

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Рекомендовано

*Учебно-методическим объединением по образованию
в области природопользования и лесного хозяйства
в качестве учебно-методического пособия для студентов
учреждений высшего образования по специальности
1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса»
специализации 1-36 05 01 01 «Машины и оборудование лесной
промышленности»*

Минск 2016

УДК 625.7/.8.08(076.5)(075.8)

ББК 39.311-06.5я73

A81

Рецензенты:

кафедра строительных и дорожных машины Белорусского
национального технического университета (доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой *А. В. Вавилов*);
доктор технических наук, главный конструктор специального
производства – начальник УКЭР-2 ОАО «Минский тракторный завод»

В. А. Коробкин

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

A81 Арико, С.Е.

Дорожно-строительные машины. Лабораторный практикум :
учеб.-метод. пособие для студентов специальности
1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» спе-
циализации 1-36 05 01 01 «Машины и оборудование лесной про-
мышленности» / С. Е. Арико, А. И. Смеян, В. А. Симанович. –
Минск : БГТУ, 2016. – 107 с.

ISBN 978-985-530-524-9

В учебно-методическом пособии содержатся общие теоретические све-
дения, задания и методика выполнения лабораторных работ по учебной дис-
циплине «Дорожно-строительные машины», излагаются основные этапы
выполнения, средства для изучения, приводится форма отчета. В каждой ра-
боте рассматриваются сведения о назначении агрегата или системы, прин-
ципы их действия, специфические требования, предъявляемые к ним, пред-
лагаются контрольные вопросы для проверки усвоения материала, приведе-
на использованная литература.

УДК 625.7/.8.08(076.5)(075.8)

ББК 39.311-06.5я73

ISBN 978-985-530-524-9

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2016

© Арико С. Е., Смеян А. И.,
Симанович В. А., 2016

ВВЕДЕНИЕ

Инженерному персоналу лесохозяйственных и лесозаготовительных предприятий, учитывая значительный объем выполняемых дорожно-строительных работ, необходимо знать конструктивные особенности парка машин для земляных работ, уметь выбирать сменные рабочие органы и технологический процесс в зависимости от природно-производственных условий эксплуатации.

В связи с этим целью лабораторных занятий по дисциплине «Дорожно-строительные машины» является закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях по конструктивным особенностям машин и оборудования для выполнения земляных работ.

Для подготовки к выполнению лабораторных работ студенты должны самостоятельно проработать необходимый теоретический материал и записать нужные сведения по выполняемой работе. В начале каждой лабораторной работы осуществляется контрольный опрос группы, в результате которого преподаватель делает заключение о допуске студента к лабораторной работе. После подготовки рабочего места приступают к непосредственному выполнению работы, обработке результатов и оформлению отчета.

Перед началом лабораторных работ студенты должны ознакомиться с инструкцией по технике безопасности и расписаться в журнале. Проведение лабораторных работ без инструктажа по технике безопасности запрещается.

На лабораторных занятиях от студентов требуется самостоятельное выполнение работы по изучению устройства агрегатов, особенностей работы и безопасных методов труда.

В лабораторном практикуме приведен материал, необходимый для аудиторных занятий и самостоятельного практического изучения конструкций дорожно-строительных машин.

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КУСТОРЕЗОВ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, устройство и принцип работы кусторезов с пассивным и активным рабочими органами, способы передачи крутящего момента от силовой установки к рабочему органу с активным приводом. Произвести расчет, анализ и построить графические зависимости влияния основных параметров кустореза на его производительность.

Применяемое оборудование: подборка плакатов (машины для срезания кустарника и мелкоколосья).

Подготовка к занятию: изучить классификации и устройство кусторезов.

Кусторезы предназначены для расчистки строительных участков от кустарника и мелкоколосья. Их используют в автодорожном и железнодорожном строительстве при прокладке трассы дороги, а также при устройстве просек в лесных массивах, освоении новых земель и мелиоративных работах в сельском хозяйстве. Зимой кусторезы могут быть использованы для очистки дорог и строительных участков от снега, а также для снегозадержания. По конструкции, принципам работы и управления они аналогичны бульдозерам и имеют унифицированные с ними узлы.

Отличительной особенностью конструкций машин со съемным технологическим оборудованием является возможность использования базового трактора как универсального средства для создания целого ряда машин для расчистки: кусторезов, корчевателей, подборщиков сучьев и других, что очень важно для лесной отрасли в целях сокращения разномарочности машинно-тракторного парка лесхозов. Это обеспечивает универсальная толкающая рама, на которой может устанавливаться бульдозерное, корчевальное и другое сменное рабочее оборудование. Часто срезание кустарника совмещается с удалением дерна, при этом отвал заглубляется на 3–5 см, поэтому кустарник и мелкоколосье (с диаметром стволов до 15 см) срезаются, не оставляя пней. Максимальный диаметр срезанных деревьев (за несколько проходов) достигает 40 см.

Для удаления наземной части кустарника и мелкоколосья в отечественной практике применялись преимущественно бульдозеры и кусторезы с рабочим органом пассивного действия.

Кусторез ДП-24 с пассивным рабочим органом (рис. 1.1) состо-

ит из клинообразного отвала 1, горизонтальных взаимозаменяемых режущих ножей 3, расположенных под углом 64° один к одному и закрепленных вдоль нижних кромок болтами, толкающей рамы 5 и ограждения трактора 8. Отвал представляет собой А-образную раму, к поперечной балке которой приварено гнездо для соединения с шаровой частью съемной головки 4 толкающей рамы 5.

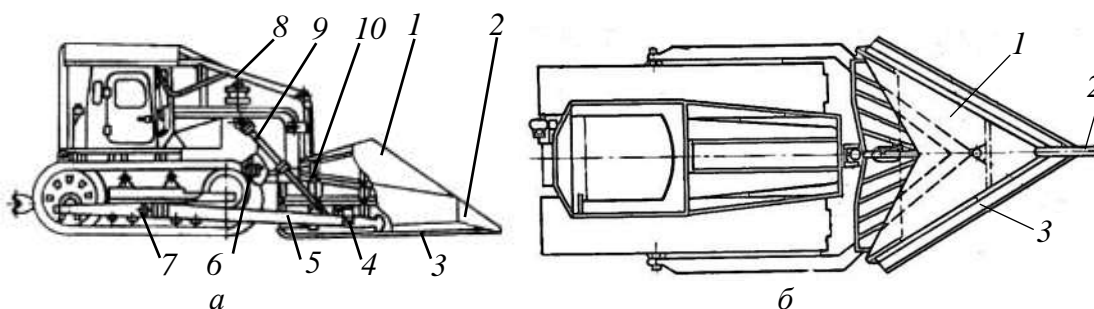


Рис. 1.1. Кусторез ДП-24:

а – вид с боку; *б* – вид сверху; 1 – отвал; 2 – носовой клин; 3 – нож;
4 – шаровая головка; 5 – толкающая рама; 6 – гидронасос;
7 – шаровые втулки; 8 – ограждение; 9 – гидроцилиндр; 10 – каркас

Для раскалывания пней и раздвигания срезанных деревьев к передней части отвала приварен заточенный стальной лист 2 (клин). Сверху рама закрыта каркасом 10 из уголков, обшитым листовой сталью. Толкающая рама представляет собой две изогнутые полурамы коробчатого сечения, соединенные шаровыми втулками 7 с гусеничным трактором. В целях смягчения ударов отвала о толкающую раму и ограничения поворота его на шаровой головке с правой и левой сторон каркаса отвала могут устанавливаться два амортизатора из листовой резины. Отвал поднимают и опускают из кабины трактора двумя гидроцилиндрами 9.

Для заточки ножей в процессе работы кусторезы снабжаются заточным приспособлением, состоящим из заточной головки с абразивным кругом, вала и механизма привода, работающего от переднего конца коленчатого вала дизеля, редуктора привода гидронасоса 6 или от ВОМ трактора.

При движении агрегата ножи срезают деревья диаметром до 10 см у корневой шейки, а отвал и каркас сдвигают их в стороны. В рабочем положении отвал с ножом может опираться на лыжу, что позволяет ему приспосабливаться в рельефе местности и способствует равномерному срезанию кустарника.

Кусторез МП-14 состоит (рис. 1.2) из базового трактора 5, рабо-

чего органа 1, толкательного бруса 2 с талрепом 3, универсальной рамы 6, раскосов 8, ограждения 4 и заточного приспособления 7. Рабочий орган состоит из косога отвала, расширителей, ножевого устройства, регулировочных тянул и монтажных деталей для крепления рабочих органов. Толкательный брус имеет вид сваренного из труб каркаса, который состоит из верхней и нижней переключин, соединенных между собой стойками и раскосами. К нижней части каркаса приварены уши для крепления талрепа. Сам талреп состоит из винта с ушками, трубы с внутренней трапециевидной резьбой и резьбой, которая свободно вращается в этой трубе. Конструкции универсальной рамы и заточного устройства кустореза МП-14 аналогичны кусторезу ДП-24. Управляют рабочим органом в процессе срезания растительности с помощью гидроцилиндров. Установка отвала кустореза под углом 30° в любую сторону обеспечивается раскосами толкательного бруса. Угол резания ножевого устройства регулируют с помощью винтовых стяжек шарнирного соединения ножевого устройства с отвалом, а вылет толкательного бруса относительно резательной кромки ножевого устройства – с помощью талрепа, прокручивая стяжки или талреп в соответствующем направлении. Агрегатируется он с гусеничным трактором Т-130МБГ-1 тягового класса 6 (мощность двигателя 103 кВт). Рабочая скорость 2,0–3,5 км/ч, масса машины 8000 кг, ширина захвата – 4,6 м, производительность – 0,9–1,0 га/ч.

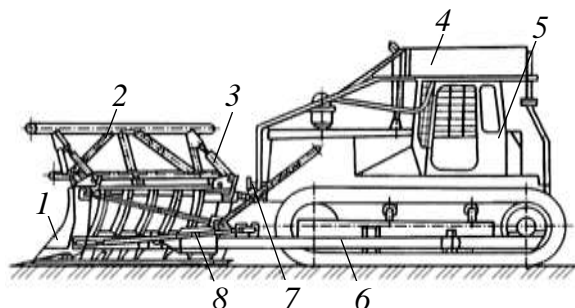


Рис. 1.2. Кусторез МП-14:
 1 – рабочий орган; 2 – толкательный брус; 3 – талреп; 4 – ограждение;
 5 – базовый трактор;
 6 – универсальная рама; 7 – заточное приспособление; 8 – раскос

К перспективным следует отнести кусторезы с активным рабочим органом, которые имеют ряд преимуществ перед кусторезами с пассивным рабочим органом. Это, в первую очередь, возможность срезания древесно-кустарниковой растительности большего диаметра, более высокая производительность и качество выполнения работ и др.

Кусторез-осветлитель с механическим приводом КОМ-2,3 с механическим приводом от бокового ВОМ трактора предназначен для осветления рядовых лесных культур на вырубках путем периодического срезания появляющейся в междурядьях древесной поросли и кустарниковой растительности, затеняющей культуры, в весенне-летне-

осенний периоды. Кусторез состоит из рабочего органа, смонтированного

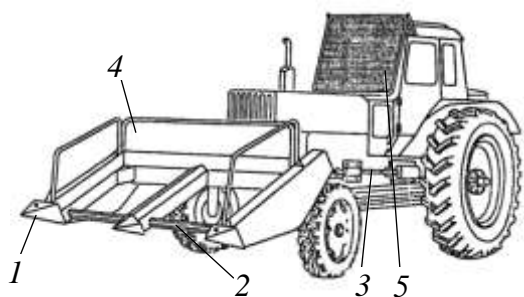


Рис. 1.3. Кусторез-осветлитель с механическим приводом КОМ-2,3:
1 – рама; 2 – трехножевые фрезы;
3 – карданный вал; 4 – щит-отражатель;
5 – предохранительная сетка

спереди трактора (рис. 1.3), который представляет собой Ш-образную раму 1 с установленными спереди трехножевыми фрезами 2, привод на которые подводится с помощью клиноременных передач от раздаточного редуктора. Клиноременные передачи размещены в боковых закрытых кожухах. Крутящий момент на раздаточный редуктор передается карданным валом 3 от бокового ВОМ трактора.

Подъем рабочего органа осуществляется с помощью гидроцилиндра. Сверху рамы рабочего органа жестко установлен щит-отражатель 4. Переднее стекло кабины трактора закрыто предохранительной сеткой 5. Растительность после срезания попадает комлевой частью в один из проемов и щитом-отражателем укладывается на землю.

Кусторез-осветлитель гусеничный КОГ-2,3 предназначены для осветления рядовых лесных культур на вырубках путем срезания поросли древесных пород в междурядьях, а также в условиях, где эксплуатация колесных машины затруднена или невозможна по причине избыточного увлажнения почвы либо низкой несущей способности грунта. КОГ-2,3 представляет собой агрегат, состоящий из базового трактора ТДТ-55 А (ЛХТ-55) (рис. 1.4) и смонтированного на нем навесного роторного кусторезного оборудования, которое состоит из рабочего органа (цилиндрические фрезы 3), передней навески с рамой технологического модуля 1, привода с кожухом 2, предохранительного механизма, противовеса и ограждения (щит 4). Привод осуществляется от раздаточной коробки трактора через карданную и ременную передачи.

Каток универсальный лесной КУЛ-2 (рис. 1.5) предназначен для агротехнического ухода (методом седлания) за культурами, созданными по плужным бороздам, разрыхленным полосам и без обработки почвы, а также для осветления рядовых культур на вырубках путем уничтожения древесно-кустарниковой поросли и высокостебельной, травянистой растительности в междурядьях. КУЛ-2 состоит из рамы 3, шарнирно навешиваемой на переднюю навеску 4 трактора. Две сек-

ции рабочих органов, состоящих из рамок с установленными в подшипниках скольжения ножевыми барабанами 2, закреплены по бокам на раме. Для лесоводственного ухода в междурядьях лесных культур секции рабочих органов стягиваются фронтальной балкой 1 с рассека- телем и направляющими.

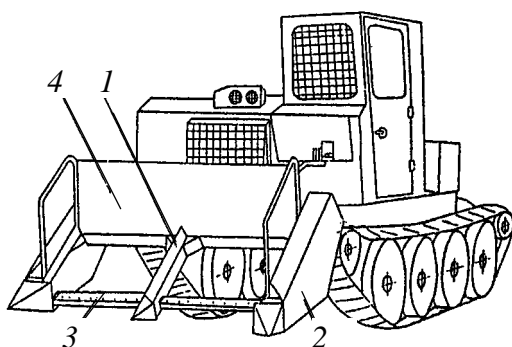


Рис. 1.4. Кусторез-осветлитель гусеничный КОГ-2,3:

1 – рама технологического оборудования; 2 – кожух привода; 3 – цилиндрические фрезы; 4 – щит

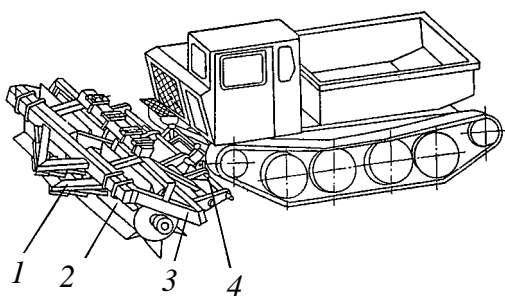


Рис. 1.5. Каток универсальный лесной КУЛ-2:

1 – фронтальная балка; 2 – ножевые барабаны; 3 – рама; 4 – передняя навеска



Рис. 1.6. Каток-осветлитель культур КОК-2М

Каток-осветлитель культур КОК-2М (рис. 1.6) предназначен для осветления рядовых лесных культур, созданных на вырубках путем прикатывания в междурядьях нежелательной древесной поросли и кустарниковой растительности, затеняющей культуры. КОК-2М агрегируется с тракторами ЛХТ-55, ТДТ-55 А. Каток состоит из двух цилиндрических секций с десятью съемными ножами, установленными по периметру левого и правого барабанов. При опускании барабанов на грунт и движении происходит перекачивание и срезание древесно-кустарниковой растительности около рядов посадок.

Косилка-кусторез ЕМ-1,3 (рис. 1.7, а) предназначена для скашивания трав, срезания грубостебельной и мелкокустарниковой растительности в лесу между деревьями, на обочинах дорог с уклоном от

–50 до +70°, отдельно стоящих деревьев толщиной до 80 мм. Производительность косилки зависит от густоты травостоя и кустарниковой растительности: при срезании отдельно стоящих деревьев до 80 мм на I пониженной передаче скорость движения составляет до 1,89 км/ч; при срезании мелкокустарниковой растительности на I–III пониженной передаче – 1,89–5,40 км/ч; при скашивании трав на III–V пониженной передаче – 5,48–7,97 км/ч.

Косилка-кусторез ЕМ-1,3 (рис. 1.7, а) оснащается манипулятором, что позволяет применять ее для удаления с обочин дорог, откосов, кюветов, за барьерным ограждением и разделительных полос трав, кустарника и отдельно стоящих деревьев до 100 мм. Косилка имеет четыре степени свободы, что дает возможность наилучшим образом приспособиться к условиям работы.



а



б

Рис. 1.7. Косилка-кусторез:
а – ЕМ-1,3; б – ЕМ-1,3-01 с режущей головкой

Косилка ЕМ-1,3-01 с режущей головкой (рис. 1.7, б) измельчает в мелкую фракцию срезанный материал. Применение данного типа оборудования значительно снизит затраты на сбор и утилизацию срезанной травы и кустарника, диаметр которого не превышает 20 мм.

На **кусторезе КТГ-2,4** (рис. 1.8, а), создаваемого на базе тракторов ТДТ-55, ЛХТ-100(Б), ТЛТ-100(Б), в качестве рабочего органа используются дисковые пилы. Он предназначен для срезания древесно-кустарниковой растительности под линиями электропередач и на нефтепродуктопроводах, в широких междурядьях, просеках и прочих объектах. Диаметр стволов срезанного кустарника – не более 0,09 м, ширина рабочей зоны кустореза – 2,4 м. Техническая производительность при срезании кустарника – не менее 0,25 га/ч.

После работы кустореза требуется удаление из почвы корней и корневых остатков. Срезанные кусторезами кустарник и мелколесье целе-

сообразно измельчить и использовать полученную щепу прежде всего на топливо. Для измельчения кустарника и мелкокопья применяются рубильные машины отечественного и зарубежного производства.



Рис. 1.8. Кусторезы:
а – КТГ-2,4; б – РКР-1,5

В последние годы находят широкое распространение фрезы для измельчения древесины (мульчеры). **Мульчер** (лесной измельчитель, англ. *mulcher*) – это фрезерное оборудование, предназначенное для измельчения древесины, пней и корней. Мульчеры могут монтироваться на применяемые в лесном хозяйстве трактора.

Тракторные кусторезы-измельчители срезают древесно-кустарниковую растительности и измельчают ее на щепу. **Рубщик коридоров роторный РКР-1,5** (рис. 1.8, б) срезает около рядов поросль древесных пород полосой (ширина 1,5 м), измельчает срезанный материал и разбрасывает его в образовавшемся коридоре. Рубщик применяется в культурах с междурядьем не менее 3 м, созданных на вырубках после сплошной или полосной раскорчевки или без раскорчевки, но с понижением пней в междурядьях до высоты 15 см (не более). Средняя высота поросли должна быть не более 4 м, максимальный диаметр – до 4 см. Рубщик навешивают на заднюю навесную систему тракторов МТЗ-80/82. Спереди трактора на лонжеронах устанавливают пригибающее устройство. РКР-1,5 состоит из рамы, роторного барабана, редуктора, трансмиссионного вала, опорных колес. Роторный барабан представляет собой трубу диаметром 112 мм с толщиной стенки 8 мм. По всей длине трубы установлены с интервалом 65 мм и приварены диски диаметром 250 мм, в промежутках между которыми размещены по винтовой линии и закреплены с помощью распорных втулок и болтов 20 ножей молоткового типа. Вращающий момент на роторный барабан передается от заднего ВОМ трактора через карданный вал, конический редуктор, цепную муфту, трансмиссионный вал и клиноременную передачу, ведущий шкив которой крепится к консоли трансмиссионного вала. Опорные колеса служат для разгрузки

гидросистемы трактора при работе рубщика и регулировки высоты среза поросли. Ширина захвата 1,5 м, высота среза поросли – 0,1–0,4 м, расчетная рабочая скорость агрегата – до 2,5 км/ч, масса рубщика – 600 кг.

Фронтальный измельчитель (мульчер) на базе трактора ОпТЗ-150К (рис. 1.9) срезает растительность, одновременно измельчая остатки в щепу, которая частично закапывается в почву. Отличительной особенностью измельчителя является наличие срезающего устройства, представляющего собой ротор с зафиксированными на нем по диаметру твердосплавными резцами, количество которых может достигать 60.

При работе резцы не требуют специальной заточки. Средний срок службы резцов: 350–400 ч, усиленных резцов – 900–1500 ч. При их износе производится замена, не требующая длительного времени и высокой квалификации. Ротор располагается в специальном кожухе с открывающейся крышкой. Измельчитель приводится в действие карданным валом, который соединяет ротор измельчителя с ВОМ. Расчистка происходит при движении измельчителя как вперед, так и назад, а диаметр срезаемых деревьев может достигать 40 см. Во время движения ротор, частота вращения которого составляет до 2100 оборотов в минуту, захватывает растительность и срезает ее. На навеске установлена специальная гидравлически управляемая рама, которая облегчает срезание растительности за счет прижатия ее к земле, а также помогает задать нужное направление падения дерева или кустарнику. Оператор регулирует высоту подъема навески либо ее заглубление в почву.



Рис. 1.9. Фронтальный измельчитель на базе трактора ОпТЗ-150К

Мульчер, работающий с погружением фрезы в почвогрунт, для подготовки его под посадку лесные культуры называется «**ротоватором**» (Rotovator). Основные элементы ротоватора и мульчера аналогичны и показаны на рис. 1.10. Данное технологическое оборудование состоит из корпуса фрезы 1, на который навешиваются адаптер для до-

полнительного оборудования 3 (толкающей рамы 4, грейдерного лезвия 5, уплотняющего ролика 6) и ротор с компонентами привода 2. На ротор устанавливаются подвижные или неподвижные резцы. Причем на ротор, предназначенный для установки подвижных молотков, нельзя установить неподвижные резцы, и наоборот. Ротоваторы (почвенные фрезы) позволяют измельчать корни и пни, разрыхлять почву. Такие машины подходят также для создания противопожарных полос и восстановления заброшенных территорий. Ротоваторы, рассчитанные на работу с мощными тракторами, способны обрабатывать территории с пнями до 40 см в диаметре и обеспечивают обработку почвогрунта на глубину до 50 см. При этом используется ротор большого диаметра (более 1 м), вращающийся с небольшой скоростью.

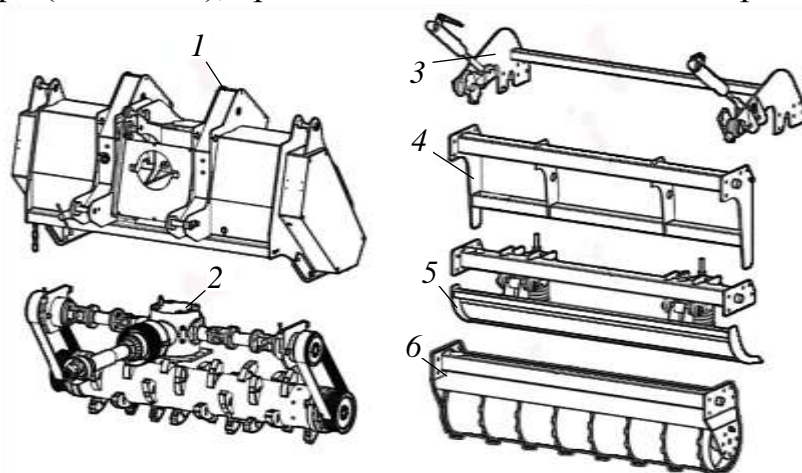


Рис. 1.10. Основные элементы ротоватора:
 1 – корпус фрезы; 2 – ротор с компонентами привода; 3 – адаптер для дополнительного оборудования; 4 – толкающая рама; 5 – грейдерное лезвие; 6 – уплотняющий ролик

На нашем рынке наиболее распространены мульчеры производства Италии (FERRI, FAE, Seppi M, Orsi), Германии (АНWI) и США (BANDIT, Baumalight, Loftness). Несмотря на схожесть конструкций мульчеров, режущие инструменты (подвижные и неподвижные резцы) у различных производителей не взаимозаменяемы. В ряде случаев конструкция резцов защищена патентами.

В Республике Беларусь выпускают фрезу (мульчер) навесную для измельчения древесины ФИД-2300 (рис. 1.11), которая предназначена для расчистки придорожной полосы от мелкой и крупной сорной древесно-кустарниковой растительности. Оборудование представляет собой навесной агрегат, монтируемый на трактор тягового класса 3.0 (базовый трактор «БЕЛАРУС» 2022В.3-17/32).



Рис. 1.11. Фреза навесная для измельчения древесины ФИД-2300

Функциональные возможности фрезы направлены на выполнение следующих работ: расчистка придорожной полосы отвода и просек воздушных и кабельных линий от сорной древесно-кустарниковой растительности с уничтожением порубочных остатков; создание минерализованных противопожарных полос; измельчение выкорчеванных пней;

измельчение скошенной зелени и древесины для компостирования; срезка кустарников и деревьев в садоводстве и при создании ландшафтов; измельчение органического материала для верхнего слоя почвы; мероприятия по рекультивации.

За одну технологическую операцию фреза срезает растительность, измельчает в щепу и, при необходимости, смешивает с грунтом порубочные остатки.

Производительность кустореза Π , $\text{м}^2/\text{ч}$, определяется по формуле

$$\Pi = \frac{3600BLK_B}{\left(\frac{L}{v_p} + \frac{L}{v_x} + t_{\text{раз}}\right)nK_{\text{пер}}},$$

где B – ширина захвата (полосы очищаемой за один проход), м;

L – длина очищаемой полосы (захвата), м;

K_B – коэффициент использования рабочего времени ($K_B = 0,75-0,85$);

v_p – рабочая скорость движения трактора, м/с;

v_x – скорость холостого хода кустореза ($1,5v_p$), м/с;

$t_{\text{раз}}$ – затраты времени на разворот и переключение передач в конце прохода ($t_{\text{раз}} = 90-150$ с при работе без холостых ходов, $t_{\text{раз}} = 10-15$ с при работе с холостыми ходами);

n – число повторных проходов по одному следу (табл. 1.1);

$K_{\text{пер}}$ – коэффициент перекрытия проходов ($K_B = 1,15$).

Таблица 1.1

Зависимость числа повторных проходов от породы деревьев

Порода деревьев	Число повторных проходов по одному следу		
	1	2	3
	Диаметр стволов d , м		
Сосна (С)	< 0,25	0,25–0,30	0,31–0,40
Береза (Б)	< 0,13	0,13–0,25	0,26–0,35
Дуб (Д)	< 0,08	0,08–0,10	0,11–0,13

Исходные данные и варианты для расчета производительности приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Исходные данные для расчета

Наименование	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Марка кустореза	ДП-1	ДП-4	ДП-24	МП-14	ДП-1	ДП-4	ДП-24	МП-14	ДП-1	МП-14
Ширина захвата, м	3,4– 3,8	3,0– 3,5	3,3– 3,7	3,2–3,6	3,1– 3,6	3,0– 3,5	3,3– 3,7	3,1– 3,6	3,3– 3,7	3,2– 3,6
Длина очищаемой полосы, м	200	300	400	500	150	250	350	450	550	650
Порода деревьев	С	Б	Д	С	Б	Д	С	Б	Д	С
Диаметр ствола, м	0,10– 0,33	0,09– 0,31	0,08– 0,12	0,15– 0,35	0,11– 0,35	0,07– 0,11	0,15– 0,35	0,11– 0,35	0,07– 0,11	0,10– 0,33
Рабочая скорость, км/ч	2,5– 3,0	2,8– 3,2	3,2– 3,7	3,4–3,9	3,0– 3,5	3,2– 3,7	3,5– 4,0	3,4– 3,9	3,7– 4,2	3,7– 4,2

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить устройства и принципы работы кусторезов с пассивным и активным рабочим органом.
2. На основе учебных макетов и методической литературы изучить назначение, устройство и конструктивные особенности фронтальных измельчителей (мульчеров).
3. В соответствии с заданием произвести расчет производительности кустореза.

Содержание отчета по лабораторной работе:

1. Раскрыть цель, вычертить принципиальные схемы кусторезов, указать наименование основных узлов, описать их назначение и конструктивные особенности.
2. Привести методику и исследовать зависимость производительности кустореза от ширины захвата $\Pi = f(B)$, скорости движения $\Pi = f(v_p)$, а также диаметра ствола $\Pi = f(d)$ и построить графики. Шаг варьирования ширины захвата 100 мм, скорости движения – 0,1 км/ч. $\Pi = f(d)$ строят по трем точкам из заданного диапазона. По оси абсцисс откладываются независимые переменные, а по оси ординат – зависимая (производительность).
3. На основе анализа полученных результатов сформулировать выводы.

Контрольные вопросы

1. Для каких видов работ применяется кусторез?
2. Виды основного рабочего оборудования кусторезов.
3. Перечислить основные параметры технологического оборудования кусторезов.
4. Для каких видов работ используются мульчеры?
5. Какие виды применяемого оборудования используются на фронтальных измельчителях?
6. От каких параметров зависит производительность кусторезов?

Лабораторная работа № 2 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КОРЧЕВАТЕЛЯ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, устройство и принцип работы корчевателя.

Применяемое оборудование: подборка плакатов (корчеватели).

Подготовка к занятию: изучить классификацию и устройство корчевателя.

К средствам выполнения подготовительных работ при лесовосстановлении относят корчевальные машины, которые можно объединить в группы: машины для удаления пней, поросли и крупных камней; фрезерные машины, выполняющие операции по удалению пней и первичной обработке почвы в едином комплексе. Они могут быть использованы также для валки деревьев и рыхления плотных грунтов.

Корчевальные машины бывают циклического и непрерывного действия. В настоящее время все они имеют гидропривод. Наибольшее распространение получили рычажно-клыковые отвальные корчеватели.

Выбор корчевальной машины и способа корчевки зависит от количества и диаметра пней. Компоновочные схемы данных машин представлены представляют собой либо *фронтальную навеску спереди базового трактора* (рис. 2.1, а), которая характерна для машин КМ-1, МРП-2 и др., либо *с задним расположением рабочих органов* (рис. 2.1, б).

Преимущества корчевальных машин рычажного типа заключаются в исключении использования толкающего воздействия. Корчевание производится при неподвижном агрегате с помощью клыков, представляющих собой двуплечие рычаги. Нижняя часть корчущего клыка подводится под пень и при повороте рычага вокруг горизонтальной оси давит на него снизу и вытаскивает на поверхность. Возникающие нагрузки от клыков передаются на опорную плиту и частично на трактор. Такой принцип обеспечивает применение в качестве базовых трактора меньшего класса тяги и дает возможность использовать эти машины для корчевки крупных пней. Однако рычажные корчеватели менее производительны, чем корчеватели толкающего действия.



Рис. 2.1. Корчевальные машины: *а* – фронтальная навеска спереди базового трактора; *б* – с задним расположением рабочего органа

При выборе того или иного корчевателя следует руководствоваться тем, что по большинству вырубок лесной зоны закономерность распределения пней по диаметрам следующая: от 8 до 12 см – примерно 28–30%; от 16 до 30 см – 48–50%; от 30 до 60 см – 20–24%.

Широкое распространение получила **корчевальная машина КМ-1** (рис. 2.2) предназначена для полосной расчистки вырубок от пней, камней, валежа и крупных порубочных остатков. Используется на площадях, где состояние грунта обеспечивает проходимость трактора ЛХТ-55 или ТДТ-55 А для создания условий работы почвообрабатывающих и других машин и орудий, применяемых при лесовосстановлении. Она обеспечивает корчевание пней хвойных и мягколиственных пород с диаметрами до 60 см. Машина состоит из рамы *1*, на которую крепятся рабочий орган в виде трех поворотных клыков корчевателей *2*, два отвала *3* и гидравлическая система подъема *5* и поворота *4* рабочего органа.

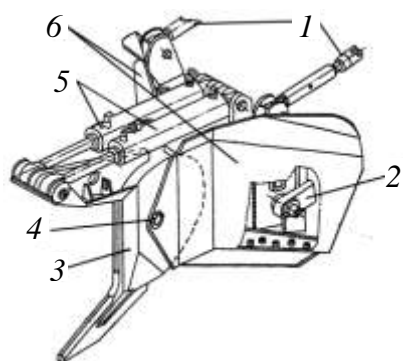


Рис. 2.2. Корчевальная машина КМ-1:
а – схема (*1* – рама; *2* – клыки корчеватели; *3* – отвал; *4*, *5* – гидравлическая система поворота и подъема рабочего органа); *б* – общий вид

Для корчевки пней диаметром менее 25 см заглубляют клыки под пень и сдвигают его толкающим усилием трактора, одновременно извлекая его из грунта. При корчевке крупных пней диаметром более

25 см машина с корчевальным оборудованием, поднятым в транспортное положение, подъезжает к пню на расстояние 1–5 м, опускается корчевальное устройство и в движении клыки заглубляются под пень. Поворотом двухплечих рычагов (клыков) с помощью гидроцилиндров извлекают пень из грунта и опрокидывают. При работе машины на полосной расчистке вырубок пни, выкорчеванные одним из вышеуказанных способов, сдвигают за пределы полосы отвалами. Масса корчевального оборудования составляет 1050 кг. Ширина захвата по клыкам 0,69 м. Производительность при корчевке пней колеблется от 32 до 58 шт. за 1 час чистого времени, при полосной расчистке вырубок – 0,15–0,30 га/ч.

Оборудование для расчистки вырубок ОРВ-1,5 (рис. 2.3) обеспечивает корчевку пней высотой до 25 см, диаметр не более 40 см. Оборудование представляет собой клинообразный отвал 6, передняя часть которого служит корчевальным рычагом и выполнена в виде корчевального ножа (зуба) 3 с осью поворота 4. Привод рычага осуществляется гидроцилиндрами 5. Встречающиеся на пути в процессе расчистки пни зубом (ножом) 3 поворотного рычага разрезаются или раскалываются на части и сдвигаются в стороны при дальнейшем движении трактора. При этом тяговое усилие через верхние тяги навески 1 и толкающую раму 2 передаются на корчевальное оборудование.



a

б

Рис. 2.3. Оборудование для расчистки вырубок ОРВ-1,5:

a – технологическое оборудование (1 – верхние тяги навески; 2 – толкающая рама; 3 – корчевальный зуб; 4 – ось поворота корчевального зуба; 5 – гидроцилиндры; 6 – отвал); *б* – общий вид корчевателя

Схожую конструкцию имеет **машина для расчистки полос на вырубках МРП-2А**, (рис. 2.4) которая состоит из лобовика 2 с примыкающими к нему право- и левоотваливающими поверхностями 4, соединенными снизу днищем, причем на левой отваливающей поверхности сверху установлен отбойник в виде скрученной пластины 5. Снизу отваливающих поверхностей закреплены подрезные ножи 3. В

нижней части лобовика в подшипниках скольжения помещен вал, на консолях которого закреплены зубья 1, а по центру вала – рычаги привода корчующих зубьев, шарнирно соединенных с гидроцилиндрами, размещенными с тыльной стороны лобовика 2.

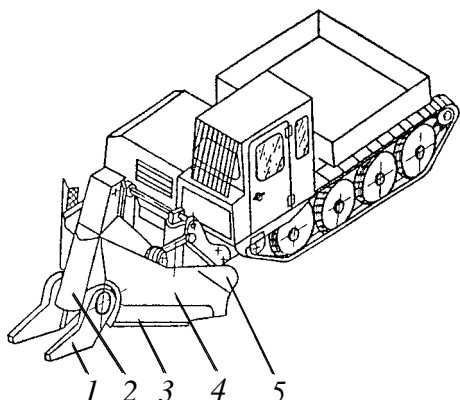


Рис. 2.4. Машина для расчистки полос на вырубках МРП-2А:
1 – зубья; 2 – лобовик;
3 – подрезные ножи; 4 – отвалы;
5 – пластина

кронштейнами, прикрепленными к лонжеронам ходовых тележек трактора. Подъем и опускание рамы осуществляются двумя гидроцилиндрами 3. Впереди рамы расположен на шарнирах поворотный отвал 1 с клыками 5. При сборе пней и сгребании кустарника с обеих сторон отвала 1 устанавливаются уширители, которые представляют сварные рамы с дополнительными клыками. К толкающей раме 4 могут присоединять противовес.

Для корчевания пней, кустарника и мелколесья, а также для перемещения и погрузки в низкие транспортные средства пней и камней применяют **корчеватели-сборатели** типа МП-18, МП-2Б или ДП-8А.

Корчеватель-сборатель (МП-18-6, МП-19-3, МП-2А) (рис. 2.5) предназначен для корчевки пней и кустарниковой растительности на минеральных и осушенных торфяно-болотных почвах, а также для перемещения крупных камней массой до 3 т за пределы участка или полосы. Он состоит из толкающей рамы, шарнирно соединенной с

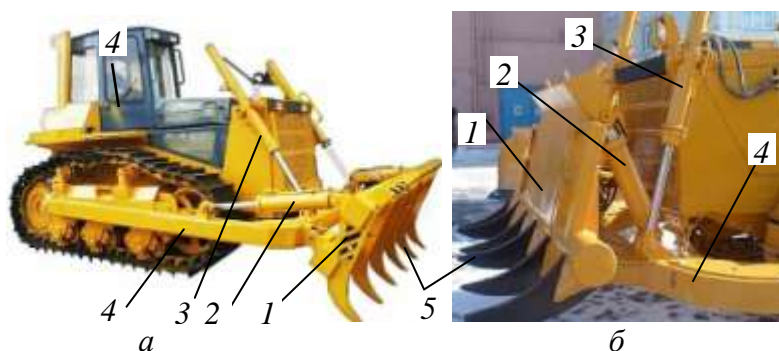


Рис. 2.5. Корчеватель-сборатель: а – корчевальное оборудование МП-18-6;
б – корчевальное оборудование МП-19-3;
1 – отвал; 2, 3 – гидроцилиндры; 4 – рама толкающая; 5 – зубья (клыки)

При работе клыки 5 корчевателя подводятся под корчующий

пень или камень опусканием толкающей рамы 4. Когда они заглубились до отказа, включаются гидроцилиндры 2 поворота отвала и, после того как пень или камень оказывается на клыках, включаются гидроцилиндры 3 подъема рамы. Выкорчеванный предмет извлекается из почвы, поднимается вверх и перемещается к месту выгрузки. Корчеватель с гидроуправляемыми клыками и противовесом позволяет увеличивать усилие при корчевке пней и камней и высоту подъема рабочей части клыков. Крупные камни и пни можно корчевать комбинированным способом при сочетании толкающего и поворотного усилий рабочего органа.

В корчевателе-собирателе ДП-25 (Д-513А), в отличие от выше рассмотренных, осуществляется только подъем и опускание толкающей рамой. Корчевка пней производится толкающим усилием трактора с одновременным перемещением отвала корчевателя относительно поверхности пути. Положение отвала во время работы корчевателя следует определять по передней части трактора. Если передняя часть поднимается, следует включать гидропривод отвала на подъем, и, наоборот, при опускании – заглублять отвал в почву. Корчеватель агрегируется на тракторе Т-130. Масса навесного оборудования – 1500 кг, ширина захвата – 1,3 м, производительность при поштучной корчевке – 25–29 пней/ч, при сплошной корчевке кустарника – 0,11–0,17 га/ч. Расстояние между клыками – 0,4 м, наибольший подъем зубьев над поверхностью земли – 0,8 м, заглубление в почву – 0,4 м.

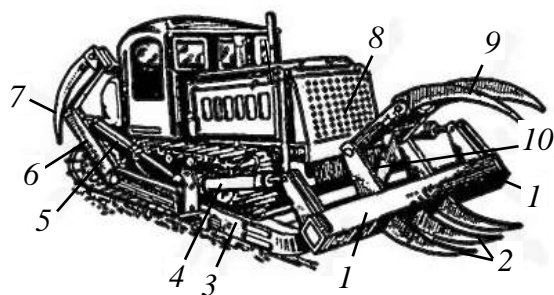


Рис. 2.6. Корчеватель-собиратель КСП-20:

- 1 – балка передняя; 2 – клыки (зубья) корчующие; 3 – рама;
4, 5, 10 – гидроцилиндры; 6 – боковина;
7 – механизм подрезки корней;
8 – защита двигателя; 9 – зубья захватывающие

Оригинальной является конструкция **корчевателя-собирателя КСП-20** (рис. 2.6), используется для уборки строительных материалов, корчевки пней, кустарника, камней и погрузки их в транспортные средства. Корчеватель-собиратель состоит из рамы 3, корчевательного устройства, механизма подрезки корней 7, гидроцилиндры 4, 5, 10. Основная рама включает переднюю 1 поперечную и заднюю балки и две боковины 6.

На передней балке установлены корчующие клыки 2 и захватывающие зубья 9, которые образуют грейферный захват. Между передней балкой 1 и двигателем установлена защита 8. На задней балке за-

креплен механизм подрезки корней 7 в виде ножа.

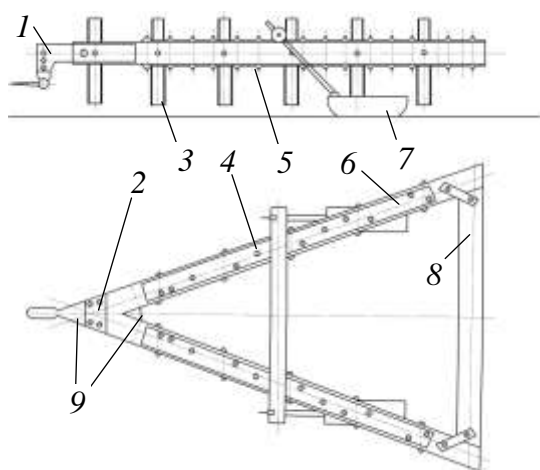


Рис. 2.7. Корчевальная борона К-1:
1 – прицепное устройство; 2 – накладки, скрепляющие переднюю часть рамы;
3 – зуб; 4 – боковые брусья; 5 – нижние полосы оковки; 6 – верхние полосы оковки; 7 – транспортные полозки;
8 – задний брус; 9 – скобы

Борона фиксируется за серьгу прицепного устройства гусеничного трактора класса 60 кН и транспортируется на полозках 8 либо выступает в качестве заднего навесного оборудования. При этом вместо верхней тяги механизма навески трактора устанавливают гидроцилиндр, который обеспечивает дополнительный подъем рамы, облегчает очистку зубьев от корней и древесных остатков. Требуемая жесткость конструкции треугольной рамы, которую образуют задний 8 и боковые 4 брусья, обеспечивается за счет скоб 9, накладок 2, скрепляющих переднюю часть рамы, нижних 5 и верхних 6 полос оковки. Для пригибания кустарника и защиты радиатора впереди на тракторе монтируют защитное приспособление или навешивают корчеватель Д-513 А. Чтобы извлечь кустарник, пни и корневища делают, 2–4 прохода, первые – вдоль участка, вторые – поперек. Если закустаренная полоса узкая, второй раз проезжают по тому же следу в обратном направлении. Зубья периодически очищают подъемом и опусканием бороны. При этом ширина захвата составляет 3 м; глубина вхождения зубьев в грунт – до 400 мм, рабочая скорость – 2,0–2,5 км/ч.

Для повышения качества работ используют **комплексный агрегат К-15**, предназначенный для извлечения из почвы древесины и камней при освоении земель. Агрегат монтируют на гусеничном тракторе, спереди которого устанавливают корчеватель с поворачиваемым

Для корчевания кустарника и пней диаметром до 15–20 см при раздельной их уборке и на засоренных камнями участках, а также для подкорчевки пней и корневищ после срезания кустарника применяется **корчевательная борона К-1** (рис. 2.7).

Она имеет треугольную раму сварной конструкции с тремя – девятью зубьями 3 и прицепное устройство 1. Высоту зуба 3 относительно рамы регулируют с помощью отверстий. Для уменьшения забивания бороны зубья 5 устанавливают на разную глубину хода: передние – на меньшую, задние – на большую.

зубовым рабочим органом, сзади – корчевальную борону.

В качестве корчевального оборудования можно использовать измельчители пней различной конструкции.

Измельчитель пней предназначен для удаления пня (в том числе ниже уровня почвы) с минимальным повреждением окружающей почвы. Для измельчения древесно-кустарниковой растительности применяют технологии дискового (рис. 2.8, а) и роторного (рис. 2.8, б) измельчения. У измельчителей, работающих по первой технологии (Rotary Disc Mulching (RDM) Technology), основным рабочим органом машин является дисковая фреза с закрепленными на ней зубьями из твердосплавного материала (рис. 2.8, а). При работе диск движется вправо-влево, вверх-вниз и вырезает пень. Данные машины способны перерабатывать пни больших диаметров, однако их не рекомендуется использовать при работе с камнями.



а



б

Рис. 2.8. Измельчители пней:
а – дисковый; б – роторный

Дисковые навесные измельчители (фрезы) (рис. 2.9) зачастую устанавливаются на стрелу экскаватора или трактора и позволяют срезать и измельчать подлесок, стволы и пни практически любого диаметра за несколько проходов.



Рис. 2.9. Дисковый навесной измельчитель

Привод дисковых фрез осуществляется от гидромотора, подключенного к гидросистеме трактора. Площадь работы дисковых измельчителей небольшая, но размеры, вес и энергопотребление по сравнению с роторными несколько меньше, что определяет их относительно невысокую стоимость. К недостаткам таких измельчителей можно отнести необходимость частой смены зубьев при работе на поверхности грунта.

Большой популярностью пользуются мульчеры роторного типа. Основным рабочим органом в таких машинах является закрепленный в торцах вращающийся вал – ротор, конструкция которого определяется назначением, обрабатываемым материалом и условиями работы.

Для корчевки пней применяют роторные корчеватели с вертикальным и горизонтальным расположением ротора. Принцип работы роторных (рис. 2.10, а) и цилиндрических (рис. 2.10, б) измельчителей с вертикальным расположением ротора заключается в установке ротора или бура на центр пня и измельчении древесины за счет вращения рабочего органа.



Рис. 2.10. Измельчители пней Stumper:
а – роторный; б – цилиндрический

Аналогично работает **ямокопатель-корчеватель-погрузчик ЯКП-0,6** (рис. 2.11), предназначенный для удаления пней, заготовки деловой древесины и технологической щепы из пней, выкапывания ям для посадки деревьев, установки опор электропередач и сооружения ограждений, а также для рытья небольших котлованов.



Рис. 2.11. Ямокопатель-корчеватель-погрузчик ЯКП-0,6

Машина комплектуется набором сменных рабочих органов: трубчатых и конических фрез для удаления пней, шнековых буров диаметром 0,3; 0,45; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 м для выкапывания ям глубиной до 1,0 м. Максимальный диаметр пня, удаляемого за одно погружение рабочего органа, – 0,6 м. При работе в несколько приемов возможно удаление пней любого диаметра. Время удаления пня диаметром до 0,4 м составляет 15 с. Масса навесного оборудования – 1500 кг. Ямокопатель агрегируется с трактором

Т-150К, однако выпускается также модификация ЯКП-0,4, рассчитанная на применение с тракторами МТЗ-80/82 и отличающаяся максимальным диаметром цилиндрической фрезы, равным 0,4 м, а также массой оборудования в 1000 кг.

Рабочим органом проходного измельчителя пней (мульчер, роторатор) является горизонтальный ротор. В случае, если измельчитель работает с погружением в грунт (используется для корчевания, подготовки почвы и др.), то его называют «роторатор» (Rotovator). Проходя по поверхности он измельчает все, что попадает под ротор: пни, камни, корни и др. После работы данной машины почва является достаточно рыхлой. К недостаткам данных машин можно отнести трудность работы с пнями больших диаметров.

Ротор роторатора и мульчера (рис. 2.12) может быть оснащен подвижными (шарнирно закрепленными) молотками, измельчающими древесину за счет ударного воздействия, или неподвижными, жестко закрепленными резцами с твердосплавными вставками, измельчающими древесину разрезанием. Иногда используется комбинированный вариант – режущие молоты, оснащенные твердосплавными резцами. Для каждого ротора можно предусматриваться несколько типов ножей, измельчающих различные материалы. Для бесступенчатой регулировки степени измельчения мульчера оснащают гидравлически регулируемым откидным резцедержателем вторичного измельчения со сменными противорежущими сегментами.



а

б

Рис. 2.12. Мульчер:
а – гусеничный; *б* – колесный

Основными рабочими характеристиками ротора мульчера являются ширина обработки (ширина полосы, которую может за один проход очищать данный ротор) и диаметр ротора. Следует отметить, что при увеличении ширины ротора повышается производительность работы, однако увеличиваются потребляемая мощность и масса мульчера. Диаметр ротора определяет высоту или глубину обработки.

Привод ротора в зависимости от типа машины может быть от вала отбора мощности (ВОМ), гидропривода или даже собственного двигателя. Легкие модели мульчеров устанавливаются на стрелы экскаватора или трактора в качестве сменного оборудования, более мощные – на навеску тракторов (рис. 2.13), погрузчиков либо специальных самоходных шасси. Измельчители могут быть оборудованы гидравлически управляемым капотом для задания нужной степени измельчения материала и регулируемым опорным катком, позволяющим установить нужную высоту измельчения. Самые мощные навесные мульчеры позволяют в один заход срезать и измельчать деревья, кусты и ветки диаметром до 40 см. Для защиты от разлета щепок используются шторки из металлических пластин, цепей или резины.



Рис. 2.13. Мульчер Seppi Maxiforst *Мульчеры с приводом от вала отбора мощности* (рис. 2.13) закрепляются на трехточечную навеску трактора мощностью от 30 до 300 кВт с различными вариантами роторов и разнообразной комплектацией. Самые мощные модели позволяют измельчать кусты, ветки и деревья до 50 см в диаметре и обрабатывать территорию со скоростью до 5 км/ч. Для мощных машин используют двусторонний привод ротора, передача усилия на который может быть осуществлена через встроенную раздаточную коробку, эластичные ремни или боковые карданные валы. Часто мульчеры оборудуются жестко закрепленной или управляемой гидроприводом рамкой-толкателем для раздвигания кустов и валки деревьев. Мульчеры с приводом от ВОМ могут быть выполнены для задней и передней навески. Некоторые производители предлагают также машины с автономным двигателем. Такие мульчеры могут навешиваться на самые разные шасси, в том числе на бульдозеры и фронтальные погрузчики.



Рис. 2.14. Ротоватор ANWI

Более универсальными измельчителями пней следует считать *ротоваторы* (рис. 2.14, 2.15), которые позволяют измельчать корни и пни, разрыхлять почву. Такие машины подходят для создания противопожарных полос, восстановления заброшенных территорий, расчистки участков после лесозаготовок, корчевания, разрыхления почвы перед посадкой новых

деревьев с одновременным удалением старых пней и корней. Ротаваторы, рассчитанные на работу с мощными тракторами, способны обрабатывать территории с пнями до 40 см в диаметре и погружаться в грунт до 50 см, обеспечивая глубокую обработку грунта. При этом используется ротор большого диаметра (1 м), вращающийся с небольшой скоростью. Для закрепления грунта после измельчения возможна установка прижимного вала с гидравлическим подъемом.

Машина для дробления пней и обработки почвы (ротаватор) МДП-1,5 (рис. 2.15) предназначена для полосной подготовки почвы под посадку лесных культур на вырубках с одновременным дроблением пней, порубочных остатков и поросли лиственных пород, а также измельчения корней и перемешивания лесной подстилки с верхним гумусовым горизонтом при наличии 1000 пней на 1 га. Она состоит из рамы 2 с точками крепления на заднюю навесную систему трактора, рабочего органа б (ротора с расположенными на поверхности цилиндра скалывающими ножами 7), трансмиссии (карданного вала 4, конического 3 и цилиндрического 1 редукторов), опорных лыж 5. Привод осуществляется от ВОМ трактора.

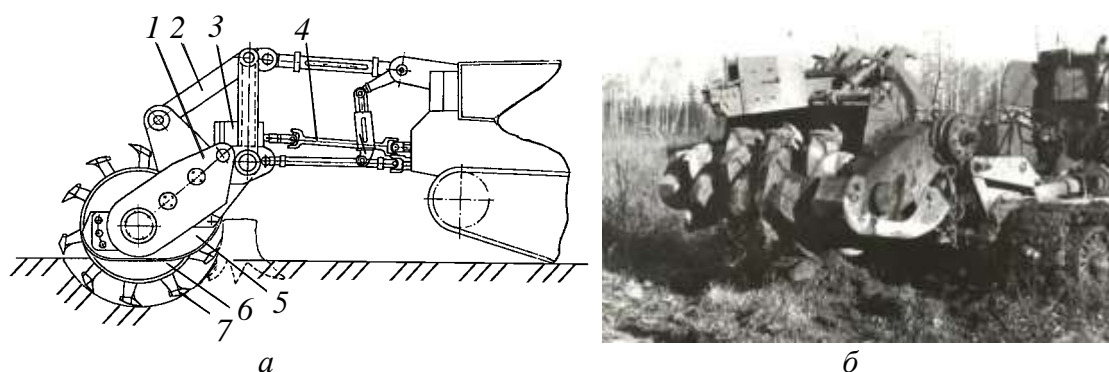


Рис. 2.15. Машина для дробления пней и обработки почвы МДП-1,5:
а – конструктивная схема (1 – цилиндрический редуктор; 2 – рама; 3 – конический редуктор; 4 – карданный вал; 5 – опорные лыжи; 6 – рабочий орган; 7 – скалывающие ножи); *б* – общий вид

Мульчеры и ротаваторы, монтируемые на самоходные шасси, с гидравлическим отбором мощности находят широкое распространение (рис. 2.16). Привод ротора в них осуществляется клиноременной передачей от одного или двух гидромоторов. Самые производительные рассчитаны на работу с носителем мощностью до 440 кВт.

Компания ANWI освоила выпуск мульчеров, собирающих щепу. Они представляют собой навесной роторный мульчер, оборудованный вентилятором, выдувающим полученную щепу через специальный

патрубок в контейнер или бункер. Машина может применяться при валке леса, сборе и обработке поваленных деревьев, обработке кустарников для сбора биомассы топливного или сельскохозяйственного назначения. Мульчер может собирать растительность, имеющую до 25 см в диаметре, при требуемой мощности носителя 180–295 кВт, ширине – 2,3 м и массе – 2340 кг. Привод вращения ротора и вентилятора выброса биомассы, регулирование высоты салазок и поворота выбросного патрубка осуществляются гидравлически.



а

б

Рис. 2.16. Самоходные мульчеры с гидравлическим приводом:
а – FAE; *б* – Bandit 3500

К популярным производителям лесных измельчителей относятся компании Seppi M (Италия), ANWI (Германия), Bandit Industries (США), Vermeer (США), FMI (США), Hakmet (Канада), Nokamic (Канада), Gyro-Trac (США) и др.

Также для корчевки пней может применяться **машина для выкопки деревьев FZ 110 PLUS** (рис. 2.17, *а*), которая является узкоспециализированной техникой и была спроектирована для выкопки растений из почвы с образованием сферического кома, содержащего корневую систему растения. Выкопка растения производится специальным вибрационно-режущим блоком, оборудованным ножом сферического поперечного сечения. Данная машина может копать кома от 30 до 120 см.

Она состоит из несущей рамы с установленным на ней двигателем, гидравлической системой и баками (масляным и топливным); органов управления, которые могут располагаться перед оператором на приборной панели или сбоку и выполнены в виде рычагов или джойстиков управления; гусеничной системы с направляющим и поворотным механизмами; вибрационно-режущего блока, состоящего из вибратора и редуктора; быстросъемной системы (опционально), которая позволяет быстро отсоединить вибрационно-режущий блок и заменить его дополнительным оборудованием.



Рис. 2.17. Машина для выкапывания деревьев:
a – FZ 110 PLUS; *б* – Optimal Opitz 1400

Производить вырубку деревьев, их посадку и корчевку можно *агрегатом Optimal Opitz 1400* (рис. 2.17, *б*). Его характерной особенностью является полная адаптация под отечественные трактора и погрузчики.

Производительность корчевателя зависит от большого числа факторов (засоренности пнями и валунами, состояния опорной поверхности, квалификации оператора и др.), учесть влияние которых достаточно проблематично. Из литературных источников известно, что корчеватель-сборатель на базе трактора Т-100 за час извлекает на тяжелом суглинке около 80–90 пней диаметром 0,35–0,75 м при засоренности 700 пней/га или до 18 м³ камней объемом 0,75–2,0 м³ при засоренности 300 камней/га.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить устройства и принципы работы корчевателей.
2. На основе учебных макетов и методической литературы ознакомиться с назначением, устройством и конструктивными особенностями корчевателей-сборателей, измельчителей пней и роторов.

Содержание отчета по лабораторной работе:

1. Раскрыть цель, вычертить принципиальные схемы корчевателей различных конструкций, указать наименование основных узлов, описать их назначение и конструктивные особенности.
2. Провести анализ влияния компоновочно-кинематических параметров на производительность корчевателя. Сформулировать выводы.

Контрольные вопросы

1. Типы корчевателей.
2. Основные элементы корчевателя.
3. Принцип работы и распределение нагрузки корчевателя ры-

чажного типа.

4. Перечислите операции, составляющие рабочий цикл корчевателя рычажного типа.

5. Конструктивные особенности различных типов корчевателей.

6. Назначение различных элементов отвала.

7. Рабочий цикл корчевателя-собирателя.

8. Конструктивные особенности мульчеров и их привода.

Лабораторная работа № 3

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ БУЛЬДОЗЕРОВ И РЫХЛИТЕЛЕЙ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, устройство и рабочий процесс бульдозеров и рыхлителей, их технические характеристики, начертить и описать принципиальные конструктивные схемы бульдозеров с неповоротным и поворотным отвалами, а также рыхлителей, их основного и дополнительного технологического оборудования. Произвести расчет производительности бульдозеров и рыхлителей при выполнении работ основного технологического цикла.

Применяемое оборудование: подборка плакатов (бульдозер, рыхлитель).

Подготовка к занятию: изучить классификацию и устройство бульдозера и рыхлителя.

Бульдозеры предназначены для послойного срезания грунта, его перемещения на небольшое расстояние (50–100 м) и разравнивания. Бульдозеры как навесное оборудование на тракторы, тягачи и другие базовые машины широко распространены, что объясняется простотой их конструкции, высокой производительностью, возможностью их использования в самых разнообразных грунтовых и климатических условиях и относительно низкой стоимостью выполненных работ. Их широко используют при прокладке железных и автомобильных дорог, в аэродромном строительстве, а также горнодобывающей промышленности. Бульдозеры применяют для разработки песчано-гравийных карьеров, котлованов, выемок и траншей, сооружения каналов, прудов и водоемов, возведения насыпей, дамб и плотин, на вскрышных работах при добыче полезных ископаемых открытым способом, подталкивания скреперов при загрузке и др.

В настоящее время широко распространены бульдозеры с неповоротным отвалом, поворотным отвалом, бульдозеры-рыхлители, а также бульдозеры-погрузчики. Бульдозеры с поворотным отвалом, примерно 70–80% времени работают с прямой установкой отвала.

Бульдозер состоит из базовой машины (гусеничного или колесного трактора) и навесного бульдозерного оборудования. Бульдозерное оборудование включает в себя рабочий орган (отвал), толкающее устройство (толкающие брусья или толкающую раму), *канатную* (рис. 3.1, а) или *гидравлическую* (рис. 3.1, б) систему управления отвалов.

Отвал бульдозера представляет собой жесткую сварную металлоконструкцию с лобовым листом криволинейного профиля. Вдоль ниж-

ней кромки отвала с помощью болтов крепят режущие ножи. С целью предотвращения пересыпания грунта при работе на несвязных и рыхлых грунтах к средней части отвала приваривают козырек. Для увеличения объема перемещаемого грунта (при работе на легких грунтах) отвал бульдозера может быть удлинен путем установки с обоих его концов уширителей, прикрепленных к отвалу болтами. Толкающее устройство состоит из балок коробчатого сечения. Передняя часть толкающего устройства шарнирно соединена с отвалом бульдозера, а задняя – также шарнирно с опорами, расположенными на базовом тракторе.

При канатном управлении подъем, опускание отвала и его фиксация в заданном положении выполняются с помощью канатно-блочной системы управления, приводимой от лебедки, установленной на базовой машине (гусеничном тракторе).

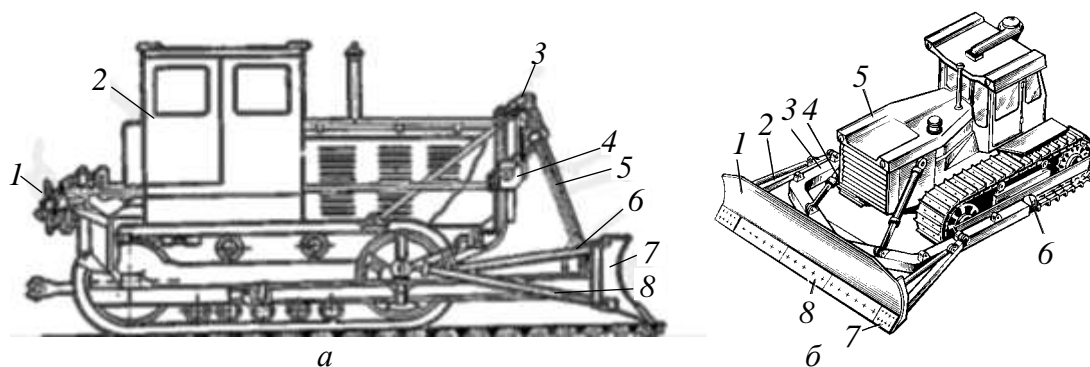


Рис. 3.1. Бульдозеры:

- а* – с канатным управлением (1 – лебедка; 2 – трактор; 3 – подъемник;
4 – направляющий блок; 5 – полиспастная система;
6 – боковой толкатель; 7 – отвал; 8 – толкающие брусья рамы);
б – с гидравлическим управлением (1 – отвал; 2 – толкатель с откосом;
3 – рама; 4 – гидроцилиндр; 5 – трактор; 6 – шарнир; 7, 8 – ножи)

При гидравлическом управлении перечисленные операции, а также перекоп отвала в вертикальной (поперечной) плоскости осуществляются с помощью гидроцилиндров. Применение гидроперекопа отвала расширяет область применения бульдозера и повышает его эксплуатационные возможности на планировочных работах. Непосредственно на гидроцилиндре перекопа установлен запорный клапан, фиксирующий положение отвала в поперечной плоскости.

Для копания применяются *три типа отвалов: прямой, V-образный и V-образный секционный* (рис. 3.2).

По форме рабочего органа различают прямой (1–4, 13, 14) (рис. 3.3); полусферический (5, 6, 12); сферический (7, 15, 16) отвалы.

У прямого отвала – одинаковая форма по всей ширине. Концы полу-сферического отвала загнуты вперед на ширину боковых ножей. В сферическом отвале боковые секции выдвинуты вперед на 1/3 ширины.

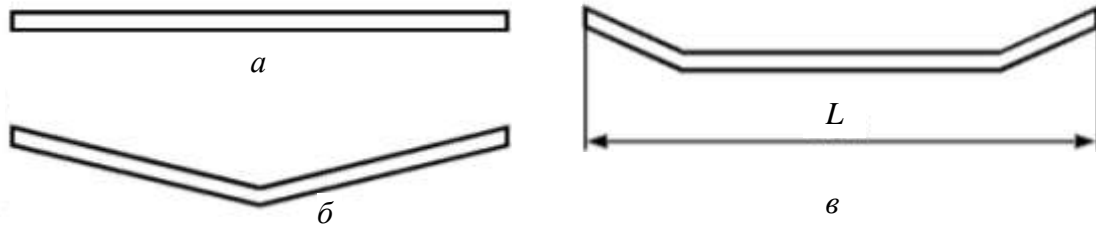


Рис. 3.2. Конфигурации отвалов:
a – прямой; *б* – V-образный; *в* – V-образный секционный

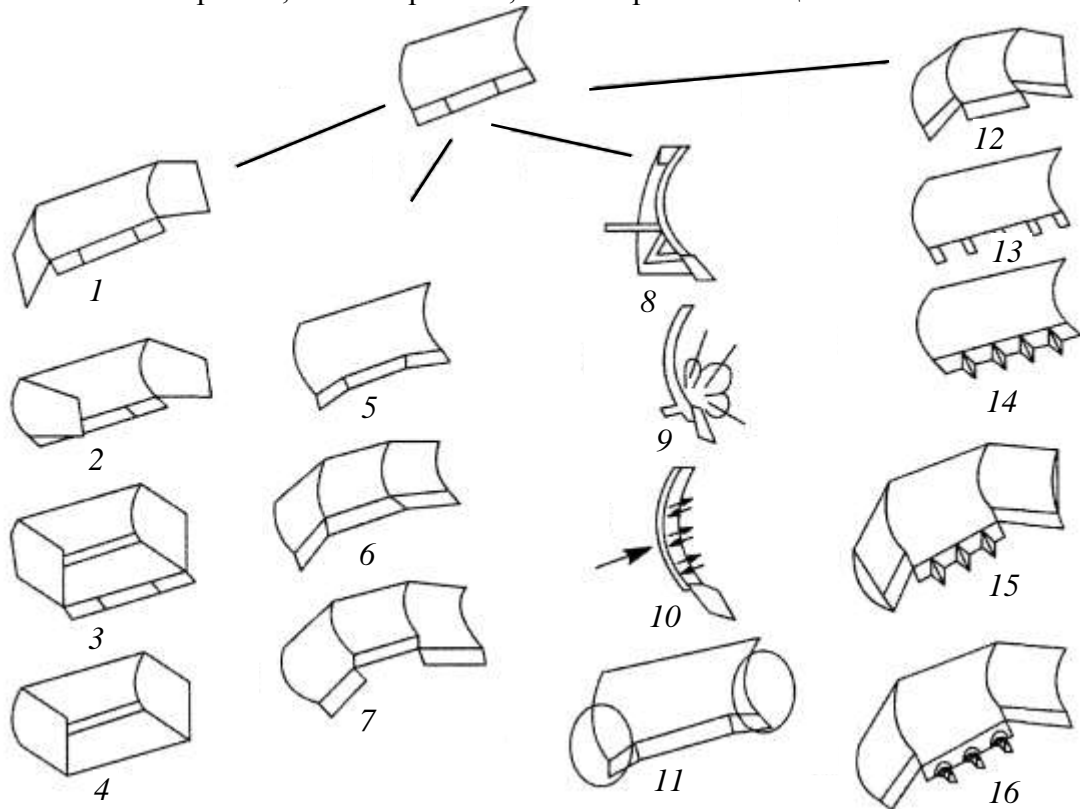


Рис. 3.3. Основные типы бульдозерных отвалов:

1 – для копания сыпучих и лессовых грунтов с уширителями; *2* – с боковыми стенками; *3* – с боковыми стенками и вынесенным вперед ножом; *4* – с боковыми стенками и вынесенным вперед активным шнеком; *5* – с крайними косыми ножами; *6* – совковый отвал с боковыми косыми ножами; *7* – совковый отвал с вертикально перемешавшейся средней секцией; *8* – с газовой или жидкостной смазкой лобовой поверхности отвала; *9* – использующие микровзрывы; *10* – с вибрирующей лобовой поверхностью; *11* – с боковыми дисковыми ножами; *12* – с выступающей средней секцией с ножом; *13* – с зубьями на ножах; *14* – с двухскосными полуклинами по ножах; *15* – с двухскосными полуклинами на средней выступающей секции; *16* – с активными молотами на средней секции

Бульдозеры могут оснащаться дополнительным быстросъемным оборудованием (рис. 3.4), расширяющим их технологические возможности: неподвижными или гидроуправляемыми уширителями отвала *1*, открывками *2*, удлинителями *3*, передними и задними рыхлительными зубьями *4*, киркой *5* для взламывания асфальтовых покрытий, ножами *6* для разработки мерзлых грунтов, кусторезным ножом *7*, надставкой *8* для рытья канав, откосником с жестким креплением и гидроуправляемым откосником-планировщиком *9*, передними и задними лыжами *10*, отвальной приставкой для работы от стены *11*, грузовыми вилами *12*, подъемным крюком *13* и т. п.

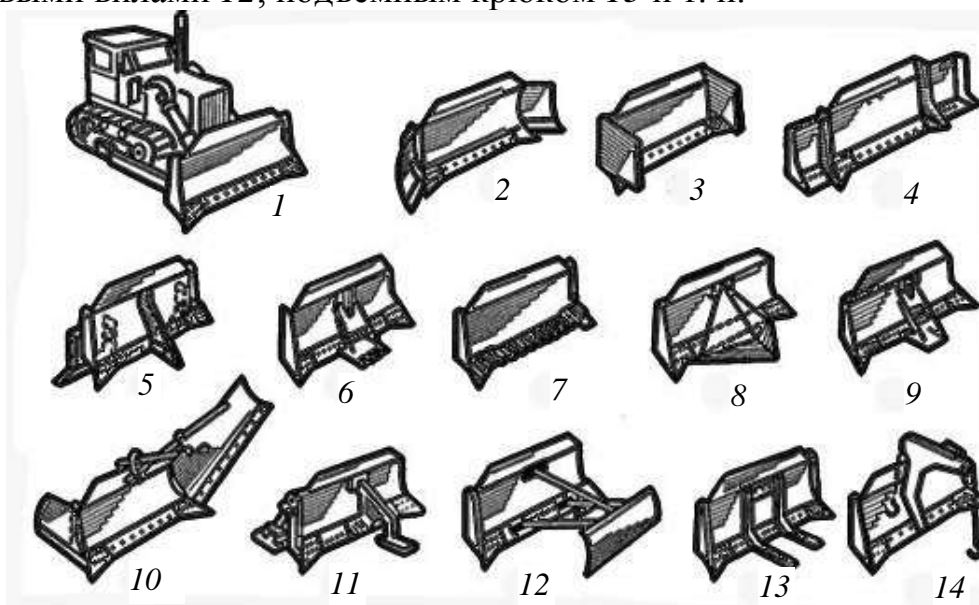


Рис. 3.4. Дополнительное оборудование бульдозеров:

- 1* – бульдозер с прямым отвалом; *2* – уширители; *3* – открывки;
4 – удлинители; *5* – рыхлительный зуб; *6* – кирковщик; *7* – гребенчатые ножи;
8 – кусторезный нож; *9* – канавная наставка; *10* – откосник-планировщик;
11 – опорная лыжа; *12* – отвальная приставка для работы от стены;
13 – грузовые вилы; *14* – грузоподъемный крюк

Для планировки откосов насыпей и выемок универсальный бульдозер оснащается дополнительным отвалом–откосником *9*, который крепится сбоку к основному отвалу и арочной раме. Угол установки отвала к горизонту можно изменять от 0 до 45°. Грунт, срезанный с откоса, сыпается вниз и перемещается в сторону от подошвы откоса основным отвалом бульдозера. Далее грунт может быть перемещен бульдозером вдоль или поперек земляного полотна.

Для перемещения легких грунтов к отвалу прикрепляют уширители, увеличивающие ширину захвата и значительно повышающие производительность бульдозера. Уширители с жестким креплением к

отвалу при работе в легких грунтовых условиях повышают производительность на 20–35%. Однако применять уширители при работе на тяжелых грунтах и при резании грунта не рекомендуется, так как при перемещении увеличенного объема грунта двигатель и ходовая часть трактора перегружаются и быстрее изнашиваются; производительность бульдозера в таких случаях не увеличивается из-за пониженных скоростей движения.

Универсальные бульдозеры оборудованы шарнирно-сочлененным отвалом из двух одинаковых частей, которые могут быть установлены перпендикулярно продольной оси машины, под углом в одну сторону или под углом в разные стороны.

Бульдозеры с неповоротными отвалами бывают с жесткими (рис. 3.5, а) и шарнирными (рис. 3.5, б) толкающими брусьями. Бульдозер первого типа оборудован отвалом 1, к которому жестко приварены два толкающих бруса 7, охватывающих снаружи базовый трактор 8. Брусья шарнирно установлены на поперечной балке 6, болтами прикрепленной к раме трактора. Спереди к ней также присоединен подрамник 5, к которому шарнирно через несущую рамку 2 подвешен один гидроцилиндр 3 двойного действия. К гидроцилиндру подведены два рукава высокого давления 4, которые соединяют его с гидросистемой трактора. Отвал 1 в зоне резания грунта оборудован съемными ножами 9.

Бульдозер второго типа включает в себя прямоугольные толкающие брусья 7, которые с одной стороны шарнирно с помощью упряжных шарниров 18 связаны с тележками 16 трактора, с другой – универсальными шарнирами 20 – с отвалом 1. Для сохранения определенного положения и резания грунта с минимальными затратами энергии отвал 1 с одной стороны удерживается гидрораскосом 19, с другой – жесткой тягой. Гидрораскос подсоединен к гидросистеме трактора и осуществляет перекоп отвала в поперечной плоскости. Бульдозер оборудован двумя гидроцилиндрами 3 подъема-опускания.

Для повышения эксплуатационных качеств бульдозера система подъема и опускания отвала оснащается винтовыми или гидрорегулируемыми раскосами, а также двумя гидроцилиндрами 3, которые управляют отвалом в нижнее I, рабочее II, транспортное III и промежуточные положения. Привод гусеничного движителя (гусениц 17) осуществляется от двигателя 10 через муфту сцепления 11, коробку передач 13, задний мост 14 и приводные звездочки 15. Управление трансмиссией, основным и дополнительным технологическим оборудованием осуществляется из кабины 12.

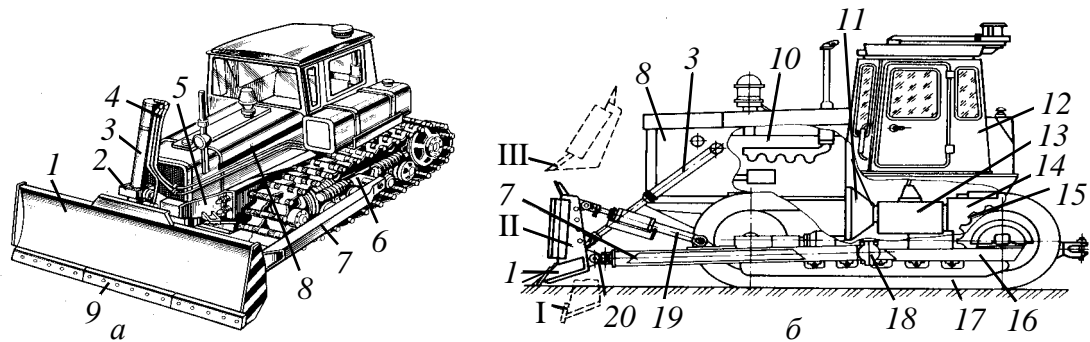


Рис. 3.5. Гусеничные бульдозеры с неповоротными отвалами:

- а – с жесткими толкающими брусьями; б – с шарнирными брусьями;
 (1 – отвал; 2 – несущая рама; 3 – гидроцилиндр подъема-опускания отвала;
 4 – рукав; 5 – подрамник; 6 – поперечная балка; 7 – толкающий брус;
 8 – трактор; 9 – нож; 10 – двигатель; 11 – муфта сцепления; 12 – кабина;
 13 – коробка передач; 14 – задний мост; 15 – звездочка; 16 – гусеничная тележка;
 17 – гусеница; 18 – шарнир; 19 – гидораскос; 20 – универсальный шарнир;
 I, II, III – нижнее, рабочее и транспортное положения отвала

Рабочее оборудование бульдозера с неповоротным отвалом и гидрперекосом (рис. 3.6) состоит из отвала 15, двух толкающих брусьев 9 и 12, гидрораскоса 11, винтового раскоса б, механизма компенсации (подкоса) 8 и двух упряжных шарниров 10, которыми оборудование крепят к рамам гусеничных тележек трактора. Шарнир представляет собой крестовину 13, к которой на двух взаимно перпендикулярных пальцах 14 шарнирно установлены отвал 15 и толкающие брусья 9 и 12. Шарниры позволяют толкающим брусьям поворачиваться в вертикальной и горизонтальной плоскостях при перекосе отвала. Гидрораскос 11 и винтовой жесткий раскос б, которые установлены в плоскостях соответственно левого и правого толкающих брусьев, удерживают отвал в рабочем положении. Одна сторона раскосов прикреплена к толкающим брусьям, другая – к отвалу с помощью двух пальцев. Пальцы фиксированы от поперечного смещения цилиндрическими штифтами со шплинтами.

Гидрораскос 11 осуществляет перекос отвала в поперечной плоскости и представляет собой гидроцилиндр двойного действия. При выдвижении штока гидрораскоса бульдозерный отвал поворачивается в поперечной плоскости направо по ходу машины (по часовой стрелке) на угол до 12° ; при втягивании его – налево на тот же угол. Упряжной шарнир выполнен в виде цилиндрического пальца 19, на котором закреплена сферическая втулка 20 с помощью шайбы и болтов. Втулку охватывают две разрезные полусферы 21, одна из которых

приварена к концу толкающего бруса, другая – прикреплена к втулке двумя болтами 22 с гайками. Для регулирования зазора в упрядном шарнире между полусферами размещены регулировочные прокладки 23. С целью защиты поверхностей трения от попадания абразивных частиц шарнир защищен резиновыми кольцами. Смазочный материал подается в шарнир через пресс-масленку.

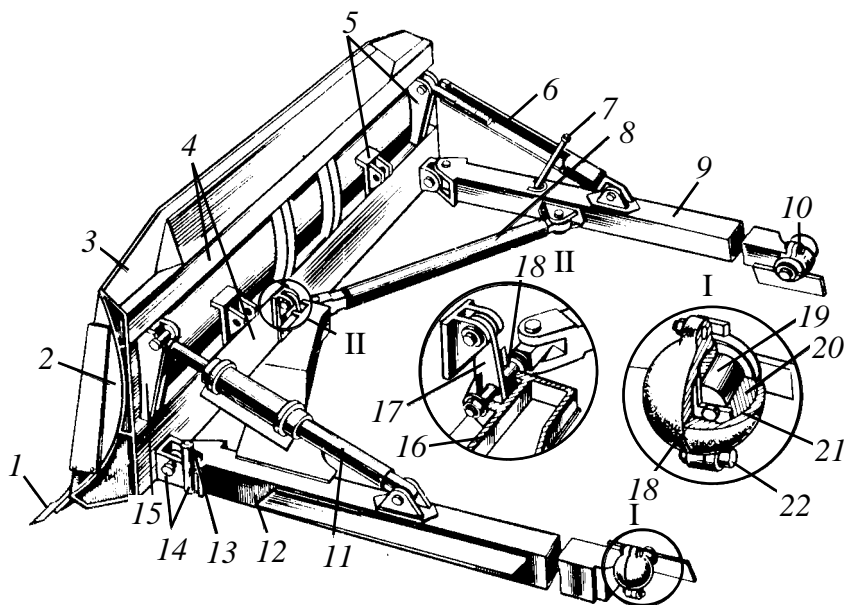


Рис. 3.6. Рабочее оборудование бульдозера с неповоротным отвалом и гидроперекосом:

- 1 – нож; 2 – щека; 3 – козырек; 4 – пояса жесткости; 5, 16 – кронштейны; 6 – винтовой раскос, 7 – рукоятка, 8 – механизм компенсации перекоса, 9, 12 – толкающие брусья; 10 – упрядной шарнир; 11 – гидрораскос; 13 – крестовина; 14, 18, 19 – пальцы; 15 – отвал; 17 – серьга; 20 – втулка; 21 – полусфера, 22 – крепежный болт; 23 – прокладки; I – разрез упрядного шарнира; II – соединение толкающего бруса 12 и механизма компенсации перекоса 8 к отвалу

Механизм компенсации 8 представляет собой цилиндрическую тягу с проушинами. Одной стороной он шарнирно связан с правым толкающим брусом 9, другой – с поперечным шарниром, размещенным в зоне продольной оси на кронштейне левого толкающего бруса 12. В кронштейне установлен палец 18 с резьбовым концом. Для облегчения сборки деталей используют монтажные прокладки. Палец с помощью серьги 17 шарнирно связан с отвалом 15. Механизм компенсации обеспечивает устойчивость отвала в горизонтальной плоскости и позволяет передавать поперечные нагрузки равномерно двум толкающим брусьям.

Толкающие брусья служат для передачи тягового усилия от трактора к отвалу. Они имеют коробчатое сечение и сварены из уголков. К передним торцам брусьев приварены литые проушины для крепления через крестовины к отвалу, сзади – полусферы опоры упряжных шарниров. Сверху на коробке брусьев приварены кронштейны для установки винтового и гидрораскоса. С наружной стороны балки усилены накладками, которые одновременно предохраняют брусья от абразивного изнашивания. С внутренней стороны левого бруса приварен кронштейн, к которому шарнирно крепят механизм компенсации.

Винтовой раскос служит для механического изменения угла резания ножей в диапазоне $\pm 10^\circ$ от среднего угла установки, равного 55° , и выравнивания отвала в прямое положение после сборки. Раскос представляет собой трубу, с одной стороны которой выполнено резьбовое отверстие, а с другой – вставлена свободно вращающаяся проушина с шестигранником, фиксируемым от свободного проворачивания пружинным стопором. В резьбовую часть трубы ввернут винт с головкой, в отверстие которой запрессован шарнирный подшипник.

Поворотный отвал 5 (рис. 3.7) представляет собой объемную металлоконструкцию, сваренную из лобового листа криволинейного профиля, с верхним и нижним задними поясами жесткости 4. В верхней части лобовой лист переходит в козырек 3 со скошенными краями, усиленный листовой накладкой по всей длине отвала. Сбоку торцы отвала закрыты боковыми щеками. В нижний пояс жесткости 4 в середине отвала вварено цилиндрическое гнездо 15, в которое входит шаровая опора 16. Гнездо закрыто двумя полукрышками 18, прикрепленными к фланцу болтами 17. С тыльной стороны отвала по краям размещены верхний и нижний кронштейны 2 для шарнирного крепления толкателей и раскосов. В нижней части лобового листа расположена подножевая плита, к которой с помощью болтов с потайной головкой и гаек крепят три средних и два боковых ножа 1.

Универсальная рама прямоугольного сечения сварена из листового проката. Раму называют универсальной, так как вместо бульдозерного отвала на нее можно навешивать корчеватель, снегоочиститель и другое оборудование. Она состоит из двух симметричных левой и правой полурам 11 и 14, которые в передней части связаны между собой шарнирным соединением.

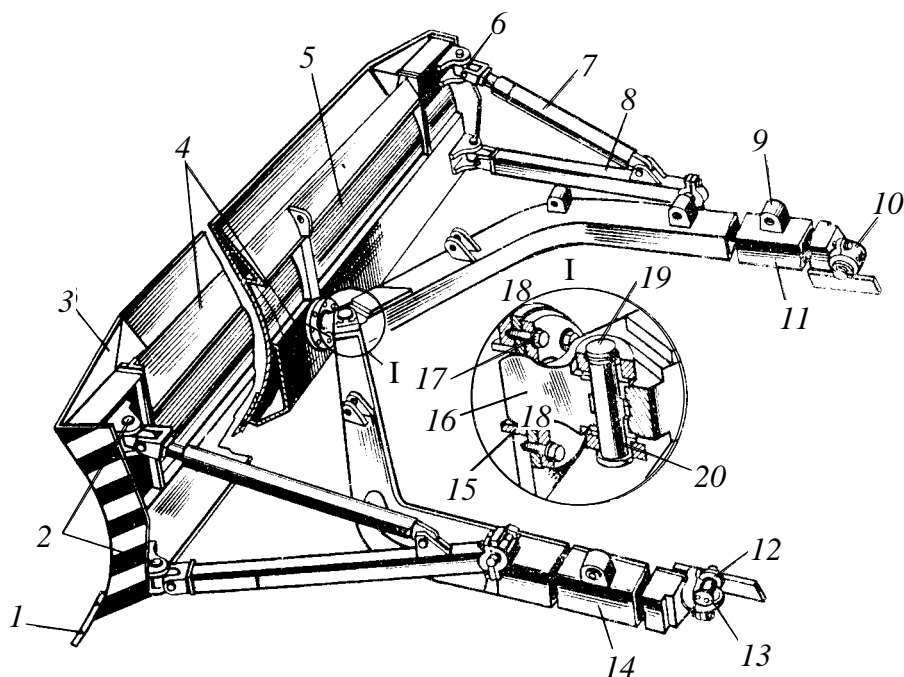


Рис. 3.7. Рабочее оборудование бульдозера с поворотным отвалом: 1 – нож; 2, 9 – кронштейны; 3 – козырек; 4 – пояса жесткости; 5 – отвал; 6 – крестовина; 7 – раскос; 8 – толкатель; 10 – упряжной шарнир; 11, 14 – полурамы; 12 – опора; 13 – крышка; 15 – гнездо, 16 – опора, 17 – болт; 18 – полукрышка; 19 – палец; 20 – сменная втулка; I – крепления отвала к полурамах 11 и 14

Полурама 14 заканчивается шаровой опорой и вертикальным отверстием, полурама 11 – вилкой с отверстием. В вертикальные отверстия правой и левой полурам запрессованы сменные втулки 20. Между собой полурамы соединены вертикальным пальцем 19 с фиксатором. В задние концы полурам вварены неподвижные полусферы. К ним на двух болтах прикреплена съемная полусфера упряжного шарнира 10. Зазор в шарнире регулируют съемными прокладками, которые зажаты между полусферами. К верхней полке каждой полурамы приварены по три опорных кронштейна 9, в которые вставлены пальцы толкателей. Количество опор соответствует трем положениям отвала (прямо, левому и правому). На скошенной части полурам установлены кронштейны для крепления гидроцилиндров подъема-опускания оборудования.

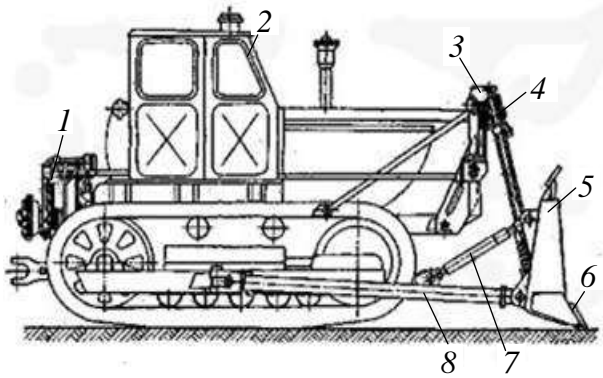


Рис. 3.8. Бульдозер ДЗ-53 с канатно-блочной системой управления: 1 – лебедка; 2 – трактор; 3 – передняя стойка; 4 – канатно-блочная система управления отвалом; 5 – отвал; 6 – нож; 7 – винтовой раскос; 8 – толкающий брус

Реже применяются *бульдозеры с канатно-блочной системой управления* (рис. 3.8), которые состоят из трактора 2, отвала 5 с плоским однорядным средним ножом и боковыми литыми двухрядными ножами 6, двух толкающих брусьев 8, двух регулируемых винтовых раскосов 7, передней стойки 3, канатно-блочной системы управления отвалом 4 и однобарабанной лебедки 1, приводимой в действие от вала отбора мощности трактора.

С задней стороны отвала (посередине) приварен кронштейн с отверстиями для шарнирного соединения обоймой блоков полиспаста канатно-блочной системы управления, а над крайними проушинами для крепления толкающих брусьев приспособлены проушины для соединения отвала с винтовыми раскосами.

В передней части толкающих брусьев приварены кронштейны для соединения при помощи пальцев с отвалом, а в задней части – литые проушины, с помощью которых через сменные вкладыши толкающие брусья соединены с опорами трактора, расположенными на гусеничных тележках. Толкающие брусья снабжены винтовыми раскосами, которые служат для изменения угла резания ножей отвала и регулирования перекоса отвала.

Колесный бульдозер ДЗ-37 (рис. 3.9, а) состоит из трактора 7, обвязочной рамы 1, отвала 4 с ножами и уширителями 2, трех рыхлительных зубьев 3, двух толкающих брусьев 5, двух гидроцилиндров 6 подъема и опускания отвала, рукавов и трубопроводов гидросистемы. Обвязочная рама состоит из двух продольных балок (лонжеронов) уголкового сечения, соединенных между собой поперечной балкой. В передней части к обоим лонжеронам приварены кронштейны крепления гидроцилиндров. В задней части к лонжеронам рамы приварены кронштейны крепления толкающих брусьев. Крепят обвязочную раму с помощью болтов и специальных пальцев к переднему брусу, лонжеронам рамы и картеру сцепления базового трактора.

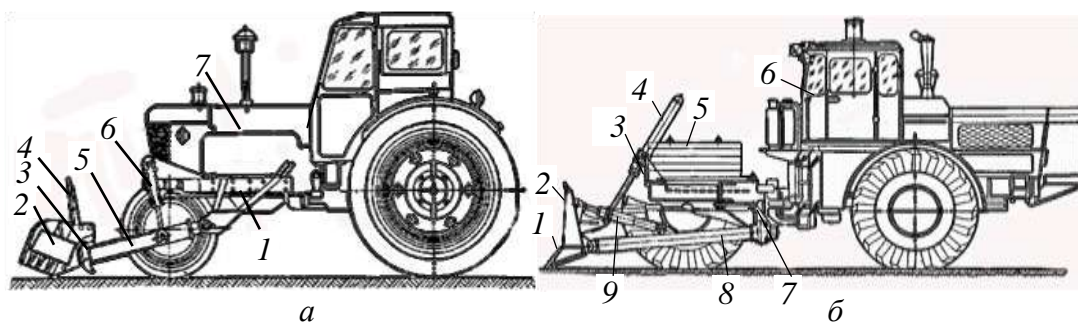


Рис. 3.9. Колесные бульдозеры:

- а* – ДЗ-37 (1 – обвязочная рама; 2 – уширитель отвала; 3 – рыхлительные зубья; 4 – отвал; 5 – толкающий брус; 6 – гидроцилиндр; 7 – трактор);
б – ДЗ-48 (1 – нож; 2 – отвал; 3 – кронштейн крепления гидроцилиндра; 4 – гидроцилиндр; 5 – балласт; 6 – трактор; 7 – кронштейн крепления бульдозерного оборудования; 8 – толкающий брус; 9 – гидрораскос)

Выполненные на колесной шарнирно сочлененной базе бульдозеры ДЗ-48 (рис. 3.9, *б*), состоят из трактора 6, отвала 2 с ножами 1, двух толкающих брусьев 8, двух кронштейнов 7 крепления бульдозерного оборудования, гидрораскоса 9 для изменения угла поперечного перекоса отвала, винтового раскоса, двух гидроцилиндров 4 подъема и опускания отвала, двух кронштейнов крепления гидроцилиндров 3, балласта 5, трубопроводов и рукавов гидросистемы. Передними концами толкающие брусья шарнирно соединены с проушинами отвала, а задними концами – с кронштейнами крепления бульдозерного оборудования, закрепленными на раме базового трактора с помощью болтов и соединенными между собой балкой коробчатого сечения.

На передней полураме трактора сверху установлен балласт, который выполнен в виде набора литых плит, скрепленных между собой стяжными болтами. Балласт увеличивает сцепную массу трактора и нагрузку на передний ведущий мост трактора, что позволяет повысить усилия резания на рабочем органе бульдозера.

В дорожно-строительной отрасли наибольшее распространение получили бульдозеры-рыхлители, которые представляют собой агрегаты, состоящие из бульдозера и смонтированного сзади рыхлительного оборудования. Благодаря этому они могут поочередно работать как бульдозеры или рыхлители.

Рыхлители предназначены для послойного рыхления грунтов пород или материалов на отдельные куски, комки или глыбы таких размеров, которые позволяют в дальнейшем их разрабатывать.

Рыхлительное оборудование представляет собой навесное или прицепное оборудование к тракторам различной мощности и тягового

класса, они удаляют из грунта крупные камни, пни, взламывают булыжные мостовые и дорожные покрытия при ремонте и реконструкции дорог. Оно включает в себя рабочий орган (рыхлительные зубья, закрепленные на несущей балке), раму и гидравлическую систему управления рабочим органом. Рабочий орган состоит из одного или «нескольких рыхлительных зубьев. Рабочим органом рыхлителя (его заглублением, подъемом и фиксированием в заданном положении) управляют с помощью гидроцилиндров системы управления, установленных на раме.

Бульдозер-рыхлитель ДП-15С (рис. 3.10) состоит из трактора 2, бульдозерного оборудования 1 с неповоротным отвалом, установленного спереди, и рыхлительного оборудования ДП-5, смонтированного сзади. Рыхлительное оборудование включает в себе стойки 3, два гидроцилиндра 4, рабочий орган в сборе с рыхлительными зубьями 5, трубопроводы и рукава гидросистемы.

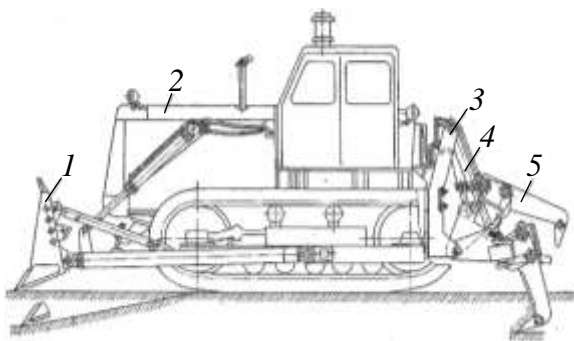


Рис. 3.10. Бульдозер-рыхлитель ДП-15С:
1 – бульдозерное оборудование;
2 – трактор; 3 – стойка рыхлителя;
4 – гидроцилиндр; 5 – рыхлительный зуб

Стойка представляет собой два сварных вертикальных бруса коробчатого сечения, соединенных между собой горизонтальными балками. В верхней части стойки сделаны отверстия для шарнирного крепления гидроцилиндров. К базовому трактору стойка прикреплена шпильками и серьгой. В вертикальных брусках в нижней части имеются отверстия для шарнирного крепления рабочего органа в сборе с рыхлительными зубьями.

Рабочий орган включает в себя сварную раму коробчатого сечения и три поворотных флюгера с рыхлительными зубьями. Рама состоит из сварной балки коробчатого сечения и приваренных к ней проушин для соединения со штоками гидроцилиндров.

Бульдозер ДЗ-35 с рыхлителем ДП-22 (рис. 3.11) имеет параллелограммную (четырёхзвенную) схему рыхлительного оборудования, при которой зубья 8 с наконечниками установлены под постоянным углом рыхления, равным 45° .

При работе бульдозера-рыхлителя с толкачом грунт рыхлят одним зубом, закрепленным жестко с помощью кронштейна, который устанавливают в средней части несущей балки вместо поворотного флюгера.

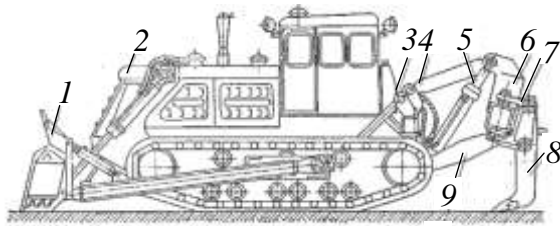


Рис. 3.11. Бульдозер ДЗ-35 с рыхлителем ДП-22: 1 – бульдозерное оборудование; 2 – трактор; 3, 9 – верхняя и нижняя рамы; 4 – верхняя тяга; 5 – гидроцилиндр; 6 – несущая балка; 7 – поворотный флюгер рыхлительного зуба; 8 – рыхлительный зуб

В кронштейне сделан Г-образный упор с амортизатором, который служит опорной поверхностью для толкающего устройства или отвала толкача.

Бульдозеры ДЗ-35 и ДЗ-34С имеют аналогичную конструкцию. Их рыхлительное оборудование состоит из нижней рамы 9, верхней тяги 4, несущей балки 6, трех рыхлительных зубьев 8 с наконечниками, поворотных флюгеров 7

для крепления рыхлительных зубьев, верхней (опорной) рамы 3, двух гидроцилиндров 5, трубопроводов и рукавов гидросистемы. Рыхлительное оборудование может работать одним, двумя или тремя рыхлительными зубьями.

В настоящее время применяют три основные схемы навесных устройств рыхлителей (рис. 3.12), которые отличаются механизмами опускания зубьев при заглублении и их подъеме (выглублении): радиальная (трехзвенная), параллелограммная (четырёхзвенная), параллелограммная регулируемая. Особенностью каждой из этих схем является то, что траектория движения режущей части рабочего органа различна.

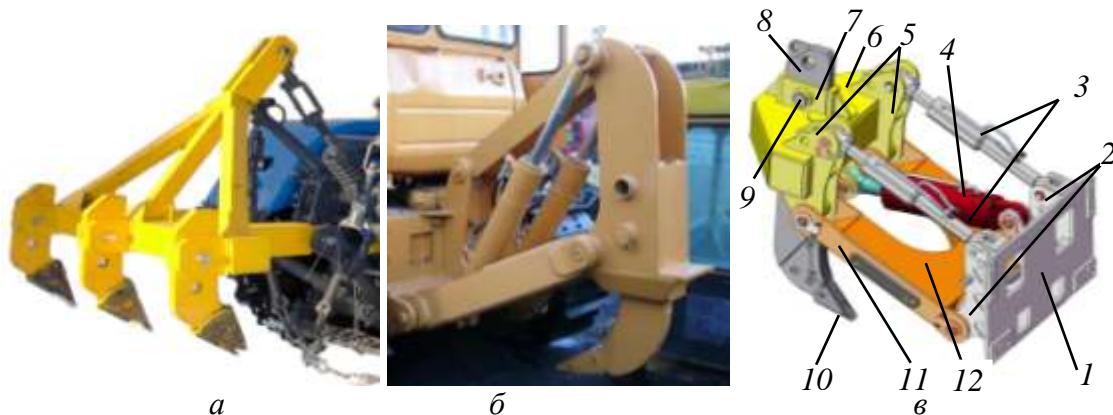


Рис. 3.12. Конструктивные схемы рыхлителей:
а – радиальная (трехзвенная); *б* – параллелограммная (четырёхзвенная);
в – параллелограммная регулируемая (1 – опорная рама; 2, 5 – стойки;
 3, 4 – гидроцилиндры; 6 – рабочая балка; 7 – обойма; 8 – зуб; 9 – палец;
 10 – наконечник; 11 – щеки; 12 – нижняя рама)

По радиальной схеме (рис. 3.12, *а*) острие наконечника зуба перемещается при подъеме и опускании рамы по дуге. Угол рыхления (ре-

зания) изменяется от 60 до 80°, вследствие чего требуется большое усилие при заглублении. При наибольшей глубине рыхления рама занимает горизонтальное положение. Угол рыхления должен иметь возможность изменяться при рыхлении в пределах 30–60°, что при радиальной схеме требует перестановки зуба, для чего изменяется вылет зуба относительно поперечной балки, а следовательно, меняется и глубина.

При параллелограммной схеме рабочего оборудования (рис. 3.12, б) поперечная балка, в которой устанавливается зуб, крепится к четырехточечной подвеске, представляющей собой параллелограмм, что позволяет сохранять постоянный угол рыхления в процессе работы. При этом опорная рама 1 (рис. 3.12, в) рыхлителя включает в себя опорную плиту с двумя стойками 2. В стойках выполнены отверстия для крепления гидроцилиндров 3, 4. В нижней части по краям плиты расположены две пары проушин для шарнирного крепления нижней рамы 12. Внизу стойки связаны с проушинами рамы.

Верхняя тяга может быть выполнена в виде гидроцилиндров 3 (регулируемая схема), что позволяет изменять глубину и угол рыхления, или жесткой (четырёхзвенная схема), состоящей из двух щек с наваренными усилительными накладками.

Рабочая балка б представляет собой объемную металлоконструкцию, сваренную из двух стоек 5. Внутри конструкции вварена обойма 7 с опорой внизу, которая является направляющей для зуба 8. Внутри обоймы вставляют зуб 8 и фиксируют пальцем 9. На балке предусмотрен выступ для упора бульдозерным отвалом при рыхлении тяжелых грунтов.

Нижняя рама 12 сварена из щек 11 с накладками, которые связаны верхним и нижним листами. Спереди и сзади также приварены листы, благодаря чему образована жесткая объемная металлоконструкция.

Зуб 8 состоит из стойки прямоугольной формы и наконечника 10. Боковые грани стойки срезаны для уменьшения сопротивления рыхления и облегчения установки зуба в рабочую балку. В стойке выполнены отверстия для фиксации зуба в двух положениях.

В последнее время широкое распространение получают **рыхлители, навешиваемые на колесные трактора**, которые позволяют поднимать на поверхность дорожно-строительный материал с глубины до 35 см (рис. 3.13).

За счет специальной кинематики зубьев обеспечивается выворачивание из грунта больших каменных блоков, кусков старого дорожного покрытия и подготавливается дорожное покрытие для дальней-

шей переработки мощной и мобильной камнедробилкой. Данная конструкция рыхлителя состоит из цельной рамы с семью кронштейнами со сменными зубьями (система САТ), специального механизма, обеспечивающего выворачивание камней, изготовленных из специального сплава вибрационных креплений, усиленных винтовых пружин.



Рис. 3.13. Навесной рыхлитель и камнедробилка колесного трактора

При работе в сочетании с бульдозером или скрепером глубина рыхления должна быть больше на 20%, чем толщина слоя, захватываемая отвалом бульдозера или ножом скрепера. При работе бульдозера различают техническую и эксплуатационную производительности. Техническая показывает наибольший объем грунта, который машина может разработать и переместить за единицу времени при наиболее благоприятных условиях.

Техническую производительность бульдозера определяют по формуле, м³/см

$$P_T = 3600V_{пр}K_yK_c / T_{ц}, \quad (3.1)$$

где $V_{пр}$ – объем призмы волочения, м³;

K_y – коэффициент уклона местности (табл. 3.1);

K_c – коэффициент сохранения грунта при транспортировке ($K_c = 1 - 0,005l_{тр}$);

$T_{ц}$ – время рабочего цикла, с.

Таблица 3.1

Значения коэффициента уклона местности

Угол подъема, °	K_y	Угол уклона, °	K_y
0–5	1,00–0,67	0–5	1,00–1,33
5–10	0,67–0,50	5–10	1,33–1,94
10–15	0,50–0,40	10–15	1,94–2,25
		15–20	2,25–2,68

Производительность бульдозера в значительной степени зависит от объема призмы волочения (количества грунта, перемещаемого за один рабочий цикл), который определяется с учетом того, что грунт располагается под углом естественного откоса φ_0 (град):

$$V_{\text{пр}} = \frac{LH^2}{2K_p \operatorname{tg}(\varphi_0)}, \quad (3.2)$$

где L – ширина отвала, м;

H – высота отвала, м;

K_p – коэффициент разрыхления грунта, зависящий от его влажности и пластичности ($K_p = 1,10\text{--}1,35$).

Угол естественного откоса φ_0 в зависимости от рода грунта изменяется в пределах $35^\circ\text{--}40^\circ$.

Длительность операций рабочего цикла: копания (t_k), транспортирования ($t_{\text{тр}}$) и обратного хода (t_0) определяется по выражениям:

$$t_k = \frac{l_k}{v_k}; \quad t_{\text{тр}} = \frac{l_{\text{тр}}}{v_{\text{тр}}}; \quad t_0 = \frac{l_k + l_{\text{тр}}}{v_0},$$

где $l_k, l_{\text{тр}}$ – длина участка копания и транспортирования грунта, м;

$v_k, v_{\text{тр}}, v_0$ – скорость бульдозера при копании, транспортировании и обратном ходе соответственно, м/с.

Путь копания зависит от объема призмы волочения $V_{\text{пр}}$ и глубины копания h , м:

$$l_k = \frac{V_{\text{пр}}}{Lh}.$$

Техническая производительность бульдозера, $\text{м}^3/\text{ч}$, при планировочных работах определяется из выражения

$$\Pi_{\text{пл}} = \frac{3600l(L \sin \varphi - b)}{n_{\text{пр}} \left(\frac{l}{v_{\text{пл}}} + t_{\text{пов}} \right)}, \quad (3.3)$$

где l – длина планируемого участка ($l_k + l_{\text{тр}}$);

b – ширина перекрытия ($b = 0,2\text{--}0,3$ м);

$n_{\text{пр}}$ – число проходов по одному следу (1–3);

$v_{\text{пл}}$ – скорость бульдозера при выполнении планировочных работ, м/с;

$t_{\text{пов}}$ – время одного поворота (5–6 с);

φ – угол установки отвала в плане, град.

Техническая производительность рыхлителя, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется по формуле

$$\Pi_p = \frac{3600Bl_p h_p K_{пер} K_{пр}}{\left(\frac{l_p}{v} + t_{пов}\right)n_{пр}},$$

где B – ширина рыхления ($B = 1,75–2,50$ м);

l_p – длина участка рыхления ($l_p = l = l_k + l_{тр}$);

h_p – толщина разрыхляемого слоя;

$K_{пер}$ – коэффициент перекрытия ($K_{пер} = 0,75$);

$K_{пр}$ – коэффициент характера проходов (при параллельных проходах $K_{пр} = 1$, при перекрестных – $K_{пр} = 2$);

v – рабочая скорость рыхления (0,7–1,4 м/с).

Эксплуатационная производительность машины определяется за час или смену работы и учитывает простои машины в связи с необходимостью проведения ежесменного ТО, поломок, технологических перерывов, отдыха машиниста:

$$\Pi = \Pi_{тех} TK_B,$$

где $\Pi_{тех}$ – часовая техническая производительность;

T – продолжительность смены, ч;

K_B – коэффициент использования машины по времени (0,85–0,95).

Исходные данные для проведения расчетных исследований зависимости производительности бульдозера от параметров отвала приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Исходные данные для расчета бульдозера

Показатель	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Размеры отвала, м:										
ширина L	2,56	3,97	2,60	4,12	3,64	2,86	3,60	4,00	2,90	3,00
высота H	0,80	1,00	0,90	1,00	1,23	0,95	0,80	1,00	0,90	1,25
Угол резания β , град	55	60	55	55	45	55	55	60	50	45
Угол установки отвала в плане φ , град	90	65–90	90	65–90	90	65	90	60	60	50
Скорости движения, км/ч:										
при копании	2,42	2,36	3,47	3,20	2,85	3,47	2,42	3,47	3,20	3,47
при транспортировании	3,04	3,78	4,66	3,92	5,04	4,66	3,04	4,51	4,00	4,70
при обратном ходе	3,65	4,51	3,65	4,54	6,95	6,35	3,65	4,66	4,54	6,90
при планировании	3,04	3,78	4,66	3,92	5,04	4,66	3,04	4,51	4,00	4,70
Глубина копания h , м	0,07	0,16	0,12	0,18	0,20	0,15	0,10	0,08	0,15	0,15
Длина планируемого участка l , м	50	70	90	70	100	110	120	90	100	150

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить устройства и принципы работы бульдозеров и рыхлителей.
2. На основе учебных макетов и методической литературы изучить назначение, устройство и конструктивные особенности бульдозеров и рыхлителей.
3. В соответствии с заданием произвести расчет производительности бульдозера.

Содержание отчета по лабораторной работе:

1. Раскрыть цель, вычертить принципиальные схемы бульдозеров и рыхлителей, указать наименование основных узлов, описать их назначение и конструктивные особенности.
2. Привести методику, произвести расчет и построить графические зависимости $P_3 = f(H, L)$. Для этого при расчетах необходимо задаваться постоянным значением длины L и переменными значениями высоты H с шагом 0,05 м и наоборот, при постоянном значении высоты H задаваться переменными значениями длины L с шагом 0,2 м. Например, для $H = 0,80$ м L будет иметь значения 2,4; 2,6; 2,8; 3,0; 3,2 м, а для $L = 2,8$ м H принимает значения 0,70; 0,75; 0,80; 0,85; 0,90 м.
3. На основе анализа полученных результатов сформулировать выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды работ, выполняемые бульдозером.
2. Основные узлы бульдозера и рыхлителя.
3. Классификация технологического оборудования бульдозеров и рыхлителей.
4. Основные геометрические параметры рабочего оборудования бульдозера-рыхлителя.
5. Рабочий цикл бульдозера (рыхлителя).
6. Отличительные особенности бульдозеров с поворотным и неповоротным отвалами.
7. Техническая и эксплуатационная производительности бульдозеров и рыхлителей.
8. Влияние основных параметров бульдозеров и рыхлителей на их производительность.

Лабораторная работа № 4 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПРИЦЕПНЫХ И САМОХОДНЫХ СКРЕПЕРОВ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, устройство и рабочий процесс скрепера, привести принципиальную конструктивную схему и краткую техническую характеристику скрепера, изучить его рабочий процесс.

Применяемое оборудование: подборка плакатов (скреперы).

Подготовка к занятию: изучить классификацию и устройство скрепера.

Скрепер – это землеройная машина, предназначенная для полойного копания грунта, его транспортирования, отсыпки и разравнивания на месте укладки.

Общим для всех типов скреперов является то, что они состоят из двух основных частей – скреперного оборудования и базовой машины. Скреперное оборудование включает в себя ковш и механизмы управления. В качестве базовых машин используют гусеничные и колесные тракторы, одноосные колесные тягачи.

К *прицепным скреперам* (рис. 4.1) относят машины, буксируемые колесными или гусеничными тракторами 1. У этих машин вся нагрузка, включая массу грунта в ковше 7, передается на передние, связанные с ковшом по средствам рамы 4, и задние 6 колеса скрепера. При этом передняя ось соединена со сцепным устройством 2 трактора 1 и имеет три степени свободы относительно рамы 4. Толщина снимаемого слоя грунта зависит от величины заглубления ножей 9 и величины открытия заслонки 10. Для улучшения процесса резания и снижения

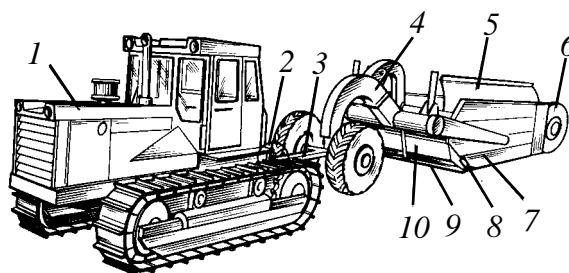


Рис. 4.1. Прицепной скрепер:
1 – трактор; 2 – сцепное устройство;
3 – ось; 4 – рама; 5 – задняя стенка;
6 – заднее колесо; 7 – ковш;
8, 9 – ножи; 10 – заслонка

возникающих нагрузок при заполнении ковша 7 грунтом его оснащают боковыми ножами 8. Выгрузка транспортируемого материала осуществляется за счет перемещения задней стенки 5. Прицепные скреперы с гусеничными тракторами обладают хорошей проходимостью и могут работать во время распутицы. Благодаря высокой силе тяги эти машины могут самостоятельно заполнять

ковш практически на любых видах грунтов. Низкие скорости гусеничных тракторов ограничивают производительность прицепных скреперов, поэтому их целесообразно применять при тяжелых дорожных условиях. Прицепные скреперы работают при дальности транспортировки грунта от 100 до 1000 м. Если возникает необходимость транспортирования грунта свыше 1 км, они уступают в рентабельности автомобилям-самосвалам, загружаемым экскаваторами. При дальности транспортирования менее чем на 100 м целесообразнее применять бульдозеры.

Полуприцепные скреперы (рис. 4.2) состоят из двух частей – пневмоколесного тягача седельного типа и скреперного оборудования. При этом тяговое и скреперное оборудование представляет в целом единую машину. При необходимости колесный тягач может быть отсоединен от скреперного оборудования и использован для других целей на строительстве. У полуприцепных скреперов часть их конструктивного веса и веса грунта в ковше передается в виде вертикальной догрузки на ведущую ось тягача, увеличивая его сцепной вес и улучшая за счет этого тяговую характеристику машины.

Самоходные скреперы (рис. 4.3) представляют собой тягач 1 соединенный с ковшом 4, имеющим заслонку и заднюю стенку, посредством седельно-сцепного устройства 2 и тяговой рамы 3. Все ходовые колеса самоходных скреперов выполняются приводными. Конструктивный вес, а также вес грунта в ковше распределяются на переднюю и заднюю оси примерно поровну, что наиболее благоприятно сказывается на тяговой характеристике машины.

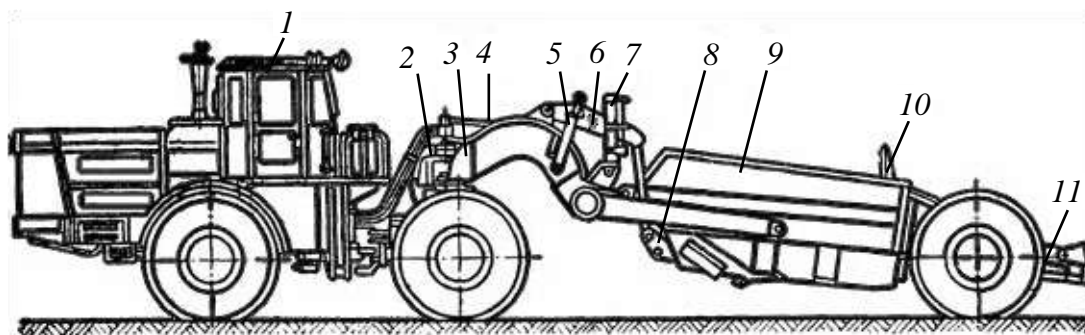


Рис. 4.2. Полуприцепной скрепер с двухосным тягачем (трактором):
 1 – трактор; 2 – седельно-сцепное устройство; 3 – рама; 4 – рукава и трубопроводы; 5 – гидроцилиндр управления заслонкой ковша; 6 – механизм управления заслонкой ковша; 7 – гидроцилиндр подъема и опускания ковша; 8 – заслонка ковша; 9 – ковш; 10 – задняя стенка ковша; 11 – гидроцилиндр управления стенкой ковша

Полуприцепные и самоходные скреперы работают в агрегате с базовыми пневмоколесными тягачами и используются для дальности

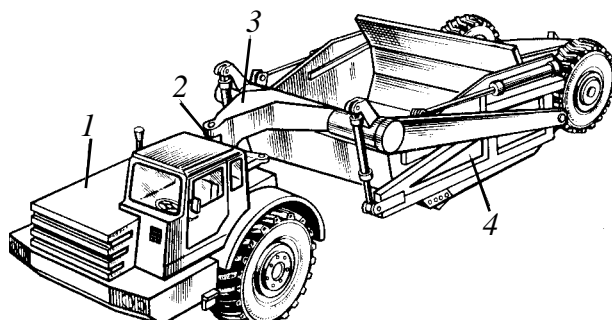


Рис. 4.3. Самоходный двухосный скрепер: 1 – тягач; 2 – седельно-сцепное устройство; 3 – тяговая рама; 4 – ковш с заслонкой и задней стенкой

транспортирования грунта от 300 до 3000 м. Различают скреперы заполняемые за счет подпора грунта при реализации тягового усилия базового тягача. В этом случае наполнение ковша связано с преодолением значительных сопротивлений.

Стремление к уменьшению энергоемкости загрузки ковша скрепера привело к созданию скреперов с элеваторной загруз-

кой, при которой отпадает необходимость в применении бульдозера-толкача (рис. 4.4). Опытные образцы таких скреперов изготовлены с ковшами емкостью 14–20 м³. Ковш скрепера состоит из двух боковых стенок и наклонно приваренных к ним задней и передней торцовых стенок. Над передней стенкой установлен наклонный элеватор с ковшами скребкового типа, поднимающий грунт, срезанный ножами днища ковша. Поднятый элеватором грунт сыпается в ковш скрепера. Для разгрузки грунта днище ковша гидравлическими толкателями откатывается назад по ходу, машины. Привод элеватора механический, от вала отбора мощности или гидравлический. Элеваторная загрузка обеспечивает высокий коэффициент наполнения ковша независимо от толщины срезаемой стружки грунта и ее физико-механических свойств.

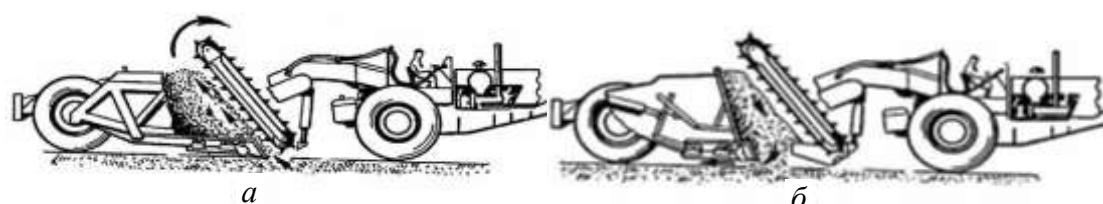


Рис. 4.4. Принципиальная схема полуприцепного скрепера: а – с элеваторной загрузкой; б – разгрузкой грунта

Первые конструкции скреперов были оснащены канатным управлением и состояли из рамы, ковша, днища, заслонки, передней оси, дышла, колесного хода и канатного управления. **Конструкция скрепера Д-374А** (рис. 4.5) обеспечивает увеличение срока службы канатов за

счет сокращения перегибов и значительно лучшей разгрузки ковша, которая достигается благодаря изменению точки подвески днища.

Передняя рама Д-374А имеет сварную конструкцию, состоящую из хобота 5, поперечной балки, выполненной из трубы, и продольных рычагов. Изгиб хобота в виде арки необходим для того, чтобы при крутом повороте скрепера переднее колесо не задевало за хобот, наезжает на возвышенность. Рычаги имеют проушины для шарнирного крепления со стенками ковша. Передняя часть хобота при помощи шарнира соединена с передней осью скрепера. К передней раме приварены петли обойм приемных блоков 4, 6 для канатов, идущих с лебедки 3. При помощи канатного управления поднимают ковш, переднюю заслонку и днище с задней стенкой. При сматывании каната барабаном лебедки сначала поднимается заслонка, затем задняя стенка и днище ковша. При разгрузке в первую очередь открывается передняя заслонка, а затем поднимается днище. Поднять днище не поднимая заслонки, невозможно.

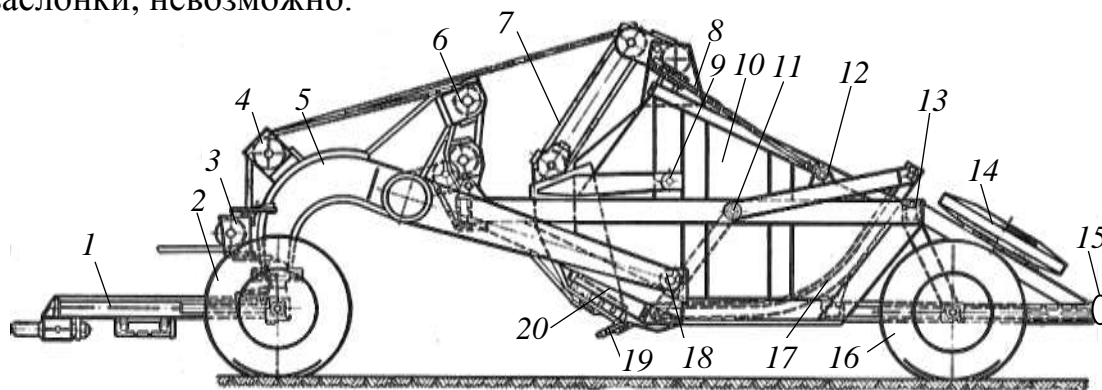


Рис. 4.5. Схема скрепера Д-374А:

1 – дышло; 2, 16 – передние и задние колеса; 3 – лебедка; 4, 6 – блоки; 5 – хобот; 7 – канат управления заслонкой; 8 – канат управления днищем и задней стенкой; 9 – тяга заслонки; 10 – ковш; 11 – шарнир заслонки и ковша; 12 – кронштейн; 13 – упор; 14 – колесо; 15 – буфер; 17 – задняя стенка; 18 – шарнир крепления рычагов рамы к ковшу; 19 – ножевая плита; 20 – заслонка

Ковш является одновременно задней рамой скрепера и состоит из двух боковых стенок, выполненных из листовой стали и усиленных внешними накладками из швеллеров. Боковые стенки соединены между собой поперечинами: передней балкой, ножевой плитой 19, балками (задними, нижней и верхней), к которым приварены кронштейны для крепления осей задних колес 16.

Вверху боковые стенки соединены трубчатой балкой, на которой монтируют блоки полиспастов, поднимающих днище и переднюю заслонку. Боковые стенки, скрепленные поперечными связями, образуют

жесткую конструкцию, внутренняя полость которой является полезным объемом ковша. Днище ковша цельносварное и служит одновременно задней стенкой.

Наиболее широкое и преимущественное распространение получает гидравлическая система управления. Основным достоинством гидравлического механизма является возможность реверсирования действующих усилий. Под воздействием гидравлического цилиндра двойного действия весь вес скрепера может быть сосредоточен на режущих ножах и врезание ковша в грунт осуществляется на минимальном пути.

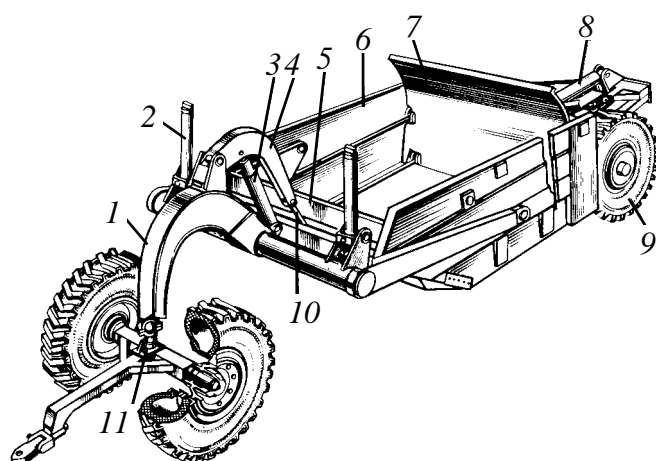


Рис. 4.6. Скреперное оборудование скрепера:
 1 – рама; 2, 3, 8 – гидроцилиндры; 4 – рычаг;
 5 – заслонка; 6 – ковш; 7 – задняя стенка;
 9 – колесо; 10 – тяга; 11 – передняя ось

Скреперное оборудование прицепных скреперов (рис. 4.6) разных типоразмеров однотипно по устройству. Оно состоит из передней оси 11, тяговой рамы 1, ковша 6 с заслонкой 5 и задней стенкой 7, передвигающейся по направляющим с помощью гидроцилиндра 8, колес 9 и гидросистемы. Заслонка приводится в действие гидроцилиндром 3 через рычаг 4 и тягу 10. Подъем и опускание ковша осуществляется гидроцилиндрами 2.

Передняя ось (рис. 4.7) предназначена для передачи силы тяги трактора тяговой раме 10 скрепера. Ось 4 выполнена в виде сварной Т-образной балки коробчатого сечения, укрепленной раскосами. На переднем конце продольной балки оси установлен тяговый шкворень, состоящий из серьги 1 и вилки 2. С помощью серьги 1 скрепер соединен с прицепным устройством трактора. На пересечении продольной и поперечной балок размещено гнездо для установки шарового шкворня 7, который крышкой 5 через прокладки 6 и вкладыш 8 болтами прижат к шаровой опоре рамы 10.

Конический хвостовик шкворня 7 удерживается в гнезде двумя болтами 11.

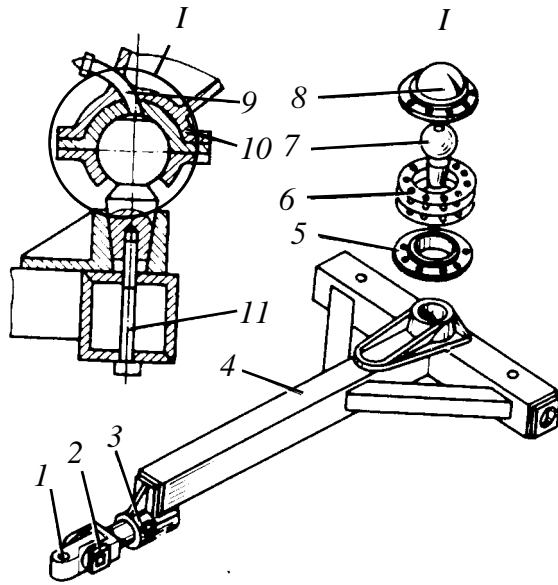


Рис. 4.7. Передняя ось в сборе:
 1 – серьга; 2 – вилка; 3, 9 – масленки;
 4 – ось; 5 – крышка; 6 – прокладка;
 7 – шкворень; 8 – вкладыш; 10 – рама;
 11 – болт; I – шкворень

оси смазывают опору хвостовика вилки 2 через масленку 3 и сферическую поверхность шкворня 7 – через масленку 9.

Тяговая рама (рис. 4.8) предназначена для передачи силы тяги трактора ковшу и соединения передней оси с ковшем скрепера. Состоит рама из сваренных между собой хобота 1, поперечной балки 2 и двух упряжных тяг 4.

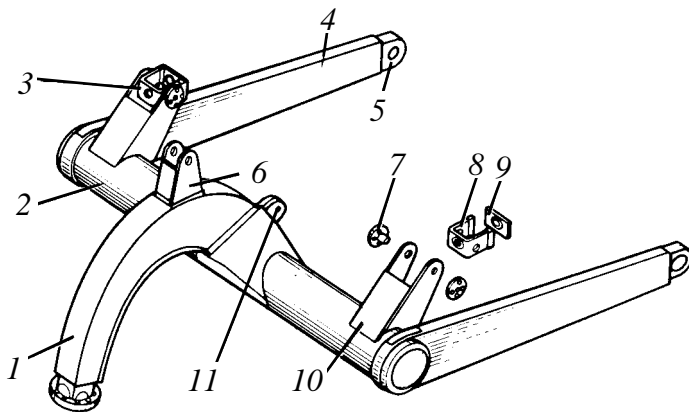


Рис. 4.8. Тяговая рама:
 1 – хобот; 2 – балка; 3, 6, 11 – кронштейны;
 4 – тяга; 5 – цапфа; 7 – втулка; 8 – скоба;
 9 – крышка; 10 – опора

Шарнирное соединение с трактором, а также использование шарового шкворня в соединении с рамой 10 позволяют оси 4 свободно изменять положение относительно трактора и рамы 10 при поворотах скрепера и движении по неровной поверхности дороги. В оси 4 прокладками 6 регулируют зазор между шаровой головкой шкворня 7 и шаровой опорой, образуемой крышкой 5 и вкладышем 8. Прибавляя прокладки, зазор увеличивают, снимая прокладки – уменьшают. Зазор должен быть отрегулирован так, чтобы рама 10 свободно прокачивалась на шаровой опоре. В передней

Хобот 1 представляет собой кривой брус коробчатого сечения, сваренный из листового проката. Кривизна хобота подобрана из расчета свободного прохождения колес скрепера при повороте передней оси относительно ковша на 90° и поперечном наклоне до $15-20^\circ$. В передней части хобота вварена шаровая опора

для соединения со шкворнем (рис. 4.7). На хоботе размещены кронштейны 6 и 11 (рис. 4.8) для крепления рычага 4 (рис. 4.6) и гидроцилиндра 3 (рис. 4.6) управления заслонкой. Хобот приварен к балке 2 (рис. 4.8). Для усиления сварного соединения и самой металлоконструкции хобота в месте его стыка с балкой предусмотрены коробчатые и листовые накладки жесткости. Балка 2 (рис. 4.8) изготовлена из трубы, к концам которой приварены тяги 4 (рис. 4.8). На поперечной балке выполнены опоры 10 для установки кронштейнов 3 (рис. 4.8). С их помощью крепят гидроцилиндры подъема ковша. Эти кронштейны состоят из скобы 8 и крышки 9. В рамке кронштейна предусмотрены поперечные и продольные расточки для шарнирного крепления цапф гидроцилиндров, что позволяет им качаться в двух плоскостях. Это необходимо при изменении положения ковша по высоте и его перекосах. Упряжные тяги коробчатого сечения сварены из толстолиствого проката. На концах тяг приварены цапфы 5 (рис. 4.8) для соединения с ковшем.

Ковш (рис. 4.9) служит рабочей емкостью для разрабатываемого скрепером грунта, а также выполняет роль несущей рамы, воспринимающей нагрузку от силы тяги, массы машины и грунта. Спереди ковш опирается на переднюю ось и тяговую раму через пальцы 11, а сзади – на полуоси колес, установленные в цапфу 9. Он представляет собой сварную конструкцию, состоящую из двух боковых стенок 1, днища 3 и буферной рамы 6.

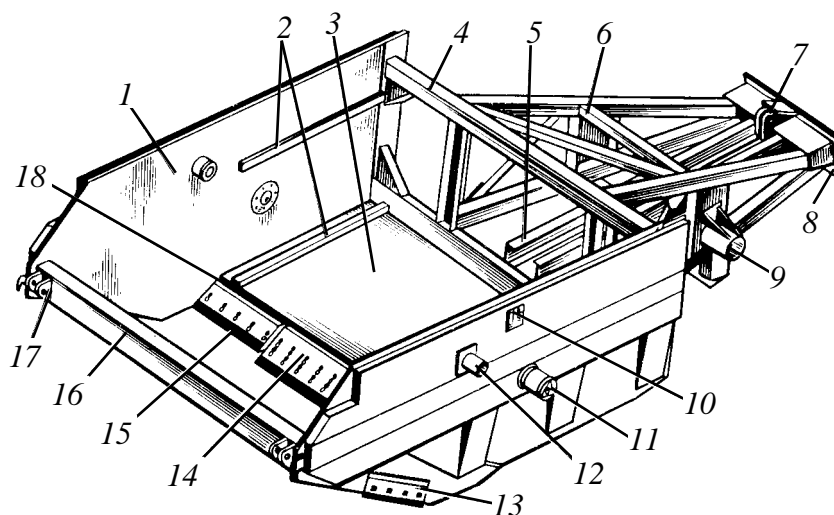


Рис. 4.9. Ковш:

1 – стенка; 2 – направляющие полосы; 3 – днище; 4, 16 – связи; 5 – балка;
6 – рама; 7, 17 – проушины; 8 – буфер; 9 – цапфа полуоси; 10 – крышка;
11, 12 – пальцы; 13 – подрезной нож; 14, 15 – средний и боковой ножи;
18 – подножевая плита

Боковые стенки 1 выполнены из листового проката и усилены продольными и поперечными накладками коробчатого сечения. На стенках размещены пальцы 12 для подвески передней заслонки, пальцы 11 тяговой рамы, а также лючки, закрытые крышками 10 для крепления гидролиний, размещенных внутри стенки. Правая и левая боковые стенки связаны между собой передней 16, двумя задними связями 4 коробчатого сечения и днищем 3. По краям передней связи приварены проушины 17 для крепления головки штоков гидроцилиндров подъема-опускания ковша 2 (рис. 4.6).

На передних нижних кромках боковых стенок, изготовленных из полосы более толстого листового проката, чем вся остальная стенка, крепят ножи 13 (рис. 4.9) для подрезания стружки грунта с боков и уменьшения его потерь в боковые валики. Днище 3 – также коробчатого сечения. Передняя часть днища представляет собой мощную подножковую плиту 18, к которой крепят ножи 14 и 15.

Буферная рама 6 представляет собой сварную пространственную форму из сортового проката. Рама приварена к задним связям ковша и образует с ним единую металлоконструкцию. В раме размещены направляющие балки 5 и проушина 7 для установки толкателя и гидроцилиндра выдвигания задней стенки. Заканчивается рама гнутым листом – буфером 8, в который упирается отвал бульдозера-толкача при толкании скрепера во время набора грунта или выезда из забоя.

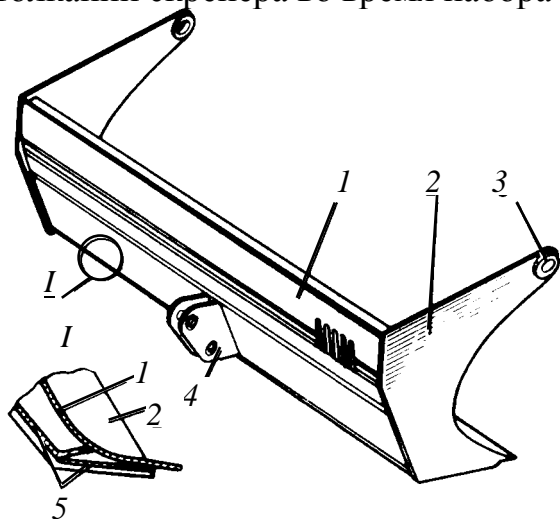


Рис. 4.10. Заслонка:
1 – щит; 2 – щека; 3 – проушина;
4 – кронштейн; 5 – накладки;
I – крепление щеки и щита

Заслонка (рис. 4.10) является передней стенкой ковша и предназначена для регулирования высоты загрузочной щели при наборе грунта. Заслонка – сварной конструкции и состоит из лобового щита 1, двух боковых щек 2 с проушинами 3. Щит выполнен из листа, который в верхней части изогнут под большим радиусом. Нижняя часть щита, воспринимающая основную нагрузку от призмы грунта при наборе и перерезающая пласт в конце набора, усилена накладками 5, образующими

вместе с основным листом жесткую конструкцию. Две щеки из стального листа приварены к торцам щита.

На свободном конце щек предусмотрены проушины с расточенными отверстиями для шарнирного крепления заслонки с помощью

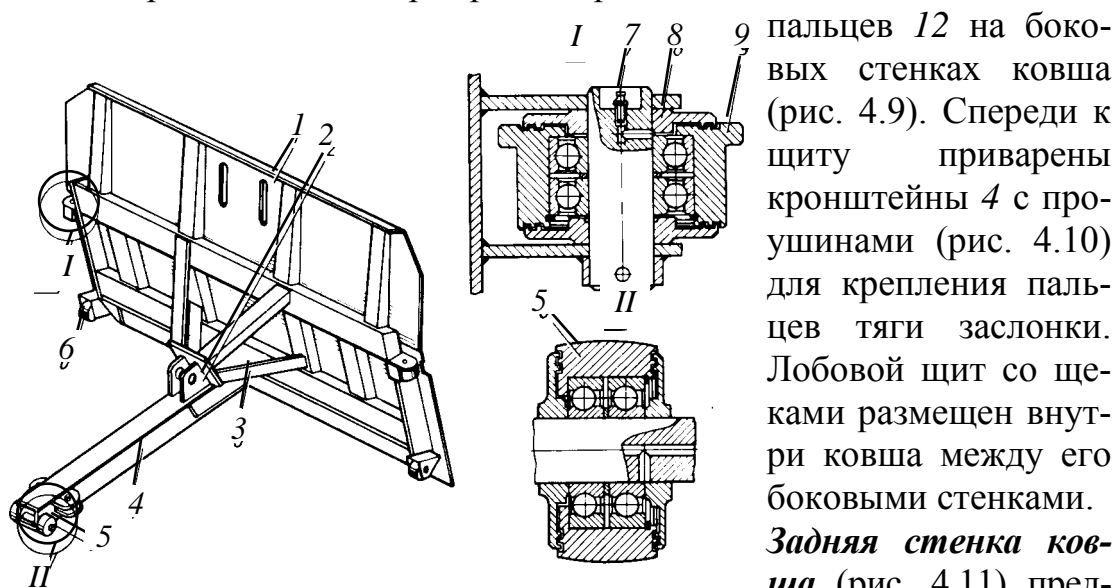


Рис. 4.11. Задняя стенка ковша:

- 1 – щит; 2 – проушина; 3 – раскос; 4 – толкатель;
5, 6, 9 – ролики; 7 – масленка; 8 – шайба; I, II – разрез направляющих роликов

пальцев 12 на боковых стенках ковша (рис. 4.9). Спереди к щиту приварены кронштейны 4 с проушинами (рис. 4.10) для крепления пальцев тяги заслонки. Лобовой щит со щеками размещен внутри ковша между его боковыми стенками. **Задняя стенка ковша** (рис. 4.11) предназначена для выталкивания из него грунта при разгрузке. Она представляет собой

сварную конструкцию и состоит из щита 1 и толкателя 4. Щит сварен из листовой стали и с задней стороны усилен продольными и поперечными накладками и ребрами жесткости.

Толкатель 4 – это балка коробчатого сечения, приваренная к тыльной стороне щита. Для усиления стыка толкателя со щитом предусмотрены наклонные и горизонтальные раскосы 3. В месте стыка приварен кронштейн с проушиной 2 для крепления головки штока гидроцилиндра.

Направляющие ролики, установленные на подшипниках качения, снижают сопротивление движению задней стенки, а также предотвращают ее перекосы. Нижние 6 и боковые 9 ролики щита своими ребрами катятся по направляющим полосам, приваренным соответственно к днищу и боковым стенкам ковша. Сферические ролики 5 установлены попарно в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

При перемещении задней стенки вперед и назад ролики 5 перекачиваются по направляющим балкам, выполненным в виде швеллеров, и фиксируют направленное движение хвостовика толкателя 4.

Широкое распространение в дорожном строительстве получили **скреперы ДЗ-87-1А** (рис. 4.12), которые оснащены рычажным седельно-сцепным устройством, предназначенным для соединения скреперного оборудования с трактором. Такая конструкция обеспечивает поворот полуприцепа в плане на 90° в каждую сторону относительно продольной оси трактора, а также взаимное качание оборудования в вертикальной плоскости на 15° в обе стороны. Скреперное устройство состоит из портала 2, закрепленного на раме 7 трактора, гребня 3, шарнирно подвешенного на поперечинах 8, опирающихся на передние 1 и задние 6 рычаги, верхние концы которых пальцами соединены с порталом 2. Гребень 3 вертикальными пальцами 4 связан с тяговой рамой 5 скреперного оборудования и может прокатываться на рычагах 1 и 6 в продольном направлении, что необходимо при переезде его через неровности дороги. При этом рычаги направлены один к другому под углом, что позволяет передавать трактору через седельно-сцепное устройство часть массы G ковша с грунтом и сопротивление P , возникающее на ножах скрепера и его колесах. Поэтому рычаги 1 и 6 расположены так, чтобы точка O находилась близко к опорной поверхности и середине колесной базы трактора. Благодаря этому достигается равномерное распределение нагрузок на ведущие мосты трактора.

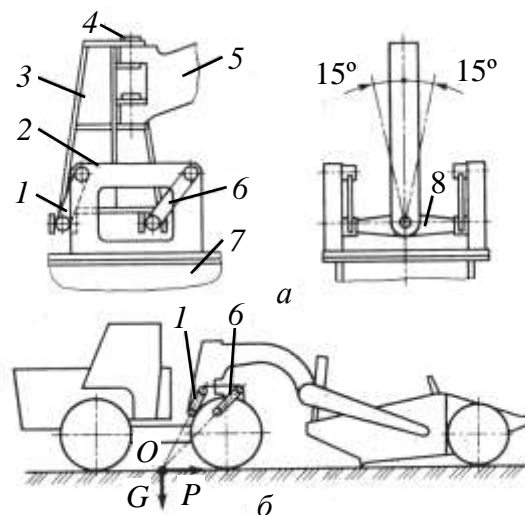


Рис. 4.12. Скрепер ДЗ-87-1А:
 а – седельно-сцепное устройство;
 б – схема передачи нагрузки на трактор; 1, 6 – рычаги, 2 – портал, 3 – гребень, 4 – палец, 5, 7 – рамы, 8 – поперечина

У **оборудования скрепера МоАЗ-6014** гидроцилиндры 11 (рис. 4.13) заслонки шарнирно закреплены в кронштейнах боковых стенок 5 ковша и поэтому не влияют на работу заслонки 4 при подъеме и опускании ковша. Ролики 15 толкателя 16 скользят при выдвигении задней стенки 6 по направляющей балке 9, расположенной внутри толкателя. В передней части хобота 2 тяговой рамы вварена стойка 1, в которой предусмотрены вертикальные расточки для пальцев, соединяющих тяговую раму с седельно-сцепным устройством.

В задние колеса скреперов ДЗ-87-1А и МоАЗ-6014 встраивают тормоза. При **работе скрепера** (рис. 4.14) с помощью гидроцилиндров 3 заслонка 2 поднимается на небольшую высоту и образует загрузочную

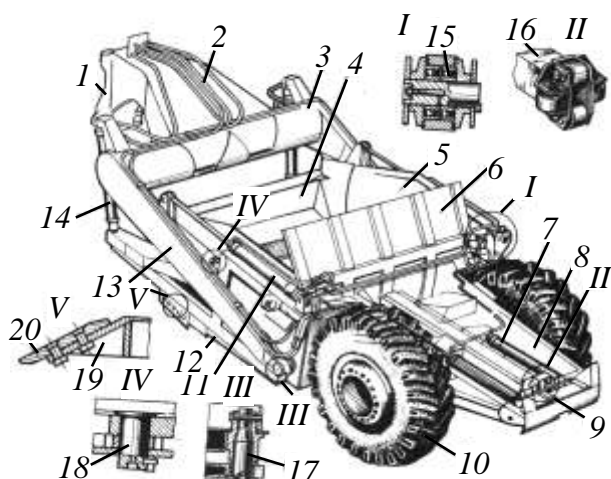


Рис. 4.13. Оборудование скрепера МоАЗ-6014:
 1 – стойка; 2 – хобот; 3 – поперечная балка тяговой рамы; 4 – заслонка; 5, 6 – боковая и задняя стенки ковша; 7 – гидроцилиндр задней стенки; 8 – буфер; 9 – балка; 10 – колесо; 11 – гидроцилиндр заслонки; 12 – днище ковша; 13 – упряжная тяга; 14 – гидроцилиндр ковша; 15 – направляющий ролик; 16 – толкатель; 17 – палец крепления тяговой рамы; 18 – палец крепления заслонки; 19 – подножечная плита; 20 – нож;
 I, II, III, IV, V – разрез направляющего ролика, толкателя, крепления тяговой рамы, заслонки и ножей

щель между своей нижней кромкой и ножами 7. Ковш из транспортного положения гидроцилиндрами 1 опускается до зарезания ножами 7 в грунт.

Набор грунта включает в себя резание грунта и наполнение ковша. Ковш наполняют грунтом в процессе прямолинейного движения скрепера по забою с опущенным ковшом и заглубленными ножами при скорости 2–4 км/ч в зависимости от толщины срезаемой стружки. Для увеличения толщины стружки грунта и сокращения времени набора, а также уменьшения пути набора и лучшего наполнения ковша применяют бульдозеры-толкачи.

При разработке тяжелых грунтов прицепными скреперами использование бульдозера-толкача обязательно.

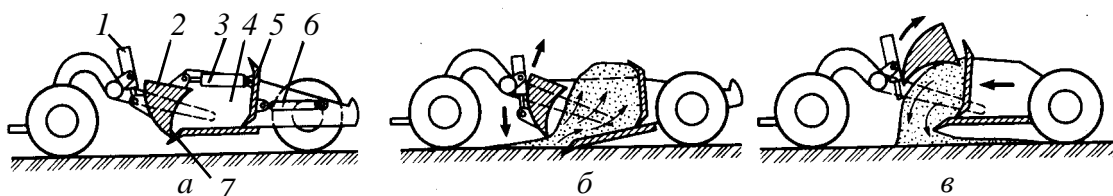


Рис. 4.14. Схема работы скрепера:
 а – транспортное положение; б – набор; в – разгрузка; 1, 3, 6 – гидроцилиндры; 2 – заслонка; 4 – ковш; 5 – задняя стенка; 7 – ножи

На процесс наполнения ковша грунтом существенно влияет регулирование положения заслонки и выбранный способ резания стружки. В начале набора заслонку поднимают на 60–70 см, чтобы она не мешала поступлению грунта в ковш. По мере скопления грунта в перед-

ней части ковша заслонку опускают с таким расчетом, чтобы между ее нижней кромкой и ножами не превышал 20–30 см при работе на несвязных и рыхлых грунтах и 40–50 см при работе на связных. Уменьшение зазора предотвращает выпадение грунта из ковша между заслонкой и ножами. На третьем этапе наполнения пласт грунта поступает в ковш под сильным напором, преодолевая сопротивление набранного грунта. Такой напор создается путем уменьшения толщины стружки. При этом заслонка должна быть приподнята на 15 см выше, чем на второй стадии.

Затем заслонку 2 опускают, перекрыв загрузочную щель для предотвращения высыпания грунта, а ковш поднимают в транспортное положение, при котором скрепер отвозит грунт к месту выгрузки. Работа в транспортном режиме занимает до 80–90% времени цикла. При устройстве выемок и насыпей высотой более 1 м для движения скреперов устраивают въезды и съезды, которые располагают вдоль сооружения или в его поперечном направлении. Состояние дороги должно допускать движение прицепного скрепера со скоростью до 11 км/ч, а самоходного – не менее 18–30 км/ч.

При разгрузке заслонку 2 полностью поднимают и грунт выталкивается в щель, образованную поднятой заслонкой, с помощью задней стенки 5, выдвигаемой вперед гидроцилиндрами 6. Учитывая, что скрепер продолжает перемещаться вперед со скоростью до 9 км/ч, грунт из ковша высыпается по пути разгрузки определенным слоем. Толщину слоя отсыпки грунта можно регулировать, изменяя положение кромки режущих ножей 7 путем подъема-опускания ковша гидроцилиндрами 1. По окончании выгрузки грунта заслонка и задняя стенка возвращаются в прежнее положение и скрепер направляется к месту набора грунта – забю.

При работе на переувлажненных пылеватых суглинках и липких глинах ковш и заслонка могут забиться грунтом. В этом случае во время разгрузки несколько раз повторно двигают заслонку и стенку. Грунт выгружают послойно, горизонтальными продольными рядами от бровок к середине насыпи. Скрепер разгружают в момент, когда передние колеса сходят вниз с грунта, отсыпанного предыдущим рейсом. Толщина отсыпаемого слоя составляет 20–30 см, а для сыпучих грунтов – 10–15 см. Такая толщина благоприятна для одновременного уплотнения слоя колесами скрепера и позволяет равномерно укладывать отсыпанный грунт. Через 10–20 циклов целесообразно отсыпанный грунт спланировать бульдозером или опущенным ковшом скрепера.

Для разработки грунта заранее составляют схему, по которой будет работать скрепер. Производительность скрепера зависит от того, насколько полно используется емкость ковша и рационально выбирается схема резания и набора грунта. Рекомендуется набирать грунт при скорости 2–3 км/ч и толщине срезаемой стружки от 7 до 35 см, что в свою очередь определяется категорией грунта и мощностью базового тягача и толкача.

Рабочий процесс скрепера состоит из четырех последовательно повторяющихся операций (рис. 4.15): *I*. Наполнение опущенного ковша (копание); *II*. Транспортирование грунта – перемещения скрепера с поднятым ковшом и опущенной заслонкой; *III*. Выгрузка грунта из ковша; *IV*. Возвращение скрепера к месту набора грунта с поднятым ковшом и опущенной заслонкой (на рис. 4.15 не показано).

Грунт из ковша выгружается свободно, принудительно или полупринудительно.

При *свободном способе* (рис. 4.15, *в*) разгрузки ковш поворачивают вокруг точки, лежащей вблизи центра тяжести ковша с грунтом. Ковш может опрокидываться назад (у одноосных скреперов) либо вперед (у двухосных скреперов). Скреперы со свободной разгрузкой ковша плохо разгружают липкие и переувлажненные грунты.

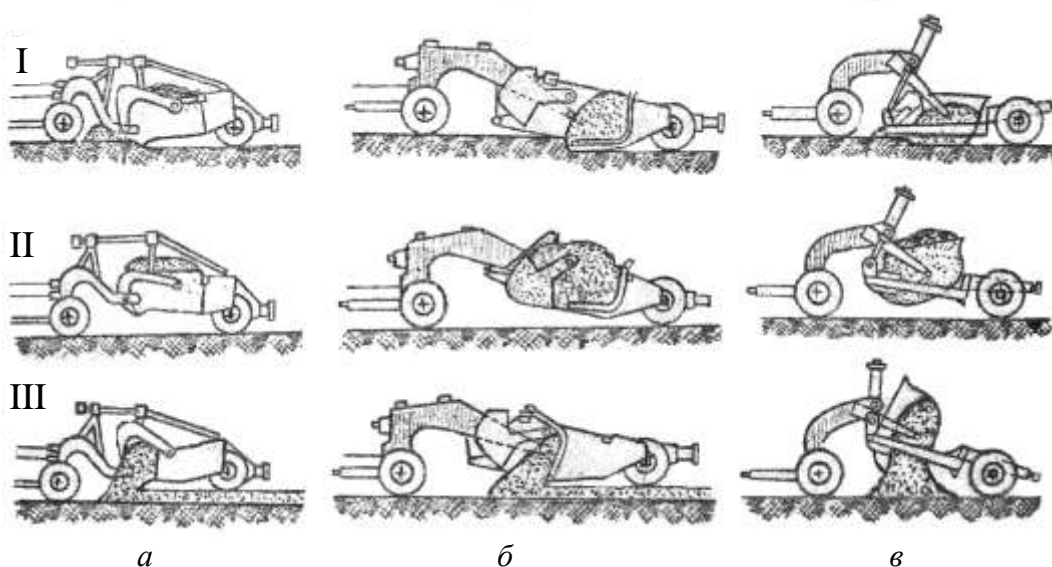


Рис. 4.15. Типы скреперов и рабочий процесс:
a – с принудительной разгрузкой; *б* – полупринудительной разгрузкой; *в* – со свободной разгрузкой; *I* – загрузка;
II – транспортное положение; *III* – разгрузка

У скреперов с принудительной разгрузкой (рис. 4.15, а) грунт выталкивается прямолинейным движением вперед задней подвижной стенки ковша. Скреперы с такой разгрузкой могут работать на любых грунтах, в том числе на липких и переувлажненных.

У скреперов с полупринудительной разгрузкой (рис. 4.15, б) днище и задняя стенка конструктивно выполнены как единый узел, который шарнирно подвешен на боковых стенках или к подножечной плите ковша. Для разгрузки днище с задней стенкой опрокидывается вперед, при этом грунт в первоначальной стадии выталкивается из ковша принудительно, а в конце разгружается за счет свободного высыпания под действием собственного веса. При полупринудительной разгрузке стенки ковша не полностью очищаются от липких и переувлажненных грунтов.

При щелевой разгрузке грунта (вниз) днище ковша, поворачиваясь, выводится из-под грунта и становится под углом наклона к горизонту $72-75^\circ$. Этот способ разгрузки характеризуется хорошей выгрузкой липких и переувлажненных грунтов и значительно меньшей энергоемкостью механизма выгрузки.

Основными параметрами, оказывающими влияние на режим работы и эксплуатационную производительность скрепера, являются: толщина срезаемой стружки, коэффициент наполнения ковша, скорость движения при выполнении отдельных операций технологического цикла, длина пути копания и разгрузки.

Эксплуатационная производительность скрепера определяется как Π , м³/ч

$$\Pi = \frac{3600qK_n K_b}{T_{\text{ц}} K_p}$$

где q – геометрическая емкость ковша, м³;

K_n – коэффициент наполнения ковша (K_n для сухого песка 0,5–0,8; глины – 0,9–1,2; чернозема – 1–1,2);

K_b – коэффициент использования рабочего времени ($K_b = 0,8-0,9$);

K_p – коэффициент разрыхления грунта (для песчаных грунтов – 1,10–1,15; для растительного слоя – 1,20–1,26; для глины и тяжелого суглинка – 1,24–1,30);

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла скрепера, с.

$$T_{\text{ц}} = \frac{l_k}{v_1} + \frac{l_n}{v_3} + \frac{l_p}{v_2} + \frac{l_k + l_n + l_p}{v_4} + 2t_{\text{пов}} + nt_{\text{пер}} + t_{\text{тол}}$$

где l_k , l_n , l_p – длина пути копания (наполнения), перемещения и разгрузки грунта соответственно, м;

v_1 , v_2 , v_3 , v_4 – скорости передвижения скрепера, м/с;

$t_{\text{пов}}$ – время, затрачиваемое на один поворот ($t_{\text{пов}} = 15\text{--}20$ с);

$t_{\text{пер}}$ – время переключения передач ($t_{\text{пер}} = 5\text{--}6$ с);

n – число переключений;

$t_{\text{тол}}$ – время подхода толкача ($t_{\text{тол}} = 5\text{--}20$ с).

Длина пути копания определяется по формуле

$$l_k = \frac{qK_n K_p}{0,7BhK_p} + 0,5,$$

где K_n – коэффициент, учитывающий объем срезанного грунта, идущего на образование призмы волочения и боковых волков. Зависит от рода грунта (для песчаных – 1,22–1,32; для глинистых – 1,10–1,19);

0,7 – коэффициент, учитывающий неравномерность толщины стружки, срезаемой в начале и конце копания;

B – ширина резания, м;

h – наибольшая глубина резания, м.

Длина пути разгрузки l_p принимается 3–10 м.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить устройства и принципы работы скреперов.

2. На основе учебных макетов и методической литературы изучить назначение, устройство и конструктивные особенности скреперов.

3. В соответствии с заданием (таблица) произвести расчет производительности скрепера.

Содержание отчета по лабораторной работе:

1. Раскрыть цель, вычертить принципиальные схемы скрепера и его технологического оборудования, указать наименование основных узлов, описать их назначение и конструктивные особенности.

2. Привести методику, произвести расчет производительности скрепера. Результаты расчета представить в виде зависимости эксплуатационной производительности от дальности перемещения грунта и объема ковша. Для построения графических зависимостей $\Pi = f(l_n, q)$ необходимо при постоянном значении l_n задаваться переменными значениями q с шагом $0,5 \text{ м}^3$ и наоборот при постоянном значении q задаваться переменными значениями l_n с шагом 50 м.

Показатель	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина пути перемещения, м	500	600	700	800	900	1000	900	800	700	600
Вместимость ковша, м^3	3,0	4,5	7,0	10,0	8,0	5,0	6,0	9,0	4,0	5,5
Ширина резания, мм	2100	2200	2500	2650	2650	2700	2500	3000	3500	4000
Наибольшая глубина	200	250	270	300	300	350	270	350	300	400

резания, мм										
Наибольшая толщина отсыпаемого слоя, мм	300	400	250	250	250	300	350	300	250	400
Скорость передвижения, км/ч										
I передача v_1	5,15	3,47	2,36	3,16	3,20	3,16	4,20	4,37	2,75	5,15
II передача v_2	6,39	4,66	4,51	4,53	5,20	4,55	5,20	5,60	3,75	6,39
III передача v_3	7,90	6,35	6,45	6,58	6,20	6,30	6,20	7,00	4,75	7,90
IV передача v_4	10,85	8,53	10,18	8,88	9,65	10,80	10,20	9,55	9,75	10,85

3. На основе анализа полученных результатов сформулировать выводы.

Контрольные вопросы

1. Назначение скрепера и его рабочий цикл.
2. Общая компоновка скрепера и его оборудования.
3. Основные параметры скрепера.
4. Устройство привода скреперного оборудования.
5. Способы загрузки скреперных ковшей.
6. Способы разгрузки скреперов.
7. Факторы, влияющие на эксплуатационную производительность скрепера.

Лабораторная работа № 5 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ГРЕЙДЕРОВ И АВТОГРЕЙДЕРОВ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, устройство и рабочие процессы грейдеров и автогрейдеров, начертить принципиальную конструктивную схему, привести краткую техническую характеристику.

Применяемое оборудование: подборка плакатов (автогрейдеры).

Подготовка к занятию: изучить классификацию и устройство автогрейдера.

Грейдер – это землеройно-планировочная машина с рабочим органом в виде отвала, предназначен для земляных работ по постройке земляного полотна грунтовых дорог, возведению насыпей, планировке площадей, устройству корыт, а также для смешивания грунтов с добавками и вяжущими материалами на полотне дороги, ремонта и содержания дорог, обочин, а также для очистки дорог от снега.

По способу агрегатирования грейдеры бывают: прицепные, полуприцепные (террасники), навесные и самоходные (автогрейдеры) (рис. 5.1).

Автогрейдеры представляют собой самоходные планировочно-профилировочные машины, основным рабочим органом которых служит полноповоротный грейдерный отвал с ножами, установленный под углом к продольной оси автогрейдера и размещенный между передним и задним мостами пневмоколесного ходового оборудования. При движении автогрейдера ножи срезают грунт и отвал сдвигает его в сторону.



Рис. 5.1. Способы агрегатирования грейдеров:
а – прицепной; б – полуприцепной;
в – навесной; г – самоходный

Самоходный автогрейдер ДЗ-99 (рис. 5.2) состоит из хребтовой (основной) б и тяговой с поворотным кругом 5 рам, переднего 9 и заднего 13 мостов, отвалов (бульдозерного 8 и грейдерного 10 с кирковщиком 11), гидроцилиндров 7, 3, системы управления, расположенной в кабине 2.

Для перемещения и поворота рабочего органа на машине широко применяют червячные и конические редукторы, реечные и цевочные зубчатые зацепления. Отбор мощности силовой установки (двигателя) 1 на привод ведущих мостов осуществляется от раздаточной коробки трансмиссии 12: переднего 9 – через карданную передачу 4, заднего 13 – через элементы продольно-балансирной тележки 14.

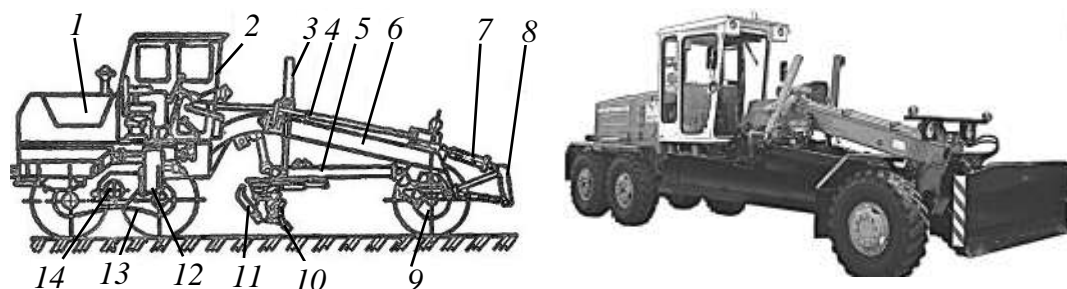


Рис. 5.2. Самоходный автогрейдер ДЗ-99:

- a* – компоновочная схема; *b* – общий вид; 1 – силовая установка;
 2 – кабина; 3 – гидроцилиндр подъема-опускания рабочего органа; 4 – карданная передача; 5 – тяговая рама с поворотным кругом; 6 – хребтовая рамы;
 7 – гидроцилиндр привода бульдозерного отвала 8; 9 – передний мост;
 10 – отвал грейдера с кирковщиком 11; 12 – трансмиссия; 13 – задний мост;
 14 – продольно-балансирная тележка

Среди прицепных грейдеров наиболее известными являются ДЗ-1 и ДЗ-6. Легкий грейдер ДЗ-6 можно переоборудовать в полуприцепной. Для этого отсоединяют передний колесный ход, а ходовую раму шаровым шкворнем соединяют с дополнительной плитой на месте буксирной скобы трактора.

В настоящее время наибольшее распространение получили самоходные автогрейдеры, которые отечественные предприятия изготавливают в соответствии с ГОСТ 11030-93 «Автогрейдеры. Общие технические условия». Так, освоен выпуск базовых моделей автогрейдеров: класса 100 – ДЗ-201, ГС-10.01; класса 140 – ГС-14.02.02, ДЗ-122Б, ДЗ-180А; класса 180 – А-120.1, ДЗ-198, ГС-18.03; класса 250 – ДЗ-98В.

Легкие двухосные автогрейдеры класса 100 (ДЗ-201, ДЗ-201.01 и ГС-10.01) с неполноповоротным грейдерным отвалом выполнены с использованием базовых тракторных модулей и узлов серийных колесных тракторов тягового класса 1,4 (МТЗ-80/82 и др.). Они имеют колесную формулу 1×1×2 или 1×2×2.

Автогрейдер ДЗ-201 (рис. 5.3) создан на базе колесного трактора МТЗ-80/82 и состоит из тракторного модуля с задним мостом 4, трансмиссии и рабочего оборудования. В комплект рабочего оборудо-

вания входят: грейдерный отвал 5 (2500×500 мм) с ножами из профильного проката, поворотный круг 6 и гидроцилиндры управления рабочими движениями отвала, механизм подвески 3. Поворотный круг обеспечивает реверсивный поворот отвала в плане на угол до $\pm 34^\circ$. Поворотный круг с отвалом смонтирован на жесткой тяговой А-образной раме 2 коробчатого сечения. К передней части рамы шарнирно крепится передний мост с управляемыми колесами. Спереди машины навешен бульдозерный отвал 1 (2000×500 мм), управляемый гидроцилиндром.

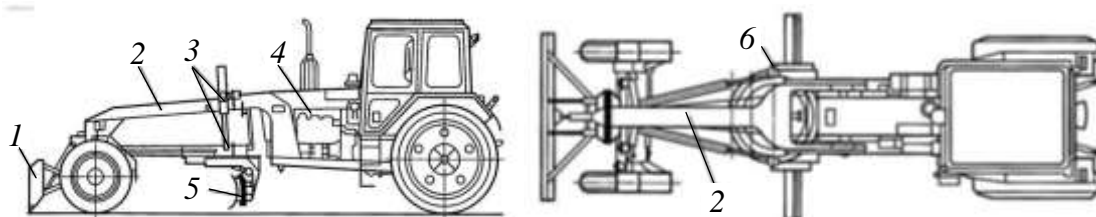


Рис. 5.3. Автогрейдер ДЗ-201:

1 – бульдозерный отвал; 2 – тяговая рама; 3 – механизм подвески; 4 – базовый тракторный модуль; 5 – грейдерный отвал; 6 – поворотный круг

Автогрейдер ГС-10.01 отличается наличием двух ведущих мостов, шарнирно-сочлененной рамы, гидростатического рулевого управления, неполноповоротного грейдерного отвала с углом поворота в плане до $\pm 45^\circ$ и размерами 2730×470 мм, а также навесного бульдозерного оборудования с неповоротным отвалом (2400×625 мм). Шарнирно-сочлененная рама обеспечивает радиус поворота машины до 4,75 м, что позволяет работать в стесненных условиях. В качестве силового модуля автогрейдера используется силовая установка и трансмиссия от колесного трактора МТЗ-82.1. Привод переднего ведущего моста осуществляется с помощью объемной гидропередачи (ОГП), которая содержит гидронасос, гидромотор и систему управления. На обоих мостах устанавливаются широкопрофильные шины, использование которых позволяет повысить тягово-сцепные показатели машины до 20%.

Автогрейдеры классов 140 и 180 отличаются конструкцией ходового устройства, которое состоит из переднего моста с управляемыми колесами и ведущего заднего моста в виде четырехколесной балансирной тележки. Вращающий момент от главной передачи моста сообщается ведущим колесам через цепные или зубчатые передачи, расположенные внутри балансиров. Балансирная тележка оснащается колдочными тормозами с гидравлическим управлением. В автогрейдерах новых моделей задний мост оборудован самоблокирующимся

дифференциалом, что позволяет уменьшить радиус поворота машины и двигаться без пробуксовки задних колес на тяжелых участках дороги с низким коэффициентом сцепления колес.

Передний мост соединяется с рамой автогрейдера шарнирно, что обеспечивает его качение в поперечной плоскости и хороший контакт управляемых колес с грунтом при неровном рельефе местности. Управляемые колеса переднего моста имеют возможность одновременного поворота в плане и бокового поперечного наклона в обе стороны. Управление поворотом машины производится гидравлическим рулевым механизмом, воздействующим через гидроцилиндр и тяги на поворотные кулаки передних колес. Наклон передних колес в вертикальной плоскости обеспечивается гидроприводом и позволяет повысить устойчивость движения автогрейдера на уклонах.

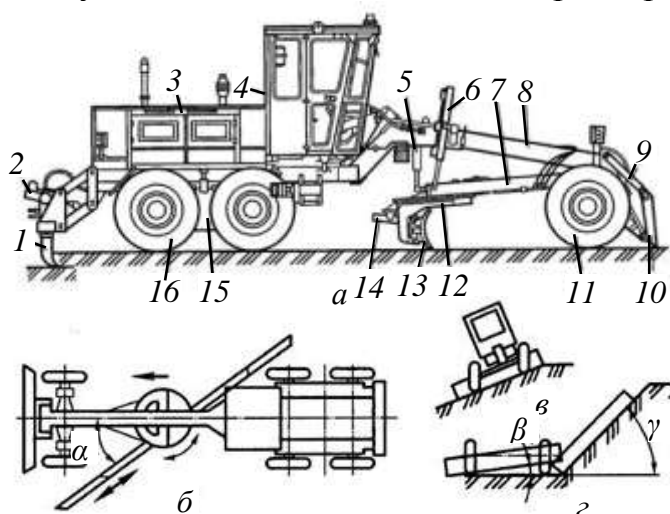


Рис. 5.4. Автогрейдер класса 140:

a – общий вид; *б* – схема поворота отвала в плане; *в* – схема бокового наклона колес; *г* – схема бокового выноса отвала;

1 – кирковщик; 2, 5, 6, 9, 14 – гидроцилиндр; 3 – двигатель; 4 – кабина; 7, 8 – тяговая и основная рамы; 10 – бульдозерный отвал; 11, 16 – колеса, 12 – поворотный круг; 13 – грейдерный отвал; 15 – задний мост

Все узлы и агрегаты **автогрейдера класса 140** (рис. 5.4, *a*), в том числе двигатель 3 с трансмиссией, кабина водителя 4, основное и дополнительное рабочее оборудование автогрейдера, смонтированы на основной раме 8 коробчатого сечения, которая одним концом опирается на передний мост с управляемыми колесами 11, а другим – на задний мост 15 с продольно-балансирной подвеской парных колес 16. Передние колеса автогрейдера можно устанавливать с боковым наклоном в обе стороны для повышения устойчивости движения машины

при работе на уклонах (рис. 5.4, *в*) и уменьшения радиуса поворота.

Угол резания отвала в зависимости от категории грунта регулируется гидроцилиндром 14. Вынос тяговой рамы в обе стороны от продольной оси машины обеспечивается гидроцилиндром 5. Дополнительное рабочее оборудование автогрейдера включает удлинитель отвала, кирковщик 1, управляемый гидроцилиндром 2, и бульдозерный

отвал 10, управляемый гидроцилиндром 9.

Основное рабочее оборудование автогрейдера состоит из тяговой рамы 7, поворотного круга 12 и грейдерного отвала 13 со сменными двухлезвийными ножами. Полноповоротный в плане отвал обеспечивает работу автогрейдера при прямом и обратном ходах машины. Поворот отвала в плане осуществляется гидромотором через редуктор. Передняя часть тяговой рамы шарнирно соединена с рамой машины, а задняя часть подвешена на двух гидроцилиндрах 6, с помощью которых грейдерный отвал устанавливают в различные положения: транспортное (поднятое) и рабочее (опущенное). В рабочем положении отвал внедряется в грунт ножами и при движении срезает слой грунта и перемещает его в направлении, определяемом установкой отвала в плане под углом α к продольной оси машины (рис. 5.4, б).

Для установки отвала и его поворота в плане предназначен **поворотный круг** (рис. 5.5). Основой поворотного круга служит зубчатый венец 1, выполненный из обода уголкового сечения с наружными зубьями, зацепляющимися с шестерней механизма поворота отвала.

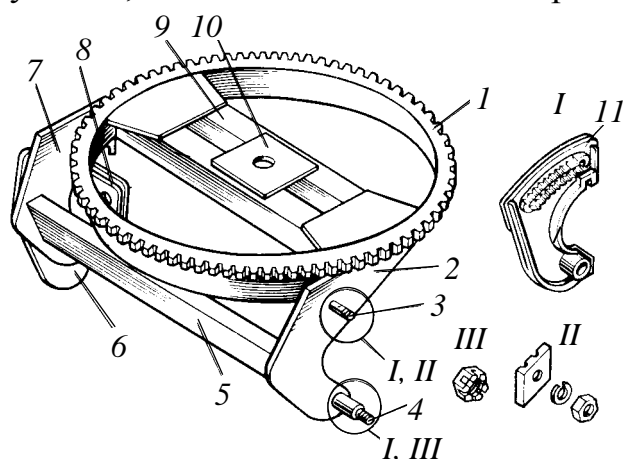


Рис. 5.5. Поворотный круг:

- 1 – венец; 2, 7 – щеки; 3, 4 – пальцы;
5, 9 – балки; 6, 11 – кронштейн; 8 – проушина;
10 – плита; I, II, III – элементы крепления
грейдерного отвала

К боковым стенкам обода симметрично относительно оси круга приварены щеки 2 и 7, на которых приварены пальцы 3 и 4 для установки кронштейнов 6, 11 крепления отвала. В направляющих пазах кронштейнов устанавливают отвал, который может перемещаться в них для бокового выноса. Зубчатые гребенки кронштейнов служат для фиксации отвала при установке на определенный угол резания. Для этого отвал

поворачивают вместе с кронштейнами относительно пальца 4. Для придания жесткости конструкции щеки 2 и 7 связаны в нижней части поперечной балкой 5. На кронштейне 6 приварены проушины 8 для крепления корпуса гидроцилиндра выдвижения отвала.

Гидравлическая система управления рабочим оборудованием автогрейдеров обеспечивает подъем-опускание тяговой рамы 7 (рис. 5.4) вместе с поворотным кругом 12 и отвалом 13, поворот отвала вместе с поворотным кругом в плане на 360° , боковой вынос отвала в обе сто-

роны от продольной оси машины (рис. 5.4, б), установку отвала под углом β к горизонтальной плоскости, боковой вынос отвала для планировки откосов под углом γ (рис. 5.4, з), а также совмещение различных установок отвала.



Рис. 5.6. Автогрейдер ДЗ-98В

Ходовое устройство *автогрейдера ДЗ-98В* класса 250 (рис. 5.6) отличается наличием переднего ведущего моста (с механизмом его отключения), который обеспечивает оптимальное использование сцепной массы машины, высокую тягу на отвале, курсовую устойчивость при боковом резании и высокую проходимость в сложных условиях. Многодисковые колесные тормоза, работающие в масляной ванне, отличаются повышенной надежностью и не требуют регулировки в процессе эксплуатации. Автогрейдер ДЗ-98В и его модификации применяются при выполнении земляных работ на грунтах I–IV категорий.

Автогрейдер ДЗ-98В в отличие от модели ДЗ-98 имеет ведущий передний мост, регулируемую рулевую колонку, возможность установки шести типов двигателей мощностью 170–220 кВт, полноповоротного или неполноповоротного отвала с поворотом отвала под нагрузкой, четырех видов дополнительного рабочего оборудования.

Автогрейдер ГС-14.02 (класс 140) оснащен полноповоротным грейдерным отвалом, что обеспечивает возможность осуществлять профилирование на заднем ходу и позволяет повысить производительность автогрейдера.

Автогрейдер ГС-18-06 (класс 180) оснащается переключаемой под нагрузкой гидромеханической трансмиссией и мощным отвалом толщиной 20 мм.

Автогрейдер ДЗ-122Б (рис. 5.7, а) эксплуатируется на грунтах I, II категорий без предварительного рыхления, а на более плотных – с предварительным рыхлением. Выпускаются следующие модификации автогрейдера: ДЗ-122Б – шарнирно сочлененная рама, гидромеханическая трансмиссия; ДЗ-122Б-1 – жесткая рама, гидромеханическая трансмиссия; ДЗ-122Б-6 – шарнирно сочлененная рама, механическая трансмиссия; ДЗ-122Б-7 – жесткая рама, механическая трансмиссия.

Конструкция переднего моста автогрейдера ДЗ-122Б обеспечивает качание балки моста до 15° в обе стороны (рис. 5.7, б). Наклон колес до 20° влево или вправо (рис. 5.7, в), угол поворота колес до 45° . В сочетании с максимально повернутой рамой (до 30°), наклоном и поворотом колес автогрейдер имеет радиус поворота до 6,8 м по наруж-

ному колесу (рис. 5.7, з).

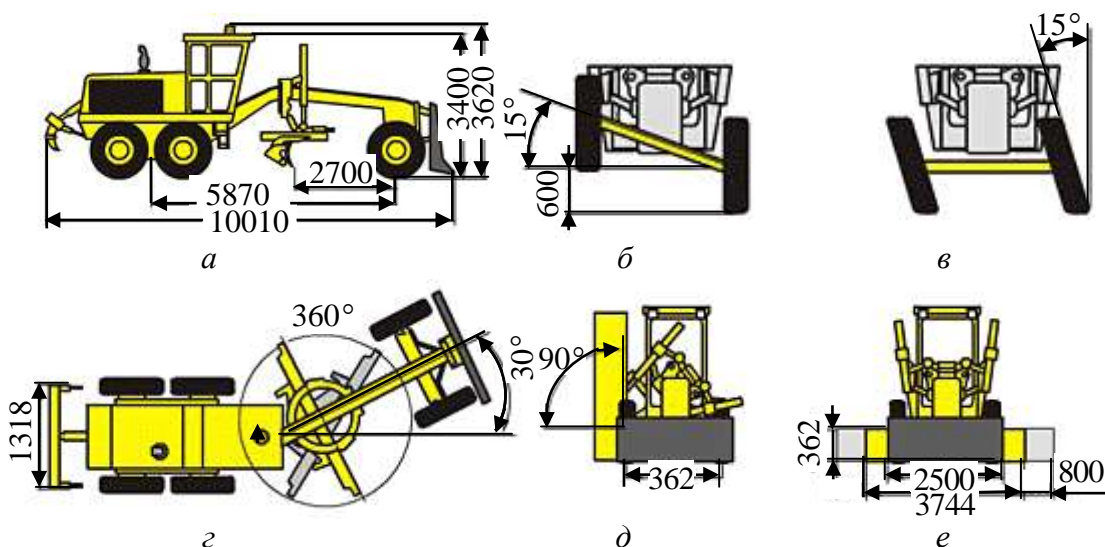


Рис. 5.7. Автогрейдер ДЗ-122 Б:

а – общий вид; *б* – наклон балки моста; *в* – наклон колес; *г* – поворот рамы;
д – установка отвала в вертикальное положение; *е* – уширители

Грейдерный отвал автогрейдера имеет возможность его выноса в сторону и поворот до вертикального положения (рис. 5.7, д). Он может дополнительно оснащаться уширителями (рис. 5.7, е).

Шарнирно сочлененная рама

современных **автогрейдеров** позволяет кроме осуществления прямолинейного движения (рис. 5.8, а) при небольших углах складывания (до $\pm 25^\circ$) в 1,5–2 раза уменьшить радиус поворота машины (рис. 5.8, б) и смещать колею передних колес автогрейдера относительно колес балансирной тележки (рис. 5.8, в) до 2 м (движение «крабом») в целях повышения устойчивости машины при формировании откосов дорожного полотна.

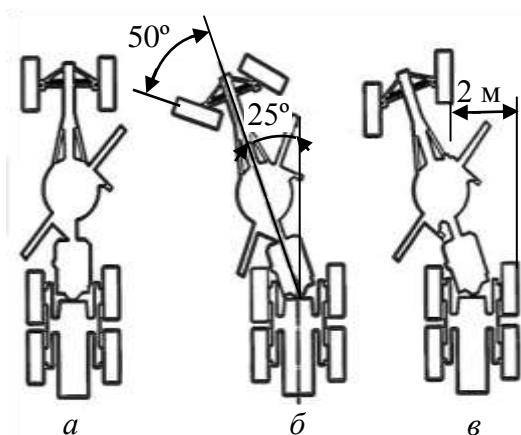


Рис. 5.8. Схема движения автогрейдера с шарнирно-сочлененной рамой:
а – прямолинейное; *б* – с поворотом управляемых колес и рамы в одну сторону; *в* – с поворотом управляемых колес и рамы в разные стороны (движение «крабом»)

Задний мост автогрейдера выполнен в виде балансирной тележки типа тандем с самоблокирующимся дифференциалом и встроенными тормозами в масляной ванне на каждое колесо (Германия).

Основным рабочим оборудованием автогрейдера ДЗ-122 является грейдерный отвал, который состоит из отвала, тяговой рамы и кронштейнов измерения угла резания. Отвал изготавливается из легированной стали со сменными ножами. Тяговая рама автогрейдера ДЗ-122 представляет собой цельносварную коробчатую конструкцию. Поворотный круг изготовлен из цельной поковки. Зубчатый венец сменного типа с зацеплением по внутреннему диаметру. Дополнительное рабочее оборудование автогрейдера представлено рыхлителем и бульдозерным отвалом.

Автогрейдер ДЗ-298 класса 250 (рис. 5.9, *а*) имеет эксплуатационную массу 24 т. На машине применена шарнирносочлененная рама, позволившая сократить радиус поворота до 8 м, установлены балансирующая тележка и двигатель немецкого производства, гидромеханическая трансмиссия ZF, гидравлическая и тормозная системы производства Германии и Италии. Гидромеханическая трансмиссия позволяет осуществить загрузку двигателя в наиболее экономичном режиме, облегчить работу оператора за счет снижения частоты переключения передач. В целом конструкции трансмиссии и рабочего оборудования аналогичны ДЗ-122 Б.

К наиболее современным и высоко технологичным относятся *автогрейдеры 24М* компании Caterpillar (рис. 5.9, *б*), которые разработаны в соответствии со специализированными требованиями крупномасштабных горнодобывающих работ. Модель 24М имеет эксплуатационную массу 62 456 кг и оснащена отвалом шириной 7315 мм. На автогрейдере установлен двигатель C18 ACERT с рабочим объемом 18,1 л компании Caterpillar, развивающий полезную мощность 397 кВт при максимальном крутящем моменте 2389 Нм. *Трансмиссия автогрейдера 24М* (рис. 5.10) включает контролируемую электроникой планетарную коробку передач (6 передач переднего хода / 3 передачи заднего хода), гидротрансформатор, тандемный задний мост с многодисковым гидравлическим тормозом на каждом спаренном колесе.



Рис. 5.9. Автогрейдеры:
а – ДЗ-298; *б* – 24М



Рис. 5.10. Трансмиссия автогрейдера 24М

Управление автогрейдером 24М осуществляется с помощью двух многокоординатных джойстиков, которые заменили рулевое колесо и девять рычагов, использовавшихся на предыдущей модели 24Н. Электрогидравлическая система отслеживания нагрузки на органах управления машиной обеспечивает высокую управляемость и точность перемещения гидравлических органов.

Автогрейдер 24М оснащен системой определения присутствия оператора, которая автоматически включает стояночный тормоз и отключает гидросистему в том случае, если оператор покинул кабину, не поставив машину на тормоз. Также имеется функция возврата в центр, которая автоматически выравнивает рамы шарнирно сочлененной машины. Система обзора зоны работ обеспечивает дополнительный обзор благодаря камере заднего вида и цветному монитору в кабине.

Ассортимент, выпускаемый компанией Volvo Construction Equipment, включает легкие (G60, G66, G80, G86), средние (G710B, G720B, G726B, G730B, G740B, G746B, G780B) и тяжелые (G930, G940, G946, G960, G970, G976, G990) автогрейдеры. Автогрейдеры оснащаются автоматической или гидрообъемной трансмиссиями, электронными системами контроля состояния узлов и агрегатов.

Корпорация Komatsu имеет заводы, расположенные в Японии, США, Канаде, Великобритании, Германии, Италии, Бразилии, Китае, Индии, Тайланде и Индонезии, на которых осуществляется выпуск техники различного назначения: **автогрейдеры Komatsu** среднего класса GD555-3, GD655-3, GD675-3, тяжелого класса GD-750A-1 (рис. 5.11, а), GD825A-2, а также модели 830, 850 и 870 серий В и С (компании Galion). Все модели имеют полноприводную версию.

Коробка передач Komatsu HYDROSHIFT состоит из планетарных передач, снабжена гидравлическим приводом и имеет многодисковое сцепление с принудительной смазкой. Переключение скоростей и изменение направления движения производится при помощи одного рычага. Наличие педали толчкового хода обеспечивает точность вы-

полнения чистовой обработки поверхности грунта. Широкий диапазон передач (8 передних и 8 задних) обеспечивает выполнение всех возможных видов работ. Для предотвращения непреднамеренного пуска машины предусмотрено устройство блокировки переключения передач и переключатель перевода двигателя в нейтраль.



Рис. 5.11. Автогрейдер Komatsu GD-750A-1:
а – общий вид; *б* – пневматическая тормозная система

На машине установлена гидравлическая система рулевого управления с полноповоротным клапаном, два рулевых гидроцилиндра, которые приводятся в действие непосредственно от рулевой сошки. Максимальный угол поворота передних колес влево и вправо составляет 50° . Рамы машины сочленяются посредством двух гидроцилиндров. Передняя и задняя рамы имеют квадратное сечение и представляют собой сварные конструкции из стального листа, соединенные шкворнем. Внутри конструкции передней рамы размещаются гидравлические трубопроводы. Возможность подрезки насыпи под углом 90° достигается за счет того, что приводимый в действие гидравлической системой отвал может устанавливаться под прямым углом с любой стороны.

На ряде автогрейдеров применена пневматическая тормозная система (рис. 5.11, *б*) с маслоохлаждаемыми тормозами дискового типа, которые рассчитаны на длительную эксплуатацию без регулировки. На случай аварийного торможения предусмотрены дублирующие контуры торможения. Маслоохлаждаемые дисковые тормоза (рис. 5.12) включают стояночные 1 и рабочие 2 тормоза, фрикционные диски 3 и стальные пластины 4, приводные пружины 5, а также места подвода и сброса охлаждающего масла. Погруженные в масляную ванну тормозные накладки сводят к минимуму износ деталей, а высокая степень герметичности защищает от попадания внутрь таких абразивных частиц, как пыль, песок, почва.

Еще одним ведущим производителем дорожно-строительной техники является компания Terex, которая выпускает четыре основные модели: TG110 – легкий, TG150 – средний, TG190 и TG230 – тяжелые автогрейдеры.

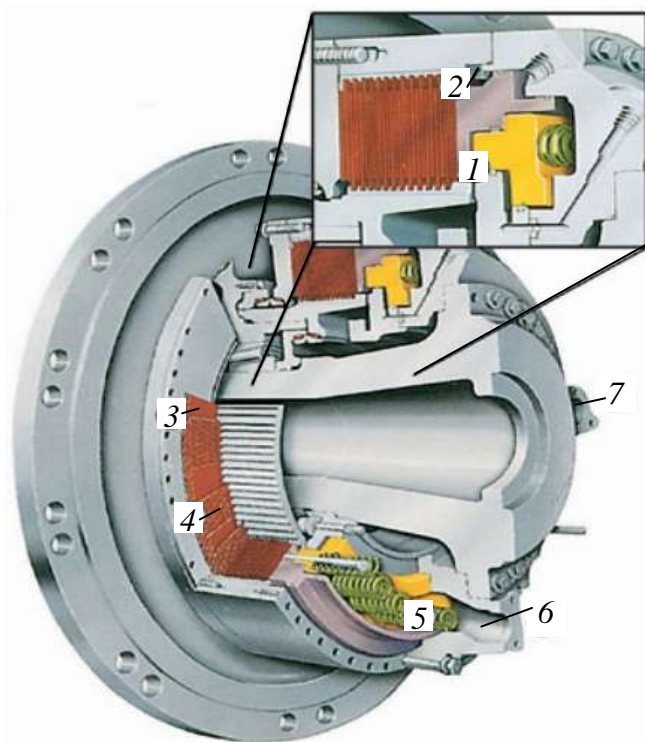


Рис. 5.12. Маслоохлаждаемые дисковые тормоза: 1 – стояночный тормоз / дополнительный поршень; 2 – рабочий тормоз / поршень замедлителя; 3 – фрикционные диски; 4 – стальные пластины; 5 – приводные пружины; 6 – подача охлаждающего масла; 7 – сброс охлаждающего масла

Кроме основного рабочего органа автогрейдеры могут быть оснащены дополнительными сменными рабочими органами – бульдозерным оборудованием в виде отвала 1 (рис. 5.13) со съемными ножами б, предназначенного для разравнивания грунта, засыпки траншей, распределения строительных материалов, удлинителем грейдерного отвала (рис. 5.7, е) для увеличения ширины захвата, откосниками (укрепляемыми на отвале) для планирования откосов насыпей (выемок) и очистки канав, кирковщиком (рыхлителем) для взламывания дорожных покрытий и рыхления плотных грунтов. Бульдозерные отвалы навешиваются спереди машины по средствам рамы 2, тяг 4, гидроцилиндра 5 и оси 3.

Оборудование рыхлительное (рис. 5.14) состоит из рыхлителя 3 и рамы 2, закрепленной на автогрейдере при помощи тяг 1, оси 5 и гидроцилиндра 4. Оно может навешиваться как спереди, так и сзади машины, а также непосредственно на грейдерны. Управление бульдозерным отвалом и кирковщиком осуществляется гидроцилиндрами двойного действия.

Бортовые передачи автогрейдеров бывают двух типов – в виде бортовых редукторов (у легких и средних автогрейдеров) и отдельных ведущих мостов (у тяжелых автогрейдеров).

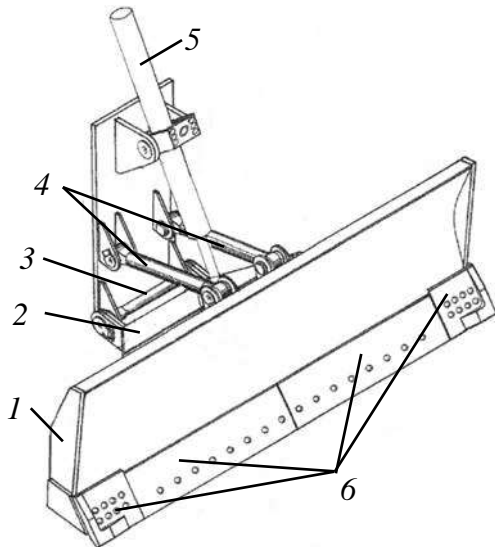


Рис. 5.13. Оборудование бульдозерное:
1 – отвал; 2 – рама; 3 – ось;
4 – тяги; 5 – гидроцилиндр; 6 – ножи

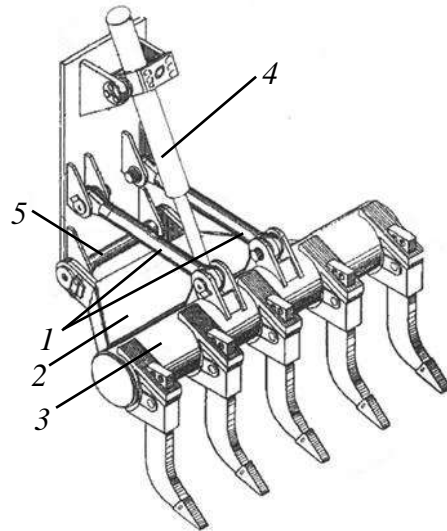


Рис. 5.14. Оборудование рыхлительное:
1 – тяга; 2 – рама; 3 – рыхлитель;
4 – гидроцилиндр; 5 – ось

Эксплуатационная производительность автогрейдера при возведении земляного полотна определяется по формуле, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$\Pi_3 = \frac{3600LFK_B}{2L\left(\frac{n_k}{v_k} + \frac{n_{\text{п}}}{v_{\text{п}}} + \frac{n_o}{v_o}\right) + 2t(n_k + n_{\text{п}} + n_o)}$$

где L – длина планируемого участка, м;

F – площадь сечения насыпи, м^2 ;

K_B – коэффициент использования рабочего времени ($K_B = 0,8-0,9$);

$n_k, n_{\text{п}}, n_o$ – число проходов при копании, перемещении грунта и отделочных работах;

$v_k, v_{\text{п}}, v_o$ – скорость движения автогрейдера при копании (I передача $v_k = 0,7-1,1$ м/с), перемещении грунта (II передача $v_{\text{п}} = 1,1-1,5$ м/с) и отделочных работах (III передача $v_o = 2,2-2,5$ м/с).

t – продолжительность одного поворота в конце участка ($t = 400-600$ с).

Число проходов при копании грунта

$$n_k = \frac{FK_{\text{пк}}}{2S},$$

где $K_{\text{пк}}$ – коэффициент перекрытия проходов при копании, $K_{\text{пк}} = 1,7$;

S – сечение стружки в плотном теле.

$$F = B_{\text{ср}}H,$$

где $B_{\text{ср}}$ – средняя ширина земляного полотна, м;

H – высота насыпи, м.

Площадь сечения стружки в плотном теле определяется по формуле

$$S = hL_0 \sin(\alpha) \sin(\delta)$$

где h – глубина резания, м;

L_0 – длина отвала, м;

α – угол захвата при резании грунта, град;

δ – угол резания, град.

Число проходов при перемещении грунта

$$n_{\Pi} = n_{\kappa} \frac{l_0}{l_{\Pi}} K_{\Pi\Pi},$$

где l_0 – средняя длина перемещения грунта, м;

l_{Π} – длина перемещения за 1 проход, м ($l_{\Pi} = L \sin(\alpha)$);

$K_{\Pi\Pi}$ – коэффициент перекрытия проходов ($K_{\Pi\Pi} = 1,15$).

Число отделочных проходов n_0 принимается равным $0,5n_{\Pi}$.

При выполнении планировочных работ производительность определяется по формуле, м²/ч

$$\Pi = 3600K_{\text{в}}(L_0 \sin(\alpha) - b)v_{\Pi} / n,$$

где b – ширина перекрытия смежных полос (0,3–0,5 м);

n – необходимое число проходов: при ручном управлении (4–6), при автоматизированном – (2–4).

В таблице приведены исходные данные для расчета.

В лабораторной работе необходимо произвести анализ влияния длины рабочего участка L , глубины резания h и угла захвата при резании грунта α на эксплуатационную производительность автогрейдера.

Показатель	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина рабочего участка L , м	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Длина отвала L_0 , м	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
Ширина земляного полотна $B_{\text{ср}}$, м	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
Высота насыпи H , м	0,25	0,3	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
Глубина резания h , м	0,05	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,08	0,07	0,06
Средняя длина перемещения грунта l_0 , м	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
Угол захвата при резании α , град	30	20	25	35	40	45	30	35	40	45
Угол резания δ , град	35	30	40	45	33	42	30	20	40	35

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить устройства и принципы работы автогрейдеров.
2. На основе учебных макетов и методической литературы изучить назначение, устройство и конструктивные особенности основного и дополнительного оборудования автогрейдеров.
3. В соответствии с заданием осуществить расчет производительности грейдера.

Содержание отчета по лабораторной работе:

1. Раскрыть цель, вычертить принципиальные схемы автогрейдеров, указать наименование основных узлов, описать их назначение и конструктивные особенности.
2. Привести методику, произвести расчет и построить графические зависимости $P_3 = f(L)$, $P_3 = f(h)$ и $P_3 = f(\alpha)$. Для определения зависимостей выбираем по две точки в сторону увеличения и уменьшения от табличных значений параметров L , h и α со следующим шагом: $\Delta L = \pm 50$ м, $\Delta h = \pm 0,01$ м, $\Delta \alpha = \pm 2,0^\circ$.
3. На основе анализа полученных результатов сформулировать выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды работ, выполняемые автогрейдером.
2. Основные узлы автогрейдера.
3. Типы рабочего оборудования.
4. Степени свободы грейдерного отвала.
5. Пути повышения устойчивости автогрейдера при работе на склонах.
6. Особенности конструкции переднего управляемого моста.
7. Особенности конструкции заднего моста автогрейдера.
8. Дополнительное оборудование автогрейдера.
9. Влияние основных параметров автогрейдера на его производительность.

Лабораторная работа № 6 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЭКСКАВАТОРОВ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, устройство и рабочие процессы экскаваторов, начертить принципиальную конструктивную схему, привести краткую техническую характеристику.

Применяемое оборудование: подборка плакатов (экскаваторы).

Подготовка к занятию: изучить классификацию и устройство экскаваторов.

Экскаватор – это землеройная машина для разработки грунта и перемещения его в отвал или погрузки в транспортные средства.

Наибольшее распространение получили одноковшовые экскаваторы, которые более универсальны. Одноковшовый экскаватор (от латинского *excavo* – долбить) – это самоходная землеройная машина с рабочим органом в виде ковша, предназначенная для разработки грунтов и их перемещения в транспортное средство или в отвал.

Рабочий процесс одноковшового экскаватора состоит из последовательно выполняемых операций: отделение грунта от массива; заполнение им ковша; транспортирование грунта в ковше к месту разгрузки; разгрузка грунта из ковша; возвращение ковша на исходную позицию. Экскаваторы, имеющие два и более видов рабочего оборудования, называются универсальными.

Экскаватор снабжен рабочим и силовым оборудованием, установленным на поворотной платформе. Эта платформа с помощью опорно-поворотного устройства опирается на ходовую часть. Если поворотная часть с рабочим оборудованием может совершать в горизонтальной плоскости круговое движение в любом направлении на угол более 360° , то экскаваторы называют полноповоротными; если менее 360° – неполноповоротными.

Рабочим оборудованием называется часть экскаватора, предназначенная для выполнения определенной работы: копания грунта, подъема и перемещения грузов или сыпучих материалов, забивки свай, планировки и т. д. Для выполнения мелиоративных работ на экскаваторах чаще всего устанавливают следующие **виды сменного рабочего оборудования** (рис. 6.1): обратная лопата, драглайн, грейфер и т. п.

При работе с этим оборудованием место разработки грунта находится в основном ниже уровня размещения экскаватора. Рабочий орган этих видов оборудования – ковш. Он может иметь сменные зубья, днище с полукруглой или прямой режущей кромкой. Применяют так-

же рабочее оборудование узкоспециального назначения: корчеватель пней, копер для забивания свай, каток для укатки грунта на откосах насыпей.

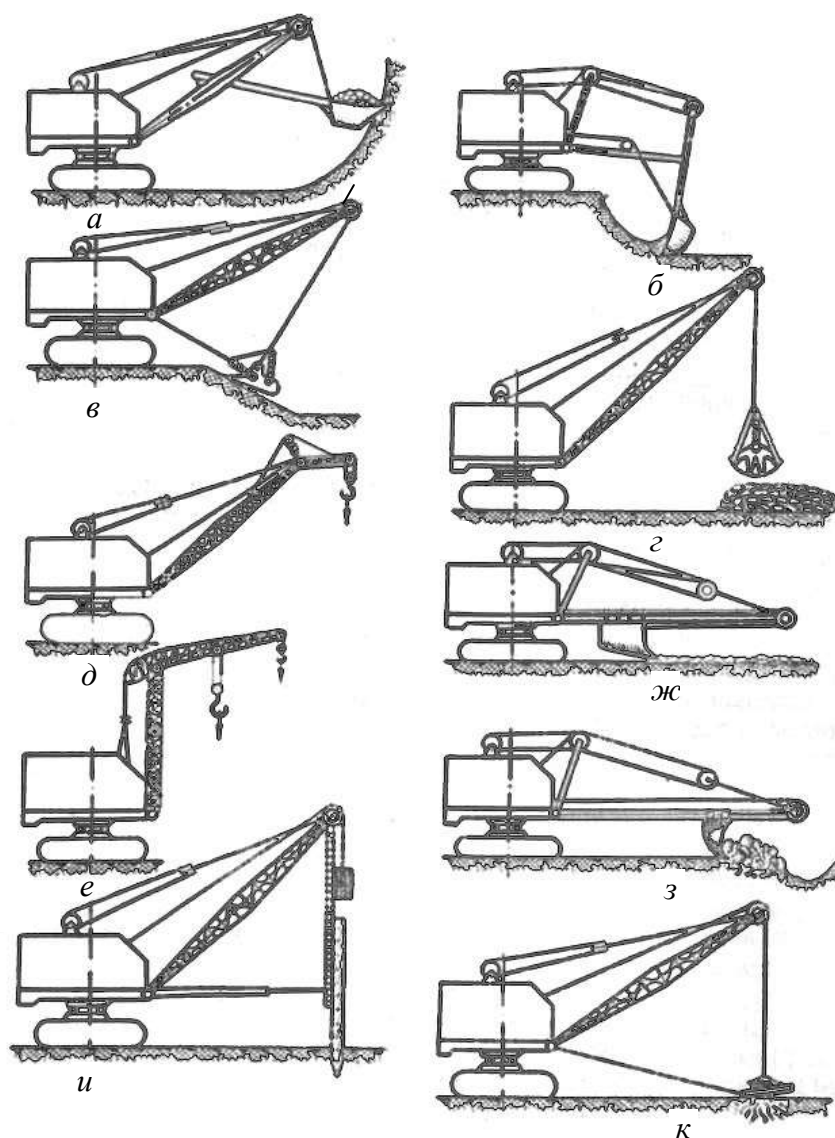


Рис. 6.1. Виды сменного рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов:
a – прямая лопата; *б* – обратная лопата; *в* – драглайн;
г – грейфер; *д* и *е* – кран; *ж* – струг; *з* – скребок; *и* – копер; *к* – корчеватель

Среди рабочего оборудования наибольшее распространение получила **обратная лопата**, представляющая собой ковш 5 жестко закрепленный на конце рукояти 4, которая шарнирно соединена с поворотной платформой (рис. 6.2 *a, б*).

В верхней части рукояти установлен амортизатор. Стрелу 7 с рукоятью и ковшом подвешивают к двуногой стойке на стрелоподъем-

ном полиспасти, а к ковшу через блоки прикрепляют тяговый канат 6. Для уменьшения усилия в подъемном канате 3, приводимым в движение главной лебедкой 1, устанавливают дополнительную стойку с блоком 2. Разгружают ковш, поднимая его в верхнее положение при ослаблении тягового каната и одновременно подтягивая подъемный. Управляют ковшом через барабаны подъема стрелы и тяговый канат 6. На рукояти имеются отверстия 9 для изменения угла резания. Экскаваторы с малой вместимостью ковша (до 0,4 м³) комплектуют унифицированным оборудованием, позволяющим работать как обратной лопатой, так и прямой (работа «от себя»). Это оборудование используют при разработке грунта, расположенного выше уровня размещения экскаватора.

Рабочее оборудование драглайна состоит из ковша 5 (рис. 6.2, в, з), решетчатой стрелы 7, направляющих блоков тягового каната (наводки) у основания стрелы, стрелоподъемного полиспаста и канатов: подъемного 3, разгрузочного 11 и тягового 6. Ковш подвешен на цепях 13. Разгрузочный канат прикреплен одним концом к втулке тягового каната, другим, огибающим разгрузочный блок 12, к арке ковша.

Стрелу закрепляют на поворотной платформе пятой и подвешивают к двухногой стойке на стрелоподъемном полиспасти, состоящем из головных блоков стрелы и блоков стойки. Нормальный угол наклона стрелы составляет 70–45°, во время работы экскаватора наклон стрелы не изменяется. Длина стрелы может быть увеличена за счет дополнительных вставок между верхней и нижней ее частями. Угол резания ковша зависит от высоты крепления тяговой цепи на ковше. Угол наклона днища ковша к горизонту в подвешенном состоянии с грунтом регулируют изменением длины разгрузочного каната.

Грейфер (рис. 6.2, д) состоит из унифицированной с драглайном решетчатой стрелы 7, грейферного ковша 16, стрелового 10, поддерживающего 17 и замыкающего 15 канатов, успокоительного приспособления с оттяжным канатом 18, подвижным грузом 19 на направляющих и блоков. На экскаваторах применяют двухканатные двухчелюстные грейферные ковши. Челюсти ковша соединены шарниром, к которому прикреплена подвижная головка с нижней обоймой полиспаста замыкающего каната. Поддерживающий канат 17 закреплен на верхней головке грейфера. Наклон стрелы при работе грейфером составляет 40–70°.

Для удовлетворительной работы грейфера масса его ковша должна быть равна массе захватываемого материала, поэтому при работе

грейфера с различными материалами массу его изменяют, навешивая специальные грузы на нижнюю головку.

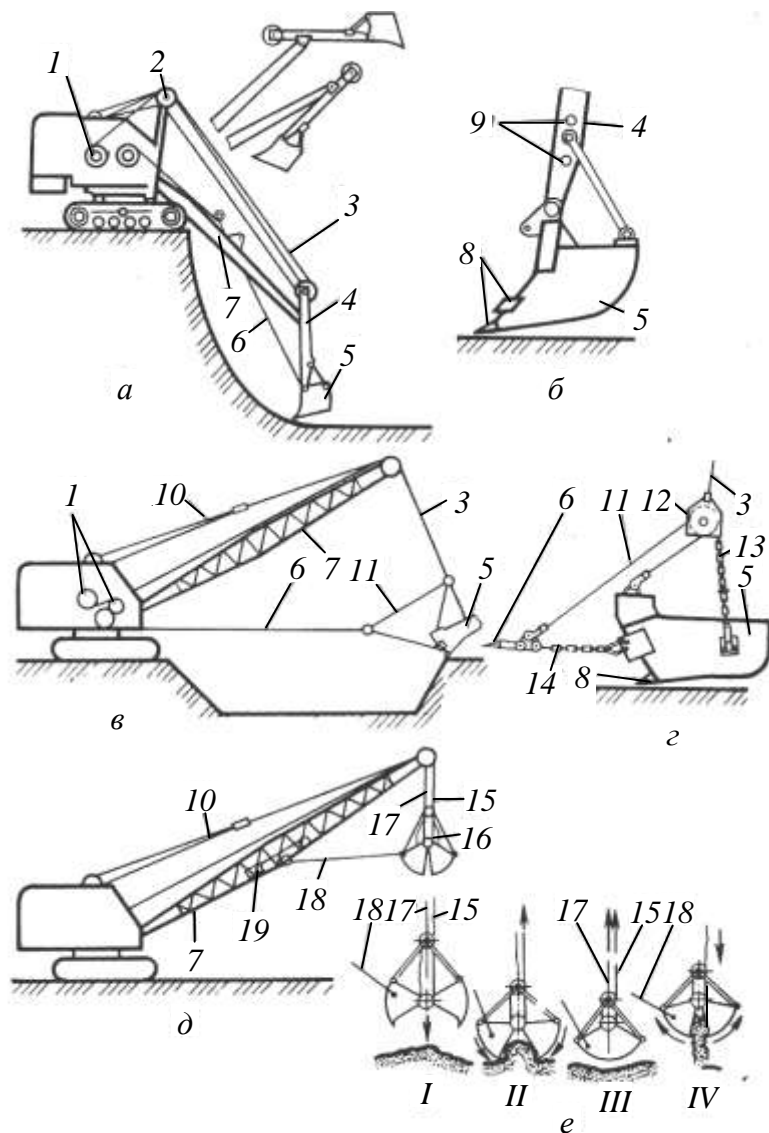


Рис. 6.2. Рабочие органы одноковшовых экскаваторов:
a – обратная лопата; *б* – ковш обратной лопаты; *в* – драглайн; *г* – ковш драглайна;
д – грейфер; *е* – рабочий цикл грейфера; *I* – опускание; *II* – наполнение;
III – подъем; *IV* – разгрузка; *1* – главная лебедка; *2* – блок дополнительной
стойки; *3* – подъемный канат; *4* – рукоятка; *5* – ковш; *6* и *10* – тяговый
и стреловой канаты; *7* – стрела; *8* – ножи; *9* – регулировочные отверстия;
11 и *15* – разгрузочный и замыкающий канаты; *12* – разгрузочный блок;
13 – цепь; *14* – тяговые цепи; *16* – грейферный ковш; *17* и *18* – поддерживающий
и оттяжной канаты; *19* – груз успокоителя

Наибольшее распространение при выполнении дорожно-строительных работ получил одноковшовый универсальный гидрав-

лический неполноповоротный экскаватор навешен на колесный трактор. Машина снабжена рабочим оборудованием двух видов: экскаваторным и бульдозерным.

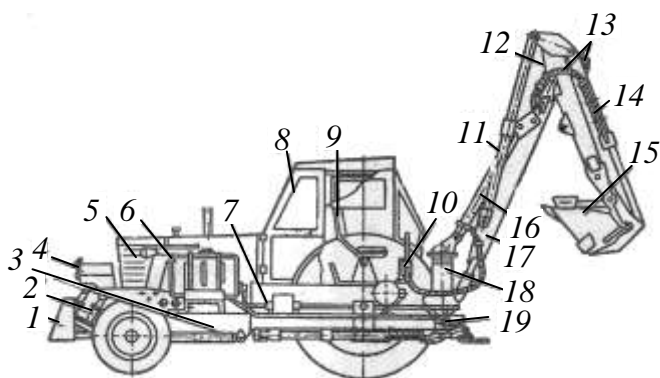


Рис. 6.3. Одноковшовый экскаватор ЭО-2621А:
 1 – отвал бульдозера; 2 – гидроцилиндр отвала;
 3 – рама навески; 4 – бак; 5 – базовый трактор;
 6 – масляный бак с фильтром; 7 – гидронасос;
 8 – кабина; 9 – поворотное сиденье;
 10 – гидрораспределитель; 11 – гидроцилиндр
 рукояти; 12 – рукоять; 13 – соединительные
 трубопроводы; 14 – гидроцилиндр ковша;
 15 – ковш; 16 – гидроцилиндр стрелы;
 17 – стрела; 18 – поворотная колонка;
 19 – гидроцилиндры аутригеров

оборудование с гидроцилиндром 2, топливный 4 и масляный 6 баки, гидронасос 7. Экскаваторное оборудование навешивается на поворотной колонке 18 и состоит из стрелы 17, рукояти 12 и унифицированного ковша 15 обратной или прямой лопаты, соединительных трубопроводов 13. Кроме того, экскаватор может быть оснащен погрузочным ковшом повышенной вместимости, грейферным оборудованием, обратной лопатой со смещенной осью копания, крановой подвеской, вилами. Управление оборудованием осуществляется с помощью соответствующих рычагов, связанных с гидрораспределителем 10, и гидроцилиндров 16, 11, 14.

Рычаги управления экскаватором находятся в кабине 8 на двух пультах. На одном из них, расположенном в передней части кабины, расположены рычаги управления отвалом бульдозера и выносными опорами; на втором, расположенном сзади, – управление рабочим оборудованием экскаватора. Положение поворотного сиденья 9 можно изменять в зависимости от вида работы.

Экскаватор ЭО-2621

(рис. 6.3) оснащен ковшом 15 обратной лопаты и бульдозерным отвалом 1. К остову трактора 5 крепится обвязочная рама навески 3. В ней установлена поворотная колонка 18 с цепным механизмом поворота. Для обеспечения устойчивости экскаватора в работе и снижения нагрузок на оси трактора при работе к раме прикреплены опорные башмаки (аутригеры), привод которых осуществляется гидроцилиндрами 19. В передней части экскаватора располагается бульдозерное

Кинематические схемы основного рабочего оборудования гидравлических экскаваторов весьма разнообразны. Различные сочетания рычажных и гидравлических звеньев позволяют получить только для рабочего оборудования обратной лопаты более 30 схем. Некоторые из них показаны на рис. 6.4. Наиболее распространены схемы рабочего оборудования обратной лопаты с четырехзвенными механизмами (цилиндры 2, 3 стрелы 7 и рукояти 5 располагаются над продольной осью стрелы).

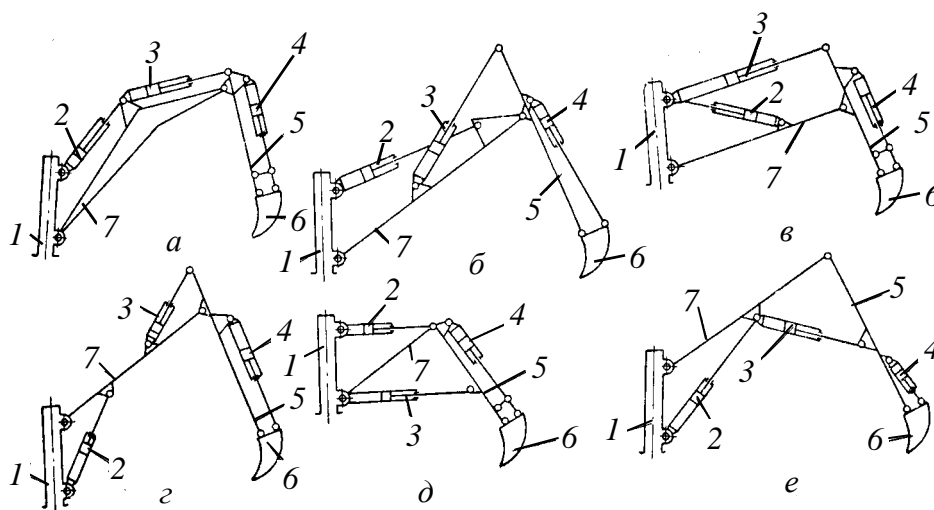


Рис. 5.4. Характерные кинематические схемы рабочего оборудования обратной лопаты гидравлических экскаваторов:

- а, б, в* – с двухплечей рукоятью и верхним расположением цилиндра стрелы;
 - г* – с двухплечей рукоятью и нижним расположением цилиндра стрелы;
 - д* – с одноплечей рукоятью и верхним расположением цилиндра стрелы;
 - е* – с одноплечей рукоятью и нижним расположением цилиндра стрелы;
- 1* – колонка поворота; *2, 3, 4* – цилиндры; *5* – рукоять; *6* – ковш; *7* – стрела

Механизмы привода рукояти различаются расположением точек крепления цилиндров привода рукояти: цилиндр крепится на стреле (рис. 6.4, *а, б, г, е*) или на платформе (рис. 6.4, *в, д*) и конструкцией самой рукояти (одноплечая или двухплечая, рис. 6.4 *а, б, в, г*).

Применение четырехзвенных механизмов с верхним расположением цилиндров (рис. 6.4, *а, б, в, д*) исключает возможность ударов цилиндров о грунт при максимальной глубине копания и выгрузке в транспорт, а также уменьшает загрязнение цилиндров. Однако усилия при подъеме стрелы не достигают своего максимального значения, так как в этом случае при подъеме работает штоковая полость. При расположении цилиндра под стрелой (рис. 6.4, *г, е*) более рационально

используется бесштоковая полость стрелового цилиндра при подъеме рабочего оборудования.

Из механизмов привода ковшей наибольшее распространение получила схема с шестизвенным механизмом поворота ковша, что обеспечивает угол его поворота до 180° .

Механизмы поворота рабочего оборудования относительно вертикальной оси гидравлических экскаваторов довольно разнообразны по конструкции. На полноповоротных экскаваторах привод осуществляется от высокомоментных или низкомоментных двигателей. На неполноповоротных применяются схемы: рычажные с одним или двумя цилиндрами; с гибкой связью (канатные, цепные или канатно-цепные); с реечно-зубчатой передачей (с рейкой на цилиндре или рейкой на штоке); с высокомоментным гидромотором. На рис. 6.5 показаны *схемы* некоторых из них.

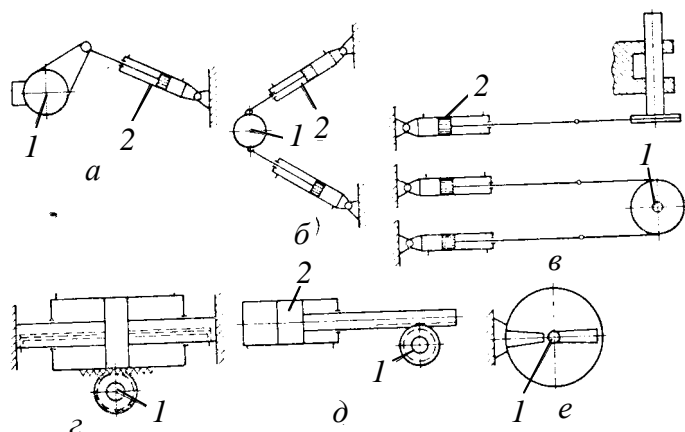


Рис. 5.5. Варианты схем поворотных механизмов гидравлических экскаваторов:

- a* – рычажный с одним цилиндром; *б* – рычажный с двумя цилиндрами; *в* – с гибкой связью;
- г*, *д* – с реечно-зубчатой передачей;
- е* – с высокомоментным гидродвигателем; 1 – ось колонки; 2 – силовые цилиндры

Наиболее прогрессивным конструктивным решением является решение механизма поворота с высокомоментным гидромотором, который может обеспечить любой угол поворота рабочего оборудования, регулирование крутящего момента и скорости поворота, а также компактность конструкции и надежность действия.

Большое влияние на режим поворота оказывают различные устройства для торможения.

Почти все гидравлические навесные экскаваторы снабжаются выносными опорами, которые повышают устойчивость при поперечных уклонах и расширяют эксплуатационные возможности машины.

Рабочий цикл экскаватора состоит из последовательных операций копания грунта (резания с набором грунта в ковш), подъема и поворота ковша из забоя, выгрузки грунта на транспортные средства или в отвал и обратного поворота и опускания в забой. После разработки забоя на величину радиуса действия, определяемого длиной рабочего

оборудования, экскаватор передвигается на новое место работы. Длина передвижки колеблется в зависимости от вида рабочего оборудования и типоразмера экскаватора. Для лопаты максимальная длина передвижки равна примерно трети продольной опорной базы ходового оборудования.

Теоретическая производительность одноковшового экскаватора определяется по формуле, м³/ч

$$\Pi = 3600V_{\Gamma} / T_{\text{ц}},$$

где V_{Γ} – геометрическая вместимость ковша, м³;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла экскаватора, с.

На практике число рабочих циклов экскаватора в час n составляет 90–270, тогда

$$T_{\text{ц}} = 3600 / n.$$

Техническая производительность определяется по формуле

$$\Pi_{\text{тех}} = \Pi \sum f_i = \Pi f_1 f_2 f_3 f_4 f_5 f_6,$$

где f_1 – коэффициент, учитывающий глубину копания ($f_1 = 0,82$);

f_2 – коэффициент, учитывающий угол поворота рабочего органа при разгрузки ($f_2 = 1$);

f_3 – коэффициент, учитывающий условие разгрузки ($f_3 = 0,9$);

f_4 – коэффициент, учитывающий состояние режущей кромки и зубьев ковша ($f_4 = 0,75$);

f_5 – коэффициент, учитывающий установку стрелы ($f_5 = 1$);

f_6 – коэффициент, учитывающий тип транспортного средства ($f_6 = 0,88$).

Эксплуатационная производительность одноковшового экскаватора, м³/ч, определяется в соответствии с формулой

$$\Pi_{\text{э}} = \frac{\Pi_{\text{тех}} K_{\text{в}} K_{\text{н}} K_{\text{т}} f_7}{K_{\text{р}}},$$

где $K_{\text{в}}$ – коэффициент использования машины по времени, $K_{\text{в}} = 0,75–0,9$;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент наполнения ковша;

$K_{\text{т}}$ – коэффициент влияния тяжести разработки;

f_7 – коэффициент, учитывающий квалификацию оператора, $f_7 = 1$;

$K_{\text{р}}$ – коэффициент разрыхления грунта.

Значения коэффициентов $K_{\text{в}}$, $K_{\text{р}}$, $K_{\text{т}}$ приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Значения коэффициентов K_v , K_p , K_t

Категория грунта	Тип грунта	Значение коэффициентов		
		K_n	K_p	K_t
I	Пески, легкие супесь	1,05	1,10	1,00
II	Тяжелые супеси, легкие суглинки	1,00–1,05	1,20	0,95
III	Тяжелые суглинки	0,90	1,25	0,80
IV	Глины	0,85	1,30	0,70

Исходные данные к расчету эксплуатационной производительности приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Исходные данные к расчету

Показатели	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вместимость ковша, м ³	0,40	0,30	0,35	0,60	0,65	0,5	0,55	1,25	1,30	1,40
Категория грунта	I	II	III	IV	IV	III	II	I	IV	III
Число рабочих циклов в час	90	120	150	180	210	240	270	120	180	240

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить устройство и принципы работы одноковшового экскаватора.

2. На основе учебных макетов и методической литературы изучить назначение, устройство и конструктивные особенности технологического оборудования экскаватора.

3. В соответствии с заданием произвести расчет производительности одноковшового экскаватора.

Содержание отчета по лабораторной работе:

1. Раскрыть цель, вычертить принципиальные схемы экскаваторов, указать наименование основных узлов, описать их назначение и конструктивные особенности.

2. Построить расчет, построить и произвести анализ графических зависимостей $\Pi_3 = f(V_r)$ и $\Pi_3 = f(T_{ц})$. При расчетах использовать шаг счета $\Delta V_r = \pm 0,1 \text{ м}^3$, $\Delta T_{ц} = \pm 5 \text{ с}$ от табличных значений заданного варианта (табл. 6.1).

3. На основе анализа полученных результатов сформулировать выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды работ, выполняемые экскаватором.

2. Основные параметры одноковшовых экскаваторов.
3. Виды сменного рабочего оборудования.
4. Узлы и агрегаты гидравлического одноковшового экскаватора.
5. Кинематические схемы рабочего оборудования гидравлических экскаваторов.
6. Принципиальные схемы поворота гидроманипулятора.
7. Отличительные особенности «прямой» и «обратной» лопат.
8. Особенности работы драглайна.

Лабораторная работа № 7

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ МАШИН СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ И ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Цель работы: изучить назначение, классификацию, устройство и рабочие процессы машин статического и динамического уплотнения грунтов и дорожных покрытий, начертить принципиальную конструктивную схему, привести краткую техническую характеристику.

Применяемое оборудование: подборка плакатов (катки, виброплиты).

Подготовка к занятию: изучить классификацию и устройство машин статического и динамического уплотнения грунтов и дорожных покрытий.

Уплотнение дорожных оснований и покрытий может осуществляться укаткой и вибрационными методами. Применяемые для этого средства механизации могут разделяться на катки и вибрационные машины. При строительстве дорог наибольшее распространение нашли катки.

Они являются только самоходными дорожными машинами. На некоторых гладких катках один из валцов при помощи специального механизма вводится в состояние колебательных движений. Такие катки называются вибрационными в отличие от обычных, называемых катками статического действия.

Вибрационные катки применяются главным образом для уплотнения покрытий, устраиваемых из цементобетонных смесей.

Катки на пневматических шинах с успехом используются при уплотнении щебеночных и гравийных дорожных оснований. В отличие от катков с гладкими валцами эти катки не дробят щебень и поэтому уплотняют смеси, состоящие из слабых каменных материалов. Кроме того, при движении пневмокатков уплотняемый материал получает более равномерное обжатие, что уменьшает его склонность к волнообразованию.

Для получения ровного и плотного дорожного покрытия удельное давление на грунт не должно превышать допустимых пределов. Эти пределы для катков с гладкими жесткими валцами даны в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Допускаемые значения удельных давлений в МПа при укатке слоев различных материалов

Вид уплотняемого материала	Вначале уплотнения	В конце уплотнения
Щебеночное основание	0,6–0,7	3,0–4,5
Гравийное основание	0,4–0,6	2,5–3,0
Асфальтобетон горячий	0,4–0,5	3,0–3,5
Грунт, укрепленный цементом	0,3–0,5	4,0–4,5
Грунт, укрепленный битумом	0,3–0,4	1,0–1,5

При уплотнении дорожных оснований и покрытий катками на пневматических шинах давление в них вначале укатки устанавливается равным 0,2–0,3 МПа, а в конце – 0,55–0,60 МПа. По мере уплотнения толщину уплотняемого слоя следует выбирать в зависимости от удельного линейного давления (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Оптимальная толщина укатываемого слоя, см

Удельное линейное давление Н/см	Щебень и гравий	Битумощебеночные и битумогравийные смеси	Асфальт
200–400	8–2	6–7	4–5
410–600	12–15	8–10	5–6
610–800	15–20	10–21	6–8

Катки с гладкими металлическими вальцами (рис. 7.1, в) имеют конструкцию основных частей, зависящую от числа осей. Вальцы катков выполняют цельнолитыми из чугуна или стали, а также сварными, состоящими из обода, дисков и ступицы. Для снижения металлоемкости вальцы часто изготавливают полыми (полости заполняют песком).

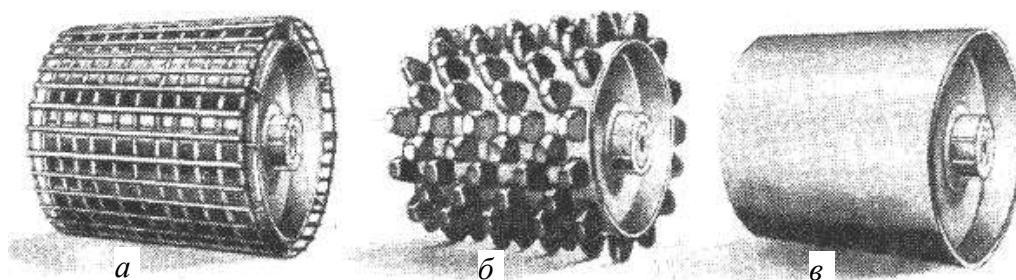


Рис. 7.1. Вальцы: а – решетчатый; б – кулачковый; в – гладкий

Передние (направляющие) вальцы могут выполняться разрезными, состоящими из двух одинаковых частей. В результате при поворотах каждая часть вращается со своей скоростью, что улучшает ров-

ность поверхности (из-за уменьшения сдвигов материала) и уменьшает сопротивление повороту, а это важно при уплотнении асфальтобетонных покрытий.

Вибрационный каток ДУ-10А (рис. 7.2) предназначен для уплотнения асфальтобетонных и мелкогравийных дорожных одежд при строительстве и ремонте дорог, проездов, площадок и др. Обладая небольшой массой и компактностью, каток, благодаря вибровальцу, превосходит по эффективности и качеству уплотнения катки статического действия с массой 8–10 т и может быть использован в стесненных условиях работы.



Рис. 7.2. Вибрационный каток ДУ-10А:

1 – рама; 2 – направляющий валец;

3 – вибровалец; 4 – поворотная вилка

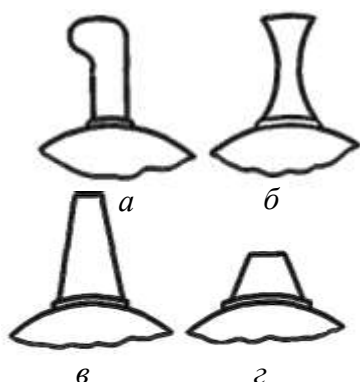
ки 4; задний валец – ведущий, может принудительно совершать виброколебания, приводится в действие от двигателя, расположенного сзади катка в поперечном направлении относительно оси машины. Вибровалец является основным рабочим органом виброкатка. В корпусе вибровальца смонтированы одноступенчатый редуктор, тормоз и вибровал, который приводится во вращение от двигателя через клиноременную передачу. Вибровалец имеет амортизатор, чтобы вибрация не передавалась на раму катка.

Катки с фигурными кулачковыми вальцами (рис. 7.1, б) являются самыми распространенными для уплотнения грунта. Они представляют собой полые гладкие металлические вальцы (диаметром 1,0–2,6 м), к внешней поверхности которых приварены уплотняющие кулачки (в шахматном порядке). Кулачковые вальцы имеют загрузочный люк для заполнения балластом (камнем, грунтом и др.).

Гладкие вальцы уплотняют грунт от поверхности в глубь слоя, кулачковые вальцы начинают уплотнение на глубине, наращивая его в направлении к поверхности. Поэтому на контактных площадках кулачков с грунтом должно быть достаточное давление для их погружения. Кулачки могут иметь различную форму. Они должны обеспечивать уплотнение на максимальную толщину отсыпаемого грунта и

минимальное разрыхление поверхностного слоя при выходе кулачка на поверхность. Наибольшая эффективность достигается при работе на грунтах, если количество кулачков грунтоуплотняющих катков составляет 15–20 для тяжелых и 20–25 – для легких катков на 1 м² поверхности вальца. По давлению катки с кулачковыми вальцами разделяют на легкие (0,4–2,0 МПа), средние (2–4 МПа) и тяжелые (4–10 МПа).

Форма кулачков (рис. 7.3) также влияет на качество уплотнения грунтов. Ранее применялись реверсивные симметричные кулачки, которые хорошо погружались в грунт и выходили из него без излишнего разрыхления поверхности. Однако при работе на связных грунтах



происходит налипание грунта на шейку кулачка. Поэтому в настоящее время используют шиповые и сегментные кулачки, которые обеспечивают ударное воздействие на грунт. Их опорная поверхность имеет круглую, квадратную или эллиптическую формы.

Вальцы с решетчатыми вальцами (рис. 7.1, а) выполнены в виде решетки из прутьев диаметром 30–40 мм (или собранной из литых металлических элементов). Масса катка с балластом составляет 15–30 т при диаметре вальца до 2,5 м и ширине до 3 м. Их используют и для связных, и для несвязных грунтов, обеспечивая уплотнение на глубину до 0,4 м.

Рис. 7.3. Формы кулачков:
 а – односторонняя;
 б – симметричная (реверсивная);
 в – шиповая; з – сегментная

Общая конструктивная схема катка и примерная компоновка его агрегатов приведена на рис. 7.4. **Трехвальный двухосный каток ДУ-50** имеет механическую трансмиссию, которая объединяет в одном блоке реверсивный механизм, коробку передач, дифференциал с блокирующим устройством и тормозное устройство. Передний валец 1 – ведомый, для облегчения поворота катка разделен на две одинаковые секции. Задние вальцы 14 – ведущие, вращаются на общей оси; каждый валец имеет самостоятельный привод. Вальцы литые чугунные, имеют скребок и смачивающее устройство 2 с бачком 6, расположенным под капотом 4. Управление поворотом переднего вальца осуществляется гидравлическим приводом. На раме 18 располагается кабина оператора с педалью сцепления 16, рычагами управления подачей топлива 8, поворотом 9, реверсивным механизмом 10, коробкой передач 11, тормозами 12, а также аккумулятор 13 и бак для топлива 7.

Рулевое управление служит для поворотов катка. Для осуществления поворота приводится во вращение шкворень 3. В результате

связанный с этим шкворнем передний валец *1* поворачивается в горизонтальной плоскости. Привод рулевого управления может быть ручным, механизированным и гидравлическим.

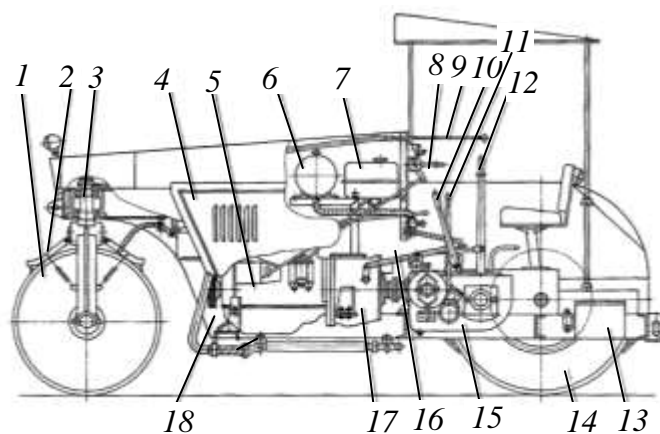


Рис. 7.4. Самоходный статический трехвальцовый двухосный каток ДУ-50 с механической трансмиссией:

- 1* – передний валец; *2* – скребок и смачивающее устройство; *3* – шкворень; *4* – капот;
5 – двигатель, *6* – бачок для смачивающей жидкости; *7* – бак для топлива; *8* – рычаг подачи топлива; *9* – рукоятка управления поворотом;
10 – рычаг переключения реверсивного механизма; *11* – рычаг коробки передач; *12* – тормозной рычаг;
13 – аккумуляторная батарея; *14* – задний валец;
15 – блок трансмиссии; *16* – педаль сцепления;
17 – коробка передач и сцепление; *18* – рама

Вращение коленчатого вала двигателя *5* через муфту сцепления и компенсационную муфту, расположенную в коробке передач *17*, передается на ведущую коническую шестерню блока трансмиссии *15*, которая соединяется с ведомыми коническими шестернями реверсивного механизма. Далее вращение передается дифференциалу *7* и шестерням задних валцов *14*.

Трансмиссии катков выполняются механическими или гидромеханическими. Последние могут быть гидростатическими и с турботрансформаторами.

Наличие турботрансформатора обеспечивает плавное реверсирование движения, что способствует получению ровной поверхности и постоянству режима работы двигателя. Кроме того, здесь облегчается управление и сокращается число ступеней в коробке передач.

На катках, где двигатель имеет муфту сцепления, реверсивный механизм может устанавливаться как перед коробкой передач, так и за ней. При отсутствии муфты сцепления реверсивный механизм располагается перед коробкой. Вообще реверсивный механизм предпочтительнее размещать за коробкой передач, так как в этом случае трансмиссия лучше защищена от перегрузок.

Реверсивный механизм обычно снабжается двумя фрикционными дисковыми муфтами и состоит из конических или цилиндрических шестерен. Управление происходит одним рычагом, причем имеются три положения: нейтральное и включение правой или левой муфты.

В современных катках разных компоновок применяют *различные гидравлические схемы* (рис. 7.5). Нерегулируемый насос и нерегулируемый гидромотор – эта схема аналогична шестеренной передаче. При постоянной частоте вращения входного вала такая гидропередача обеспечивает постоянство мощности и крутящего момента на выходном валу. Если входная частота вращения меняется, мощность и частота вращения на выходном валу будут также изменяться, но крутящий момент остается постоянным.

Более распространенной является схема (рис. 7.5, а) с регулируемым насосом 3 и гидромотором постоянного расхода 4 (нерегулируемым), что позволяет при постоянной частоте вращения двигателя 2, изменять частоту вращения ведущего вальца 5. При этом для обеспечения требуемой величины крутящего момента между гидромотором 4 и ведущим вальцом 5 устанавливают редуктор.

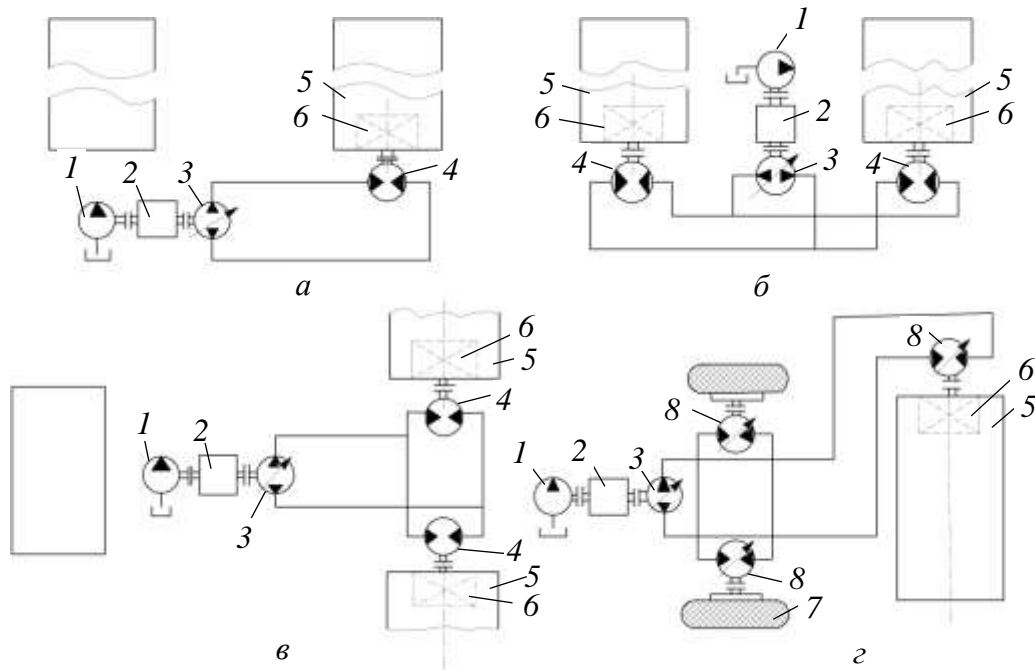


Рис. 7.5. Гидравлические схемы привода передвижения современных дорожных катков: а – двухвальцового с одним ведущим вальцом; б – двухвальцового с двумя ведущими вальцами; в – трехвальцового с задними ведущими вальцами; г – комбинированного с ведущими колесами и рабочим вальцом; 1 – насос управления; 2 – двигатель; 3 – насос переменной подачи; 4 – гидромотор постоянного расхода; 5 – ведущий валец; б – редуктор; 7 – колесо; 8 – гидромотор переменного расхода

Схемы привода двухвальцового катка с двумя ведущими вальцами (рис. 7.5, б) и трехвальцового – с задними ведущими вальцами (рис. 7.5, а), аналогичны и отличаются друг от друга расположением

приводных валцов, а от рассмотренной ранее наличием двух гидромоторов постоянного расхода 4, редукторов 6 и количеством приводных валцов 5.

Схема (рис. 7.6, з) с регулируемым насосом 3 и гидромотором 8 может обеспечивать на выходном валу как постоянный крутящий момент, так и постоянную мощность. По сравнению с другими схемами она более универсальна, но имеет более сложную систему управления. При этой схеме тяговое усилие зависит от скорости, что весьма благоприятно влияет на работу катка. Данная схема широко применяется на катках имеющих приводные валцы 5 и пневматические колеса 7.

Управление объемной гидropередачей обеспечивает контролирование трех параметров: расхода рабочей жидкости, определяющего скорость движения машины; направления потока рабочей жидкости, определяющего направление движения машины; давления рабочей жидкости, определяющего тяговые показатели машины.

Наиболее распространенными для привода ходового оборудования строительных и дорожных машин являются два вида рассмотренных закрытых схем: с регулируемым реверсивным насосом и нерегулируемым гидромотором и с регулируемым реверсивным насосом и регулируемым гидромотором.

Регулируемый реверсивный насос выполняется в одном блоке с гидравлическим вспомогательным управлением. Поворотом специального рычага можно через вспомогательный привод легко перемещать наклонную шайбу насоса, увеличивая или уменьшая его подачу, а также изменять направление потока. Если на машине место машиниста удалено от насоса, применяют рычажные либо тросовые передаточные механизмы, связывающие рычаг управления, расположенный на насосе, и рычаги в кабине.

Примером катка с объемным гидроприводом может служить двух-вальцовый двухосный каток ДУ-42А. Привод осуществляется на оба ведущих и поворотных вальца, состоящих из двух секций. Привод каждой секции индивидуальный, осуществляется от гидромотора типа 210 через конический редуктор и закрытую бортовую передачу. Направление движения катка и бесступенчатое регулирование скорости движения зависят от направления потока рабочей жидкости и подачи насоса.

Объемный гидропривод выполнен по закрытой схеме с подпиткой. В качестве регулируемого насоса установлен аксиально-поршневой насос типа 207 с встроенным гидроусилителем следящего типа. Питание гидроусилителя осуществляется от шестеренного насоса. Для обеспечения нейтрального положения и рабочего режима гид-

ропривода применен двухпозиционный гидрораспределитель. При нейтральном положении полости гидронасоса и гидромоторов соединяются, что облегчает пуск двигателя, обеспечивает остановку катка и возможность его буксирования. Поворотом каждого вальца управляют гидроцилиндрами с помощью двухпозиционного гидрораспределителя. Объемный гидропривод всех вальцов обеспечивает плавность работы катка и высокое качество уплотнения.

Прицепные катки на пневматических шинах применяются для окончательной укатки грунтов после уплотнения кулачковыми катками. Самоходные катки на пневматических шинах используются для уплотнения дорожных оснований и покрытий из гравийных и щебеночных материалов с вяжущими материалами. Основными узлами катков являются рама, двигатель, вальцы, трансмиссия, приспособление для смачивания и очистки вальцов.



Рис. 7.6. Виброплита Wacker BPU 2540A

Виброплиты применяются для уплотнения грунтов и насыпных каменных материалов, балластных отсыпок и засыпанных траншей, фундаментов. Вибрация происходит под действием вибраторов в основном двухдебалансного исполнения. Плита перемещается под действием инерционной возмущающей силы вибратора. **Крупные виброплиты (Wacker BPU 2540A)** снабжены съемными колесами для передвижения (рис. 7.6), привод вибратора осуществляется от двигателя через клиноременную передачу.

Широкую известность приобрели виброплиты немецкой фирмы «WACKER», которые применяются в дорожном и садово-парковом строительстве. Фирма выпускает виброплиты массой от 50 до 800 кг, которые могут оснащаться специальными виброизолирующими ковриками для уплотнения тротуарной плитки, водяными установками для увлажнения поверхности уплотнения асфальтового покрытия, а наиболее тяжелые модели – оборудованием для транспортировки.

Для уплотнения дорожных покрытий на современном этапе применяют навесные трамбовки (виброплита) – это трамбовочное устройство, удовлетворяющее высочайшим требованиям и позволяющее работать в тяжелейших условиях, например виброплита «РТН compactor» (рис. 7.7).



Рис. 7.7. Виброплита «РТН compactor»

Для уплотнения краевых участков можно установить устройство бокового сдвига. Возможна навеска на тракторы, колесные погрузчики, экскаваторы.

В комплект оборудования входит: трехзвенная виброплита; сменная рама с еврозажимом; гидравлическое оснащение с собственным насосом; радиатор с гидравлическим маслом; трехточечная навесная рама для трактора.

По характеру колебаний различают виброплощадки с круговыми гармоническими колебаниями (рис. 7.8, *а*), с вертикально направленными колебаниями рамной (рис. 7.8, *б*) и блочной (рис. 7.8, *в*) конструкции, с горизонтально направленными колебаниями (рис. 7.8, *г*), ударно-резонансные с вертикально (рис. 7.8, *д*) и горизонтально (рис. 7.8, *е*) направленными колебаниями.

Вибрационная площадка с круговыми гармоническими колебаниями (рис. 7.8, *а*) состоит из вибрирующей рамы 1, установленной на упругих опорах 2, с одним рядом вибраторов 3, приводимых во вращение от электродвигателя. Такие виброплощадки удовлетворительно уплотняют бетонную смесь жесткостью до 30 с при изготовлении плоских и нешироких изделий. Простота их конструкции и надежность в работе обеспечили им широкое распространение.

Виброплощадки с вертикально направленными колебаниями (рис. 7.8, *б*, *д*) состоят из жесткой рамы 4 размером на всю виброплощадку или рам 7 для отдельных виброблоков, установленных на упругих опорах 5 с системой вибраторов 6. Силы инерции создаются четным количеством параллельно установленных вибраторов с одинаковыми характеристиками. В виброплощадках с направленными колебаниями вибраторы работают синхронно и синфазно. Если валы вращать в разные стороны, то колебания принимают направленный характер. Наибольшее распространение получили виброплощадки, дебалансные валы которых вращаются в противоположные стороны с одинаковой угловой скоростью. Валы между собой соединяются зуб-

чатыми передачами, что позволяет соблюдать синхронное и синфазное вращение валов.

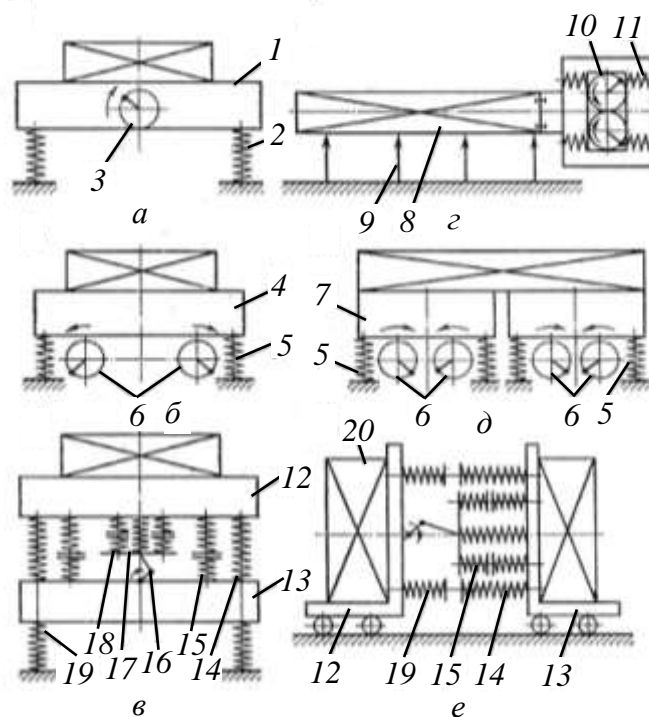


Рис. 7.8. Схемы виброплощадок с различными видами колебаний:
 а – виброплощадка с круговыми гармоническими колебаниями;
 б – виброплощадка с вертикально направленными гармоническими колебаниями рамной конструкции; в – то же, блочной конструкции;
 г – с горизонтальными направленными гармоническими колебаниями;
 д – ударно-резонансная вертикальная; е – то же, горизонтальная;
 1 – вибрирующая рама; 2, 5, 9 – упругая опора; 3, 6, 10 – вибратор; 4, 8 – жесткая рама; 7 – рама; 11 – пружина; 12, 13 – опорная и уравнивающая рамы;
 14 – резиновый элемент; 15 – буфер; 16 – привод (кривошип); 17 – шатун;
 18 – приводные упругие связи; 19 – амортизатор; 20 – формы

При вертикально направленным колебаниям сообщается прямолинейное в вертикальной плоскости движение бетонной смеси. На таких площадках можно формировать плоские, широкие и длинные изделия высотой до 50 см, благодаря чему они получили большое распространение. Выбор виброплощадки зависит от формы и размеров изделий, а также от жесткости бетонной смеси. При этом виброплиты соединяются последовательно и параллельно.

Виброплощадка с горизонтально направленными колебаниями (рис. 7.8, г) представляет собой жесткую раму 8, опирающуюся на фундамент через упругие опоры 9, на торце которой установлен виброблок, состоящий из вибраторов 10 с пружинами 11.

При горизонтально направленных колебаниях бетонная смесь получает движение в касательном к поддону направлении. Такие виброплощадки пригодны для формования плоских или протяженных изделий толщиной до 30–35 см.

По принципу действия вертикальные (рис. 7.8, *д*) и горизонтальные (рис. 7.8, *е*) ударно-резонансные площадки отличаются от ранее описанных, но по схеме и конструктивному решению они близки друг к другу.

Ударно-резонансная площадка (рис. 7.8, *д, е*) состоит из опорной 12 и уравнивающей 13 рам, между которыми расположены предварительно поджатые резиновые элементы 14 и установленные с зазором буфера 15, соударяющиеся при встречном движении рам. На уравнивающей раме смонтирован привод 16 с кривошипно-шатунным механизмом, связанный с опорной рамой шатуном 17 через приводные упругие связи 18. Уравнивающая рама выполняет функцию виброизолированного фундамента и установлена на амортизаторы 19. Для крепления формы 20 используются электромагниты или механические зажимы.

Главными параметрами виброплощадок являются: статический момент дебалансов, частота колебаний и амплитуда колебаний.

Интенсивность вибрационного воздействия на бетонную смесь в значительной мере зависит от характеристики вибратора и колеблющихся масс. Вибратор предназначен для получения инерционных сил и ускорений в колебательной системе, т. е. в виброплощадке.

Производительность катков, м³/ч, может быть подсчитана по следующей формуле:

$$\Pi_3 = \frac{3600L(B-a)hK_B}{\left(\frac{L}{v} + t\right)n},$$

где L – длина укатываемого участка, м;

B – ширина укатываемой полосы, м;

a – ширина перекрытия полос при последующих проходах катка,

$a = 0,2-0,25$ м;

h – толщина укатываемого грунта, м;

K_B – коэффициент использования машины по времени, $K_B = 0,80-0,85$;

v – рабочая скорость движения катка, м/с;

t – время, затрачиваемое на разворот в конце участка (при реверсировании 5–15 с, при развороте – 90–120 с);

n – число проходов катка по одному следу.

Таблица 7.3

Исходные данные

Показатели	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина укатываемого участка, м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	950
Ширина укатываемой полосы, м	1,8	2,0	2,5	2,8	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,0
Рабочая скорость катка, м/с	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Толщина укатываемого слоя, м	0,20	0,22	0,25	0,30	0,35	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Число проходов	2	3	4	5	6	5	4	2	3	3

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить устройства и принципы работы машин стационарного и динамического уплотнения грунта.

2. На основе учебных макетов и методической литературы изучить назначение, устройство и конструктивные особенности катков и виброплит.

3. В соответствии с заданием произвести расчет производительности вальцового катка.

Содержание отчета по лабораторной работе:

1. Раскрыть цель, вычертить принципиальные схемы катков и виброплощадок, указать наименование основных узлов, описать их назначение и конструктивные особенности.

2. По данным, приведенным в табл. 7.3, произвести расчет производительности катка.

3. Исследовать зависимость производительности катка от длины укатываемого участка L , рабочей скорости катка v . Построить зависимости $\Pi_3 = f(L)$ и $\Pi_3 = f(v)$. При расчетах использовать шаг счета $\Delta L = \pm 25$ м, $\Delta v = \pm 0,1$ м/с от табличных значений заданного варианта.

3. На основе анализа полученных результатов сформулировать выводы.

Контрольные вопросы

1. Способы уплотнения грунта.
2. Применение вибрационных катков.
3. Особенности конструкции и применения пневмоколесных катков.
4. Перечислите формы кулачков.
5. Конструктивные особенности самоходных вальцовых катков.
6. Гидравлические схемы привода современных катков.
7. Виды колебаний виброплощадок.

8. Основное отличие виброплощадок с горизонтальными колебаниями от виброплощадок с круговыми и направленными колебаниями.
9. Как амплитуда колебаний влияет на качество уплотнения?

Лабораторная работа № 8 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КАМНЕДРОБИЛОК

Цель работы: изучить назначение, классификацию, устройство и принцип работы молотковых, роторных, щековых, конусных, валковых камнедробилок.

Применяемое оборудование: подборка плакатов (камнедробилки).

Подготовка к занятию: изучить классификации и устройство молотковых, роторных, щековых, конусных, валковых камнедробилок.

По способу дробления выделяют дробилки:

- щековые, дробление в которых осуществляется сжатием материала между щеками;
- конусные, дробление в которых осуществляется сжатием материала между конусами, расположенными один внутри другого;
- валковые, дробление в которых осуществляется сжатием материала между вращающимися валками или валком и неподвижной плитой;
- ударные бывают с ударным или безударным разгонным ротором (центробежные). К машинам с ударным ротором относятся:
 - роторные, дробление в которых осуществляется ударами бил, жестко закрепленных на вращающемся вокруг горизонтальной оси роторе;
 - молотковые, дробление в которых осуществляется ударами молотков, шарнирно закрепленных на вращающемся роторе.
 - стержневые (дезинтеграторы), которые работают на основе принципа свободного удара.

Щековые дробилки (рис. 8.1) служат для крупного и среднего дробления прочных пород. Каменный материал раздавливается между подвижными щеками, образующими клиновидную камеру дробления. Благодаря такой форме камеры куски материала располагаются по высоте камеры в зависимости от их крупности: более крупные сверху, менее крупные – внизу. При сближении щек (ход сжатия) куски материала раздавливаются, при отходе подвижной щеки (холостой ход) куски камня продвигаются вниз под действием силы тяжести или выходят из камеры дробления, если их размеры стали меньше наиболее узкой части камеры, называемой разгрузочной щелью.

Щековые дробилки разделяются на два основных класса: с простым и сложным движением подвижной щеки. Дробилки с простым движением подвижной щеки различаются между собой способом ее крепления и приводным механизмом. Различают дробилки с верхним

подвесом щеки, нижней шарнирной опорой, кулачковым приводным механизмом, кривошипно-шарнирным приводным механизмом. В дробилках со сложным движением подвижной щеки, последняя шарнирно подвешена на эксцентриковом приводном валу. Изменение размера разгрузочной щели производится специальным регулировочным винтом (рис. 8.1).

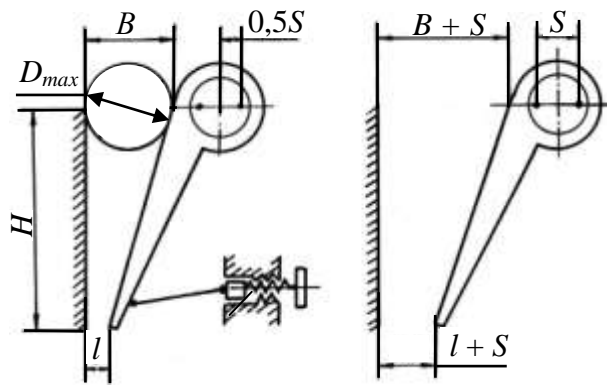


Рис. 8.1. Схема щековой дробилки

Значительное вертикальное перемещение щек, обуславливающее их истирающее действие на куски материала, приводят к повышенному износу дробящих плит. Поэтому дробилки со сложным движением применяют преимущественно для малоабразивных материалов. Достоинства: их простота конструкции, компактность и небольшая масса.

На рис. 8.2 изображена *схема щековой дробилки со сложным движением щеки (ЩДС)*. Ее боковые стенки выполнены из стальных листов и соединены между собой передней стенкой 2 коробчатого сечения и задней балкой 9, являющейся одновременно корпусом регулировочного устройства 12. Над приемным отверстием укреплен защитный кожух 5. Подвижная щека 7 закреплена на эксцентриковой части

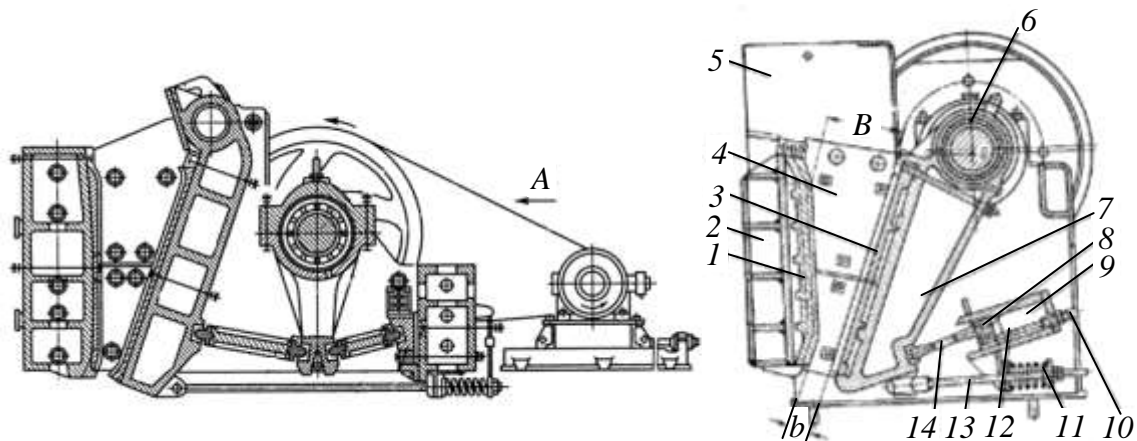


Рис. 8.2. Щековая дробилка со сложным движением щеки:

- 1 – неподвижная дробящая плита; 2 – передняя стенка; 3, 4 – футеровочные плиты;
 5 – защитный кожух; 6 – приводной вал; 7 – подвижная щека; 8 – ползун;
 9 – задняя балка; 10 – винт; 11 – пружина; 12 – регулировочное устройство;
 13 – тяга; 14 – распорная плита

приводного вала 6, в нижней части щеки имеется паз, в который вставляется вкладыш для упора распорной плиты 14. Другим концом распорная плита упирается во вкладыш регулировочного устройства, состоящего из ползуна 8 и двух винтов 10. Замыкающее устройство состоит из тяги 13 и цилиндрической пружины 11. Подвижная щека имеет в нижней части косой выступ, на который устанавливают дробящую футеровочную плиту 3. Неподвижная дробящая плита 1 опирается внизу на выступ передней стенки станины 2, а с боковых сторон зажата футеровочными плитами 4.

Конусные дробилки (рис. 8.3) разделяются на дробилки для крупного, среднего и мелкого дробления, которые бывают с неподвижной

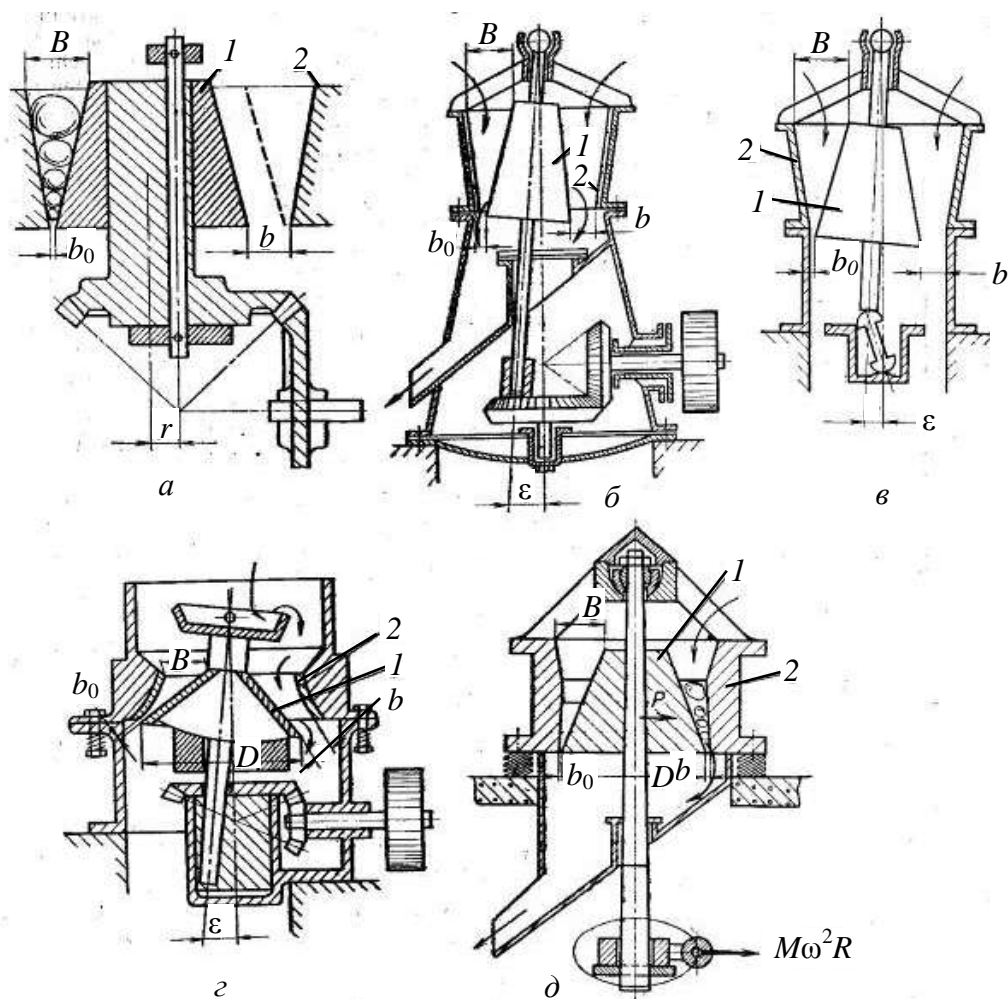


Рис. 8.3. Схема конусных дробилок:

a – с неподвижной осью; *б* – с подвесным валом (ККД гирационная); *в* – с валом, имеющим опору (ГРЦ); *г* – с консольным валом, опирающимся на шаровой подпятник (КСД и КМД); *д* – инерционная дробилка (вибрационная безэксцентриковая КИД); 1 – конус; 2 – стакан

осью (рис. 8.3, *а*), подвесным валом (рис. 8.3, *б*), с валом, имеющим опору (рис. 8.3, *в*) и консольным валом, опирающимся на шаровой подшипник (рис. 8.3, *г*), а также инерционные (рис. 8.3, *д*). Принцип действия всех конусных дробилок одинаков. Дробящий конус 1 жестко крепится на подвешенном валу, а нижним концом свободно вставлен в эксцентриковый стакан 2. Стакан устанавливается концентрично со станиной дробилки. Нижний конец вала смещается относительно вертикальной оси корпуса дробилки на величину ϵ . Эксцентриковый стакан получает вращение от электродвигателя. Жестко закрепленный на валу дробящий конус совершает круговые качания, последовательно приближаясь к стенкам конической чаши и удаляясь. Приближение дробящего конуса к чаше сопровождается дроблением кусков материала, поступающих в пространство между ними, а удаление – разгрузкой дробленого продукта. Дробление материала в конусных дробилках происходит непрерывно, при отсутствии холостого хода, в связи с чем производительность у конусных дробилок выше, чем у щековых.

Рабочие пространства конусных дробилок для крупного, среднего и мелкого дробления различаются между собой конфигурацией. У дробилок для крупного дробления конус крутой (угол при вершине около 20°), а у дробилок для среднего и мелкого дробления – пологий (угол при вершине около 100°).

Конусные дробилки для крупного дробления отличаются от дробилок для мелкого и среднего дробления величиной эксцентриситета стакана, определяющего амплитуду качания дробящего конуса. У дробилок для крупного дробления эксцентриситет стакана составляет не больше 25 мм, а у дробилок для среднего и мелкого дробления – больше 100 мм.

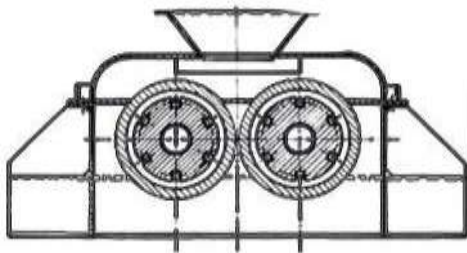


Рис. 8.4. Валковые дробилки с гладкими валками

Валковые дробилки с гладкими валками (рис. 8.4) применяются для среднего и мелкого дробления твердых пород. Материал питателем подается в дробилку через загрузочную воронку, захватывается валками, вращающимися с одинаковой скоростью навстречу друг другу, дробится и разгружается вниз под дробилку.

Валки изготавливаются из чугуна и футеруются по внешней поверхности бандажами из марганцовистой или углеродистой стали. Длина валков всегда в два-три раза меньше их диаметра. Валковые дробилки

бывают одно- двух- и четырехвалковые с гладкими либо зубчатыми валками.

На дробилках с гладкими валками, работающих в открытом цикле, достигается степень дробления от 3 до 4, а на дробилках с зубчатыми валками – от 4 до 6.

Молотковые дробилки предназначены для измельчения хрупких и мягких материалов: каменного угля, каменной соли, мела, гипса, кирпичного боя, квасцов селитры, буры, а также известняка, некоторых руд и других малоабразивных материалов. К молотковым дробилкам относятся дробилки ударного действия с шарнирно закрепленными на роторе ударными элементами – молотками. Молотковые дробилки отличаются высокой степенью дробления, достигающей 100, а также малой массой и незначительной стоимостью 1 т перерабатываемого материала. Их удельная стоимость на единицу производительности составляет только 1/4–1/5 часть стоимости сопоставимых щековых и конусных дробилок. Потребляемая мощность, масса и размеры молотковой дробилки на единицу производительности в 2–5 раз меньше, чем у щековых и конусных дробилок.

Молотковые дробилки (рис. 8.5) различают по: числу роторов – однороторные и двухроторные; положению вала ротора – с горизонтальным и вертикальным валом; направлению вращения ротора – реверсивные и нереверсивные; исполнению разгрузочного узла – с колосниковой решеткой, полностью перекрывающей разгрузочное отверстие, частично перекрывающей разгрузочное отверстие и без колосниковой решетки; исполнению очистных устройств от налипания дробимого материала – с подвижными полотнами, с очистными валками.

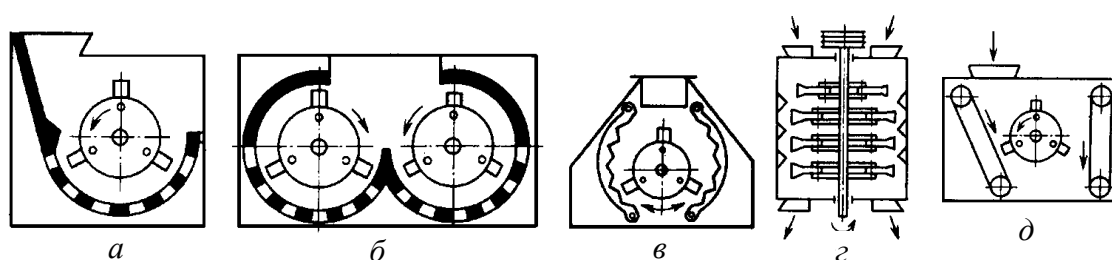


Рис 8.5. Схемы молотковых дробилок:

а – однороторная; *б* – двухроторная одноступенчатого дробления;
в – реверсивная; *г* – с вертикальным валом; *д* – с очистным полотном

Однороторные молотковые дробилки (рис. 8.5, *а*) – основной, наиболее многочисленный тип молотковых дробилок. Их выпускают большим количеством типоразмеров; от малых (лабораторных) до

крупных дробилок с ротором диаметром 2,5 м и массой 250 т. Число типоразмеров однороторных дробилок, выпускаемых некоторыми фирмами за рубежом, достигает двадцати и более.

Молотковая дробилка однороторная СМ-170 (рис. 8.6), предназначена для мелкого дробления хрупких и мягких материалов прочностью до 120 МПа и влажностью, при которой не происходит замазывания колосниковых решеток.

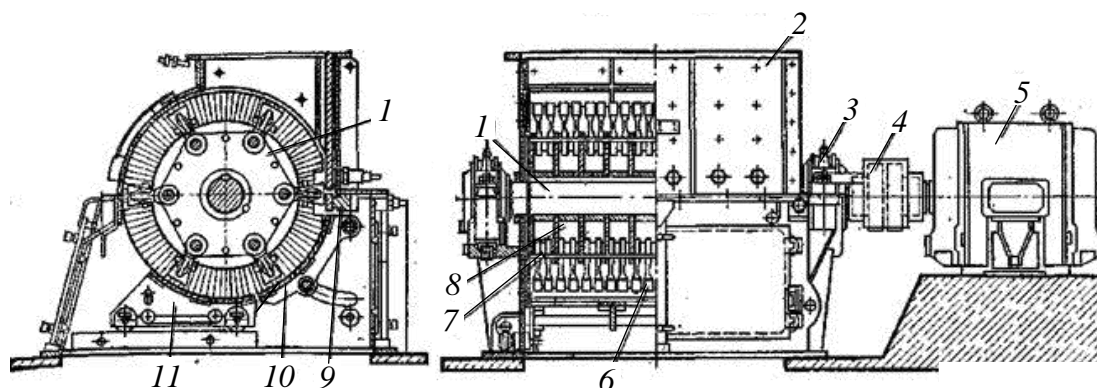


Рис. 8.6. Молотковая однороторная дробилка СМ-170:

- 1 – ротор; 2 – корпус; 3 – подшипник; 4 – муфта; 5 – электродвигатель;
6 – молоток; 7 – ось; 8 – диски; 9 – отбойный брус;
10, 11 – подвесная и выдвигающая решетки

Корпус дробилки является сварным, имеет по оси ротора разъем в горизонтальной плоскости. Разъемные части – станина и верхняя часть – крепятся между собой болтами. Внутренние стенки корпуса предохранены от истирания футеровками. Верхняя часть корпуса имеет два вертикальных разъема, которые позволяют откидывать переднюю и заднюю стенки для замены молотков, плит, футеровок и отбойного бруса.

Ротор (рис. 8.7) представляет собой горизонтально расположенный вал 1, на котором по средствам шпонки 6 закреплены диски 4. Через диски по длине ротора пропущены оси 2, на которых шарнирно рядами подвешены молотки 3. В зависимости от требуемой крупности продуктов дробления устанавливают 2, 3 или 6 рядов. Вал ротора вращается на двух роликоподшипниках, укрепленных на конусных разрезных втулках. Для контроля температуры подшипников 5 в их корпусе вмонтированы температурные реле.

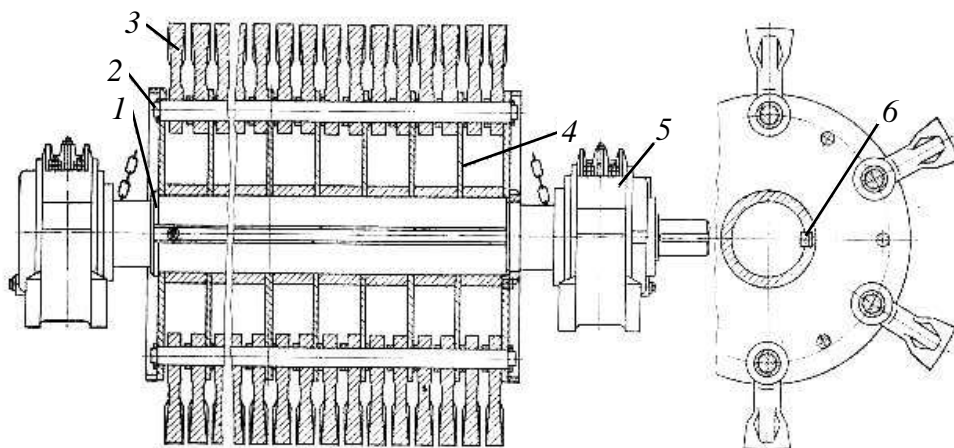


Рис. 8.7. Ротор молотковый дробилки:

1 – вал; 2 – ось молотков; 3 – молоток; 4 – диски; 5 – подшипник; 6 – шпонка

Выдвижная колосниковая решетка (рис. 8.8) опирается четырьмя катками 3 на опорные рельсы, смонтированные внутри нижней части станины. Каркас 2 выдвижной решетки облицован сменными колосниками 1. В рабочем положении выдвижная решетка фиксируется стопорными винтами, смонтированными на боковых стенках станины.

От зазора между колосниковыми решетками и молотками ротора зависит крупность готового продукта. Регулируют зазор перемещением опорных рельсов вместе с выдвижной решеткой в вертикальной плоскости параллельно оси ротора.

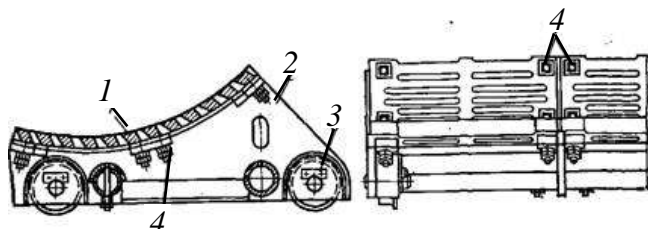


Рисунок 8.8. Выдвижная колосниковая решетка:

1 – сменные колосники, 2 – каркас,
3 – катки, 4 – болты

Подвесная колосниковая решетка представляет собой сварной каркас, к которому крепятся сменные колосники. Подвесная решетка в нижней части опирается на зубчатую рейку, что позволяет регулировать зазор между ней и молотками ротора.

Под броневыми плитами в прямоугольных гнездах нижней части станины помещен отбойный брус 9 (рис. 8.6), рабочая сторона которого предохранена от износа футеровками. Для регулировки зазора между молотками ротора и брусом последний перемещают в горизонтальном направлении параллельно оси ротора.

Вал ротора соединен с валом электродвигателя упругой муфтой. Материал непрерывным потоком подается через приемное отверстие верхней части корпуса в камеру дробления, где молотками вращаю-

щегося ротора отбрасываются куски материала на броневые плиты и дробятся о них. Затем материал дробится молотками на отбойном бруске 9, дополнительно измельчается на колосниковых решетках 10, 11 (рис. 8.6) и продавливается сквозь щели решеток в разгрузочный бункер.

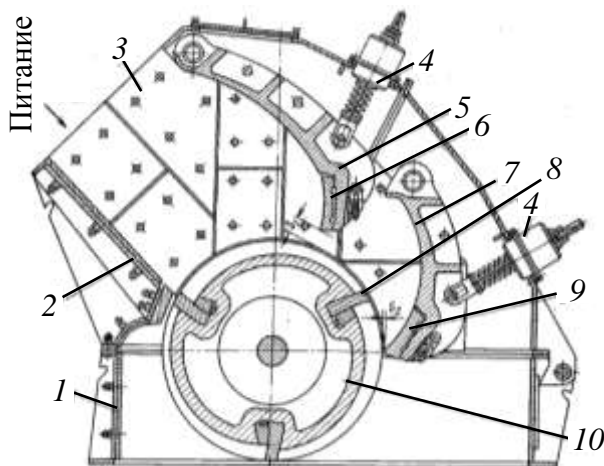


Рис. 8.9. Роторная дробилка ДРК (СМД):
 1 – рама; 2 – верхняя часть корпуса для загрузки исходного материала;
 3 – футеровка корпуса; 4 – механизм для регулирования зазора отражательных плит;
 5 и 7 – соответственно верхняя и нижняя отражательные плиты; 6 и 9 – футеровка плит; 8 – била; 10 – ротор

Роторные дробилки (рис. 8.9) по принципу работы и конструкции аналогичны молотковым, отличаясь лишь жестким креплением молотков (бил) 8 на роторе 10. Роторная дробилка состоит из рамы 1, верхней части корпуса 2, футеровки корпуса 3 и плит 6, 9, верхней 5 и нижней 7 отражательных плит с механизмом регулировки зазора 4.

При работе **стержневых дробилок (дезинтеграторов)** (рис. 8.10) материал непрерывно подается в центр рабочей камеры, образованной двумя высокоскоростными вращающимися в противоположных направлениях роторами. На каждом роторе

концентрическими окружностями установлены ударные органы – «пальцы» (стержни или била). Роторы входят друг в друга таким образом, что концентрические окружности с пальцами одного ротора размещаются внутри концентрических окружностей с пальцами другого.

Частицы материала сначала сталкиваются с одним из пальцев первого (внутреннего ряда) и разрушаются при столкновении. Получившиеся осколки отбрасываются по касательной к окружности вращения этого ряда пальцев и сталкиваются с идущими им навстречу пальцами второго ряда. После вторичного разрушения осколки отбрасываются по касательной к окружности вращения второго ряда пальцев и сталкиваются с пальцами третьего ряда и т.д. Разрушенный материал ссыпается в технологическую тару через разгрузочный патрубок в нижней части помольной камеры.



Рис. 8.10. Стержневые дробилки

В настоящее время все более широкое распространение получают молотковые и роторные дробилки на мобильном шасси, которые разработаны специально для дробления и перемешивания наиболее твердых горных пород. Они бывают прицепными, например *камнедробилка РТН STABI CRUSHER* (рис. 8.11), и *навесными (РТН 2500)* (рис. 8.12).



Рис. 8.11. Камнедробилка РТН STABI CRUSHER

В конструкции данных дробилок используются твердосплавный дробильный инструмент, износостойкая защита. Дробильно-смесительная камера оснащена сменным броневым листом. Данная машина обеспечивает дробление гранитных камней размером до 600 мм, бетонного или асфальтового покрытия на глубину до 60 см при ширине обработки 2 м ее производительность до 800 м³/ч.



Рис. 8.12. Навесная камнедробилка РТН 2500

Применение данных конструкций мобильных камнедробилок обеспечивает высокую мобильность, простоту в *обслуживании* (рис. 8.13).



Рис. 8.13. Обслуживание камнедробилки

Австрийская компания РТН осуществляет выпуск 4 моделей камнедробилок РТН 200, РТН 250, РТН 2000 HD, РТН CRUSHER 2500 HD, для привода которых необходимо использовать трактора с мощностью двигателя более 90 кВт, 100 кВт, 160 кВт, 190 кВт соответственно.

Производительность щековых дробилок определяется по формуле, м³/ч

$$\Pi = \frac{3600K_k S_{cp} Lbn(B+b)\mu}{2D_{cb} \operatorname{tg}\alpha}$$

где K_k – коэффициент кинематики, для дробилок со сложным движением $K_k = 1$, с простым движением щеки $K_k = 0,85$;

S_{cp} – средний ход подвижной щеки, м;

L – длина приемного отверстия, м;

b – ширина выходной щели, м;

μ – коэффициент заполнения объема призмы материалом ($\mu = 0,3-0,6$);

n – частота оборотов эксцентрикового вала дробилки, с⁻¹;

B – ширина приемного отверстия, м;

D_{cb} – средневзвешенный размер кусков в исходном материале, м;

α – угол захвата, град.

Средний ход подвижной щеки определяется как, м

$$S_{cp} = 0,008 + 0,26 \cdot b$$

По данным, приведенным в таблице, произвести расчет зависимости производительности щековой дробилки от ширины выходной щели b и размеров загружаемого материала D_{cb} .

Показатели	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Модель дробилки $B \times L$, мм	400 × 600	400 × 600	600 × 900	900 × 1200	250 × 400	250 × 900	400 × 600	400 × 900	600 × 900	160 × 250
Ширина выходной щели b , м	0,05	0,15	0,10	0,16	0,08	0,06	0,10	0,09	0,14	0,15
Частота вращения эксцентрикового	250	225	100	200	300	250	225	100	200	250

вала n , c^{-1}										
Угол захвата α , град	20	21	22	19	20	21	22	18	19	20
Размер загрузочного материала D_{cb} , м	0,34	0,34	0,50	0,70	0,20	0,15	0,34	0,35	0,50	0,12

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить устройство и принципы работы камнедробилок.
2. На основе учебных макетов и методической литературы изучить назначение, устройство и конструктивные особенности дробилок.
3. В соответствии с заданием выполнить расчет производительности щековой камнедробилки.

Содержание отчета по лабораторной работе:

1. Раскрыть цель, вычертить принципиальные схемы камнедробилок, указать наименование основных узлов, описать их назначение и конструктивные особенности.
2. Произвести расчет производительности камнедробилки. Построить и произвести анализ графических зависимостей $\Pi = f(b)$ и $\Pi = f(D_{cb})$. При расчетах использовать шаг счета $\Delta b = \pm 0,01$ м, $\Delta D_{cb} = \pm 0,05$ м от табличных значений заданного варианта. На основе анализа полученных результатов сформулировать выводы.

Контрольные вопросы

1. Назначение и виды дробилок.
2. Основные параметры дробилок.
3. Конструктивные особенности дробилок ударного действия.
4. Принципиальные схемы работы молотковых дробилок.
5. Основные факторы, влияющие на производительность дробилок.
6. Принцип действия конусных дробилок.
7. Назначение колосниковой решетки.
8. Принцип работы стержневой дробилки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Довгяло, В. А. Дорожно-строительные машины: в 2-х ч. Ч. 1. Машины для земляных работ: учеб. пособие / В. А. Довгяло, Д. И. Бочкарев. – Гомель: БелГУТ, 2010. – 250 с.
2. Машины для земляных работ: лаб. практикум / В. В. Яцкевич, А. А. Бежик, Ю. В. Соколовский; под ред. В. В. Яцкевича. – Минск: БНТУ, 2012. – 94 с.
3. Баловнев, В. И. Определение оптимальных параметров и выбор землеройных машин в зависимости от условий эксплуатации: учеб. пособие / В. И. Баловнев. – М.: МАДИ(ГТУ), 2010. – 134 с.
4. Репин, С. В. Машины для земляных работ: учеб. пособие / С. В. Репин, А. В. Зазыкин – СПб.: СПб. гос. архит.-строит. ун-т, 2007. – 81 с.
5. Вавилов, А. В. Дорожно-строительные машины / А. В. Вавилов [и др.]. – Минск: Технопринт, 2000. – 515 с.
6. Шестопапов, К. К. Машины для земляных работ: учеб. пособие / К. К. Шестопапов. – М.: МАДИ, 2011. – 145 с.
7. Шестопапов, К. К. Строительные и дорожные машины / К. К. Шестопапов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 384 с.
8. Вавилов, А. В. Предпосылки создания мульчера для расчистки лесных площадей / А. В. Вавилов, А. О. Моисеев / Труды БГТУ. 2013. № 2: Лесная и деревообработ. пром-сть. С. 26–29.
9. Расчет щековых дробилок: метод. указания / Ю. А. Федотенко, П. В. Коротких. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2012. – 20 с.
10. Радько, Ю. М. Конструкции и рабочие процессы землеройно-транспортных машин: учеб. пособие / Ю. М. Радько. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 80 с.
11. Строительные и дорожные машины: лаб. практикум / Г. Г. Воскресенский [и др.]; под общ. ред. А. В. Лещинского. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2003. – 88 с.
12. Забегалов, Г. В. Бульдозеры, скреперы, грейдеры // Г. В. Забегалов, Э. Г. Ронинсон. – М.: Высш. шк., 1991. – 334 с.
13. Дорожные машины. Машины для земляных работ / Т. В. Алексеева [и др.]. – М.: Машиностроение, 1972. – 504 с.
14. Сапожников, М. Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций / М. Я. Сапожников. – М.: Высш. шк., 1971. – 382 с.
15. Беспалов, Н. А. Дорожные машины и оборудование: справоч-

ник / Н. А. Беспалов, Б. В. Шелюбский. – Киев: Будівельник, 1980. – 184 с.

16. Дорожные машины. Теория, конструкции и расчет // Н. Я. Хархута [и др.]. – Л.: Машиностроение, 1976. – 472 с.

17. Строительство лесовозных дорог / Л. С. Матвеев [и др.]. – М.: «Лес. пром.-сть», 1973. – 224 с.

18. Дорожно-строительные машины и комплексы / В. И. Баловнев [и др.]. – М.: Машиностроение, 1988. – 384 с.

19. Абрамов, Н. Н. Курсовое и дипломное проектирование по дорожно-строительным машинам: учеб. пособие / Н. Н. Абрамов. – М.: «Высш. шк.», 1972. – 120 с.

20. Гальперин, М. И. Строительные машины: учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. / М. И. Гальперин, Н.Г. Домбровский. – М.: Высш. шк., 1980. – 344 с.

21. Теория, конструкции и расчет строительных и дорожных машин / Л. А. Гоberman [и др.]. – М.: Машиностроение, 1979. – 407 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1. Изучение конструкций кусторезов.....	4
Лабораторная работа № 2. Изучение конструкций корчевателя.....	14
Лабораторная работа № 3. Изучение конструкций бульдозеров и рыхлителей.....	27
Лабораторная работа № 4. Изучение конструкций прицепных и самоходных скреперов.....	44
Лабораторная работа № 5. Изучение конструкций грейдеров и автогрейдеров.....	59
Лабораторная работа № 6. Изучение конструкций экскаваторов.....	73
Лабораторная работа № 7. Изучение конструкций машин статического и динамического уплотнения грунтов и дорожных покрытий.....	82
Лабораторная работа № 8. Изучение конструкций камнедробилок.....	94
Список использованных источников.....	105

Учебное издание

Арико Сергей Евгеньевич
Смеян Антон Иванович
Симанович Василий Антонович

**ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

Учебно-методическое пособие
Редактор *Е. С. Ватеичкина*
Компьютерная верстка *Е. С. Ватеичкина*
Корректор *Е. С. Ватеичкина*

Подписано в печать 2015. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 6,0. Уч.-изд. л. 6,1.
Тираж 60 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
№ 1/227 от 20.03.2014.
ЛП № 02330/12 от 30.12.2013.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск