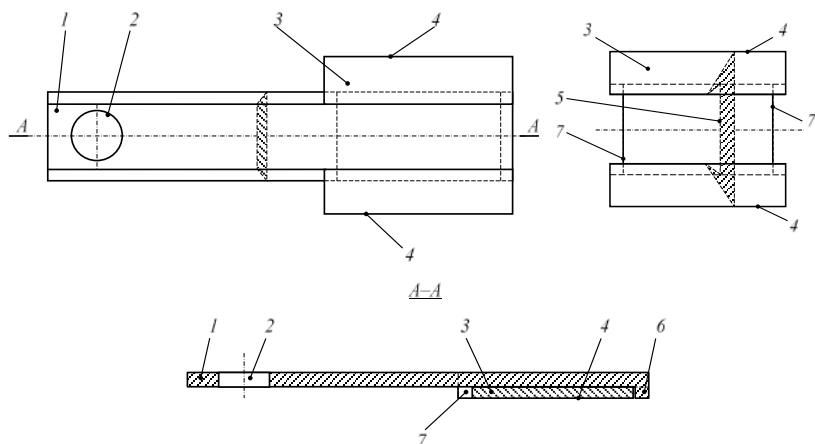


Рис. 4.52. Нож роторной косилки с подвижной режущей накладкой:
1 – прямоугольное основание; 2 – отверстие; 3 – режущая накладка;
4 – режущая кромка; 5 – паз; 6 – выступ; 7 – вырез

Нож работает следующим образом. Режущая накладка 3 устанавливается на прямоугольное основание 1 путем насаживания и последующего перемещения ее от внутреннего конца основания с отверстием 2 вдоль основания до упора выреза 7 накладки в выступ 6. Шарнирно прикрепленный к ротору посредством болта, вставляемого в отверстие 2, и вращающийся вместе с ротором нож, встречая растительность, срезает ее режущей кромкой 4 накладки 3. Соединение типа «ласточкин хвост», образуемое благодаря трапециевидному сечению основания 1 и паза 5, предотвращает спадание вниз режущей накладки, а действующая центробежная сила прижимает накладку 3 к выступу 6 и устанавливает ее в крайнее периферийное (наиболее удаленное от центра вращения) положение.

При изнашивании или повреждении режущей кромки 4, срезающей растительность, нож отсоединяется от ротора, режущая накладка 3 сдвигается с основания 1, переворачивается в горизонтальной плоскости на 180° и снова надевается на основание и перемещается вдоль

него до упора в выступ 6. Срезание растительности после этого будет производиться другой, неизношенной режущей кромкой 4.

В процессе работы изнашиванию подвергается в основном периферийная часть режущей кромки 4 накладки 3. При затуплении периферийной части режущей кромки 4 накладка 3 может быть переставлена на нож ротора, вращающегося в противоположную сторону. Таким образом, накладка может быть использована в четырех положениях, что позволяет увеличить срок ее службы.

Недостатком ножа такой конструкции является то, что при перестановке или замене режущей части необходимо отсоединить нож от диска, что увеличивает трудоемкость технического обслуживания.

Для устранения этого недостатка авторами предложена и запатентована конструкция ножа, приведенная на рис. 4.53.

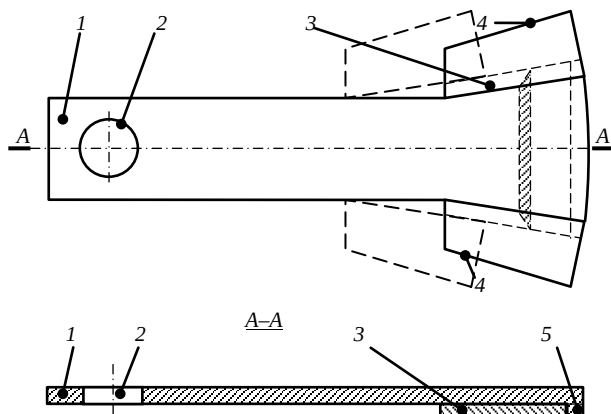


Рис. 4.53. Нож роторной косилки с трапециевидной подвижной режущей накладкой: 1 – основание; 2 – отверстие; 3 – режущая накладка; 4 – режущая кромка; 5 – выступ

Нож предложенной конструкции работает следующим образом. Режущая накладка 3 устанавливается на основание 1 путем надевания и последующего перемещения ее от внутреннего конца основания до упора накладки в выступ 5. Шарнирно прикрепленный к ротору посредством болта, вставляемого в отверстие 2, и вращающийся вместе с ротором нож, встречая растительность, срезает ее режущей кромкой 4 накладки 3. Соединение типа «ласточкин хвост», образуемое благодаря трапециевидному сечению основания 1 и паза в накладке,

предотвращает спадание вниз последней, а действующая центробежная сила прижимает накладку 3 к выступу 5 и устанавливает ее в крайнее периферийное (наиболее удаленное от центра вращения) положение.

При изнашивании или повреждении режущей кромки 4, срезающей растительность, нож переустанавливается на ротор, вращающийся в противоположную сторону. При этом срезание растительности производится другой, неизношенной режущей кромкой. При необходимости замены режущей накладки на новую изношенная накладка 3 перемещается по основанию 1 по направлению к отверстию для болта, опускается на узком участке основания вниз и удаляется. На ее место в обратном порядке устанавливается другая режущая накладка.

Наиболее просто замена ножей производится в запатентованном авторами роторе косилки (рис. 4.54).

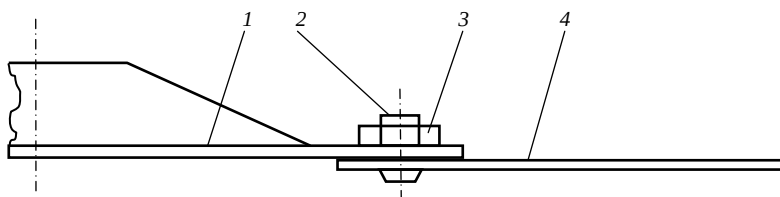


Рис. 4.54. Ротор косилки с легко заменяемыми ножами:
1 – диск; 2 – ось; 3 – гайка; 4 – нож

В данном роторе нож 4 крепится к диску 1 осью 2 со шляпкой, причем отверстие в ноже выполнено в форме продолговатой прорези с изготовленными по полуокружности меньшими торцами и продольная ось симметрии прорези совпадает с продольной осью симметрии ножа, а шляпка оси также имеет в плане продолговатую форму с изготовленными по полуокружности меньшими торцами и выполнена с возможностью ее прохождения в прорезь в ноже, продольная ось симметрии шляпки сориентирована перпендикулярно к радиусу диска. Ось к диску крепится гайкой 3.

На рис. 4.55, *a* показана ось ножа, а на рис. 4.59, *б* – нож с отверстием под ось.

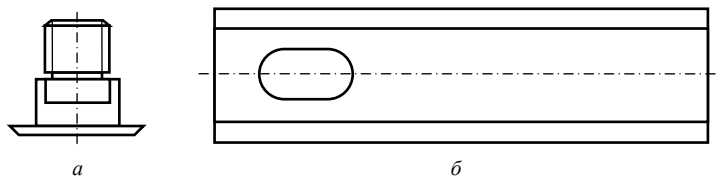


Рис. 4.55. Детали ротора: *а* – ось ножа; *б* – нож

Вид снизу на ротор представлен на рис. 4.56.

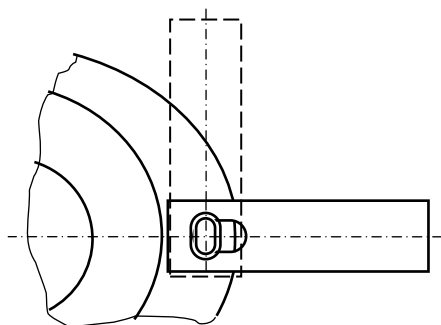


Рис. 4.56. Ротор косилки с легко заменяемыми ножами (вид снизу)

Расширить технологические возможности ножей роторных косилок позволяет конструкция ножа, приведенная на рис. 4.57.

При необходимости скашивания грубой растительности, например, мелкого кустарника и бурьяна, нож присоединяется к ротору посредством болта, вставляемого в отверстие 1 у меньшего основания 2 трапеции. Шарнирно прикрепленный к ротору и вращающийся вместе с ним нож, встречая растительность, срезает ее режущей кромкой 5 более широкой и более тяжелой части ножа.

При скашивании тонкостебельной растительности, например, сеяных трав, нож присоединяется к ротору посредством болта, вставляемого в отверстие 3 у большего основания 4 трапеции. Шарнирно прикрепленный к ротору и вращающийся вместе с ним нож, встречая растительность, срезает ее режущей кромкой 5 узкой и менее тяжелой части ножа. В случае повышения сопротивления срезанию растительности нож отклоняется от радиального положения назад по ходу враще-

ния. При этом работающая режущая кромка начинает выполнять резание со скольжением, снижая за счет этого силу воздействия на растительность и уменьшая повреждение ее корневой системы.

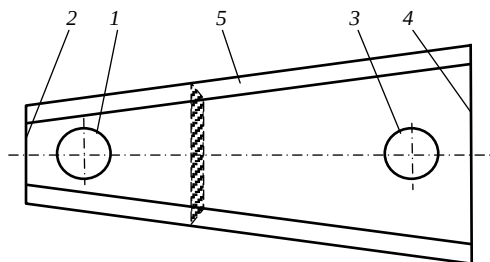


Рис. 4.57. Нож роторной косилки трапециевидной формы:
1 – отверстие; 2 – меньшее основание трапеции; 3 – отверстие;
4 – большее основание трапеции; 5 – режущая кромка

В процессе работы многороторных косилок шарнирно закрепленный нож режущего аппарата при встрече с растительностью отклоняется от радиального положения под действием сил сопротивления растений срезанию, второй нож в это же время остается в радиальном положении. В связи с этим расстояние между центром тяжести отклонившегося ножа и осью вращения ротора уменьшается, что приводит к разбалансировке ротора и возникновению вибрации.

Для устранения этого недостатка в УО БГСХА предложен режущий аппарат (рис. 4.58), состоящий из вращающихся дисковых роторов 1 с шарнирно закрепленными на каждом двумя пластинчатыми ножами 2, двух жестких связей 3, прикрепленных к ножам и соединяющих оба ножа на роторе посредством специальных болтов 4.

Режущий аппарат работает следующим образом. При встрече с растительностью нож дискового ротора поворачивается вокруг оси, в то же время соединенный с ним посредством жестких связей второй нож также синхронно поворачивается в противоположную сторону, следовательно, расстояние между центрами тяжести ножей и осью вращения дискового ротора уменьшается на одинаковую величину. В этом случае разбалансировка дискового ротора и вибрация возникать не будут, что обеспечивает более надежную работу режущего аппарата.

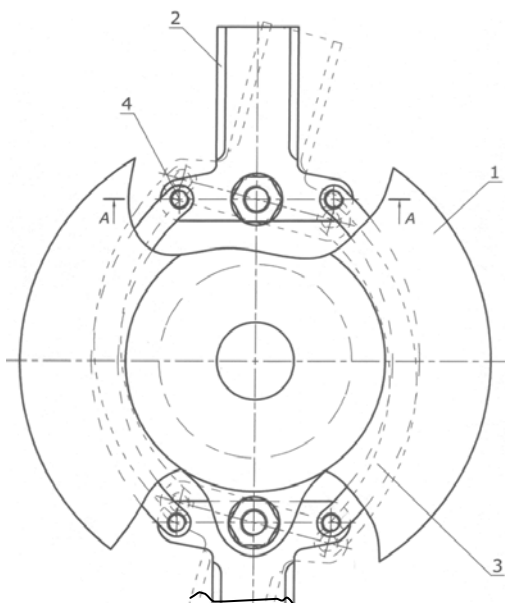


Рис. 4.58. Режущий аппарат с жестко связанными ножами: 1 – дисковые роторы; 2 – пластинчатые ножи; 3 – жесткие связи; 4 – специальные болты

Одним из наиболее эффективных и легкорезализуемых способов усовершенствования режущих аппаратов роторных косилок является оптимизация массы и геометрических параметров ножей, а также увеличение кинетической энергии, передаваемой ножом за счет удаления центра тяжести ножа от центра отверстия для болта крепления.

Нож при взаимодействии со скашиваемой растительностью (особенно с древесно-кустарниковой) отклоняется от радиального положения против направления вращения. Возникающая вследствие этого на режущей кромке сила трения создает момент, дополнительно поворачивающий нож относительно центра отверстия для болта и способствующий еще большему отклонению ножа, которое ведет к снижению энергии воздействия ножа на стебли растительности и, как следствие, эффективности скашивания.

Для эффективного скашивания как травянистой, так и древесно-кустарниковой растительности на мелиоративных объектах в

УО БГСХА была разработана, запатентована и испытана конструкция трапецевидного ножа (рис. 4.59).

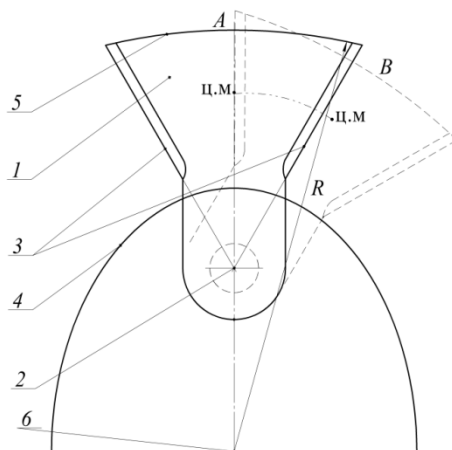


Рис. 4.59. Конструкция трапецевидного ножа роторной косилки: 1 – нож; 2 – отверстие; 3 – режущие кромки; 4 – ротор; 5 – внешняя торцовая кромка; 6 – центр ротора

Нож 1 шарнирно крепится к ротору 4, режущие кромки 3 расположены радиально по отношению к отверстию 2 для болта крепления и выполнены расширяющимися к периферии, а внешняя торцовая кромка 5 изготовлена по дуге окружности с центром, совпадающим с центром 6 ротора. Выступающая за пределы ротора часть ножа имеет форму, близкую к форме равнобедренной трапеции.

Работает нож следующим образом. Вращающийся вместе с ротором шарнирно присоединенный к нему нож, благодаря действию центробежных сил, располагается в радиальном положении *A*. При встрече с растительностью нож срезает ее заостренной режущей кромкой. Возникающая при этом сила сопротивления, действующая на режущую кромку со стороны растительности, отклоняет нож назад против направления вращения к положению *B*. Возникающее скольжение режущей кромки по скашиваемой растительности не приводит к увеличению отклонения ножа, так как сила трения режущей кромки о растительность не создает отклоняющего нож момента вследствие того, что плечо силы трения относительно центра отверстия 2 в пластине равно нулю, так как режущая кромка расположена радиально.

Благодаря тому что выступающая за пределы диска трапецевидная часть ножа выполнена расширяющейся к периферии, центр масс (ц. м.) ножа также смещен к периферии, что увеличивает плечо центробежной силы, действующей на нож, и тем самым способствует стабилизации его положения.

Во избежание трения внешней торцевой кромки 5 о нескошенную растительность кромка изготовлена по дуге окружности с центром, совпадающим с центром ротора, и при срезании растительности отклонение ножа приводит к соответствующему повороту внешней кромки и ее удалению от несрезанной растительности.

Вид ротора с предложенными ножами представлен на рис. 4.60.

Использование ножа роторной косилки предлагаемой конструкции позволит стабилизировать положение ножа во время работы и, как следствие, повысить эффективность скашивания жесткостебельной, в том числе древесно-кустарниковой растительности.

Проведенные исследования подтвердили высокую эффективность данного вида ножей.

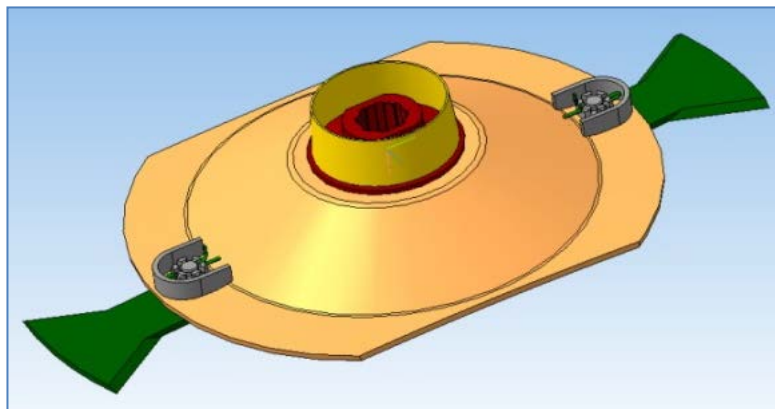


Рис. 4.60. Вид ротора с трапецевидными ножами

Существующие косилки обеспечены различными устройствами, предназначенными для предохранения режущего аппарата от поломок, однако эти устройства не всегда способны выполнить свое назначение.

Фирмы Krone, Claas, Silvercut и некоторые другие выпускают косилки, режущие аппараты которых снабжены системой защиты, предохраняющей привод роторов и роторы от перегрузок (рис. 4.61).

При перегрузке ротора, например, при встрече его с препятствием, происходит срезание предохранительного штифта 4, соединяющего ведущий вал 5 ротора со ступицей 2 диска 1. При срезании штифта вал проворачивается относительно ступицы и гайки 3. Гайка перемещается вверх по резьбовой части вала и поднимает диск. Благодаря этому ротор поднимается над препятствием или отбрасывает его в сторону, а ножи ротора не сталкиваются с ножами соседних роторов.

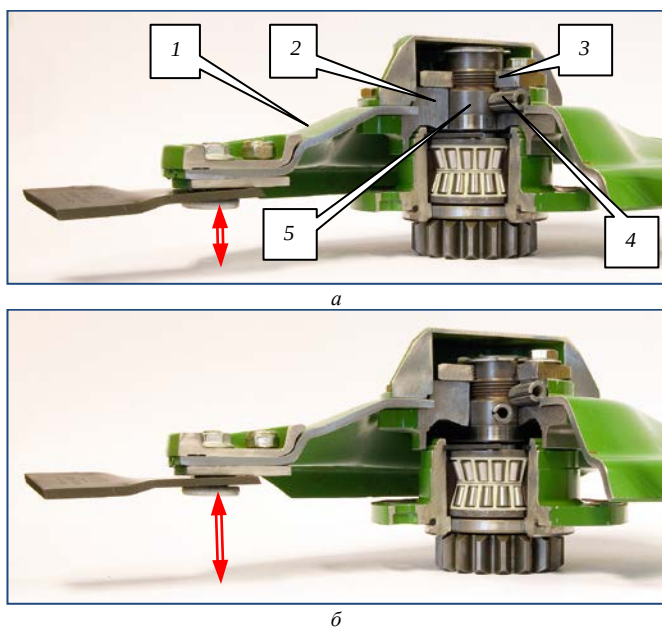


Рис. 4.61. Вид ротора с системой защиты: 1 – диск; 2 – ступица диска; 3 – гайка; 4 – предохранительный штифт; 5 – ведущий вал ротора до срабатывания системы защиты (а) и после ее срабатывания (б)

На рис. 4.61, а показано положение ротора до срезания штифта, на рис. 4.61, б – после срезания штифта и срабатывания системы защиты.

Другим вариантом защиты является вариант, запатентованный в УО БГСХА (рис. 4.62).

В соответствии с описанием конструкция ротора отличается тем, что ротор состоит из центральной 1 и периферийной 3 частей, соединенных с помощью петель 2. При встрече ножа 6 с препятствием, форма и размеры которого заставляют нож напоздвать на препятствие и отгибаться вверх, периферийная часть 3 поворачивается на петлях 2 вверх, тем самым разгружая нож от изгибающих нагрузок. Нож 6 установлен на пальце 4 и закреплен на нем с помощью гайки 5.

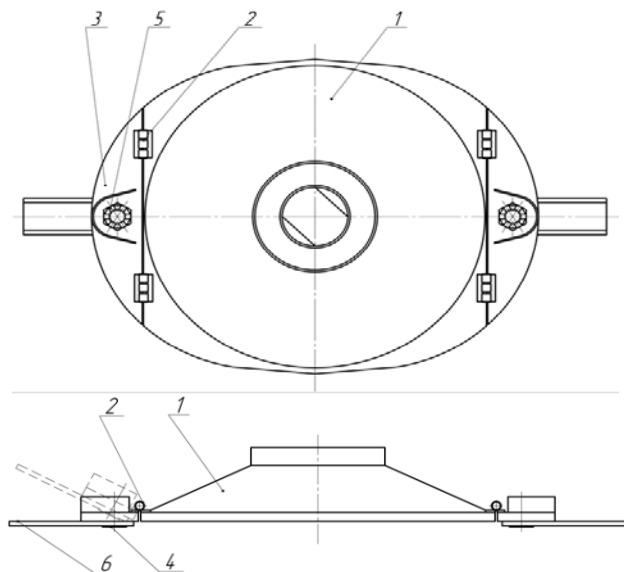


Рис. 4.62. Модернизированный ротор косилки: 1 – центральная часть ротора; 2 – петли; 3 – периферийная часть ротора; 4 – палец; 5 – гайка; 6 – нож

Для ухода за мелиоративными каналами в основном используются многороторные косилки с нижним приводом, осуществляемым посредством редукторов с цилиндрическими зубчатыми колесами. Смазывание редукторов производится минеральным маслом или смесью двух масел. В процессе работы температура смазки повышается в несколько раз по сравнению с исходной. Это приводит к падению вязкости смазки и ухудшению ее смазывающих свойств. Для снижения температуры масла нами предложен и запатентован режущий аппарат ко-

силки, в дисках роторов которого предусмотрено наличие радиальных прорезей (рис. 4.63).

Использование данного режущего аппарата позволит снизить нагревание смазки внутри корпуса редуктора 3.

При вращении роторов 1 с ножами 2 посредством имеющихся на них радиальных прорезей 5 и 6 воздух будет дополнительно нагнетаться под ротор 1 непосредственно на корпус 3 и таким образом охлаждать корпус и соответственно находящуюся в нем смазку.

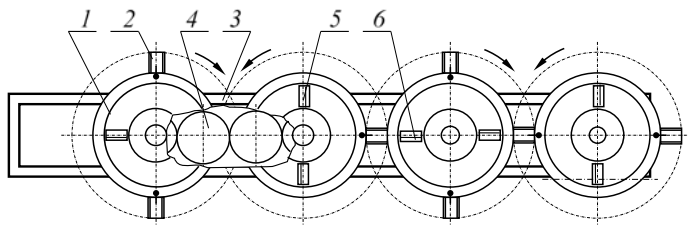


Рис. 4.63. Режущий аппарат с роторами, имеющими радиальные прорези: 1 – роторы; 2 – ножи; 3 – корпус редуктора; 4 – шестерни; 5, 6 – радиальные прорези

Главнейшей причиной изнашивания зубьев шестерен привода является наличие в смазке абразивных частиц. Основным процессом, обеспечивающим их поступление в смазку, является изнашивание материала шестерен, которые изготавливаются из качественной углеродистой стали. Отделяющиеся от зубьев шестерен частицы обычно обладают ферромагнитными свойствами и имеют плотность выше плотности смазки. С учетом их свойств авторами обоснованы и запатентованы устройства для магнитного улавливания частиц стали и для центробежной очистки смазки встроенным в редуктор очистителем в виде цилиндрической вставки.

При вращении шестерен часть смазки с частицами износа деталей привода попадает внутрь цилиндрической вставки. В цилиндрической вставке смазка, за счет сил вязкостного трения, сообщается вращательное движение, и под действием центробежных сил частицы износа отбрасываются к стенке цилиндрической вставки и оседают на ней. Для облегчения поступления смазки внутрь цилиндрической вставки по ее контуру выполнены радиальные отверстия, через которые часть смазки выходит из цилиндрической вставки, освобождая место для поступления новой смазки.

4.3.5. Косилки-измельчители

К ротационным косилкам относятся *барабанные косилки-измельчители*. Они имеют спиральные ножи или ротационные барабаны с шарнирными ножами. Ось вращения рабочего органа параллельна обрабатываемой поверхности.

Срезание растительности *барабаном со спиральными ножами* происходит благодаря защемлению ее между вращающимися спиральными ножами и неподвижным противорежущим ножом.

Так, например, фирма Bomford выпускает косилки-измельчители со спиральными ножами. У данной косилки барабан образуется плоскими изогнутыми по спирали ножами, защемляющими и измельчающими растительность между прямым противорежущим ножом.

Косилка с шарнирно закрепленными ножами является косилкой-измельчителем, которая барабаном 1 (рис. 4.64) с ножами 2 срезает, измельчает и, благодаря высокой скорости резания, выбрасывает измельченную растительность через кожух за пределы канала или при отсутствии такого кожуха оставляет ее на откосе.

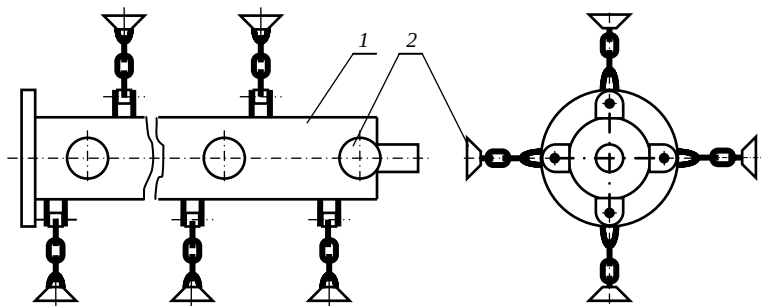


Рис. 4.64. Схема ротора косилки-измельчителя с шарнирно закрепленными чашечными ножами: 1 – барабан; 2 – ножи

По такому же принципу работают косилки-измельчители с Г-образными ножами. Наиболее часто применяющиеся ножи схематически показаны на рис. 4.65.

Виды рабочих органов мелиоративных косилок-измельчителей показаны на рис. 4.66. Все рабочие органы имеют боковой привод и возможность изменять с помощью гидроцилиндра угол наклона режуще-измельчающего аппарата.

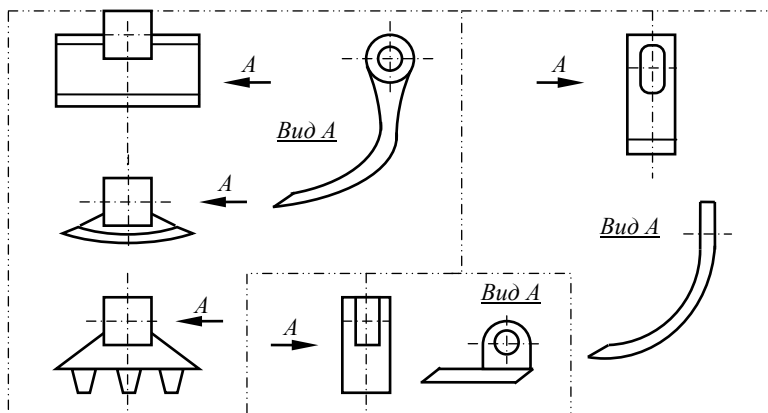


Рис. 4.65. Ножи косилки-измельчителя с шарнирно закрепленными Г-образными ножами

Особенностью косилочного органа фирмы ORSI (Италия) (рис. 4.66, *а*) является возможность его крепления к кронштейну рукояти как консольно, так и по центру.



а



б



в

Рис. 4.66. Рабочий орган косилки-измельчителя: *а* – фирмы ORSI; *б* – фирмы Berkut; *в* – фирмы Spearhead

На рис. 4.66, *б* и *в* представлены сменные навесные рабочие органы фирм Verku и Spearhead, которые крепятся к рукояти по центру аппарата.

Используются различные варианты навешивания косилок-измельчителей. Так, например, фирма Verku выпускает тракторную косилку-измельчитель с рабочим органом, установленным на поворотной платформе (рис. 4.67, *а*), косилку-измельчитель с рабочим органом, навешенным сбоку, навешенным сзади на поворотной колонке, навешенным фронтально и сбоку (рис. 4.67, *б*).



Рис. 4.67. Косилки-измельчители с рабочими органами: *а* – на поворотной платформе; *б* – навешенными фронтально и на поворотной колонке

Технические данные некоторых зарубежных косилок-измельчителей приведены в табл. 4.7. Мощность, потребляемая рабочими органами, перечисленными в табл. 4.7, находится в пределах 14,7...25,7 кВт.

Белорусской системой машин для скашивания растительности на берегах предусмотрено использование бильной фронтальной косилки КБФ-2,5, имеющей ширину захвата 2,5 м. Рабочий орган косилки может смещаться вправо или влево на 0,5 м.

Выпускаются полнопрофильные внутриканальные косилки на наклоняемых колесах. Такая машина скашивает растительность на дне горизонтальным барабанным, а на откосах – наклонными сегментными или роторными аппаратами. Известна также гусеничная надканальная машина, которая за один проход срезает растительность на обоих откосах канала сегментным косилочным аппаратом и очищает дно канала многоковшовым цепным рабочим органом продольного копания.

Таблица 4.7. Техническая характеристика зарубежных косилок-измельчителей

Фирма-изготовитель и марка машины	Ширина захвата, м	Диаметр ротора, мм	Частота вращения ротора, мин ⁻¹	Высота среза, мм	Число ножей, шт.	Масса, кг
«Интернэйшнел Харвестер» В 20-2	1,01	635	1050	30...200	40	740
«Бамфорд» ФШ-40 (Англия)	1,01	725	1400...1500	0...240	26	900
«Ахис Кидд»	1,22	610	1000...1850	30...190	17	760
«Джон Уайлдер»	1,32	750	1500	0...260	33	870
«Массей Фергюсон» 760 (Англия)	1,47	610	1500...1800	30...350	28	900
«Берки Мотрас» 3800 (Германия)	1,50	600	2400	80...130	28	490
«Брэди» 606 (США)	1,50	585	1650...1750	25...250	28	510
«Ланделе» Супер 606 (США)	1,50	610	1500	50...400	28	988
«Шульц» 21-46	1,95	650	1500	0...280	44	757
«Спиди» 600 С	2,05	508	1400	0...180	64	454
«Аллис-Чалмерс» 56 Ф (США)	2,3	610	1230	40...280	36	1145

По другому принципу работают шнековые косилки-измельчители. Так, шнековая косилка-измельчитель имеет навешенный сбоку режущий аппарат (рис. 4.68), изготовленный в виде ленточного шнека, по периферии которого закреплены ножи.

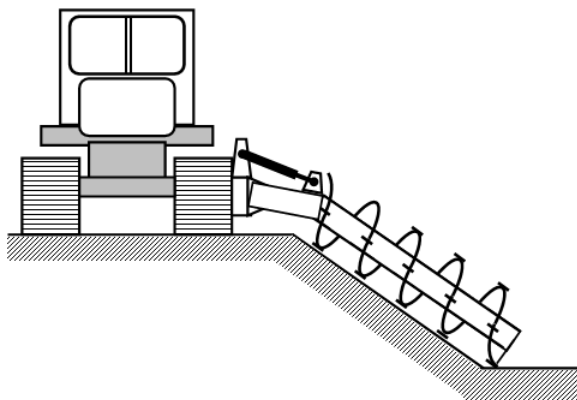


Рис. 4.68. Схема рабочего органа шнековой косилки

Позади шнека установлен кожух. Косилка скашивает, измельчает и частично выносит на берму растительность. Способна удалять грубостебельную травянистую растительность практически при любой густоте травостоя. По такой схеме работает косилка КОС-2,5, навешиваемая на гусеничный трактор тягового класса 3.

4.3.6. Рабочие органы, совмещающие процессы срезания и удаления растительности

Существуют *рабочие органы, совмещающие процессы срезания и удаления растительности*.

Совмещение операций скашивания и удаления скошенной растительности производят шнеком-косилкой, ковшом-косилкой или корзиной-косилкой.

Рабочий орган шнека-косилки (рис. 4.69) навешивается сбоку и при кошении опускается на откос перпендикулярно оси канала. Срезание растительности производится сегментно-пальцевым аппаратом 3, а ее транспортирование на берму – шнеком 2, охваченным кожухом 1.

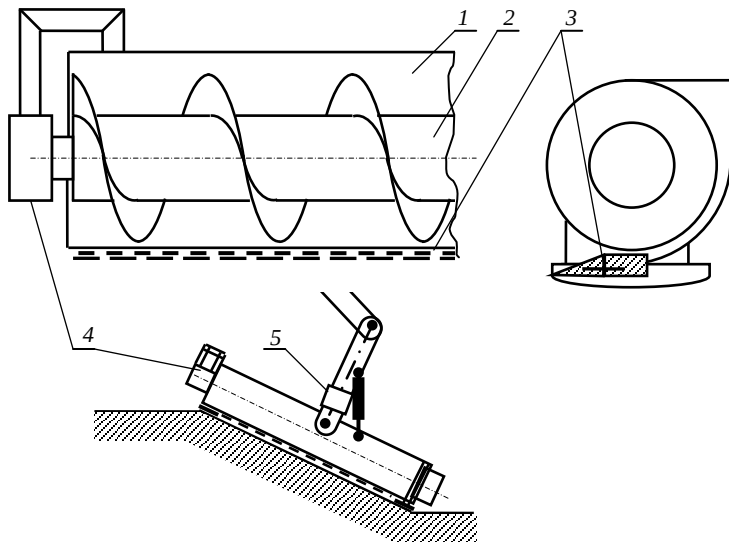


Рис. 4.69. Рабочий орган шнека-косилки: 1 – кожух; 2 – шнек; 3 – сегментно-пальцевый режущий аппарат; 4 – гидромотор; 5 – амортизирующий узел

Привод шнека и режущего аппарата осуществляется от гидромотора 4 посредством редуктора. Для предотвращения передачи вибрации на базовую машину в рукояти установлен амортизирующий узел 5.

Ковш-косилка (рис. 4.70) навешивается на экскаватор или каналоочиститель по схеме обратной лопаты с наличием на рукояти амортизирующего устройства и параллелограммного звена, обеспечивающего требуемую траекторию ковша.

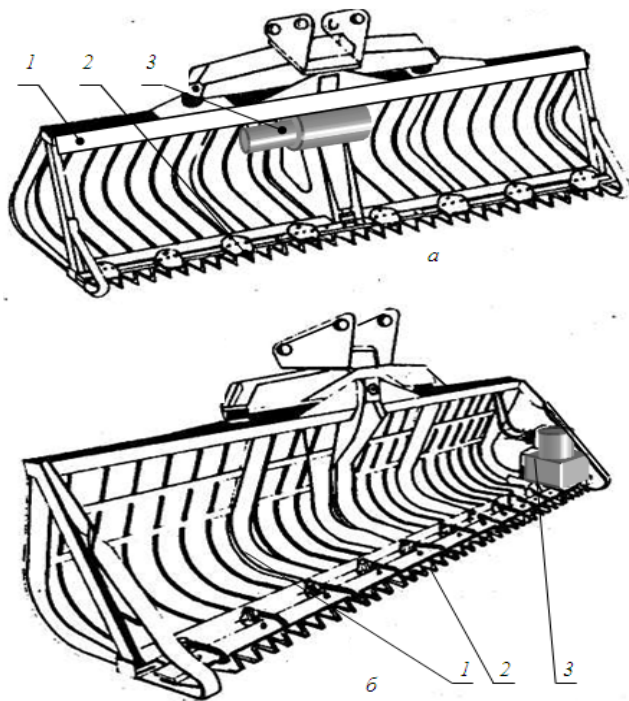


Рис. 4.70. Рабочий орган ковша-косилки: *а* – с центральным расположением привода; *б* – с боковым; 1 – ковш; 2 – режущий аппарат; 3 – гидромотор с редуктором

Ковш 1 выполняется решетчатым или иногда из синтетической ткани. Режущий аппарат 2 применяется, как правило, сегментно-пальцевый или реже многороторный. Привод 3 – гидромотор с редук-

тором – устанавливается в средней части ковша (рис. 4.70, *а*) или сбоку (рис. 4.70, *б*).

Причем данные рабочие органы обычно имеют возможность поперечного наклона ковша.

Разновидностью ковша-косилки является корзина-косилка с сегментно-пальцевым аппаратом, схематически показанная на рис. 4.71. Она имеет увеличенную вместимость ковша 1, облегченную его конструкцию и опорные колеса 2, позволяющие режущему аппарату 4 с приводом 3 копировать возможные неровности откоса канала.

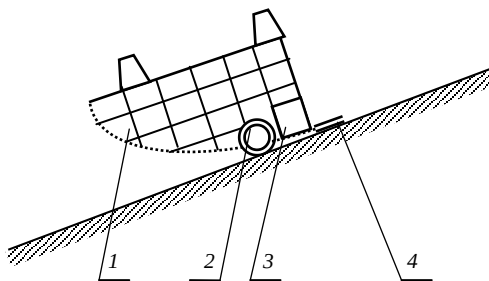


Рис. 4.71. Схема рабочего органа корзины-косилки: 1 – ковш; 2 – опорные колеса; 3 – привод; 4 – режущий аппарат

Косилка имеет следующие технические характеристики: глубина окашиваемого канала – до 2 м; заложение откосов – 1:1...1:2; максимально допустимая высота стерни – 8...10 см; максимальный диаметр стебля срезаемой растительности – 20 мм; максимальная густота травостоя – 5000 шт/м²; максимальная ширина обрабатываемого откоса – 4,5 м; рабочая скорость передвижения – 1...5 км/ч; техническая производительность – 0,45 га/ч.

Известны также машины с ротационными барабанами-измельчителями с пневматическим отсасыванием или транспортированием растительной массы. Системой машин для окашивания откосов каналов глубиной до 2 м предусмотрено использование полуприцепной косилки-измельчителя КПП-1,5, имеющей ширину захвата 1,5 м. Рабочий орган и вентилятор отсасывания измельченной массы приводятся в действие гидромотором.

Под руководством профессора В. Н. Кондратьева разработано и испытано аналогичное полуприцепное оборудование – косилка-подборщик НО-20, предназначенная для скашивания и измельчения

травянистой и кустарниковой растительности с возможностью погрузки измельченной растительности в транспортное средство. Базовой машиной является трактор класса 1,4...3.

4.3.7. Ручные машины для скашивания растительности

При малых заросших площадях и в местах, не доступных для навесных косилок, используются ручные косы или механизированные ручные косилки, косилки на мотоблоках, газонокосилки, ручные штанговые косилки (триммеры), ручные кусторезы и сучкорезы, обрезчики ветвей. Газонокосилки и триммеры могут быть снабжены сборниками срезанной травы. Источниками энергии могут быть стационарная электросеть, передвижные электрогенераторы, компрессоры или бензиновые двух- или четырехтактные мини-двигатели.

Газонокосилки обычно имеют дисковый рабочий орган с консольным ножом или шарнирно закрепленными ножами. Высота скашивания регулируется, как правило, в пределах 25...100 мм. Отдельные электрические газонокосилки могут иметь привод на колеса. Ширина захвата – 30...60 см.

Предприятия, выполняющие сводку деревьев, удаление кустарника и поросли, обрезку защитных и декоративных насаждений на каналах и дорогах, часто используют цепные мотопилы фирм Husqvarna или Stihl. На них применяются цепной (рис. 4.72, *а*) или сегментный (рис. 4.72, *б*) рабочие органы. Последний имеет возвратно-поступательное перемещение режущих элементов и более удобен при обрезке кустарников и тонких гибких ветвей.



Рис. 4.72. Мотопилы: *а* – с цепным рабочим органом и двигателем внутреннего сгорания; *б* – с сегментным рабочим органом (ножницы)

Они выпускаются с бензиновым и электрическим двигателями. Первые имеют мощность 0,9 кВт, рабочий объем – 24,5 см³, массу – 5,5...5,9 кг; вторые – мощность – 0,5 кВт, массу – 3,3 кг.

Мотопилы фирмы Stihl имеют рабочий объем двигателя от 30,1 до 121,6 см³, мощность – от 1,2 до 6,4 кВт, массу моторного агрегата – от 3,9 до 9,9 кг. Мощность электропил этой фирмы составляет от 1,4 до 2,2 кВт, масса – от 3,2 до 5,2 кг.

Мотопилы фирмы Husqvarna имеют рабочий объем двигателя от 35,2 до 118,8 см³, мощность – от 1,5 до 6,2 кВт, массу моторного агрегата – от 3,5 до 10,4 кг. Электропилы этой фирмы имеют мощность от 1,5 до 2,0 кВт, массу – 3,8 кг.

Выпускаются также штанговые сучкорезы с цепным рабочим органом. Некоторые из них имеют телескопическую регулируемую по длине штангу. Они способны перерезать сучья диаметром до 150 мм на высоте до 2,5 м, а с применением телескопической вставки – до 5 м, поэтому их иногда называют высоторезами.

Триммеры снабжаются дисковым ножом диаметром 20...26 см, стальной многозубой дисковой пилой или диском с двумя – четырьмя лесками диаметром от 1,2 до 2,4 мм. Благодаря высокой частоте вращения диска (7000...8000 мин⁻¹) леска срубает траву, захватывая полосу шириной 35...41 см в зависимости от мощности двигателя. Кусторезы и сучкорезы с сегментным рабочим органом обычно имеют антивибрационные рукоятки дугообразную (рис. 4.73, *а*) или двуручную (рис. 4.73, *б*) для защиты оператора от вибрации.



Рис. 4.73. Ручные косилки (триммеры):
а – с дугообразной рукояткой; *б* – с двуручной рукояткой

Форма роторов, которыми при скашивании травы снабжаются косилки, показана на рис. 4.74. На рис. 4.74, *а* приведен вид ротора с лес-

ками, на рис. 4.74, *б* – вид ротора пластикового четырехконсольного и на рис. 4.74, *в* – пластикового двухконсольного.

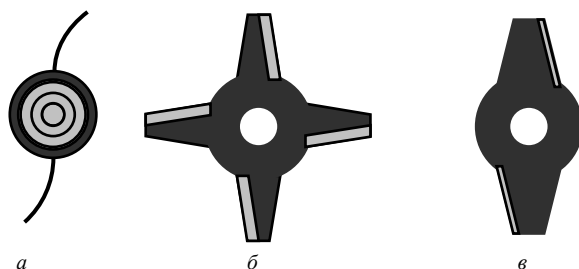


Рис. 4.74. Типы сменных роторов ручных косилок:
а – с лесками; *б* – дисковый четырехконсольный; *в* – дисковый двухконсольный

Ручные косилки с мини-двигателями обычно имеют диаметр дискового ножа 20 см, массу – 4,2...11,5 кг, двигатель с рабочим объемом 24,0...53,0 см³, мощностью 0,9...2,5 кВт, топливный бак вместимостью 0,6...1,2 л.

Электрические косилки имеют мощность 0,39...1,0 кВт, диаметр лески – 1,2...2,4 мм, две лески, ширину скашивания лесками – 35...40 см, массу – 2,6...5,3 кг.

4.4. Машины для удаления из каналов срезанной растительности

Механическим рабочим органом для подборки срезанной растительности является конвейерный цепной подборщик. На рис. 4.75, *а* приведен его вид сзади, а на рис. 4.75, *б* – его кинематическая схема. Подборщик состоит из рамы 1 с ведущими 4 и ведомыми 5 звездочками и тяговой цепи 2 с шарнирно прикрепленными к ней пружинными граблинами 3.

Подборщик является машиной непрерывного действия, которая перемещается вдоль канала. Движущаяся цепь перемещает граблины и выносит ими срезанную растительность на берму канала. Рабочий орган опирается на колеса 6. Привод осуществляется от гидромотора 7.

Вид одного из подборщиков в транспортном положении показан на рис. 4.76, *а*, в рабочем – на рис. 4.76, *б*.

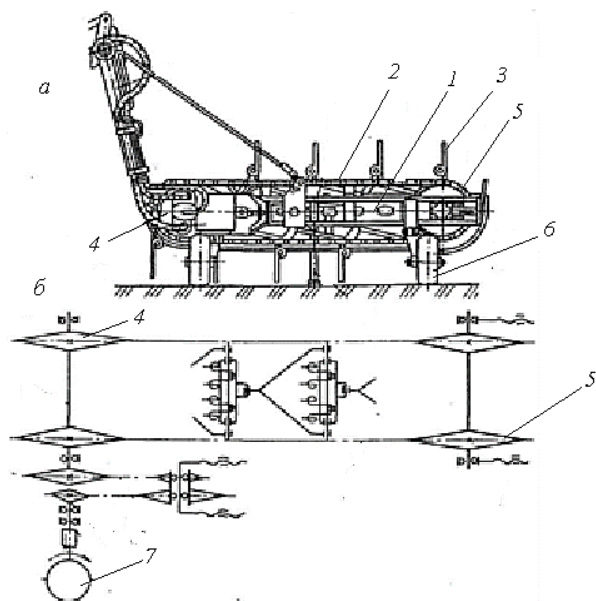


Рис. 4.75. Конвейерный цепной подборщик: *а* – вид сзади; *б* – кинематическая схема;
 1 – рама; 2 – тяговая цепь; 3 – пружинные граблины; 4 – ведущие звездочки;
 5 – ведомые звездочки; 6 – колеса; 7 – гидромотор



а



б

Рис. 4.76. Общий вид цепного подборщика:
а – в транспортном положении; *б* – в рабочем положении

Наряду с цепными подборщиками для ухода за мелиоративными системами применяются ротационные грабелные рабочие органы. Они созданы с использованием ротационных грабелных рабочих органов сельскохозяйственного назначения, однако, в отличие от последних, являются, как правило, однороторными. Привод ротора обычно осуществляется от гидромотора (рис. 4.77), от вала отбора мощности посредством карданной передачи или от вала отбора мощности посредством ременной передачи.

В процессе вращения ротора граблины, находящиеся в вертикальном положении, захватывают срезанную растительность и перемещают ее к месту укладки валка. При подходе к этому месту механизм поворота граблин переводит их в горизонтальное положение и освобождает от перемещаемой растительности.

Грабли мелиоративного назначения обычно навешиваются сбоку и работают по полунавесной схеме, т. е. в рабочем положении они опираются на дополнительные колеса.



Рис. 4.77. Роторный рабочий орган с гидроприводом подборщика срезанной растительности

Многие ремонтно-эксплуатационные машины совмещают операции скашивания и сгребания, для чего они комплектуются и косилочным, и сгребующим цепным или роторным рабочими органами. Косилочный агрегат с сегментным косилочным с изогнутым брусом и грабелным цепным рабочим органом показан на рис. 4.78, а, на

рис. 4.78, б – косилочный агрегат с сегментным косилочным с изогнутым брусом и роторным грабельным рабочим органом.



а



б

Рис. 4.78. Косилочные агрегаты: *а* – с сегментным косилочным с изогнутым брусом и грабельным цепным рабочим органом; *б* – с сегментным косилочным с изогнутым брусом и роторным грабельным рабочим органом

Показанные на рис. 4.76–4.78 рабочие органы и машины производятся фирмой Berku.

4.5. Плавающие косилки

Плавающие косилки применяются в основном для скашивания водной растительности в русле каналов, рек, искусственных и естественных водоемов. Существуют также машины данной группы, способные обрабатывать и береговую поверхность, прилегающую к воде.

Для работы в стесненных условиях предназначена переносная косилка, изображенная на рис. 4.79.

Она способна работать в канале шириной не менее 1 м при глубине воды не менее 0,2 м. Косилка базируется на двух цилиндрических понтонах 1 с рукоятками 2 для ее переноски. На понтонах установлен двигатель 7 с топливным баком 8. Двигатель посредством передачи 3 с кривошипами 4 обеспечивает в процессе работы возвратно-поступательное движение тягам 5 со стреловидными ножами. Косилка в рабочем положении вдоль канала перемещается частично за счет отталкивания ножей от дна и срезанной растительности, а частично за счет усилия рабочего, действующего на штангу 9. Двигаясь по берме, он перемещает косилку и с помощью рычагов управления, имеющихся на штанге, управляет двигателем. В нерабочем положении штанга укладывается на стойку 6.

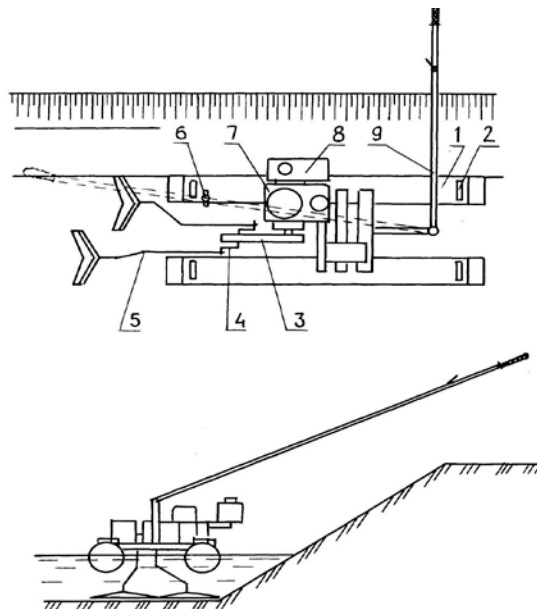


Рис. 4.79. Переносная плавучая косилка: 1 – цилиндрические понтоны; 2 – рукоятки; 3 – передача; 4 – кривошипы; 5 – тяги со стреловидными ножами; 6 – стойка; 7 – двигатель; 8 – топливный бак; 9 – штанга

Базой для самодвижущихся косилок, основные схемы которых показаны на рис. 4.80, являются специальные мотоботы 1 с малой осадкой, изготовленные из легких, чаще алюминиевых, сплавов.

Силовой установкой 2 является бензиновый или дизельный двигатель, установленный на борту стационарно, или подвесной лодочный мотор (рис. 4.80, а). В качестве движителей используются: лопастные винты 3, шнековые винты 4, гребные или ходовые колеса 5. Шнековые движители и гребные колеса менее подвержены опасности наматывания всплывающей срезанной растительности по сравнению с винтами. Изменение направления движения производится поворотом подвесного мотора, винта (рис. 4.80, б) или руля. При наличии двух шнековых винтов (рис. 4.80, в) или двух гребных колес (рис. 4.80, е) маневрирование осуществляется изменением направления их вращения. Для повышения устойчивости к бортам мотобота могут крепиться дополнительные понтоны 7 (рис. 4.80, д).

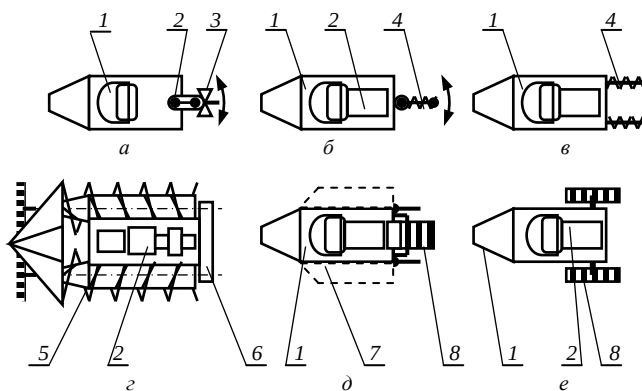


Рис. 4.80. Схемы плавучих косилок: *а* – с подвесным лодочным мотором; *б* – со шнековым винтом; *в* – с двумя винтами; *г* – на шнековых понтонах; *д* – с гребным колесом; *е* – с двумя гребными колесами; 1 – мотобот; 2 – силовая установка; 3 – лопастные винты; 4 – шнековые винты; 5 – ходовые колеса; 6 – редуктор; 7 – дополнительные понтоны; 8 – гребное колесо

Существуют косилки, например косилка КП-2М (рис. 4.80, *г*), базирующиеся на двух цилиндрических понтонах, имеющих на внешней поверхности шнеки противоположного направления навивки. Для обеспечения передвижения шнеки посредством редуктора 6 вращаются в противоположные стороны. Изменением скорости и направления вращения понтонов производится маневрирование косилки. Большинство машин обеспечивается съемными кабинами или тентами.

Более подробно один из вариантов мотобота показан на рис. 4.81.

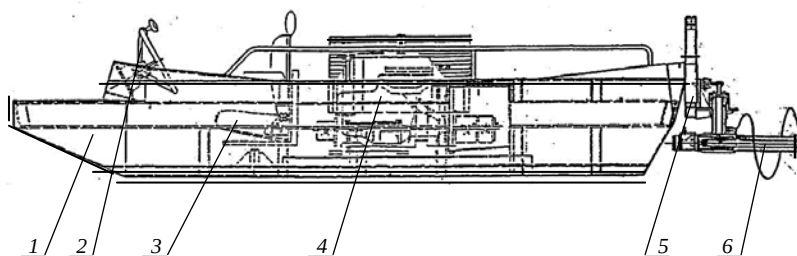


Рис. 4.81. Мотобот с поворотным шнековым винтом: 1 – корпус; 2 – пост управления; 3 – сиденье оператора; 4 – силовая установка; 5 – поворотный редуктор; 6 – шнековый винт

Основой является корпус 1 из алюминиевого сплава, на котором смонтирована силовая установка 4, пост управления 2, сиденье оператора 3. Передвижение и управление мотоботом производится шнековым винтом 6, приводимым в действие посредством поворотного редуктора 5.

Срезание растительности плавающими косилками производится V-образным рабочим органом (рис. 4.82, *а*) или поворачивающейся дисковой пилой (рис. 4.82, *б*). V-образный рабочий орган совершает возвратно-поступательные движения, подрубая растительность, которая затем всплывает. Косилка с дисковой пилой, вращаясь, подрезает водную растительность. Для увеличения ширины захвата она совершает вместе с рукоятью дополнительно и качательные движения. В настоящее время более распространенными являются сегментные рабочие органы с Т-образными или U-образными режущими брусками, а также волоочащейся (траловой) косой.

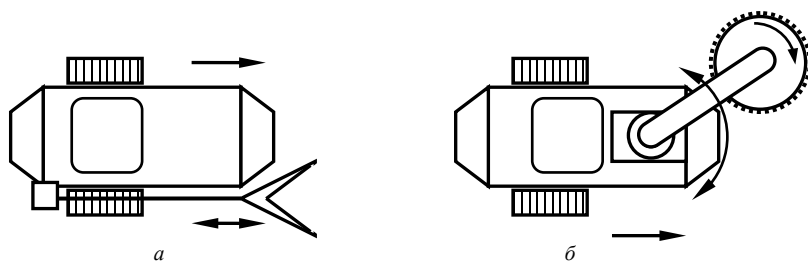


Рис. 4.82. Схемы косилок:
а – с V-образным рабочим органом; *б* – с дисковой пилой

Схема косилки с волоочащейся косой показана на рис. 4.83.

Мотобот 1 с силовой установкой 11 перемещается посредством гребного колеса 9, приводимого во вращение силовой установкой. Поворачивается мотобот с помощью двух рулей 6, управляемых с поста 2.

Срезание растительности производится при движении мотобота вперед волоочащейся горизонтальной косой 7, которая совершает колебательные движения в горизонтальной плоскости, и двумя вертикальными косами 8. Коса подвешена на гибких связях и рычагах 5. Колебания волоочащейся косы обеспечиваются тягами 10, связывающими косу с кривошипами 4. Регулирование глубины опускания и привод косы в транспортное положение производится вращением рукоятки 3 с

винтовым валом. Вращение рукоятки вызывает поворот рычагов 5 и подъем косы.

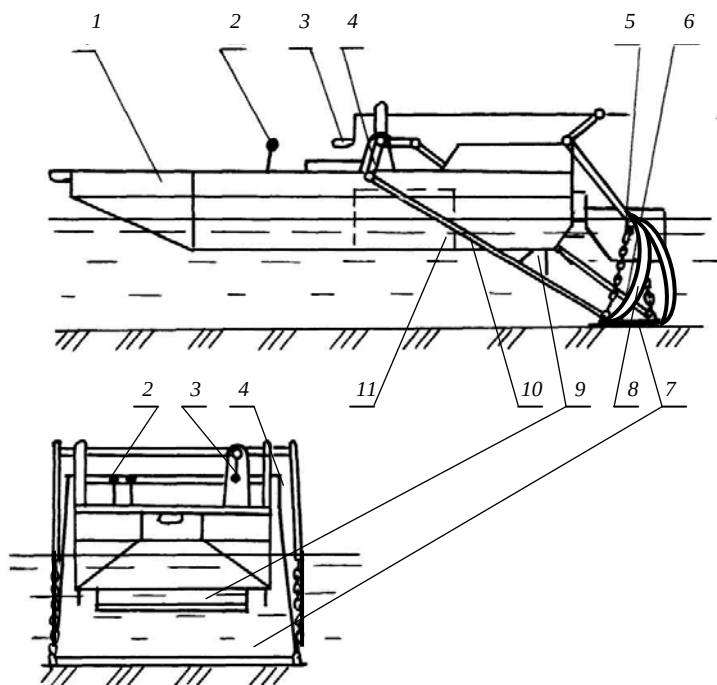


Рис. 4.83. Схема косилки с волочащейся косой: 1 – мотобот; 2 – пост управления; 3 – рукоятка; 4 – кривошип; 5 – рычаги; 6 – рули; 7 – волочащаяся горизонтальная коса; 8 – вертикальные косы; 9 – гребное колесо; 10 – тяги; 11 – силовая установка

Т-образный рабочий орган состоит из сегментных горизонтального и вертикального режущих брусьев, установленных на стреле или рычагах. На рис. 4.84 показана схема косилки с Т-образным рабочим органом 1, установленным в рабочее положение. Перевод его в транспортное положение производится натягиванием каната 3 посредством лебедки 4. При этом рабочий орган поднимается вверх на двухзвенной стреле 6. Привод рабочего органа обеспечивается от двигателя посредством карданной передачи с редуктором 2. Перемещение мотобота

осуществляется шнековым винтом 5, который может поворачиваться в горизонтальной плоскости, что необходимо для маневрирования.

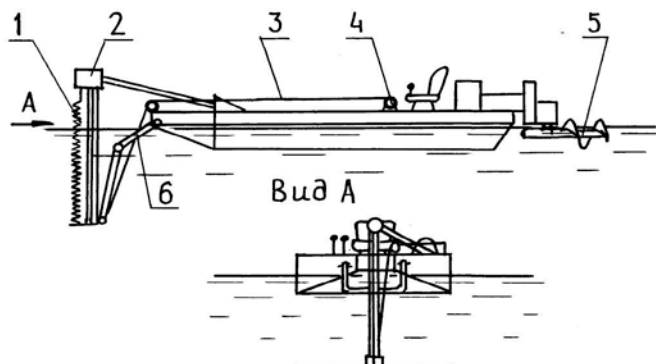


Рис. 4.84. Схема косилки с Т-образным рабочим органом: 1 – Т-образный рабочий орган; 2 – редуктор; 3 – канат; 4 – лебедка; 5 – шнековый винт; 6 – двухзвенная стрела

Вид косилки с Т-образным рабочим органом и лопастным гребным колесом показан на рис. 4.85.



Рис. 4.85. Косилка с Т-образным рабочим органом

Аналогичная лодка марки ЛКС-6400 выпускается ОАО «Пинский КСИ». Она имеет ширину захвата 2,2 м, максимальное заглубление – 1,8 м, техническую производительность – 0,4 га/ч, рабочую скорость – 5 км/ч, осадку – 0,35 м, массу – 1500 кг.

Подобная лодка-косилка марки ЛК-12 с Т-образным сегментным рабочим органом выпускается ОАО «Бобруйскагромаш», но передвижение ее обеспечивается посредством двух гребных колес. Режущий аппарат и колеса приводятся в действие двигателем Honda мощностью 8 кВт или МТЗ-08 мощностью 5 кВт. Лодка-косилка имеет производительность 0,2...0,6 га/ч, массу – 810 кг, скорость рабочего передвижения – 2,5...4,0 км/ч, транспортного – 8 км/ч, ширину захвата – 2,1 м, максимальную глубину срезания – 1,0 м, осадку – 0,22 м.

Схематически лодка-косилка показана на рис. 4.86. Спереди установлен Т-образный режущий аппарат 1, который поднимается и опускается вместе с рамой 4 вручную посредством лебедки 7 с тросом 2. Двигатель 5 установлен в центре лодки и посредством цепной передачи 8 приводит в действие гребные колеса 9 и карданной передачи 3 – режущий аппарат. Маневрирование производится с помощью двух рулей 10, управляемых рулевым колесом 6.

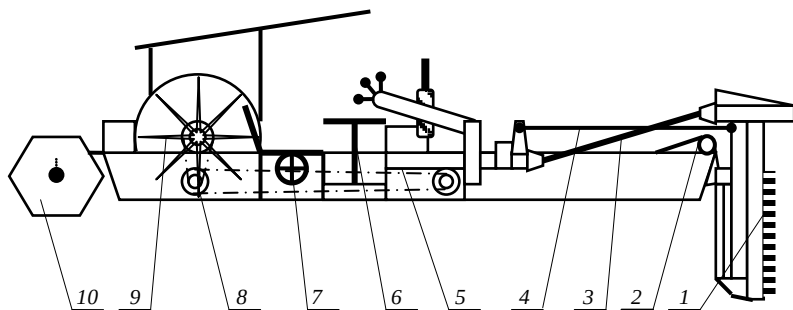


Рис. 4.86. Схема лодки-косилки ЛК-12: 1 – Т-образный режущий аппарат; 2 – трос; 3 – карданная передача; 4 – рама; 5 – двигатель; 6 – рулевое колесо; 7 – лебедка; 8 – цепная передача; 9 – гребные колеса; 10 – рули

Более подробно система управления рулями показана на рис. 4.87. Поворот рулевого колеса 6 приводит к перемещению тросовых тяг 5, огибающих блоки 4. При этом происходит перемещение регулировочных тяг 3 и поперечины 2, поворачивающей рули 1. Винты регулировочных тяг 3 позволяют обеспечить требуемое натяжение тросов 5.

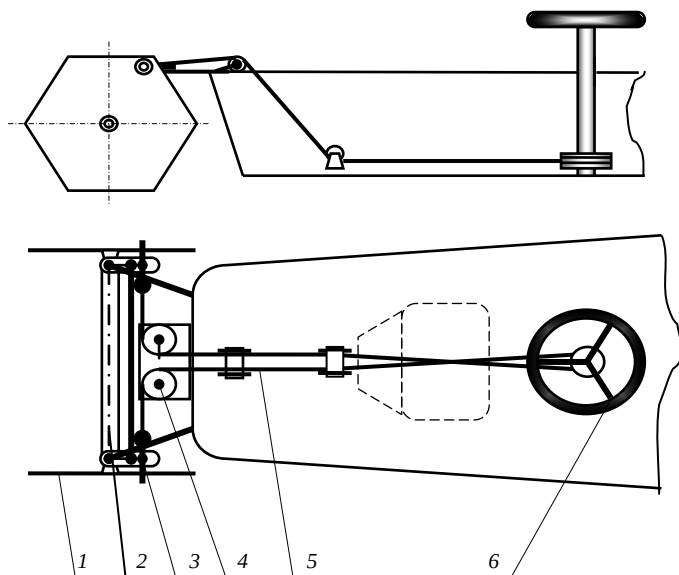


Рис. 4.87. Схема рулевого управления косилки ЛК-12: 1 – рули; 2 – поперечина; 3 – регулировочные тяги; 4 – блоки; 5 – тросовые тяги; 6 – рулевое колесо

Рабочий пост управления косилкой ЛК-12 и вид на гребные колеса показаны на рис. 4.88.



Рис. 4.88. Рабочий пост управления лодкой-косилкой ЛК-12

Существует также вариант косилки без рулей.

Наибольшей приспособляемостью к профилю обрабатываемого сооружения имеет косилка с Т-образным рабочим органом, навешенным на поворотную стрелу.

Косилка способна срезать растительность на глубине до 1,8 м, имеет ширину захвата 2,25 м и может работать по схемам, приведенным на рис. 4.89.

Некоторые подобные косилки имеют возможность установки дополнительного бокового рабочего органа, позволяющего расширить возможности машины.

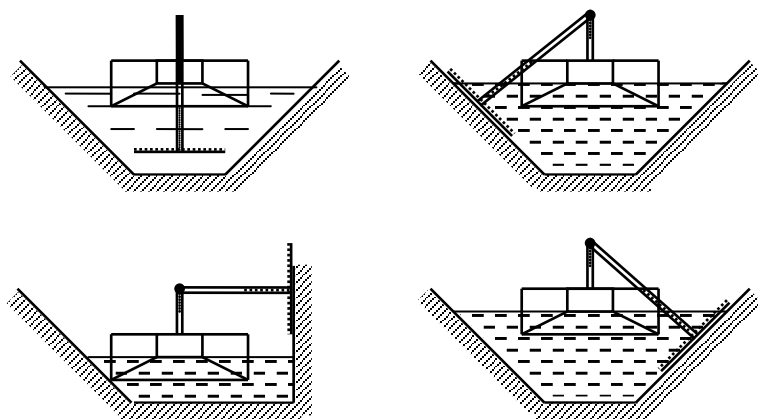


Рис. 4.89. Основные положения рабочего органа косилки с поворотным Т-образным рабочим органом

На рис. 4.90 показана косилка с основным 1 и дополнительным боковым 2 рабочими органами, находящимися в транспортном положении. С целью уменьшения крена к бортам мотобота 3 крепятся дополнительные понтоны 4.



Рис. 4.90. Косилка с основным Т-образным и боковым рабочими органами:
1 – основной рабочий орган; 2 – дополнительный боковой рабочий орган;
3 – борты мотобота; 4 – дополнительные понтоны

Для скашивания травы на берегу или откосе может использоваться легкая плавучая косилка с боковым сегментным рабочим органом. Схематически она показана на рис. 4.91 (вид спереди). Необходимое положение рабочего органа 1 устанавливается посредством его поворота в поперечной плоскости. Рабочий орган с приводом смонтирован на раме 2, установленной на мотоботе 3.

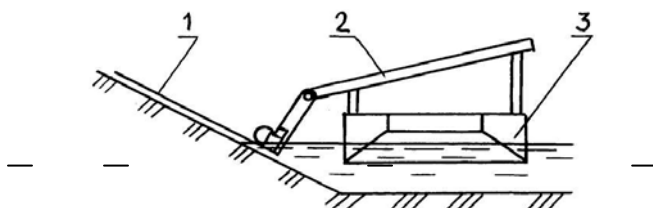


Рис. 4.91. Плавучая косилка с боковым сегментным рабочим органом:
1 – рабочий орган; 2 – рама; 3 – мотобот

Схема машины с сегментным П-образным рабочим органом показана на рис. 4.92. Рабочий орган 1 посредством П-образной рамы 2 навешен на мотобот 3, перемещающийся с помощью двух гребных колес 4, имеющих по восемь лопастей.

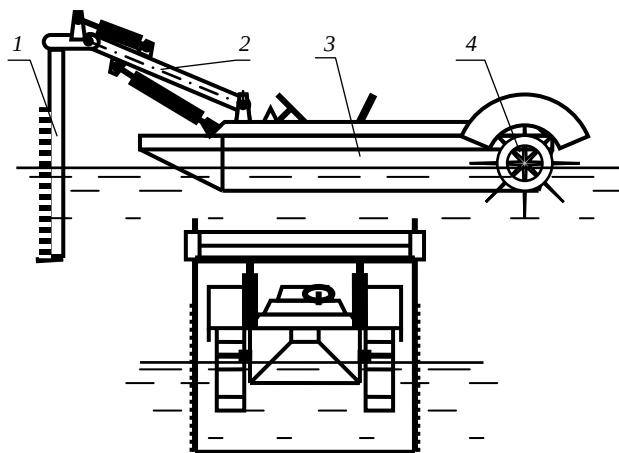


Рис. 4.92. Схема косилки с П-образным рабочим органом: 1 – рабочий орган; 2 – П-образная рама; 3 – моторбот; 4 – гребные колеса

Рабочий орган, будучи установленным в рабочее положение, срезает растительность двумя вертикальными и горизонтальным активными режущими брусками с сегментными режущими аппаратами.

На мелководье может использоваться косилка (рис. 4.93), у которой гребные колеса 4, приводимые в действие цепной передачей 2, изменяют свое положение по высоте посредством гидроцилиндра 3. При опускании на дно они могут использоваться как движители моторбота 1 или как его опоры.

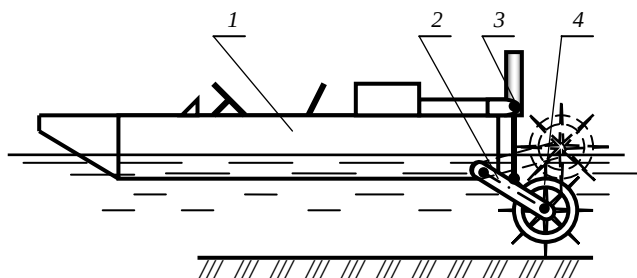


Рис. 4.93. Косилка для мелководья: 1 – моторбот; 2 – цепная передача; 3 – гидроцилиндр; 4 – гребные колеса

В России выпускаются косилки КП-2,0 и КПМ-2,5, базирующиеся на двух плавучих шнековых понтонах 3 (рис. 4.94).

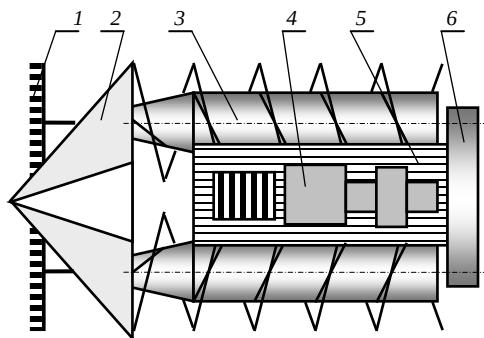


Рис. 4.94. Косилка КП-2,0 на шнековых понтонах: 1 – рабочий орган; 2 – отвал; 3 – шнековые понтоны; 4 – силовая установка; 5 – палуба; 6 – редуктор

Шнеки имеют противоположную навивку лент и приводятся во вращение от силовой установки 4, установленной на палубе 5, посредством редуктора 6. При движении по прямой шнеки вращаются в противоположные стороны и при вращении перемещают косилку, которая сегментным рабочим органом 1 срезает водную растительность. Растительность всплывает, раздвигается щитами отвала 2 и смещается к корме витками шнеков. Шнеки, приводимые во вращение двигателем мощностью 6,8 кВт, имеют возможность реверсироваться и вращаться с разными скоростями, что позволяет легко менять курс и реверсировать ход косилки. Косилка имеет осадку 0,4 м, ширину захвата – 2,2 м и может скашивать растительность над водой на высоте 0,3 м и под водой на глубине до 1,4 м.

Кроме того, в России производится плавучая косилка, выполняющая процесс срезания растительности в газовой среде, чем обеспечивается снижение усилия резания и ускоренное всплытие срезанной растительности.

Косилка-амфибия, показанная на рис. 4.95, имеет полиуретаногусеничный движитель и может работать, двигаясь по дну или находясь в плавучем состоянии. Она также может без дополнительного транспортного средства перемещаться по суше, что необходимо при смене места работы.

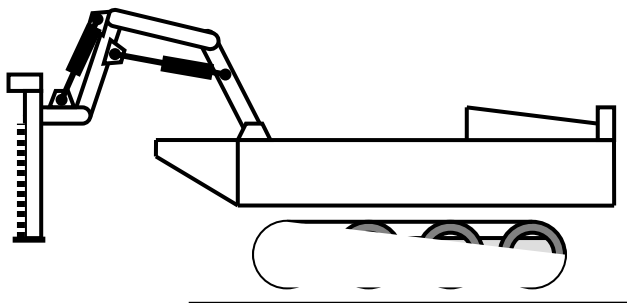


Рис. 4.95. Косилка-амфибия на гусеничном ходу

Более мобильной является косилка-амфибия на колесном ходу, вид которой показан на рис. 4.96. Однако для удобства перемещения из канала в канал желательно на мелиоративной системе предусматривать устройство съездов.



Рис. 4.96. Косилка-амфибия на колесном ходу

Для повышения плавучести и устойчивости косилки-амфибии снабжаются боковыми понтонами.

Для сбора срезанной растительности применяются мотоботы с вилочным рабочим органом, показанным на рис. 4.97. Собранная растительность выгружается на берег или баржу.



Рис. 4.97. Мотобот для сбора срезанной растительности

Такое же оборудование может устанавливаться и на мотобот-амфибию (рис. 4.98).



Рис. 4.98. Мотобот-амфибия для сбора срезанной растительности на гусеничном ходу

Срезание, накопление и транспортирование растительности может выполняться машинами с П- или U-образным режущим аппаратом и транспортерами для подачи срезанной растительности в накопители. Подобные машины показаны на рис. 4.99.

Для накопления, транспортирования и выгрузки растительности могут использоваться баржи с установленным на них гидравлическим полноповоротным двухчелюстным грейферным оборудованием.



Рис. 4.99. Плавающие косилки с накопителями срезанной растительности

Полный комплекс работ по срезанию, накоплению, транспортированию и выгрузке водной растительности выполняется плавучими уборочными машинами или комбайнами с накопительными бункерами вместимостью от 4 до 15 м³. Максимальная глубина погружения режущего аппарата составляет от 1,2 до 1,8 м. Сегментный U-образный режущий аппарат 1 (рис. 4.100) крепится к П-образной раме 2 с гидравлическим управлением 5. На машинах с вместимостью бункера 10 м³ и более устанавливается регулируемая по высоте кабина 8. Возможность изменения положения кабины позволяет обеспечивать проход машины под мостами, устанавливать кабину в позицию с наилучшим обзором или повышать устойчивость машины. Машины меньшей вместимости обеспечиваются съемным тентом.

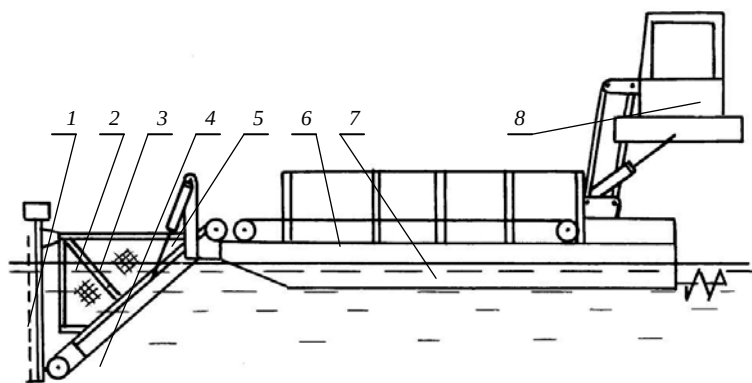


Рис. 4.100. Схема плавучего комбайна для удаления водной растительности:
1 – U-образный режущий аппарат; 2 – П-образная рама; 3 – сетчатые щиты;
4 – пластинчатый транспортер; 5 – гидравлическое управление;
6 – движущееся дно; 7 – бункер; 8 – кабина

Рабочий процесс протекает следующим образом. Машина с работающим режущим аппаратом 1 движется вперед, срезая растительность горизонтальным и двумя вертикальными режущими брусками. Срезанная растительность подхватывается пластинчатым транспортером 4 и перемещается к бункеру 7. Расплыванию растительности препятствуют сетчатые боковые щиты 3. Поднятая в бункер растительность попадает на движущееся дно 6, перемещающее по мере необходимости растительность к задней части бункера, обеспечивая тем самым его равномерную загрузку.

Схема уборочного комбайна приведена на рис. 4.101. Он имеет аналогичный режущий аппарат 1, транспортирующие органы 2 и 3 и бункер 4. Однако кабина 5 расположена над бункером, за кабиной установлено погрузочно-разгрузочное грейферное оборудование 6. Кроме того, существуют машины, у которых к кормовой части шарнирно прикреплены управляемые гидроцилиндрами две колесные опоры 7, способные погружаться в воду на глубину до 5 м и обеспечивающие высокую устойчивость комбайну, особо необходимую во время работы грейферного оборудования или ковша, который также может быть установлен в виде сменного рабочего органа при выполнении работ по очистке и углублению русла.

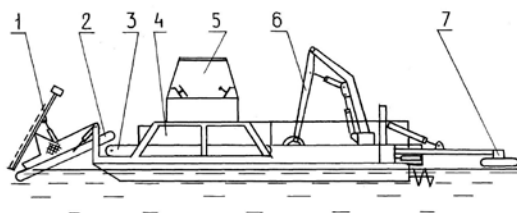


Рис. 4.101. Схема плавучего комбайна с колесными опорами:
1 – режущий аппарат; 2, 3 – транспортирующие органы; 4 – бункер; 5 – кабина;
6 – грейферное оборудование; 7 – колесные опоры

Вид комбайна показан на рис. 4.102, а процесс разгрузки растительности грейферным захватом – на рис. 4.103.



Рис. 4.102. Вид плавучего комбайна для удаления водной растительности



Рис. 4.103. Процесс выгрузки из бункера срезанной водной растительности

4.6. Машины для угнетения и уничтожения растительности

Машины предназначены для сплошного или избирательного уничтожения или подавления роста (угнетения) растительности. С их помощью борются с травяной растительностью, кустарниковой порослью и кустарником, растущими в русле канала, на его откосах и берме, а также на сходных элементах дамб, дорог и других подобных им объектов.

В данную группу входят машины огневого, химического, механического и электроискрового действия.

Машины огневого действия (травосжигатели) выпускаются навесными и полуприцепными. Навесное оборудование (рис. 4.104) состоит из стрелы 1, рукояти 2, форсунки 3 и гидроуправления 4. К форсунке насосом подается топливо и вентилятором подается воздух. Сгорающая в форсунке топливовоздушная смесь образует факел, который направляется стрелой в нужное место и периодически перемещается поперек канала, сама машина движется вдоль канала. Полуприцепные машины базируются на одноосной тележке. Они состоят из самой тележки, топливного бака, насоса, вентилятора, приводимого в действие

от вала отбора мощности, а также трубчатой стрелы с форсунками. Машина обрабатывает откос на ширине захвата стрелы.

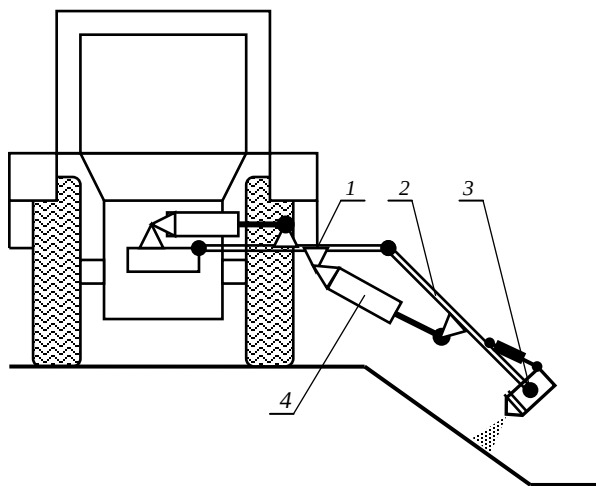


Рис. 4.104. Схема машины огневого действия: 1 – стрела; 2 – рукоять; 3 – форсунка; 4 – гидроуправление

Способ пожароопасен. Его можно с соответствующими мерами предосторожности применять, если грунтовые воды находятся от поверхности грунта не более чем на 0,3 м. К тому же этот способ достаточно дорогой.

Действующие в настоящее время нормативы запрещают борьбу с растительностью путем ее сжигания.

Машины химического действия аналогичны огневым, но могут применяться для борьбы как с травянистой, так и с древесно-кустарниковой растительностью. Так, например, навесные штанговые опрыскиватели марок «Зубр НШ 04.11.М2» и «Зубр НШ 06.11.М2» состоят из колесного трактора тягового класса не ниже 0,9 с навешенной на него емкостью объемом соответственно 400 или 600 л с мембранно-поршневым насосом, регулятором давления, трехступенчатой системой фильтрации и штанговым опрыскивателем с восемью щелевыми и одним асимметричным распылителями. Положение опрыскивателя регулируется с помощью гидросистемы в зависимости от параметров канала и высоты кустарника.

Основные варианты положения штангового опрыскивателя показаны на рис. 4.105.

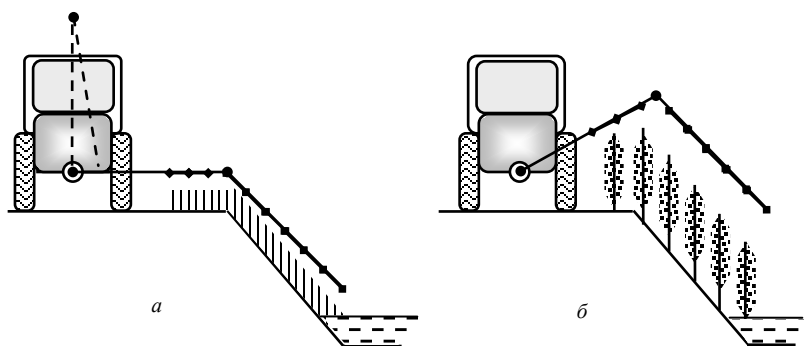


Рис. 4.105. Основные положения штангового опрыскивателя:
а – транспортное и при обработке низкорослой растительности;
б – при обработке высокорослой растительности

Ширина горизонтальной полосы захвата составляет 9 м, скорость рабочего передвижения – до 9 км/ч. Для обработки каналов используются гербициды общего или избирательного действия. Основными средствами для борьбы с древесно-кустарниковой растительностью являются Глифос, Раундап и Раундап Макс. Последний является предпочтительным, так как при применении гербицидов Глифос и Раундап для наступления требуемого эффекта продолжительность между обработкой и возможным дождем должна составлять не менее 6 ч, тогда как для гербицида Раундап Макс достаточно 30 мин. Обработка производится в сухую безветренную погоду с соблюдением мер безопасности и норм расхода препаратов, так как гербициды или арборициды достаточно дорогие и могут быть токсичными и экологически опасными. Превышение рекомендуемых доз приводит к загрязнению окружающей среды.

Одним из возможных вариантов химической обработки каналов больших размеров является способ, схематически представленный на рис. 4.106.

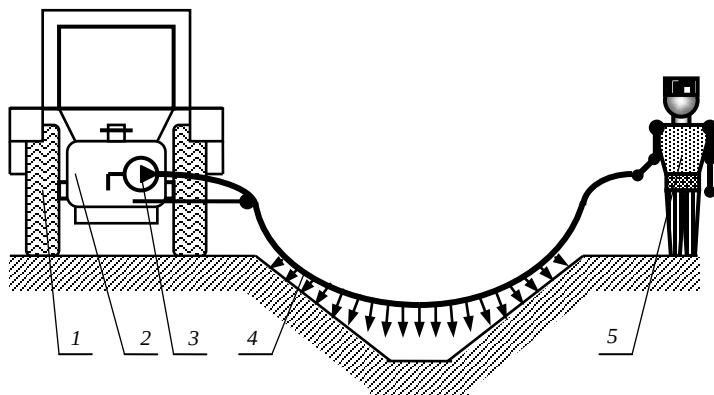


Рис. 4.106. Схема обработки канала: 1 – трактор; 2 – емкость; 3 – насос; 4 – шланг; 5 – оператор

По этой схеме жидкий препарат, находящийся в емкости 2, навешенной на трактор 1, насосом 3 нагнетается в шланг 4 с отверстиями или с распылителями. Второй конец шланга поддерживает оператор 5, перемещающийся вдоль канала синхронно с трактором.

Способ требует строгого выполнения требований по защите работников от возможного воздействия используемого препарата.

Угнетение растительности может выполняться методом электрискровой обработки. Для ее выполнения используется машина, имеющая поперечную штангу, на которую подается высокое напряжение (порядка 25 кВ). При перемещении штанги над растениями происходит электрический разряд по цепи штанга – растение – земля. Проходящий по растению ток разрушает ткань стеблей и корней, подавляя таким образом рост растений.

Для подавления роста травы могут применяться полольники, подрезающие траву высотой до 20 см и срезающие почву на глубину до 1 см. Срезание производится двумя ножевыми барабанами диаметром 25 см, вращающимися с частотой до 2 с^{-1} и имеющими ширину захвата 37 см. Барабаны устанавливаются, например, на мотокультиваторы, показанные на рис. 4.107. Мотокультиваторы выпускаются с колесной опорой (рис. 4.107, а) и более легкие – без нее (рис. 4.107, б).



Рис. 4.107. Мотокультиваторы для угнетения растительности:
а – с колесной опорой; *б* – без колесной опоры

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Приведите классификацию машин для скашивания и удаления растительности.
2. Изобразите схемы приводов сегментных и сегментно-пальцевых косилок.
3. Изобразите и назовите режущие элементы сегментно-пальцевых косилок.
4. Изобразите схему ротора многороторной косилки. Опишите принцип действия.
5. Опишите принцип действия машин для удаления скошенной растительности.
6. Изобразите и поясните принцип действия машин, совмещающих процессы скашивания и удаления растительности.
7. Изобразите схемы базовых машин для плавучих косилок.
8. Укажите назначение и изобразите схемы косилок-амфибий и плавучего комбайна.
9. Укажите цель угнетения и уничтожения растительности и перечислите применяемые способы.
10. Изобразите схемы химического уничтожения растительности.
11. Укажите назначение мотокультиваторов.

5. МАШИНЫ ДЛЯ УХОДА ЗА ЛУГОПАСТБИЩНЫМИ УГОДЬЯМИ

Лугопастбищные угодья являются важным ресурсом агропромышленного комплекса. К ним относятся естественные луга, пастбища и сенокосы, а также культурные пастбища.

Причинами снижения их продуктивности являются зарастание сорными травами и кустарником, появление кротовин и кочек, наличие экскрементов животных, переуплотнение почвы.

Для восстановления продуктивности лугопастбищных угодий выполняют их поверхностное или коренное улучшение.

Поверхностное улучшение предусматривает уборку мусора, уничтожение кочек, кротовин и кустарника, подсев трав, их подкормку удобрениями, разуплотнение почв. Естественные травы при этом сохраняются.

Коренное улучшение состоит в замене естественной растительности ценными кормовыми культурами и создании культурных пастбищ. При коренном улучшении выполняют вспахивание почвы, обработку пахоты дисковыми боронами или фрезами, вносят удобрения, высевают ценные кормовые травы, разбивают на загоны и огораживают культурные пастбища.

В весенний период для прочесывания дернины и разрыхления поверхностного слоя проводят боронование с помощью пастбищных борон. Также этими боронами или перевернутыми зубowymi боронами после каждого стравливания и осенью после окончания выпаса проводят разравнивание экскрементов животных. На орошаемых культурных пастбищах обычно этот прием не требуется благодаря размыву экскрементов поливной водой и быстрой минерализации.

Боронование лугов зубowymi орудиями необходимо проводить при наличии наилка на пойменных участках и в качестве меры ухода за травостоем первого-второго года жизни. На плотных травостоях боронование не дает эффекта и часто снижает урожайность.

Для боронования используются зубовые, сетчатые, луговые и пастбищные шарнирные бороны. Луговые бороны могут быть двухсторонними. Зубья таких борон выступают в две стороны от плоскости бороны – в одну сторону выступают длинные ножевидные концы зубьев, в другую – короткие тупые концы. При необходимости рыхления дернины работают стороной бороны с длинными концами зубьев, а для более щадящего воздействия, например, вычесывания отмерших трав, – с короткими. Для растаскивания экскрементов животных, или

втирания в почву удобрений, или разравнивания кротовин к боронам крепят специальные скребки или шлейфы.

Срезание кочек выполняется специальными прицепными орудиями – кочкорезами с батареей дисков и активной фрезой.

Для подсева трав к настоящему времени разработано большое количество сеялок, которые имеют различные рабочие органы, так как специфика подсева на сенокосах и пастбищах (плотный слой дернины, большое количество корней и растительных остатков) предъявляет к сеялкам дополнительные требования. Машины, осуществляющие подсев, разделявают дернину, подготавливают семенное ложе равномерной глубины, равномерно распределяют семена, обеспечивая малые нормы высева (2...5 кг/га).

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработана машина для полосного подсева семян трав в дернину МТД-3. Она имеет шарнирную подвеску барабана относительно рамы машины и увеличенную глубину и ширину фрезеруемых полос в дернине. Более качественное уплотнение полосы прохода после фрезерования и посева достигается установкой по полосам обработки прикапывающих колес, соединенных с рамой машины.

Технологический процесс при применении машины МТД-3 заключается в следующем. При ее движении фрезерные диски прорезают в дернине полосы шириной 8 см. Почва, выбрасываемая фрезерным диском, частично улавливается кожухом и направляется на дно обрабатываемой полосы. Посевной материал из бункера поступает к сошникам, где семена падают в обработанные полосы и прикапываются опорно-прикапывающими каточками. Прикатанные семена покрываются мульчей.

Машина МТД-3 агрегируется с тракторами класса 2 или 3, имеет ширину захвата 3 м, рабочую скорость – 3,5...6,0 км/ч, массу – 1350 кг.

Фрезерование может также использоваться и как способ омоложения дернины.

В настоящее время в республике создан ряд таких почвообрабатывающих машин, которые позволяют за один проход обработать и подготовить почву к посеву, а в некоторых случаях и произвести посев. Это фрезерная машина ФМ-3, машина роторная почвообрабатывающая МРП-2,1, агрегат комбинированный почвообрабатывающий ПАН-3 и комбинированный почвообрабатывающий посевной агрегат ПАН-3-01, производство которых освоено в филиале РУП НПО «БелАвтоМАЗ» «Завод Литмаш», г. Минск.

Машина фрезерная ФМ-3 предназначена для обработки задернованных минеральных и торфяных почв. Особенностью конструкции ФМ-3 является сочетание пассивного и активного рабочих органов. Пассивный – это жестко закрепленный плоскорежущий нож, а активный – это шарнирно установленный над ним ротор с Г-образными зубьями.

При рабочем передвижении плоскорежущий нож отделяет от массива пласт почвы и частично его разрушает, а установленный над ножом ротор воздействует на пласт почвы зубьями, измельчает его и отбрасывает на деку, отражаясь от которой, обработанная почва укладывается на дно борозды и прикатывается катком.

Для обработки минеральных и торфяных старопахотных и задернованных почв, в том числе засоренных мелкими камнями, применяются почвообрабатывающие роторные машины МРП-2,1 и ПАН-3. Они могут использоваться при возделывании трав, зерновых и пропашных культур.

Плоскорежущий нож этих машин вместе с двумя вертикальными стойками отделяет от массива пласт почвы на глубину, которая задается положением опорно-прикатывающего катка, и частично разрушает его. Одновременно шарнирно установленный над ножом активный ротор с пружинными зубьями измельчает почву, перемешивает ее и направляет на деку с амортизатором, от которой почва, отражаясь, дополнительно измельчается и укладывается на дно борозды. Расположенный позади деки каток выравнивает и уплотняет верхний слой почвы. В результате прохода машин почва полностью подготавливается к посеву.

Для совмещения обработки почвы и посева разработан комбинированный почвообрабатывающий посевной агрегат ПАН-3-01 с активными рабочими органами. Он предназначен для обработки всех типов старопахотных и задернованных почв и посева различных мелкосеменных культур.

Отличительной особенностью агрегата ПАН-3-01 является технологический процесс его посевной части, который заключается в следующем. После обработки плоскорежущим ножом и подачи почвы ротором на деку, которая планирует и частично подуплотняет ее, специальной высевашей системой семена равномерно распределяются по полосам разбросным способом. Затем катки вдавливают их ниже первоначальной поверхности, а загортаци проводят распределение

почвы, выступающей между полосами, обеспечивая укрытие посевов мульчирующим слоем.

Техническая характеристика описанных машин приведена в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Техническая характеристика машин с ротационными рабочими органами

Показатели	МРП-2,1	ФМ-3	ПАН-3	ПАН-3-01
Тяговый класс трактора	1,4; 2,0	2,0...3,0	1,4; 2,0	2,0; 3,0
Ширина захвата, м	2,1	3,0	3,0	3,0
Глубина обработки почвы, см	До 22	До 15	До 22	До 15
Производительность, га/ч	1,0...1,4	0,7...1,2	1,5...2,0	0,9...1,8
Рабочая скорость, км/ч	2,4...4,8	2,4...4,0	До 7	2,0...6,0
Удельный расход топлива, кг/га	17...25	—	17...25	—
Масса, кг	1110	1560	1400	2135

Разуплотнение почв при необходимости производится мелиоративными рыхлителями, конструкции которых рассматриваются в соответствующей учебной дисциплине.

Проведение глубокого рыхления и щелевания обеспечивает разуплотнение пахотного и подпахотного горизонтов, регулирование поверхностного стока, ускорение созревания почвы весной на 7...10 дней и увеличение запаса продуктивной влаги.

В нашей стране был разработан ряд орудий для глубокого подповерхностного рыхления почв лугопастбищных угодий и аэрации дернины со специальными рабочими органами, обеспечивающими минимальное нарушение дернины. В настоящее время рекомендован к использованию агрегат луговой комбинированный АЛК-2,1 (рис. 5.1). Он состоит из рамы 1, дисковых ножей 2, прикатывающего катка 3, граблей 4, рыхлителей 5, предохранителей 6, талрепа 7, рукоятки 8 и болта 9.

Конструкцией предусмотрена возможность установки лемехов различной ширины для работы на разных типах почв. Для поверхностной аэрации дернины на агрегат вместо прикатывающего катка может устанавливаться игольчатый каток. Рыхлительные рабочие органы, дисковые ножи и прикатывающий каток снабжены пружинными предохранителями. В качестве лидирующего долота используется зуб ковша одноковшового экскаватора. Агрегат может применяться для сплошного и полосового рыхления участков и на старопашотных землях.

Ширина захвата агрегата – 2,1 м, рабочая скорость – до 8 км/ч, глу-

бина обработки – 20...40 см. Он агрегируется с тракторами тягового класса 2 и 3 и имеет массу 1350 кг.

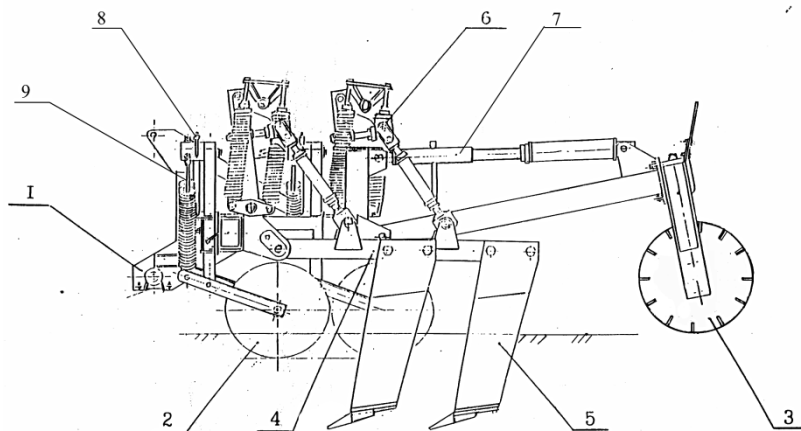


Рис. 5.1. Схема агрегата лугового комбинированного АЛК-2,1: 1 – рама; 2 – дисковые ножи; 3 – прикатывающий каток; 4 – грядили; 5 – рыхлители; 6 – предохранители; 7 – талреп; 8 – рукоятка; 9 – болт

Выпуск агрегата лугового комбинированного АЛК-2,1 освоен на ОАО «Агропромтехника», г. Светлогорск.

В настоящее время основным приемом обработки при коренном улучшении лугопастбищных угодий является вспашка. Наиболее полно агротехническим требованиям к вспашке задернованных почв соответствуют специальные болотные плуги с полувинтовыми отвалами, а для разделки пласта дернины используются тяжелые дисковые бороны.

Важнейшим агротехническим приемом восстановления продуктивности лугопастбищных угодий является скашивание растительности с ее измельчением и распределением на обрабатываемой площади. Для выполнения этого приема используются барабанные и роторные косилки-измельчители. При этом одновременно срезаются и измельчаются кочки, кротовины, кустарниковая поросль, кроме того, происходит измельчение и разбрасывание экскрементов животных.

Измельчение растительности косилками, совмещающими процессы резания и измельчения, производится по двум основным схемам.

По первой схеме режущие элементы (ножи, цепи, била или молотки) вращаются в вертикальных плоскостях, параллельных продольной вертикальной плоскости машины. Растения срубаются, переминаются и измельчаются, как правило, под кожухом режущего аппарата. При этом используются силы инерции растений, их жесткость и защемление между режущими и противорежущими элементами. Иногда роль опорного элемента играет почва, если производится частичное фрезерование почвы. Ось вращения режуще-измельчающей части параллельна обрабатываемой поверхности.

По второй схеме растительность срезается элементами, вращающимися в горизонтальной или близкой к ней плоскости, и, опускаясь и падая, попадает под эти же элементы, которыми и измельчается. На режущих аппаратах могут иметься неподвижные противорежущие ножи или ножи, установленные в два яруса. Ось вращения режущих частей при этом перпендикулярна обрабатываемой поверхности.

Измельченная и распределенная по поверхности пастбища растительность играет роль мульчи, поэтому данные косилки иногда называют мульчирователями.

В Беларуси разработана специализированная косилка-измельчитель для пастбищ КИ-3 (рис. 5.2).

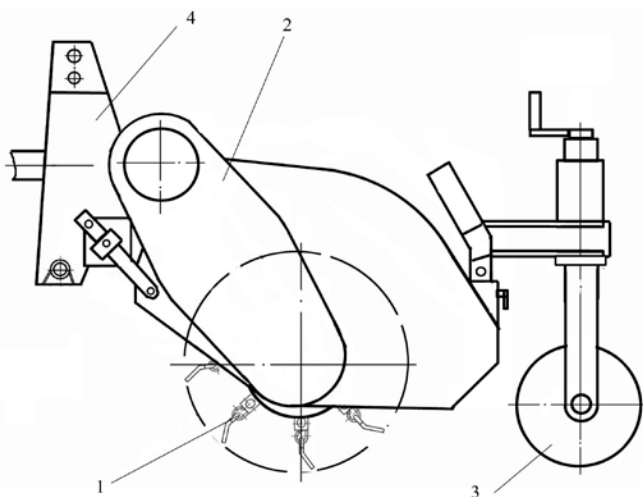


Рис. 5.2. Конструктивная схема косилки-измельчителя для пастбищ КИ-3: 1 – ротор; 2 – редуктор; 3 – каток; 4 – рама

Данную косилку можно также использовать для уничтожения сорной растительности в садах, измельчения пожнивных остатков кукурузы и на других видах работ. Косилка-измельчитель КИ-3 агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4 и 2. Косилка состоит из рамы 4, на которой закреплен ротор 1 со сменными шарнирно подвешенными ножами, приводимый в действие от ВОМ посредством редуктора 2. Рабочее оборудование опирается на навеску и опорно-прикатывающий каток 3. Отличительной особенностью косилки является шарнирная подвеска ротора к ее раме и независимая система копирования рельефа почвы рамой и ротором. Кроме того, в качестве опорно-прикатывающего катка может использоваться игольчатый барабан для накалывания и поверхностной аэрации дернины.

Косилка-измельчитель КИ-3 имеет рабочую скорость 4...7 км/ч, ширину захвата – 3 м, массу – 1100 кг.

На барабан косилок-измельчителей могут при необходимости устанавливаться ножи разных типов, схемы которых изображены на рис. 5.3.

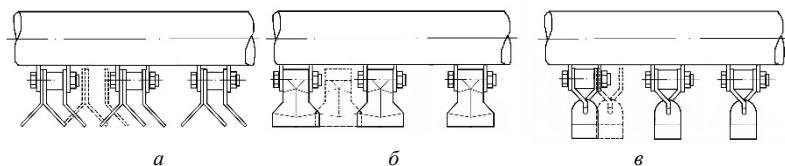


Рис. 5.3. Типы ножей косилки КИ-3: *а* – универсальный нож; *б* – широкий молоток; *в* – маятниковый нож

Одним из известнейших мировых производителей барабанных косилок-измельчителей является фирма VogelNoot. Она производит широкую гамму косилок Master Cut, которые имеют ширину захвата от 1 до 6 м. Расчет удельных показателей – отношения массы рабочего оборудования косилки к ширине захвата и необходимой мощности трактора к ширине захвата – показывает, что в среднем на метр ширины захвата приходится 337,1 кг массы и 15,9 кВт мощности трактора.

Для примера на рис. 5.4 приведен общий вид распространенной косилки-измельчителя VN Master Cut TSA.

Косилка имеет навесное устройство 1, редуктор привода барабана 2, сницу 3, узел 4 присоединения привода косилки к ВОМ и режущее-измельчающий аппарат 5.

Основным рабочим органом косилки-измельчителя является барабан с закрепленными на нем режуще-измельчающими элементами (ножами), типы которых зависят от назначения косилки и условий ее работы.

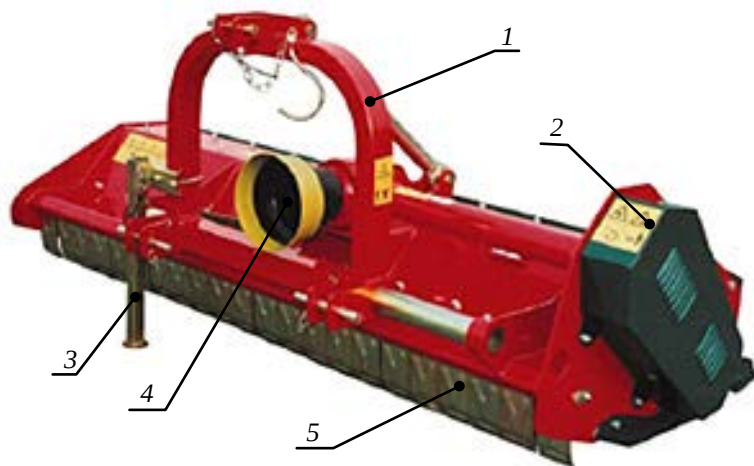


Рис. 5.4. Общий вид косилки-измельчителя VN Master Cut TSA:
1 – навесное устройство; 2 – редуктор привода барабана; 3 – сница;
4 – узел присоединения привода косилки к ВОМ; 5 – измельчающий аппарат

В связи с тем что режуще измельчающие элементы часто ударяются о почву и, кроме того, растительность измельчается в результате удара по ней режущих элементов, данные элементы часто выполняются достаточно массивными, и поэтому они иногда носят название молотков. Обычно ножи, или молотки, устанавливаются по спирали таким образом, чтобы полосы, захватываемые каждым ножом, перекрывали друг друга.

Широкое распространение косилки-измельчители получили за рубежом и применяются не только на пастбищах, но и для измельчения других видов растительности. Так, косилка-измельчитель Р 2000 фирмы Agrimaster (Испания) применяется не только для скашивания и измельчения сорной растительности на сенокосах и пастбищах, но и для измельчения пожнивных остатков кукурузы. Рабочим органом косилки является барабан с шириной захвата 2000 мм.

Применение ножей молоткового типа позволяет измельчать не только травянистую растительность, но также мелкий кустарник.

В рабочем положении косилки обычно опираются на опорный валец, очищаемый скребком от налипающих почвы и растительности. Для иллюстрации этого на рис. 5.5 приведен вид косилки-измельчителя Phoenix SLE-48. На рисунке видны Y-образные ножи и защитный цепной экран, защищающий трактор и обслуживающий персонал от возможного повреждения вылетающими твердыми фрагментами обрабатываемой среды.



Рис. 5.5. Режущий аппарат косилки-измельчителя Phoenix SLE-48

Техническая характеристика косилок-измельчителей Phoenix приведена в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Техническая характеристика косилок-измельчителей Phoenix

Показатели	SLE-48	SLE-56	SLE-65	SLE-75
Ширина захвата, см	120	140	163	188
Масса, кг	220	240	264	300
Количество ножей, шт.	44	52	60	72
Диаметр ротора по концам ножей, мм	371			
Диаметр опорного вальца, мм	140			
Частота вращения ротора, с ⁻¹	39,3			
Окружная скорость ножей, м/с	46			

Многие модели косилок имеют возможность смещения рабочего органа в сторону, опорные колеса или опорные вальцы с чистиками, сницу (транспортную опору), карданный вал с муфтой свободного хода, регулируемый затвор в задней части кожуха.

Косилка VN Master Cut TSAF может навешиваться как сзади, так и фронтально. Также может агрегатироваться и мульчирователь KB.

Близкие показатели и сходную конструкцию с косилками Master Cut имеют итальянские задненавесные косилки Mashio-Gaspardo с шириной захвата от 1,35 до 2,1 м. Увеличения ширины захвата добиваются путем создания секционных косилок, т. е. таких косилок, у которых режущий аппарат состоит из нескольких секций.

Известен также работающий с защемлением растительности режущий модуль косилки, содержащий раму и механизм резания, включающий горизонтальный вал с приводом и закрепленную на валу режущую пару, которая выполнена в виде двух взаимодействующих плоскостями резания дисков, один из которых выполнен в виде кольца и установлен на валу с возможностью свободного вращения вокруг его продольной оси, а другой – в виде сплошного диска и жестко закреплен на валу под острым углом к его оси, при этом кольцевые диски соседних режущих пар связаны между собой. Срезание растительности происходит при защемлении между кольцевыми и сплошными дисками, в процессе работы вращающимися с разными скоростями.

Наиболее распространенными аппаратами являются роторные аппараты с осью вращения ротора, перпендикулярной обрабатываемой поверхности. Эта группа косилок представлена большим перечнем типов и марок машин.

Одним из рабочих органов, применяющихся для скашивания с одновременным измельчением растительности, является цеповой. Так, например, фирма McConnell выпускает несколько вариантов цеповых косилок серии PT с шириной захвата 1,8 и 2,75 м.

Применение цепового рабочего органа наиболее эффективно для регулярного скашивания растительности, так как измельчение травы и кустарниковой поросли стимулирует рост побегов и повышает плотность травяного покрова, препятствует появлению кочек из-за гниющих остатков срезанной травы и веток.

Однако наиболее совершенными, приобретшими широкую популярность, являются прицепные роторные косилки. Обычно рабочий орган состоит из трех шарнирно сочлененных режущих блоков или секций, которые иногда называют крыльями. Поэтому одна из популярных марок имеет название Tri-Wing. Они предназначены для скашивания с измельчением травы на всех типах открытых площадей, таких как стадионы, аэродромы, ипподромы и т. п.

При необходимости боковые секции (крылья) можно поднимать

вверх до 90° и опускать вниз до 22° для копирования профиля окрашиваемой поверхности при работе и уменьшения габарита при транспортировке.

Косилки имеют роторы с дисковыми несущими частями. Каждый диск оснащен двумя или шестью ножами. Окружная скорость по концам ножей составляет 88 м/с. Ножи имеют перекрытие траекторий концов ножей, равное 150 мм. Косилки такого типа выпускают фирмы Spearhead и Schulte (Канада), Condor, Sauerburger (Германия), Strom (Чехия), McConnel (Великобритания), John Deere (США), Woods, BushHog, Rhino и др. Основным их отличием является конструкция режущего аппарата.

К числу наиболее распространенных косилок данного типа относятся косилки-измельчители фирмы Spearhead. Общий вид косилки-измельчителя марки Spearhead 820 представлен на рис. 5.6.



Рис. 5.6. Общий вид косилки Spearhead 820

Косилки-измельчители данной группы выпускаются с одним ротором на центральной секции и с одним на боковых, с одним – на центральной и двумя – на боковых секциях, с тремя – на центральной и двумя – на боковых.

Конструктивно роторы имеют следующие отличия: несущая часть имеет форму шарового сегмента у косилок Spearhead и McConnel, форму, близкую к форме усеченного конуса, или у косилки Woods – форму усеченной шестигранной пирамиды. Форма шарового сегмента несущей части ротора уменьшает вероятность сдвигания дерна. Такую конструкцию в зарубежных источниках часто называют Anti-scalp.

Конструкция боковой секции косилки одной из моделей Spearhead показана на рис. 5.7.



Рис. 5.7. Боковая секция косилки Spearhead

Рабочая часть ограждена защитой из цепных сетей, роторы разного диаметра имеют по три шарнирно закрепленных ножа и сферические диски Anti-scalp.

Ножи срубают растительность и измельчают ее в зоне, охваченной кожухом секции. Благодаря форме ножей падающая или лежащая на земле растительность подхватывается и подбрасывается, попадая в зону измельчения. При встрече ножа с непреодолимым препятствием он, благодаря шарнирному соединению с несущей частью ротора, отклоняется назад против направления вращения.

Центральный ротор косилки Spearhead с приводом показан на рис. 5.8. Вращение от ВОМ трактора передается на входной вал распределительного редуктора 7. С его выходных валов вращение посредством вала 6 привода центрального ротора и валов 1 через конические редукторы 2 передается на насаженные на их выходные валы несущие части 5 центрального и боковых роторов. К несущим частям прикреплены ножи 4 и диски 3 Anti-scalp.

Для предохранения привода от перегрузок валы 1 и 6 снабжены дисковыми предохранительными муфтами.

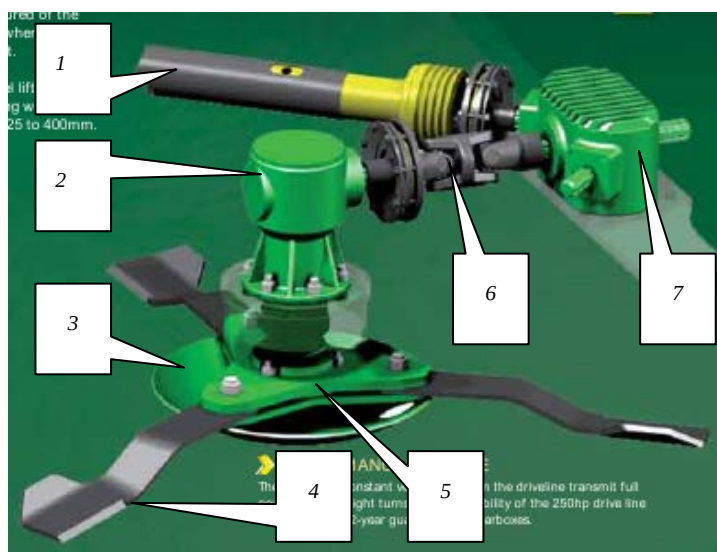


Рис. 5.8. Ротор косилки Spearhead с приводом: 1 – вал; 2 – конический редуктор привода ротора; 3 – диск Anti-skalp; 4 – нож; 5 – несущая часть; 6 – вал привода центрального ротора; 7 – распределительный редуктор

У косилки Schulte измельчение производится как вращающимися ножами роторов, так и неподвижными противорежущими ножами. Схема работы такой косилки представлена на рис. 5.9. Здесь показана модель Schulte FX742, имеющая семь роторов при общей ширине захвата 12,8 м. На каждом роторе установлены по четыре попарно закрепленных на одной оси ножа.

Косилки данной группы имеют большие габариты и большую массу, поэтому они должны оснащаться надежной опорной частью. В связи с этим многие полуприцепные косилки имеют шарнирно присоединенные к раме рабочего оборудования двухколесные опоры. На некоторых моделях крайние опоры могут комплектоваться одним или двумя колесами.

Двухколесная шарнирная опора имеет возможность поворачиваться в продольной вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси.

Наличие шарнирных двухколесных, или так называемых балансирующих или шагающих, опор позволяет снизить давление на почву и стабилизировать высоту среза при движении по неровной поверхности.

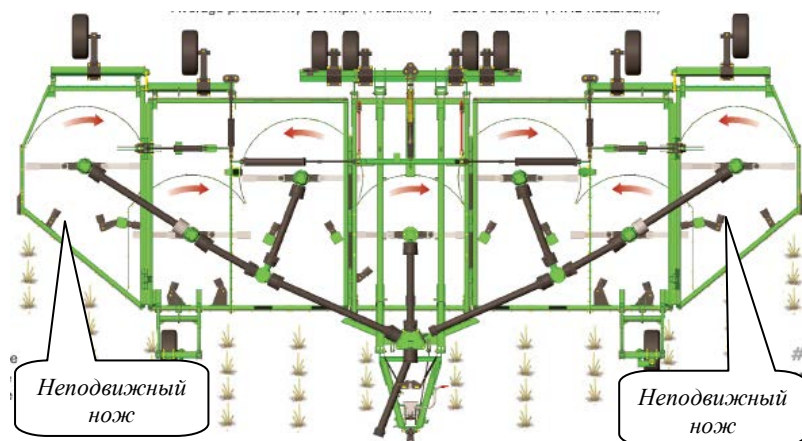


Рис. 5.9. Косилка Schulte FX742

Некоторые важные технические данные прицепных роторных косилок-измельчителей приведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3. Техническая характеристика роторных косилок-измельчителей

Тип	Окружная скорость ножа, м/с	Количество роторов, шт.	Количество ножей на роторе, шт.	Перекрытие ножей, мм	Высота скашивания, мм
Tri-Wing 4600	88	3	2	150	—
Tri-Wing 6000	88	3	2	150	—
Schulte FX520	81,7	5	2+2	150	25...375
Schulte FX820	81,7	7	2+2	150	25...375
Spearhead 460	89	3	3	110	25...400
Spearhead 620	89	5	3	110	25...400
Spearhead 820	89	5	3	110	25...400
SR15	4470 мин ⁻¹	—	2 или 3	150	25...375
FW6000	4266 мин ⁻¹	3	3	150	20...400
McConnel SR820	До 100	5	3	110	25...400

Итальянское предприятие Fischer производит роторные мульчирующие косилки, имеющие от одного до семи роторов с двумя шарнирно закрепленными ножами на каждом, с различными вариантами расположения режущего аппарата по отношению к трактору, с разными схемами агрегатирования, с использованием опорных элементов в виде стального вальца, стальных колес, пневматических колес до 12 шт. с различными схемами их расположения. Имеются варианты одно-, двух- и трехсекционных режущих аппаратов с возможностью складывания крайних секций при транспортном передвижении. Основное назначение косилок – обработка садовых насаждений с разной шириной междурядий. Поэтому большинство моделей имеет возможность изменения ширины захвата за счет перемещения крайних роторов, которые консольно, с возможностью поворота связаны с основной центральной частью рабочего оборудования. Ширина захвата минимальная у самой малогабаритной модели – 0,85 м, а у самой большой максимальной – 8,5 м.

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработана и исследована лугопастбищная косилка КП-6,2, которая рекомендована к серийному производству. Конструктивная схема косилки представлена на рис. 5.10. Это полуприцепная трехсекционная пятироторная косилка-измельчитель с осями вращения роторов, перпендикулярными обрабатываемой поверхности.

Данная косилка состоит из центральной секции 3 с центральным редуктором 4, двух крыльев 1 с роторами 2, ограждений 7, сниги 5, колесного хода 8, гидроцилиндра гидросистемы и электрооборудования.

Основные технические данные косилки КП-6,2 приведены в табл. 5.4.

Таблица 5.4. Техническая характеристика лугопастбищной косилки КП-6,2

Показатели	Значение
Конструктивная ширина захвата, м	6,2
Масса, кг	3450
Количество роторов, шт.	5
Количество ножей на роторе, шт.	3; 6
Перекрытие тракторий концов ножей, мм	100
Диаметр роторов по концам ножей, мм	1500
Окружная скорость ножей, м/с	70
Габаритные размеры в рабочем положении, мм	5960 × 6700 × 780
Габаритные размеры в транспортном положении, мм	5560 × 2680 × 3220

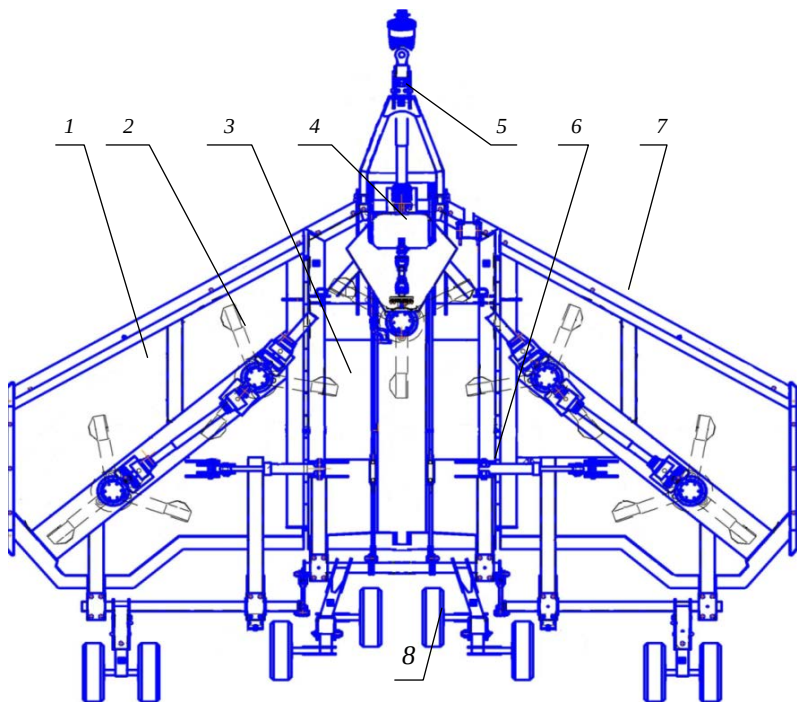


Рис. 5.10. Конструктивная схема косилки КП-6,2: 1 – крыло; 2 – ротор; 3 – центральная секция; 4 – центральный редуктор; 5 – сница; 6 – гидроцилиндр гидросистемы; 7 – ограждение; 8 – колесный ход

Гидросистема служит для перевода косилки из транспортного положения в рабочее путем изменения положения крыльев относительно центральной секции и для регулирования высоты среза.

Электрооборудование состоит из собственных приборов световой сигнализации и жгута электрических проводов для подсоединения к электрической системе трактора.

Косилка в зависимости от условий работы может быть укомплектована роторами с шестью или тремя ножами.

В рабочем положении косилка КП-6,2 показана на рис. 5.11.

Эффективность срезания и измельчения растительности определяется режимами работы косилки, однако наибольший интерес представляют мероприятия по повышению эффективности работы, обусловленные оптимизацией типа ножей.



Рис. 5.11. Косилка КП-6,2 в рабочем положении

Так, например, газонокосилки, которые также срезают и измельчают растительность, часто снабжены двухконсольными ножами. Ножи представляют собой протяженную пластину с одним или тремя отверстиями в центре для ее крепления к несущей части. По концам пластины имеются две режущие кромки и отогнутые вверх плоскости для подъема срезаемой и измельчаемой травы. Концы ножа отогнуты вниз. Один из вариантов ножа показан на рис. 5.12.



Рис. 5.12. Двухконсольный нож газонокосилки

Ножи косилок-измельчителей известных фирм Stens и Gator выпускаются в разных вариантах – с волнистой режущей кромкой, с режущей кромкой, отклоненной назад, с разным расположением и формой крепежных отверстий, с разными по форме плоскостями для подъема срезаемой травы и с отверстиями и наклонными прорезями в этих плоскостях. Вариант ножей с такими плоскостями показан на рис. 5.13.

Ножи имеют длину от 308 до 838 мм, ширину – от 63,5 до 76 мм и толщину – от 4 до 5 мм. Они обеспечивают хорошее качество работы, но обрабатываемая площадь должна быть ровной при относительно невысоком и равномерном травостое.

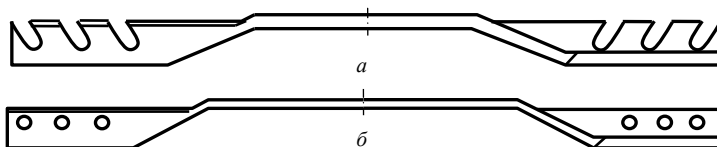


Рис. 5.13. Ножи газонокосилок с плоскостями для подъема срезаемой травы и с наклонными прорезями (*a*) и отверстиями (*б*) в этих плоскостях:
a – нож фирмы Gator; *б* – нож фирмы Stens

У секционных пастбищных косилок-измельчителей наибольшее применение получили шарнирно прикрепляемые к несущей части ротора ножи, типичная конструкция которых показана на рис. 5.14.

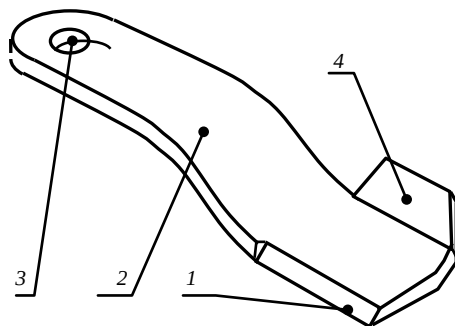


Рис. 5.14. Распространенная форма ножа косилки-измельчителя: 1 – режущая кромка; 2 – протяженная пластина; 3 – отверстие; 4 – подъемная пластинка

Нож представляет собой протяженную пластину 2, на одном из концов которой имеется отверстие 3 для присоединения ножа к несущей части ротора, а на другом, периферийном, – боковая режущая кромка 1 и отогнутая вверх часть 4 пластины (подъемная пластинка). Чтобы нижняя плоскость диска и головка оси не цеплялись за стерню, пластина ножа отгибается вниз. В процессе работы режущая кромка срезает растительность, а отогнутая вверх часть подбрасывает вверх срезанную растительность и поднимает полегшую траву. Срезанная и падающая растительность снова попадает на режущие кромки и измельчается.

Нож с усовершенствованной формой сечения запатентован РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства».

Нож выполнен в виде вытянутой пластины, состоящей из горизонтального внутреннего участка с отверстием для шарнирного присоединения ножа к несущей части ротора, среднего наклонного участка и горизонтального периферийного участка, расположенного ниже внутреннего участка и имеющего боковую режущую кромку. Отличается тем, что периферийный участок не имеет дополнительной трапецевидной части, выступающей за границы периферийного участка, а подъемная плоскость образована отгибанием задней части периферийного участка под острым углом вверх. Благодаря такой форме срезанная и измельчаемая растительность более плавно соскальзывает с подъемной части ножа.

У всех ножей в процессе работы происходит изнашивание режущей кромки. Простая замена их режущей кромки достигается в конструкции, также запатентованной РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (рис. 5.15).

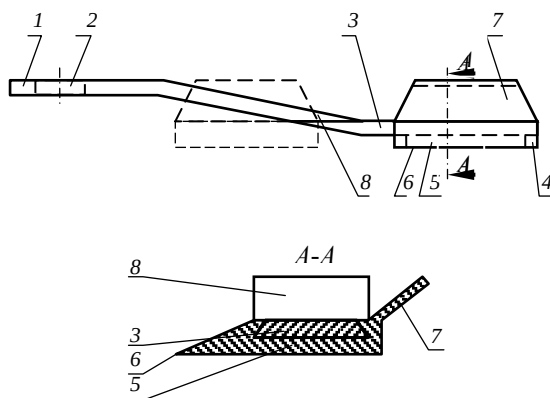


Рис. 5.15. Нож косилки-измельчителя со съемной режущей частью: 1 – внутренний участок пластины; 2 – отверстие для крепления; 3 – периферийный участок пластины; 4 – выступ; 5 – режущая накладка; 6 – боковая режущая кромка; 7 – подъемная пластинка; 8 – средний наклонный участок пластины

Периферийный участок 3 ножа имеет трапецидальное поперечное сечение и на наиболее удаленной от центра части снабжен выступом 4, который может быть изготовлен, например, отгибанием периферийного конца вниз под прямым углом. Съемная режущая накладка имеет боковую режущую кромку 6, подъемную пластинку 7 и продольный

паз трапецеидального поперечного сечения. Режущая накладка устанавливается под периферийным участком 3 ножа. При установке накладки ее перемещают вдоль оси ножа до упора в выступ 4. Накладка и периферийный участок ножа образуют соединение типа «ласточкин хвост». Нож работает следующим образом.

Режущая накладка 5 надевается на периферийную часть 3 путем перемещения накладки вдоль периферийной части до упора накладки в выступ 4. Шарнирно прикрепленный к ротору посредством болта, вставляемого в отверстие 2 внутренней части 1 пластины, и вращающийся вместе с ротором нож, встречая растительность, срубает ее режущей кромкой 6 накладки 5, а отогнутая вверх подъемная пластинка 7 подбрасывает срезанную растительность и поднимает полегшую траву. Срезанная и падающая растительность снова попадает на режущую кромку и измельчается. Соединение типа «ласточкин хвост», образуемое благодаря трапецеидальному сечению периферийного участка и паза, предотвращает спадание вниз режущей накладки, а действующая центробежная сила прижимает накладку к выступу 4 и устанавливает ее в крайнее периферийное положение даже в том случае, когда, при установке накладки на периферийный участок, она не была установлена в крайнее правое положение. Соединение внутренней и периферийной частей наклонной частью 8, а также ее угол наклона и длина обеспечивают требуемую высоту стерни.

При затуплении режущей кромки накладка переворачивается и устанавливается на нож ротора, вращающегося в противоположную сторону. Таким образом, накладка имеет два используемых положения, что позволяет увеличить срок ее службы и дополнительно снизить эксплуатационные расходы. Для того чтобы не перепутать при установке положение режущей накладки и не установить ее режущей кромкой назад, трапецеидальное сечение периферийной части ножа и накладки могут быть выполнены одинаковыми по форме, но имеющими сечения в виде неравнобедренной трапеции.

Для повышения эффективности измельчения растительности предложена и запатентована РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» конструкция изогнутого ножа косилки-измельчителя, схематически показанного на рис. 5.16. Нож выполнен в виде вытянутой пластины, состоящей из трех основных участков. На внутреннем горизонтальном участке 1 имеется отверстие 2 для шарнирного присоединения ножа к несущей части ротора. На периферийном участке 3, расположенном ниже внутреннего участка, имеются

боковая режущая кромка 4 и отогнутая вверх подъемная пластинка 5. А между этими участками расположен средний наклонный участок 6. Периферийный участок 3 ножа дополнен выступающей горизонтальной частью 7, имеющей боковую режущую кромку 8 и расположенной выше периферийного участка, которая посредством вертикальной части 9, имеющей режущую кромку 10, соединена с периферийным участком 3.

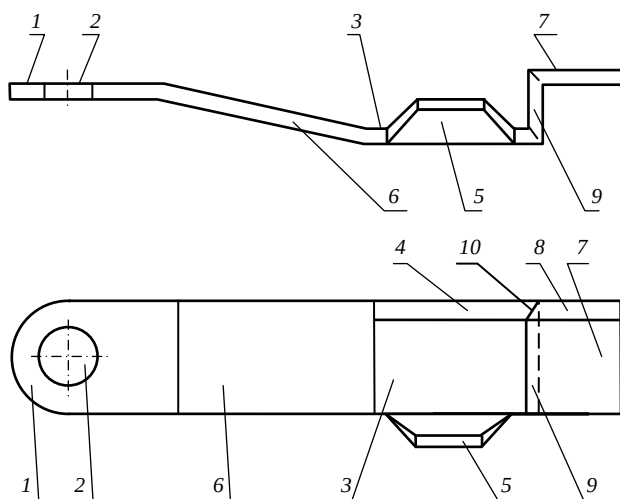


Рис. 5.16. Изогнутый нож косилки-измельчителя: 1 – внутренний участок пластины; 2 – отверстие для крепления; 3 – периферийный участок пластины; 4 – боковая режущая кромка; 5 – подъемная пластинка; 6 – средний наклонный участок пластины; 7 – выступающая горизонтальная часть; 8 – боковая режущая кромка выступающей части; 9 – вертикальная часть; 10 – режущая кромка

Благодаря наличию трех режущих кромок нож измельчает растительность на двух уровнях и, кроме того, измельчает горизонтально расположенную растительность.

Ножи пастбищных косилок могут устанавливаться на роторы по различным вариантам, показанным на рис. 5.17.

На рис. 5.17, *а* показан трехножевой ротор с ножами, измельчающими растительность в одной плоскости, на рис. 5.17, *б* – шестиножевой ротор, у которого три ножа расположены ниже трех других. Сре-

зание и измельчение растительности происходит в двух плоскостях. Аналогичный ротор показан на рис. 5.17, *в*. На рис. 5.17, *г* изображен шестиножевой ротор с четырьмя отогнутыми ножами, расположенными в нижней плоскости, и двумя прямыми – в верхней.

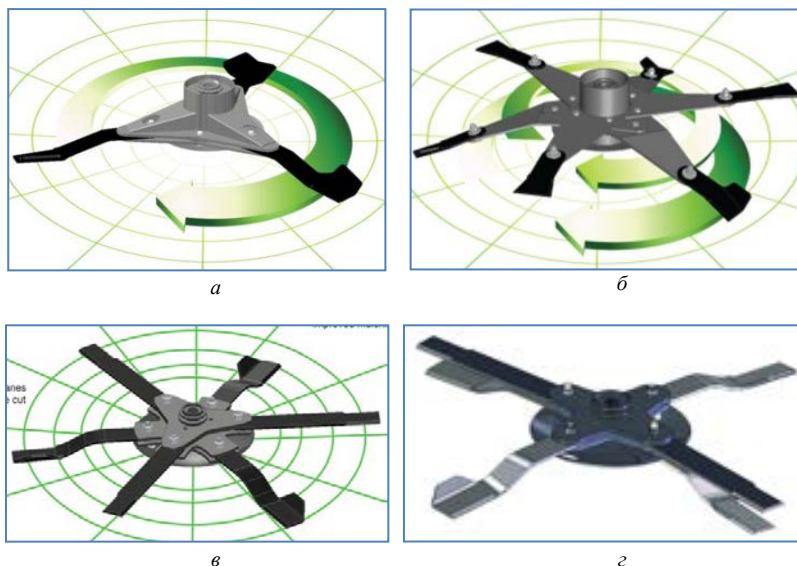


Рис. 5.17. Роторы пастбищных косилок: *а* – трехножевой ротор с ножами, измельчающими растительность в одной плоскости; *б* – шестиножевой (3 + 3) ротор с ножами, измельчающими растительность в двух плоскостях; *в* – шестиножевой (3 + 3) ротор с ножами, измельчающими растительность в двух плоскостях; *г* – шестиножевой (2 + 4) ротор с ножами, измельчающими растительность в двух плоскостях

На косилках фирмы Schulte могут применяться четырехножевые роторы (рис. 5.18) с попарно установленными друг над другом ножами 2, которыми производится срезание и измельчение растительности. Завершение измельчения производится с помощью неподвижного ножа 1. Ножи 2 шарнирно крепятся болтами 3 к несущей части 4 ротора, вращаемого приводом 5.

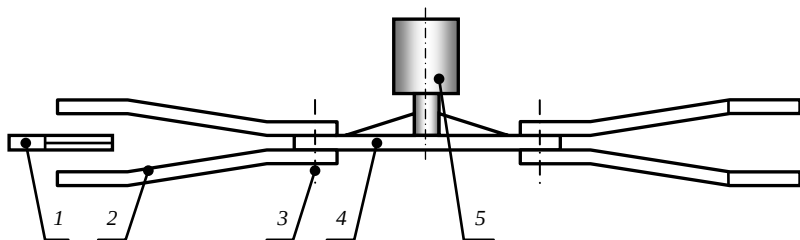


Рис. 5.18. Схема ротора пастбищной косилки Schulte с неподвижным противорежущим ножом: 1 – неподвижный нож; 2 – подвижные ножи; 3 – болты; 4 – несущая часть ротора; 5 – привод

Шарнирно прикрепляемые ножи пастбищных косилок благодаря достаточной массе и высокой окружной скорости до 87...89 м/с обладают высокой кинетической энергией, позволяющей перерезать и измельчать стерню, густую растительность и некоторые виды грубостебельной растительности, в том числе бурьян и кустарниковую поросль.

Шарнирное крепление, позволяющее ножу отклоняться назад, повышает защищенность роторов от поломок при встрече ножа с трудно перерезаемыми объектами.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Укажите назначение поверхностного и коренного улучшения пастбищных угодий. Назовите виды работ, выполняемых при поверхностном и коренном улучшении лугопастбищных угодий, и виды применяемых машин и орудий.
2. Назовите виды работ, выполняемых при уходе за лугопастбищными угодьями.
3. Изобразите схему машины для поверхностного фрезерования почв.
4. Изобразите схему машины для глубокого рыхления почв.
5. Объясните назначение и принцип действия машины для ускоренного залужения.
6. Изобразите схему и поясните назначение и принцип действия барабанной косилки-измельчителя.
7. Изобразите схему и поясните назначение и принцип действия роторной лугопастбищной косилки-измельчителя.
8. Поясните цель использования на роторных косилках-измельчителях шарнирно устанавливаемых (шагающих) опор.
9. Изобразите известные конструкции ножей роторных косилок-измельчителей. Укажите достоинства и недостатки ножей.
10. Изобразите основные схемы роторов косилок-измельчителей.

6. МАШИНЫ ДЛЯ ПРОМЫВАНИЯ И РЕМОНТА ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА

6.1. Причины нарушения и способы восстановления работоспособности дренажа

Типичными и наиболее часто встречающимися причинами нарушения работоспособности закрытого трубчатого дренажа являются:

- ошибки при проектировании (недостаточный уклон или неправильно назначенная конструкция дрены);
- нарушения технологии строительства (отклонение от требуемого уклона, несоблюдение прямолинейности дна траншеи, несоблюдение величины зазора в стыках керамических трубок, неправильная укладка фильтрующих материалов, сдвигание, передавливание и разрушение труб и др.);
- заиливание;
- зарастание, т. е. проникновение в полость дрены корней растений;
- заохривание, т. е. заполнение сечения дрены карбонатами железа, алюминия, кремния, марганца;
- изменение соосности или уклона дрены в результате проседания грунта;
- подмывание дрены, или суффозия;
- забивание (кольматация) водоприемных отверстий и пор фильтрующих материалов.

В зависимости от причин нарушения работоспособности дренажей и особенностей дренажной сети применяются *химический, биохимический, механический, гидравлический, гидромеханический и ультразвуковой (гидроакустический) способы очистки.*

Химический способ применяется для борьбы с заохриванием в грунтах, богатых железистыми соединениями. Обычно проводится раз в 4–5 лет. При проведении очистки дренажей с применением данного способа вскрывается начало дренажа, а устье закрывается пробкой. После этого в дренаж подается водный раствор, содержащий 0,3 % серной кислоты и 2 % бисульфата натрия (NaHSO_4), или нагнетается газообразная двуокись серы (SO_2) в количестве 18,6 кг на 1 м³ полости дренажа. В дренаж может подаваться и вода с предварительно растворенной в ней двуокисью серы из расчета 1 кг двуокиси на 57 л воды. Не менее чем через сутки раствор из дренажа сливается. Способ экологически опасен.

Биохимический способ предназначен для борьбы с зарастанием дрен и заключается в обработке полости дрены веществами, подавляющими или уничтожающими растительность. Он также требует особых мер предосторожности и пока трудноприменим из-за вымывания используемых средств.

При *механической* очистке используется несколько вариантов работ. При необходимости вскрытия дрены, что выполняется при местных повреждениях, дрена вскрывается с недобором (рис. 6.1, *а*), с прокладкой траншеи рядом с дренажной (рис. 6.1, *б*) или с прокладкой траншеи специальным ковшом (рис. 6.1, *в*). По первым двум вариантам могут использоваться как многоковшовые, так и одноковшовые экскаваторы, по третьему варианту применяется одноковшовый экскаватор со специальным ковшом (рис. 6.1, *г*) с удлиненными крайними зубьями. Трубки из траншеи выкапываются вручную, прочищаются, повреждение устраняется.

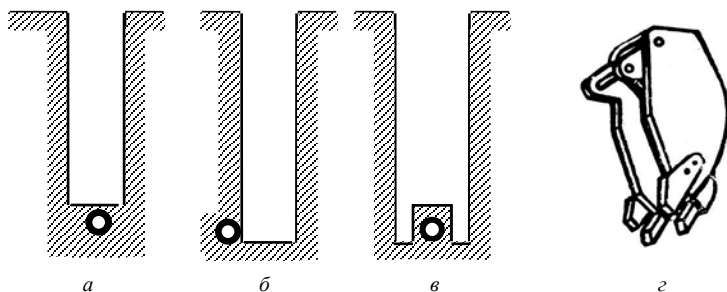


Рис. 6.1. Схемы вскрытия дрены: *а* – с недобором;
б – рядом с дренажной; *в* – специальным ковшом; *г* – специальный ковш
с удлиненными крайними зубьями

По другой технологии при зарастании или сильном заиливании дрены вскрывается через каждые 25...30 м, затем из нее извлекают две или три трубки и по дрене против стока воды проталкивают проволоку или трос со спиралью на конце и с проволочным ершом. Для сокращения объемов работ используется способ с применением гибкого вала, состоящего из быстросоединяемых отрезков троса диаметром 8...32 мм и длиной 10...30 м. Рабочим инструментом является специальный проволочный спиральный рыхлитель, закрепленный на рабочем конце гибкого вала. Рыхлитель вводится в дренаж, трос приводится во вращение вручную или посредством двигателя, устанавливаемого у устья

дрены. Вращающийся рыхлитель ввинчивается в дренаж и рыхлит отложения. По мере необходимости трос удлиняется. При наличии воды в дренаже рыхлые наносы выносятся водой, и способ можно классифицировать как гидромеханический.

Существуют специальные приспособления и установки для механической очистки канализационных сетей. Они также могут использоваться и для очистки дренажей. Процесс очистки состоит во введении в очищаемую трубу или дренаж приводимого во вращение гибкого вала (троса), на конце которого закреплена специальная механическая насадка. На рис. 6.2 приведены варианты приспособлений с ручным приводом.

Приспособление по первому варианту исполнения (рис. 6.2, а) имеет внутри пластмассового корпуса гибкий вал длиной 10 м, к выходному концу которого крепятся рыхлящие насадки, или так называемые ловилки, предназначенные для извлечения посторонних, закупоривающих трубу предметов. Приспособление можно приводить в действие вручную или насадить на дрель или шурупверт.

Ручное механическое устройство (рис. 6.2, б) предназначено для чистки труб диаметром от 40 до 100 мм, длиной до 15 м посредством гибкого вала диаметром 16 мм с соединительной муфтой, благодаря которой используются разнообразные насадки, включая крестообразный зубчатый бур диаметром 35 мм.



Рис. 6.2. Приспособления для ручной механической прочистки труб длиной:
а – до 10 м; б – до 15 м

Близкое к этим устройство с ручным приводом, названное корнерезом, разработано в РУП «Институт мелиорации». Оно предназначено для очистки устьевой части коллекторов диаметром до 150 мм от корней растений. Длина гибкого вала – до 31,5 м, диаметр – 32 мм. При транспортировке гибкие валы наматываются на два барабана.

В РУП «Институт мелиорации» также разработано устройство для ручной очистки коллекторно-дренажной сети с диаметром труб до 150 мм. Устройство представляет собой упругий стеклопластиковый стержень диаметром 10 мм, к концу которого крепится рыхлящая насадка. Стержень вводится в дренаж, и насадка рыхлит отложения, которые выносятся потоком движущейся по дрене воды. Длина стержня – 40 м. В транспортном положении он наматывается на барабан.

Электрическое устройство (рис. 6.3, а) для чистки труб диаметром 30...75 мм, длиной до 10 м приводится в действие электродвигателем мощностью 360 Вт. Имеется бесступенчатое регулирование частоты вращения от 0 до 1000 об/мин. Управление спиралью производится вручную с помощью рукоятки автоматической подачи и обратного выталкивания спирали.

В качестве рыхлящих насадок используются спирали диаметром 8 или 10 мм и грушевидная головка со спиралью диаметром 10 мм, длиной 10,6 м, а также крестообразное сверло диаметром 28 мм.



Рис. 6.3. Приспособления с электроприводом для механической прочистки труб длиной: а – до 10 м; б – до 80 м

Приспособление для чистки труб (рис. 6.3, б) предназначено для прочистки труб диаметром до 200 мм. Оно имеет электромеханиче-

ский привод спирали. Управляется с помощью центральной прижимной ручки. Используются сменные спирали диаметром 8, 10, 16, 22 и 32 мм. Электродвигатель имеет мощность 1,0 кВт. Чистит трубы длиной до 80 м со спиралью 32 мм, обслуживается одним человеком. Используется также на таких сложных работах, как очистка внутренних стенок труб от ржавчины и известкового налета, разрушение камней, кирпичей и бетонных пробок в трубах с помощью специальной насадки, фрезерование и резание корней.

Для прочистки труб диаметром от 50 до 250 мм предназначены передвижные установки, представленные на рис. 6.4.

Они легко транспортируются как вручную, так и в легковой машине. Могут перемещаться по ступенькам лестниц.



Рис. 6.4. Установки с электроприводом для механической прочистки труб длиной:
а – до 80 м; б – до 100 м

Первая из них (рис. 6.4, а) имеет реверсируемый привод от электродвигателя мощностью 1,4 кВт. Чистит трубы длиной до 80 м.

На рис. 6.4, б представлена усовершенствованная установка. Она имеет двигатель мощностью 1,4 кВт. Чистит трубы длиной до 100 м.

Для прочистки труб на упомянутых выше установках используются насадки, показанные на рис. 6.5.

Наиболее часто используются различные спирали. Так называемые стандартные спирали, или прямые буры, часто навиваются из углеродистой проволоки и обычно имеют диаметр 8 или 16 мм.

Применяются для устранения непрочных закупорок в относительно коротких, в том числе изогнутых, трубах (рис. 6.5, *а*).

Стандартные спирали с пластмассовым сердечником (рис. 6.5, *б*) обладают более высокой прочностью и устойчивостью к кручению по сравнению со стандартными спиралями без сердечников.

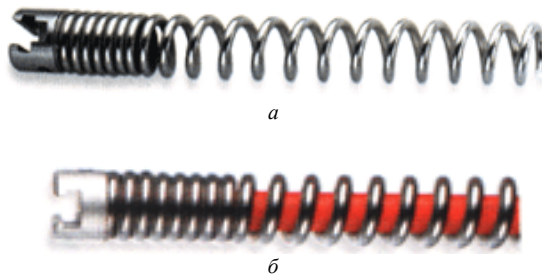


Рис. 6.5. Спиральные стандартные насадки для механической прочистки труб:
а – без стержня; *б* – с пластмассовым стержнем

Спиральные насадки-ловилки используются для прочистки труб и извлечения закупоривающих трубу материалов или оборвавшегося инструмента. К ним относятся: конусообразная ловилка (рис. 6.6, *а*), грушевидная (рис. 6.6, *б*), грушевидная с зацепом (рис. 6.6, *в*) и крюкообразная (рис. 6.6, *г*) насадки. Последняя предназначена для извлечения из трубопроводов ветоши, тряпок, а также отсоединившихся рабочих насадок и спиралей.



Рис. 6.6. Спиральные насадки для механической прочистки труб:
а – конусная; *б* – грушевидная; *в* – грушевидная с зацепом; *г* – крюкообразная

Для разрушения закупориваний из достаточно мягких материалов и очистки внутренней поверхности трубы диаметром 50...200 мм от ржавчины и известкового налета используются цепные насадки с цепями без шипов и с шипами. На рис. 6.7 показаны цепные насадки с шипами с четырьмя (рис. 6.7, *а*) и с двумя (рис. 6.7, *б*) цепями.

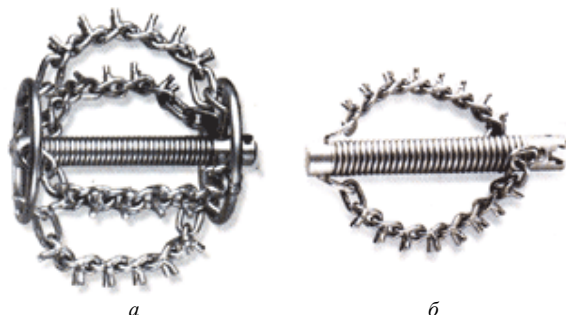


Рис. 6.7. Цепные насадки с шипами: *а* – с четырьмя цепями; *б* – с двумя цепями

Для очистки внутренних поверхностей труб предназначены вильчатые скребки. В их числе гладкий вильчатый скребок (рис. 6.8, *а*), двойной гладкий вильчатый скребок (рис. 6.8, *б*) и вильчатый зубчатый скребок (рис. 6.8, *в*), причем последний называют универсальной рабочей головкой. Зубчатые лепестки данной головки могут быть заменены в зависимости от диаметра трубопроводов (100...200 мм).

Гладкие вильчатые скребки очищают трубы внутренним диаметром 40...75 мм, а двойные – 50...75 мм.



Рис. 6.8. Вильчатые скребки для механической очистки труб:
а – гладкий; *б* – гладкий двойной; *в* – зубчатый

Для удаления песка и ила из трубопроводов, а также в качестве насадки второго захода используется насадка, называемая лопаточным изогнутым буром (рис. 6.9, *а*).

Специальной рабочей насадкой для прохода затвердевших засоров являются крестообразный зубчатый бур (рис. 6.9, *б*) и усовершенствованный крестообразный зубчатый бур (рис. 6.9, *в*).

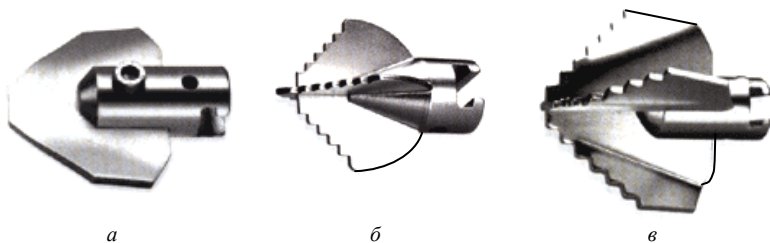


Рис. 6.9. Насадки для механической прочистки труб: *а* – лопаточный изогнутый бур; *б* – крестообразный зубчатый бур; *в* – усовершенствованный крестообразный зубчатый бур

Одной из причин потери пропускной способности дрен и трубопроводов является их забивание прорастающими внутрь корнями растений. Насадки для их удаления называются резчиками корней.

Двухходовый резчик корней (рис. 6.10, *а*) крепится к гибкому валу и в полости трубы вращается и проталкивается вперед. Зубья насадки при этом перерезают корни. Двухходовый резчик корней – это специальная рабочая насадка для резки корней при перемещении ее в обоих направлениях. Она пригодна также для удаления твердых засоров.



Рис. 6.10. Насадки для резки корней: *а* – двухходовый резчик корней; *б* – зубчатый спиральный нож

Зубчатый спиральный нож (рис. 6.10, б) – это спиральная рабочая насадка для измельчения засоров из корней и прочих волокнистых материалов. Применяется для труб диаметром 50...100 мм.

Для дробления засоров из камней, кирпича, цементных пробок, солевых отложений применяются буры с насадками из твердых сплавов с регулируемыми и нерегулируемыми режущими пластинками.

6.2. Машины для промывания и ремонта дрен

Гидравлический способ реализуется по различным вариантам. По одному из них в устье дрены или коллектора нагнетается вода до давления 0,1...0,2 МПа, которое затем резко сбрасывается. Вытекающая после этого из дрены вода смывает и удаляет наносы. Для повышения интенсивности очистки в дрене может дополнительно после сбрасывания давления создаваться вакуум. Толчки давления в дрене частично восстанавливают пропускную способность фильтрующего материала.

Промывка дрен может производиться путем подачи воды в дрену от ее истока. При этом исток дрены вскрывается путем отрывки шурфа, или для промывки используются колодцы дренажной системы. Расход воды, подаваемой в дрену, должен быть таким, чтобы скорость течения воды в дрене была не менее 2 м/с.

В зоне орошения может применяться устройство, схема работы которого показана на рис. 6.11.

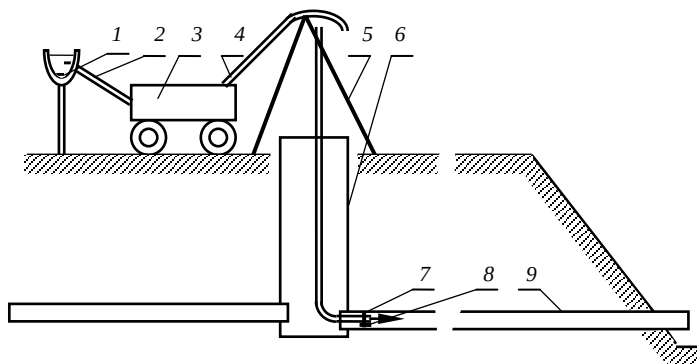


Рис. 6.11. Устройство для очистки закрытых трубопроводов: 1 – ороситель; 2 – всасывающий шланг; 3 – насос; 4 – нагнетательный шланг; 5 – стремянка; 6 – колодец; 7 – герметизирующий диск; 8 – вихреобразующий патрубкок; 9 – закрытый трубопровод

Устройство для очистки закрытых трубопроводов (коллекторов) состоит из насоса 3 с всасывающим 2 и нагнетательным 4 шлангами, стремянки 5, герметизирующего диска 7 с вихреобразующим патрубком 8, помещенным внутри закрытого трубопровода 9.

Сущность способа очистки заключается в том, что воду из оросителя 1 подают в закрытый трубопровод под давлением водяного столба, создаваемого с помощью насоса и стремянки. При этом за счет гидравлического удара и вихреобразующего положения патрубка достигается завихрение воды у входа в трубопровод, что обеспечивает разрыхление наносов и унос их водой к следующему колодцу 6 (или шурфу, открытому коллектору и т. д.).

Наиболее производительным и широко применяющимся является способ с использованием дренапромывочных машин, производящих промывку реактивными головками.

Сущность работы дренапромывочных машин состоит в том, что в дренаж вводится шланг с головкой, имеющей отверстия, из которых истекает вода, подаваемая по шлангу. Вода размывает и выносит отложения и за счет реактивных сил, создаваемых вытекающими через отверстия струями, протягивает по дренажу головку вместе со шлангом. Оператор машины может вручную помочь продвижению шланга в дренаж. Некоторые машины облегчают продвижение головки за счет принудительного вращения барабана со шлангом специальным механизмом с гидроприводом, или шланг проталкивается специальным механизмом.

Наиболее распространенная конструкция шланга с головкой показана на рис. 6.12.

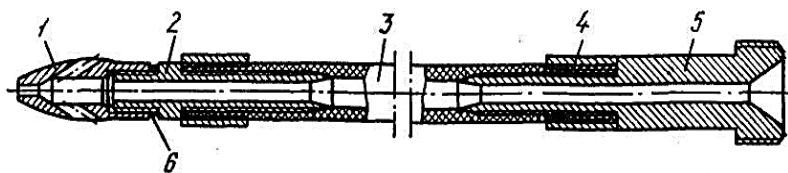


Рис. 6.12. Конструкция шланга с головкой: 1 – головка; 2, 5 – штуцеры; 3 – шланг; 4 – кольцо; 6 – прокладка

При незначительном заиливании дренажа применяется головка без переднего отверстия.

Конструктивные размеры наиболее распространенных головок и напорных шлангов приведены на рис. 6.13.

показана на рис. 6.13, в. Она имеет улучшенную форму и сменную переднюю часть. Это позволяет подбирать переднюю часть с фронтальным отверстием нужного диаметра.

Головка с уменьшенным углом отклонения задних отверстий показана на рис. 6.14, а. У данной головки имеется возможность замены передней части с отверстием.

В США применяется головка с боковыми отверстиями, показанная на рис. 6.14, б. Такая головка более интенсивно очищает стенки дрены, но требует большего расхода воды.

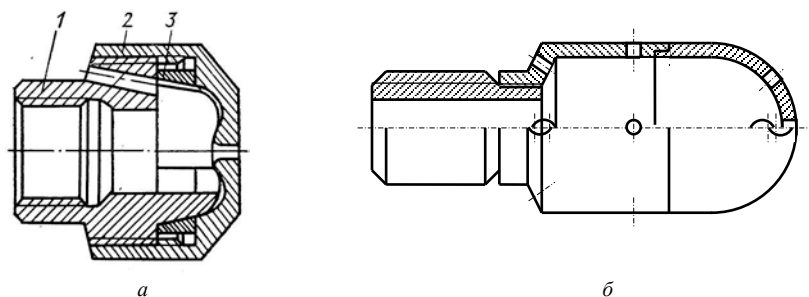


Рис. 6.14. Головки: а – улучшенной формы с отверстиями; б – с боковыми отверстиями; 1 – корпус; 2 – головка; 3 – кольцо

В машине УПД-120 применяется головка с боковыми, наклоненными вперед отверстиями (рис. 6.15).

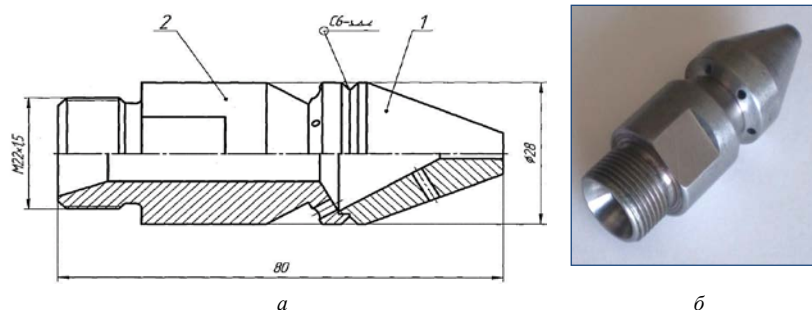


Рис. 6.15. Конструкция реактивной головки машины УПД-120: а – головка в сборе; б – общий вид головки; 1 – корпус; 2 – передняя часть

Она состоит из корпуса 1 (рис. 6.15, а), соединяемого резьбовой частью со штуцером напорного шланга, и передней части 2 с боковыми и передним отверстиями. Создающаяся при работе такой головки реактивная сила, противодействующая продвижению головки вперед, преодолевается специальным проталкивающим механизмом, который описан ниже. Данная головка является неразборной. Ее общий вид приведен на рис. 6.15, б).

Для промывания дрен большого диаметра и коллекторов предназначена головка с увеличенным углом наклона задних отверстий и сменным соплом с передним отверстием (рис. 6.16).

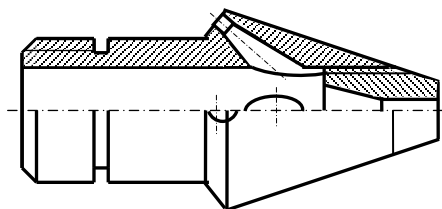


Рис. 6.16. Головка с увеличенным углом наклона задних отверстий

При сильном заиливании дрены могут использоваться головки с несколькими передними отверстиями или для дрен большого диаметра – головка с вращающимся корпусом, показанная на рис. 6.17.

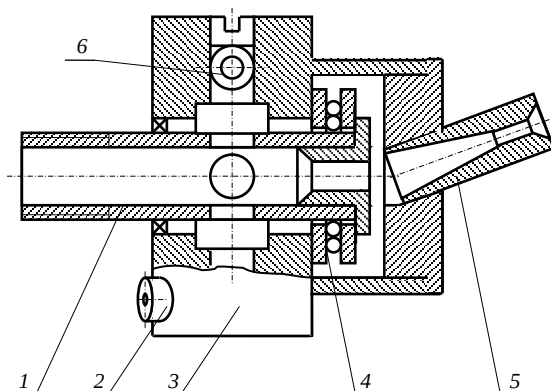


Рис. 6.17. Головка с вращающимся корпусом: 1 – штуцер; 2 – заднее сопло; 3 – корпус; 4 – подшипниковый узел; 5 – переднее сопло; 6 – тангенциальное сопло

Вода в головку поступает по штуцеру 1 в корпус 3 с тангенциальным 6, задним 2 и передним 5, отклоненным от оси вращения, соплами. Вода, истекающая из сопла 5, размывает наносы, из сопла 6 – вращает головку, из сопла 5 – продвигает головку по дрене.

Возможность вращения корпуса относительно штуцера обеспечивается подшипниковым узлом 4.

Для активизации процесса разрушения отложений используются машины с пульсирующей подачей воды или головки, создающие пульсацию давления, машины, обеспечивающие промывку водовоздушной смесью, а также машины с гидроакустическими и гидромеханическими головками.

Схема головки для водно-воздушной промывки дрен показана на рис. 6.18. Для работы такой головки необходим двойной шланг. По внутреннему шлангу во внутренний корпус 1 подается вода, а по охватывающему в наружный корпус 2 – воздух. Вода истекает из сопла 4, смешивается внутри головки с воздухом и в виде водовоздушной смеси истекает из переднего отверстия 5 и задних 3.

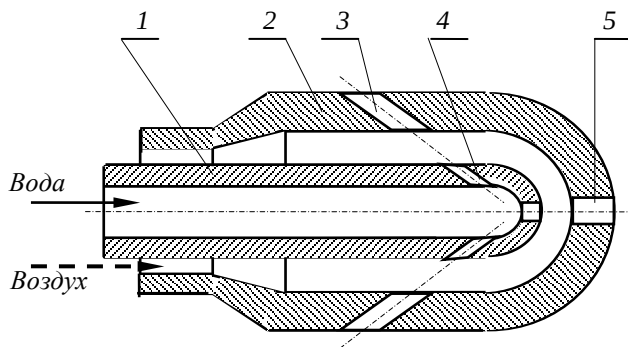


Рис. 6.18. Схема головки для водно-воздушной промывки дрен: 1 – внутренний корпус; 2 – наружный корпус; 3 – задние отверстия; 4 – сопла; 5 – переднее отверстие

Такой способ работы интенсифицирует процесс очистки и снижает расход воды, однако усложняет конструкцию машины.

Гидроакустические головки снабжаются генераторами ультразвуковых колебаний большой амплитуды. Ультразвуковые колебания в зоне расположения головки ведут к образованию и захлопыванию пузырьков в воде, заполняющей дрину. Микрогидроудары, сопровожда-

ющие захлопывание пузырьков, разрушают отложения. Похожий процесс протекает и при использовании головок, подающих в дрена водовоздушную смесь.

Пульсация давления воды или прерывистость струй, истекающих из сопел головки, меняет режим истечения и силу воздействия струй на наилкок. Это повышает эффективность размывания наилкок и снижает расход воды. При пульсирующей подаче воды от насоса вследствие эластичности шланга и большой его длины происходит сглаживание пульсаций, что снижает эффективность работы машины. Поэтому более перспективным представляется способ, при котором пульсация давления или прерывистость струй, обеспечивается самой промывочной головкой. Одна из конструктивных схем, предложенных А. В. Михеевым, А. А. Коршиковым и Л. И. Назаренко, приведена на рис. 6.19.

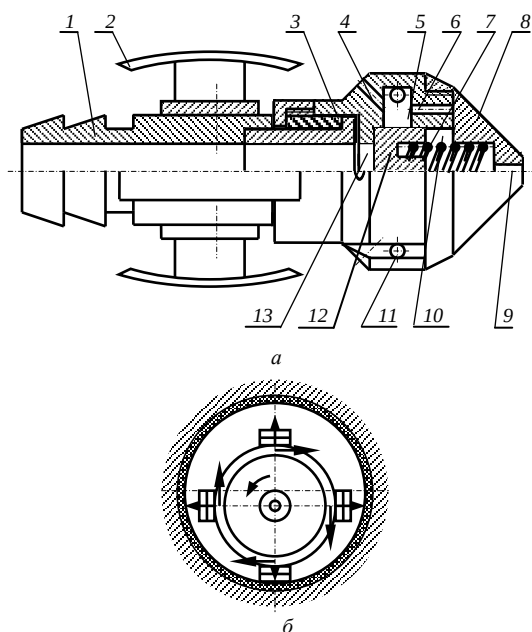


Рис. 6.19. Головка с импульсной подачей воды: *а* – вид сбоку; *б* – расположение головки в дрене; 1 – штуцер корпуса; 2 – направляющие лыжи; 3 – подшипник скольжения; 4 – выходные задние отверстия; 5, 10, 13 – камеры; 6 – продольные каналы; 7 – пружина; 8 – вращающаяся головка; 9 – переднее отверстие; 11 – тангенциальные отверстия; 12 – поршень

Головка с импульсной подачей воды (гидравлический насадок) работает следующим образом. По шлангу вода подается в штуцер 1 корпуса (рис. 6.19, а) и поступает в камеру 13, воздействуя при этом на поршень 12. При достаточном давлении воды поршень преодолевает сопротивление пружины 7 и перемещается в крайнее правое положение. При этом камера 13 сообщается с кольцевой камерой 5 и вода начинает истекать из выходных задних отверстий 4 и тангенциальных отверстий 11. Благодаря тангенциальному расположению отверстий 11 истекающая из них вода создает вращающий момент, и вращающаяся головка 8, соединенная с корпусом 1 посредством подшипника скольжения 3, начинает вращаться. Истекающие струи воздействуют благодаря вращению на всю внутреннюю поверхность дренажной трубы. Кроме того, вода из камеры 5 по продольным каналам 6 поступает в камеру 10 и истекает через переднее (лобовое) отверстие 9.

Суммарная площадь поперечного сечения продольных каналов 6 значительно превосходит площадь поперечного сечения отверстия 9, в результате чего давление в камерах 5 и 10 начинает выравниваться. Тогда поршень 12 под действием пружины 7 переместится в крайнее левое положение и перекроет кольцевую камеру 5. Вследствие этого прекратится истечение воды из отверстий 4, 9 и 11. Резкое перекрытие отверстий 4 и 9 ведет к возникновению гидроудара, что значительно повышает давление в камере 13, а в камере 10 давление оказывается ниже благодаря тому, что она сообщена с внешней средой посредством отверстия 9. Разность давлений приводит к перемещению поршня 12 в крайнее правое положение, после чего вода вновь начнет истекать из отверстий 4, 9 и 11, но с более высокой скоростью. Далее цикл повторяется.

Для предотвращения заклинивания вращающейся головки за счет ее возможного трения о трубу или наносы головка оснащена направляющими лыжами 2.

Положение головки в дрене показано на рис. 6.19, б. Стрелками показано направление вращения головки и направление истечения струй из задних и тангенциальных отверстий.

Гидромеханические головки совмещают механическое рыхление наносов с гидравлическим удалением их из дрены. Один из вариантов такой головки схематически показан на рис. 6.20. Вода поступает в корпус 1 и действует на турбинку 2, соединенную посредством валика 3 с тангенциальными соплами 5 и ершом 4. Движение воды заставляет вращаться турбинку, а вместе с ней тангенциальные сопла и ерш,

разрушающий отложения в дрене. Вода, истекающая из тангенциальных сопел, увеличивает силу воздействия ерша на наносы и выносит их из зоны разрушения. Истекающая из боковых сопел 5 вода продвигает головку вдоль дрены 6.

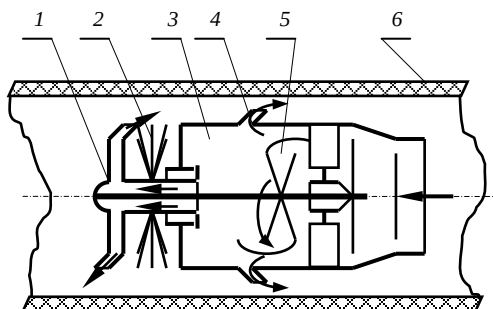


Рис. 6.20. Схема гидромеханической головки: 1 – корпус; 2 – турбинка; 3 – валик; 4 – ерш; 5 – тангенциальные сопла; 6 – дрена

Оборудование дренапромывочных машин базируется на колесных или гусеничных тракторах, иногда на грузовых автомобилях. Оно также может входить в состав комплекса для эксплуатационно-ремонтных работ, основой для которого обычно служит одноковшовый экскаватор на базе колесного трактора.

Для зоны осушения предназначена машина МР-18 (рис. 6.21), которая агрегатируется с гусеничным или колесным трактором тягового класса 2...3.

Рабочее оборудование состоит из прицепа 1, карданной передачи 2, трехплунжерного насоса 3, капота 4, привода 5, барабана 6 напорного трубопровода, барабана 7 со шлангами 8 и 9, установки тормоза 10 и 12 для фиксации положения барабана 7, инструментального ящика 11, крыльев 15, колес 16, соединительной серьги 17 и цистерны 13 с заборным рукавом 14, узлом присоединения 18, опорой 19, системой заполнения цистерны 20 и опорными колесами 21.

Трехплунжерный насос приводится в действие карданным валом от ВОМ трактора и забирает воду из цистерны вместимостью $1,8 \text{ м}^3$, подавая в дрена под давлением 2 МПа при подаче 1,42 л/с. Вода от насоса поступает по напорному трубопроводу в полуось барабана, перед которой установлен манометр и воздушный демпфирующий барабан.

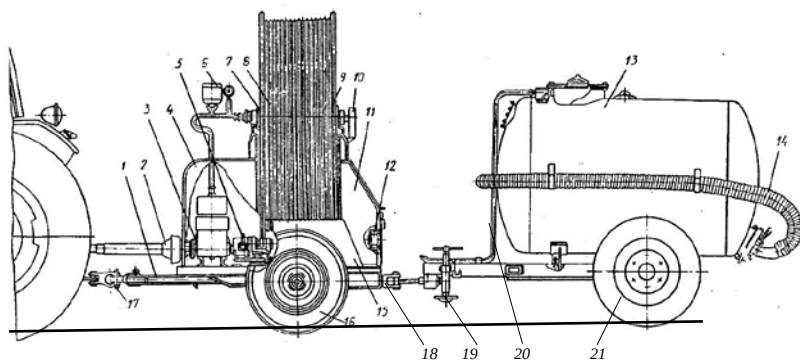


Рис. 6.21. Дренопромывочная машина МР-18: 1 – прицеп; 2 – карданная передача; 3 – трехплунжерный насос; 4 – капот; 5 – привод; 6 – барабан напорного трубопровода; 7 – барабан; 8, 9 – шланги; 10, 12 – установка тормоза; 11 – инструментальный ящик; 13 – цистерна; 14 – заборный рукав; 15 – крылья; 16 – колеса; 17 – соединительная серьга; 18 – узел присоединения; 19 – опора; 20 – система заполнения цистерны; 21 – опорные колеса

К оси барабана подключены два шланга из полиэтилена ПВП-1. Шланги имеют диаметр 20 и 26 мм и толщину стенки 2,3 и 2,9 мм соответственно. К концу шланга крепится соответствующая реактивная головка. Длина шлангов – 100 и 120 м. К ним во время работы из оси барабана поступает вода, очищая дренаж. Управление подачей воды в шланги производится трехходовым краном, а ограничение давления воды обеспечивается предохранительным клапаном, установленным на нагнетательной линии. Давление нагнетания воды устанавливается дросселем-регулятором по манометру.

Для облегчения подачи шланга в дренаж барабан имеет привод в виде ролика, прижимающегося к кольцу барабана. Ролик приводится во вращение посредством гидромотора, кроме того, барабан может приводиться во вращение вручную.

Заполнение водой цистерны производится путем создания в ней разрежения с помощью вакуум-насоса двигателя трактора.

Для промывания цистерны внутри ее смонтировано барботирующее устройство в виде Г-образной трубы с двумя рядами отверстий. Вакуум-насос создает разрежение над водой. При этом через Г-образную трубу засасывается воздух, который, попадая в воду, находящуюся в цистерне, интенсивно перемешивает ее, взмучивая донные отложения, удаляемые затем при сливе воды. Для этого труба

должна быть обеспечена отстойником, грязевым насосом и осветлителем воды.

Схема расположения дреноочистителя по отношению к каналу или колодцу показана на рис. 6.22.

В процессе работы двигатель трактора имеет очень низкую загрузку, так как он в основном приводит в действие только водяной насос дренопромывочной машины. Для более рационального использования оборудования в отношении загрузки двигателя существует конструкция машины с дополнительно установленным на раме промывочного оборудования двигателем малой мощности. Она работает как и МР-18, но оборудование приводится в действие не от ВОМ трактора, а от дополнительного двигателя.

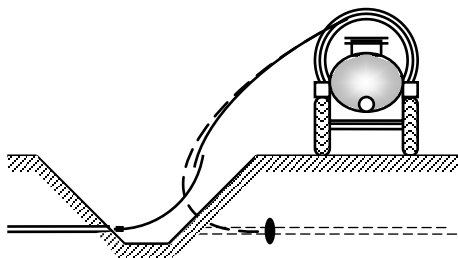


Рис. 6.22. Схема расположения дреноочистителя по отношению к каналу

Дренопромывочное оборудование, агрегируемое с колесным трактором 1 класса 1,4, представлено на рис. 6.23.

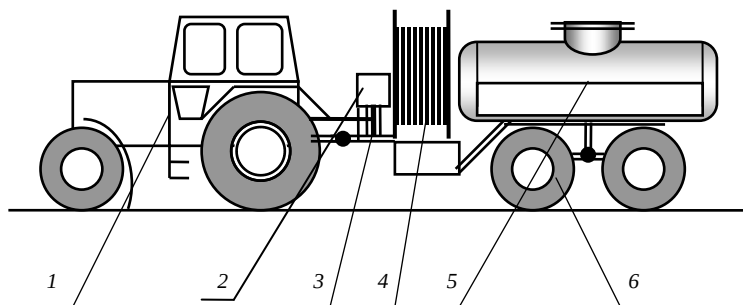


Рис. 6.23. Компоновочная схема дренопромывочной машины ДП-10А: 1 – трактор; 2 – насос; 3 – пульт управления; 4 – барабан; 5 – цистерна; 6 – колесная тележка

Оборудование базируется на полуприцепной одноосной четырехколесной тележке 6, на которой установлена цистерна 5 вместимостью 3 м³, односекционный барабан 4 с промывочным шлангом с внутренним диаметром 25 мм и длиной 150 м и пульт управления 3. Машина способна промывать дрены и коллекторы диаметром 100...400 мм и длиной до 150 м, а также смотровые колодцы диаметром до 500 мм. Насос 2 машины приводится в действие от ВОМ трактора и создает давление до 10 МПа, которое необходимо при промывании канализационных сетей. При промывании мелиоративных систем устанавливается давление 5 МПа, бытовой канализации – 10 МПа. Подача насоса – 2,22 л/с.

Общий вид дренапромывочной машины ДП-10А представлен на рис. 6.24.



Рис. 6.24. Общий вид дренапромывочной машины ДП-10А

Для промывания коллекторов выпускается машина МПД-10, аналогичная машине ДП-10А. На базе МПД-10 создано оборудование для гидроакустической очистки. На реактивной головке этого оборудования установлен ультразвуковой излучатель, разрушающий отложения в дрене.

Исследовался способ интенсификации процесса очистки дрен путем введения в цистерну с водой раствора высокомолекулярного водо-

растворимого полимера – полиакриламида (ПАА), который оказывает стабилизирующее действие на движение воды. При этом происходит ламинизация потока, снижение гидравлических сопротивлений в шланге, увеличение компактности струй и интенсивности их воздействия на осадок.

Проведенными исследованиями установлено, что добавка в промывную воду полиакриламида малой концентрации (60...70 мг/л) в 1,5 раза повышает скорость промывки дрен. Кроме того, в этом случае в 1,5–2 раза сокращается удельный расход воды на единицу промытой дрены и на единицу вымываемого из дренажных труб осадка. Фильтрация использованной для промывки дрен воды улучшает структуру почвы и способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

В Голландии предприятие SS Engineering производит к колесным тракторам несколько типоразмеров навесного дренапромывочного оборудования: Professional, Senior, MD-80, MD-100. Наиболее распространенным является оборудование Professional, схема которого приведена на рис. 6.25.

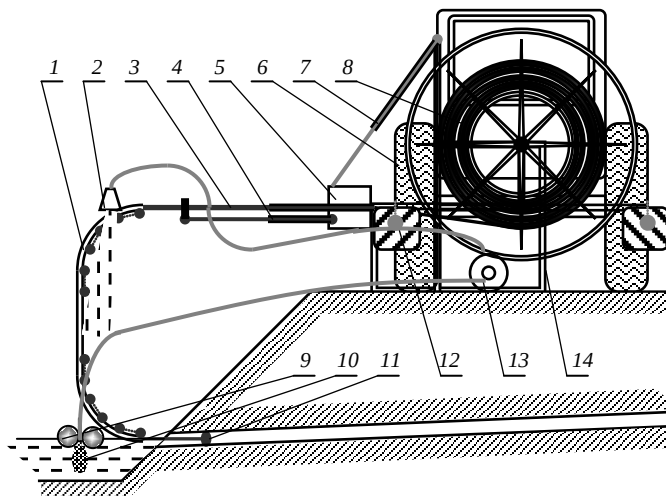


Рис. 6.25. Навесное дренапромывочное оборудование Professional: 1 – дугообразные направляющие; 2 – душевая насадка; 3 – телескопическая штанга; 4, 7 – гидроцилиндры; 5 – блок; 6 – базовый трактор; 8 – барабан; 9 – водозаборник; 10 – фильтр; 11 – реактивная головка; 12 – знаки; 13 – насос; 14 – рамная стойка

Основное назначение машины – промывание дренажных систем, в каналах которых имеется достаточно воды. При промывании базовый трактор 6 ориентируется вдоль канала. Рабочее оборудование опускается на землю и опирается при работе на рамную стойку 14. Водозаборный шланг с поплавками и водозаборником 9 с фильтром 10 опускается в канал с водой, а промывной нагнетательный шланг с реактивной головкой 11 заправляется в дренаж. Нагнетательный шланг разматывается с барабана 8 и проходит внутри телескопической штанги 3. Длина штанги может изменяться с помощью гидроцилиндра 4, а ее положение с помощью гидроцилиндра 7. В блоке 5 смонтирован четырехроликовый механизм принудительного перемещения шланга. Механизм приводится в действие от гидромотора. Шланг изготовлен из полиэтилена и имеет длину 300 м, внутренний диаметр 27 мм, толщину стенки 3,3 мм. Для обеспечения нужного положения и направления шланга телескопическая штанга снабжена дугообразными направляющими 1 с роликами.

Продвижение реактивной головки по дренажу происходит благодаря реактивным силам струй, вытекающих из головки, но главным образом за счет усилия, создаваемого роликовым механизмом, приводящимся в действие гидромотором, подключенным к гидросистеме трактора. Забор воды из канала и нагнетание ее в дренаж производится насосом 13, соединенным с валом отбора мощности. Часть воды от насоса поступает в душевую насадку 2, предназначенную для смыва загрязнений с нагнетательного шланга. Габарит машины по ширине указывается знаками 12.

Насос установки трехкамерный, мембранный, с производительностью до 140 л/мин. Может создавать давление 5 МПа. Рабочим является давление 3,0...3,5 МПа. Насос машины Senior MD-80 имеет производительность 164 л/мин, развиваемое давление – 9 МПа, рабочее – 8 МПа. Масса навесного оборудования – 300 кг.

В настоящее время на базе дренажно-промывочной машины Senior в Беларуси выпускается навесная установка для промывки дренажа УПД-120.

Она навешивается на колесный трактор с задним валом отбора мощности и гидросистемой. Забор воды производится из канала или дополнительной емкости четырехкамерным мембранным насосом производительностью до 120 л/мин, создающим давление 5 МПа. Установка насоса показана на рис. 6.26, а. Насос создает рабочее давление на головке 1,0...1,5 МПа. Вода к ней подается по напорному

шлангу с внутренним диаметром 17 мм. Длина промываемой дрены – до 300 м. Скорость рабочего перемещения реактивной головки – 0,05...0,5 м/с.

Органы управления рабочим оборудованием вынесены из кабины и установлены рядом с барабаном (рис. 6.26, б).

В качестве шланга используется достаточно жесткая полиэтиленовая трубка, которую для обеспечения промывки дрен большой длины с помощью гидромотора с роликовым механизмом, охватывающим шланг, принудительно проталкивают в дрену. Барабан имеет активный привод от гидромотора, позволяющий разматывать шланг при промывке дрены и наматывать его при извлечении из нее. Для упорядочивания намотки шланга на барабан на машине установлен челнок, обеспечивающий укладку шланга виток к витку.



а



б

Рис. 6.26. Агрегаты установки для промывки дренажа УПД-120:
а – насосная установка; *б* – блок управления рабочим оборудованием

Схема механизма для перемещения напорного шланга приведена на рис. 6.27.

Шланг 5 находится между ведущими роликами 3, сообщенными цепной передачей 4, и ведомыми роликами 6. Благодаря своей форме ролики надежно обхватывают шланг. Во вращение ролики при необходимости приводятся гидромотором 1, соединенным с ведущей звездочкой 2 цепной передачи.

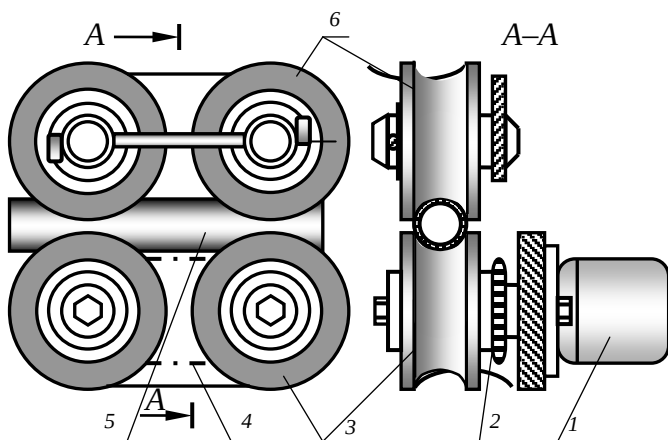


Рис. 6.27. Схема механизма для перемещения напорного шланга: 1 – гидромотор; 2 – ведущая звездочка; 3 – ведущие ролики; 4 – цепная передача; 5 – шланг; 6 – ведомые ролики

Вид механизма для перемещения напорного шланга приведен на рис. 6.28. Здесь отмечены ролики 1, напорный шланг 2, кожух 3 механизма. Кроме того, на машине имеется приспособление (счетчик) 4 для определения длины шланга, вошедшего в дренаж.

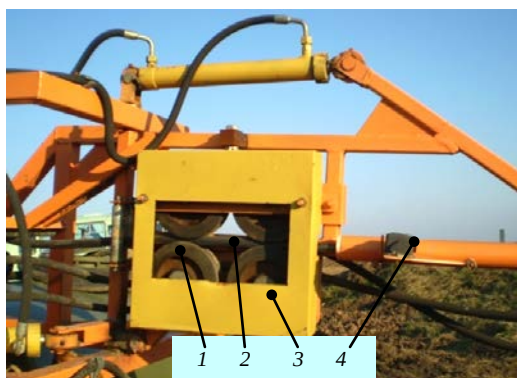


Рис. 6.28. Вид механизма для перемещения напорного шланга: 1 – ролики; 2 – напорный шланг; 3 – кожух механизма; 4 – счетчик

Вид счетчика представлен на рис. 6.29, *а*.



Рис. 6.29. Вид счетчика (*а*) для определения длины напорного шланга, вошедшего в дренаж, и дугообразной направляющей (*б*)

Для удобства подачи шланга в дренаж при расположении дренапромывщика над ней он может комплектоваться специальной дугообразной направляющей. Работа с такой направляющей показана на рис. 6.29, *б*.

РУП «Институт мелиорации» для облегчения подачи напорного шланга дренапромывочной машины в дренажный коллектор разработано направляющее устройство, состоящее из пяти пластиковых труб длиной 0,5, 1,0 и 2,0 м, внутренним диаметром 50 мм, механизма их фиксации в нужном положении и семи опорных штырей для труб. Напорный шланг с дренапромывочной головкой пропускается сквозь трубы, уложенные на штырях, и направляется в промываемый коллектор.

При промывке дрена или коллектора от шурфа может быть использована муфта промывочная (МП). Длина муфты, внутренний и наружный диаметры соответствуют размерам дренажной трубки. Муфты могут применяться при промывке дрена диаметром 50 мм и от 75 до 250 мм.

Муфта состоит из цилиндрического корпуса с торцевыми уплотнениями, направляющих роликов, выдвигающейся части с рычажным механизмом и фиксирующих штырей. Выдвигающаяся часть, после установки муфты вместо изъятной трубки, с помощью рычажного механизма прижимается к соседней трубке дрена. При применении промывочной муфты предварительно на месте повреждения дрена отывается шурф и ремонтируется поврежденный участок дрена. Дренапромывочная машина устанавливается поперек трассы очищаемой

дрены так, чтобы барабан находился в створе шурфа. На место вынутой трубы устанавливается и закрепляется промывочная муфта, между направляющими роликами которой в промываемую дрену заправляется шланг с установленной на нем реактивной головкой. При этом муфта облегчает заправление шланга в дрену, его перемещение в ней и позволяет снизить объем вынимаемого грунта при отрывке шурфа.

При заборе воды из канала при промывке дрен для создания подпора воды в нем может использоваться разработанная РУП «Институт мелиорации» мягкая плотина, укладываемая в русло канала при ширине русла до 3 м и прикрепляемая штырями к дну и откосам канала. Мягкая плотина способна поднимать уровень воды до 0,6 м.

Для забора воды из канала или водотоков с глубиной не менее 15 см может применяться специальное устройство для забора воды. Оно состоит из корпуса с решетчатым ограждением и закрепленного в устройстве плоского фильтра. Устройство крепится на необходимой высоте к предварительно забиваемому в дно штырю. Вода забирается из верхней зоны водотока и очищается фильтром.

Дренопромывщики являются узкоспециализированными машинами. Выполнение нескольких видов работ может производиться ремонтными комплексами. Например, комплекс К-68А (рис. 6.30) базируется на одноковшовом экскаваторе 1 типа ЭО-2626, которым при необходимости можно производить вскрытие дрен и ее засыпку.

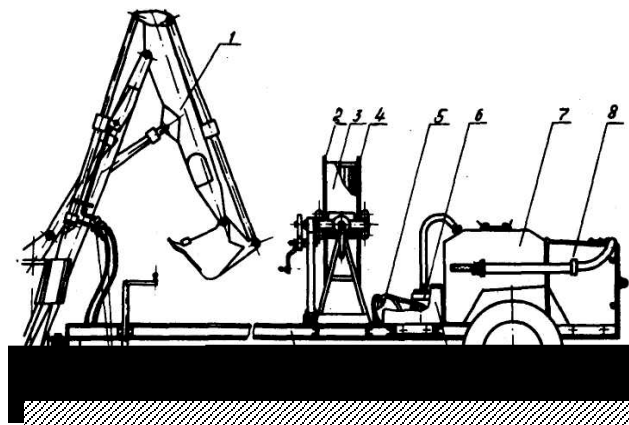


Рис. 6.30. Ремонтный комплекс К-68А: 1 – экскаватор; 2 – барабан; 3 – шлаг; 4 – реактивная головка; 5 – привод насоса; 6 – насос; 7 – бак; 8 – насадка; 9 – капот; 10 – тележка; 11 – шланги гидросистемы; 12 – шарнир

К экскаватору цепляется одноосная двухколесная тележка 10 с установленными на ней насосом 6 и барабаном 2 с полиэтиленовыми шлангами 3 с реактивной головкой 4. Тележка с экскаватором соединяется с помощью шарнира 12. Гидросистема рабочего оборудования запитана от гидросистемы экскаватора шлангами 11. Комплекс также оснащен ершом для механической прочистки дрен и трассоискателем для обнаружения мест повреждения дрен. Насос 6 и его привод 5 закрыты капотом 9. Посев трав производится оборудованием гидросеялки, основными частями которой являются бак 7 и шланг с насадкой 8.

При небольших объемах работ, особенно в городских условиях, могут применяться компактные самовсасывающие агрегаты. Наиболее известны агрегаты фирмы Rothenberg марки HD (рис. 6.31) для чистки труб диаметром от 30 до 200 мм и длиной в зависимости от модели от 10 до 40 м. Они также могут использоваться для чистки поверхности транспортных средств, машин, зданий, фундаментов. Насос подачи воды имеет три керамических плунжера, движущихся в масляной ванне.



Рис. 6.31. Компактные самовсасывающие агрегаты для чистки труб:
а – HD 11/90; *б* – HD 17/190

Техническая характеристика машин приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1. Техническая характеристика агрегатов для чистки труб

Показатели	HD 11/90	HD 13/100	HD 17/190
Рабочее давление, МПа	9	10	19
Производительность насоса, л/мин	11	13	17
Рабочая длина шланга, м	10	20	40
Диаметр промываемых труб, мм	30...150	30...150	40...200
Мощность электродвигателя, кВт	1,5	2,3	5,0

Более широкий диапазон размеров промываемых труб, большую мобильность и независимость от наличия источника воды имеют устройства для чистки труб под высоким давлением РО-ДЖЕТ. Они монтируются на прицепе или в легковом автомобиле. Для запаса промывной воды устанавливается пластмассовый бак. Они имеют привод от дополнительного бензинового или дизельного двигателя, электро-стартерную систему пуска двигателя и оснащены в основном двумя барабанами со шлангами разных диаметров.

На рис. 6.32, *а* показан вид оборудования на базе автомобильного прицепа, а на рис. 6.32, *б* – в салоне легкового автомобиля.



а



б

Рис. 6.32. Оборудование для чистки труб:
а – на базе прицепа; *б* – на базе автомобиля

Техническая характеристика основных моделей приведена в табл. 6.2.

Таблица 6.2. **Техническая характеристика машин на базе легковых автомобилей**

Показатель	РО-ДЖЕТ 40/100	РО-ДЖЕТ 50/120	РО-ДЖЕТ 70/140	РО-ДЖЕТ 85/160	РО-ДЖЕТ 100/200
Рабочее давление, МПа	10	12	14	16	20
Производительность насоса, л/мин	40	50	70	85	100
Рабочая длина шланга, м	50	80	80	80	80
Диаметр промываемых труб, мм	40...200	40...300	40...400	До 500	До 600
Мощность двигателя внутреннего сгорания, кВт	8	15	25	32	45
Вместимость бака для воды, л	200	400	400	400	1000

Достаточно широко, особенно в коммунальном хозяйстве, для промывания канализационных сетей в Российской Федерации используются так называемые каналопромывочные машины на базе грузовых автомобилей, оснащенных цистерной. Промывочное оборудование – барабан со шлангом, водяной насос, гидросистема и органы управления – устанавливаются позади цистерны и закрываются капотом. Проводителем является ОАО «Коммаш», г. Арзамас.

Техническая характеристика машин приведена в табл. 6.3.

Таблица 6.3. **Техническая характеристика каналопромывочных машин на базе грузовых автомобилей**

Показатели	КО-502Б-2	КО-502Д	КО-514-1
Базовый автомобиль	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-497442, ЗИЛ-432932	МАЗ-533702
Мощность двигателя, кВт	110	96	132
Вместимость цистерны, м ³	4,9	4,9	8
Максимальное давление, МПа	16	16	16
Производительность насоса, м ³ /ч	10	10	12,5
Рабочая длина шланга, м	100	100	100
Диаметр промываемых труб, мм	150...1000	150...1000	150...1000
Масса, кг	11000	11000	18000

6.3. Способы поиска мест закупоривания и повреждения дрен. Трассоискатели и диагностическое оборудование

Дренопромывочные машины удаляют из дрены ил и рыхлые отложения. В случае плотных образований, передавливания трубок или зарастания дрен гидравлическая головка не может проводить полную очистку. Поэтому необходимо обнаружить место закупорки, раскопать его и восстановить пропускную способность. Расстояние до места за-

купорки от устья определяется по длине шланга, вошедшего в дрена. Для этого на шланге через 2 м наносятся деления. При отсутствии достоверной проектной документации необходимо определить направление оси дрены. С этой целью дренапромывочные машины комплектуются трассоискателями.

Схема диагностирования дренажной системы с помощью трассоискателя показана на рис. 6.33.

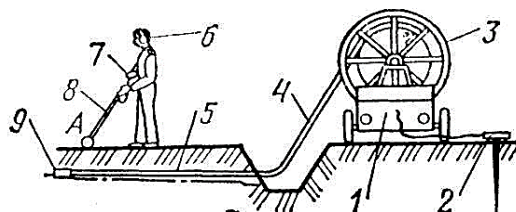


Рис. 6.33. Схема диагностирования дренажной системы с помощью трассоискателя:
1 – дренапромывочное оборудование; 2 – заземляющий штырь; 3 – барабан; 4 – шланг;
5 – электрический провод; 6 – головные телефоны; 7 – индикатор; 8 – поисковый контур;
9 – штуцер присоединения головки

Дренапромывочное оборудование 1 заземляется штырем 2. В шланг 4 через штуцер 9 присоединения головки вводится электрический провод 5, который через токосъемник, имеющийся на оси барабана, подключается к генератору, вырабатывающему переменный ток частотой около 1000 Гц. По другому варианту провод крепится снаружи шланга. Введенная в дрена головка продвигается вдоль нее. После того как головка упрется в препятствие, по проводу пропускается ток, создающий вокруг провода электромагнитное поле. Оператор, пользуясь поисковым контуром 8 с усилителем и индикатором 7 и головными телефонами 6, отыскивает направление дрены от устья. Для этого он перемещает поисковый контур поперек предполагаемой оси дрены и, ориентируясь на максимальные показания индикатора и силы звука в телефонах, определяет направление дрены. Затем, двигаясь вдоль нее, определяет место нахождения головки, т. е. место закупорки или повреждения дрены. Ось дрены и места повреждений отмечают кольшками с соответствующими отметками. Результаты заносятся в журнал. Полученная информация используется при составлении проекта ремонтных работ на объекте.

Конструкция напорного шланга с электрическим проводом показана на рис. 6.34. Головка 1 крепится к штуцеру 2, внутри которого на

всем протяжении шланга проходит провод 3. Шланг к оси барабана присоединяется штуцером 4. Герметизация провода производится винчиванием штуцера 5, деформирующего при этом уплотнение 6.

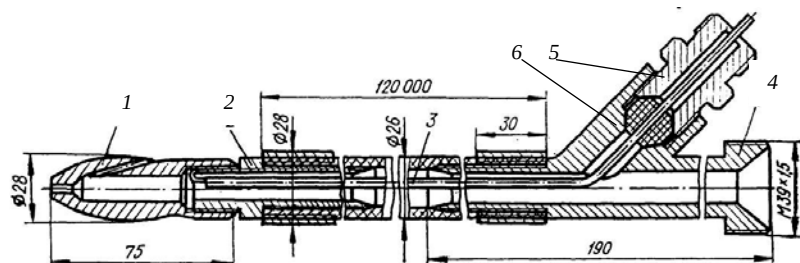


Рис. 6.34. Конструкция напорного шланга: 1 – головка; 2, 4, 5 – штуцеры; 3 – провод; 6 – уплотнение

Трассу дрены также можно обнаружить, *проложив борозду поперек предполагаемых осей дрен*. В месте засыпки траншеи грунт имеет цвет, отличающийся от соседнего.

Для этих же целей могут использоваться *стальные щупы*. Щуп вонзается в землю, и по силе сопротивления внедрению щупа определяется место, где производилась засыпка траншеи. Усилие может определяться субъективно или с использованием специального щупа с динамометром.

По характеру взаимодействия щупа с дренажной трубой и по окраске его конца можно определять вид материала дренажной трубы (керамическая, пластмассовая, деревянная, каменная).

Известен также способ, по которому в дренажную трубу со стороны устья *нагнетается вода*, и по увлажнению почвы определяют трассу дренажной трубы.

Дренажная сеть может обнаруживаться и *с помощью аэрофото съемки*, по которой можно оценить и эффективность работы системы.

Трассу дренажной трубы также находят, *направляя в дренажную трубу мощный звуковой сигнал* (свыше 10 Вт), и с помощью специального прибора прослушивают его с поверхности земли.

Применяются, кроме того, *переносные радиолокаторы*, позволяющие определять различные пустоты под землей.

Используется также свойство повышенной электропроводимости дренажной трубы, заполненной водой. Для этого *замеряется и сопоставляется*

проводимость участков земли между электродом, устанавливаемым у устья, и электродом, устанавливаемым в месте поиска дрены.

Используется также способ, по которому *при строительстве дренажа вдоль линии истоков дрен на небольшой глубине прокладывается тонкий полиэтиленовый шланг с отверстиями* диаметром около 3 мм, расположенными рядом с истоками дрен. При ремонте в трубку подается вода, которая через несколько минут рядом с истоком дрены вымывает заметную воронку, позволяющую найти исток дрены.

Упомянувшиеся ранее машины Senior и УПД-120 обеспечиваются *дополнительной насадкой, крепящейся к реактивной головке и вырабатывающей радиосигнал*. Она состоит из оголовка 1 (рис. 6.35), излучателя сигнала 2 с находящимся в нем источником питания, корпуса головки 3 с соплами, штуцера 4 и присоединительного рукава 5.

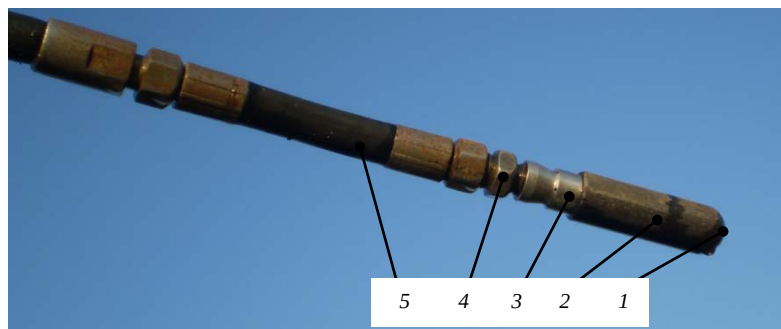


Рис. 6.35. Дренопромывочная головка машины УПД-120, оснащенная излучателем сигнала: 1 – оголовок; 2 – излучатель сигнала; 3 – корпус головки; 4 – штуцер; 5 – присоединительный рукав

Сигнал специальным прибором TRACKA с наушниками (рис. 6.36) улавливает движущийся вдоль трассы дрены оператор. Точность определения местоположения головки составляет несколько сантиметров. Фиксация положения головки производится по сигналу в наушниках или по миганию красной лампочки на панели прибора.



Рис. 6.36. Прибор для определения положения дренапромывочной головки

В РУП «Институт мелиорации» НАН Беларуси разработан аналогичный *поисковый комплект трасс дренажных коллекторов* ПКТ-110, предназначенный для обнаружения с поверхности земли мест закупорки коллекторно-дренажной сети. Комплект является дополнительным оборудованием к дренапромывочной машине УПД-120. В его состав входят два основных элемента: приемное устройство (рис. 6.37, *а*) и генератор сигнала (рис. 6.37, *б*), смонтированный в корпусе реактивной головки. Генератор сигнала питается от вставляемой в герметичный отсек дренапромывочной головки аккумуляторной батареи напряжением в 3 В.

Оператор, перемещаясь вдоль оси дрены и наблюдая за поведением стрелки индикатора, способен определить местоположение головки с точностью ± 5 см при глубине нахождения головки до 10 м. Масса комплекта – около 1 кг.

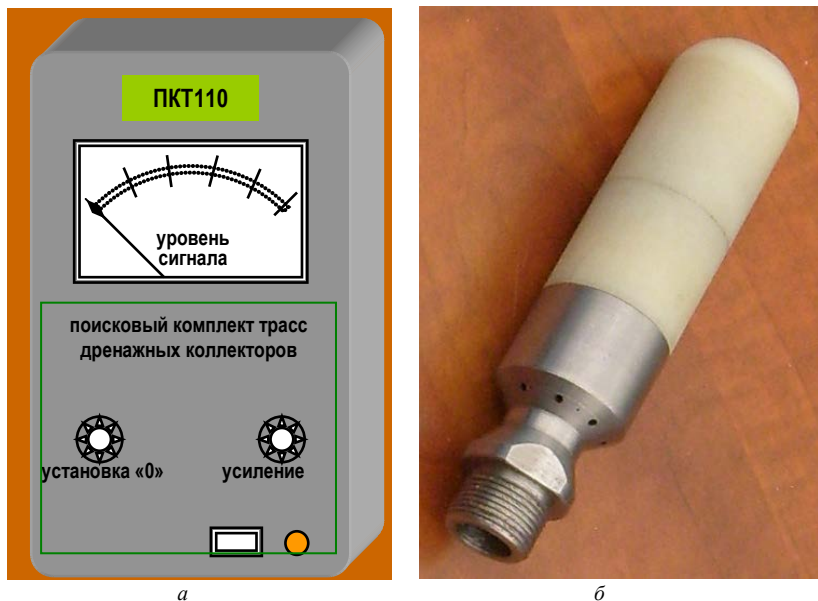


Рис. 6.37. Состав поискового комплекта трасс дренажных коллекторов ПКТ-110:
а – приемное устройство; *б* – реактивная головка с генератором сигнала

Существует оборудование для обнаружения мест повреждения и осмотра внутренних полостей коллекторно-дренажной сети. К такому оборудованию относится разработанный РУП «Институт мелиорации» дренажный трассоискатель с самодвижущейся системой видеоконтроля.

Трассоискатель (рис. 6.38) состоит из гусеничного движителя 2, на котором установлена мини-видеокамера 1 с системой подсветки с инфракрасным светодиодом. В корпусе движителя установлены электропривод хода и генератор 3 электромагнитного излучения. Движитель кабелем 4 соединен с блоками питания 7 и управления 6, к которым подключен и видеомонитор 5. В комплект оборудования также входит приемное устройство 8 регистрации электромагнитного излучения.

Трассоискатель работает следующим образом. Видеомонитор подключается к пульту управления и блоку питания. К видеомонитору кабелем подключается движитель. Движитель устанавливается в устье коллектора, и тумблером включается подача питания. Движитель начинает перемещаться по коллектору, передавая изображение поло-

сти коллектора на видеомонитор и вырабатывая электромагнитное излучение.

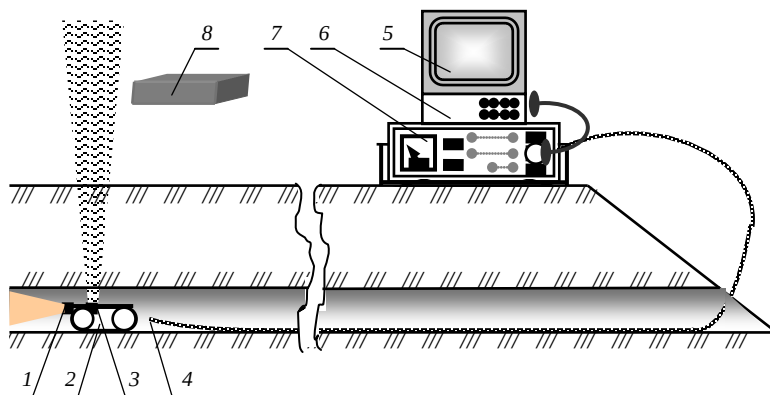


Рис. 6.38. Дренажный трассоискатель с самодвижущейся системой видеоконтроля:
1 – мини-видеокамера; 2 – гусеничный движитель; 3 – генератор; 4 – кабель;
5 – видеомонитор; 6 – блок управления; 7 – блок питания; 8 – приемное устройство

Оператор у пульта управления оценивает состояние коллектора и мест подсоединения к нему дрен, останавливая движитель в местах повреждений и подсоединения дрен. Второй оператор в это время идет по трассе коллектора с приемным устройством и по максимальному значению электромагнитного сигнала, излучаемого генератором, фиксирует положение движителя, отмечая его установкой колышков на поверхности земли и записывая на них необходимую информацию.

Движитель имеет размеры $210 \times 58 \times 65$ мм, массу 2 кг, угол обзора видеокамеры 75° , перемещается со скоростью $0,05 \dots 0,20$ м/с и может обслуживать коллектор диаметром не менее 100 мм.

Другим вариантом системы диагностирования, также разработанным, а затем усовершенствованным в РУП «Институт мелиорации», является более простой и надежный комплекс средств диагностики внутреннего состояния коллекторной сети и обнаружения мест повреждений КСД-160, схематически представленный на рис. 6.39. На рис. 6.39, а показана схема комплекса, на рис. 6.39, б – видеокамера с излучателем сигнала. Комплекс состоит из барабана 2 с намотанным на нем упругим стеклопластиковым трубчатым стержнем 4, станины 3, закрывающегося крышкой пульта 1 с блоком питания и управления и

видеомонитора, генератора сигнала 5 и видеокамеры 6, прикрепленных к концу стеклопластикового стержня, и приемного устройства системы обнаружения, хранящегося в корпусе пульта. Видеокамера и генератор сигнала проводом, проходящим внутри стеклопластикового стержня, соединены с пультом и видеомонитором. В блоке с видеокамерой смонтировано устройство подсветки. Для перемещения комплекса к другой дрене служат колеса 7.

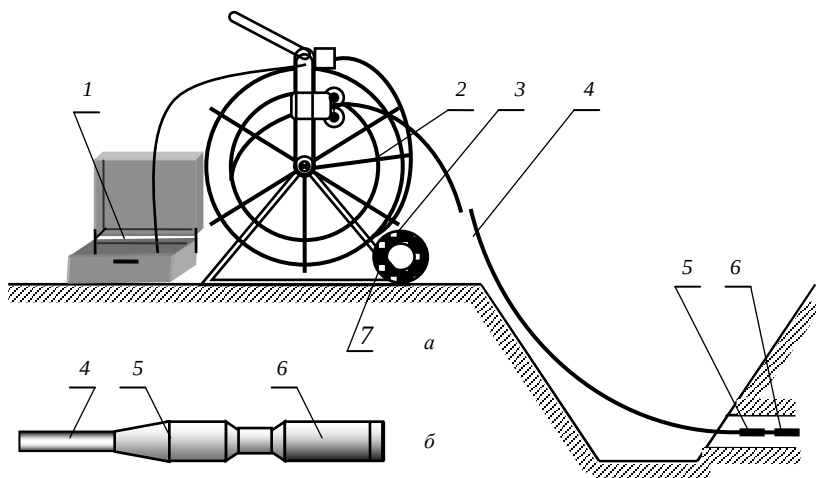


Рис. 6.39. Комплекс средств диагностики внутреннего состояния коллекторной сети и обнаружения мест повреждений КСД-160: *а* – схема комплекса; *б* – видеокамера с генератором сигнала; 1 – пульт; 2 – барабан; 3 – станина; 4 – трубчатый стержень; 5 – генератор сигнала; 6 – видеокамера; 7 – колеса

При обнаружении повреждения или закупорки включают генератор системы обнаружения. Оператор включает приемное устройство, становится у устья коллектора, располагает антенну приемного устройства вдоль коллектора и, перемещая приемное устройство вправо и влево, по максимальному показанию индикатора определяет положение коллектора. Найдя коллектор, он начинает двигаться вдоль его оси, следя за показаниями индикатора. Уменьшение показания свидетельствует об отклонении от трассы коллектора, резкое возрастание уровня сигнала говорит о том, что приемное устройство находится над генератором сигнала. Поворачивая приемное устройство, находят точное положение генератора сигнала. Оператор фиксирует положение

генератора, отмечая его установкой колышков на поверхности земли и записывая на них необходимую информацию. Данные обследования системы заносятся в журнал, по которому затем составляется план работ на мелиоративной сети. Продвижение видеокамеры с генератором вдоль коллектора производится оператором вручную. Возможность их перемещения обеспечивается упругостью стеклопластикового стержня.

Видеомонитор позволяет не только рассматривать, но и хранить нужные изображения в электронном виде.

Вид барабана со стеклопластиковым стержнем показан на рис. 6.40, *а*, а пульта управления с видеомонитором – на рис. 6.40, *б*.



а



б

Рис. 6.40. Вид комплекса КСД-160: *а* – барабан со стеклопластиковым стержнем; *б* – пульт управления с видеомонитором

Техническая характеристика комплекса КСД-160 приведена в табл. 6.4.

Таблица 6.4. Техническая характеристика комплекса КСД-160

Показатели	Значение
Внутренний диаметр обследуемых дрен, мм	50...250
Длина проталкиваемого стержня, м	150
Диаметр стержня, мм	12
Угол обзора видеокамеры, град	75
Глубина обнаружения от поверхности земли, м	5
Масса оборудования, кг	80
Габаритные размеры, мм	1000 × 380 × 1250

Генератор сигнала с видеокамерой выпускается в разных исполнениях, что показано на рис. 6.41, *а* и *б*.



Рис. 6.41. Видеокамера с генератором сигнала комплекса КСД-160 в разных исполнениях

РУП «Институт мелиорации» для диагностирования дрен путем поиска дренапромывочной головки с излучателем сигнала разработано поисковое устройство ПУ-2. На рис. 6.42, *а* показан общий вид устройства в рабочем положении, на рис. 6.42, *б* – передняя панель.

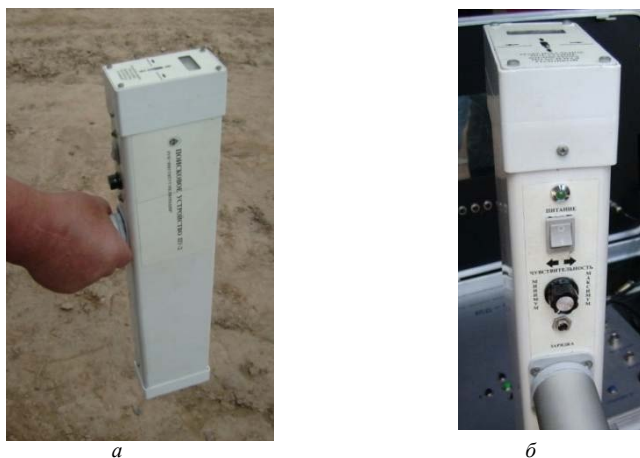


Рис. 6.42. Поисковое устройство ПУ-2: *а* – общий вид; *б* – передняя панель

Им пользуются так же, как и описанными выше поисковыми устройствами. Оператор включает ПУ-2, становится у устья дрены и

располагает приемное устройство вдоль оси дрены, ориентируясь по изображению поисковой головки на верхней панели устройства (рис. 6.43). Затем, перемещая приемное устройство вправо и влево, по максимальному показанию индикатора, расположенного на верхней панели, определяет положение дрены. Найдя ее, он начинает двигаться вдоль оси дрены, следя за показаниями индикатора.



Рис. 6.43. Верхняя панель поискового устройства ПУ-2

Уменьшение показания говорит об отклонении от трассы дрены, резкое возрастание уровня сигнала свидетельствует о нахождении прибора над генератором сигнала. Оператор фиксирует данное положение установкой колышков на поверхности земли.

Поисковую головку можно по такому же принципу и в том же порядке обнаруживать и с помощью комплекта ТЕСТА (рис. 6.44).



а



б

Рис. 6.44. Поисковое устройство ТЕСТА: *а* – вид в футляре; *б* – цифровая панель

При более компактном исполнении он обладает теми же возможностями, что и ПУ-2.

Для оценки состояния коллекторов до очистки, очистки коллекторов и определения качества промывки может использоваться устройство для диагностики и очистки коллекторной сети ОД-100, разработанное в РУП «Институт мелиорации». По своей компоновке и использованию ОД-100 сходно с комплексом КСД-160, но опорные колеса установлены поперек барабана с пластиковым стержнем, поэтому с позиции на позицию ОД-100 перемещают на колесах, наклонив его в сторону (рис. 6.45).

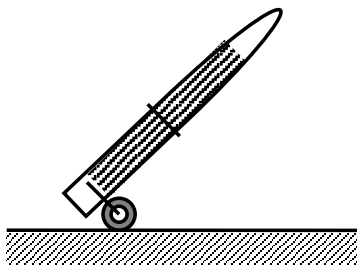


Рис. 6.45. Вид устройства ОД-100 в транспортном положении

Устройство может использоваться для очистки коллекторов, их устьев, удаления корней растительности из коллекторов, диагностических работ.

Техническая характеристика устройства приведена в табл. 6.5.

Таблица 6.5. Техническая характеристика устройства ОД-100

Показатели	Значение
Внутренний диаметр обследуемых дрен, мм	50...250
Длина обследования, м	100
Диаметр стержня, мм	12
Количество сменных диагностических головок, шт.	6
Количество очистных насадок, шт.	3
Масса оборудования, кг	35
Габаритные размеры, мм	1000 × 560 × 1260
Поисковое устройство (по заказу), шт.	1
Обслуживающий персонал, чел.	2

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Перечислите основные причины нарушения работоспособности дренажа.
2. Назовите и кратко охарактеризуйте способы восстановления работоспособности дренажа.
3. Изобразите схемы вскрытия дрен при их механической очистке.
4. Изобразите насадки для механической очистки трубопроводов и дрен.
5. Объясните принцип химической очистки дрен.
6. Изобразите типичную конструкцию шланга с реактивной дренопромывочной головкой.
7. Изобразите конструкции головок дренопромывочных машин для гидравлической очистки дрен.
8. Изобразите конструкцию головки дренопромывочных машин для гидромеханической очистки дрен.
9. Изобразите конструкцию вращающейся головки дренопромывочной машины.
10. Изобразите конструкцию головки дренопромывочной машины для гидравлической пульсирующей очистки дрен.
11. Изобразите конструкцию головки дренопромывочной машины для гидравлической очистки дрен большого диаметра.
12. Изобразите конструкцию дренопромывочной машины типа УПД-120. Опишите ее работу.
13. Изобразите схему и поясните работу дренажного трассоискателя с самодвижущейся системой видеоконтроля.
14. Изобразите схему и поясните работу комплекса средств диагностики внутреннего состояния коллекторной сети и обнаружения мест повреждений КСД-160.
15. Изобразите схему и поясните назначение оборудования ОД-100.
16. Перечислите способы обнаружения дрен.
17. Объясните принцип обнаружения мест повреждения дрен при использовании трассоискателей.

7. МАШИНЫ ДЛЯ РЕМОНТА И СОДЕРЖАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

В состав мелиоративных систем обычно входят различные гидротехнические сооружения, такие, как: смотровые и поглотительные колодцы, бетонные устья, трубы-переезды, мосты и мостки, береговые знаки, водоподпорные и водопропускные сооружения, бетонные и железобетонные облицовки и отмостки. При их ремонте и эксплуатации типичными работами являются: очистка смотровых колодцев, аванкамер и сороулавливающих решеток; восстановление надписей на знаках береговой обстановки; побелка ГТС и их окраска; нанесение защитных покрытий и консервационных составов; восстановление крепления каналов; очистка водопроводящих лотков, устьев дренажной сети труб-переездов; сварочные и слесарно-монтажные работы; заполнение и забивка пазух под бетонными элементами ГТС; ремонт стыков между бетонными плитами и трещин плит и т. п. Объемы работ обычно бывают значительными, требующими для их выполнения машин для ремонта и содержания гидротехнических сооружений.

К данной группе относятся узкоспециализированные машины и многофункциональные ремонтно-эксплуатационные агрегаты. Целью применения последних является сокращение ручного труда, повышение качества и производительности работ, сокращение их сроков и номенклатуры техники, применяемой при обслуживании и ремонте ГТС. Ремонтно-эксплуатационные агрегаты или являются прицепными (полуприцепными) к трактору, или состоят из трактора с навешенным сменным рабочим оборудованием, а также могут состоять из аналогичной машины, но дополненной тележкой с набором агрегатов и приспособлений для производства различных ремонтно-эксплуатационных работ.

Например, агрегат для ухода за гидротехническими сооружениями АУГ-3, разработанный в РУП «Институт мелиорации» под руководством профессора В. Н. Кондратьева, предназначен для выполнения комплекса работ с использованием различного сменного оборудования. Он может выполнять побелку и покраску ГТС, гидробурение скважин для установки в них кольев при креплении каналов, откачивание воды при ремонте каналов и при подготовке оросительных систем к консервации, гидропосев трав и тушение пожаров, управление затворами шлюзов-регуляторов. Агрегатируется с тракторами «Беларус» класса 1,4 и комплектуется следующими сменными рабочими органами: брандспойтом для гидропосева трав и тушения пожаров, насадкой для гидробурения, устройством для водооткачки и

заправки цистерны, приспособлением для управления затворами шлюзов-регуляторов, краскораспылителями.

Схематически АУГ-3 показан на рис. 7.1. Он состоит из красконагнетательного бака 1, ходовой тележки 2, гидрооборудования 3, рамы 4, трансмиссии 5, опоры 6, компрессора 7, цистерны 8 с установленной в ней мешалкой и сменного рабочего оборудования.

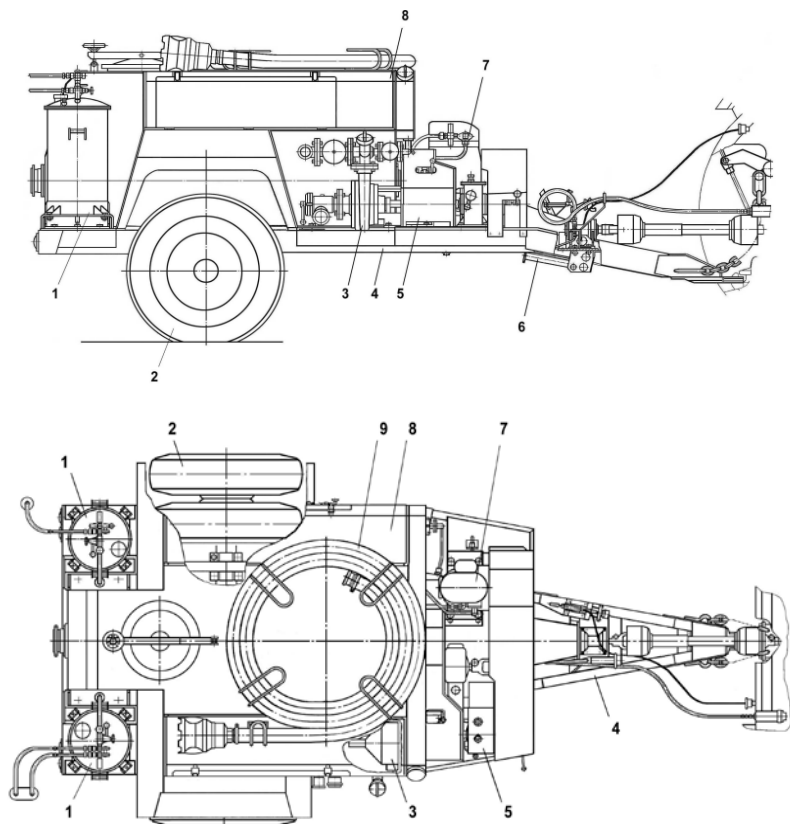


Рис. 7.1. Схема агрегата для ухода за гидротехническими сооружениями АУГ-3:
1 – красконагнетательный бак; 2 – ходовая тележка; 3 – гидрооборудование; 4 – рама;
5 – трансмиссия; 6 – опора; 7 – компрессор; 8 – цистерна; 9 – шланг

В отсоединенном положении агрегат опирается на колеса и откидную опору 6.

Центробежный насос гидросистемы, компрессор и мешалка приводятся в действие от вала отбора мощности трактора.

Насос предназначен для подачи воды под давлением к оборудованию для образования скважин в откосах каналов, гидропосева трав, тушения пожаров, очистки лотков дренажных колодцев, обмыва сооружений перед покраской. Перед запуском он заполняется водой через заливную горловину или из заправочного бачка цистерны.

Цистерна используется в качестве емкости для воды при очистке дренажных колодцев и выполнении работ с гидробуром при отсутствии поблизости водоемов или воды в канале. Кроме того, в цистерне приготавливаются гидросмеси для посева трав.

Управление затворами производится за счет вращения механизма подъема задвижек. Вращение выполняется после соединения специальным карданным валом механизма подъема с редуктором, установленным в задней части агрегата.

Общий вид агрегата с трактором в транспортном положении показан на рис. 7.2.



Рис. 7.2. Общий вид агрегата АУГ-3 с трактором в транспортном положении

Основные технические данные агрегата АУГ-3 приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1. Техническая характеристика агрегата АУГ-3

Показатели	Значение
Вместимость цистерны, л	1200
Вместимость баков, л	20
Производительность компрессора, м ³ /мин	0,5
Рабочая скорость передвижения при гидропосеве, км/ч	До 4
Конструктивная масса, кг	1850
Габаритные размеры без трактора, мм	4220×2340×1933
Техническая производительность при выполнении:	
окрашивания кузбасслаком, м ² /ч, не менее	50
побелки известью, м ² /ч, не менее	60
очистки лотков устьев дрен, шт/ч, не менее	5
установки кольев в подошву откоса канала, шт/ч, не менее	100
подъема затворов шлюзов, шт/ч, не менее	3
гидропосева трав, га/ч, не менее	0,2
Параметры обслуживаемых каналов:	
глубина, м	До 3
ширина по дну, м	0,5...2,0
коэффициент заложения откосов	До 2

Для обеспечения механизации комплекса работ при строительстве и ремонте гидротехнических сооружений и оросительных каналов глубиной до 2,5 м предназначен агрегат АРС-2Б. Он используется в местах, где отсутствуют местные или централизованные источники электроэнергии. Агрегат базируется на двухосном пневмоколесном прицепе 2ПТС-4М и транспортируется трактором класса 1,4 или автомобилем.

Дизель-электрический агрегат имеет систему автоматического управления, включающую в себя систему по предупредительной защите от аварий, обеспечивающую остановку дизеля при недопустимом понижении давления масла в системе смазки дизеля, повышении температуры или понижении уровня охлаждающей жидкости, повышении частоты вращения коленвала дизеля, повышении силы тока, исчезновении напряжения на клеммах генератора. Перед пуском агрегат заземляется. Агрегат обслуживают два человека.

Состав оборудования приведен в табл. 7.2.

Для укладки труб и ремонта ГТС используется агрегат-трубоукладчик РР-11, смонтированный на одноосном прицепе. Агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4...2. Он укомплектован краном грузоподъемностью 2 т, сварочным агрегатом, электрогенератором, компрессором, механизированным инструментом, оборудованием для приготовления окрасочных смесей и окрашивания.

Таблица 7.2. Состав оборудования агрегата АРС-2Б

Наименование и марка оборудования	Назначение	Мощность, кВт
Дизель-электрический агрегат ПЭС-15	Источник электроэнергии	16,0
Бетономешалка С-674	Приготовление бетонной смеси	6,6
Насос диафрагменный С-205А	Откачка воды	1,0
Электровибраторы ИВ-38, ИВ-2, ИВ-17	Уплотнение бетонной смеси	0,8; 0,6; 0,8
Электрошпалоподбойка ЭШП-7	Уплотнение грунта и щебня	0,4
Электротрамбовка ИЭ-4501	Уплотнение грунта	0,6
Трансформатор ИВ-9 для электровибраторов	Понижение напряжения	1,5
Кран-укосина	Погрузка-выгрузка оборудования	–
Электрощетка	Очистка швов и трещин	0,35
Отбойный молоток ИЭ-4203	Разрушение бетона	0,27
Растворонасос С-251	Нагнетание цементного раствора	1,7
Компрессор	Нагнетание воздуха	4,0
Краскораспылитель С-45	Покраска и побелка, нанесение клеевых составов	4,0
Сварочный агрегат ТС-102	Сварочные работы	–
Пистолеты клеевые	Нагнетание эпоксидных смол	–
Бачки-мешалки	Приготовление компонентов и смесей	–

Очистка смотровых колодцев на дренажных системах производится машинами с грейферным оборудованием или агрегатируемыми с тракторами машинами, с рабочим органом для размыва отложений и откачки пульпы (машины КОРД-5,0 и МОК-10).

Цистерна (рис. 7.3) посредством вакуумного насоса 14, приводимого в действие от вала отбора мощности через кардан 16, редуктор 17 и клиноременную передачу 15, заполняется водой. Затем машину устанавливают рядом с очищаемым колодцем 5 и гидроцилиндром 9 опускают в него рабочий орган. Центробежным насосом 18 вода подается в кольцевой гидрорыхлитель 2, который взмучивает отложения 1 и заставляет вращаться образующуюся пульпу. Последняя отсасывается по заборному рукаву 6 в отсек 10, в котором создается вакуум. Для того чтобы в дрена 4 не попадала пульпа, дрена предварительно закрывается заглушками 3. Отстоявшаяся в отсеке 10 вода по плавающему водозаборнику 11, патрубку 12 и гидроздвижке 13 перекачивается в отсек 19.

После очистки 4–6 колодцев осадок в цистерне взмучивается насадкой 21 и сливается через трубопровод 22 с дефлектором 23. Осадок может быть использован в качестве удобрения.

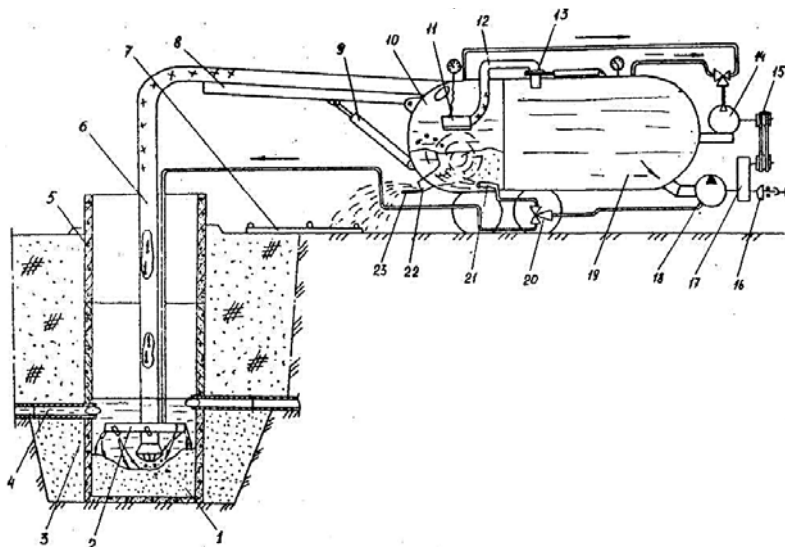


Рис. 7.3. Схема работы МОК-10: 1 – отложения; 2 – гидрорыхлитель; 3 – заглушки; 4 – дрена; 5 – очищаемый колодец; 6 – заборный рукав; 7 – подкладка; 8 – направляющая; 9 – гидроцилиндр; 10, 19 – отсеки; 11 – водозаборник; 12 – патрубок; 13 – гидроздвижка; 14 – вакуумный насос; 15 – клиноремная передача; 16 – кардан; 17 – редуктор; 18 – центробежный насос; 20 – крыльчатка; 21 – насадка; 22 – трубопровод; 23 – дефлектор

Совместно с ремонтным агрегатом или сеялкой гидропосева трав может использоваться ручное устройство для очистки колодцев (рис. 7.4, а). При нажатии на рукоятку 1 открывается подача воды в устройство, которая поступает в торообразную камеру 5 с насадками 3 и к эжектору 2. Отсос пульпы производится через пульпопровод 6. Устройством можно очищать колодцы глубиной до 3 м и диаметром 20...50 см.

Аналогичное устройство (рис. 7.4, б) используется для механизации работ по очистке каналов под мостами или там, где невозможно применение каналаочистителей. Вода в устройство подается по шлангу. При нажатии на рукоятку 7 открывается клапан 8, и вода поступает к соплам 4, истекая из которых, размывает наносы. При нажатии на рукоятку 1 вода через клапан и камеру 5 поступает к эжектору 2 и, проходя через него, создает пониженное давление, благодаря чему насадки 5 засасывают пульпу, которая по трубопроводу выводится за пределы канала. Возможно применение средств для выделения воды из пульпы.

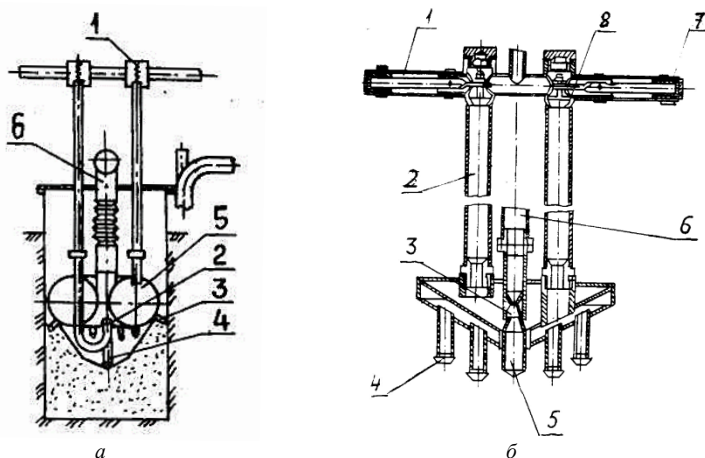


Рис. 7.4. Ручные устройства для механизации работ: *а* – при очистке колодцев; *б* – при очистке каналов; 1, 7 – рукоятки; 2 – эжектор; 3 – насадки; 4 – сопла; 5 – торообразная камера; 6 – пульпопровод; 8 – клапан

Трубы-переезды периодически необходимо очищать от наносов.

Для очистки труб-переездов гидромеханическим методом разработана машина, состоящая из колесного трактора, на котором смонтированы водяной насос, силовая лебедка, подъемное оборудование и гидросистема, и прицепного рабочего органа, включающего в себя проходной щит, два опорных катка и присоединительные шланги гидросистемы. Для очистки трубы-переезда рабочий орган устанавливается в ее свободный конец и производится подключение трубопроводов гидросистемы и тяговых тросов. Поступательное перемещение рабочего органа вдоль очищаемой трубы осуществляется лебедкой. Гидромотор через редуктор приводит во вращение двухзаходные фрезы и пропеллерные мешалки. Наносы разрабатываются фрезами, имеющими два зубчатых лемеха. В центре между лемехами по оси валов фрез установлены перья для выдавливания наносов к режущим частям лемехов. Посредством винтовых поверхностей фрез срезанные наносы перемещаются в зону перемешивания, куда от гидромотора подается вода для образования пульпы. В нижней части трубы наносы рыхлятся ножами-рыхлителями, прикрепленными к проходному щиту. Образующаяся пульпа забирается всасывающим отверстием землесосной системы и по шлангу подается в место отстаивания.

Более простой рабочий орган имеет машина МОП, смонтированная на базе самоходного шасси (рис. 7.5).

Машина очищает трубу-переезд, протягивая конусный или лемешный рабочий орган 7 канатом 5, огибающим полукольца 6, установленные на двух штангах 4. Трос перемещается двумя барабанами 8, установленными на опорах 1 и 9 и приводимыми во вращение от двигателя шасси через редуктор 3 и муфту 2. Возможна очистка труб-переездов длиной до 15 м и диаметром от 0,3 до 1,0 м.

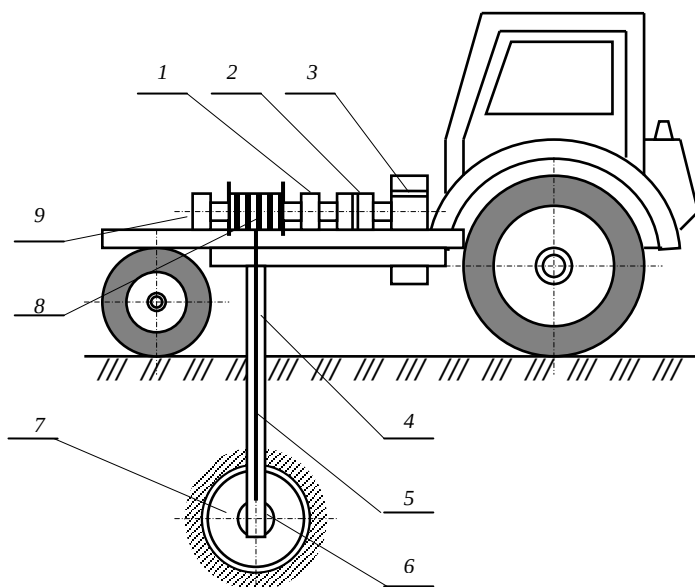


Рис. 7.5. Машина для очистки труб-переездов: 1, 9 – опоры; 2 – муфта; 3 – редуктор; 4 – штанги; 5 – канат; 6 – полукольца; 7 – рабочий орган; 8 – барабаны

Для очистки больших труб длиной 80...150 м и диаметром до 2,5 м применяется ковш-рыхлитель (рис. 7.6).

Ковш-рыхлитель состоит из следующих основных сборочных единиц: рамы 1, ковша 4, поплавка 2, серьги 5 и стропы 3. Ковш прикреплен к раме шарнирно. При холостом ходе ковш складывается, а при рабочем – принимает вертикальное положение, благодаря чему осуществляется эффективная экскавация ила при рабочем ходе и отсутствует призма волочения при холостом ходе. Если трубопровод заполнен водой, поплавок всплывает и очищает верх трубопровода.

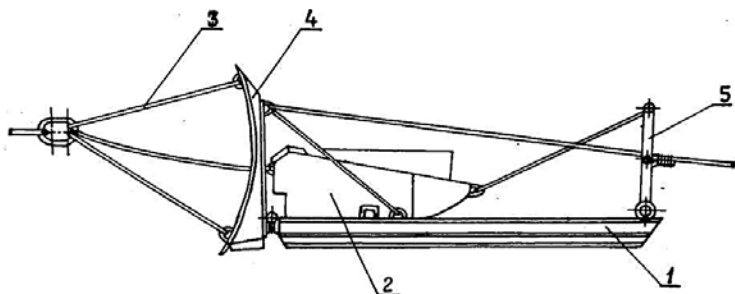


Рис. 7.6. Ковш-рыхлитель: 1 – рама; 2 – поплавок; 3 – стропа; 4 – ковш; 5 – сержа

Известна самоходная машина (бульдозер) для очистки водопроводящих сооружений, в частности, водоводов большого диаметра. Бульдозер для очистки водопроводящих сооружений под магистральными каналами (механический способ очистки) состоит из базового трактора тягового класса 1,4 с навесным бульдозерным оборудованием и защитной рамы. Защитная рама выполнена из газопроводящих труб с передним и задним выхлопными отверстиями. Трубы соединены с выхлопной трубой трактора. Для отвода выхлопных газов и улучшения воздухообмена за сиденьем тракториста установлен вентилятор, соединенный с гидромотором, управляемым гидрораспределителем. Рукоятка включения гидрораспределителя кинематически связана с заслонкой управления выхлопными газами.

Для гидравлической очистки смотровых колодцев, аванкамер насосных станций, труб-переездов, дренажных коллекторов и других трубопроводов диаметром до 1,5 м создан многоцелевой агрегат, состоящий из колесного трактора «Беларус 82.1» и двухосного прицепа, на котором установлена цистерна для воды, катушка со шлангом, трубопроводы, запорная арматура и две телескопические стрелы. Агрегат укомплектован грунтососом и набором гидрореактивных снарядов. На задней навеске трактора смонтирован и подключен к валу отбора мощности насос-редуктор дождевальная машины типа ДДН-70.

Грунтосос (рис. 7.7) представляет собой трубную конструкцию и состоит из грунтозаборника 2, конфузора 3, ускорителя 4, диффузора 5, осевого патрубка 1, гидромонитора-рыхлителя 7 и пульпоотвода 6. Вода подается от насоса-редуктора по питающему шлангу к осевому патрубку и гидромонитору. Большая часть подаваемой воды, проходя через переменное сечение, образуемое конфузуром, ускорителем и диффузором, создает в грунтозаборнике вакуум. Одновременно

с этим часть воды попадает в гидромонитор-рыхлитель, который ввинчивается в осевой патрубок вблизи грунтозаборника и представляет собой конусную насадку диаметром 25 мм. Количество воды, подаваемой в конфузор и на размыв, может регулироваться. Гидромонитор размывает грунт в зоне отсоса, за счет создаваемого вакуума в грунтозаборнике взвешенные частицы наилка в виде пульпы устремляются вместе с подаваемой водой в пульпоотвод.

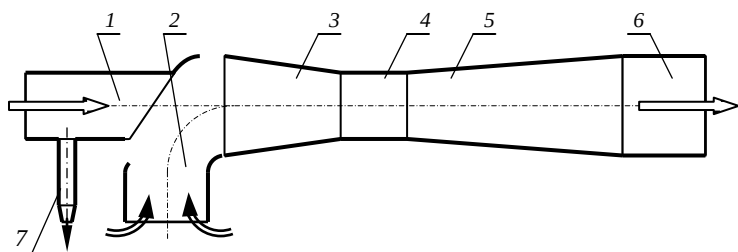


Рис. 7.7. Грунтосос: 1 – осевой патрубок; 2 – грунтозаборник; 3 – конфузор; 4 – ускоритель; 5 – диффузор; 6 – пульпопровод; 7 – гидромонитор-рыхлитель

Грунтосос может быть использован для очистки каналов. Управляя им вручную, можно очистить от ила труднодоступные для механизмов места, такие, как камеры насосных станций, колодцы и др.

Гидрореактивный снаряд (рис. 7.8) состоит из приемной сферической камеры 1, камеры реакции 2, осевого патрубка 3 с соплом 5 и деревянного кожуха 4. Приемная сферическая камера снабжена 8–10 выходными отверстиями диаметром 10 мм, расположенными по окружности. Камера соединена с осевым патрубком. Между приемной камерой и камерой реакции имеется регулируемый кольцевой зазор. Камера служит для приема рабочей воды от насоса-редуктора посредством напорного шланга, распределения ее в камеру реакции и через осевой патрубок к фронтальному соплу.

Камера реакции представляет собой цилиндр с конусной кромкой, который навинчивается на осевой патрубок. Вода, попадая из приемной камеры и ударяясь в дно цилиндра, образует реактивную струю, которая истекает через кольцевой зазор в виде веера. Кольцевая струя, создавая реактивную тягу и увлекая за собой шланг, вымывает наилкок из труб-переездов.

Осевой патрубок является скелетной деталью, на которую монтируются все остальные детали. Оканчивается он фронтальным соплом.

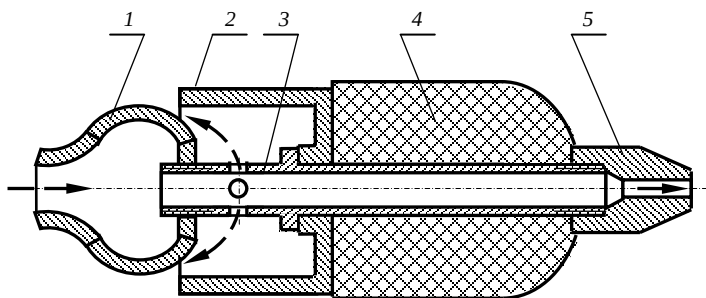


Рис. 7.8. Гидрореактивный снаряд: 1 – сферическая камера; 2 – камера реакции; 3 – осевой патрубков; 4 – деревянный кожух; 5 – сопло

Вода, истекая через фронтальное сопло, разрушает наилок.

Деревянный кожух надевается на осевой патрубок, придает снаряду плавучесть и предотвращает встречу снаряда со стыками труб. Гидро-реактивный снаряд может использоваться на очистке водоводов в сочетании с грунтососом. В таком случае насосы размываются гидроснарядом и концентрируются в отстойниках, откуда с помощью грунтососа удаляются на поверхность.

Производительность в зависимости от диаметра труб и степени засоренности – 6...20 шт. в смену.

Гидрореактивный снаряд для очистки коллекторов является модификацией снаряда для очистки труб-переездов и состоит из приемной камеры, камеры реакции, осевого патрубка с наконечником и пружины. Для устранения закупорок и корней растений может снабжаться гарпуном. Установленная в снаряд пружина автоматически в зависимости от условий работы регулирует кольцевой зазор, через который истекает реактивная струя. Снаряд имеет меньшую массу и размеры и способен очищать до 800 м коллекторных труб в смену.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Назовите виды работ, выполняемых при ремонте и содержании ГТС.
2. Назовите применяемое оборудование при ремонте и содержании ГТС.
3. Назовите марки агрегатов для ремонта и содержания ГТС и основное оборудование.
4. Изобразите схемы машины для очистки труб-переездов, грунтососа, гидро-реактивного снаряда. Укажите назначение и поясните принцип их действия.

8. МАШИНЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-РЕМОНТНЫХ РАБОТ СПОСОБОМ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ

8.1. Земснаряды. Классификация и принцип действия

Гидромеханизация – способ производства земляных работ, при котором для разработки, транспортирования и укладки грунта используется энергия потока или струи воды.

Данный способ может применяться при выполнении эксплуатационно-ремонтных работ, связанных с отделением и перемещением грунта. Эти виды работ могут быть представлены достаточно большим перечнем, однако с учетом стесненности в условиях работы, характеристик разрабатываемых грунтов, сравнительно малых объемов перемещаемых грунтов, выполнения работ в непосредственной близости от ГТС этот перечень сокращается. Практически при эксплуатации, реконструкции и ремонте мелиоративных объектов *способом гидромеханизации выполняются работы* по удалению наносов из дрен, облицованных каналов, смотровых колодцев, аванкамер. Осуществляется очистка и углубление крупных каналов, рек-водоприемников, фарватеров, мест водозабора передвижных насосных станций, естественных и искусственных водоемов. Кроме того, способ гидромеханизации может применяться для добычи особого вида ила – сапропеля.

Ряд работ, при которых производится перемещение малых удельных объемов грунтов или извлечение наносов непосредственно из ГТС, выполняется специальными машинами или рабочими органами. К ним относятся: дренопромывочные машины, землесосные рабочие органы каналоочистителей, приспособления для механизации ручных работ, рабочее оборудование ремонтно-эксплуатационных агрегатов для ухода за ГТС и другое рассмотренное выше оборудование и машины. При больших объемах грунтов целесообразно применение землесосных снарядов, или земснарядов.

Земснаряд – это плавучая машина, предназначенная для извлечения грунта из-под воды и транспортирования его в виде пульпы, т. е. смеси грунта с водой, к месту укладки.

Земснаряды применяются при строительстве плотин, дамб, крупных каналов, котлованов, водоемов, при углублении гаваней и фарватеров, при добыче песка, гравия, сапропелей, ракушки, при очистке от наносов мелиоративных каналов, прудов, рек. Они могут также использоваться в качестве плавучих насосных станций.

Применяющиеся при строительстве и эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных объектов *земснаряды классифицируются* следующим образом.

В зависимости от производительности по количеству добываемого грунта они делятся на особо малые (до 50 м³/ч), малые (50...200), средние (200...500), крупные (500...1000) и особо крупные (более 1000 м³/ч).

По способу отделения грунта от массива – с гидравлическим, механическим, гидромеханическим, вибрационным отделением.

По типу грунтозаборного или рыхлящего устройства – с наконечником круглым, эллипсным или щелевым со свободным всасыванием (сосуном, всосом), с наконечником с эжекторным всасыванием, с одно- или многосопловым гидравлическим разрыхлителем, с фрезерным (открытая фреза с плоскими ножами, закрытая фреза с ножами двойной кривизны, полуоткрытая фреза с волнообразными ножами, фреза с отвально-режущими элементами), с двухфрезерным (две цилиндрические фрезы) разрыхлителем, с вибратором, с роторно-ковшовым бункерным и безбункерным, многоковшовым цепным, однокорытовым разрыхлителем, фрезерно-сопловым разрыхлителем и др.

По способу транспортирования пульпы – с транспортированием по плавучему трубопроводу, размещаемому на понтонах, подвесному трубопроводу, конвейеру, с выбросной трубой.

По конструкции корпуса – с разборным и неразборным корпусом.

По типу привода основного и вспомогательного оборудования – дизельные, дизель-электрические, электрические.

По месту размещения основного энергопитающего агрегата – с бортовым (трюмное или палубное расположение) и береговым размещением. Последнее используется с применением береговых электростанций или с подключением к линиям электропередач, подающих ток на бортовой трансформатор.

По способу рабочего перемещения – с якорным (тросовым) папильонированием, со свайным (свайно-тросовым) папильонированием, с независимым (хоботовым) перемещением грунтозаборного органа.

По схеме установки свай – с фиксированной установкой, с установкой свай с возможностью их перемещения в прорези по продольной оси земснаряда, с размещением свай в поворотном барабане (роторе).

Кроме того, существуют *земснаряды-амфибии*, имеющие, как правило, колесное ходовое оборудование и способные перемещаться по суше и по воде.

Независимо от конструктивных особенностей при проектировании земснарядов рекомендуется стремиться к созданию земснарядов с характеристиками, соответствующими оптимизированному типоразмерному ряду. Значения основных показателей земснарядов, соответствующие оптимизированному типоразмерному ряду, приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1. Оптимизированный типоразмерный ряд мелиоративных земснарядов

Показатели	Типоразмер			
	первый	второй	третий	четвертый
Техническая производительность по грунту первой категории при максимальной дальности транспортирования пульпы, м ³ /ч	50	100	200	400
Дальность транспортирования пульпы, м	200	500	700	1000
Ширина разрабатываемой выемки, м:				
наибольшая	20	30	40	50
наименьшая	4	10	16	25
Глубина разработки, м:				
с разрыхлителем	3	4	6	7
без разрыхлителя	4	6	8	10
Осадка корпуса, м	0,5	0,6	0,8	1,1

При выполнении ремонтно-эксплуатационных работ наибольшее применение находят дизельные земснаряды с неразборным корпусом и трюмным размещением энергопитающего агрегата.

На рис. 8.1 приведена *типичная принципиальная схема земснаряда*. Несущей частью его является корпус 6. В носовой части корпуса установлены с возможностью поворота вокруг горизонтальных осей стойка 3 и рама 2 с рабочим органом, состоящим из активного рыхлящего органа (фрезы) 1, ее привода 13 и всасывающего трубопровода 5, который посредством гибкой вставки 14 соединен с грунтовым насосом 7, приводимым в действие дизельным или электрическим двигателем 8. К напорному патрубку грунтового насоса присоединен пульпопровод 10, укладываемый на понтоны при его расположении на воде. На суше при значительной дальности транспортирования он укладывается на инвентарные опоры.

В кормовой части корпуса размещены две сваи 9, управляемые лебедочным механизмом 15.

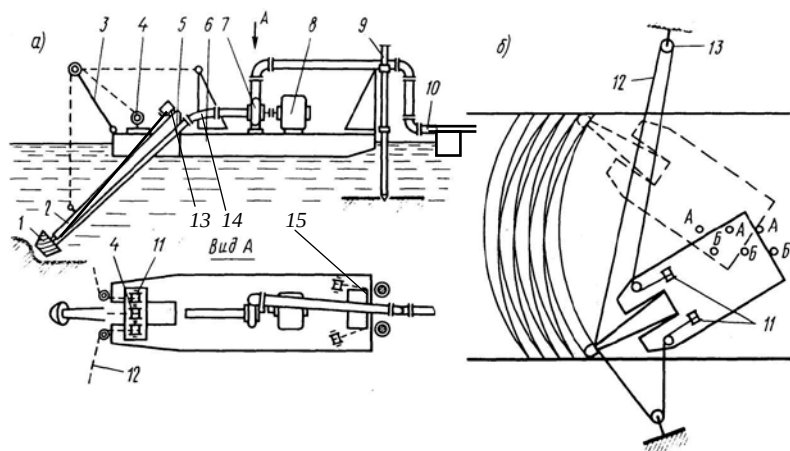


Рис. 8.1. Схема земснаряда: а – вид сбоку и сверху; б – схема свайно-тросового папилирования; 1 – рыхлящий орган; 2 – рама; 3 – стойка; 4, 11 – лебедки; 5 – всасывающий трубопровод; 6 – корпус; 7 – грунтовой насос; 8 – двигатель; 9 – сваи; 10 – пульпопровод; 12 – канаты; 13 – отводные блоки; 14 – гибкая вставка; 15 – лебедочный механизм

Для подъема и опускания рабочего органа в носовой части установлены стойка 3 и лебедка 4, а для управления канатами 12, обеспечивающими рабочее перемещение (папилонаж) земснаряда, на палубе установлены лебедки 11. В зависимости от глубины разработки лебедкой 4 устанавливают требуемое положение рамы 2 и включают привод фрезы и грунтовой насос. Фреза рыхлит грунт, который вместе с водой в виде пульпы засасывается во всасывающий трубопровод грунтовым насосом, подается им в пульпопровод и транспортируется по нему к месту укладки. При дальности транспортирования до 30 м вместо пульпопровода может быть установлена выбросная труба, из которой пульпа выбрасывается в виде струи.

Внедрение фрезы в грунт обеспечивается благодаря повороту земснаряда вокруг одной из внедренных в дно свай (А или Б). Поворотное движение осуществляется согласованным выбором и стравливанием (отпусканьем) канатов 12 лебедками 11. Канаты должны быть предварительно оттянуты в стороны и заякорены на дне водоема

или, если позволяет обстановка и длина канатов, зафиксированы на берегу. По варианту, показанному на рис. 8.1, на берегу фиксируются отводные блоки 13, а свободные концы канатов крепятся к раме рабочего оборудования. После поворота земснаряда на требуемый угол в дно внедряется свая А, а свая В лебедочным механизмом поднимается, и посредством канатов 12 земснаряд поворачивается вокруг сваи А в противоположную сторону, заставляя фрезу снимать следующую полосу грунта. Затем сваи снова меняются местами, и земснаряд снова поворачивают в обратном направлении. Так процесс циклично повторяется до окончания зоны выработки или до необходимости переноса якорей канатов или перемещения отводных блоков. Такая схема рабочего перемещения называется свайно-тросовым папильонированием для земснаряда с фиксированной установкой свай.

Для водного транспортного перемещения при смене зоны работы, т. е. при перемещении на значительное расстояние, используются буксиры. Некоторые легкие земснаряды при смене позиций перемещаются за счет реактивного действия струи, выбрасываемой грунтовым насосом.

Мелиоративные земснаряды часто работают в стесненных условиях. В таких случаях могут применяться малогабаритные земснаряды. На рис. 8.2 показан малогабаритный земснаряд УПМ-2.

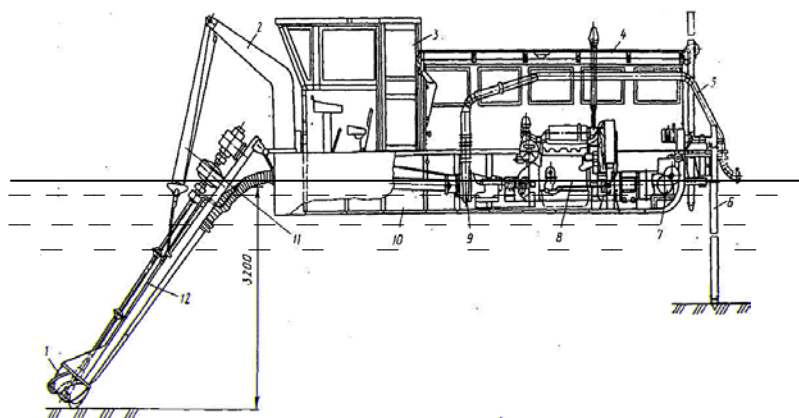


Рис. 8.2. Схема малогабаритного земснаряда: 1 – фреза; 2 – стойка; 3 – рубка; 4 – техническое помещение; 5 – пульпопровод; 6 – сваи; 7 – механизм подъема свай; 8 – двигатель; 9 – грунтовой насос; 10 – трюм; 11 – полиспасты; 12 – рама

Он, как и описанный выше, имеет свайно-тросовый ход и состоит из фрезы 1 с приводом, стойки 2, рубки 3, технического помещения 4, пульпопровода 5, свай 6, механизма подъема свай 7, двигателя 8, грунтового насоса 9, трюма 10 корпуса, полиспастов 11 подъема рабочего органа, рамы 12.

На рис. 8.3 показан *земснаряд с независимым поворотом рабочего органа*. В связи с тем что поворот рабочего органа приводит к смещению центра тяжести земснаряда, для повышения боковой устойчивости к корпусу 10 посредством раздвижных штанг 15 крепятся дополнительные понтоны 3.

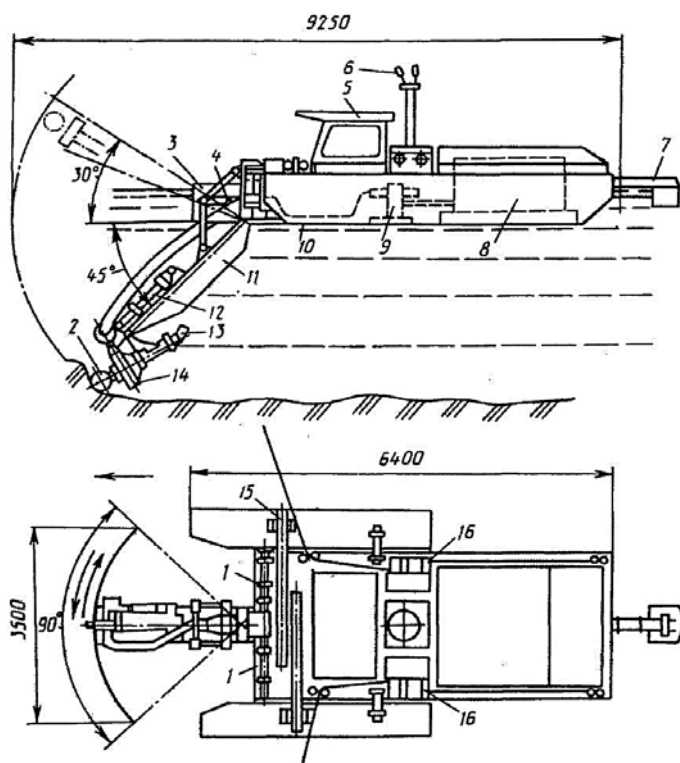


Рис. 8.3. Схема земснаряда с независимым поворотом грунтозаборного органа:

- 1, 4, 12 – гидроцилиндры; 2 – рыхлитель; 3 – понтоны; 5 – рубка; 6 – фары;
7 – пульпопровод; 8 – двигатель; 9 – насосная установка; 10 – корпус;
11 – стрела; 13 – гидромотор; 14 – грунтовой насос; 15 – штанги; 16 – лебедки

У земснаряда данной схемы грунтовой насос 14 вместе с рыхлителем 2 и гидромотором 13 приводя расположен на конце подъемно-поворотной стрелы 11. Пульпопровод 7 от грунтового насоса проложен по трюму и далее по поплавкам. При разработке прорезей шириной больше амплитуды поворота рабочего органа применяется свайнотросовое или тросовое папильонирование, осуществляемое посредством четырех лебедок 16. Посредством этих лебедок обеспечивается также фиксация в нужном положении и продольное перемещение земснаряда.

Управление земснарядом осуществляется из рубки 5. Освещение места работы обеспечивается фарами 6. Силовой установкой является дизельный двигатель 8 с насосной установкой 9, обеспечивающей подачу масла к исполнительным механизмам. Поворот стрелы производится двумя гидроцилиндрами 1, ее подъем и опускание – гидроцилиндром 4. При необходимости грунтовой насос вместе с рыхлителем и приводом может поворачиваться в вертикальной плоскости гидроцилиндром 12.

При небольшой глубине воды и достаточно прочном дне для выполнения эксплуатационных работ, например очистки или углубления каналов, могут использоваться *земснаряды-амфибии*. Схема одного из вариантов такой машины показана на рис. 8.4.

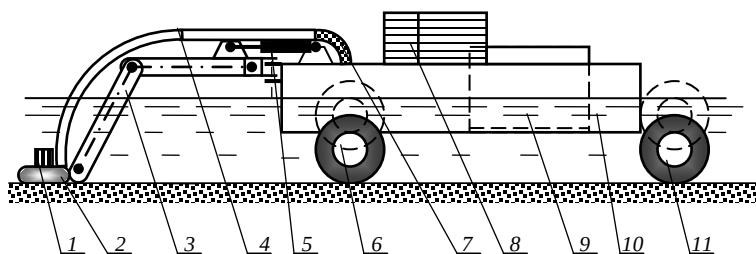


Рис. 8.4. Схема земснаряда-амфибии с независимым поворотом грунтозаборного органа:

- 1 – грунтозаборный орган; 2 – гидромотор; 3 – стрела; 4 – пульпопровод;
- 5 – поворотная колонка; 6 – передний ведущий мост; 7 – гибкая вставка; 8 – рубка;
- 9 – силовая установка; 10 – корпус; 11 – задняя опора

Земснаряд данного типа помимо корпуса 10 с рубкой 8 и установленной в трюме силовой установки 9 имеет рабочий орган с независимым поворотом. Он состоит из грунтозаборного органа 1 с гидромотором 2, стрелы 3, пульпопровода 4 с гибкой вставкой 7 и поворотной

колонки 5, работающей по принципу колонки гидравлического неполноповоротного одноковшового экскаватора. Кроме того, земснаряд имеет пневмокошесное ходовое оборудование, включающее передний ведущий мост 6 и заднюю опору 11, шарнирно соединенную с корпусом. Их положение по высоте может меняться с помощью гидросистемы. В рабочем положении передний мост опускается до упора в дно. Он обеспечивает при этом устойчивость земснаряда и его продвижение по дну.

Привод и управление рабочим органом производится гидросистемой. При необходимости перевода земснаряда транспортным ходом на другой объект задняя опора опускается и земснаряд выводится на берег, для чего может использоваться дополнительная буксирующая машина.

Близким по назначению является земснаряд-амфибия на многоопорном колесном шасси, имеющий независимый поворот грунтазборного органа и свайные опоры (рис. 8.5).

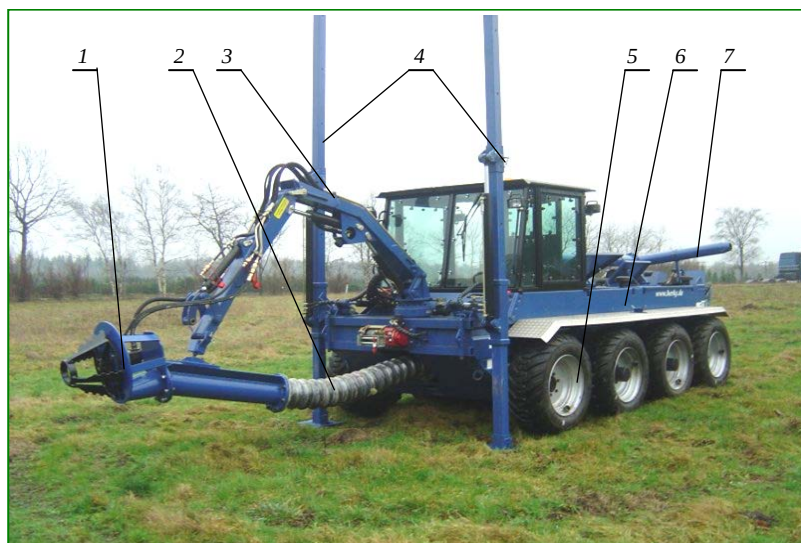


Рис. 8.5. Земснаряд-амфибия на многоопорном шасси с независимым поворотом грунтазборного органа и свайными опорами: 1 – грунтазборный орган; 2 – гибкая вставка; 3 – поворотная стрела; 4 – вертикальные опоры; 5 – пневматическое шасси; 6 – корпус; 7 – выбросная труба

Земснаряд состоит из грунтозаборного органа 1, всасывающей трубы с гибкой вставкой 2, поворотной стрелы 3, свайных вертикальных опор 4, восьмиколесного пневматического шасси 5, корпуса 6 с рубкой, грунтовым насосом и силовой установкой, а также выбросной трубы 7. Во время работы земснаряд опирается о дно свайными опорами, что предотвращает крен корпуса при поворотах рабочего оборудования. Процесс выброса пульпы показан на рис. 8.6.



Рис. 8.6. Вид работы земснаряда-амфибии с выбросной трубой

Более мобильным в процессе работы является *земснаряд с выносными донными колесными опорами*, показанный на рис. 8.7.



Рис. 8.7. Земснаряд с независимым поворотом грунтозаборного органа и выносными донными колесными опорами

Техническая характеристика используемых в мелиоративном строительстве земснарядов приведена в табл. 8.2.

Таблица 8.2. Техническая характеристика земснарядов

Название и марка	Назначение	Силовая установка, ее мощность, кВт	Полный напор, кПа	Производительность, м ³ /ч	Число персонала, чел.
Многофункциональная плавучая машина МПМ-44	Строительство и очистка каналов, очистка водоемов, каналов, малых рек	Дизельная, 44	200	20	2
Мелиоративный землесосный снаряд МЗ-10	Очистка от наносов мелиоративных каналов	Дизельная, 59	200	50	2
Мелиоративный землесосный снаряд МЗ-11	Углубление рек, очистка отстойников, магистральных и сетевых каналов	Дизельная, 116	300	100	3
Мелиоративный землесосный снаряд МЗ-12	Очистка от наносов и реконструкция каналов, водоемов и малых рек	Дизельная, 220	250	200	4
Земснаряд ЛС-27	Строительство и очистка ирригационных каналов, спрямление русла, устройство прорези	Дизельная, 450	280	250	3
Мелиоративный землесосный снаряд МЗ-6	Реконструкция и очистка крупных каналов и отстойников, регулирование естественного водотока	Дизельная, 810	350	270	6

Белорусской системой машин предусматривается использование земснарядов Д-110/47-И и ЭСГ-800/40.

Засасывание пульпы на земснарядах производится грунтовыми центробежными насосами, но в отличие от центробежных насосов для чистой воды в грунтовых насосах в связи с необходимостью пропуска гравия, гальки, разного рода обломков число лопаток рабочего колеса уменьшено и составляет 3...6 шт., зазоры между колесом и корпусом увеличены, внутренние сечения и конфигурация проходных каналов не всегда являются гидродинамически оптимальными. Все эти вынужденные меры снижают КПД насоса. Кроме того, для повышения износостойкости насосов их внутренние поверхности покрывают (футеру-

ют) защитными материалами – резиной, базальтом, износостойкими сплавами, износостойкими материалами на органической связке.

Марка стандартных грунтовых насосов типа Гр состоит из буквенной и цифровой частей.

К буквам Гр могут быть добавлены буквы У или О при соответственно увеличенном или уменьшенном проходом сечении проточной части. У футерованных насосов добавляется буква Р, Т или К, если футерирующими материалами являются соответственно резина, износостойкий металл или антиабразивный материал на органической связке. Насосы с вертикальным валом имеют в этой части марки букву В. В числителе цифровой части указывается производительность насоса по пульпе (в $\text{м}^3/\text{ч}$), а в знаменателе – напор (в м вод. ст.). Например, Гр УК 400/20 расшифровывается как грунтовый насос с увеличенным проходным сечением, футерованный абразивным материалом на органической связке, с горизонтальным валом, имеющий производительность по пульпе 400 $\text{м}^3/\text{ч}$ и напор 20 м вод. ст.

Кроме того, на мелиоративных земснарядах иногда используются центробежные насосы с марками других структур.

8.2. Схемы работы земснарядов

Земснаряды, оснащенные свайным аппаратом, могут использовать свайно-тросовое или тросовое перемещение. Описанный выше способ *свайно-тросового перемещения земснаряда с фиксированной установкой свай* схематически показан на рис. 8.8, а.

Земснаряд посредством лебедок поочередно поворачивается относительно свай *а* и *б*. При этом его грунтозаборный орган движется по изображенной на схеме траектории с зонами пропуска грунта, обозначенными цифрой 3, и с зонами, на которых грунт был забран при предыдущем повороте земснаряда, обозначенными цифрой 2. Этот недостаток меньше проявляется в земснарядах со сваями, перемещающимися в прорези по продольной оси земснаряда (рис. 8.8, б). Здесь свая *а* установлена в неподвижной направляющей и может перемещаться только вверх и вниз, а свая *б* может перемещаться не только вверх и вниз, но и по продольной прорези в корпусе. Во время папильонирования свая *а* неподвижна и поворот происходит вокруг нее, а свая *б* находится в поднятом положении б_2 . После завершения поворота налево опускается свая *б*, поднимается свая *а*, и земснаряд подтягивается вперед по прорези к свае *б*, которая оказывается в заднем поло-

жении. Затем свая *а* опускается, свая *б* поднимается, и земснаряд совершает вокруг сваи *а* рабочий поворот направо и т. д. При таком способе рабочего перемещения величина недоборов и холостых зон значительно сокращается.

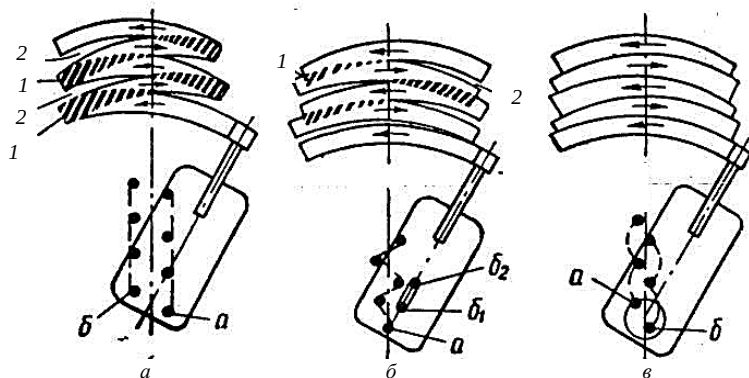


Рис. 8.8. Схема рабочих ходов земснаряда: *а* – с фиксированной установкой свай; *б* – со сваями, перемещающимися в прорези по продольной оси земснаряда; *в* – с роторным свайным аппаратом; 1 – зоны, на которых грунт был забран; 2 – зоны пропуска грунта

Практически отсутствуют недоборы и холостые зоны при работе земснарядов с *роторным свайным аппаратом* (рис. 8.8, *в*). Аппарат состоит из поворотного барабана с направляющими обоймами, в которых в вертикальном направлении могут перемещаться сваи *а* и *б*. В исходном положении обе сваи внедрены в грунт и поворот земснаряда налево происходит относительно барабана. После окончания поворота свая *б* поднимается и поворотом барабана переставляется вперед. При этом и земснаряд перемещается вперед. Затем свая *б* опускается, и осуществляется поворот земснаряда направо, после чего переставляется свая *а* и т. д. Однако, несмотря на технологические преимущества двух последних схем, вследствие более простой конструкции наиболее распространенной является схема с фиксированным положением свай.

При тросовом перемещении в зависимости от вида выполняемых работ, глубины воды, ширины выемки и свойств разрабатываемого грунта применяют следующие, показанные на рис. 8.9, *способы рабо-*

чих перемещений: траншейный, параллельный, багермейстерский, веерный, крестовый, отдельными воронками.

Траншейный способ (рис. 8.9, а) применяется при выполнении профильных выемок в сыпучих оползающих грунтах. Грунтозаборное устройство, работающее способом свободного всасывания, перемещается вдоль разрабатываемой прорези. Работа ведется параллельными траншеями с применением становой лебедки. Наибольший эффект достигается при работе земснаряда по направлению течения воды.

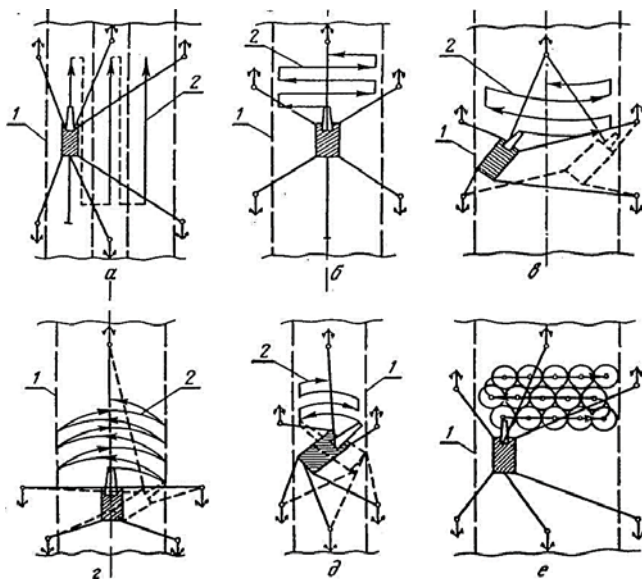


Рис. 8.9. Способы рабочих перемещений земснаряда при тросовом папилировании: а – траншейный; б – параллельный; в – багермейстерский; г – веерный; д – крестовый; е – отдельными воронками; 1 – зона забора грунта; 2 – траектория перемещения рабочего органа

Параллельный способ (рис. 8.9, б) используется в случаях, когда за кромками траншеи на расстоянии не менее половины ширины корпуса земснаряда имеются глубины, достаточные для перемещения снаряда, оборудованного грунтозаборным устройством без разрыхлителя. При продвижении снаряда от одной бровки прорези к другой ось его корпуса остается параллельной оси прорези.

Багермейстерский способ (рис. 8.9, в) применяется при достаточном просторе для перемещения земснаряда. Разработка грунта ведется с помощью гидравлического или механического разрыхлителя во время перемещения корпуса от одной бровки прорези к другой с поворотом его на определенный угол. При перемещениях земснаряда оси его положений параллельны друг другу. Земснаряд устанавливается против течения.

При *веерном способе* (рис. 8.9, г) он также устанавливается против течения. Способ применяется в случаях, когда ширина разрабатываемой прорези на уровне проектного дна равна одной-двум длинам корпуса земснаряда, а глубина воды за кромками прорези меньше осадки земснаряда. Грунтозаборное устройство, оборудованное механическим разрыхлителем, совершает маятниковые движения от одной бровки прорези к другой.

Крестовый способ (рис. 8.9, д) применяется в случаях, когда ширина прорези на уровне проектного дна меньше длины корпуса земснаряда. Движение грунтозаборного устройства с механическим разрыхлителем происходит как бы относительно точки, расположенной в центре корпуса земснаряда.

При крестовом способе, как и при веерном, земснаряд располагается против течения, но скорость течения воды из-за больших углов поворота земснаряда не должна быть очень высокой.

Разработка грунта *отдельными воронками* (рис. 8.9, е) применяется при разработке непрофильных выемок в несвязных грунтах. Грунтозаборное устройство без разрыхлителя перемещается по мере разработки отдельных воронок.

При возможности применяется свайно-тросовое папильонирование, обеспечивающее большую производительность и лучшее качество работ. При этом способе упрощается управление земснарядом, уменьшается число папильонажных тросов, пересекающих место производства работ.

8.3. Устройство и принцип действия грунтозаборных органов земснарядов

Тип применяющегося на земснаряде грунтозаборного органа зависит главным образом от свойств разрабатываемых грунтов. Для извлечения легко разрабатываемых грунтов, таких, как песок, несвязная

супесь, неслежавшийся ил, применяются *наконечники для свободного всасывания грунта*.

По форме они могут быть *в виде конуса* (рис. 8.10, а) с защитной решеткой на входе. Применяются при всасывании грунта из цилиндрических углублений (зумпфов) и при разработке грунта способом отдельных воронок. *Эллиптические наконечники* (рис. 8.10, б) используются для траншейного способа, а *щелевые* (рис. 8.10, в) – при боковых или веерных рабочих перемещениях земснаряда.

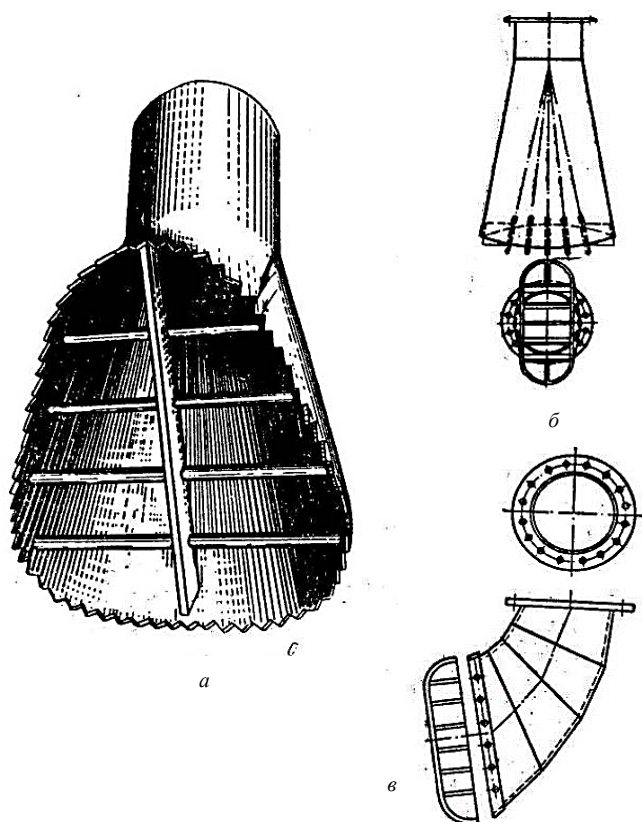


Рис. 8.10. Наконечники для свободного всасывания грунта:
а – конусный; б – эллиптический; в – щелевой

Для разработки грунта на больших глубинах (как правило, свыше 10...11 м) применяются *грунтозаборные органы с инжекторами*, т. е. с устройствами, обеспечивающими существенное повышение разрежения в зоне всасывания за счет внешней подачи воды через сужающиеся сопла (инжекторы). На рис. 8.11, *а, б* показаны всасывающие трубы с центральной подачей воды, на рис. 8.11, *в* – с установкой инжектора в колене перед грунтовым насосом, на рис. 8.12 – с периферийной подачей.

У насадок по схеме рис. 8.11 *а, б, в* инжектирующая вода подается по трубам 2, засасываемая пульпа идет по трубам 1 к грунтовому насосу 3 насадки.

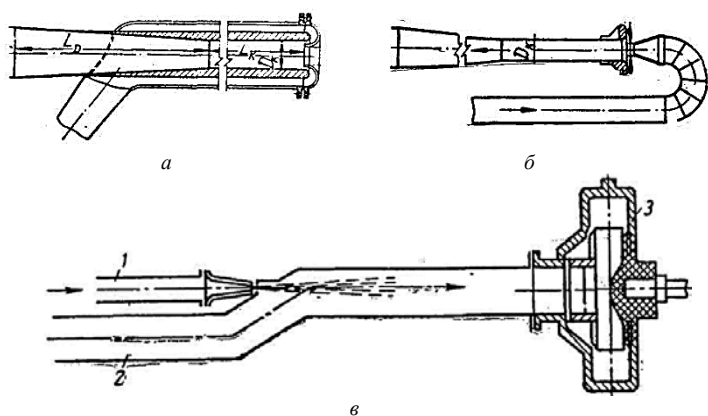


Рис. 8.11. Наконечники с инжекторами для свободного всасывания грунта:
а, б – с центральной подачей воды; *в* – с подачей воды в поворотное колено;
 1 – трубы для пульпы; 2 – трубы для воды; 3 – грунтовой насос

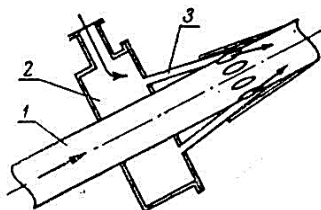


Рис. 8.12. Наконечники с инжекторами для свободного всасывания грунта с периферийной подачей воды: 1 – всасывающая труба; 2 – камера; 3 – патрубки

У насадки на рис. 8.12 инжeksiрующая вода поступает в камеру 2 и далее по патрубкам 3 на инжeksiрование во всасывающую трубу 1.

Для более интенсивного размывания грунта и повышения консистенции пульпы применяются *односopловые (мониторные) и многосopловые гидравлические разрыхлители*.

Суть работы грунтозаборного органа с односopловым разрыхлителем (рис. 8.13, а) заключается в том, что рядом с основной всасывающей трубой 1 смонтирован дополнительный трубопровод 2 меньшего диаметра, оканчивающийся соплом 3, направленным в зону всасывания грунта. В процессе работы по этому трубопроводу под давлением подается вода, с большой скоростью истекающая из насадки и интенсифицирующая процесс разрушения разрабатываемого грунта.

Более совершенными являются многосopловые разрыхлители с соплами, установленными на трубчатом кольце (рис. 8.13, б).

Вода на размывание от насоса подается по трубопроводу 3 в трубчатое кольцо 2 с соплами 1. Сопла установлены таким образом, что разрушаемый истекающими из них струями грунт направляется к центру, откуда отсасывается через всасывающий трубопровод 5. Для улучшения приспособляемости к рельефу дна разрыхлитель с всасывающим трубопроводом соединен посредством шарового шарнира 4.

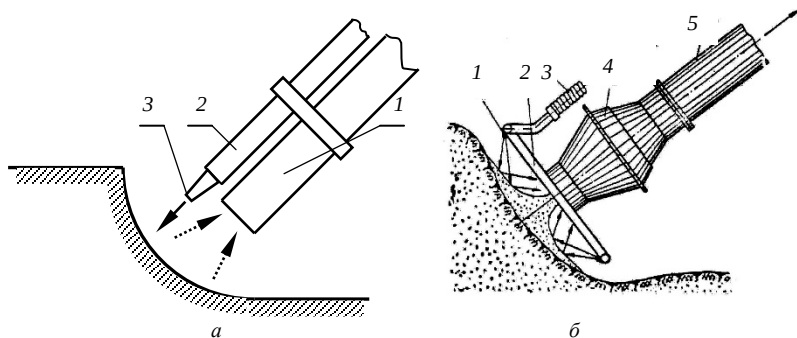


Рис. 8.13. Наконечники с гидравлическими разрыхлителями:

а – односopловой: 1 – всасывающая труба; 2 – дополнительный трубопровод; 3 – сопло; б – многосopловой: 1 – сопла; 2 – трубчатое кольцо; 3 – трубопровод; 4 – шаровой шарнир; 5 – всасывающий трубопровод

Разработка тяжелых и слежавшихся грунтов требует их активного рыхления. Наиболее распространенным является механическое рыхле-

ние с применением разных механических приспособлений – фрез, роторов, ковшей, скребков и т. п. На рис. 8.14 показаны фрезы наиболее типичных конструкций.

Фрезы *открытая с плоскими ножами* (рис. 8.14, а) и *закрытая (митрообразная) с ножами двойной кривизны* (рис. 8.14, б) предназначены для разработки суглинков легких и тяжелых, а также плотных гравийно-песчаных грунтов. Режущая кромка может быть гладкой, волнообразной и с зубьями или зазубринами.

Для таких же условий работы применяется *полуоткрытая фреза с ножами волнообразной формы* (рис. 8.14, в), которые более сложны в изготовлении, но более эффективны при резании грунта.

Налипающие грунты, такие, как суглинки, глины, слежавшийся ил, разрабатываются с применением *фрезы с отвально-режущими лопастями* – *ложковыми* или *плужными* (рис. 8.14, г).

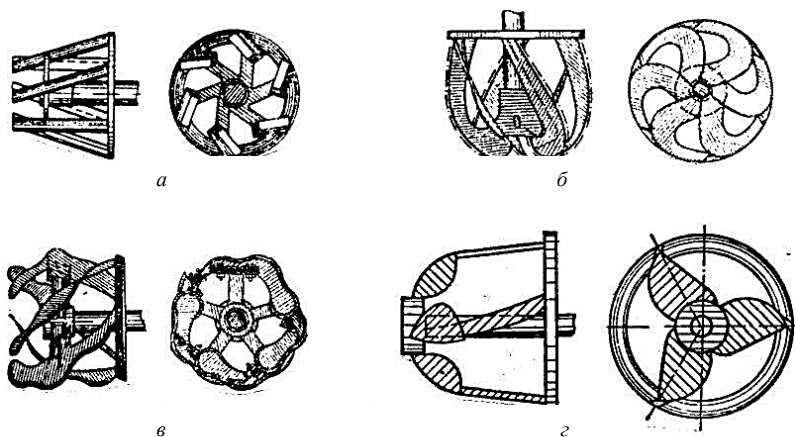


Рис. 8.14. Фрезы наиболее типичных конструкций: а – открытая с плоскими ножами; б – закрытая (митрообразная) с ножами двойной кривизны; в – полуоткрытая с ножами волнообразной формы; г – с отвально-режущими лопастями

Ротационные рыхлящие органы с копающими элементами в виде ковшей обычно называют роторными. Они бывают однороторными или чаще двухроторными с вертикальной или горизонтальной осями вращения. Ковши отделяют грунт и перемещают его к всасывающей

трубе, что обеспечивает высокую концентрацию пульпы, в том числе в гравийно-песчаных и плотных песчаных грунтах. Более высокая консистенция пульпы обеспечивается при применении *бункерных разрыхлителей*. На рис. 8.15 показаны двухроторные бункерный (а) и безбункерный (б) разрыхлители с ковшами. У данных двухроторных многоковшовых разрыхлителей всасывающая труба расположена между роторами.

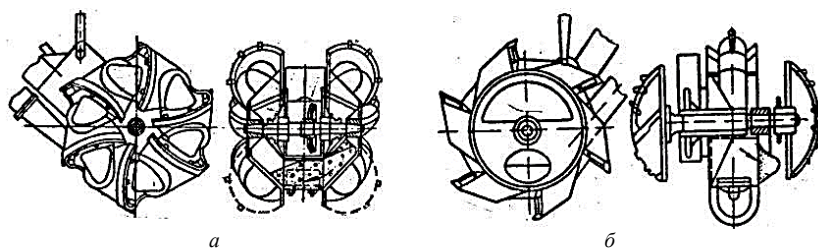


Рис. 8.15. Двухроторные многоковшовые фрезы: а – бункерная; б – безбункерная

При производстве мелиоративных и, в особенности, ремонтно-эксплуатационных работ приходится разрабатывать торфяники и другие грунты, засоренные корнями растений, пнями, топляком. В этих условиях достаточно эффективным является применение *винтовой фрезы* (рис. 8.16).

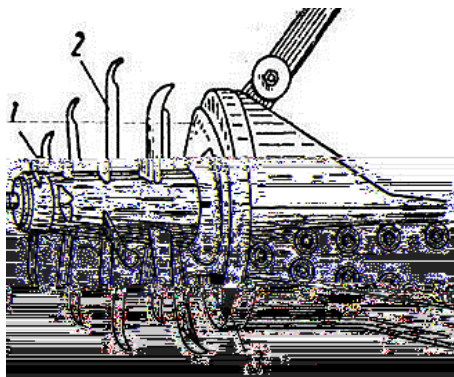


Рис. 8.16. Разрыхлитель с винтовой фрезой: 1 – вал; 2 – лопатки; 3 – отверстие

Она состоит из вала 1 с установленными на нем по винтовой линии лопатками 2 с острыми режущими кромками. Разрыхленный грунт вместе с водой засасывается в отверстие 3.

Наиболее надежным при разработке вязких и заросших грунтов является *двухбарабанный рабочий орган* (рис. 8.17).

Он состоит из двух барабанов 1, вращающихся навстречу друг другу и приводимых во вращение валами 4. Барабан состоит из набора дисков, на которых крепятся плоские Г-образные ножи. Диски связаны между собой и с валом посредством фрикционных, сжатых между собой нажимными пружинами. В случае перегрузки или встречи с непреодолимым препятствием диски проворачиваются, предохраняя ножи от поломок. Разрыхленный грунт вращающиеся барабаны направляют к всасывающей трубе 3. Вертикальное расположение рамы 2 и соответственно барабанов позволяет разрабатывать грунты траншейным способом. Толщина разрабатываемого слоя равна высоте барабанов.

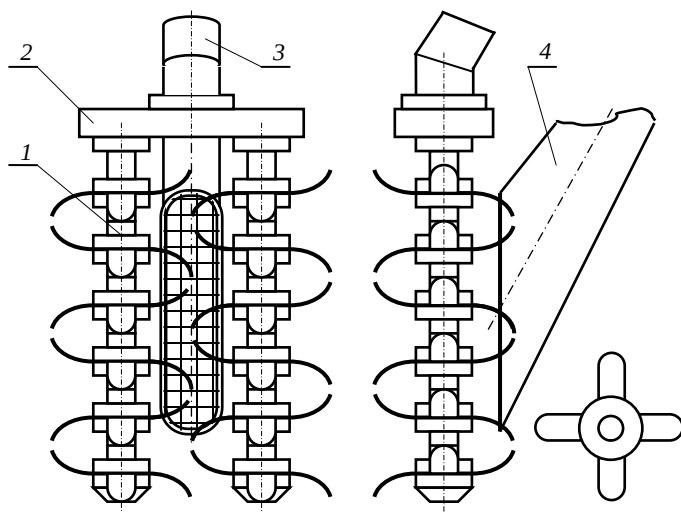


Рис. 8.17. Схема двухбарабанного разрыхлителя: 1 – барабаны; 2 – рама; 3 – всасывающая труба; 4 – валы

Для разработки липких грунтов предназначен *двухроторный черпаковый самоочищающийся разрыхлитель*, схема работы которого показана на рис. 8.18. Рабочие элементы разрыхлителя базируются на

корпусе редуктора 1 с гидроприводом 7, обеспечивающих встречное вращение роторов.

Роторы представляют собой ступицы 6 с прикрепленными к ним черпаками 2 и очистителями 5. Форма и расположение черпаков и очистителей выбраны такими, что при встречном вращении роторов очистители входят в черпаки и выталкивают из них грунт, который вместе с водой поступает во всасывающую трубу 4 через заборную сетку 3.

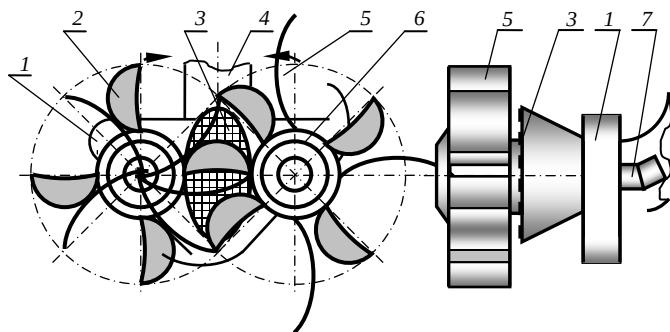


Рис. 8.18. Схема двухроторного черпакового разрыхлителя: 1 – редуктор; 2 – черпаки; 3 – заборная сетка; 4 – всасывающая труба; 5 – очистители; 6 – ступицы; 7 – гидропривод

Иногда используются *цепные разрыхлители*. Варианты *цепного черпакового (а)* и *цепного скребкового (б)* разрыхлителей показаны на рис. 8.19.

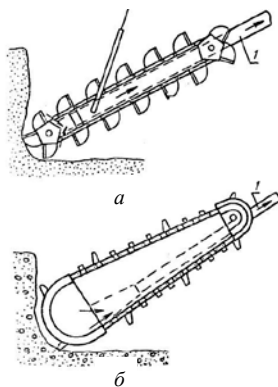


Рис. 8.19. Разрыхлители: а – цепной черпаковый; б – цепной скребковый

При воздействии на грунты колебаний с определенными характеристиками грунты приобретают свойства текучести. Это явление используется в конструкции земснарядов для виборыхления тяжелых, слежавшихся песчано-гравийных грунтов. Один из вариантов *виборыхлителя* показан на рис. 8.20.

Рыхлитель состоит из виброголовки 2, вибраторов 3 направленного действия, решетки 4 с гидравлическими насадками 5. Вибрирующая часть рыхлителя переводит грунт в текучее состояние, а насадки размывают и направляют его к всасывающей трубе 1.

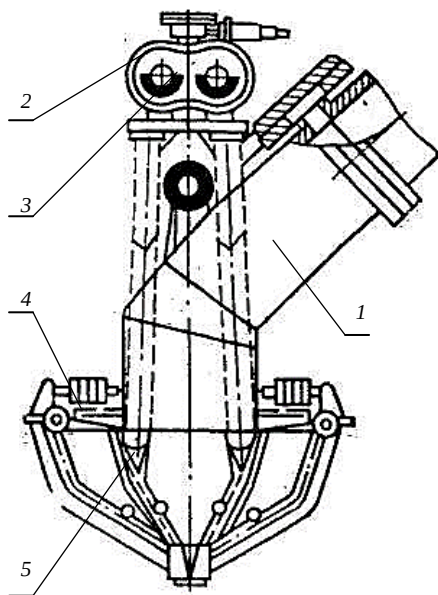


Рис. 8.20. Схема вибрационного рыхлителя: 1 – всасывающая труба; 2 – виброголовки; 3 – вибраторы; 4 – решетки; 5 – гидравлические насадки

Совмещение механического и гидродинамического воздействий на грунт используется у *фрезерно-гидравлического рыхлителя*, показанного на рис. 8.21. Его фреза снабжена лобовой насадкой 1, боковыми разрыхляющими насадками 6 и смазывающе-подводящими насадками 7. Они исключают залипание ножей фрезы и увеличивают зону всасывания грунта. Вода к насадкам при работе в налипающих грунтах

подается от дополнительного насоса по водопроводу 3 через каналы 2 вала фрезы, установленного в головном подшипнике 4, и подающие патрубки 5.

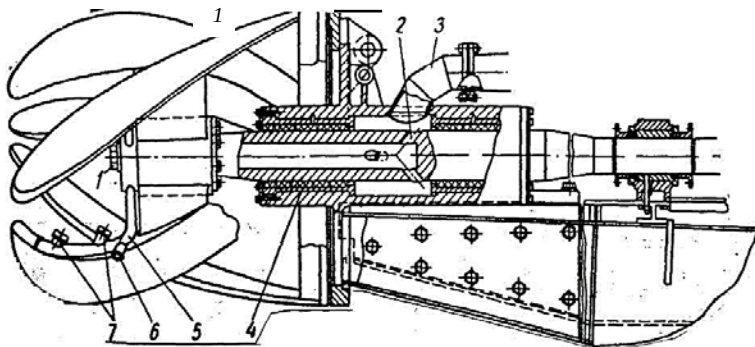


Рис. 8.21. Фрезерно-гидравлический разрыхлитель: 1 – лобовая насадка; 2 – каналы; 3 – водопровод; 4 – головной подшипник; 5 – подающие патрубки; 6 – боковые разрыхляющие насадки; 7 – смазывающе-подводящие насадки

Сходную схему воздействия на грунт имеет *поворотный рабочий орган* (рис. 8.22).

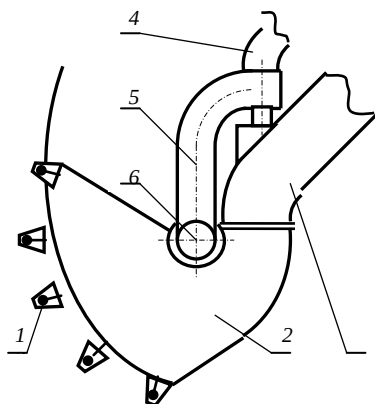


Рис. 8.22. Поворотный рабочий орган с гидромеханическим разрыхлением грунта: 1 – зубья; 2 – поворотный экран; 3 – всасывающая труба; 4, 5 – трубопроводы; 6 – вал

Рыхление грунта производится зубьями 1, прикрепленными к поворотному экрану 2, при повороте последнего в горизонтальной плоскости. В зубьях установлены сопла, к которым может подаваться под давлением вода.

Рабочее движение в горизонтальной плоскости экран совершает так же, как и другие разрыхлители, и может поворачиваться. При рабочем перемещении экрана в сопла по трубопроводам 4, 5 и вала 6 подается вода, производящая размывание грунта.

Засасывание пульпы производится всасывающей трубой 3. При необходимости экран может поворачиваться в вертикальной плоскости вокруг горизонтального вала 6.

Одна из важнейших проблем при разработке грунта земснарядами и землесосами – повышение консистенции пульпы – решается применением забора грунта из ограниченного пространства. Это пространство ограничивается бункером, экраном или ковшом. Например, в Нидерландах используется *одноковшовый рабочий орган* (рис. 8.23, а), у которого ковш на стрелу земснаряда навешен по схеме, напоминающей схему навески драглайна экскаватора.

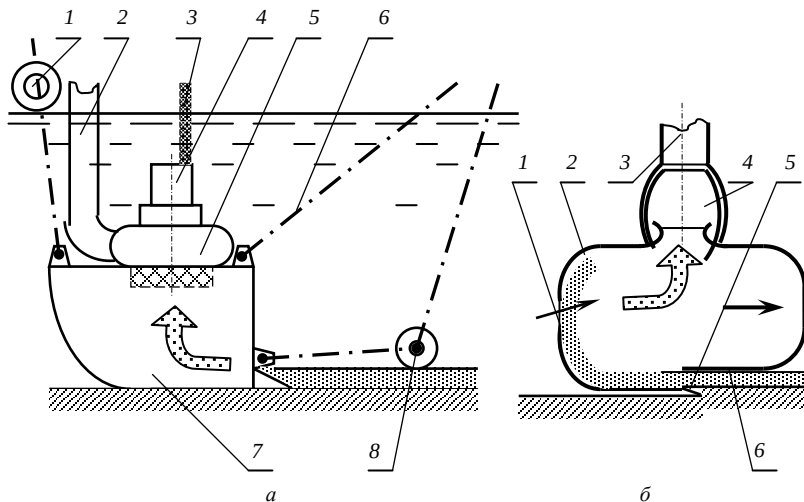


Рис. 8.23. Одноковшовые рабочие органы: а – с канатной подвеской: 1 – поплавок; 2 – трубопровод; 3 – шланги; 4 – гидропривод; 5 – всасывающий насос; 6 – канаты; 7 – ковш; 8 – груз; б – с шарнирной подвеской: 1 – щель; 2 – ковш; 3 – трубопровод; 4 – шарнирное соединение; 5 – нож; 6 – днище

На ковш 7 установлен всасывающий насос 5 с гидроприводом 4, к которому по шлангам 3 подается рабочая жидкость. Насос засасывает грунт с водой непосредственно из перемещающегося ковша и нагнетает пульпу по трубопроводу 2. Перемещение ковша производится канатами 6, стабилизация положения – грузом 8, а контроль положения – поплавком 1.

Согласование перемещения ковша и производительности грунтозаборного насоса обеспечивает оптимальную консистенцию пульпы. Кроме того, установка насоса под водой позволяет достичь больших глубин разработки грунта.

Другим вариантом одноковшового разрыхлителя является показанный на рис. 8.23, б рабочий орган с шарнирной подвеской. Ковш 2, опирающийся на днище 6, при перемещении срезает ножом 5 стружку грунта, поступающую внутрь ковша, из которого через шаровое шарнирное соединение 4 отсасывается вода. Поступающая через щель 1 внутрь ковша вода размывает стружку грунта и перемешивается с ним, образуя пульпу необходимой консистенции, которая отводится по трубопроводу 3.

Сменный фрезерный рабочий орган машины Watermaster с приводом от гидромотора показан на рис. 8.24.

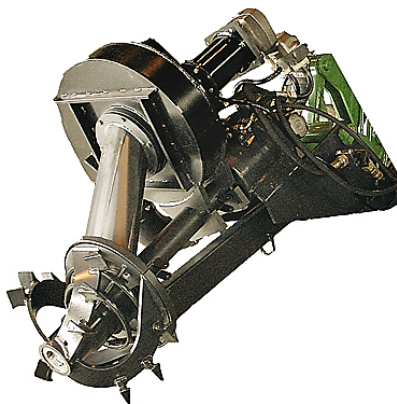


Рис. 8.24. Сменный фрезерный рабочий орган машины Watermaster

Данный рабочий орган имеет механическую фрезу, измельчающую наносы, которые затем засасываются насосом и вместе с водой поступают в пульпопровод.

8.4. Машины для добычи сапропелей

Сапропели – это донные отложения пресных водоемов, образовавшиеся в результате накопления и химико-биологических преобразований остатков населяющих водоемы растительных и животных организмов и минеральных примесей, поступающих с поверхностным стоком, речными водами и пылью.

Сапропели, с одной стороны, представляют собой достаточно ценное сырье или органическое удобрение, с другой – являются отложениями, уменьшающими глубину водоема, насыщенность воды кислородом и снижающими продуктивность и рекреационную ценность водоема. Поэтому извлечение сапропелей является, несомненно, целесообразным, однако их обезвоживание и доведение до требуемых для использования кондиций является достаточно сложным процессом, что пока сдерживает темпы разработки имеющихся в водоемах Беларуси очень больших запасов сапропелей.

Один из вариантов машины для добычи сапропелей схематически показан на рис. 8.25.

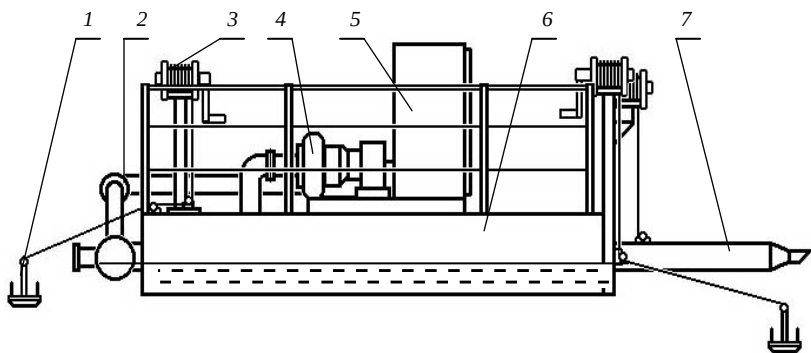


Рис. 8.25. Схема машины для добычи сапропелей: 1 – якорь; 2 – тросопровод; 3 – лебедки; 4 – грунтовый насос; 5 – силовая установка; 6 – плавучий корпус; 7 – заборное устройство

Данная машина имеет плавучий корпус 6, якоря 1 для фиксации и перемещения, управляемые лебедками 3. Сапропель вместе с водой засасывается через заборное устройство 7 грунтовым насосом 4, который приводится в действие силовой установкой 5. Транспортирование

пульпы производится по пульпопроводу 2. После оседания сапропеля и сброса осветленной воды через некоторое время влажность сапропеля снижается, и его обычно грузят и транспортируют торфяными машинами.

Добычу сапропелей на небольших водоемах ведут с применением одноковшовых экскаваторов с оборудованием драглайн, а на больших целесообразно применение земснарядов, например, таких, как 8-ПЗУ-3М, ЗРС-2, или землесосов типов 150-45Т, 200-50Т, 300-40Т, 350-50Т. Кроме того, существуют специальные машины для добычи сапропелей, как и земснаряды, являющиеся плавучими машинами, использующими принцип гидромеханизированной разработки грунта и транспортирования его к месту укладки (намыва) в виде пульпы.

При удаленности места намыва до 500 м сапропели добывают плавучей установкой типа ЭТП-1 или малыми и особо малыми мелиоративными земснарядами.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Приведите классификацию земснарядов.
2. Дайте характеристику оптимизированного типоразмерного ряда земснарядов и укажите регламентируемые им величины.
3. Изобразите и поясните типичную конструктивно-компоновочную схему земснаряда.
4. Приведите схемы расположения и перемещения свай свайного аппарата.
5. Перечислите схемы рабочих передвижений земснаряда.
6. Перечислите и изобразите схемы свайно-тросового папильонирования.
7. Перечислите виды грунтозаборных органов.
8. Изобразите схемы земснарядов-амфибий.
9. Изобразите схематически грунтозаборные органы разных типов и укажите область их применения.
10. Ответьте, что такое сапропели и в чем состоит необходимость их добычи.
11. Опишите, как производится добыча сапропелей.

9. ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА КАНАЛООЧИСТИТЕЛЕЙ С ЦЕПНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

9.1. Основные параметры и кинематические соотношения многоковшовых и скребковых рабочих органов поперечного копания

Изложенное теоретическое описание определения основных параметров и кинематических соотношений применимо для многоковшовых и скребковых рабочих органов поперечного копания. Схема к пояснению расчета кинематических соотношений приведена на рис. 9.1. Здесь условно изображен фрагмент скребковой цепи, находящейся в контакте с очищаемым откосом.

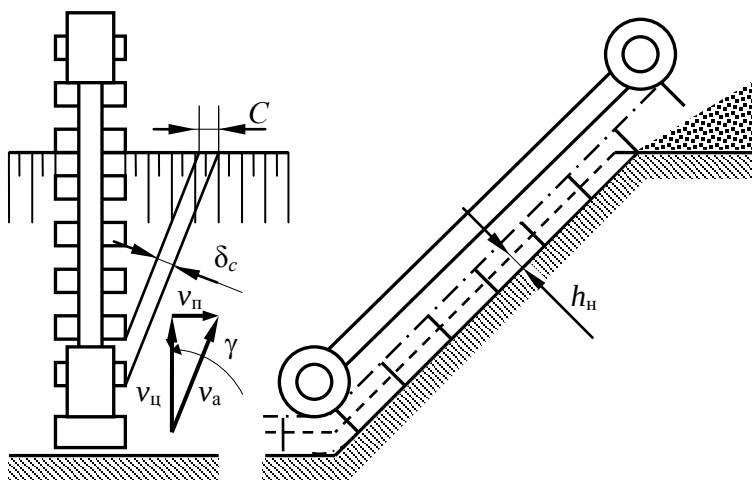


Рис. 9.1. Схема к пояснению расчета кинематических соотношений для цепного скребкового рабочего органа поперечного копания

В процессе работы цепь со скребками движется поперек откоса со скоростью $v_{ц}$, а каналочиститель перемещается вдоль канала со скоростью $v_{п}$, в результате скребки будут иметь абсолютную скорость $v_{а}$. Угол γ отклонения вектора абсолютной скорости от вектора скорости цепи можно определить по формуле

$$\gamma = \arctg (v_{п} / v_{ц}). \quad (9.1)$$

При известной технической производительности Π_T машины и заданных параметрах снимаемого за один проход слоя наносов, характеризующихся расчетной толщиной наносов h_n и длиной снимаемой стружки L_c , которая зависит от размеров канала и складывается из длин обрабатываемых элементов периметра канала, величину *скорости рабочего передвижения* рассчитывают по формуле

$$v_n = \Pi_T / h_n L_c. \quad (9.2)$$

Скорость цепи кинематически определяется с учетом частоты ссыпок z_c грунта и шага скребков T_c :

$$v_{ц} = T_c z_c. \quad (9.3)$$

Частота ссыпок есть величина, обратная времени перемещения скребка на величину шага. За это время каналочиститель переместится в направлении рабочего передвижения на величину *подачи на скребок C*, которую можно рассчитать следующим образом:

$$C = v_n T_c / v_{ц} = v_n / z_c. \quad (9.4)$$

Полученной подаче на скребок, согласно рис. 9.1, соответствует *толщина стружки* δ_c , снимаемой боковой кромкой, являющейся режущей кромкой скребка:

$$\delta_c = C \cos \gamma. \quad (9.5)$$

Форма и размеры стружки при очистке дна и откоса канала приведены для примера на рис. 9.2.

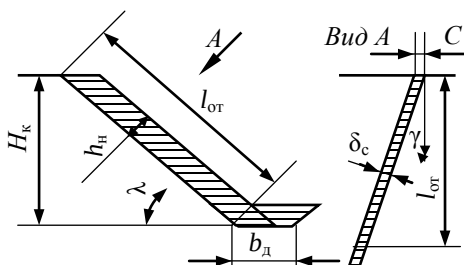


Рис. 9.2. Форма и размеры стружки

Тогда *площадь поперечного сечения стружки* A_c , срезаемой одним скребком, можно определить по формуле

$$A_c = h_n \delta_c, \quad (9.6)$$

а площадь снимаемых наносов A_n – по формуле

$$A_n = h_n L_c. \quad (9.7)$$

9.2. Расчет основных параметров цепного скребкового рабочего органа

При расчете параметров рабочего органа рекомендуется принимать *высоту скребка* h_c в зависимости от расчетной толщины снимаемых наносов по соотношению

$$h_c = (1,10 \dots 1,35) h_n. \quad (9.8)$$

Шаг скребков определяется, исходя из условия оптимального заполнения межскребкового пространства (рис. 9.3), по формуле

$$T_c = h_c / \operatorname{tg} \lambda = h_c m, \quad (9.9)$$

где λ – угол наклона откоса канала к горизонту;

m – коэффициент заложения откоса.

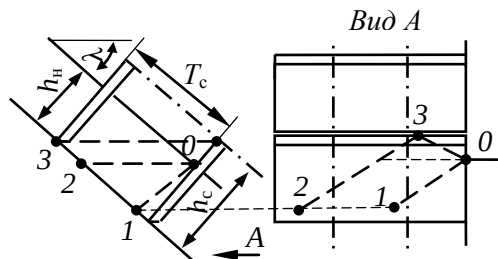


Рис. 9.3. Схема к определению шага скребков

Ширина скребка b_c может быть определена из условия транспортирования грунта без его просыпания. Схема к расчету b_c приведена на рис. 9.4, на котором изображен вид сзади по горизонтали на скребок, а штриховой прямой – предельное положение грунта перед скребком при максимально заполненном межскребковом пространстве.

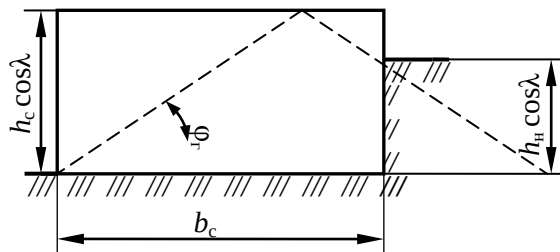


Рис. 9.4. Схема к определению ширины скребка

Из схемы следует, что для грунта с углом откоса φ_{Γ} при принятых h_n и h_c уменьшение b_c приведет к просыпанию грунта слева от скребка.

Тогда согласно принятой схеме условием непросыпания грунта будет следующее:

$$b_c \geq 2h_c \cos \lambda / \operatorname{tg} \varphi_{\Gamma} - h_n \cos \lambda / \operatorname{tg} \varphi_{\Gamma} = (2h_c - h_n) \cos \lambda / \operatorname{tg} \varphi_{\Gamma}. \quad (9.10)$$

Угол естественного откоса грунта в движении зависит от вида, влажности и состояния грунта. Для торфяных и минеральных грунтов средней влажности можно принимать $\varphi_{\Gamma} = 25 \dots 35^\circ$, для остальных – по табл. 9.1.

Таблица 9.1. Угол естественного откоса для различных грунтов

Вид грунта	Состояние грунта		
	сухой	влажный	мокрый
Песок:			
мелкий	25	30	20
средний	28	35	25
крупный	30	32	27
Гравий	40	40	35
Суглинок	50	40	30
Глина	45	25	15
Растительный грунт	40	35	15
Торф	40	25	14

Обычно $b_c = (1,1 \dots 2,5)h_c$.

Техническая производительность Π_T по выносной способности определяется по формуле

$$\Pi_T = V_c z_c k_n / k_p, \quad (9.11)$$

где V_c – теоретический объем межскребкового пространства, определяемый как произведение величин h_c , b_c и T_c ;

k_n – коэффициент наполнения межскребкового пространства, равный 0,2...0,6 (большие значения k_n соответствуют большим значениям m , превышающим 1,5);

k_p – коэффициент разрыхления грунта (наносов), значение которого можно принять по табл. 9.2.

Таблица 9.2. Основные характеристики грунтов

Показатели	Грунт				
	Болотно-торфяной	Супесь	Суглинок	Глина	Тяжелая глина
Коэффициент разрыхления	1,2...1,3	1,1...1,2	1,14...1,28	1,24...1,30	1,26...1,32
Показатель плотности ДОРНИИ	1...5	3...12	5...10	14...19	13...24
Плотность, кг/м ³	600...1200	1500...1900	1600...1750	1800...1900	1900...2000
Коэффициент трения грунта о грунт	0,9...1,0	0,4...0,7	0,7...0,8	0,8...1,0	0,8...1,0
Коэффициент трения грунта о сталь	0,1...0,5	0,4...0,5	0,5...0,6	0,6...0,7	0,6...0,7

Если по условиям проектирования P_t является заданной величиной, то из формулы (9.11) выражается и рассчитывается z_c , а затем по формуле (9.3) определяется $v_{ц}$. Значение $v_{ц}$ должно находиться в пределах 2,4...5,0 м/с. Меньшие значения соответствуют тяжелым грунтам и деформированным откосам. При отсутствии данных по производительности она рассчитывается исходя из мощности, реализуемой на приводе рабочего органа.

Расчет P_t желательно вести для легких условий работы, определяя максимальное значение $P_t^{\max}$, для тяжелых условий работы, определяя минимальное значение $P_t^{\min}$, и для расчетных осредненных (номинальных) условий работы $P_t^{\text{ном}}$. Соответствующие значения получают подстановкой величин k_n и k_p для принятых расчетных условий работы и значений $v_{ц}$. Для тяжелых условий работы обычно назначают не менее одной пониженной скорости цепи, значение которой получают умножением $v_{ц}$ на 0,6...0,7.

После расчета производительностей определяется *диапазон скоростей рабочего передвижения* ($v_{\Pi}^{\max}$, $v_{\Pi}^{\min}$) и номинальная скорость ($v_{\Pi}^{\text{ном}}$) по следующим формулам:

$$v_{\Pi}^{\min} = \Pi_{\text{T}}^{\min} / A_{\text{H}}^{\max}, \quad (9.12)$$

$$v_{\Pi}^{\text{ном}} = \Pi_{\text{T}}^{\text{ном}} / A_{\text{H}}^{\text{ном}}, \quad (9.13)$$

$$v_{\Pi}^{\max} = \Pi_{\text{T}}^{\max} / A_{\text{H}}^{\min}. \quad (9.14)$$

Значение $A_{\text{H}}^{\max}$ рассчитывается для наибольших задаваемых величин $L_{\text{с}}$ и h_{H} . Номинальное значение площади снимаемых наносов обычно соответствует величинам $L_{\text{с}}$ и h_{H} , указываемым в задании на проектирование, а минимальное значение $A_{\text{H}}^{\min}$ рассчитывается, исходя из ожидаемых при выполнении работы наименьших значений $L_{\text{с}}$ и h_{H} .

Углы заострения рабочих кромок назначаются с целью минимизации трения торцовых поверхностей о грунт. Для этого задний угол нижней нережущей кромки принимается равным не менее $7...8^{\circ}$, задний угол γ_3 режущих боковых кромок рассчитывается по формуле

$$\gamma_3 = \gamma + (7...8^{\circ}). \quad (9.15)$$

9.3. Расчет параметров многоковшового цепного рабочего органа

Исходными данными при проектировании рабочего органа являются размеры канала, толщина наносов, их характеристика и техническая производительность машины. *Техническая производительность* Π_{T} по выносной способности определяется по формуле

$$\Pi_{\text{T}} = V_{\text{к}} z_{\text{р}} k_{\text{H}} / k_{\text{р}}, \quad (9.16)$$

где $V_{\text{к}}$ – геометрическая вместимость ковша;

$z_{\text{р}}$ – частота разгрузок.

При жестко направляемой цепи, угле наклона рабочего участка цепи к горизонту (угле наклона рабочего органа) больше 40° и при отсутствии налипания значение k_{H} можно определить по табл. 9.3.

Таблица 9.3. Значения коэффициента наполнения для многоковшового цепного рабочего органа поперечного копания

Категория грунта	Первая	Вторая	Третья	Четвертая
Коэффициент наполнения	1,25	1,15	1,05	0,9

Для налипающих грунтов k_n уменьшается на 10...25 %, для свободно провисающей цепи – на 5...15 %. При λ меньше 40° k_n увеличивается в 1,5–2 раза. Для каналоочистителя типа МР-15 $k_n \approx 0,85$.

Расчет параметров обычно начинают с определения необходимой *емкости ковша*:

$$V_k = \Pi_r k_p / k_n z_p. \quad (9.17)$$

Значение k_p принимается по табл. 9.2, z_p предварительно назначается в пределах $0,5 \dots 1,5 \text{ с}^{-1}$. Далее определяется в миллиметрах *шаг цепи* $t_{ц}$ (рис. 9.5):

$$t_{ц} = (20 \dots 25) \sqrt[3]{V_k}. \quad (9.18)$$

Здесь значения V_k подставляются в литрах. Полученное значение $t_{ц}$ желательно согласовать со стандартными для цепей.

Конструктивные размеры ковша каналоочистителя типа МР-15 показаны на рис. 9.5.

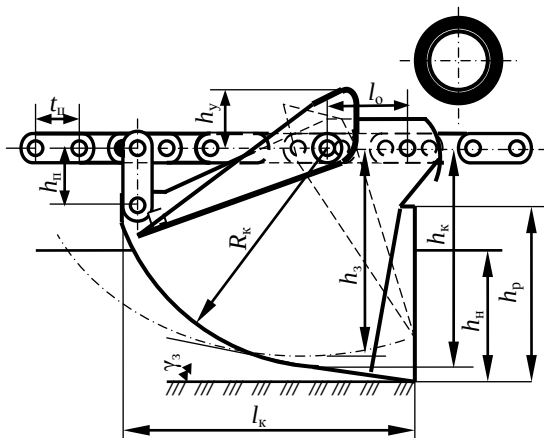


Рис. 9.5. Обозначения параметров многоковшового цепного рабочего органа поперечного копания

Далее определяется *шаг ковшей* T_k , для чего предварительно назначается *скорость цепи* в пределах $0,5 \dots 1,4 \text{ м/с}$. Тогда

$$T_k = v_{ц} / z_p. \quad (9.19)$$

Вместе с тем

$$T_k = (300 \dots 400) \sqrt[3]{V_k}. \quad (9.20)$$

Рассчитанное значение T_k должно быть кратным шагу цепи и подчиняться рекомендации

$$T_k = (20 \dots 25) t_{ц}. \quad (9.21)$$

Расчетная *высота ковша* h_k для каналоочистителя определяется по соотношению

$$h_k = (3,5 \dots 4,5) t_{ц}. \quad (9.22)$$

У каналоочистителей, работающих, как правило, во влажных налипающих грунтах, обеспечивается принудительная выгрузка грунта подвижной заслонкой. В связи с этим радиус днища ковша определяется конструктивно или принимается примерно равным h_k , а высота заслонки h_3 в миллиметрах задается с учетом обеспечения необходимого зазора между корпусом ковша и заслонкой:

$$h_3 = h_k - (12 \dots 18). \quad (9.23)$$

Длина ковша l_k у каналоочистителя

$$l_k \approx h_k + 0,5 t_{ц}. \quad (9.24)$$

Расчетная *ширина ковша* b_k принимается:

$$b_k = (6,0 \dots 6,5) t_{ц}. \quad (9.25)$$

Боковые стенки во избежание их трения о грунт (рис. 9.6, а) отклоняются под углом γ , рассчитываемым по формуле (9.1).

Ширину задней части ковша b_3 можно определить следующим образом:

$$b_3 = b_k - 2 l_k \operatorname{tg} \gamma. \quad (9.26)$$

Полученное значение b_k должно быть больше максимального значения подачи на ковш, рассчитываемой по формуле (9.4), при условии, что $v_{\Pi} = v_{\Pi}^{\max}$.

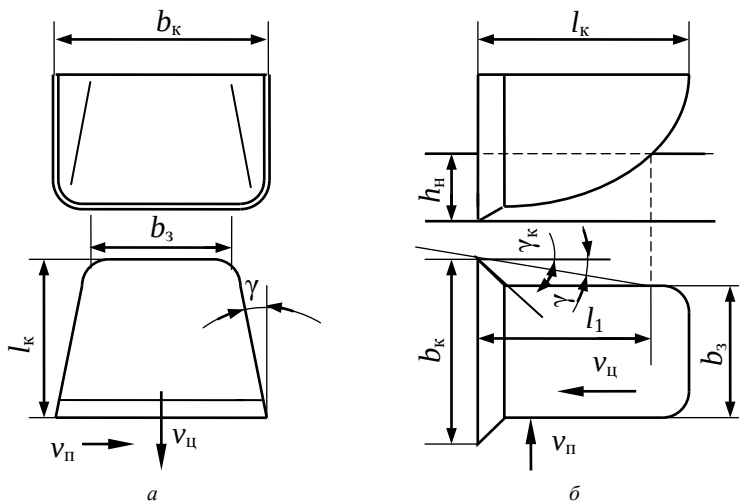


Рис. 9.6. Схема к расчету параметров ковша: *а* – со сходящимися стенками; *б* – с параллельными

Высота режущей кромки h_p (см. рис. 9.5) должна быть больше или равна толщине наносов h_{Π} .

Высоту упора заслонки h_y можно принять равной $(0,4 \dots 0,5)h_3$, длину присоединительных серег $h_{\Pi} - (1,5 \dots 1,6)t_{Ц}$, координаты установки оси заслонки $l_0 - (1,8 \dots 1,9)t_{Ц}$.

При использовании ковша с параллельными стенками, показанного на рис. 9.6, *б*, рассчитывается ширина ковша по режущей кромке b_k по формуле (9.25) и ширина задней части ковша b_3 по формуле

$$b_3 \leq b_k - 2l_1 \operatorname{tg} \gamma, \quad (9.27)$$

где l_1 – минимальное расстояние от режущей кромки до точки возможного соприкосновения стенки ковша с наносами.

Значение l_1 можно определить графически, вычертив контур ковша и отложив на стенке (см. рис. 9.6) толщину наносов.

Задний угол режущей кромки ковша γ_k следует принимать на $7 \dots 8^\circ$ больше γ .

После расчета размеров ковша можно определить его *емкость*:

$$V_k = K_{\Phi} l_k b_k h_k, \quad (9.28)$$

где K_{ϕ} – коэффициент формы, учитывающий отклонение действительной формы ковша от формы параллелепипеда, равный 0,8...0,9.

Вместимость ковша с подвижным днищем, с учетом того, что при выгрузке оно поворачивается примерно на 90° , а также, что форму ковша можно представить как четверть цилиндра, можно рассчитать по формуле

$$V_k = \pi R_k^2 (b_k + b_3) / 8. \quad (9.29)$$

После расчета V_k следует, используя формулу (9.17), уточнить z_p , а по формуле (9.3) рассчитать соответствующее уточненному значению z_p значение скорости цепи. Оно должно находиться в указанных выше пределах.

9.4. Расчет мощности на привод каналоочистителей с цепным рабочим органом поперечного копания

Уравнение баланса мощности для каналоочистителей с активным рабочим органом записывается в следующем виде:

$$P = P_{p.o}^{дв} + P_{пер}^{дв} + P_{всп}^{дв}, \quad (9.30)$$

где P – необходимая мощность двигателя;

$P_{p.o}^{дв}$, $P_{пер}^{дв}$, $P_{всп}^{дв}$ – мощности на привод рабочего органа, на передвижение, на привод вспомогательных механизмов и систем, приведенные к валу двигателя.

Расчет $P_{p.o}^{дв}$ выполняется по уравнению

$$P_{p.o}^{дв} = (P_k + P_{п} + P_{оч} + P_{тр}) / \eta_{p.o} \eta_{тр} + P_{от} / \eta_{от} \eta_{тр}, \quad (9.31)$$

где P_k , $P_{п}$, $P_{оч}$, $P_{тр}$, $P_{от}$ – мощности соответственно на копание грунта, на подъем грунта, на очистку ковшей, на трение грунта о грунт, на отбрасывающее устройство;

$\eta_{p.o}$ – КПД рабочего органа (для свободно провисающей цепи $\eta_{p.o} = 0,6 \dots 0,7$, для цепи, перемещающейся по направляющим, $\eta_{p.o} = 0,5 \dots 0,55$, для скребковой цепи $\eta_{p.o} = 0,4 \dots 0,5$);

$\eta_{тр.p}$ – КПД трансмиссии привода рабочего органа;

$\eta_{от}$ – КПД отбрасывающего устройства (для ленточного транспортера и лопастного метателя $\eta_{от} = 0,8 \dots 0,85$);

$\eta_{\text{тр}}$ – КПД трансмиссии привода отбрасывающего устройства (принимается в зависимости от типа привода и схемы его трансмиссии).

Значение *мощности на копание грунта* P_k находится по формуле

$$P_k = k_1 \Pi_{\text{т}}, \quad (9.32)$$

где k_1 – удельное сопротивление копанию грунта, кПа;

$\Pi_{\text{т}}$ – техническая производительность каналоочистителя, м³/с.

Для ориентировочных расчетов каналоочистителей ВНИИЗемМаш рекомендуется принимать k_1 : для грунтов первой категории – 100, второй – 200, третьей – 300 кПа. Данную рекомендацию можно использовать и для учебных целей.

Мощность на подъем грунта рассчитывается по формуле

$$P_{\text{п}} = \Pi_{\text{т}} \rho g H_{\text{п}}, \quad (9.33)$$

где ρ – плотность грунта, т/м³ (для грунтов первой категории можно принять $\rho = 1,5$, второй – $\rho = 1,7$ т/м³);

$H_{\text{п}}$ – *расчетная высота подъема*, которая обычно складывается из двух составляющих: высоты подъема грунта в канале до дневной поверхности $H_{\text{п.к}}$, т. е. до бровки канала, и высоты подъема над бровкой канала H_0 .

Для многоковшовых рабочих органов величиной H_0 является расстояние от уровня бровки канала до центра ковша, находящегося в положении, соответствующем началу выгрузки (рис. 9.7).

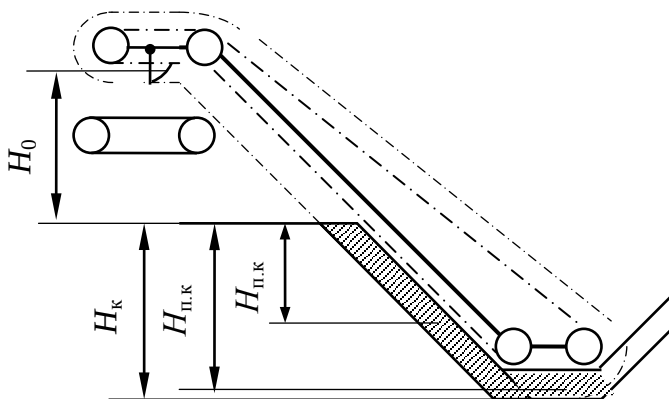


Рис. 9.7. Схема к определению высоты подъема грунта для многоковшовых рабочих органов

Расчет $H_{п.к}$ зависит от варианта схемы очистки канала, так как каналоочиститель может перенастраиваться или проектироваться для очистки только дна, одного откоса, дна и откоса или для полнопрофильной очистки.

При очистке только дна площадь сечения наносов A_n определяется по формуле

$$A_n = h_n b_d; \quad (9.34)$$

при очистке одного откоса

$$A_n = h_n l_{от}; \quad (9.35)$$

при очистке откоса и дна

$$A_n = l_{от} h_n + h_n b_d = h_n (l_{от} + b_d); \quad (9.36)$$

при очистке обоих откосов и дна

$$A_n = 2l_{от} h_n + b_d h_n = h_n (2l_{от} + b_d). \quad (9.37)$$

Высотой подъема грунта до дневной поверхности является высота подъема центра тяжести площади соответствующего сечения, причем при полнопрофильной очистке необходимо учесть то, что грунт, снимаемый с дальнего откоса, сначала опускается на дно и только затем поднимается к бровке. Поэтому для первого варианта

$$P_n = \Pi_t \rho g (H_k + H_0); \quad (9.38)$$

для второго варианта

$$P_n = \Pi_t \rho g (H_k / 2 + H_0); \quad (9.39)$$

для третьего варианта

$$\begin{aligned} P_n &= \Pi_t \rho g (H_k / 2 + H_0) l_{от} h_n / A_n + \Pi_t \rho g (H_k + H_0) b_d h_n / A_n = \\ &= \Pi_t \rho g H_k h_n [(H_0 + H_k / 2) l_{от} + (H_0 + H_k) b_d] / A_n; \end{aligned} \quad (9.40)$$

для четвертого варианта

$$\begin{aligned} P_n &= \Pi_t \rho g (H_k / 2) l_{от} h_n / A_n + \Pi_t \rho g H_k (b_d + l_{от}) h_n / A_n + \Pi_t \rho g H_0 = \\ &= \Pi_t \rho g [(H_k / 2) l_{от} h_n + H_k (b_d + l_{от}) h_n + H_0]. \end{aligned} \quad (9.41)$$

Для скребковых рабочих органов за высоту H_0 (рис. 9.8) принимают половину высоты кавальера $H_{кав}$, которую можно определить по формуле

$$H_{\text{кав}} = \sqrt{A_n k_p \operatorname{tg} \varphi_r}, \quad (9.42)$$

где φ_r – угол естественного откоса грунта. При $\varphi_r > \lambda$ в формулу (9.42) вместо φ_r подставляется λ .

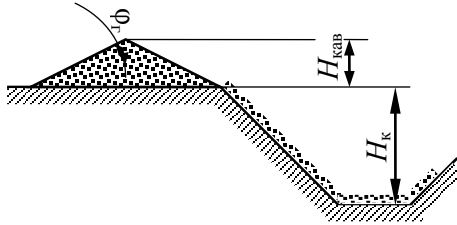


Рис. 9.8. Схема к расчету высоты подъема грунта для скребкового цепного рабочего органа

Компонента $P_{\text{оч}}$ рассчитывается, если предусмотрена принудительная выгрузка грунта из ковшей. Расчет выполняется по формуле

$$P_{\text{оч}} = (b_k + 2h_k) f_{\text{оч}} v_{\text{ц}} / \eta_{\text{оч}}, \quad (9.43)$$

где $f_{\text{оч}}$ – удельное усилие сдвиганию грунта (для липких и влажных грунтов $f_{\text{оч}} = 4 \dots 6$ кН/м и для грунтов средней липкости $f_{\text{оч}} = 2 \dots 4$ кН/м);

$\eta_{\text{оч}}$ – КПД очистителя, равный $0,6 \dots 0,7$.

Потери мощности на трение грунта по откосу $P_{\text{тр}}$ рассчитываются только для скребковых рабочих органов.

При очистке одного откоса

$$P_{\text{тр}} = \Pi_t \rho g f_2 H_k \operatorname{ctg} \lambda / 2, \quad (9.44)$$

где f_2 – коэффициент трения грунта о грунт.

При очистке откоса и дна канала

$$\begin{aligned} P_{\text{тр}} &= \Pi_t \rho g f_2 b_d h_n / 2A_n + \Pi_t \rho g f_2 H_k \operatorname{ctg} \lambda h_n (l_{\text{от}} + b_d) / 2A_n = \\ &= \Pi_t \rho g f_2 h_n [b_d^2 + H_k \operatorname{ctg} \lambda (l_{\text{от}} + b_d)] / 2A_n. \end{aligned} \quad (9.45)$$

При очистке двух откосов и дна, с учетом того, что угол наклона откоса к горизонту обычно близок к 45° и в этом случае сила трения грунта о дальний откос уравнивается скатывающей силой, мощность на перемещение грунта вниз по откосу можно принимать равной нулю.

Тогда уравнение расчета мощности на трение грунта о грунт будет иметь следующий вид:

$$P_{\text{тр}} = \Pi_{\text{т}} \rho g f_2 (b_{\text{д}} + l_{\text{от}}) b_{\text{д}} h_{\text{н}} / 2A_{\text{н}} + \Pi_{\text{т}} \rho g f_2 H_{\text{к}} \text{ctg } \lambda h_{\text{н}} l_{\text{от}} / 2A_{\text{н}} = \\ = \Pi_{\text{т}} \rho g f_2 h_{\text{н}} [(b_{\text{д}} + l_{\text{от}}) b_{\text{д}} + H_{\text{к}} \text{ctg } \lambda l_{\text{от}}] / 2A_{\text{н}}. \quad (9.46)$$

По мощности $P_{\text{р.о}}^{\text{дв}}$ предварительно определяется *мощность P_6 базовой машины* и подбирается сама базовая машина:

$$P_6 = (1,3 \dots 1,5) P_{\text{р.о}}^{\text{дв}}. \quad (9.47)$$

В формуле (9.30) значение $P_{\text{всп}}^{\text{дв}}$ рассчитывается по зависимости

$$P_{\text{всп}}^{\text{дв}} = (0,05 \dots 0,07) (P_{\text{р.о}}^{\text{дв}} + P_{\text{пер}}^{\text{дв}}). \quad (9.48)$$

Для расчета $P_{\text{пер}}^{\text{дв}}$ необходимо иметь значения сил, действующих на рабочее оборудование и машину в целом.

9.5. Расчет сил, действующих на рабочее оборудование

Усилие в ковшовой или скребковой *цепи $F_{\text{ц}}$* определяется по уравнению

$$F_{\text{ц}} = (P_{\text{к}} + P_{\text{п}} + P_{\text{оч}} + P_{\text{тр}}) / v_{\text{ц}} \eta_{\text{р.о}}. \quad (9.49)$$

При прочностных расчетах это значение умножается на коэффициент динамичности $K_{\text{д}} = 1,1$. В случае отсутствия предохранительных устройств в трансмиссии привода рабочего органа расчет цепи и элементов трансмиссии ведется из предположения о том, что при перегрузке рабочего органа вся мощность двигателя, кроме мощности на привод отваливающих и дополнительных устройств, реализуется на цепи.

Усилие взаимодействия рабочей ветви цепи с грунтом $F_{\text{ц,р}}$ можно определить по формуле

$$F_{\text{ц,р}} = (P_{\text{к}} + P_{\text{тр}} + P_{\text{п}}) / v_{\text{ц}}. \quad (9.50)$$

Разделив $F_{\text{ц,р}}$ на количество копающих элементов, одновременно находящихся в контакте с откосом, получим *усилие, действующее на каждый скребок или ковш*.

Для выполнения тяговых или статических расчетов необходимо определить составляющие $F_{\text{ц,р}}$ – горизонтальную $F_{\text{ц,г}}$, направленную против хода каналоочистителя, горизонтальную $F_{\text{г}}$, направленную поперек хода, и вертикальную $F_{\text{в}}$ (рис. 9.9).

Они рассчитываются следующим образом:

$$F_{\Gamma} = F_{ц,р} \sin \gamma; \quad (9.51)$$

$$F_{\Gamma} = F_{ц,р} \cos \lambda \cos \gamma; \quad (9.52)$$

$$F_{\text{в}} = F_{ц,р} \sin \lambda \cos \gamma. \quad (9.53)$$

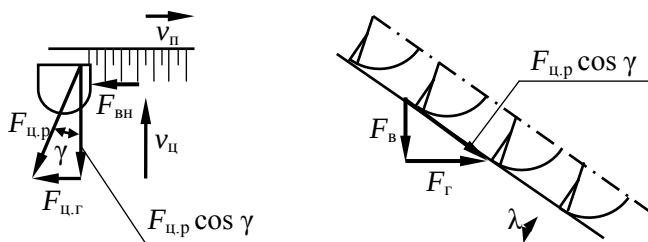


Рис. 9.9. Схема сил, действующих на цепной рабочий орган

При полнопрофильной очистке значения F_{Γ} и $F_{\text{в}} \approx 0$.

Против хода каналаочистителя, кроме того, направлена сила $F_{\text{вн}}$, препятствующая внедрению ковшей или скребков в грунт. Она определяется по формуле

$$F_{\text{вн}} = \varepsilon P_{\text{к}} / v_{ц}, \quad (9.54)$$

где ε – коэффициент соотношения между касательной и нормальной составляющими силы на копание грунта (для скребков принимается равным 0,6...0,9, для ковшей – 0,15...0,45).

Скребок каналочистители могут иметь бермоочистители, предназначенные для отодвигания вынутаго из канала грунта от бровки канала. Отвал бермоочистителя устанавливается под углом α_0 к направлению движения каналочистителя ($\alpha_0 = 45...50^\circ$).

Сопротивление перемещению бермоочистителя F_6 (кН) по аналогии с подобного рода рабочими элементами можно определить по выражению

$$F_6 = V_{\text{пр}} \rho g (f_2 \sin (\alpha_0 + \varphi_c) + f_1 \cos \alpha_0 - \cos \varphi_c), \quad (9.55)$$

где $V_{\text{пр}}$ – объем призмы волочения, м^3 ;

φ_c – угол трения грунта о сталь;

f_1 – коэффициент трения грунта о сталь.

Расчет $V_{пр}$ можно выполнить по формуле

$$V_{пр} = \Pi_T L_{отв} / v_{пр}, \quad (9.56)$$

где $L_{отв}$ – длина отвала, принимаемая в пределах 1,0...1,5 м.

Вертикальной и боковой составляющими, действующими на отвал, пренебрегают ввиду их малости по отношению к F_6 .

После расчета сил, действующих на рабочее оборудование, может выполняться *тяговый расчет*.

Общая методика выполнения тяговых расчетов рассматривается при изучении дисциплины «Мелиоративные машины». Основной особенностью тяговых расчетов для рабочего передвижения различных мелиоративных и эксплуатационно-ремонтных машин является различие в определении тягового суммарного сопротивления или противоположно направленной ему необходимой силы тяги F_T .

В качестве примера рассмотрим расчетную схему к определению тягового суммарного сопротивления для скребкового каналаочистителя (рис. 9.10).

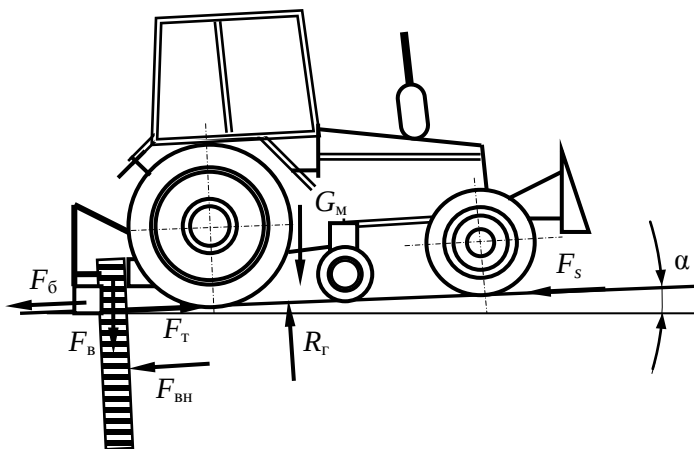


Рис. 9.10. Схема к тяговому расчету для рабочего передвижения скребкового навесного каналаочистителя

Тяговое суммарное сопротивление F_c каналаочистителя с навесным рабочим оборудованием, совершающего очистку канала, рассчитывается по формуле

$$F_c = F_s + G_m \sin \alpha + F_n + F_r + F_6 + F_{вн}, \quad (9.57)$$

где F_s – сила сопротивления передвижению ходового устройства базовой машины;

G_m – сила тяжести машины в целом;

α – расчетный продольный уклон местности.

Для машин, обслуживающих мелиоративные системы, принимается равным 5° .

При схемах агрегатирования, отличных от навесной, это отражается в методике расчета.

Расчет F_s выполняется по формуле

$$F_s = f_o R_r, \quad (9.58)$$

где f_o – коэффициент сопротивления передвижению ходового устройства базовой машины;

R_r – нормальная реакция со стороны грунта на движитель.

Для рассматриваемых машин

$$R_r = G_m \cos \alpha + F_b. \quad (9.59)$$

Мощность на передвижение P_n рассчитывается по следующей формуле:

$$P_n = F_c v_n. \quad (9.60)$$

При необходимости P_n приводится к двигателю путем деления на КПД буксования, движителя и трансмиссии.

После расчета F_c выполняется проверка возможности передвижения по сцеплению. Для этого проверяется условие удовлетворения неравенства

$$F_{сц} \geq F_c, \quad (9.61)$$

где $F_{сц}$ – возможная сила тяги по сцеплению.

Расчет $F_{сц}$ ведется по формуле

$$F_{сц} = \varphi_{сц} R_r, \quad (9.62)$$

где $\varphi_{сц}$ – коэффициент сцепления движителя с грунтом.

Значения $\varphi_{сц}$ и f_o приведены в табл. 9.4.

**Таблица 9.4. Значения коэффициентов сопротивления передвижению
ходового устройства и сцепления ходового устройства с грунтом**

Условия передвижения	Коэффициент сопротивления передвижению f_0			Коэффициент сцепления $f_{сч}$	
	Гусеничный ход	Колесный ход	Льжи	Гусеничный ход	Колесный ход
Торфяное болото	0,1...0,3	0,2...0,3	0,7...0,9	0,15...0,9	0,1...0,6
Свежая пашня	0,1...0,12	0,17...0,18	–	0,6...0,8	0,4...0,5
Луг скошенный влажный, залежь	0,07...0,08	0,09...0,1	–	0,8...0,9	0,6...0,7
Стерня	0,08...0,09	0,07...0,1	–	0,7...0,9	0,6...0,7
Песок	0,1...0,15	0,16...0,2	0,4...0,6	0,4...0,5	0,3...0,4
Супесь	0,07...0,12	0,14...0,018	0,4...0,6	0,6...1,0	0,4...0,7
Суглинок	0,08...0,15	0,12...0,2	0,4...0,7	0,7...0,8	0,5...0,7
Суглинок тяжелый и глины	0,07...0,15	0,03...0,2	0,4...0,6	0,9...1,0	0,7...0,8

Тяговый расчет для прицепной, полуприцепной или полунавесной схем агрегатирования, а также для транспортного передвижения может быть выполнен по существующей методике (дисциплина «Мелиоративные машины»).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Дайте определение подачи на скребок (на ковш). Запишите формулу для ее расчета. Расшифруйте входящие в нее обозначения.
2. Дайте определение толщины стружки. Запишите формулу для ее расчета. Расшифруйте входящие в нее обозначения.
3. Изобразите форму срезаемой стружки и укажите ее основные размеры при очистке дна, откоса, дна и откоса, полнопрофильной очистке канала.
4. Запишите формулы расчета основных параметров скребкового каналаочистителя. Расшифруйте входящие в них обозначения.
5. Запишите формулы расчета основных параметров многоковшового каналаочистителя. Расшифруйте входящие в них обозначения.
6. Запишите уравнение расчета мощности на привод рабочего органа.
7. Укажите силы, действующие на рабочее оборудование цепного каналаочистителя. Объясните порядок их расчета.

10. ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА КАНАЛООЧИСТИТЕЛЕЙ С РОТАЦИОННЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

10.1. Кинематика и размеры стружки для фрезерных каналоочистителей с осью вращения, параллельной оси канала

Одним из широко применяющихся рабочих органов каналоочистителей является фрезерный рабочий орган с осью вращения фрезы, параллельной оси канала. Иногда такой рабочий орган не совсем точно называют ротором или ротором-метателем. В данном издании он назван фрезерным.

Точки фрезы, участвуя во вращательном и поступательном движении, перемещаются по спиральной траектории. На рис. 10.1 изображена траектория крайней точки ножа-лопатки фрезы.

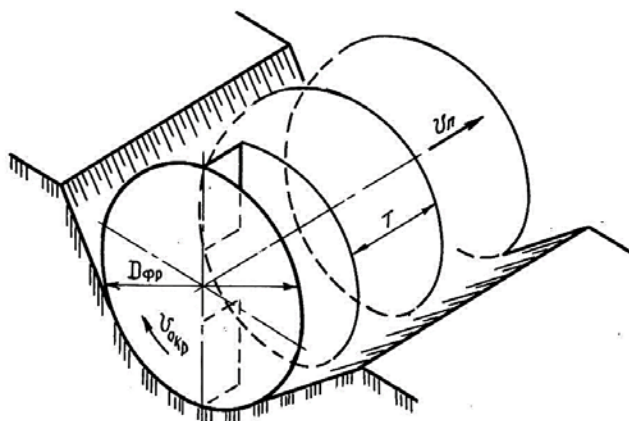


Рис. 10.1. Траектория крайней точки ножа-лопатки фрезы

Шаг спирали T (подача на оборот) при рабочей скорости передвижения v_n каналоочистителя вдоль канала и при времени оборота $t_{об}$ фрезы определяется по формуле

$$T = v_n t_{об}. \quad (10.1)$$

Время оборота через угловую скорость ω определяется как

$$t_{об} = 2\pi / \omega, \quad (10.2)$$

через окружную скорость $v_{\text{окр}}$ –

$$t_{\text{об}} = \pi D_{\text{ф}} / v_{\text{окр}}, \quad (10.3)$$

где $D_{\text{ф}}$ – диаметр фрезы по концам ножей-лопаток, м.

Учитывая, что частота вращения n есть величина, обратная $t_{\text{об}}$, формулу (10.1) можно записать следующим образом:

$$T = v_{\text{п}} / n = 2\pi v_{\text{п}} / \omega = \pi D_{\text{ф}} v_{\text{п}} / v_{\text{окр}}. \quad (10.4)$$

Подачей на нож C является путь, который проходит каналочиститель, а значит, и рабочий орган за время поворота фрезы на угол между двумя ножами-лопатками.

С учетом того, что подача на нож меньше подачи на оборот в число раз, равное числу ножей-лопаток $z_{\text{н}}$ на фрезе, на основании уравнения (10.4) производится следующая запись:

$$C = v_{\text{п}} / n z_{\text{н}} = 2\pi v_{\text{п}} / z_{\text{н}} \omega = \pi D_{\text{ф}} v_{\text{п}} / z_{\text{н}} v_{\text{окр}}. \quad (10.5)$$

Введя понятие частоты выгрузок $z_{\text{в}}$, из уравнения (10.5) можно получить:

$$C = v_{\text{п}} / z_{\text{в}}. \quad (10.6)$$

Значение $z_{\text{в}}$ определяется по формуле

$$z_{\text{в}} = z_{\text{н}} n = z_{\text{н}} \omega / 2\pi = z_{\text{н}} v_{\text{окр}} / \pi D_{\text{ф}}. \quad (10.7)$$

Форма срезаемой стружки упрощенно показана на рис. 10.2.

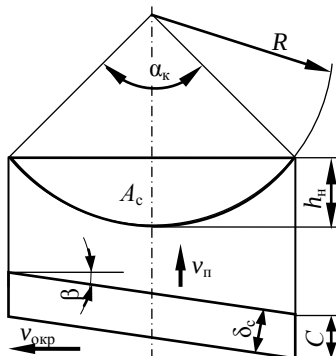


Рис. 10.2. Форма и размеры стружки, срезаемой фрезерным рабочим органом с осью вращения фрезы, параллельной оси канала

Здесь C – подача на нож-лопатку, м; h_n – толщина срезаемых за один проход наносов, м; δ_c – толщина стружки, м; α_k – угол контакта, или угол захвата, рад; R – радиус фрезы по концам ножей-лопаток, м; β – угол подъема винтовой линии траектории ножей-лопаток, град.

Согласно рис. 10.2

$$\delta_c = C \cos \beta; \quad (10.8)$$

$$\beta = \arctg (v_n / v_{\text{окр}}); \quad (10.9)$$

$$\alpha_k = 2 \arccos [(R - h_n) / R]. \quad (10.10)$$

Обычно угол β имеет небольшую величину, поэтому часто принимают $\delta_c \approx C$. Площадь срезаемых наносов рассчитывают как площадь сегмента A_c :

$$A_c = \alpha_k R^2 / 2 - R(R - h_n) \sin (\alpha_k / 2), \quad (10.11)$$

где α_k – угол контакта, рад.

10.2. Расчет основных параметров фрезерного рабочего органа

Расчет основных параметров целесообразно начинать с назначения (если не дается в задании на проектирование) *необходимой дальности отбрасывания* $l_{\text{отб}}$ пульпы (рис. 10.3). Обычно она принимается в пределах от 6 до 15 м. После этого рассчитывают *окружную скорость* по зависимости

$$v_{\text{окр}} = (1,5 \dots 2,5) l_{\text{отб}}. \quad (10.12)$$

Полученное значение скорости должно находиться в диапазоне 10...25 м/с.

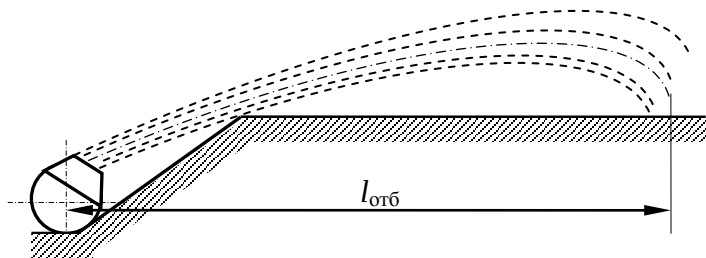


Рис. 10.3. Схема выброса пульпы

Затем следует определить диаметр D кожуха фрезы из условия не подрезания дна и откосов трапециевидального канала. Графически это означает, что при минимальной ширине канала по дну b_d и заданном максимальном угле наклона откосов λ проектные линии дна и откоса облицованного канала должны являться касательными к окружности диаметром D (рис. 10.4).

Тогда, согласно рис. 10.4, a , угол AOB и угол наклона откоса равны, как углы со взаимно перпендикулярными сторонами. Треугольники OBC и OAC равны по общей стороне и противоположному углу, следовательно, OC – биссектриса для угла AOB . Таким образом, с учетом того, что $OB = D/2$, можно, рассмотрев треугольник OBC , записать:

$$D = b_d / \operatorname{tg}(\lambda / 2). \quad (10.13)$$

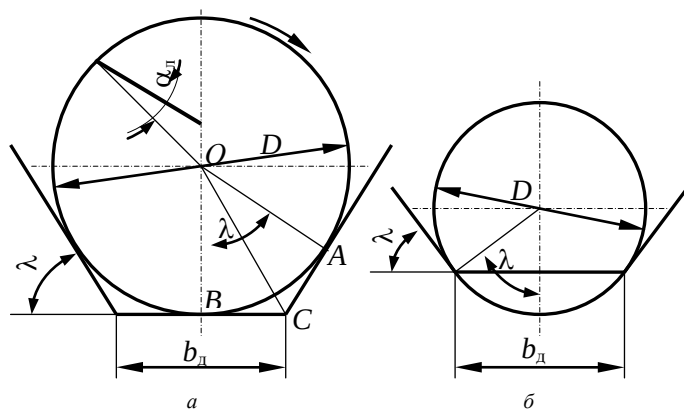


Рис. 10.4. Схема к определению диаметра кожуха фрезы из условия неподрезания откосов канала: a – облицованного; b – необлицованного

Очистку необлицованных каналов целесообразно выполнять с некоторым их перезаглублением по сравнению с исходной проектной глубиной. Для этого случая расчетная схема показана на рис. 10.4, b . Тогда расчет D следует выполнять по формуле

$$D = b_d / \sin \lambda. \quad (10.14)$$

Диаметр фрезы по концам ножей-лопаток D_ϕ можно рассчитать конструктивно:

$$D_{\phi} = D - 2 (C_1 + C_2), \quad (10.15)$$

где C_1 – толщина стенки кожуха фрезы. Ориентировочно ее можно принять равной 4...6 мм или близкой к $0,007D$;

C_2 – зазор между внешними концами ножей-лопаток и внутренней поверхностью кожуха. Обычно $C_2 = 8...12$ мм.

Для навесного рабочего органа, не охватываемого кожухом снизу и не опирающегося им о дно, D_{ϕ} принимается равным D , рассчитанным по формуле (10.13) или (10.14).

Определение *номинальной (расчетной) скорости рабочего передвижения* выполняется по формуле

$$v_n = P_t / A_c. \quad (10.16)$$

При отсутствии на рабочем органе уширителей, лемехов, открьлков или отвалов расчет A_c выполняется по формуле (10.11), в иных случаях необходимо рассчитать A_c в соответствии со схемой рабочего органа.

Число ножей-лопаток рассчитывается из условия обеспечения необходимой подачи по формуле

$$z_n = \pi D_{\phi} v_n / C v_{\text{окр}}. \quad (10.17)$$

Для расчета z_n значение C принимается при удалении торфяных наносов равным 7...15, минеральных – 5...7 мм.

При этом для снижения динамичности нагрузок желательно выполнение условия: $z_n \geq 2\pi/\alpha_k$. Значение z_n принимается равным 3...5. После принятия числа z_n уточняется C .

Для уменьшения рассеивания струи и снижения энергоемкости процесса нож-лопатка отклоняется от радиального направления под углом α_n . Увеличение значения α_n может привести к явлению защемления грунта между кожухом и лопаткой. Произойдет это, если составляющая силы трения грунта о кожух F_1 превысит значение противоположно направленной ей силы трения грунта о лопатку F_2 (рис. 10.5). При равенстве коэффициентов трения f_1 грунта о кожух и грунта о лопатку и, учитывая то, что в данном случае $F_2 = f_1 F_1$, а F_n обусловлена силой F_1 ($F_n = F_1 \cos \alpha_n$), можно записать *условие незащемления*:

$$F_2 \geq F_1 \sin \alpha_n, \quad (10.18)$$

или

$$f_1 F_1 \cos \alpha_n \geq F_1 \sin \alpha_n. \quad (10.19)$$

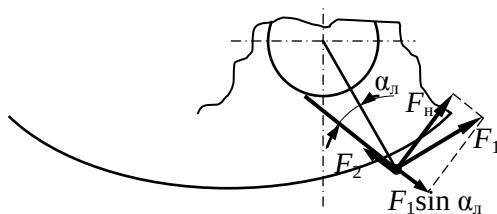


Рис. 10.5. Схема сил, действующих на частицу

Отсюда

$$\alpha_{\text{л}} \leq \arctg f_1. \quad (10.20)$$

Рекомендуется принимать $\alpha_{\text{л}} = 5 \dots 10^\circ$.

Длина режущей части ножа-лопатки $l_{\text{л}}$ должна быть такой, чтобы верхняя кромка режущей части его не опускалась ниже расчетного уровня наносов при наибольшем ее погружении в грунт.

При $\alpha_{\text{л}} \leq 20^\circ$ расчет $l_{\text{л}}$ допускается выполнять упрощенно по формуле

$$l_{\text{л}} \geq h_{\text{н}} / \cos \alpha_{\text{л}}. \quad (10.21)$$

Ширину ножа-лопатки $b_{\text{л}}$ (рис. 10.6) принимают в пределах 150...200 мм. Большие значения принимаются при рабочей скорости передвижения, превышающей 0,2 м/с.

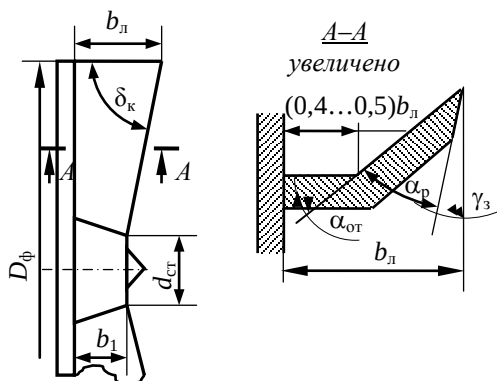


Рис. 10.6. Размеры фрезерного рабочего органа

Принятое значение согласовывается с условием

$$b_d \geq 2,35\Pi_T + 40, \quad (10.22)$$

где Π_T – техническая производительность фрезы по грунту, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Для улучшения транспортирующей способности ножа-лопатки его отгибают вперед на угол $\alpha_{ог} = 50 \dots 55^\circ$ на расстоянии $(0,4 \dots 0,5)b_d$ от диска, тогда угол резания α_p получается равным $35 \dots 40^\circ$. Задний угол γ_3 во избежание трения тыльной поверхности ножа по срезаемому грунту должен удовлетворять условию $\gamma_3 > \beta$. Значение β вычисляется по уравнению (10.9) с подстановкой значения $v_{окр1}$, рассчитанного по выражению

$$v_{окр1} = v_{окр}(R_\phi - h_n) / R_\phi. \quad (10.23)$$

Рекомендуется принимать $\gamma_3 = 10 \dots 15^\circ$, $\delta_k = 60 \dots 65^\circ$.

Величина дуги разгрузочного окна кожуха должна соответствовать углу разгрузки грунта ϕ_p , который принимается равным $(0,5 \dots 0,7) \pi$.

Наклон струи пульпы к горизонту обычно регулируется заслонками или поворотом кожуха.

Толщину диска фрезы предварительно можно принять равной $8 \dots 10$ мм, толщину ножа-лопатки – на $1 \dots 2$ мм больше.

Диаметр ступицы $d_{ст}$ должен соответствовать условию

$$D - 2h_n > d_{ст} > 0,2D. \quad (10.24)$$

Остальные размеры принимаются исходя из конструкторских соображений и на основании прочностных расчетов.

10.3. Расчет мощности на привод фрезерного рабочего органа

Расчет мощности $P_{р.о}$ на привод фрезерного рабочего органа с осью вращения фрезы, параллельной оси канала, можно выполнить по следующему уравнению:

$$P_{р.о} = (P_k + P_n + P_p + P_{тр}) / \eta_p, \quad (10.25)$$

где P_k , P_n , P_p , $P_{тр}$ – соответственно мощность на копание наносов, мощность на их подъем к месту выброса из кожуха, мощность на разгон наносов, мощность на преодоление сил трения наносов, перемещаемых внутри рабочего органа;

η_p – КПД рабочего органа, $\eta_p \approx 0,7$.

Для расчета *мощности на копание* P_k используется известное выражение

$$P_k = k_1 \Pi_T. \quad (10.26)$$

По рекомендациям ВНИИЗемМаш, при характеристиках наносов, соответствующих характеристикам грунтов первой, второй и третьей категорий, k_1 принимается равным соответственно 100, 200 и 300 кПа. Для облицованных каналов, занесенных илом, суглинками, песком и заросших травой, $k_1 = 35 \dots 270$ кПа; по рекомендациям, даваемым Э. А. Сухаревым, для наносов каналов $k_1 = 120 \dots 170$ кПа.

Кроме того, можно воспользоваться данными табл. 10.1.

Таблица 10.1. Характеристика грунтов

Наименование показателя	Категория грунта		
	Первая	Вторая	Третья
Коэффициент удельного сопротивления грунтов копанию ковшом и шнеком, кПа	110...160	160...270	210...390
Коэффициент удельного сопротивления грунтов копанию плугом и откосником, кПа	40...50	50...100	75...200
Коэффициент удельного сопротивления грунтов копанию зачистным устройством, кПа	5...15	10...20	15...30
Коэффициент соотношения между удельными сопротивлениями копания и черпания	0,8...1,0	0,4...0,5	0,2...0,3

Расчет *мощности на подъем грунта* P_{Π} выполняется по формуле

$$P_{\Pi} = \Pi_T \rho g H_{\Pi}, \quad (10.27)$$

в которой H_{Π} можно приблизительно определить следующим образом:

$$H_{\Pi} = (0,75 \dots 0,85) D. \quad (10.28)$$

Мощность на разгон грунта вычисляется по формуле

$$P_p = \Pi_T \rho v_{\text{окр1}}^2 / 2, \quad (10.29)$$

где $v_{\text{окр1}}$ – окружная скорость, соответствующая центру тяжести вращающегося грунта, принимается равной $(0,85 \dots 0,9) v_{\text{окр}}$.

При наличии значительного слоя воды над наносами потребная мощность на привод рабочего органа возрастает. Основной составляющей дополнительной потребной мощности будет мощность на разгон воды. Тогда формула для расчета *мощности на разгон воды и грунта* примет следующий вид:

$$P_p = (A_c \rho + A_v \rho_v) v_n v_{\text{окр}}^2 / 2, \quad (10.30)$$

где A_v – площадь поперечного сечения слоя воды над наносами, м^2 ;
 ρ_v – плотность воды, кг/м^3 .

Для определения значения A_v можно воспользоваться схемой, приведенной на рис. 10.7.

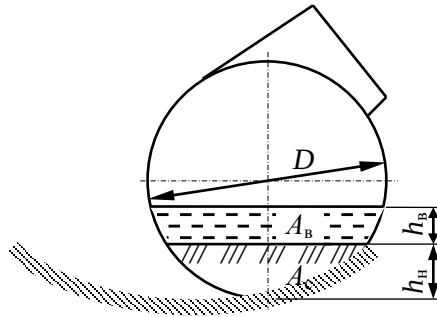


Рис. 10.7. Схема к расчету площади поперечного сечения слоя воды над наносами

Кроме того, при наличии значительного слоя воды целесообразно скорректировать формулу (10.27) расчета мощности на подъем. Ее можно записать в следующем виде:

$$P_n = (A_c \rho + A_v \rho_v) v_n g H_n. \quad (10.31)$$

Значение H_n зависит от размеров слоев воды и наносов. Ориентировочно его можно принять по соотношению

$$H_n = (0,6 \dots 0,7) D. \quad (10.32)$$

Расчет значения *мощности на преодоление сил трения* наносов в рабочем органе $P_{\text{тр}}$ ведется исходя из того, что основными видами работ на преодоление сил трения являются работа на перемещение грунта по ножу-лопатке от центра фрезы к ее периферии и работа на преодоление силы трения наносов о внутреннюю поверхность кожуха. При рассмотрении движения наносов вдоль ножа-лопатки учитываются сила тяжести, сила Кориолиса, центробежная сила, сила трения и сила инерции. Расчеты показывают, что при реальных режимах работы фрезы на пути от внедрения ножа-лопатки в наносы и прохождении ее до вертикального положения и даже несколько большем сила тяжести и центробежная сила превышают силы, препятствующие движению

наносов в радиальном направлении, т. е. работа оказывается отрицательной. При дальнейшем повороте фрезы силы, препятствующие радиальному перемещению наносов, могли бы превысить силы, способствующие этому процессу, но из-за заполнения периферийной части ножа-лопатки движение в радиальном направлении замедляется. Поэтому мощность, требуемая на перемещение грунта вдоль ножа-лопатки, оказывается незначительной и учитывается КПД рабочего органа. В связи с этим основной составляющей является работа на преодоление сил трения наносов о внутреннюю поверхность кожуха.

Расчетная схема к определению составляющей $P_{\text{тр}}$ приведена на рис. 10.8. Если из-за относительной малости пренебречь составляющей силы тяжести, прижимающей грунт к кожуху, то работу $W_{\text{тр}}$ по преодолению силы трения для частицы массой m , перемещающейся внутри кожуха, можно рассчитать по уравнению

$$W_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} R \alpha, \quad (10.33)$$

где $F_{\text{тр}}$ – сила трения перемещаемой массы наносов о внутреннюю поверхность кожуха;

α – угол, соответствующий дуге кожуха, по которой перемещаются наносы. Он находится в пределах $(1 \dots 1,2)\pi$.

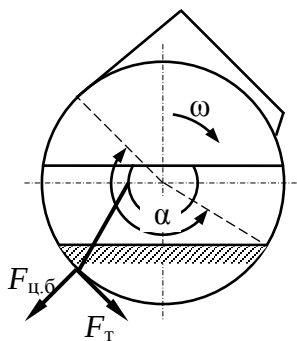


Рис. 10.8. Расчетная схема к определению мощности на трение

При необходимости более точное значение α можно найти по формуле

$$\alpha = \alpha_k / 2 + \pi / 2 + \pi / 4 = 0,5(\alpha_k + 3\pi / 2). \quad (10.34)$$

Значение $F_{\text{тр}}$ найдем как произведение силы нормального давления (центробежной силы) на коэффициент трения грунта о сталь, т. е.

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{ц}} f_1 = m v_{\text{окр}}^2 f_1 / R. \quad (10.35)$$

С учетом того, что процесс перемещения осуществляется за какое-то время t , можно записать уравнение для расчета мощности на трение:

$$P_{\text{тр}} = W_{\text{тр}} / t = m v_{\text{окр}}^2 f_1 R \alpha / R t. \quad (10.36)$$

Принимая во внимание, что $m = V \rho$, а $V / t = \Pi$, можно записать следующее выражение:

$$P_{\text{тр}} = \Pi_{\text{г}} \rho v_{\text{окр}}^2 \alpha f_1. \quad (10.37)$$

Формула (10.37) не учитывает реального расположения грунта в кожухе и на ноже-лопатке, поэтому расчет мощности на преодоление сил трения следует вести по следующей формуле:

$$P_{\text{тр}} = k_{\text{р.г}} k_{\text{к}} \Pi_{\text{г}} \rho v_{\text{окр}}^2 \alpha f_1, \quad (10.38)$$

где $k_{\text{р.г}}$ – коэффициент расположения грунта на ноже-лопатке, учитывающий, что центр масс перемещаемого грунта находится от оси вращения на расстоянии, меньшем радиуса, и принимаемый равным 0,75...0,85;

$k_{\text{к}}$ – коэффициент, учитывающий концентрацию грунта в кожухе, т. е. то, что на дуге с углом α работа идет неравномерно с нарастанием от нуля до максимума ($k_{\text{к}} = 0,3...0,5$).

Значение f_1 рекомендуется принимать 0,3 для грунтов первой категории и 0,45 – для второй, хотя Э. А. Сухарев приводит значение угла трения наносов о сталь, равное 30...35°, что соответствует величине f_1 , равной 0,58...0,70, которую можно использовать при расчете рабочего органа для очистки каналов без воды.

10.4. Особенности расчета шнекороторного рабочего органа с коническим шнеком

Рассмотрим шнекороторный рабочий орган с коническим шнеком и соосно установленным с ним лопастным метателем с осью вращения, параллельной оси канала. Его кинематика во многом сходна с кинематикой рассмотренного выше фрезерного рабочего органа.

Расчет параметров шнека.

Приведенные выше формулы (10.1) – (10.11) могут использоваться и при рассмотрении *кинематики шнека*. Расчетная схема конического шнека приведена на рис. 10.9.

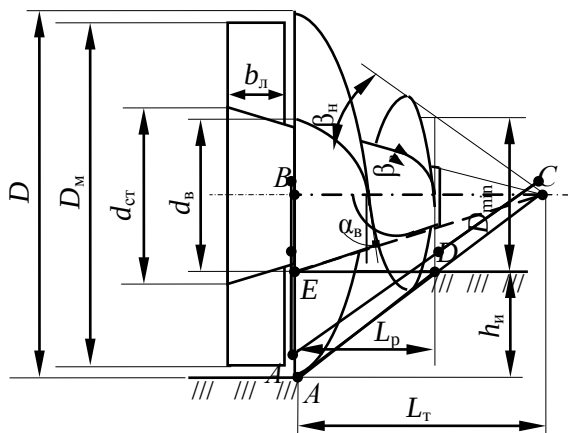


Рис. 10.9. Расчетная схема шнекороторного рабочего органа

Максимальный диаметр шнека D определяется из условия неподрезания откосов по формулам (10.13), (10.14).

Угол β_n наклона образующей конусной поверхности шнека к оси шнека для снижения энергоемкости процесса перемещения грунта желательно принимать больше угла трения грунта о грунт. Практически он принимается в пределах $30...45^\circ$, иногда до 75° . Причем с увеличением D следует принимать и увеличенное значение β_n .

Теоретическая длина шнека L_T из $\triangle ABC$

$$L_T = D / 2 \operatorname{tg} \beta_n. \quad (10.39)$$

Длина рабочей части L_p шнека из $\triangle ADE$

$$L_p \geq h_n / \operatorname{tg} \beta_n. \quad (10.40)$$

Число заходов z шнека обычно принимается равным 2.

Угол подъема α_n винтовой линии шнека должен быть таким, чтобы при вращении шнека шнековая поверхность скользила по грунту, смещая его к метателю без активного перемешивания. Это требование будет обеспечено при выполнении условия

$$\alpha_n \leq \varphi_t / 2, \quad (10.41)$$

где φ_t – угол трения стали о грунт. Для влажных наносов $\varphi_t = 30 \dots 35^\circ$.

При разработке наносов для снижения динамических нагрузок на шнеки *необходимо, чтобы винтовая поверхность шнека постоянно находилась в контакте с наносами*. Данное требование будет выполнено при удовлетворении неравенства

$$L_p \geq T_{cp} / z_3, \quad (10.42)$$

где T_{cp} – средний шаг шнека, м.

При постоянном α_n у конического шнека величина шага не постоянна. Для участка длиной L_p *среднее значение шага* находят по формуле

$$T_{cp} = \pi D_{cp} \operatorname{tg} \alpha_n, \quad (10.43)$$

где D_{cp} – средний диаметр рабочей части шнека, м.

Расчет D_{cp} можно выполнить по формуле

$$D_{cp} = (D + D_{\min}) / 2, \quad (10.44)$$

где $D_{\min}$ – минимальный диаметр рабочей части шнека, м.

Из рис. 10.9 следует:

$$D_{\min} \approx D - 2h_n. \quad (10.45)$$

Используя приведенные определения, формулу (10.43) можно переписать в следующем виде:

$$T_{cp} = \pi(D - h_n) \operatorname{tg} \alpha_n. \quad (10.46)$$

Однако толщина снимаемых наносов h_n при очистке каналов может быть меньше, указанной на рис. 10.9. В этом случае на длине L_p будет помещаться меньше, чем $0,5T_{cp}$, что приведет к невыполнению требования постоянного контактирования винтовой поверхности с наносами. Поэтому для расчета необходимого значения T_{cp} в формуле (10.46) значение h_n следует умножить на 0,75.

Из формул (10.42) и (10.46) можно получить формулу для расчета значения угла α_n , обеспечивающего выполнение условия (10.42):

$$\alpha_n \leq \arctg[z_3 L_p / (\pi D_{cp})]. \quad (10.47)$$

Но с учетом комментария к формуле (10.46) при расчете угла подъема винтовой линии в формуле (10.47) и h_n , и L_p следует умножить на 0,75.

Полученное значение α_n является окончательным при условии, что оно не больше рассчитанного по уравнению (10.41).

Диаметр вала шнека d_b у его основания предварительно определяют по соотношению

$$d_b \approx D - 2h_n. \quad (10.48)$$

Окончательно d_b определяется после прочностных расчетов и компоновки привода шнека и метателя.

Частота вращения шнека $n_{\text{шн}}$ вычисляется из соображений обеспечения необходимого соотношения скорости движения винтовой линии v_b и скорости рабочего передвижения каналоочистителя. Значение v_b рассчитывается по формуле

$$v_b = T_{\text{ср}} n_{\text{шн}}. \quad (10.49)$$

При равенстве скорости рабочего передвижения и скорости движения винтовой линии ($v_n = v_b$) шнек ввинчивается в наносы без их перемещения. Для нормальной работы шнек должен сдвигать грунт назад, обеспечивая производительность не менее Π_r .

Это требование будет выполняться при условии, что $v_b \geq 2v_n$. Тогда

$$n_{\text{шн}} \geq 2v_n / T_{\text{ср}}. \quad (10.50)$$

У известных каналоочистителей $n_{\text{шн}}$ составляет $0,8 \dots 1,0 \text{ с}^{-1}$.

Расчет параметров метателя.

Конструкция лопастного метателя сходна с конструкцией описанного выше фрезерного рабочего органа (см. рис. 10.6).

Диаметр метателя D_m (рис. 10.10) принимается на $2 \dots 4$ см меньше максимального расчетного диаметра шнека, т. е.

$$D_m = D - (0,02 \dots 0,04). \quad (10.51)$$

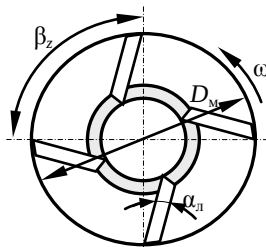


Рис. 10.10. Расчетная схема метателя (вид спереди) шнекороторного рабочего органа

Дальность отбрасывания $l_{отб}$ у шнекороторных каналочистителей находится в пределах 5...25 м при среднем значении, близком к 12 м.

Окружную скорость метателя $v_{о.м}$ можно принять по зависимости

$$v_{о.м} = (1,5...2,5)l_{отб}. \quad (10.52)$$

У известных каналочистителей $v_{о.м} = 14,0...23,4$ м/с.

Частота вращения метателя n_m рассчитывается на основании принятых параметров:

$$n_m = v_{о.м} / \pi D_m. \quad (10.53)$$

У существующих каналочистителей имеет место следующее соотношение: $n_m = (9...10)n_{шн}$.

Число лопастей z_l для снижения динамических нагрузок на метатели принимается таким, чтобы угловой шаг лопастей β_z был меньше $\alpha_{кон}$. Это условие удовлетворяется при $z_l \geq 2\pi / \alpha_{кон}$. Обычно $z_l = 3...5$.

Угол отклонения лопасти от радиального направления α_d принимается равным $5...10^\circ$.

Длина лопасти l_1 рассчитывается по формуле (10.21), но ограничивается диаметром ступицы $d_{ст}$. Предварительно можно принять $d_{ст} = d_v$ с последующим уточнением в процессе конструирования привода, расчета подшипников и компоновки ступицы.

Ширина лопастей b_l принимается, как и для фрезерного рабочего органа, так же, как форма и геометрия лопастей. Это же относится и к конструированию кожуха.

Построение винтовой поверхности конического шнека.

При проектировании и выполнении чертежей шнека необходимо вычерчивать винтовые линии шнека. Обычно вычерчивается вид сбоку и вид спереди, но для удобства построений с использованием правил начертательной геометрии на рис. 10.11 в его верхней части изображен вид спереди, а в нижней – вид сбоку.

Шнеки могут быть с постоянным углом подъема винтовой линии или с постоянным шагом. Для построения проекций винтовой линии с постоянным шагом удобно воспользоваться методом секущих плоскостей (плоскости вертикально секут конус, проходя через его ось). Каждая последующая плоскость повернута на угол φ . Построение целесообразно начинать с вида спереди, откладывая от окружности по образующим значения l_n , которые для шнека с постоянным шагом можно определить следующим образом.

На одном шаге T винтовая линия описывает угол 2π . Деление шага на n отрезков соответствует делению этого угла 2π на n углов, равных φ . Проекция шага на боковую поверхность конуса – $T / \cos \beta_n$, а на основание – $T \operatorname{tg} \beta_n$.

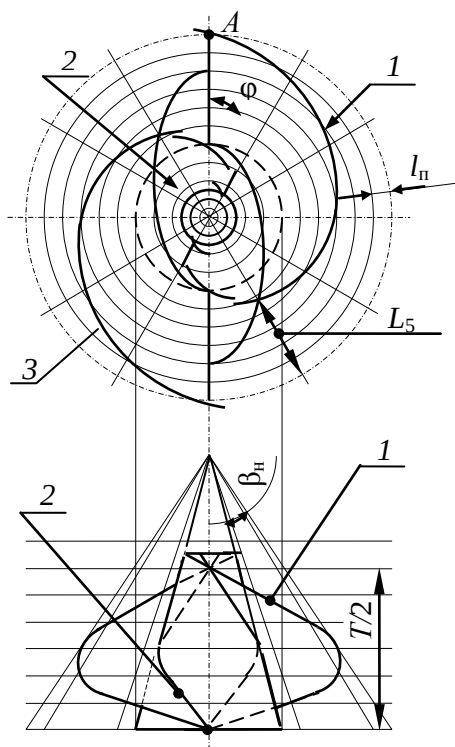


Рис. 10.11. Схема к построению винтовой поверхности конического шнека с постоянным шагом

Тогда величина уменьшения радиуса L_N при его повороте от точки A запишется следующим образом:

$$L_N = N_T T \operatorname{tg} \beta_n / n_{ш}, \quad (10.54)$$

где N_T – номер точки;

$n_{ш}$ – кратность деления шага и окружности (принятое количество частей, на которое делится окружность).

На рис. 10.11 кратность принята равной 6. Для примера в верхней части рисунка (вид спереди) показано положение точки L_5 .

Построенную по точкам спираль Архимеда (кривая 1) по законам проекционной связи следует перенести на нижнюю фронтальную проекцию.

Аналогично строятся спираль для винтовой линии, проходящей по поверхности вала (кривая 2), и винт второго захода (кривая 3).

Построение шнековых поверхностей для шнека с постоянным углом подъема винтовой поверхности показано на рис. 10.12. Для удобства построения здесь на верхней проекции показан вид шнека сбоку, а на нижней – вид спереди.

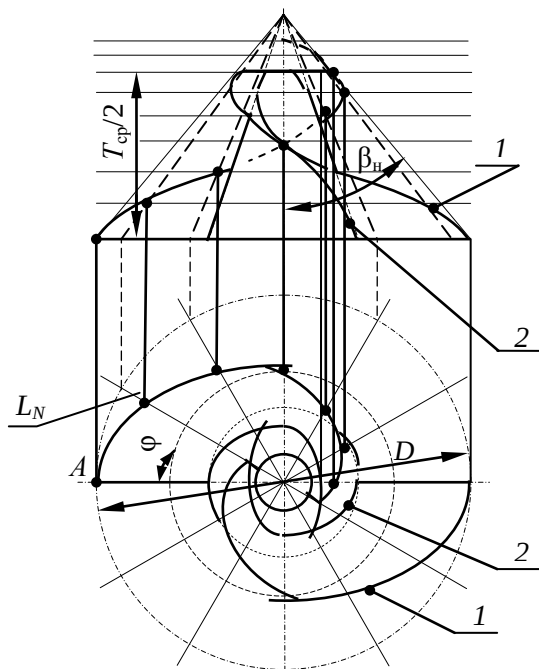


Рис. 10.12. Схема к построению винтовой поверхности конического шнека при постоянном угле ее подъема

При постоянном α_{Π} формулу для расчета значения l_N на рис 10.12 (вид спереди) можно получить, исходя из следующих соображений:

$$L_N = h_N \operatorname{tg} \beta_{\Pi}, \quad (10.55)$$

где h_N – расстояние от основания конуса до горизонтальной N -й секущей плоскости.

Значение h_N находим по формуле

$$h_N = \frac{\pi D \operatorname{tg} \alpha_{\Pi}}{\frac{n_{\Pi}}{N} + \pi \operatorname{tg} \alpha_{\Pi} \operatorname{tg} \beta_{\Pi}}. \quad (10.56)$$

При построении винтовых поверхностей шнеков необходимо учитывать направление вращения шнеков во время работы. На рис. 10.11 и 10.12 изображены шнеки, вращающиеся по ходу часовой стрелки, если смотреть на них спереди.

10.5. Расчет мощности на привод шнекороторного рабочего органа

Шнекороторный рабочий орган состоит из двух существенно отличающихся по назначению элементов, поэтому уравнение расчета мощности на его привод запишем в следующем виде:

$$P_{\text{р.о}}^{\text{дв}} = P_{\text{шн}} / \eta_{\text{шн}} \eta_{\text{тр.шн}} + P_{\text{м}} / \eta_{\text{м}} \eta_{\text{тр.м}}, \quad (10.57)$$

где $P_{\text{шн}}$, $P_{\text{м}}$ – соответственно мощности на осуществление рабочего процесса метателем;

$\eta_{\text{шн}}$, $\eta_{\text{тр.шн}}$, $\eta_{\text{м}}$, $\eta_{\text{тр.м}}$ – соответственно КПД шнека, трансмиссии привода шнека, метателя и трансмиссии его привода.

Значение $\eta_{\text{ш}} \approx 0,6$, $\eta_{\text{м}} \approx 0,8$, а значения $\eta_{\text{тр.шн}}$ и $\eta_{\text{тр.м}}$ зависят от конкретной схемы и исполнения трансмиссии их привода.

Расчет $P_{\text{шн}}$ можно выполнить по уравнению

$$P_{\text{шн}} = P_{\text{к}} + P_{\text{р.шн}} + P_{\text{тр.шн}}. \quad (10.58)$$

$P_{\text{к}}$ определяется так же, как и для фрезерного рабочего органа, по формуле (10.26). Скорость, до которой витки шнека разгоняют отделенные от дна наносы, невелика, поэтому значение $P_{\text{р.шн}}$ получается незначительным и его можно учесть КПД шнека.

Процесс трения можно представить как трение отделенных и перемещаемых наносов о забой, образуемый шнеком. При этом на отделенные наносы, находящиеся на наклонном забое (рис. 10.13), дей-

ствуют скатывающая сила ($mg \sin \beta_n$), сила тяжести (mg) и сила трения, которую можно представить как произведение нормальной составляющей силы тяжести ($mg \cos \beta_n$) на коэффициент трения грунта о грунт, являющийся тангенсом угла трения φ_r грунта о грунт. Но поскольку угол $\beta_n = 30 \dots 75^\circ$, что близко к значению φ_r или больше его, скатывающая сила оказывается близкой к силе трения, поэтому для рабочего органа с коническим шнеком можно принять $P_{тр} = 0$.

Расчет P_m можно выполнить по уравнению

$$P_m = P_{\text{ч}} + P_{\text{п}} + P_{\text{р}} + P_{\text{тр}}, \quad (10.59)$$

где $P_{\text{ч}}$ – мощность на черпание (захватывание) наносов, отделенных витками шнека и подаваемых к метателю.

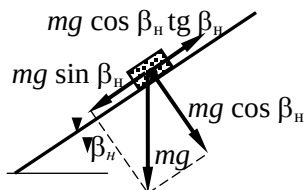


Рис. 10.13. Схема сил, действующих на отделенные наносы

Расчет $P_{\text{ч}}$ можно выполнить следующим образом:

$$P_{\text{ч}} = k_c k_1 \Pi_r, \quad (10.60)$$

где k_c – коэффициент, учитывающий снижение k_1 в результате того, что к метателю поступают наносы, взрыхленные шнеком, обычно $k_c = 0,4 \dots 0,6$. Большие значения принимаются для более легких грунтов.

Расчет $P_{\text{р}}$, $P_{\text{п}}$ и $P_{\text{тр}}$ выполняется так же, как и для фрезерного рабочего органа с осью вращения, параллельной оси канала, по формулам (10.27), (10.29), (10.30), (10.37).

Замеры реальных значений вращающего момента на валу шнека рабочего органа МР-16 показали, что он равен $2 \dots 2,5$ кН·м. Это соответствует мощности на привод шнека $12,4 \dots 15,5$ кВт.

10.6. Расчет сил, действующих на фрезерный и шнекороторный рабочие органы

Силы тяжести рабочих органов в ньютонах можно определить через их массы, которые ориентировочно можно рассчитать по зависимостям: $m_{p.o} \approx D$ – для шнекороторного и $m_{p.o} \approx (0,6 \dots 0,7) D$ – для фрезерного. Здесь D подставляется в миллиметрах.

При отделении наносов ножами-лопатками со стороны грунта на них действует сила копания F_k (рис. 10.14), которую можно представить в виде составляющей, препятствующей поступательному передвижению рабочего органа, и составляющей, направленной по касательной, т. е. перпендикулярно к оси вращения. Однако в связи с большой скоростью вращения первая составляющая незначительна, и силу F_k можно считать направленной перпендикулярно к оси вращения. Ее значение определяется по формуле

$$F_k = P_k / v_{\text{окр1}}. \quad (10.61)$$

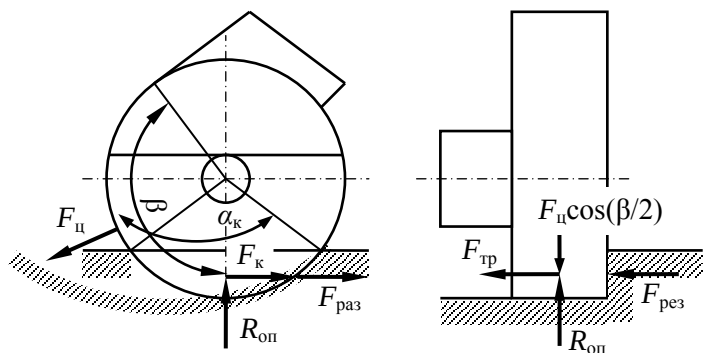


Рис. 10.14. Схема к расчету сил, действующих на фрезерный рабочий орган

Вектор силы F_k параллелен поверхности наносов и проходит через центр тяжести сегмента срезаемых наносов, но при тяговых и статических расчетах для упрощения их выполнения можно считать ее проходящей горизонтально через нижнюю точку кожуха.

Отделенный грунт разгоняется до окружной скорости. При этом возникает сила инерции, препятствующая разгону $F_{\text{раз}}$. Значение силы рассчитывается по формуле

$$F_{\text{раз}} = P_{\text{р}} / v_{\text{окр1}}. \quad (10.62)$$

Разгон грунта происходит на дуге, соответствующей углу $\alpha_{\text{к}}$, поэтому ориентировочно силу $F_{\text{раз}}$ можно считать проходящей через середину снимаемых наносов параллельно касательной, проведенной в середине $\alpha_{\text{к}}$.

На перемещаемый внутри кожуха грунт действует центробежная сила. Перемещение происходит на пути, соответствующем дуге с центральным углом β . Приблизительно по биссектрисе этого угла направлена центробежная сила $F_{\text{ц}}$, возникающая при перемещении грунта по внутренней поверхности кожуха. Ее величину можно определить следующим образом:

$$F_{\text{ц}} = P_{\text{тр}} / f_1 v_{\text{окр1}}. \quad (10.63)$$

Рабочий орган при полунавесной схеме агрегатирования обычно опирается днищем кожуха о грунт, срезая своей передней кромкой небольшой слой наносов. Сила $F_{\text{рез}}$, препятствующая резанию, рассчитывается по формуле

$$F_{\text{рез}} = k_y L_{\text{д}}, \quad (10.64)$$

где k_y – удельное сопротивление срезанию наносов, равное 7...9 кН/м;

$L_{\text{д}}$ – длина дуги срезаемых наносов, $L_{\text{д}} = D\alpha_{\text{к}} / 2$.

Силу трения кожуха $F_{\text{тр,к}}$ о грунт можно найти, используя значение опорной реакции $R_{\text{оп}}$, действующей на днище кожуха, которая определяется с учетом рассчитанных выше сил и сил тяжести рабочего оборудования, приходящихся на опорную поверхность днища.

Тогда

$$F_{\text{тр}} = f_1 R_{\text{оп}}. \quad (10.65)$$

Точкой приложения равнодействующей этой силы можно считать точку *A* (рис. 10.15).

Аналогично рассчитываются силы, действующие на шнек. При расчете сил, действующих на метатель, следует учитывать то, что у метателя процесс копания замещен процессом черпания. Типичная схема сил для рабочего органа, опирающегося о дно канала, приведена на рис. 10.16.

При вращении в противоположную сторону направление сил $F_{\text{раз}}$, $F_{\text{шн}}$, $F_{\text{ч}}$ изменится на противоположное, а $F_{\text{ц}}$ следует отклонить в другую сторону.

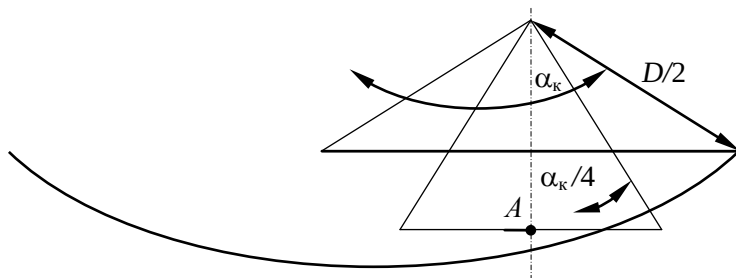


Рис. 10.15. Схема к пояснению определения точки приложения силы, действующей на кожу фрезерного рабочего органа

В процессе работы шнек, отделяя наносы, ввинчивается в них. При этом создается сила $F_{\text{зат}}$, затягивающая шнек, которую рассчитывают по формуле

$$F_{\text{зат}} = k_1 \Pi_T / (v_B - v_n). \quad (10.66)$$

Возникающую при этом на шнеке окружную силу $F_{\text{шн}}$ упрощенно можно рассчитать следующим образом:

$$F_{\text{шн}} = F_{\text{зат}} \operatorname{tg} \alpha_n. \quad (10.67)$$

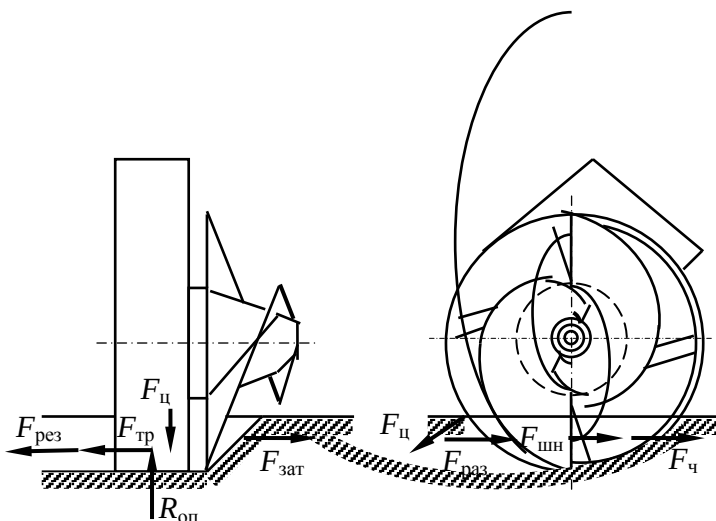


Рис. 10.16. Схема сил, действующих на шнек и кожу

Сила $F_{\text{ч}}$, препятствующая черпанию грунта и аналогичная силе $F_{\text{к}}$, вычисляется по формуле

$$F_{\text{ч}} = P_{\text{ч}} / v_{\text{окр1}}. \quad (10.68)$$

Остальные силы, действующие на метатель, определяются так же, как и для фрезерного рабочего органа.

Если рабочий орган не опирается кожухом о дно, то силы $R_{\text{оп}}$, $F_{\text{рез}}$ и $F_{\text{тр}}$ отсутствуют.

При наличии отвалов на рабочем органе следует учесть силы, действующие на них. Основной их составляющей будет сила $F_{\text{от}}$, направленная против рабочего передвижения каналоочистителя. Ее значение можно найти по формуле

$$F_{\text{от}} = k_{\text{гр}} A_{\text{от}}, \quad (10.69)$$

где $k_{\text{гр}}$ – удельное сопротивление копанию грунта открылками (для наносов $k_{\text{гр}} = 50 \dots 100$ кПа);

$A_{\text{от}}$ – площадь поперечного сечения грунта, срезаемого открылками или отвалами.

10.7. Расчет рабочих органов каналоочистителей с цилиндрическим шнеком

Кинематические соотношения и расчет параметров шнекового рабочего органа с цилиндрическим шнеком (рис. 10.17).

Цилиндрические шнековые рабочие органы применяются для очистки или профилирования откосов каналов (крутонаклонные шнеки) и сдвигания наносов в сторону на дне каналов (горизонтальные шнеки).

К основным параметрам шнекового рабочего органа (рис. 10.17) относятся: длина шнека $L_{\text{ш}}$, длина рабочей части шнека $L_{\text{р}}$, наружный диаметр винтовой поверхности шнека, или диаметр шнека $D_{\text{ш}}$, диаметр вала шнека $D_{\text{в}}$, шаг винтовой поверхности шнека S , окружная скорость шнека $v_{\text{р}}$ или частота вращения шнека n , скорость рабочего передвижения каналоочистителя $v_{\text{п}}$, производительность по транспортирующей способности $\Pi_{\text{т}}$.

Значение $L_{\text{р}}$ принимается равным длине откоса очищаемого канала:

$$L_{\text{р}} = H_{\text{к}} / \sin \lambda. \quad (10.70)$$

Для обеспечения выгрузки грунта на необходимом минимальном расстоянии от бровки канала при отсутствии метателя величина $L_{\text{ш}}$ должна быть больше L_p на L_B . Величину выступающей части L_B следует определить из условия размещения извлеченных из канала наносов под шнеком.

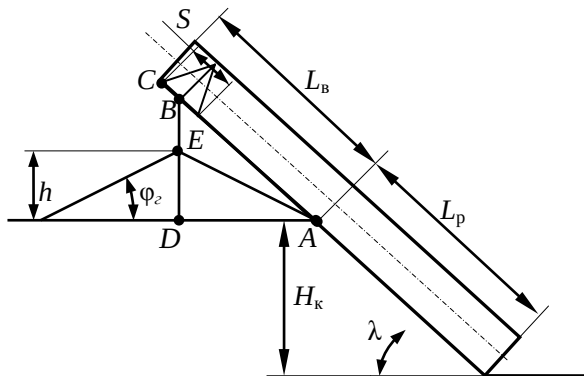


Рис. 10.17. Схема к определению необходимой длины выступающей части шнека

Длина выступающей части шнека AC состоит из отрезков AB и BC , где $BC = S / 2$. AB можно найти из треугольника ABD , у которого высота h определяется по формуле

$$h = \sqrt{A_n k_p \operatorname{tg} \varphi_r}. \quad (10.71)$$

Следовательно, $AD = h / \operatorname{tg} \varphi_r$. Тогда

$$AB = AD / \cos \lambda = h / (\cos \lambda \operatorname{tg} \varphi_r). \quad (10.72)$$

Таким образом, расчет минимального значения L_B можно выполнить по следующей формуле:

$$L_B = 0,5S + h / (\cos \lambda \operatorname{tg} \varphi_r). \quad (10.73)$$

На данной стадии проектирования значение S не определено, поэтому его предварительно можно принять на основании результатов обзора конструкций или рассчитать в метрах по зависимости

$$S \approx 3 \sqrt{\Pi_r}. \quad (10.74)$$

Остальные геометрические параметры показаны на рис. 10.18.

Расчет *производительности по транспортирующей способности* выполняется по формуле

$$\Pi_T = \pi(D_{\text{ш}}^2 - D_{\text{в}}^2) S n k_{\text{н}} k_{\text{вр}} / (4k_p), \quad (10.75)$$

где $k_{\text{н}}$ – коэффициент наполнения шнекового пространства, принимаемый равным 0,2...0,4;

$k_{\text{вр}}$ – коэффициент, учитывающий участие транспортируемой массы в частичном вращательном движении. Для крутонаклонных шнеков можно принять $k_{\text{вр}} = 0,3...0,4$.

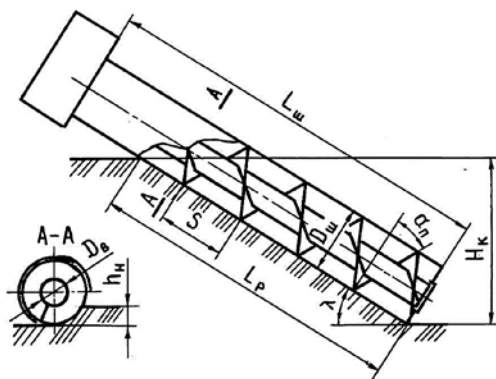


Рис. 10.18. Схема к расчету параметров крутонаклонного шнекового рабочего органа

Диаметр вала шнека в метрах предварительно до выполнения прочностного расчета можно принять по одному из соотношений: $D_{\text{в}} \approx 0,2D_{\text{ш}}$ или $D_{\text{в}} \approx 0,035 + 0,1D_{\text{ш}}$.

Шаг винтовой поверхности стандартного шнека принимается равным $0,8 D_{\text{ш}}$ или $D_{\text{ш}}$. Обычно первое значение принимается для крутонаклонных и вертикальных, второе – для горизонтальных и пологонаклонных рабочих органов.

Частота вращения n желательно назначать такой, чтобы обеспечивалась окружная скорость 4...4,5 м/с, так как при такой скорости энергоемкость процесса минимальна. Увеличение окружной скорости ведет к ускоренному изнашиванию режущей кромки. Для горизонтальных шнеков окружная скорость должна быть 1,5...3 м/с.

С v_p и $D_{\text{ш}}$ n связана известной формулой:

$$n = v_p / \pi D_{\text{ш}}. \quad (10.76)$$

Используя рекомендации по соотношению между $D_{\text{ш}}$, $D_{\text{в}}$, S , из формулы (10.75) можно получить выражение для предварительного расчета $D_{\text{ш}}$:

$$D_{\text{ш}} \approx \sqrt{6\Pi_{\text{т}} k_{\text{р}} / v_{\text{р}} k_{\text{н}} k_{\text{вр}}}, \quad (10.77)$$

или при подстановке средних значений можно получить следующую зависимость для предварительного ориентировочного расчета $D_{\text{ш}}$:

$$D_{\text{ш}} \approx 3,7 \sqrt{\Pi_{\text{т}}}. \quad (10.78)$$

Рассчитанное значение $D_{\text{ш}}$ желательно согласовать с рекомендуемыми стандартными значениями (табл. 10.2), а также принять стандартное значение S и уточнить значение $D_{\text{в}}$, приняв его в пределах от 70 до 200 мм. Как правило, меньшее значение S принимается для крутонаклонных, большее – для горизонтальных шнеков. У каналоочистителей обычно $D_{\text{ш}} \geq 300$ мм. При этом должно быть выполнено условие

$$D_{\text{ш}} \geq 2h_{\text{н}} + D_{\text{в}}. \quad (10.79)$$

Таблица 10.2. Стандартные значения диаметра и шага шнеков, мм

$D_{\text{ш}}$	250	320	400	500	650	800
S	200; 250	250; 320	320; 400	400; 500	500; 650	650; 800

После принятия уточненных значений необходимо пересчитать $\Pi_{\text{т}}$. Рассчитанное по формуле (10.75) значение $\Pi_{\text{т}}$ не должно отличаться от заданного более чем на 5 %.

Возможность применения методики расчета крутонаклонных шнеков проверяется сопоставлением принятой частоты вращения шнека и критической частоты $n_{\text{кр}}$. Если $n \geq n_{\text{кр}}$, шнек рассчитывается как крутонаклонный, если $n \leq n_{\text{кр}}$ – как пологонаклонный. Расчет $n_{\text{кр}}$ выполняется по следующей формуле:

$$n_{\text{кр}} = 30 \sqrt{2g \operatorname{tg}(\alpha_{\text{н}} + \rho_{\text{в}}) / D_{\text{ш}} f_{\text{пр}}} / \pi, \quad (10.80)$$

где $\alpha_{\text{н}}$ – угол подъема винтовой линии;

$\rho_{\text{в}}$ – угол трения грунта о витки шнека;

$f_{\text{пр}}$ – приведенный коэффициент трения.

Здесь

$$\alpha_{\text{п}} = \arctg (S / \pi D_{\text{ш}}); \quad (10.81)$$

$$f_{\text{пр}} = (f_1 + f_2) / 2. \quad (10.82)$$

В формулу (10.80) введена величина $f_{\text{пр}}$ с учетом того, что цилиндрическая поверхность, охватывающая шнек, частично образована стальным кожухом, а частично – разрабатываемым грунтом.

По аналогии с крутонаклонным для каналов без воды можно получить следующую зависимость для горизонтальных и пологонаклонных шнеков:

$$D_{\text{ш}} \approx 3,2 \sqrt{\Pi_{\text{т}}}. \quad (10.83)$$

В отличие от крутонаклонных для горизонтальных и пологонаклонных шнеков после расчета параметров необходимо проверить частоту вращения по условию

$$n \leq 1 / D_{\text{ш}}. \quad (10.84)$$

При невыполнении данного условия нужно принять пониженное значение $v_{\text{р}}$ и пересчитать параметры шнека. Обычно получается значение $n = 0,5 \dots 1,3 \text{ с}^{-1}$.

При расчете пологонаклонных шнеков следует учитывать то, что их производительность снижается с увеличением угла наклона шнека к горизонту λ . Это можно учесть, введя в формулу (10.75) множитель k_{γ} , значение которого определяют по табл. 10.3.

Таблица 10.3. Значения k_{γ} в зависимости от угла наклона шнека

λ , град	0	5	10	15	20	25	30
k_{γ}	1,0	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6	0,5

Скорость рабочего передвижения рассчитывается по формуле

$$v_{\text{п}} = \Pi_{\text{т}} / L_{\text{р}} h_{\text{н}}. \quad (10.85)$$

Расчетная толщина снимаемого слоя наносов $h_{\text{н}}$ обычно указывается в задании на проектирование или принимается, исходя из технологических соображений, но, как правило, ее максимальное значение должно удовлетворять следующему требованию:

$$h_{\text{н}} \leq (D_{\text{ш}} - D_{\text{в}}) / 2. \quad (10.86)$$

Значение *подачи на оборот* $C_{\text{об}}$ рассчитывается по формуле

$$C_{об} = v_n / n. \quad (10.87)$$

Рассчитанное значение $C_{об}$ также должно быть не больше h_n .

При установке шнека неперпендикулярно к направлению движения это необходимо учесть при расчете v_n по формуле (10.85).

При необходимости увеличения дальности отбрасывания грунта шнековые рабочие органы комплектуются лопастными метателями. Схемы шнековых рабочих органов с установленными метателями показаны на рис. 2.10 и 2.11. Предпочтительной является торцовая центральная подача (см. рис. 2.10, а).

Лопастные метатели обеспечивают дальность отбрасывания грунта до 20, а иногда и до 40 м.

Схема с основными геометрическими параметрами метателя показана на рис. 10.19.

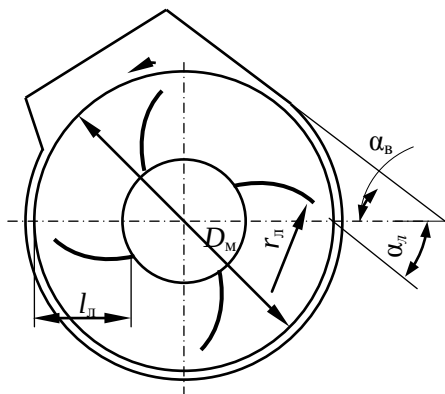


Рис. 10.19. Схема геометрических параметров метателя

Обычно $D_m \approx 2 D_{шн}$, частота вращения метателя $n_m = 5,0 \dots 13,3 \text{ с}^{-1}$. Угол выброса грунта α_v для песка и торфа принимается равным $35 \dots 40^\circ$, для суглинка – $40 \dots 45^\circ$, а при расположении метателя на дне канала для песка и торфа – 40° ; для суглинка и ила – $45 \dots 50^\circ$.

Оптимальным профилем лопасти является профиль, изогнутый по дуге с выпуклостью, направленной в сторону вращения. Радиус кривизны лопатки r_l принимается по рекомендации равным $(0,35 \dots 0,40) D_m$. Лопатка устанавливается так, чтобы угол α_l между касательной к наружному концу лопатки и диаметральной плоскостью

составлял $25...30^\circ$, а при работе на торфяниках – до 40° , что обеспечивает максимальные производительность и компактность струи.

Число лопаток $z_{\text{л}} = 4...6$.

Ширину лопатки $b_{\text{л}}$ (в мм) ориентировочно можно определить по следующей зависимости (значение $\Pi_{\text{т}}$ подставляется в $\text{м}^3/\text{ч}$):

$$b_{\text{л}} = 25 + 2,25\Pi_{\text{т}}. \quad (10.88)$$

Однако назначать $b_{\text{л}}$ более 250 мм нежелательно. Длину лопатки $l_{\text{л}}$ можно принимать для схемы:

рис. 2.10, $a - l_{\text{л}} \approx (D_{\text{м}} - D_{\text{ш}}) / 2$;

рис. 2.10, $b - l_{\text{л}} \approx S / 2$;

рис. 2.11, a и $b - l_{\text{л}} \approx (0,6...0,8)D_{\text{ш}}$.

10.8. Расчет действующих сил и мощности на привод рабочего органа с цилиндрическим шнеком

Формулу расчета мощности на привод рабочего органа можно записать в следующем виде:

$$P_{\text{р.о.}} = (P_{\text{к}} + P_{\text{п}} + P_{\text{п.г}}) / \eta_{\text{ш}}\eta_{\text{оп}} + P_{\text{м}} / \eta_{\text{м}}, \quad (10.89)$$

где $P_{\text{к}}$ – мощность на копание грунта витками шнека, определяется по формуле (9.27);

$P_{\text{п}}$ – мощность на подъем грунта, т. е. на увеличение потенциальной энергии грунта при его подъеме к метателю или выгрузному окну;

$P_{\text{п.г}}$ – мощность на передвижение грунта к метателю или выгрузному окну, включающая в себя мощности на разгон, перемешивание и измельчение, трение о вал, о винтовую поверхность, об откос и о внутреннюю поверхность кожуха;

$P_{\text{м}}$ – мощность на привод метателя;

$\eta_{\text{ш}}$ – КПД шнека, равный $0,7...0,8$;

$\eta_{\text{оп}}$ – КПД, учитывающий потери мощности в подшипниковых опорах шнека, приблизительно равный $0,95$;

$\eta_{\text{м}}$ – КПД метателя, приблизительно равный $0,8$.

Мощность на подъем грунта по аналогии с другими рабочими органами определяется следующим образом:

$$P_{\text{п}} = (\Pi_{\text{т}}\rho g H_{\text{п}}). \quad (10.90)$$

Здесь $H_{\text{п}}$ при очистке откоса вычисляется по формуле

$$H_{\Pi} = 0,5H_K + (L_B - 0,5S)\sin \lambda. \quad (10.91)$$

Основываясь на известных методиках расчета винтовых конвейеров и учитывая коэффициентом 1/2 то, что поступление транспортируемой массы в шнек происходит на всей длине рабочей части, а также то, что перемещаемый грунт трется не только о стальные поверхности шнека, но и об откос, мощность $P_{п.г}$ можно рассчитать следующим образом:

$$P_{п.г} = (k_3 \Pi_T \rho g L_{ш} w_0 \cos \lambda) / 2, \quad (10.92)$$

где k_3 – коэффициент запаса, равный 1,2...1,4;

w_0 – эмпирический коэффициент сопротивления перемещению груза, приблизительно равный 4.

Расчет P_M можно выполнить по методике расчета метателя шнекороторного рабочего органа или по следующей адаптированной к принятым условиям и обозначениям формуле:

$$P_M = \Pi_T \rho g [(v_B^2 - v_{oc}^2) (0,5D_M + r_o) f_1 / (2 \cos \alpha_B)] [\sin \alpha_B + (2\pi n_M)^2 (0,5D_M + r_o) (1 - \sin \phi_1) / (g \cos \phi_1)], \quad (10.93)$$

где v_B – скорость выброса грунта;

r_o – радиус расположения центра зоны метателя, в которую поступает грунт при боковой подаче, $r_o = 0,15; 0,12; 0,10; 0,07$ м соответственно при $v_{окр} = 15, 20, 25$ и 32 м/с;

ϕ_1 – угол трения грунта о сталь.

Расчет v_B выполняют по формуле

$$v_B = v_M \sqrt{[(1 - \sin \phi_1) / \cos \phi_1]^2 - 1}, \quad (10.94)$$

где v_M – окружная скорость метателя.

Для данного случая v_{oc} определяется по формуле

$$v_{oc} = 4\Pi_T / \pi(D_{ш}^2 - D_B^2). \quad (10.95)$$

В результате взаимодействия режущей кромки винтовой поверхности с грунтом происходит его отделение от массива. При этом возникает сила взаимодействия шнека с грунтом, составляющие которой удобно представить в виде осевой R_{oc} и окружной $R_{окр}$ реакций.

Значение R_{oc} можно рассчитать по формуле

$$R_{oc} = P_K / v_B, \quad (10.96)$$

где v_B – скорость движения винтовой линии, определяемая по формуле

$$v_B = nS. \quad (10.97)$$

Реакция $R_{окр}$ является распределенной нагрузкой, действующей на всей длине режущей части шнека, контактирующей с откосом. Для тяговых и статических расчетов ее допустимо представить в виде сосредоточенной нагрузки, действующей по касательной к шнеку и приложенной к середине его режущей части. Расчетной угловой координатой приложения $R_{окр}$ принимается половина угла контакта α_K , что показано на рис. 10.20.

Численное значение $R_{окр}$ определяется следующим образом:

$$R_{окр} = P_K / v_p. \quad (10.98)$$

Вертикальная составляющая этой реакции, лежащая в плоскости, перпендикулярной оси вращения, вычисляется по формуле

$$R_B = R_{окр} \sin (\alpha_K / 2). \quad (10.99)$$

Аналогично определяется горизонтальная составляющая

$$R_{гор} = R_{окр} \cos (\alpha_K / 2). \quad (10.100)$$

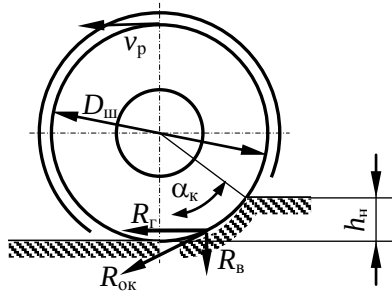


Рис. 10.20. Схема действия окружной реакции и ее составляющие

Из рис. 10.20 следует, что

$$\alpha_K = \arccos(1 - 2h_n / D_{ш}). \quad (10.101)$$

На вал шнека действуют распределенная по длине режущей части нагрузка $R_{окр}$, вращающий момент T и осевая сила $F_{ос}$. Значение момента найдем по формуле

$$T = (P_K + P_n + P_{п.г}) / (2\pi n \eta_{оп} \eta_{ш}). \quad (10.102)$$

Осевую силу можно найти следующим образом:

$$F_{oc} = R_{oc} + (P_{п} + P_{п.г}) / v_{oc}. \quad (10.103)$$

Шнековые береговые каналаочистители имеют, как правило, полунавесную схему агрегатирования (шнек имеет опору – уплотнительную плиту). Одной из стадий тяговых и статических расчетов является определение реакций F_x , F_y и F_z в месте условного расчленения базовой машины и рабочего оборудования. Типичная расчетная схема, которую можно использовать для этой цели, приведена на рис. 10.21.

Значения F_x и F_y определяют после нахождения реакции под опорой R_o , которую рассчитывают из условия $\sum M_0 = 0$. Определение силы, препятствующей перемещению опоры в направлении движения каналаочистителя, выполняется по формуле

$$F_{оп} = f_1 R_o. \quad (10.104)$$

Силу тяжести грунта в шнеке можно определить по формуле

$$G_r = \rho g L_{ш} \pi (D_{ш}^2 - D_{в}^2) k_n / 8 k_p. \quad (10.105)$$

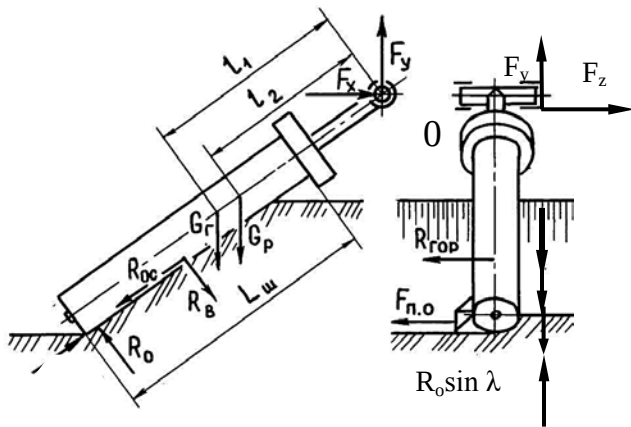


Рис. 10.21. Схема сил, действующих на шнековый рабочий орган

Значение F_z определяется из суммы проекций сил на ось, параллельную поверхности передвижения машины.

При наличии метателя на рабочее оборудование дополнительно действуют центробежная сила грунта, перемещающегося в кожухе

метателя, и сила, необходимая для разгона грунта. Их можно определить по методике расчета сил, действующих на метатель шнекороторного каналоочистителя.

Силу тяжести рабочего оборудования $G_{p.o}$ ориентировочно можно принять равной 25...30 % от силы тяжести базовой машины, а силу тяжести рабочего органа G_p – 40...50 % от $G_{p.o}$.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Изобразите траекторию крайней точки ножа-лопатки фрезы.
2. Дайте определение подачи на оборот и нож. Запишите формулу для ее расчета.
3. Изобразите форму срезаемой стружки и укажите ее основные размеры.
4. Дайте определение толщины стружки. Запишите формулу для ее расчета.
5. Запишите формулы расчета диаметра фрезы из условия неподрезания дна и отко-
сов.
6. Запишите формулу расчета скорости рабочего передвижения.
7. Запишите уравнение расчета мощности на привод фрезерного рабочего органа.
8. Укажите силы, действующие на рабочие органы фрезерного и шнекороторного
каналоочистителя. Объясните порядок их расчета.
9. Поясните особенности расчета основных параметров шнекороторного рабочего
органа.
10. Опишите порядок построения винтовых поверхностей шнека.
11. Опишите расчет производительности цилиндрического крутонаклонного шнека,
мощности на его привод и действующих сил.

11. ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МАШИН ДЛЯ СКАШИВАНИЯ И УДАЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ИЗ КАНАЛОВ

11.1. Кинематика и расчет параметров сегментно-пальцевых и сегментных режущих аппаратов

Теоретическая расчетная схема сегментно-пальцевого аппарата приведена на рис. 11.1. Здесь B_3 – конструктивная ширина захвата; h_n – теоретическая высота ножа; S_n – шаг ножей; S_p – шаг пальцев; S_x – величина хода ножей; v_n – средняя скорость ножей, измеряемая вдоль режущего бруса; v_p – скорость рабочего передвижения косилки.

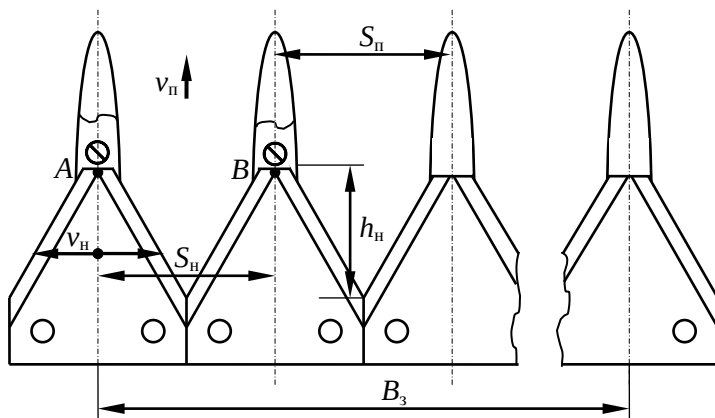


Рис. 11.1. Теоретическая схема сегментно-пальцевого режущего аппарата

Согласно конструкции аппаратов данного типа для перерезания стебля растительности необходимо, чтобы он был зажат между режущей кромкой сегмента и пальцем. На остальном пути перемещения сегмента идет пригибание растений без их среза. Поэтому при постоянной v_p чем выше значение v_n , тем меньше высота среза. При постоянной частоте ходов сегментов v_n тем выше, чем больше величина S_x . По соотношению S_n , S_p и S_x режущие сегментно-пальцевые аппараты делятся на аппараты нормального, низкого, среднего резания и аппараты с двойным проходом (ходом). У аппаратов нормального резания $S_n = S_p = S_x$, низкого – $S_n = 2S_p = S_x$, среднего – $S_n = (3/2$

или $4/3)S_n = S_x$, с двойным пробегом – $S_x = 2S_n = 2S_{п.}$. Для каналоокашивающих косилок применяются режущие аппараты нормального резания, со стандартными значениями – $S_n = S_{п.} = S_x = 76,2$ или 90 мм.

Основные схемы привода сегментных режущих аппаратов показаны на рис. 11.2.

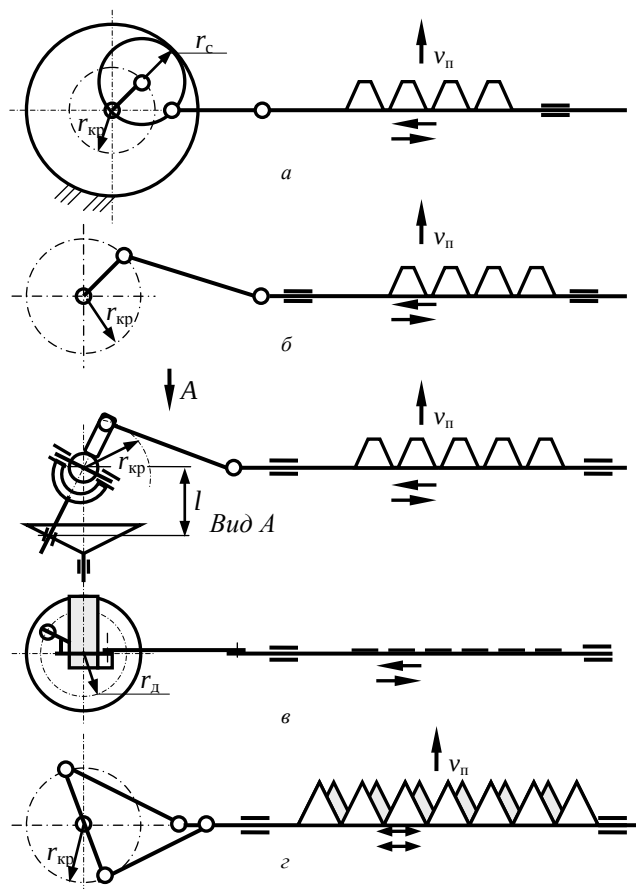


Рис. 11.2. Кинематическая схема сегментных режущих аппаратов: а – сегментного с планетарным приводом; б – сегментного с кривошипным приводом; в – сегментного с вилкой и кривошипом; г – сегментного двухножевого с кривошипным приводом

Для того чтобы не было пропусков стеблей без их срезания, за время перемещения косилки на h_n точка A (вершина ножа) должна переместиться в точку B и вернуться в исходное положение, т. е. нож аппарата нормального резания должен пройти путь $2S_x$. Приравняв время перемещения косилки на расстояние h_n и время перемещения ножа на величину $2S_x$, можно получить *уравнение, кинематически связывающее основные параметры режущего аппарата*:

$$h_n / v_n = 2S_x / v_n, \quad (11.1)$$

которое можно использовать для расчета параметров косилки.

Сегменты совершают возвратно-поступательное движение, поэтому их скорость v_c непостоянна и для схемы привода с кривошипом (см. рис. 11.2, б) v_c изменяется по закону

$$v_c = r_{кр} \sin(\omega t), \quad (11.2)$$

где $r_{кр}$ – радиус кривошипа привода режущего аппарата;

ω – угловая скорость кривошипа;

t – время от начала поворота кривошипа.

Тогда *максимальную скорость сегментов* v_{max} можно определить по формуле

$$v_{max} = r_{кр} \omega. \quad (11.3)$$

Обычно значение v_{max} находится в пределах 2,5...4 м/с. Меньшие значения принимаются при срезании грубостебельной растительности.

При необходимости *среднюю скорость* ножей можно принять из интервала 1,9...2,6 м/с. Меньшее значение принимается для жесткой растительности, большее – для мягкостебельных трав.

В уравнение (11.1) входит значение средней скорости, которое рассчитывается по формуле

$$v_n = S_x n, \quad (11.4)$$

где n – частота вращения кривошипа, мин^{-1} .

Частоту вращения кривошипа определяют из формулы расчета его окружной скорости, равной v_{max} :

$$v_{max} = 2r_{кр} \pi n; \quad (11.5)$$

$$n = v_{max} / (2\pi r_{кр}). \quad (11.6)$$

Впоследствии по частоте кривошипа и потребной мощности выполняется проектирование привода режущего аппарата.

При расчетах для схемы привода по рис. 11.2, а в формулы (11.2), (11.3), (11.5) и (11.6) вместо $r_{кр}$ следует подставлять $r_{кр} + r_c$.

На рис. 11.2 приняты обозначения: r_c – радиус делительной окружности сателлита; r_d – радиус ведущего диска.

Для схемы привода, изображенной на рис. 11.2, в, максимальную скорость перемещения сегментов вычисляют по формуле расчета его окружной скорости, равной v_{max} :

$$v_{max} = 2r_d \pi n l / r_{кр}. \quad (11.7)$$

Тогда частоту вращения вала привода диска рассчитывают по формуле

$$n = v_{max} r_{кр} / (2\pi l r_d). \quad (11.8)$$

Конструктивной шириной захвата косилки обычно задаются, основываясь на ожидаемой ширине откоса обслуживаемого канала. Если при этом задается базовая машина, то, ориентируясь на ее скорость по технической характеристике и принимая ее в диапазоне 1,3...2,3 м/с, можно рассчитать *техническую производительность*:

$$\Pi_T = v_n B_3. \quad (11.9)$$

При заданной Π_T и принятой B_3 формула (11.7) может быть использована для определения *скорости рабочего передвижения* v_n .

Для сегментного аппарата с верхним и нижним движущимися ножами (схема привода показана на рис. 11.2, з, а схема режущего аппарата – на рис. 11.3) скорость их относительного перемещения удваивается, поэтому уравнение (11.1) приобретает следующий вид:

$$h_n / v_n = S_x / v_n. \quad (11.10)$$

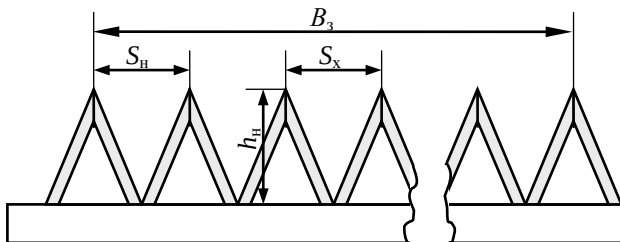


Рис. 11.3. Теоретическая схема сегментного режущего аппарата

Практически это обычно ведет к тому, что сегментные двухножевые аппараты обеспечивают большую производительность, и скорость рабочего передвижения косилок с такими аппаратами составляет 3...4,3 м/с.

При расчете параметров режущих аппаратов, кроме кинематических соотношений, следует учитывать *условие невыталкивания (защемления) стебля* режущими кромками. Экспериментально установлено, что увеличение угла между смежными режущими кромками сегмента и противорежущей пластины ведет к снижению усилия срезания растительности. Однако при значительном увеличении угла может произойти выскальзывание срезаемого стебля. Схематически момент защемления стебля показан на рис. 11.4. Угол между режущими кромками называется *углом их раствора* α_p . Для аппарата с режущими кромками с одинаковыми коэффициентами трения (обе кромки гладкие или обе с насечками) и при условии отсутствия предварительного пригибания стебля одной из кромок силы $F_{ст}$ давления кромок на стебель равны, тогда равны между собой и силы трения $F_{тр}$. Для этого случая силу F_v , выталкивающую стебель из раствора, можно определить следующим образом:

$$F_v = 2F_{ст} \sin (\alpha_p / 2). \quad (11.11)$$

Удерживающая сила $F_{уд}$, обеспечиваемая силами трения, рассчитывается по формуле

$$F_{уд} = 2F_{тр} \cos (\alpha_p / 2) = 2F_{ст} \operatorname{tg} \varphi_{ст} \cos (\alpha_p / 2), \quad (11.12)$$

где $\varphi_{ст}$ – угол трения стебля о сталь. Обычно $\varphi_{ст} \geq 17^\circ$.

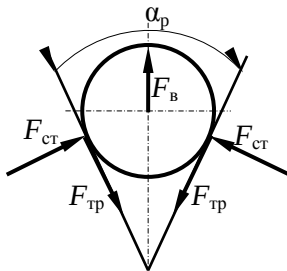


Рис. 11.4. Схема к расчету минимального угла раствора

При условии равновесия стебля можно приравнять правые части выражений (11.11) и (11.12), и после некоторых упрощений получим:

$$\sin(\alpha_p / 2) = \operatorname{tg} \varphi_{\text{ст}} \cos(\alpha_p / 2). \quad (11.13)$$

Разделив обе части уравнения (11.13) на $\cos(\alpha_p / 2)$, легко получить следующее условие невыталкивания стебля:

$$\alpha_p \leq 2\varphi_{\text{ст}}. \quad (11.14)$$

Исходя из этого и с учетом того, что $\alpha_p = \alpha_c + \alpha_n$ (рис. 11.5), принимают для аппаратов с гладкими режущими кромками $\alpha_c = 28^\circ 40'$ или 29° , $\alpha_n = 1,5 \dots 10^\circ$, для аппаратов с насечкой $\alpha_c = 21^\circ$, для мелиоративных косилок $\alpha_c = 24 \dots 31^\circ$.

Угол заострения режущей кромки сегмента γ_c , как правило, равен 19° , иногда 22° или 23° .

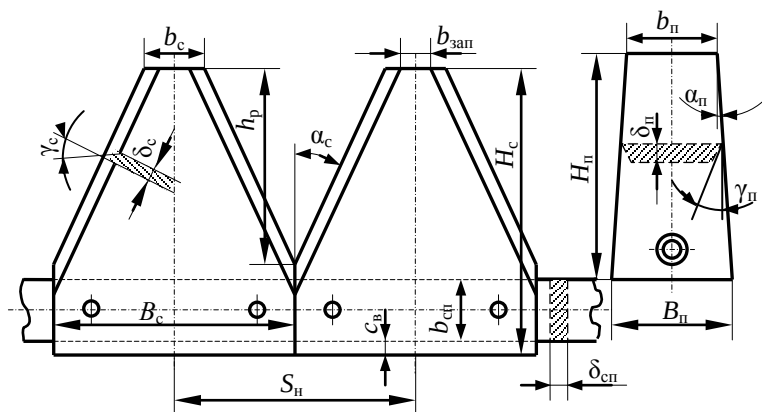


Рис. 11.5. Схема к расчету параметров сегментно-пальцевого режущего аппарата

Толщина сегмента δ_c составляет 2 мм, при срезании грубой растительности – 3 мм, толщина противорежущей пластины δ_n равна толщине сегмента или на 1 мм больше.

Ширина основания сегмента B_c равна шагу. Ширина передней торцевой кромки b_c у большинства косилок составляет 16 мм.

В передней части сегмента у сегментно-пальцевых аппаратов может оставаться запас $b_{\text{зап}}$ до 5 мм на заточку ножей.

При проектировании сегмента следует обеспечить условие $h_n > h_p$, где h_n – высота, определенная исходя из кинематических требований, а h_p – высота рабочей части ножа, полученная на основе компоновки с соблюдением рекомендуемых и принимаемых размеров.

Обычно высота h_p для обеспечения полного срезания растений принимается в 1,3–1,5 раза больше, чем это требуется по кинематическим соображениям, описываемым уравнениями (11.1) и (11.8). Большим скоростям рабочего передвижения соответствуют большие значения h_p .

Общая высота сегмента H_c определяется следующим образом:

$$H_c = h_p + b_{сп} + 2c_v, \quad (11.15)$$

где $b_{сп}$ – ширина спинки, равная 20...25 мм;

c_v – ширина выступающей за спинку части сегмента, приблизительно равная 5 мм.

Обычно общая высота стандартного сегмента шириной 76,2 мм составляет 75 или 80 мм.

Толщина спинки $\delta_{сп}$ предварительно может быть принята в пределах 4...6 мм.

Ширина передней части противорежущей пластины $b_n = 16...22$ мм, но больше или равна b_c , ширина задней части $B_n = 24...37$ мм, высота пластины H_n принимается на 4...5 мм больше h_p .

У противорежущей пластины пальца $\gamma_n = 45$ или 60, иногда 90° и, как было указано выше, $\alpha_n = 1,5...10^\circ$.

Частоту вращения n_k кривошипа вала привода спинки (в c^{-1}) можно определить по формуле (11.6) или по следующей формуле:

$$n_k = v_n / 2S_x. \quad (11.16)$$

Беспальцевые сегментные аппараты рассчитываются таким же образом, но вершина сегмента обычно принимается острой.

Массу рабочего органа косилок (в кг) ориентировочно можно рассчитывать по зависимости

$$M_{p.o.} = (40 + 10v_n)B_3. \quad (11.17)$$

Здесь v_n подставляется в метрах в секунду (м/с), B_3 – в метрах (м).

Вес аппарата можно определить, зная его массу.

11.2. Расчет основных параметров рабочих органов косилок с роторными режущими аппаратами

Роторные режущие аппараты.

Режущие аппараты бывают одно-, двух-, трех- и многороторными. Они обычно работают по принципу бесподпорного резания, используя для срезания растения его упругость и инерцию покоя. В связи с этим *скорость резания (окружная скорость $v_{окр}$)* должна быть достаточно высокой, превышающей для однороторных косилок 30 м/с, для многороторных – 40 м/с. Для косилок, предназначенных для срезания мягкостебельной травянистой растительности, скорость должна составлять 60...95 м/с.

Скорость передвижения косилки $v_{п}$ при заданной производительности Π_T и ширине захвата B_3 определяется по формуле

$$v_{п} = \Pi_T / B_3 \quad (11.18)$$

или предварительно принимается в предпочтительных пределах 1,4...2,5 м/с, а при скашивании низкоурожайной мягкостебельной растительности – до 4 м/с. При срезании растительности под водой окружная скорость должна составлять 0,8...0,9 м/с, для однороторных косилок – 0,8...1,2 м/с.

Для однороторной косилки $B_3 = D_p$ (рис. 11.6). Обычно значение $D_p = 1,2...1,8$ м, где D_p – диаметр ротора по концам ножей.

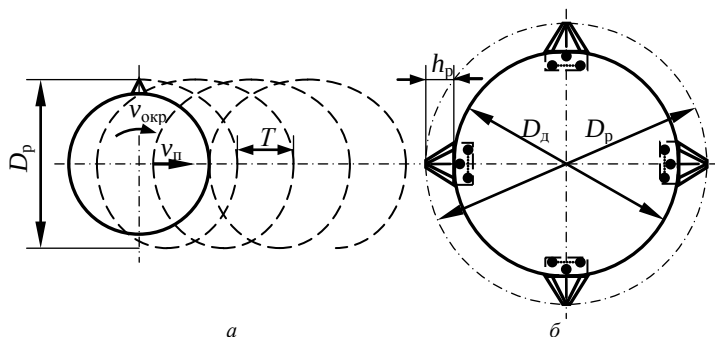


Рис. 11.6. Схема к расчету параметров однороторной косилки:
а – траектория конца ножа ротора; б – параметры однороторной косилки

Траекторией конца ножа ротора (рис. 11.6, а) является трохоида (циклоида).

Шаг трохойды – подача на оборот T :

$$T = v_{\text{п}} t_{\text{об}} = v_{\text{п}} / n_{\text{об}}, \quad (11.19)$$

где $t_{\text{об}}$ – время оборота;

$n_{\text{об}}$ – частота вращения ротора.

Подача на нож

$$C = T / z_{\text{н}} = \pi D_{\text{р}} v_{\text{п}} / v_{\text{окр}} z_{\text{н}}, \quad (11.20)$$

где $z_{\text{н}}$ – число ножей.

Высота режущей части ножей $h_{\text{р}}$ (см. рис. 11.6, б) должна удовлетворять условию $h_{\text{р}} \geq C$, принимается примерно равной $1,25C$.

Для однороторного рабочего органа обычно применяются жесткие сегментные ножи. При назначении стандартного ножа шириной обычно 90 или иногда 76,2 мм с известной $h_{\text{р}}$ при угле $\alpha_{\text{с}} = 24 \dots 31^\circ$ и $D_{\text{р}} = B_3$ уравнение решается относительно $z_{\text{н}}$.

$$z_{\text{н}} \geq \pi \Pi_{\text{т}} / v_{\text{окр}} h_{\text{р}}. \quad (11.21)$$

Диаметр диска $D_{\text{д}} = D_{\text{р}} - 2h_{\text{р}}$. Для ручных косилок $D_{\text{р}} = 0,2 \dots 0,3$ м.

Однороторные косилки производства ОАО «Лидсельмаш» типа Л-502 оснащены четырьмя шарнирными прямоугольными ножами.

Двухроторные косилки (рис. 11.7) обычно приводятся в действие двумя гидромоторами или, иногда, двумя ременными передачами. При этом роторы могут вращаться с неодинаковыми скоростями.

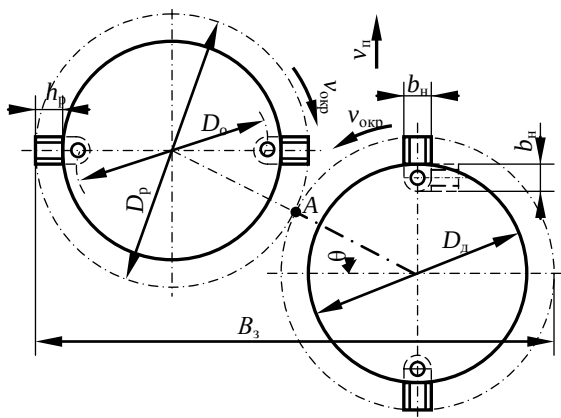


Рис. 11.7. Схема к расчету параметров двухроторной косилки

В таком случае во избежание столкновения ножей окружности траекторий концов ножей не должны соприкасаться или тем более накладываться друг на друга. Но для предотвращения возможных случаев пропущенных растений из-за появления зон, неохватываемых ножами роторов, полосы, захватываемые роторами, частично перекрывают друг друга. Это достигается отклонением прямой, соединяющей центры роторов, от перпендикуляра к направлению движения под углом θ .

Роторы имеют встречное вращение, поэтому отклонение рабочего органа обеспечивает отбрасывание срезанной растительности ближе к берме.

Для уменьшения массы рабочего органа косилки вместо дисков могут использоваться фланцы с консолями. Схема такого рабочего органа приведена на рис. 11.8.

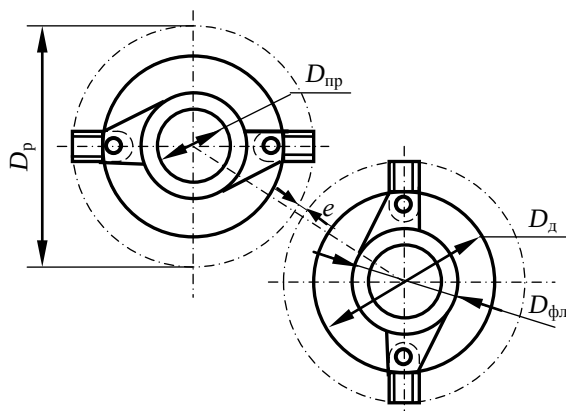


Рис. 11.8. Схема двухроторной косилки с облегченными дисками

В этом случае диаметр привода $D_{пр}$ и его фланца $D_{фл}$ определяются конструктивно, остальные параметры – так же, как и для предыдущей конструктивной схемы.

Условие несоприкосновения концов ножей может быть записано в следующем виде:

$$B_3 \geq D_p + D_p \cos \theta. \quad (11.22)$$

Отсюда

$$D_p \leq B_3 / (1 + \cos \theta). \quad (11.23)$$

Ширина захвата может быть указана в задании на проектирование, определена в соответствии с шириной окашиваемого откоса или рассчитана, если задана техническая производительность и принята или обоснована скорость рабочего передвижения из формулы (11.18). При известной ширине захвата и с учетом того, что значение θ находится в пределах $15 \dots 30^\circ$, выражение (11.18) можно использовать для получения зависимости *предварительного выбора диаметра ротора* по концам ножей. Для указанного диапазона θ она имеет следующий вид:

$$D_p = (0,51 \dots 0,54) B_3. \quad (11.24)$$

Роторы обычно снабжаются двумя шарнирно закрепленными ножами. Подача на нож рассчитывается по формуле (11.13).

Траектория ножей описывает циклоиду, которую упрощенно можно заменить окружностями с центрами, смещенными на C (рис. 11.9).

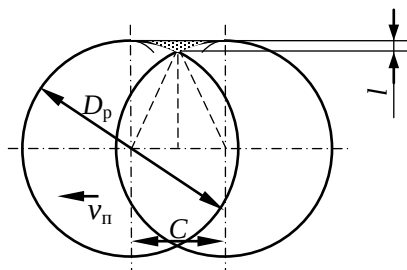


Рис. 11.9. Схема к определению необходимой величины перекрытия

Эта схема используется для определения необходимой *величины перекрытия* l_n роторов. На рис. 11.9 выделена зона шириной l , в которой возможен пропуск несрезанных растений. Второй ротор, движущийся параллельно, оставляет такую же зону. Следовательно, минимальная величина перекрытия должна быть равна $2l$.

Тогда легко получить следующую формулу для расчета l_n :

$$l_n = D_p - \sqrt{D_p^2 - C^2}. \quad (11.25)$$

На основании рис. 11.10 можно получить формулу для расчета необходимого *минимального угла* θ :

$$\theta = \arccos[(D_p - l_n - e) / (D_p + e)], \quad (11.26)$$

или

$$\theta = \arccos[(B_3 - D_p) / (D_p + e)], \quad (11.27)$$

где e – минимально допустимое расстояние между траекториями концов ножей, равное 10...20 мм.

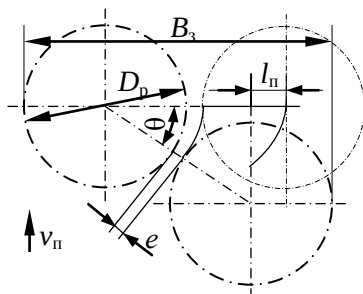


Рис. 11.10. Схема к определению необходимого угла отклонения рабочего органа

Получив выражение для расчета минимальной величины θ и приняв e , можно из формулы (11.27) вывести следующую формулу для уточненного расчета D_p :

$$D_p = (B_3 - e \cos \theta) / (1 + \cos \theta). \quad (11.28)$$

Здесь значение θ должно быть больше или равно значению, рассчитанному по формуле (11.26) или (11.27), но при этом находиться в диапазоне 15...30°.

Рассчитанные и принятые значения D_p , l_n и θ должны обеспечивать требуемое значение B_3 и расстояние между траекториями концов ножей 10...22 мм.

Ножи двух- и многороторных косилок чаще всего имеют форму, показанную на рис. 11.11.

Обычно общая длина ножа L_n составляет 120...145 мм, ширина ножа b_n – 45...65 мм, длина режущей части $h_p \geq C$, диаметр отверстия оси d_o – 15...22 мм, толщина ножа δ_n – 4,5...6,0 мм. Меньшие значения принимают для многороторных косилок.

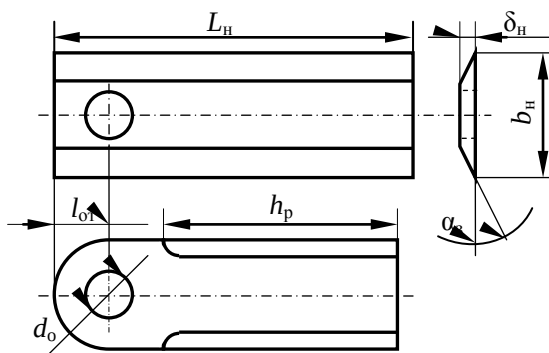


Рис. 11.11. Ножи роторной косилки

Кинематически длина режущей части должна определяться из условия $h_p \geq C$, однако с учетом того, что при взаимодействии со срезаемой растительностью нож отклоняется назад от радиального положения, длину режущей части следует принимать по условию $h_p \geq 1,25C$.

Угол заострения α_n ножа принимается равным $25 \dots 32^\circ$. Координата центра отверстия $l_{от}$ оси определяется прочностным расчетом, но предварительно может быть принята равной d_o .

Диаметр диска (корпуса) D_d (см. рис. 11.6) принимается по формуле

$$D_d \leq D_p - 2h_p. \quad (11.29)$$

При ударе ножа о неперерезаемый стебель нож отклоняется и уходит под корпус, поэтому диаметр окружности установки осей ножей D_o принимается по следующей рекомендации:

$$D_o \leq D_d - b_n. \quad (11.30)$$

Толщина диска или консоли в зоне установки осей ножей принимается равной $6 \dots 8$ мм.

Двухроторные косилки производства ОАО «Лидсельмаш» типа Л-501 оснащаются четырьмя ножами. Перекрывание роторов обеспечивается их наложением друг на друга при установке дисков на разной высоте. Окружная скорость ножей – около 100 м/с.

Трехроторные косилки рассчитываются аналогично, но у них $\theta = 8 \dots 10^\circ$, и в соответствии с числом роторов меняется формула расчета D_p :

$$D_p \leq (B_3 - 2e \cos \theta) / (1 + 2 \cos \theta). \quad (11.31)$$

Известны также трехроторные косилки, устанавливаемые перпендикулярно к направлению рабочего передвижения ($\theta = 0$). В этом случае расчет производится так, как и для описанных ниже многороторных косилок.

Многороторные косилки имеют режущий аппарат, установленный перпендикулярно к направлению рабочего перемещения. Исходной величиной при проектировании, как правило, является ширина захвата B_3 , предопределяемая размерами окашиваемого откоса или мощностью двигателя трактора. Во втором случае значение B_3 (рис. 11.12) можно определить следующим образом:

$$B_3 \leq P_{p.o} / P_{уд}, \quad (10.32)$$

где $P_{уд}$ – удельная мощность, приходящаяся на единицу ширины захвата, равная $8 \dots 14$ кВт/м.

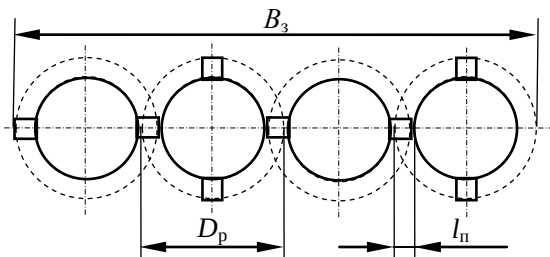


Рис. 11.12. Схема к расчету основных параметров многороторной косилки

Значение $P_{p.o}$ находят по рекомендации

$$P_{p.o} = P_{дв} / K_3, \quad (11.33)$$

где $P_{дв}$ – номинальная мощность двигателя, кВт;

K_3 – коэффициент запаса мощности, равный $1,4 \dots 1,6$.

Далее принимается окружная скорость роторов по концам ножей в пределах $50 \dots 85$ м/с. Меньшие значения принимаются для более жест-

кой растительности. Число роторов N_p при боковом приводе можно принять по рекомендации

$$N_p = B_3 / (0,45 \dots 0,65). \quad (11.34)$$

Обычно N_p четное число.

Ширину захвата согласно рис. 11.12 определяют следующим образом:

$$B_3 = D_p + (D_p - l_n) (N_p - 1). \quad (11.35)$$

Ориентировочно

$$l_n = (0,15 \dots 0,20) D_p. \quad (11.36)$$

У существующих многороторных косилок роторы обычно кинематически связаны зубчатыми колесами, поэтому опасность столкновения ножей отсутствует и требуемое перекрытие обеспечивается за счет некоторого взаимного *перекрытия траекторий концов ножей*. Из формулы (11.35) можно получить с учетом рекомендуемого значения l_n формулу для предварительного расчета D_p :

$$D_p = B_3 / [N_p - (0,15 \dots 0,20) (N_p - 1)]. \quad (11.37)$$

Величина перекрытия должна быть такой, чтобы срезание растительности происходило до ее встречи с передним краем корпуса редуктора режущего аппарата. Для расчета l_n необходимо знать *ширину редуктора* B_p режущего аппарата. Расчет B_p выполним путем использования методов проектирования параметров редуктора с цилиндрической прямозубой передачей.

Прочностный расчет редуктора следует вести по наиболее нагруженной паре зубчатых колес, которой является первая от привода. Приближенно T_p рассчитывается по формуле

$$T_p = P_{p.o} / \omega, \quad (11.38)$$

где ω – угловая скорость ротора, соответствующая $v_{окр}$.

По рекомендациям по проектированию зубчатых передач из условия обеспечения прочности определяем межосевое расстояние a_w .

При передаточном отношении, равном единице, коэффициенте ширины венца 0,16, прямозубых колесах, седьмом классе точности изготовления колес, для подвергнутой требуемой термообработке стали 18ХГТ, 45Х или 20ХН минимально необходимое *межосевое расстояние* (в мм) передачи можно предварительно рассчитать по формуле

$$a_w \approx 35 \sqrt[3]{T_p}. \quad (11.39)$$

В формулу (11.39) T_p необходимо подставлять в Н·м.

Значение модуля m предварительно принимают равным 2,5...4 мм.

Необходимо, чтобы выполнялось условие $a_w \leq a$, где a – межосевое расстояние, определенное по условиям компоновки привода. Величину a согласно рис. 11.13 можно предварительно рассчитать по формуле

$$a = (B_3 - D_p) / [3(N_p - 1)]. \quad (11.40)$$

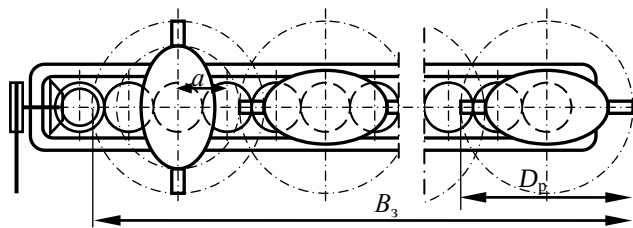


Рис. 11.13. Схема к расчету основных параметров многороторной косилки

При зубчатых колесах с одинаковыми делительными диаметрами d_d следует уточнить a с учетом того, что

$$a = d_d = mz_3. \quad (11.41)$$

Формулу (11.41) целесообразно решить относительно числа зубьев z_3 . Желательно получить значение a , соответствующее стандартному межосевому расстоянию цилиндрической зубчатой передачи.

У косилок типа КРН-2,1 $m = 4$ мм, $z = 42$.

На рис. 11.14 показан поперечный разрез корпуса редуктора многороторной косилки.

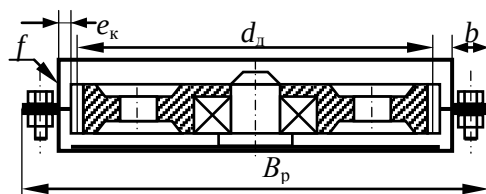


Рис. 11.14. Схема поперечного разреза редуктора

Согласно рис. 11.14, ширину корпуса B_p можно найти следующим образом:

$$B_p = d_d + 2(m + e_k + f + b), \quad (11.42)$$

где e_k – зазор между зубчатым колесом и картером, равный 8...10 мм;

f – толщина стенки картера;

b – ширина пояса картера, равная 25...35 мм.

Величина f определяется по формуле

$$f = 1,12 \sqrt[4]{T_p}. \quad (11.43)$$

Обычно $f = 3...5$ мм.

Условием несовприкосновения стеблей несрезанных растений и корпуса режущего аппарата является выступание точки A (рис. 11.15) за край корпуса на величину, не меньшую подачи на нож C .

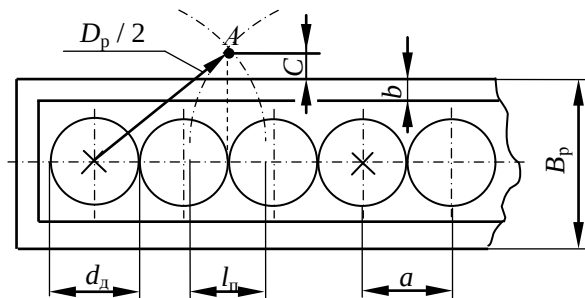


Рис. 11.15. Схема к расчету необходимой величины перекрытия

Тогда необходимая величина перекрытия определяется по формуле

$$l_n = D_p - \sqrt{D_p^2 - 4(B_p/2 + C)^2}. \quad (11.44)$$

После расчета l_n следует уточнить D_p по формуле

$$D_p \geq [B_3 + (N_p - 1)l_n] / N_p. \quad (11.45)$$

Кроме того, при круглых дисках должно выполняться следующее условие: $l_n < 2h_p$.

Размеры диска и ножей (рис. 11.16) определяются в соответствии с вышеприведенными рекомендациями для расчета параметров двухроторных косилок.

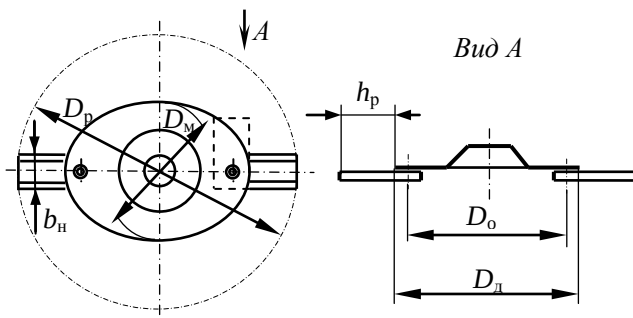


Рис. 11.16. Схема к расчету параметров ротора многороторной косилки

При проектировании эллипсных дисков большая ось эллипса D_d рассчитывается по формуле (11.29), величина малой оси D_m должна обеспечивать неосприкосновение конца ножа и диска.

В соответствии с рис. 11.17 это условие можно записать следующим образом:

$$D_p - l_n \geq (D_m + D_p) / 2. \quad (11.46)$$

Отсюда

$$D_m \leq D_p - 2l_n. \quad (11.47)$$

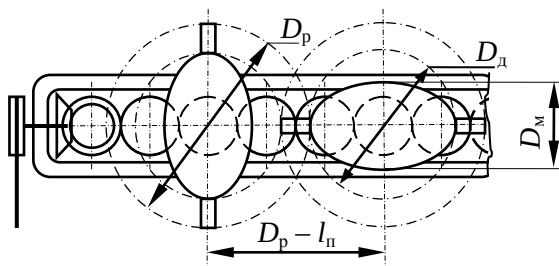


Рис. 11.17. Схема к расчету малой оси эллипсного диска многороторной косилки

Достаточно широкое распространение имеют косилки и режущие аппараты фирм Claas и Krone, у которых роторы вынесены вперед по отношению к редуктору. Расчетная схема данного типа косилок приведена на рис. 11.18. В данном случае рассматривается режущий аппарат, имеющий четыре ротора, вращающихся попарно встречно.

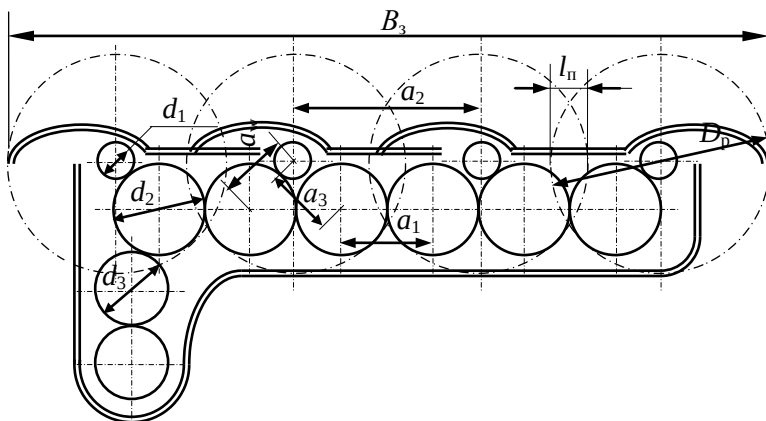


Рис. 11.18. Расчетная схема режущего аппарата роторной косилки фирм Claas и Krone

Ширина захвата, диаметр роторов и величина перекрытия связаны уравнением (11.35).

Предварительно величину перекрытия можно принять равной $0,1D_p$. Тогда из уравнения (11.35) получим следующую формулу:

$$B_3 = D_p + (D_p - 0,1D_p)(N_p - 1) = D_p[1 + 0,9(N_p - 1)]. \quad (11.48)$$

Отсюда следует, что ориентировочно диаметр ротора рассчитывается по зависимости

$$D_p = B_3 / [1 + 0,9(N_p - 1)]. \quad (11.49)$$

Далее по вышеприведенным рекомендациям рассчитываются или принимаются *скорость рабочего передвижения и окружная скорость*, затем по формуле (11.20) вычисляется *подача на нож*. Число ножей обычно равно двум.

По формуле (11.25) определяется минимальное значение величины перекрытия. Оно должно быть не больше принятого ранее.

Согласно расчетной схеме (см. рис. 11.18)

$$B_3 = D_p + a_2(N_p - 1). \quad (11.50)$$

Следовательно, *расстояние между центрами валов роторов* a_2 можно определить следующим образом:

$$a_2 = (B_3 - D_p) / (N_p - 1). \quad (11.51)$$

Из расчетной схемы следует, что $a_2 \approx 2a_1$, где a_1 есть межосевое расстояние. По определению $a_1 = d_2$, тогда предварительно можно принимать

$$a_1 \approx a_2 / 2 \approx d_2. \quad (11.52)$$

Полученное значение межосевого расстояния a_1 должно быть кратным стандартному модулю ($m = 3 \dots 4$ мм) зубчатой цилиндрической передачи. Если значение a_1 получилось близким к одному из стандартных значений межосевых расстояний, то желательно принять стандартное. После уточнения a_1 корректируется a_2 и уточняется l_n по формуле

$$l_n = D_p - a_2. \quad (11.53)$$

У косилок фирм Claas и Krone $m = 3$ мм, $z_1 = 66$, $z_2 = 21$. Толщина колес – 20 мм. Зубья имеют цилиндрический профиль.

Величина передаточного отношения u_1 для первой приводной ступени предварительно может быть принята стандартной из значений 1,0; 1,12; 1,25. При этом значение d_3 должно быть таким, чтобы ножи первого ротора не задевали привод режущего аппарата.

Значение *делительного диаметра* d_2 в соответствии с рис. 11.18 должно быть равно a_1 . Для определения величины *делительного диаметра* d_1 и соответственно *межосевого расстояния* a_w необходимо назначить *передаточное отношение* u_2 ступени привода ротора. Оно может быть равно 3...3,5 (в расчетах следует учитывать, что передача ускоряющая).

Определение d_1 производится по формуле

$$d_1 = d_2 / u_2. \quad (11.54)$$

Тогда расчет межосевого расстояния выполняется по формуле

$$a_w = (d_1 + d_2) / 2. \quad (11.55)$$

Назначенные *числа зубьев* колес z_1 и z_2 должны удовлетворять условию

$$a_w = m (z_1 + z_2) / 2. \quad (11.56)$$

При выборе параметров привода следует добиваться, чтобы зубья неконтактирующих колес не задевали друг друга, т. е. величина a_3 должна удовлетворять условию

$$a_3 \geq 0,5(d_1 + d_2) + 2m. \quad (11.57)$$

После расчета a_w по кинематическим соображениям его необходимо проверить прочностным расчетом по известным методикам. Для минимизации габаритов и массы режущего аппарата следует стремиться к назначению минимальной величины a_w и толщины редуктора.

При определении a_w по условиям прочности требуется значение *расчетного момента*. Его можно найти, используя формулу

$$T_p = P_{p.o} \eta / \omega_2, \quad (11.58)$$

где η – КПД первой ступени редуктора режущего аппарата;

ω_2 – угловая скорость промежуточных колес.

Значение ω_2 рассчитывается по формуле

$$\omega_2 = \omega_1 u_2, \quad (11.59)$$

где ω_1 – угловая скорость ротора косилки.

В уравнении (11.59) значение передаточного отношения может быть меньше единицы.

Угловая скорость ротора определяется по формуле

$$\omega_1 = 2v_{окр} / D_p. \quad (11.60)$$

Принятые и рассчитанные параметры, помимо прочего, должны обеспечивать окружную и угловую скорости ротора косилки, близкими к принятым. Для проверки этого следует рассчитать требуемое передаточное отношение $u_{тр}$ и сравнить его с фактическим $u_{ф}$.

Фактическое передаточное отношение можно рассчитать следующим образом:

$$u_{ф} = (d_2 / d_1) (d_3 / d_2). \quad (11.61)$$

Требуемое передаточное отношение зависит от угловой скорости первичного (входного) вала редуктора, которая равна номинальной угловой скорости гидромотора ω_n или определяется угловой скоростью вала отбора мощности при приводе от него. *Требуемое передаточное отношение* определяется по формуле

$$u_{\text{тр}} = \omega_1 / \omega_n. \quad (11.62)$$

Если $u_{\text{тр}}$ отличается от $u_{\text{ф}}$ более чем на 5 %, то следует изменить d_1 или d_3 .

11.3. Расчет мощности на привод роторного режущего аппарата и сил, действующих на него

У режущих аппаратов косилок мощность расходуется на преодоление сил инерции частей аппарата, срезание растительности, разгон растительности, трение о срезанную растительность, трение о грунт, сопротивление воздуху, трение в режущем аппарате.

У относительно легких аппаратов (сегментных, сегментно-пальцевых и многороторных) мощность на их перемещение невелика по причине небольшой массы рабочего оборудования.

На основании анализа современных конструкций получены средние арифметические показатели для косилок разных типов, приведенные в табл. 11.1, которые можно использовать при проектировании.

Таблица 11.1. Удельные показатели косилок разных типов

Тип	Удельная масса, кг/м	Удельная мощность, кВт/м
Барабанные косилки-измельчители Master Cut	337,1	15,94
Многороторные	232,6	14,8
Косилки Corto	287	14,45
Дорожные многороторные	491,5	23,75
Прицепные трехсекционные косилки-измельчители	479,0	12,0

Кроме того, для косилок других типов можно для предварительных расчетов воспользоваться следующими рекомендациями.

Для однороторных косилок *массу рабочего оборудования* без противовесов можно ориентировочно определить по зависимости

$$m_{\text{р.о}} = (330 \dots 390) B_3; \quad (11.63)$$

для двухроторных –

$$m_{\text{р.о}} = (237 \dots 410) B_3; \quad (11.64)$$

для многороторных –

$$m_{\text{р.о}} = (220 \dots 250) B_3. \quad (11.65)$$

Расчет мощности на привод рабочего органа приближенно рассчитывается по формуле

$$P_{p.o} = P_{уд} B_z, \quad (11.66)$$

где $P_{уд}$ – удельная мощность, кВт/м.

Для сегментных и сегментно-пальцевых $P_{уд} = 1,5 \dots 3,5$ кВт/м, для роторных $P_{уд} = 8,0 \dots 14,0$ кВт/м.

При тяговом и статическом расчетах косилок с сегментно-пальцевым и сегментным режущим аппаратом внешними силами, возникающими в результате взаимодействия аппарата со срезаемой растительностью, можно пренебречь частично из-за того, что они невелики или взаимно уравновешены, а силы срезания стеблей при их зацеплении между режущими кромками являются внутренними. У многороторных косилок с четным количеством роторов за счет встречного вращения силы резания также уравновешиваются. Поэтому основными учитываемыми силами являются силы тяжести и сила трения режущего аппарата о грунт, направленная в сторону, противоположную рабочему перемещению, и рассчитываемая по формуле

$$F_{тр} = f_1 G_{p.a} \cos \lambda, \quad (11.67)$$

где $G_{p.a}$ – сила тяжести режущего аппарата.

Местом приложения этой силы можно считать середину ширины захвата режущего аппарата. Если режущий аппарат связан с рукоятью или стрелой рабочего органа без промежуточного звена, формулу (11.67) следует скорректировать с учетом того, что часть силы тяжести рукояти и стрелы воспринимается опорной поверхностью режущего аппарата, а также сместить место приложения силы трения.

Однороторные косилки с полунавесной схемой агрегатирования опираются на землю на одну или две лыжи (рис. 11.19).

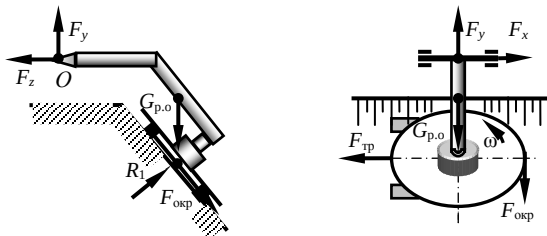


Рис. 11.19. Схема сил, действующих на однороторный рабочий орган

Окружная сила резания $F_{\text{окр}}$ действует параллельно откосу поперек направления рабочего передвижения. Ее направление зависит от направления вращения ротора и может быть противоположным, указанному на рис. 11.19.

Значение силы $F_{\text{окр}}$ рассчитывается по формуле

$$F_{\text{окр}} = P_{\text{р.о}} / v_{\text{окр}} \quad (11.68)$$

Сила трения лыжи о грунт определяется по формуле

$$F_{\text{тр}} = f_1 R_1, \quad (10.69)$$

где R_1 – реакция грунта на лыжу, определяемая обычно из суммы моментов сил относительно присоединительного шарнира O .

После расчета перечисленных сил определяются реакции в присоединительном шарнире.

У трехроторного рабочего аппарата обычно окружные силы на двух роторах взаимно уравниваются и учитывается только $F_{\text{окр}}$, приложенная к одному ротору. Ее значение можно определить по формуле

$$F_{\text{окр}} = P_{\text{р.о}} / 3v_{\text{окр}} \quad (11.70)$$

Расчет $F_{\text{тр}}$ выполняется так же, как и для многороторной косилки.

11.4. Особенности расчетов косилок-измельчителей

При эксплуатации мелиоративных систем барабанные косилки-измельчители с осью вращения, параллельной окашиваемой поверхности, обычно применяются для скашивания с одновременным измельчением растительности на откосах каналов, дамб, плотин, междоузельных дорог и т. п.

Наиболее подробно теория рабочего процесса барабанных косилок-измельчителей с осью вращения, параллельной окашиваемой поверхности, рассмотрена в работах профессора В. Н. Кондратьева и Э. А. Сухарева.

Э. А. Сухарев подразделяет ножи на Г-образные, Т-образные и выполенные в форме лопаток для создания напора потока воздуха. Однако следует отметить, что известны ножи молотковые, полевые крючки, чашечные, Y-образные и др.

Ножи крепятся шарнирно и устанавливаются по спирали с небольшим перекрытием полос, захватываемых каждым ножом. Для такой

конструкции на примере косилки с чашечными ножами основные параметры схематически представлены на рис. 11.20.

Здесь B_3 – конструктивная ширина захвата барабана; b_n – конструктивная ширина рабочей части ножа; D_6 – диаметр барабана по концам ножей; D_k – диаметр корпуса барабана; h_n – высота ножа, измеренная в радиальном направлении.

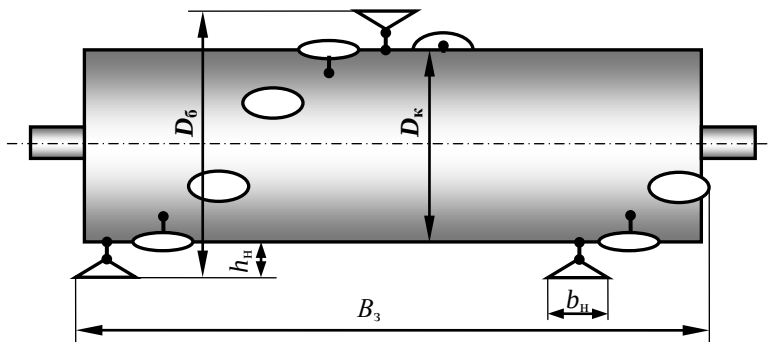


Рис. 11.20. Схема к определению основных параметров барабанной косилки-измельчителя

Конструктивную ширину захвата барабана с конструктивной шириной захвата ножей можно согласовать следующим образом:

$$B_3 = b_n z_{пл} / k_n, \quad (11.71)$$

где $z_{пл}$ – число плоскостей резания;

k_n – коэффициент перекрытия зон, захватываемых ножами.

Число ножей на барабане

$$Z_n = z z_{пл} k_n, \quad (11.72)$$

где z – число ножей в одной плоскости резания, шт.

Обычно число ножей в одной плоскости резания один или два, а коэффициент перекрытия k_n зон, захватываемых ножами, равен 1,03...1,07.

При математическом описании кинематики перемещающихся в процессе работы ротационных аппаратов вводят показатель кинематического режима работы λ_p . Согласно В. Н. Кондратьеву и с учетом используемых нами обозначений его следует определять по формуле

$$\lambda_p = v_p / v_n. \quad (11.73)$$

Траекторией концов ножей является трохоида.

Важнейшим показателем работы косилки-измельчителя является длина образующихся в процессе скашивания фрагментов стеблей растений. На основании анализа кинематики косилки Э. А. Сухарев получил уравнение для определения средней длины l_{cp} образующегося в процессе скашивания фрагмента стебля растения. С учетом принятых нами обозначений оно имеет следующий вид:

$$l_{cp} = \frac{Hb}{0,5 \cdot b + \frac{b}{2\pi} \arccos \frac{R_n - H}{R_n} + \sqrt{2 \cdot R_n \cdot H - H^2}}, \quad (11.74)$$

где H – длина срезанного растения (высота растения над срезом), м;

b – подача на оборот ротора (барабана), м;

R_n – радиус барабана, соответствующий радиусу концов ножей и равный $D_6 / 2$.

Кроме того,

$$D_6 = \frac{l_{cp} z (v_0 - v_n)}{\pi v_n}; \quad (11.75)$$

$$\omega_6 = \frac{(v_0 - v_n)}{\pi D_6}, \quad (11.76)$$

где ω_6 – угловая скорость барабана, рад/с.

Подачу на оборот b барабана в данном случае удобно определять по следующей формуле:

$$b = \frac{2v_n \pi}{\omega_6}, \quad (11.77)$$

или

$$b = \frac{v_n \pi D_6}{v_p}. \quad (11.78)$$

Необходимо также ввести определение подачи на нож C , которое часто используется для анализа работы косилок:

$$C = \frac{b}{z}. \quad (11.79)$$

Значения D_6 для косилок, предназначенных для окашивания каналов, желательно принимать близкими к 540 мм, D_k – 260 мм, $h_n \geq 140$ мм. При этом следует стремиться конструировать ножи такими, чтобы их центр масс был максимально приближен к лезвию.

При густоте растительности 2000...2500 шт/м² и высоте растений, большей, равной и меньшей D_6 , условия работы считаются соответственно тяжелыми, средними и легкими. Рекомендуемые режимы работы представлены в табл. 11.2.

Таблица 11.2. Рекомендуемые режимы работы барабанной косилки-измельчителя при окашивании откосов каналов

Условия работы	Рекомендуемые значения		
	λ_n	C , мм	v_n , м/с
Тяжелые	555...190	2,1...6,3	0,09...0,263
Средние	115...35	9,5...34	0,435...1,45
Легкие	35...20,5	34...58,8	1,43...2,44
Наличие древесно-кустарниковой растительности с диаметром стеблей до 20...25 мм	1471...113	0,02...0,25	0,34...0,45

При условии обеспечения требуемой степени измельчения растительности и возможности пневматического транспортирования частиц мощность на привод барабана с шириной захвата 1,5 м составляет 7,2...23,5 кВт.

11.5. Кинематические соотношения режуще-измельчающего аппарата косилок для ухода за лугопастбищными угодьями

Наиболее часто используются следующие схемы расстановки роторов лугопастбищных косилок: трехроторная (рис. 11.21, а), семироторная (рис. 11.21, б), пятироторная с крайними роторами уменьшенного диаметра (рис. 11.21, в); пятироторная с роторами одинакового диаметра (рис. 11.22).

Главным параметром косилки является конструктивная ширина захвата B_3 . Во избежание пропуска не срезанной роторами растительности полосы, захватываемые ими, накладываются друг на друга. При этом образуется перекрытие зон резания L_3 . Перекрытие зон резания

создается за счет смещения центров вращения и поворота прямой, их соединяющих, на угол β . С этими основными параметрами режущего аппарата конструктивная ширина захвата связана следующим образом:

$$B_3 = D_p + (z_p - 1) \cdot D_p \cos \vartheta = z_p \cdot D_p - L_3 (z_p - 1), \quad (11.80)$$

где z_p – количество роторов.

Для схемы пятироторного режущего аппарата (рис. 11.21, в)

$$B_3 = D_k(1 + \cos \vartheta) + 3D_p \cos \vartheta = 2D_k + 3D_p - 4L_3, \quad (11.81)$$

где D_k – диаметр крайних роторов по концам ножей.

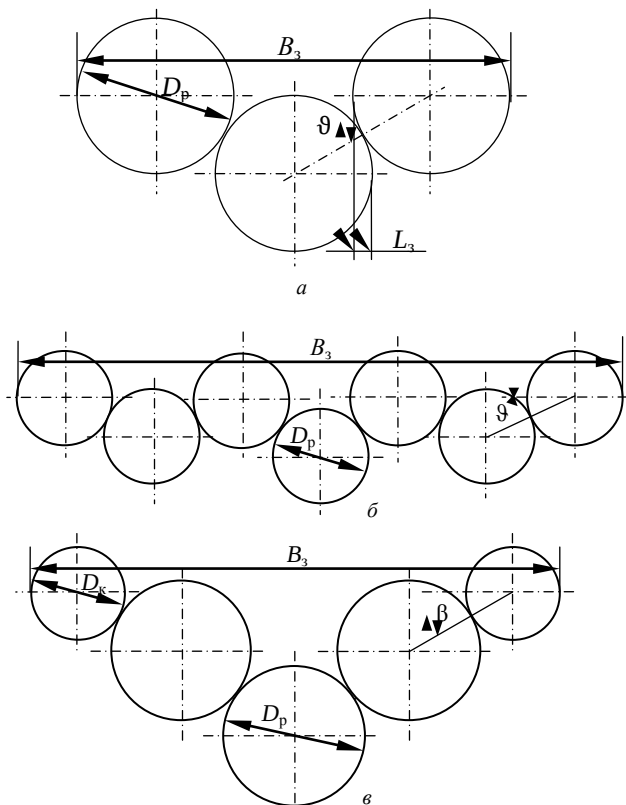


Рис. 11.21. Схемы расстановки роторов и их основные параметры:
а – трехроторная; б – семироторная; в – пятироторная

При одинаковых по диаметру роторах

$$B_3 = D_p(1 + 4\cos \vartheta) = 5D_p - 4L_3. \quad (11.82)$$

У отечественной косилки КП-6,2 имеется пять роторов одинаковой конструкции и одного диаметра с наложением, т. е. перекрытием траекторий концов ножей. Для этой схемы (рис. 11.22)

$$B_3 = D_p + (z_p - 1)(D_p - L_n)\cos \vartheta, \quad (11.83)$$

где L_n – величина перекрытия траекторий концов ножей.

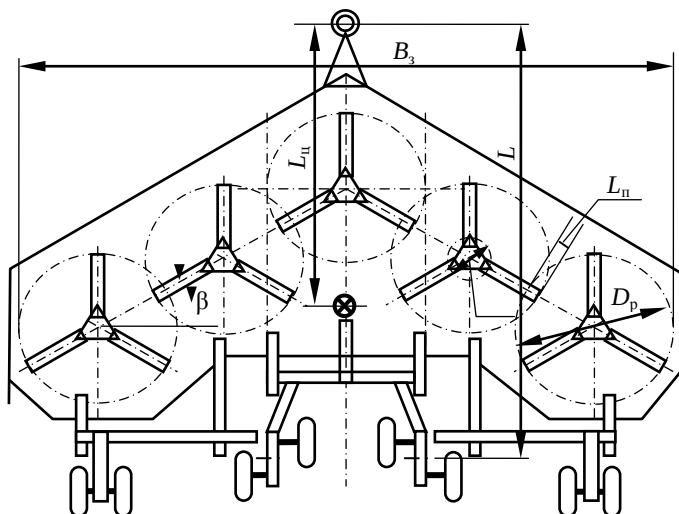


Рис. 11.22. Схема режущего аппарата пятироторной косилки

С другой стороны,

$$B_3 = z_p D_p - (z_p - 1)L_3. \quad (11.84)$$

Приравняв правые части уравнений (11.83) и (11.84), получим:

$$D_p + (z_p - 1)(D_p - L_n)\cos \vartheta = z_p D_p - (z_p - 1)L_3. \quad (11.85)$$

Отсюда

$$D_p - L_3 - (D_p - L_n)\cos \vartheta = 0. \quad (11.86)$$

Уравнение (11.86) в зависимости от задач проектирования может быть использовано для расчета угла ϑ , величины перекрытия зон резания или перекрытия траекторий концов ножей.

Приняв B_3 и D_p из уравнения (11.86), получим:

$$L_3 = (z_p D_p - B_p) / (z_p - 1). \quad (11.87)$$

Из того же уравнения, приняв L_n , получим формулу для расчета ϑ :

$$\vartheta = \arccos [(D_p - L_3) / (D_p - L_n)]. \quad (11.88)$$

При проектировании косилки типа КП-6,2 можно принимать для приведенной схемы косилки (см. рис. 11.22) и при условии использования типовых ножей (рис. 11.23): $D_0 \approx (0,25 \dots 0,30) D_p$; $d_0 = 35 \dots 40$ мм; $r_2 = 550$ мм; $b = (0,18 \dots 0,20) r_2$; $l_p \geq 3C$; $\delta = 10 \dots 12$ мм; $\gamma_1 = 35 \dots 40^\circ$; $\gamma_2 = 0 \dots 10^\circ$.

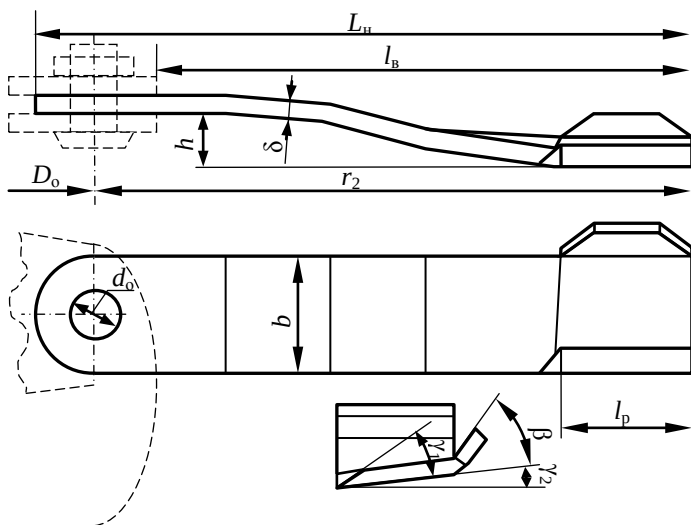


Рис. 11.23. Схема ножа лугопастбищной косилки

Частота вращения (в мин^{-1}) роторов

$$n = 60 v_{\text{окр}} / (\pi D_p). \quad (11.89)$$

Передаточное отношение трансмиссии привода роторов

$$u = n_{\text{ВОМ}} / n. \quad (11.90)$$

Остальные параметры ротора определяются при его компоновке. На основании обзора принимаем L . Координату центра тяжести косилки $L_{\text{ц}}$ предварительно можно принять $2/3L$ при условии, что ее вид сверху описывается фигурой близкой, к равнобедренному треугольнику.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Изобразите расчетную схему режущего аппарата сегментно-пальцевой косилки.
2. Дайте определение режущему аппарату нормального, низкого, среднего резания и аппарату с двойным пробегом.
3. Запишите уравнение, кинематически связывающее основные параметры режущего аппарата.
4. Запишите уравнения расчета производительности и мощности на привод режущего аппарата косилок.
5. Изобразите траекторию ножа роторной косилки.
6. Изобразите схему к расчету параметров одно-, двух-, трех- и многороторной косилок.
7. Дайте определение подачи на оборот и нож. Запишите формулу для ее расчета. Укажите, как принимается высота режущей части ножа роторной косилки.
8. Поясните особенности расчета основных параметров барабанной косилки.
9. Укажите силы, действующие на рабочие органы косилок. Объясните порядок их расчета.
10. Изобразите расчетные схемы для трех-, пяти- и семироторной косилок.
11. Укажите назначение перекрытия траекторий концов ножей и требования к нему.
12. Изложите порядок определения кинематических соотношений для режущего-измельчающего аппарата косилок для ухода за лугопастбищными угодьями.

12. ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА ДРЕНОПРОМЫВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

12.1. Расчет основных параметров реактивной головки и шланга

Расчетная схема к определению основных параметров реактивной головки и шланга дренопромывочной машины приведена на рис. 12.1.

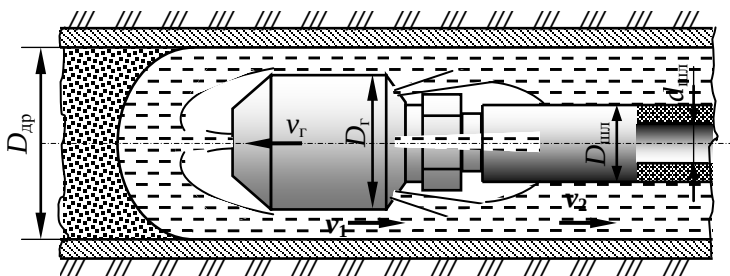


Рис. 12.1. Расчетная схема к определению параметров реактивной головки и шланга

Наиболее тяжелыми условиями для промывки являются такие, при которых поперечное сечение дрены полностью заилено и движение воды в дрене отсутствует. В таком случае расход воды через сопла головки $Q_г$ можно определить из условия обеспечения необходимой скорости течения воды в зазоре между дреной и шлангом по формуле

$$Q_г = \pi(D_{др}^2 - D_{шл}^2)v_2 / 4, \quad (12.1)$$

где $D_{др}$ – внутренний диаметр дрены;

$D_{шл}$ – наружный диаметр шланга;

v_2 – скорость движения воды в зазоре между дреной и шлангом.

Значение $D_{др}$ обычно превышает 30 мм и указывается в задании на проектирование.

Шланги изготавливают из гладких полиэтиленовых или резиновых труб. Внутренний диаметр шланга $d_{шл}$ (в мм) можно определить по формуле

$$d_{шл} \approx 10 \sqrt{D_{др}}. \quad (12.2)$$

В формулу (12.2) $D_{др}$ подставляют в сантиметрах.

Размер $d_{\text{шл}}$ желательно согласовывать со стандартным и принять толщину стенки $\delta_{\text{ст}}$ (в мм), ориентируясь на зависимость

$$\delta_{\text{ст}} \approx \sqrt[3]{d_{\text{шл}}}, \quad (12.3)$$

что позволит получить или принять и необходимый размер $D_{\text{шл}}$. У известных машин значение $D_{\text{шл}}$ находится в пределах 16...40 мм. Увеличение $D_{\text{шл}}$ ведет к уменьшению зазора между дренай и шлангом и соответствующему увеличению скорости течения воды.

Скорость течения v_2 должна быть достаточной для уноса из дренай размытых струями воды отложений без их оседания в дренае, т. е. без повторного ее заиливания. Завышенные скорости v_2 ведут к повышению энергоемкости процесса очистки, поэтому скорость течения воды можно принимать в пределах 0,3...0,8 м/с. Меньшие значения принимаются для коллекторов и дренай большого диаметра.

Формулу (12.1) можно использовать для расчета необходимого расхода $Q_{\text{г}}$ или необходимой подачи насоса $Q_{\text{н}}$.

Расход воды через сопла головки составляет 0,8...2,8 л/с при промывке дренай и до 10,5 л/с при промывке коллекторов и дренай большого диаметра дренажных систем зоны орошения.

Расход воды через переднее сопло $Q_{\text{п}}$ составляет (0,06...0,12) $Q_{\text{г}}$.

Основные характеристики известных дренайпромывочных машин приведены в табл. 12.1.

Таблица 12.1. Основные характеристики дренайпромывочных машин

Марка машины	Рабочий напор, МПа	Подача насоса, л/мин	Внутренний диаметр шланга, мм	Длина промываемой дренай, м	Максимальный диаметр промываемых дренай, мм	Масса без трактора и цистерны, кг
1	2	3	4	5	6	7
Д-910 и МР-18	2	85	20 и 26	120 и 150	200	650
ДП-10	10	120	25	200	500	2400 с цистерной
ПДТ-125	1,8	630	38	125	250	1050
АДПН-250	1		25,4	275	250	—
УПД-120	5	120	17	300	250	730
Senior	6	125	27	300	—	660

1	2	3	4	5	6	7
S-S Engineering Type-Professional	3,5	140	27	300	300 и 600	500
S-S Engineering Type-MD	5	120	–	100	200	250
S-S Engineering Type-MD80	8	164	–	100, 150, 200, 300	250	300

Основным геометрическим параметром дренапромывочной головки является ее наружный диаметр D_r . Его значение можно определить исходя из того, что в зоне размывания наносов не должно создаваться избыточное статическое давление, препятствующее поступательному движению головки. Это условие будет выполнено, если скорость потока в щели между головкой и дренажной v_1 не превысит скорость v_2 . При условии полного заилиenia дренажной или ее заполнения отложениями и дренажной водой, что в качестве расчетной модели можно также рассматривать как полностью заиленную дренажную, значение v_1 рассчитывают следующим образом:

$$v_1 = (Q_{гр} + Q_n) / A_{щ}, \quad (12.4)$$

где $Q_{гр}$ – производительность дренапромывочной машины по грунту;
 $A_{щ}$ – площадь поперечного сечения круговой щели между дренажной трубкой и головкой.

Значение $Q_{гр}$ при полностью заиленной дренажной можно рассчитать по формуле

$$Q_{гр} = \pi D_{др}^2 v_r / 4, \quad (12.5)$$

где v_r – рабочая скорость продвижения головки вдоль дренажной.

Предварительно v_r можно принять равной 0,1...0,2 м/с, а при принудительном проталкивании шланга по дренажной – до 0,5 м/с.

Очевидно, что $A_{щ}$ в формуле (11.4) рассчитывается как площадь кольца:

$$A_{щ} = \pi(D_{др}^2 - D_r^2) / 4. \quad (12.6)$$

Учитывая необходимое соотношение скоростей v_1 и v_2 , а также формулы (12.1) – (12.6), можно записать:

$$4 (\pi D_{др}^2 v_r / 4 + Q_n) / \pi (D_{др}^2 - D_r^2) \leq v_2. \quad (12.7)$$

Отсюда

$$D_r \leq \sqrt{D_{др}^2 - 4(Q_{гр} + Q_n) / \pi v_2}, \quad (12.8)$$

Головки, предназначенные для промывки дрен, более 5 % поперечного сечения которых заилены, имеют обычно одно фронтальное отверстие и 2–8 задних. Расчетная схема головки типичной конструкции приведена на рис. 12.2.

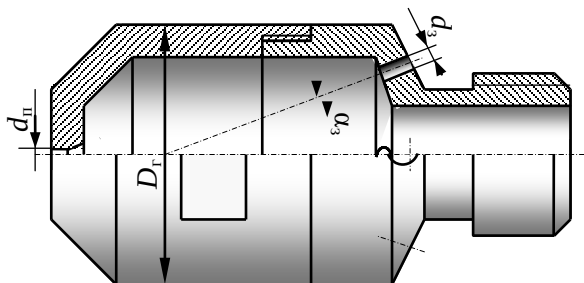


Рис. 12.2. Расчетная схема к определению параметров реактивной головки

Диаметр переднего отверстия d_n обычно находится в пределах 1,5...3 мм, диаметр задних отверстий d_z зависит от их числа $n_{от}$. Для обеспечения минимальной энергоемкости процесса промывки при выборе диаметра задних отверстий головки, предназначенной для промывки дрен диаметром менее 10 см, можно воспользоваться данными табл. 12.2, если принято $d_n \approx 1,5$ мм.

Таблица 12.2. Рекомендуемые диаметры задних отверстий промывочной головки

Число отверстий	2	3	6
Диаметр отверстия, мм	2,7...3,7	2,2...2,7	1,0...1,5

Размер d_n можно предварительно оценить из условия обеспечения необходимой скорости истечения струй v_n :

$$d_n = \sqrt{4Q_n / \pi v_n}. \quad (12.9)$$

Головка дренапромывочной машины УПД-120 в качестве возможного варианта принимаемой конструкции показана на рис. 12.3.

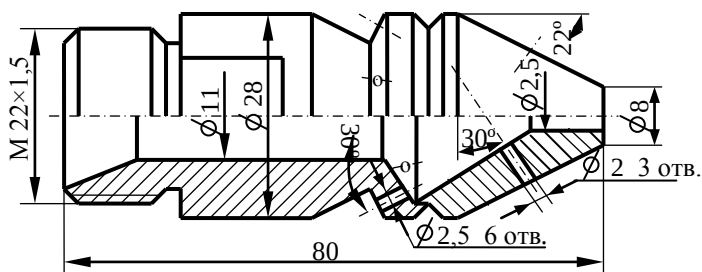


Рис. 12.3. Головка дренапромывочной машины УПД-120

Значение v_n принимается равным 30...55 м/с. Для переднего отверстия целесообразно принимать скорости истечения ближе к большим значениям. После расчета и принятия значения d_n можно предварительно, ориентируясь на данные табл. 12.2, принять диаметр задних отверстий d_z . При этом должно соблюдаться условие $d_z > d_n$. Далее следует определить необходимую суммарную площадь задних отверстий A_z , имея в виду, что расход через них $Q_z = Q_r - Q_n$.

Значение A_z рассчитывают по формуле

$$A_z = Q_z / v_n. \quad (12.10)$$

Здесь скорость истечения принимается по вышеприведенной рекомендации, но меньше скорости для переднего отверстия. Имея значения A_z и d_z , можно определить необходимое число задних отверстий $n_{от}$.

Окончательно $n_{от}$ и d_z определяются после гидравлических расчетов. У основной головки машины ПДТ-125 всего пять отверстий. Диаметр переднего отверстия равен 6 мм, задних – 7 мм. У дренапромывочной машины УПД-120 диаметр переднего осевого отверстия составляет 2,5 мм, передних наклонных – 2 мм, задних – 2,5 мм. Передние отверстия отклонены от вертикали на 30°, задние – от оси на 30°. Количество передних наклонных отверстий – 3, задних – 6 шт.

Угол наклона задних отверстий α_n к оси головки, по рекомендации А. А. Машенского, принимается равным 12°, хотя может быть до 20° и более. Существуют головки с углом наклона отверстий до 75°, предназначенные для очистки дрен большого диаметра и трубопроводов.

Внутренний диаметр штуцера, соединяющего напорный шланг с головкой, на 4...5 мм меньше внутреннего диаметра шланга.

Если дрена заилена менее чем на 5 %, может использоваться головка без переднего отверстия.

Длина шланга $L_{\text{шл}}$ принимается с учетом ожидаемой длины промываемой дрены и запаса (около 10...15 м), учитывающего расстояние от устья дрены до барабана (катушки) дренопромывочной машины. У существующих дренопромывочных машин $L_{\text{шл}} = 100 \dots 300$ м.

12.2. Гидравлические расчеты

Известные дренопромывочные машины имеют достаточно разнообразные технические показатели (см. табл. 12.1). Обеспечение работоспособности дренопромывочного оборудования во многом зависит от правильно подобранного насоса, обеспечивающего забор воды и ее подачу по напорному шлангу к реактивной головке.

По мере движения воды к отверстиям реактивной головки давление падает. Уравнение для расчета общих потерь напора $H_{\text{об}}$ (в м) на пути от насоса до выхода воды из промывочной головки можно записать в следующем виде:

$$H_{\text{об}} = h_{\text{к}z_{\text{к}}} + h_{\text{в}} + H_{\text{шл}} + h_{\text{шт}}, \quad (12.11)$$

где $h_{\text{к}}$ – потери напора в колене трубопровода;

$z_{\text{к}}$ – число колен;

$h_{\text{в}}$ – потери напора в вентиле;

$H_{\text{шл}}$ – потери напора по длине шланга;

$h_{\text{шт}}$ – потери напора в штуцере.

Рекомендуется принимать $h_{\text{к}} = h_{\text{шт}} = 0,3 \dots 0,5$, $h_{\text{в}} = 5$ м.

Расчет $H_{\text{шл}}$ выполняется по формуле

$$H_{\text{шл}} = Q_{\text{г}}^2 L_{\text{шл}} / K^2, \quad (12.12)$$

где K – модуль расхода (расходная характеристика шланга). Значение K можно определить по табл. 12.3.

Таблица 12.3. Значения модуля расхода для круглых труб

$d_{\text{шл}}$, мм	10	15	20	25	30	40	50
K , л/с	0,18	0,53	1,12	2,06	3,26	6,97	12,55

Согласно В. Г. Пескову и др., потери напора по длине шланга можно определить по формуле

$$H_{\text{шл}} = 0,0827 \lambda_{\text{с}} Q_{\text{г}}^2 L_{\text{шл}} / d_{\text{шл}}^5, \quad (12.13)$$

где λ_c – коэффициент сопротивления трению по длине трубопровода, равный 0,0163...0,017.

В данной формуле Q_r подставляется в кубических метрах в секунду ($\text{м}^3/\text{с}$), $L_{\text{шл}}$ – в метрах (м), $d_{\text{шл}}$ – в миллиметрах (мм).

Подача и напор насоса должны быть необходимыми для обеспечения скорости истечения воды из отверстий, достаточной для размывания отложений. Для эффективного размывания слежавшихся отложений давление в головке должно составлять не менее 0,8 МПа, для низконапорных машин – не менее 0,5 МПа, что обеспечивает необходимую скорость истечения воды и силу воздействия на отложения. Для расчета скорости истечения и уточнения расхода через круглые отверстия можно воспользоваться следующими формулами:

$$Q_n = (\mu_1 \pi d_1^2 / 4) \sqrt{2g(H_n - H_{об})}; \quad (12.14)$$

$$Q_3 = (\mu_2 n_{от} \pi d_2^2 / 4) \sqrt{2g(H_n - H_{об})}, \quad (12.15)$$

где μ_1 и μ_2 – коэффициенты расхода для переднего и задних отверстий соответственно. При форме отверстий с коническим входом можно принять $\mu_1 \approx 0,82$, $\mu_2 \approx 0,79$;

H_n – напор, создаваемый насосом, м.

Если в процессе проектирования не был принят насос с известными характеристиками, то на этой стадии, используя любую из формул (12.18) или (12.19), можно получить выражение для расчета необходимого напора насоса. Например, для переднего отверстия имеем:

$$H_n = H_{об} + 8Q_n^2 / (g\mu_1^2 \pi^2 d_1^4). \quad (12.16)$$

После расчета H_n и выполнения при необходимости его согласования с характеристикой насоса по формулам (12.14) и (12.15) уточняются значения Q_n и Q_3 и определяется Q_r как их сумма. Затем пересчитываются и определяются значения скоростей истечения.

Скорости истечения через переднее $v_{н1}$ и заднее $v_{н2}$ сопла можно рассчитать по следующим формулам:

$$v_{н1} = 4Q_n / \pi d_1^2; \quad (12.17)$$

$$v_{н2} = 4Q_3 / n_{от} \pi d_2^2. \quad (12.18)$$

Рассчитанные скорости должны быть в пределах 30...55 м/с. При невыполнении этого условия могут быть изменены H_n , d_1 , d_2 или $n_{от}$.

При этом следует обеспечивать соблюдение рекомендаций по значениям требуемых скоростей течения жидкости в дрене.

Расчет реактивной силы F_p , создаваемой струей жидкости, выполняется для переднего отверстия по формуле

$$F_{p1} = Q_n \rho v_{n1}; \quad (12.19)$$

для заднего отверстия –

$$F_{p2} = Q_3 \rho v_{n2} \cos \alpha_n. \quad (12.20)$$

Реактивная сила F_n , проталкивающая головку в дрене, определяется как разность этих сил, т. е.

$$F_n = F_{p2} - F_{p1}. \quad (12.21)$$

Перемещению шланга препятствует главным образом сила трения движущейся в дрене воды о шланг, если шланг в дрене не изогнут. Данное сопротивление, выраженное в виде потери напора на трение $H_{тр}$, для заполненной дрены можно найти следующим образом:

$$H_{тр} = (Q_r + Q_{гр})^2 L_b / (K_2 - K_1)^2, \quad (12.22)$$

где L_b – длина шланга, введенного в дрину;

K_1 – модуль расхода для шланга, принимаемый по табл. 12.3 для диаметра, равного внешнему диаметру шланга;

K_2 – модуль расхода для дрены, принимаемый по табл. 12.3 для диаметра, равного внутреннему диаметру дрены.

Условием перемещения шланга вдоль дрены является следующее неравенство:

$$F_n \geq F_{пр}, \quad (12.23)$$

где $F_{пр}$ – сила, препятствующая поступательному перемещению шланга.

Для неподвижной головки ее можно найти по формуле

$$F_{пр} = P_{пр} / v_2, \quad (12.24)$$

где $P_{пр}$ – мощность, требуемая на преодоление гидравлических сопротивлений, возникающих при продвижении шланга по дрине.

Данную мощность рассчитывают по формуле

$$P_{пр} = (Q_r + Q_{гр}) \rho g H_{тр}. \quad (12.25)$$

При неподвижной головке

$$P_{\text{пр}} = Q_{\text{г}} \rho g H_{\text{гр}}. \quad (12.26)$$

На основании неравенства (12.25) можно получить выражение для расчета предельной длины шланга, который, при принятых условиях, реактивными силами будет продвинут в дренаж:

$$L_{\text{шл}} = F_{\text{п}}(K_2 - K_1)^2 / (\rho g Q_{\text{г}}^3). \quad (12.27)$$

При недостаточном значении $L_{\text{в}}$ необходимо предусмотреть устройство для принудительного проталкивания шланга или обеспечить проталкивание вручную. Приведенную в данном подразделе теорию можно использовать для определения силы, необходимой для проталкивания дополнительной длины шланга и соответственно потребной мощности на привод исполнительного механизма.

12.3. Расчет основных параметров барабана

Размеры барабана принимаются в зависимости от размеров шланга. При этом следует учесть то, что машина может иметь двухсекционный барабан при оснащении ее шлангами двух размеров, т. е. шланга для промывки дрен и шланга для промывки коллекторов. Барабан обычно сваривается из труб диаметром 25...30 мм. Величину диаметра барабана D_6 (рис. 12.4) можно принять по соотношению $D_6 \approx (38...50) D_{\text{шл}}$. При использовании эластичных резиновых шлангов D_6 может быть уменьшен в 1,5–2 раза.

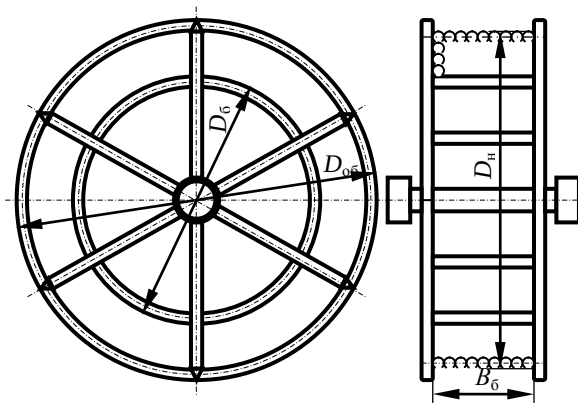


Рис. 12.4. Схема к расчету размеров барабана

Шланг на барабан укладывается в 5–20 слоев. Большее число слоев применяется для тонких труб. Тогда наружный диаметр D_n уложенной на барабан бухты шланга определяется по формуле

$$D_n = D_6 + (10 \dots 40) D_{\text{шл}}. \quad (12.28)$$

Диаметр обода $D_{\text{об}}$ можно принять по рекомендации

$$D_{\text{об}} \approx D_n + (8 \dots 12) D_{\text{шл}}. \quad (12.29)$$

При проектировании двухсекционного барабана целесообразно обеспечить равенство для обеих секций диаметров барабана и диаметров обода. Вместимость секции барабана подбирают путем изменения ширины B_6 , которую можно рассчитать, приравняв длину шланга и вместимость барабана:

$$L_{\text{шл}} = [\pi(D_n + D_6) / 2] [(D_n - D_6) / D_{\text{шл}}] B_6 / D_{\text{шл}}. \quad (12.30)$$

Отсюда

$$B_6 = 2L_{\text{шл}} D_{\text{шл}}^2 / [\pi(D_n^2 - D_6^2) k_{p,n}], \quad (12.31)$$

где $k_{p,n}$ – коэффициент равномерности навивки шланга, равный 0,4...0,9. Большие значения следует принимать для более эластичных резиновых шлангов и машин, имеющих устройство для упорядоченного наматывания шланга. Например, машины Senior и УПД-120 имеют челночное устройство, укладывающее шланг на барабан. Для них следует принимать максимальное значение, равное 0,9.

12.4. Расчет мощности на привод водяного насоса

Мощность на привод насоса $P_n^{\text{дв}}$, приведенную к валу двигателя, если насос приводится в действие от вала отбора мощности трактора, можно рассчитать следующим образом:

$$P_n^{\text{дв}} = P_n / \eta_o \eta_m \eta_k \eta_{\text{тр}}, \quad (12.32)$$

где P_n – полезная мощность насоса;

η_o , η_m , η_k , $\eta_{\text{тр}}$ – соответственно КПД объемного насоса, механического насоса, карданной передачи между валом отбора мощности и насосом, трансмиссии привода вала отбора мощности и самого вала отбора мощности трактора.

Расчет P_{π} (в Вт) выполняется по следующей формуле:

$$P_{\pi} = Q_{\pi} \rho g H_{\pi}. \quad (12.33)$$

Значение η_o для поршневых насосов рекомендуется принимать равным 0,89...0,98, η_m – 0,84...0,86. Ориентировочно можно принимать для машин типичных конструкций $\eta_k = 0,9$, $\eta_{\pi p} = 0,85$.

При наличии механизма для проталкивания шланга необходимо учесть мощность на его привод.

В этом случае дополнительную мощность $P_{\text{м.п}}$ на привод механизма для проталкивания шланга (в Вт) можно рассчитать по формуле

$$P_{\text{м.п}} = F_{\pi} v_{\Gamma}, \quad (12.34)$$

где F_{π} – сила сопротивления проталкиванию шланга с головкой при максимальной длине шланга, определяемая опытным путем, Н;

v_{Γ} – скорость перемещения шланга с головкой (в данном случае $v_{\Gamma} \approx 1$ м/с).

Мощность, приведенную к валу двигателя, рассчитывают по формуле

$$P_{\text{м.п}}^{\text{дв}} = P_{\text{м.п}} / \eta_{\text{общ}}, \quad (12.35)$$

где $\eta_{\text{общ}}$ – общий КПД, учитывающий объемные КПД насоса и гидромотора, механические КПД насоса и гидромотора, цепной передачи, подшипников, проталкивающих роликов между валом отбора мощности и насосом, привода насоса и другие потери.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Изобразите схему к расчету основных параметров головки и шланга дренапромывочной машины.
2. Объясните, как определяются диаметры отверстий головки.
3. Запишите уравнение для расчета общих потерь напора на пути от насоса до выхода воды из промывочной головки.
4. Объясните, как рассчитывается реактивная сила, проталкивающая головку вдоль дрены.
5. Объясните, от каких величин зависят размеры барабана дренапромывочной машины.
6. Объясните, как выполняется расчет мощности на привод водяного насоса дренапромывочной машины. Объясните разницу между полезной мощностью и мощностью, приведенной к валу двигателя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Багров, М. Н. Оросительные системы и их эксплуатация / М. Н. Багров, И. П. Кружилин. – М.: Агропромиздат, 1988. – 255 с.
2. Зубец, В. М. Эксплуатация закрытых осушительных систем / В. М. Зубец, А. Е. Вакар. – М.: Агропромиздат, 1989. – 136 с.
3. Кавешников, Н. Т. Эксплуатация и ремонт гидротехнических сооружений / Н. Т. Кавешников. – М.: Агропромиздат, 1989. – 272 с.
4. Кондратьев, В. Н. Косилки бильного типа: вопросы проектирования и эксплуатации: пособие / В. Н. Кондратьев. – Минск: НПП РУП «БелНИИ мелиорации и луговодства», 2002. – 40 с.
5. Корженевский, А. Н. Ремонтные работы на осушительных системах / А. Н. Корженевский. – М.: Колос, 1978. – 240 с.
6. Мажугин, Е. И. Машины для эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных объектов: пособие / Е. И. Мажугин. – Горки: БГСХА, 2010. – 336 с.
7. Мажугин, Е. И. Мелиоративные машины. Основы теории и расчета: учеб. пособие / Е. И. Мажугин. – Горки: БГСХА, 2007. – 161 с.
8. Мащенко, А. А. Энергонасыщенные машины в мелиорации / А. А. Мащенко; под ред. В. А. Скотникова. – Минск: Наука и техника, 1980. – 255 с.
9. Мелиоративные машины: учеб. пособие для с.-х. вузов / Б. А. Васильев [и др.]; под ред. И. И. Мера. – М.: Колос, 1980. – 351 с.
10. Механизация эксплуатационных работ на гидромелиоративных системах: справочник / В. Г. Песков [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. – 143 с.
11. Михеев, А. В. Совершенствование технологии очистки закрытого горизонтального дренажа на оросительных системах Северного Кавказа: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. В. Михеев. – Новочеркасск: НГМА, 1998. – 24 с.
12. О государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы и внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 14 г. № 585: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 марта 2016 г., № 920 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – 5/41842.
13. О системе машин для мелиорации. Система перспективных машин для реализации инновационных технологий проведения мелиоративных и водохозяйственных работ на период до 2020 года: постановление НАН Беларуси, М-ва сельского хозяйства и продовольствия, М-ва промышленности, Гос. комитета по науке и технологиям Респ. Беларусь, 4 июня 2015 г., № 31-01/2829. – Минск, 2015.
14. Особов, В. И. Механическая технология кормов / В. И. Особов. – М.: Колос, 2009. – 344 с.
15. Правила эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 10 июля 2009 г. № 920 [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: <http://levonevski.net>. – Дата доступа: 23.12.2016.
16. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации / Г. И. Афанасик [и др.]; под ред. А. П. Лихачевича. – Минск: Техналогія, 2000. – 436 с.
17. Скотников, В. А. Мелиоративные машины для осушения болот: учеб. пособие для вузов / В. А. Скотников, А. А. Мащенко, В. Т. Радкевич. – 2-е изд. – Минск: Вышэйш. шк., 1988. – 308 с.

18. Современные технологии и машины для улучшения естественных и окультуренных сенокосов и пастбищ: аналитический обзор / В. В. Азаренко [и др.]. – Минск: Белорус. науч. центр информации и маркетинга агропромышленного комплекса, 2003. – 46 с.
19. С у х а р е в , Э. А. Основы теории машин для обслуживания и ремонта мелиоративных систем: учеб. пособие / Э. А. Сухарев. – Киев: ИСИО, 1994. – 360 с.
20. Технология и организация ремонта осушительных систем и механизированного ухода. – М.: Союзгипроводхоз, 1989. – 67 с.
21. Эксплуатация гидромелиоративных систем / Н. А. Орлова [и др.]; под ред. Н. А. Орловой. – Киев: Выща шк., Головное изд-во, 1985. – 368 с.
22. Эффективный способ очистки дренажных труб от заиления / В. А. Авнапов [и др.] // Гидротехника и мелиорация. – 1984. – № 7. – С. 55–56.

ОГЛАВЛЕНИЕ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	3
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-РЕМОНТНЫХ РАБОТ.....	8
1.1. Состав и особенности выполнения механизированных работ по обслуживанию, ремонту и реконструкции мелиоративных и водохозяйственных систем.....	8
1.2. Система планово-предупредительных ремонтов.....	21
1.3. Планирование капитальных ремонтов.....	24
1.4. Особенности технической эксплуатации дождевальных машин и насосных станций.....	25
2. МАШИНЫ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ И РЕМОНТА КАНАЛОВ.....	29
2.1. Основные технологические операции по содержанию и ремонту каналов. Способы очистки каналов.....	29
2.2. Классификация каналоочистителей и основные требования, предъявляемые к ним.....	31
2.3. Каналоочистители непрерывного действия.....	33
2.4. Каналоочистители с комбинированными рабочими органами.....	55
2.5. Каналоочистители циклического действия.....	62
2.6. Особенности конструкций ходовых систем каналоочистителей.....	76
3. КАНАЛООЧИСТИТЕЛИ С НАБОРОМ СМЕННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ....	93
4. МАШИНЫ ДЛЯ СКАШИВАНИЯ И УДАЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ИЗ КАНАЛОВ.....	101
4.1. Классификация машин для скашивания и удаления растительности.....	101
4.2. Косилки с сегментными и сегментно-пальцевыми режущими аппаратами..	103
4.3. Косилки с роторными рабочими органами.....	118
4.3.1. Однороторные косилки.....	118
4.3.2. Двухроторные косилки.....	124
4.3.3. Трех- и многороторные косилки.....	131
4.3.4. Пути совершенствования роторных косилок.....	144
4.3.5. Косилки-измельчители.....	159
4.3.6. Рабочие органы, совмещающие процессы срезания и удаления растительности.....	163
4.3.7. Ручные машины для скашивания растительности.....	166
4.4. Машины для удаления из каналов срезанной растительности.....	168
4.5. Плавающие косилки.....	171
4.6. Машины для угнетения и уничтожения растительности.....	188
5. МАШИНЫ ДЛЯ УХОДА ЗА ЛУГОПАСТИЩНЫМИ УГОДЬЯМИ.....	193
6. МАШИНЫ ДЛЯ ПРОМЫВАНИЯ И РЕМОНТА ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА....	216
6.1. Причины нарушения и способы восстановления работоспособности дренажа.....	216
6.2. Машины для промывания и ремонта дрен.....	224
6.3. Способы поиска мест закупоривания и повреждения дрен. Трассоискатели и диагностическое оборудование.....	244
7. МАШИНЫ ДЛЯ РЕМОНТА И СОДЕРЖАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	257

8. МАШИНЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-РЕМОНТНЫХ РАБОТ СПОСОБОМ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ.....	268
8.1. Земснаряды. Классификация и принцип действия.....	268
8.2. Схемы работы земснарядов.....	278
8.3. Устройство и принцип действия грунтозаборных органов земснарядов...	281
8.4. Машины для добычи сапропелей.....	293
9. ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА КАНАЛООЧИСТИТЕЛЕЙ С ЦЕПНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ.....	295
9.1. Основные параметры и кинематические соотношения многоковшовых и скребковых рабочих органов поперечного копания.....	295
9.2. Расчет основных параметров цепного скребкового рабочего органа.....	297
9.3. Расчет параметров многоковшового цепного рабочего органа.....	300
9.4. Расчет мощности на привод каналоочистителей с цепным рабочим органом поперечного копания.....	304
9.5. Расчет сил, действующих на рабочее оборудование.....	308
10. ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА КАНАЛООЧИСТИТЕЛЕЙ С РОТАЦИОННЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ.....	313
10.1. Кинематика и размеры стружки для фрезерных каналоочистителей с осью вращения, параллельной оси канала.....	313
10.2. Расчет основных параметров фрезерного рабочего органа.....	315
10.3. Расчет мощности на привод фрезерного рабочего органа.....	319
10.4. Особенности расчета шнекороторного рабочего органа с коническим шнеком.....	323
10.5. Расчет мощности на привод шнекороторного рабочего органа.....	330
10.6. Расчет сил, действующих на фрезерный и шнекороторный рабочие органы.....	332
10.7. Расчет рабочих органов каналоочистителей с цилиндрическим шнеком	335
10.8. Расчет действующих сил и мощности на привод рабочего органа с цилиндрическим шнеком.....	341
11. ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МАШИН ДЛЯ СКАШИВАНИЯ И УДАЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ИЗ КАНАЛОВ.....	346
11.1. Кинематика и расчет параметров сегментно-пальцевых и сегментных режущих аппаратов.....	346
11.2. Расчет основных параметров рабочих органов косилок с роторными режущими аппаратами.....	353
11.3. Расчет мощности на привод роторного режущего аппарата и сил, действующих на него.....	367
11.4. Особенности расчетов косилок-измельчителей.....	369
11.5. Кинематические соотношения режуще-измельчающего аппарата косилок для ухода за лугопастбищными угодьями.....	372
12. ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА ДРЕНОПРОМЫВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	377
12.1. Расчет основных параметров реактивной головки и шланга.....	377
12.2. Гидравлические расчеты.....	382
12.3. Расчет основных параметров барабана.....	385
12.4. Расчет мощности на привод водяного насоса.....	386
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	388

Учебное издание

Мажугин Евгений Иванович
Борисов Андрей Леонидович
Рубец Сергей Григорьевич

**МАШИНЫ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ
И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Учебное пособие

Редактор *Н. А. Матасёва*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 06.02.2018. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 22,78. Уч.-изд. л. 19,56.
Тираж 75 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИРПИ № 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.