

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

И.И. Леонович  
А.Я. Котлобай

МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕМОНТА  
И СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Утверждено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебника для студентов специальности «Автомобильные  
дороги» учреждений, обеспечивающих получение высшего образования*

Минск 2005

УДК 625.5.002.5(075.8)  
ББК 39.311.065 я 73  
Л 47

Рецензенты:  
кафедра «Транспорт леса» Белорусского государственного  
технологического университета  
(проф. Н.П. Вырко, доц. М.Т. Насковец);  
д-р техн. наук, доц. А.Н. Орда, заведующий кафедрой  
«Соппротивление материалов и деталей машин» БНТУ

**Леонович, И.И.**

Л 47      Машины для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог: учебник / И.И. Леонович, А.Я. Котлобай. – Мн.: БНТУ, 2005. – 552 с.

ISBN 985-479-112-2.

В издании приведены основные сведения о современных машинах и механизмах, используемых при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог. Даны их технические и эксплуатационные характеристики, изложены важнейшие положения по обоснованию условий нагружений, эффективности применения при производстве дорожных работ.

Учебник рассчитан на студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 1 70 03 01 «Автомобильные дороги», может быть использован инженерно-техническими работниками дорожных организаций.

**УДК 625.5.002.5(075.8)**  
**ББК 39.311.065 я 73**

ISBN 985-479-112-2

© Леонович И.И.,  
Котлобай А.Я., 2005  
© БНТУ, 2005

## Предисловие

Дорожное хозяйство Республики Беларусь включает множество предприятий, организаций и учреждений. В начале 2003 года в Республике Беларусь функционировало 9 дорожно-строительных трестов, трест «Мостострой», 120 дорожных ремонтно-строительных и 53 дорожно-эксплуатационных управления, около сотни асфальто-бетонных заводов, карьеров и баз дорожно-строительной индустрии. Управленческие функции на республиканских автомобильных дорогах общего пользования выполняет департамент «Белавтодор» Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь и подведомственные ему областные «Автодоры». На местных дорогах управленческие функции возложены на «Облдорстрой». В городах созданы специальные службы и предприятия, которые проводят необходимые работы по строительству, ремонту и содержанию городских дорог, мостов и путепроводов. Соответствующие подразделения по эксплуатации дорог имеются и в некоторых отраслевых министерствах и ведомствах.

Выполнение функций строительства, содержания и ремонта автомобильных дорог неразрывно связано с использованием различных машин, механизмов, установок и оборудования. Выбор машин для производства дорожных работ весьма обширен. Практически во всех странах имеется множество фирм и организаций, которые занимаются производством и реализацией дорожной техники.

В Беларуси широко используются технические средства, создаваемые как на отечественных предприятиях (ОАО «Амкодор», РУП «Белдортехника», филиале РУП «Дорстройиндустрия», Опытномеханическом заводе, МОУП «Дорвектор», Осиповичском заводе «Коммунмаш», Минском тракторном заводе, Могилевском автомобильном заводе, Сморгонском агрегатном заводе и др.), так и на предприятиях других государств (фирмах Савалко, Фогель, Виртген, Шмидт, Брейнинг (Германия), Эпоке, Нидо (Дания) и др.).

В России к таким организациям можно отнести: ЗАО «Стройдормаш», выпускающее автомобильные краны, экскаваторы, гидромолоты, манипуляторы, бульдозеры, автогрейдеры, погрузчики, дорожные котлы, автобитумовозы, автогудронаторы, асфальтосмесительные и грунтосмесительные установки, асфальтоукладчики, дорожные фрезы, маркировочные машины, машины для ямочного

ремонта и др.; тракторные заводы (Владимирский, Волгоградский); ряд машиностроительных заводов; холдинговые компании; различные закрытые и открытые акционерные объединения.

На белорусском рынке чаще всего можно встретить дорожную продукцию, выпускаемую нашими предприятиями.

ОАО «Амкодор-Ударник», созданный в 1993 году, является ведущим предприятием по выпуску дорожной и строительной техники. В его структуре – более 80 предприятий и учреждений, среди которых – КБ «Дормаш», испытательно-экспериментальный завод, заводы «Дормаш», «Ударник», «Амкодор-Мото», «Амкодор-Пинск» и др. Эти предприятия выпускают: погрузчики фронтальные одноковшовые пневмоколесные серии ТО грузоподъемностью от 2,5 до 4 т, погрузчики непрерывного действия серии ТМ, погрузчики с бортовым поворотом А-203, А-208А грузоподъемностью 0,32 и 0,98 т, автопогрузчики вилочные А-451 грузоподъемностью 5 т и высотой подъема груза 3,3 м; снегоочистители плужно-щеточные со сменным шнекороторным рабочим органом; катки вибрационные серии А-6715, А-6712, А-6641; бурильно-крановые машины А-25 на базе трактора МТЗ-82.1 (МТЗ-920) (в базовом исполнении оснащаются быстро-сменным основным ковшом и бульдозерным неповоротным отвалом).

РУП «Белдортехника», основанное в 1991 году, за годы своего существования создало более 20 видов дорожно-строительной техники и внесло существенный вклад в обеспечение механизации дорожных работ. В 1992 г. был выпущен первый образец катка КОРС-24-29, а в 1994 году – гладковальцовый каток ВА-9. С 1996 года начался выпуск снегоочистительных отвалов НО-72, нарезчиков швов НО-65, рециклеров ПМ-107, виброплит ПВ-1 и другой продукции. В настоящее время для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог предприятие выпускает: дорожные катки – вибрационный, гладковальцовый ВА-9-3, комбинированный грунтовый ВГ-12, статический пневмоколесный ДС-30; машины и механизмы для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий – фрезерные машины с бульдозером-погрузчиком НО-85; нарезчики швов НО-65; машины для регенерации асфальтобетона на месте производства работ ПМ-107; оборудование для содержания асфальтобетонных дорог – отвалы снегоуборочные цилиндрической формы НО-72-01, НО-72-02, НО-80-01, конической формы НО-72-05, НО-80 и боковой отвал НО-78-01; бульдозеры-погрузчики НО-87 со



щеткой на базе МТЗ 80/82, а также косилки и кусторезы, как навесное оборудование для трактора МТЗ 80/82.

Большую роль в обеспечении дорожной отрасли республики материалами, конструкциями и машинами играет РУП «Дорстройиндустрия», созданное в 1974 году. В его состав входят заводы железобетонных и мостовых конструкций, Опытно-механический завод, четыре гравийно-сортировочных заводов, два механизированных карьера, деревообрабатывающий завод.

На Опытно-механическом заводе налажено производство уникальных машин для содержания и ремонта автомобильных дорог. Среди них – пескосолераспределители ОРС-04, ОРС-08; автогудронаторы АРБ-7, АРБ-8; автобитумовозы ПЦБ-12 (ПЦБ-12А), ПЦБ-18 (ПЦБ-18А); универсальная машина для уборки снега с обочин дорог, излишней растительности с откосов и борьбы с зимней скользкостью; поливомоечная уборочная машина ГКО-70; ямобур КОРС-13.26; котел битумоварочный ОРС-10; битумный насос П-596М; установка насосная ПМ-80 и др.

Продукция предприятия поставляется в дорожные организации и на другие объекты промышленного и гражданского строительства Республики Беларусь.

МОУП «Дорвектор» функционирует в системе Минского Облдорстроя с 1997 года. Его техническая политика направлена на обеспечение дорожных организаций машинами и механизмами для ремонта и содержания автомобильных дорог. Среди них – щебнераспределители (ЩРДС-1400, ЩР-3.5), автогудронаторы (АГДС-3600), установки для ямочного ремонта (УДВ-2000-01) и регенерации дорожных покрытий (ОСАД и АД-02). На базе универсального шасси ШУ-366 и Ш-406 создан комплекс сменного навесного оборудования манипуляторного типа для очистки проезжей части и обочин от снега, обрезки деревьев, уборки пней, измельчения кустарников, скашивания травы на откосах насыпей и выемок, планировки откосов, подготовки ям для стоек дорожных знаков и других элементов инженерного обустройства. Сменное оборудование включает отвалы (передний, задний, боковой), фрезы, дисковые и цепные пилы, косилку, ямобур, измельчитель древесины и другие рабочие органы. Это оборудование значится под марками: КДД-3, КДД-5А, КДЦ-2, МДС-1А, ПДМ-4, КДМ-3, ИДМ-1200, БДМ, УРД-100, ФУД-0,4.01, ШРДС-2,5.01.

Значительный вклад в развитие транспортной и дорожной техники вносит Могилевский автомобильный завод, созданный в 1935 году как предприятие государственного авторемонта, деятельность которого до настоящего времени связана с ремонтом изношенных и созданием новых машин. В 1958 году здесь была выпущена первая опытная партия одноосных тягачей МАЗ-529, а в 1959 году – первый самоходный скрепер МАЗ 529Е-Д357Г. В 1961 году завод изготовил промышленную партию этого скрепера, с начала 1963 года началось его серийное производство. В 1961 году на заводе была разработана конструкция тягача МоАЗ-542 с навесным оборудованием: бульдозер, погрузчик, снегоочиститель. В 1965 году на базе унифицированных узлов создаются: автомобиль-самосвал МоАЗ-522 повышенной проходимости грузоподъемностью 18 т, погрузчик Д-584 грузоподъемностью 5 т, бульдозер Д-581, плужный снегоочиститель Д-596, самоходный скрепер МоАЗ-546-Д567 с емкостью ковша 10 м<sup>3</sup> и другие машины. В дальнейшем проводится систематическая работа по усовершенствованию конструкции транспортных и дорожных машин. Взамен устаревших моделей создаются новые тягачи, автомобили-самосвалы, погрузчики, скреперы, автобетоносмесители, постоянно ведется работа по освоению производства новых видов продукции. В настоящее время продукция Могилевского автомобильного завода весьма разнообразна: тягачи, скреперы, самосвалы, машины для подземных работ, погрузчики, автобетоносмесители, краны, спецтехника, малогабаритная и коммунальная техника.

Кроме отмеченных выше, в Беларуси имеются и другие машиностроительные предприятия, которые прямо или косвенно участвуют в создании машин и оборудования для дорожных организаций. К ним можно отнести Минские тракторный и автомобильный заводы, Белорусский автомобильный завод, Осиповичский завод коммунального оборудования, Мозырский завод мелиоративных машин, Барановичский завод автоагрегатов и др. Таким образом, в Беларуси имеется достаточно мощная машиностроительная база, которая в большой степени обеспечивает потребности дорожной отрасли.

Применение зарубежной техники также является правомерным, особенно в случае, если эта техника эксплуатационно более надежна, а экономически – более выгодна.

В настоящем издании приведена информация как об отечественной, так и о зарубежной технике. В ряде случаев это будет полезным для проведения сравнительного анализа и углубленного изучения конструктивно-технологических особенностей различных типов и конструкций дорожных машин.

Рассмотренная тема является весьма многогранной. Еще в большей степени ее усложняют быстро меняющиеся подходы к созданию новых машин и систем управления ими. От студентов, изучающих дорожные машины, требуются всесторонние знания математики, сопротивления материалов, деталей машин, электроприборов, информационных технологий и комплекса специальных дисциплин, который включен в учебный план по специальности «Автомобильные дороги». Только на основе комплексного изучения гуманитарных и естественнонаучных специальных дисциплин можно достичь совершенства по своей специальности.

При написании учебника использовалась как опубликованная ранее техническая литература, так и информация периодических изданий. Перечень основных использованных источников приведен в конце книги.

Пользуясь случаем, выражаем благодарность рецензентам доктору технических наук, профессору Н.П. Вырко, кандидату технических наук, доценту М.Т. Насковцу, доктору технических наук А.Н. Орде за советы и замечания, которые отмечены в их рецензиях. Значительная помощь в подборе иллюстраций, подготовке издания оказана деканом факультета транспортных коммуникаций, кандидатом технических наук, доцентом И.Н. Вербило.

Профессор, доктор технических наук И.И. Леонович

## Введение

В Государственной программе развития автомобильных дорог Республики Беларусь предусмотрено ускоренное развитие опорной сети магистральных автомобильных дорог, а также расширение в сельской местности строительства автомобильных дорог, связывающих районные центры и центральные усадьбы колхозов и совхозов с автомобильными дорогами общего пользования.

В настоящее время строительное, дорожное и коммунальное машиностроение представляет собой большой комплекс заводов, научно-исследовательских, проектных, проектно-конструкторских и технологических институтов и организаций, входящих в состав специализированных производственных, научно-производственных и межгосударственных промышленных объединений.

Оборудование, участвующее в производстве комплексных работ, подбирается так, чтобы достигалась наибольшая производительность труда, обеспечивались заданные темпы строительства при наименьших затратах и максимально использовалась производительность основной ведущей машины при взаимной увязке производительности всех машин комплекта.

Одним из крупнейших мероприятий, способствовавших подъему технического уровня экскаваторов, погрузчиков и других строительных и дорожных машин, явился их перевод на гидравлический привод. При этом на 25...60 % увеличилась вместимость ковшей одноковшовых экскаваторов и соответственно – их техническая производительность – и одновременно снизилась их масса.

Важным направлением развития и совершенствования строительной техники стало применение автоматики, позволившее организовать крупносерийное производство автоматизированных машин.

На основе использования достижений науки и техники предусмотрен дальнейший технический прогресс в строительном и дорожном машиностроении, повышение производительности и единичной мощности машин, улучшение их удельных показателей и рабочих параметров.

# 1. ОСНОВНЫЕ ДЕТАЛИ, УЗЛЫ И АГРЕГАТЫ ДОРОЖНЫХ МАШИН

## 1.1. Детали машин

### 1.1.1. Общие сведения

При изучении машин для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог необходимо глубоко изучить их устройство, узлы, агрегаты и детали, которые формируют их конструкции.

**Машина** – это устройство, предназначенное для выполнения определенной работы или преобразования одного вида энергии в другой. Основное назначение машины – частичная или полная замена производственных функций человека для облегчения труда и повышения его производительности.

**Механизм** называется система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел. Наиболее общими для всех машин являются передаточные механизмы.

**Сборочная единица** – изделие, составные части которого определенным образом соединены между собой.

**Деталь** – это неразъемная элементарная часть машины или механизма.

Обеспечение работоспособности машин и механизмов определяется их свойствами, которые диктуются условиями эксплуатации, жесткостью, прочностью, износостойкостью, а в ряде случаев – тепло- и вибростойкостью их деталей.

Одним из самых важных свойств деталей принято считать их прочность, которая зависит от характера нагрузки, формы, размеров, материалов и технологии изготовления.

Основным условием прочности являются следующие соотношения:

$$\sigma \leq [\sigma]; \tau \leq [\tau],$$

где  $\sigma, \tau$  – нормальные и касательные напряжения в расчетном сечении;

$[\sigma], [\tau]$  – допускаемые нормальные и касательные напряжения.

Детали машин должны сохранять свою работоспособность в течение заданного срока службы при минимально необходимой стоимости изготовления и эксплуатации.

### 1.1.2. Соединения

**Соединения** различных деталей или сборочных единиц разделяются на две основные группы: *неразъемные* и *разъемные*. Неразъемные соединения подразделяются на сварные и заклепочные, разъемные – на резьбовые, шпоночные и шлицевые.

Наиболее распространенными из неразъемных соединений являются **сварные**.

**Сваркой** называется процесс получения неразъемных соединений (деталей) с использованием сил межмолекулярного сцепления путем местного или общего нагрева соединяемых элементов до расплавленного (или пластического) состояния. Сварка бывает *дуговой*, *электрошлаковой*, *газовой*, *контактной* и др.

Сварные соединения разделяют на *стыковые*, *угловые*, *тавровые* и *нахлесточные*. В зависимости от толщины соединяемых деталей формы кромок могут быть различными (рис. 1.1).

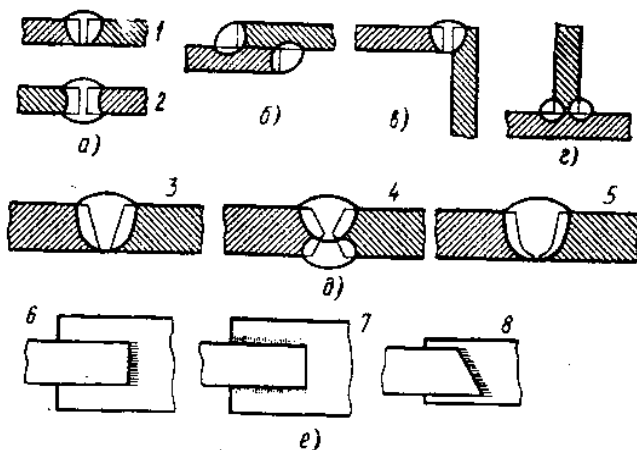


Рис. 1.1. Типы сварных соединений:

а – стыковые бескосые ( $\delta < 8$  мм); б – нахлесточные с двумя швами; в – угловое с односторонним швом; г – тавровое с двусторонним швом; д – стыковые со скосом стыкуемых кромок; е – расположение швов нахлесточных соединений; 1 – с односторонним швом; 2 – с двусторонним швом; 3 – V-образное ( $\delta < 30$  мм); 4 – X-образное ( $\delta = 30 \dots 40$  мм); 5 – U-образное ( $\delta = 30 \dots 40$  мм); 6 – лобовое; 7 – фланговое; 8 – косое

Стыковые швы рассчитывают на растяжение (сжатие).

Швы нахлесточных соединений в зависимости от направления усилий бывают *лобовые*, *фланговые* и *косые*. Их рассчитывают на срез. Для компенсации потери прочности шва из-за того, что допустимые напряжения в материале шва меньше, чем в основном материале, вместо прямых лобовых швов делают косые.

В ряде случаев, преимущественно для соединения тонких листов и элементов арматурных сеток, применяют *точечную контактную сварку*. Соединения точечной сварки рассчитывают на срез.

Когда соединение работает в условиях вибрации или применение сварки ограничено технологическими или эксплуатационными причинами (недопустимость перегрева, тепловые деформации деталей, опасность возгорания и т. п.), применяют *заклепочные соединения*, также относящиеся к неразъемным. Основным элементом заклепочных соединений являются заклепки, которые бывают *стержневыми* (рис. 1.2 а) и *трубчатыми* (рис. 1.2 б).

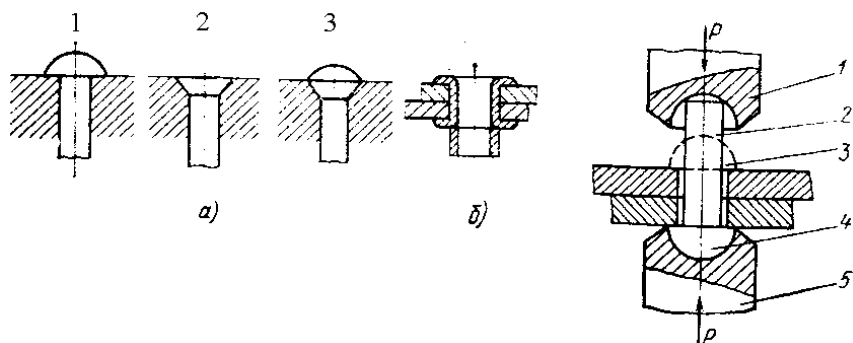


Рис. 1.2. Виды заклепочных соединений:  
а – стержневые; б – трубчатое; 1 – с полукруглой головкой;  
2 – с потайной головкой; 3 – с полупотайной головкой

Наиболее распространенными являются стержневые соединения. Они различаются по форме закладных головок, которые бывают полукруглыми, потайными, полупотайными и др. В процессе клепки стержень головки осаживается и плотно заполняет отверстие. Стальные заклепки диаметром до 10...12 мм и заклепки из цветных металлов устанавливают холодным способом, а стальные заклепки

большого диаметра – с нагревом до светло-красного каления. При горячем способе заклепка, остывая и сжимаясь, обеспечивает более плотное соединение.

По способу соединения деталей заклепочные соединения бывают *нахлесточные* (рис. 1.3 а), *стыковые с одной накладкой* (рис. 1.3 б), *стыковые с двумя накладками* (рис. 1.3 в), *однорядные* и *многорядные*.

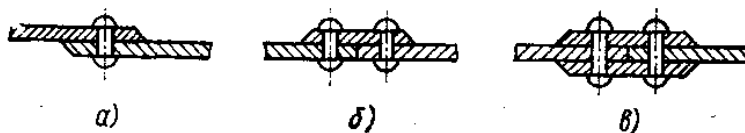


Рис. 1.3. Виды заклепочных соединений:  
а – нахлесточное; б – стыковое с одной накладкой;  
в – стыковое с двумя накладками

Наиболее распространенными видами разъемных соединений являются *резьбовые*.

*Резьбу* выполняют по винтовой линии на цилиндрической поверхности – внешней (винт) или внутренней (гайка). Резьба на цилиндрической поверхности образуется путем создания канавок по винтовой линии. Профиль канавок определяет тип резьбы (рис. 1.4 а), ее параметрами являются наружный  $d$ , внутренний  $d_1$  и средний  $d_2$  диаметры, исходная  $H$  и рабочая  $h$  высоты профиля, угол профиля  $\alpha$  и шаг резьбы  $S$ .

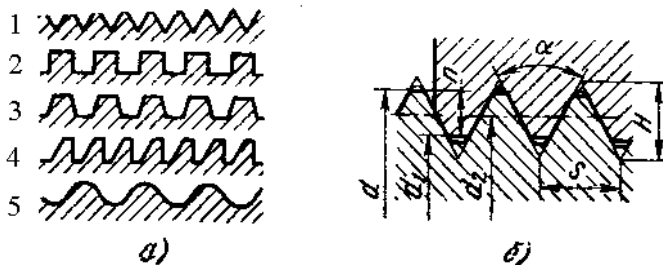


Рис. 1.4. Типы резьб (а) и параметры треугольной резьбы (б):  
1 – треугольная; 2 – прямоугольная (ленточная); 3 – трапецевидная;  
4 – упорная; 5 – круглая



В зависимости от числа винтовых линий различают *одно-, двух- и многозаходные резьбы*. У однозаходных резьб шаг резьбы совпадает с шагом винтовой линии, а у многозаходных шагом является расстояние между одноименными точками соседних витков резьбы.

В зависимости от направления винтовой линии резьбы бывают *право- и левозаходные*. Для обеспечения самоторможения в резьбовых соединениях угол винтовой линии должен быть меньше угла трения. При прочих равных условиях угол трения у треугольной резьбы больше, чем у других типов резьб, что делает ее наиболее распространенной в резьбовых соединениях.

На рис. 1.5 представлены типы резьбовых соединений и формы головок винтов.

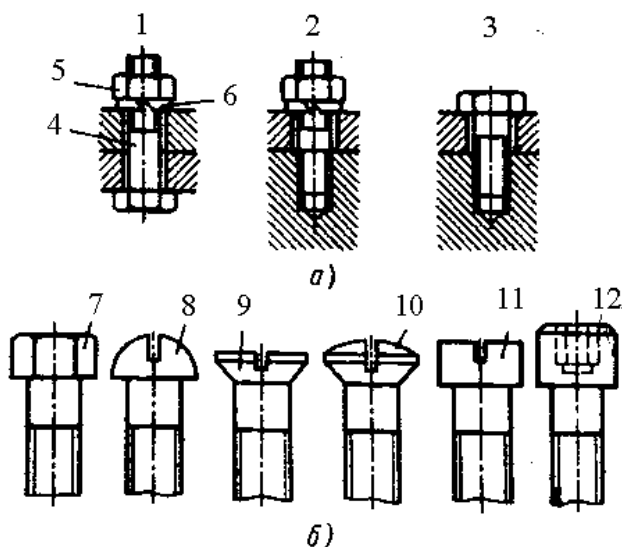


Рис. 1.5. Типы резьбовых соединений (а) и формы головок (б):  
 1 – болтом; 2 – шпилькой; 3 – винтом; 4 – болт; 5 – гайка; 6 – шайба; 7 – шести-  
 гранная; 8 – полукруглая; 9 – потайная; 10 – полупотайная; 11 – цилиндрическая;  
 12 – цилиндрическая с углублением под шестигранный ключ

Для предотвращения самоотвинчивания резьбовых соединений применяют различные приемы (рис. 1.6): соединения гайкой с пружинной шайбой, корончатой гайкой со шплинтом, контргайкой (второй гайкой).

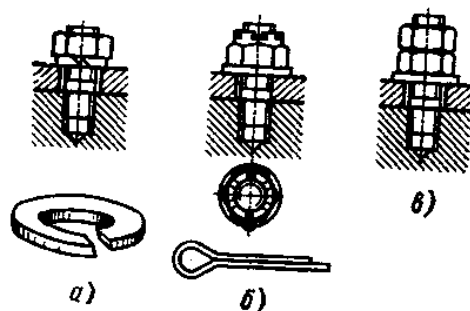


Рис. 1.6. Детали для предотвращения самоотвинчивания резьбовых соединений:  
 а – с гайкой и пружинной шайбой; б – с корончатой гайкой со шплинтом;  
 в – с контргайкой (второй гайкой)

Резьбовые соединения в зависимости от условий их работы проверяют расчетами (на растяжение, растяжение с кручением, срез, смятие).

**Шпоночные соединения** применяют для крепления на валах и осях деталей вращения. Для установки шпонок на валу и в ступице детали вращения вырезают канавки, куда закладывают соединительную деталь – шпонку. Наиболее распространенными видами шпонок являются *призматические* и *сегментные* (рис. 1.7), которые рассчитываются на срез и смятие.

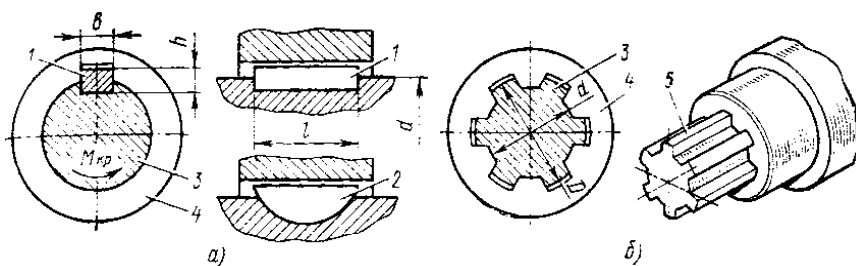


Рис. 1.7. Шпоночное (а) и шлицевое (б) соединения:  
 1 – призматическая шпонка; 2 – сегментная шпонка; 3 – вал;  
 4 – тело вращения (втулка, шестерня, шкив и др.); 5 – шлицы

**Шлицевое соединение** является многошпоночным. Оно образуется выступами на валу, входящими в пазы ступицы насаживаемой детали. По сравнению со шпоночными шлицевые соединения обес-

печивают лучшее центрирование и взаимное соединение деталей (см. рис. 1.7). Проверочный расчет шлицев осуществляют на смятие боковых граней. Такие соединения называют еще зубчатыми.

Кроме рассмотренных есть соединения клиновые, штифтовые, профильные, соединения с гарантированным натягом и т. д.

### 1.1.3. Передачи

**Передачами** называются механизмы, предназначенные для передачи движения от ведущего элемента к ведомому с возможным изменением характеристик движения (направления, скорости, вида). Передачи подразделяются на *механические, гидравлические, пневматические, электрические* и *комбинированные*.

Наиболее типичными в машиностроении являются **механические передачи**, которые основываются на использовании трения (фрикционные и ременные) и зацепления (зубчатые, цепные).

Механические передачи характеризуются КПД и передаточным числом.

КПД определяется отношением мощности  $N_2$  на ведомом элементе к мощности  $N_1$  на ведущем и определяет потери мощности на преодоление сопротивлений:

$$\eta = N_2 / N_1 . \quad (1.1)$$

**Передаточное число** передачи – это отношение частоты  $n_1$  вращения ведущего к частоте  $n_2$  ведомого элементов:

$$u = n_1 / n_2 . \quad (1.2)$$

Поскольку крутящий момент на любом элементе передачи прямо пропорционален мощности и обратно пропорционален частоте вращения, отношение крутящих моментов на элементах передачи

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{N_2 \cdot n_1}{n_2 \cdot N_1} = \eta u , \quad \text{или} \quad M_2 = M_1 u \eta . \quad (1.3)$$

Общие передаточные числа системы передач определяются произведением передаточных чисел отдельных пар:

$$u_{\Sigma} = u_1 u_2 \dots u_n. \quad (1.4)$$

Общий КПД системы передач

$$\eta_{\Sigma} = \eta_1 \eta_2 \dots \eta_n. \quad (1.5)$$

**Фрикционными** называются такие передачи, у которых вращение передается от ведущего элемента ведомому с помощью сил трения при непосредственном контакте элементов. Эти передачи обеспечивают плавную и бесшумную работу механизма, однако не позволяют реализовать постоянное передаточное число при изменяющихся нагрузках из-за возможного проскальзывания (рис. 1.8). Фрикционные передачи могут быть *цилиндрические* (внутренние, внешние, с клиновым ободом), *конические*, *лобовые*.

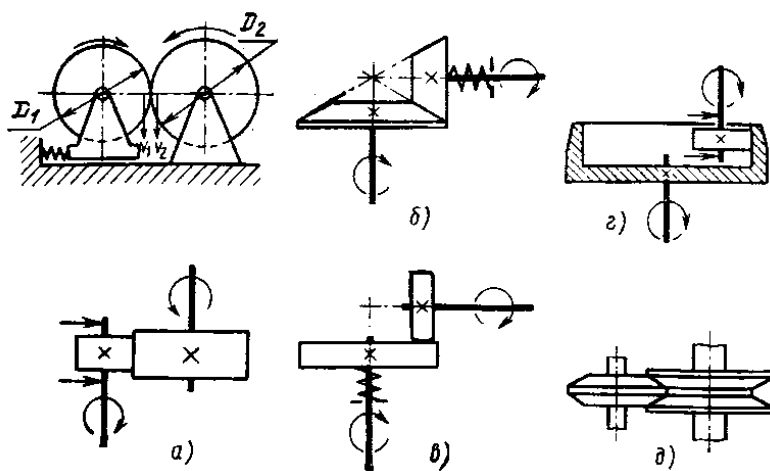


Рис. 1.8. Виды фрикционных передач:

а – цилиндрическая (внешняя); б – коническая; в – лобовая; г – цилиндрическая (внутренняя); д – цилиндрическая с клиновым ободом

Допуская отсутствие проскальзывания, получим следующие кинематические соотношения, характеризующие работу этих передач:

$$v_1 = v_2 \text{ или } \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{\pi D_2 n_2}{60},$$

откуда 
$$D_1 n_1 = D_2 n_2 \text{ или } \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}; \quad (1.6)$$

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1},$$

где  $v_1, v_2$  – линейные скорости точек контакта;

$D_1, D_2$  – диаметры ведущего и ведомого элементов;

$n_1, n_2$  – частоты вращения ведущего и ведомого элементов.

С учетом проскальзывания имеем

$$u = \frac{D_2}{D_1(1-e)}, \quad (1.7)$$

где  $e$  – коэффициент проскальзывания, зависящий от материала и состояния рабочих поверхностей фрикционных элементов,  $e = 0,002 \dots 0,03$ .

Передаточное число фрикционных передач обычно не превышает 10.

**Ременными** называются такие передачи, у которых движение от ведущего элемента к ведомому передается посредством плоского, круглого или клинового ремня, надетого на шкивы, геометрические оси которых находятся на значительном расстоянии одна от другой. Различают *плоско-, клино-, кругло- и зубчато-ременные передачи* (рис. 1.9).

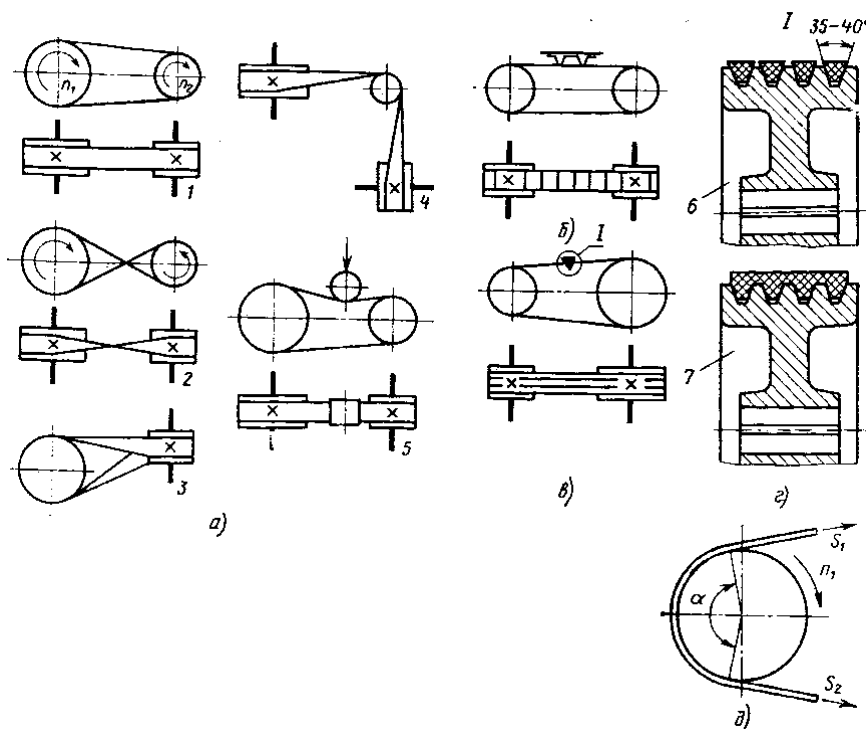


Рис. 1.9. Ременные передачи:

а – плоскоременная; б – с зубчатым ремнем; в, г – клиноременная; д – схема охвата шкива ремнем; 1 – открытая; 2 – перекрестная; 3 – полуперекрестная; 4 – угловая; 5 – с натяжным роликом; 6 – с клиновыми ремнями; 7 – с поликлиновым ремнем

Ремни изготавливают из кожи, хлопчатобумажных прорезиненных и полиамидных тканей.

Окружное усилие  $P$ , развиваемое ременной передачей, определяется как разность между натяжениями  $S_1$  (сбегающей) и  $S_2$  (набегающей) ветвей ремня (рис. 1.9 б):

$$P = S_1 - S_2 .$$

Связь между  $S_1$  и  $S_2$  можно определить по формуле Эйлера для нерастяжимой нити

$$S_1 / S_2 = e\mu\alpha,$$

где  $\mu$  – коэффициент трения между ремнем и шкивом;

$\alpha$  – угол охвата шкива ремнем.

Для увеличения угла охвата могут использоваться натяжные ролики (рис. 1.9 а, б). Передаточное число в ременных передачах определяется так же, как во фрикционных. Использование клиновых ремней позволяет увеличить передаваемые окружные усилия, зубчатых – исключить проскальзывание.

**Зубчатые передачи** предназначены для передачи вращательного движения между валами с параллельными, пересекающимися и перекрещивающимися осями, а также для трансформации вращательного движения в поступательное и наоборот.

В передаче с параллельными валами используют цилиндрические колеса (рис. 1.10 а).

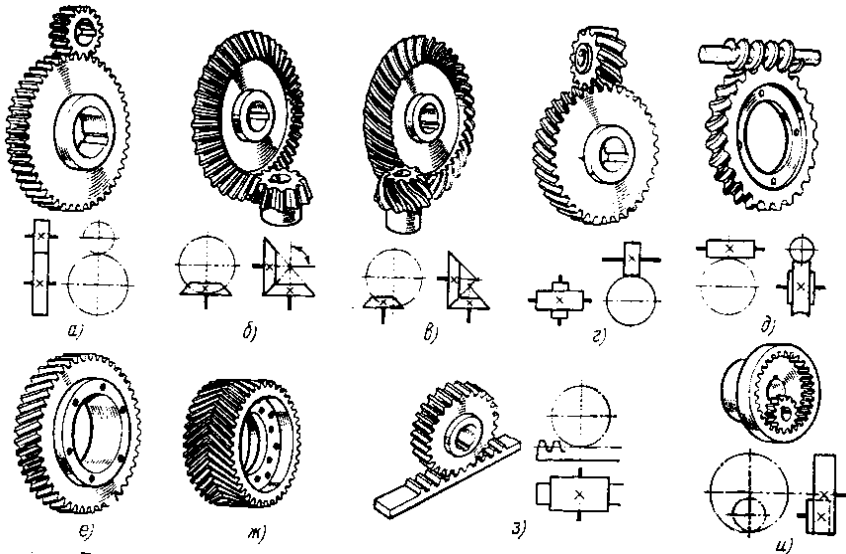


Рис. 1.10. Виды зубчатых передач и их элементы:

- а – цилиндрическая;
- б – коническая;
- в – гипоидная;
- г – винтовая;
- д – червячная;
- е – косозубое зубчатое колесо;
- ж – шевронное зубчатое колесо;
- з – реечная;
- и – с внутренним зацеплением

Рассмотрим на примере некоторые геометрические параметры зубчатых передач (рис. 1.11) – диаметры окружностей выступов ( $d'_{нар}$ ,  $d''_{нар}$ ), впадин ( $d'_{вн}$ ,  $d''_{вн}$ ), начальных окружностей ( $d'_{нач}$ ,  $d''_{нач}$ ).

**Начальные окружности** – это фиктивные окружности, условно катящиеся одна по другой без проскальзывания и делящие зубья колес на две части: головку высотой  $h_1$  и ножку высотой  $h_2$ .

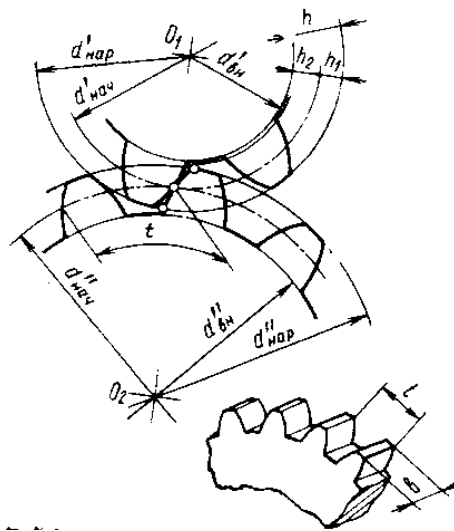


Рис. 1.11. Геометрические параметры зубчатых зацеплений

**Шагом зацепления**  $t$  называется расстояние между одноименными точками соседних зубьев по дуге начальной окружности. Для зубчатого колеса с числом зубьев  $z$  длина начальной окружности

$$\pi d_{нач} = tz,$$

тогда

$$d_{нач} = tz / \pi.$$

Величина  $t / \pi$  называется **модулем зацепления** и обозначается буквой  $m$ :



$$m = d_{нач} / \pi, \text{ мм.}$$

Модуль зацепления равен числу миллиметров диаметра начальной окружности шестерни, приходящихся на один зуб.

Основные параметры зубчатых колес можно выразить через модуль следующими формулами:

$$h_1 = m; h_2 = 1,2m; d_{ia?} = mz; d_{ai} = m(z - 2,4); d_{ia?} = m(z + 2).$$

В **цилиндрических зубчатых передачах** применяют *прямозубые* (см. рис. 1.10 а), *косозубые* (см. рис. 1.10 е), *шевронные* (см. рис. 1.10 ж) колеса. Передачи с косозубыми и шевронными колесами менее шумны, т.к. при их работе происходит плавное зацепление по длине зуба. В косозубых передачах возникают нежелательные усилия осевого направления; у шевронных колес эти усилия уравновешиваются.

Зубчатые передачи с цилиндрическими колесами могут быть как с внешним, так и с внутренним зацеплением (см. рис. 1.10 и).

**Конические зубчатые передачи** (см. рис. 1.10 б) позволяют передавать крутящий момент между валами, оси которых пересекаются, а *гипоидные*, *винтовые* и *червячные* (см. рис. 1.10 в, г, д) – между валами, оси которых перекрещиваются.

Передаточное число зубчатых пар определяется следующим образом:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d''_{нач}}{d'_{нач}} = \frac{z_2}{z_1}.$$

Чаще всего для цилиндрических колес оно не превышает 10, для конических – 5. Для определения передаточного числа червячных передач в приведенную формулу вместо  $z_2$  подставляют число зубьев червячного колеса, а вместо  $z_1$  – число заходов червяка (которое редко превышает 3). Этим объясняются сравнительно большие значения передаточных чисел червячных пар, достигающие 80. КПД зубчатых передач составляет 0,96...0,98, червячных – 0,7...0,9 из-за значительных сил трения в зацеплении.

Для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот применяются *реечные передачи* (см. рис. 1.10 з).

Для получения значительных передаточных чисел используются *редукторы*, предназначенные, как правило, для понижения частоты вращения и увеличения крутящего момента (рис. 1.12). Они представляют собой несколько пар зубчатых колес или червячных передач, объединенных в одном корпусе, чаще всего работающих в масляной ванне. Редукторы могут быть *одно-, двух- и многоступенчатыми*.

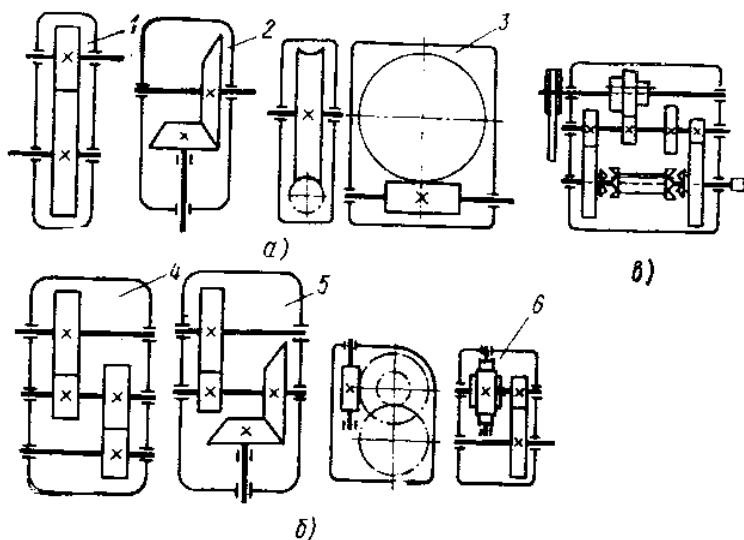


Рис. 1.12. Схемы зубчатых редукторов:

- а – одноступенчатые; б – двухступенчатые; в – коробка передач;  
 1, 4 – цилиндрические; 2 – конический; 3 – червячный; 5 – коническо-цилиндрический; 6 – червячно-цилиндрический

Редукторы, обеспечивающие изменение передаточного числа и направления вращения выходного вала, называют *коробками передач*. На рис. 1.12 в показана кинематическая схема коробки передач, позволяющей реализовать 6 передаточных чисел.

*Цепные передачи* относятся к передачам зацепления гибкой связью. Их используют для передачи движения между параллельными валами, оси которых отстоят одна от другой на расстояние до 8 м. Такие передачи состоят из двух звездочек и цепи, охватывающей звездочки и зацепляющейся за их зубья (рис. 1.13).

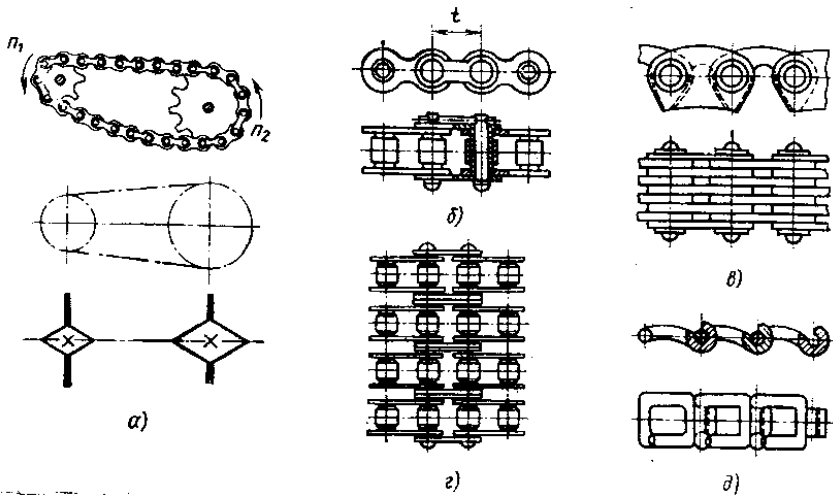


Рис. 1.13. Цепные передачи:

а – принципиальная схема; б, г, – одно- и многорядная втулочно-роликовые цепи; в – зубчатая (пластинчатая) цепь; д – крючковая цепь

На практике применяют цепи нескольких типов: *втулочные, втулочно-роликовые, пластинчатые, крючковые* и др.; *одно-, двух- и многорядные*.

Передаточные числа цепных передач определяются так же, как для зубчатых передач:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{d''_{нач}}{d'_{нач}},$$

где  $z_1, z_2$  – число зубьев ведущей и ведомой звездочек;

$d'_{нач}, d''_{нач}$  – диаметры начальных окружностей ведущей и ведомой звездочек.

Обычно значение  $u < 8$ , а для тихоходных передач  $u < 15$ . При эксплуатации цепных передач цепи растягиваются; для регулирования их натяжения используют различные натяжные устройства.

Детали вращения устанавливают на *валах и осях*. Оси воспринимают лишь изгибающую нагрузку, а валы передают и крутящий момент. Оси могут быть вращающимися и неподвижными. Опор-

ные части осей и валов называются цапфами. Концевые цапфы называются *шитами*, промежуточные – *шейками*; опорные части валов и осей, передающие осевую нагрузку, – *пятами* (рис. 1.14).

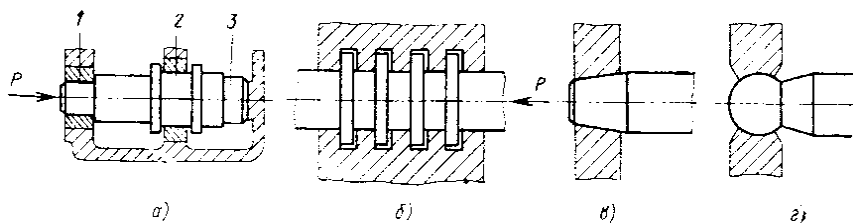


Рис. 1.14. Опорные части валов и осей:  
 а – цапфа; б – гребенчатая пята; в – конический шип; г – шаровой шип;  
 1 – шип; 2 – шейка; 3 – пята

**Подшипники** служат опорами осей и валов, передают нагрузку на опорные детали (рамы, станины, колеса). Опоры для пят называются *подпятниками*. По виду трения различаются подшипники скольжения и подшипники качения.

В **подшипниках скольжения** для уменьшения трения используются втулки (вкладыши) из антифрикционных материалов, а также различные смазочные материалы. В зависимости от размеров валов, конструкции опор и нагрузок подшипники скольжения выполняются с *неразъемными корпусами* (рис. 1.15 а, в) и с *разъемными* (рис. 1.15 б), что упрощает монтаж и позволяет осуществлять регулирование. Расчет подшипников скольжения проводится по допускаемым давлениям.

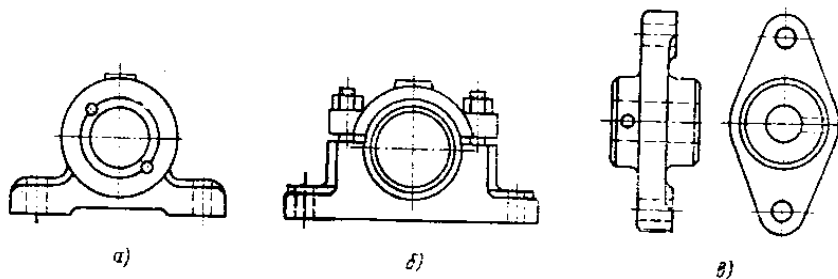


Рис. 1.15. Подшипники скольжения:  
 а – с неразъемным корпусом; б – с разъемным корпусом;  
 в – фланцевый неразъемный

Широкое распространение в машиностроении получили *подшипники качения* (рис. 1.16), типы и размеры которых гостированы.

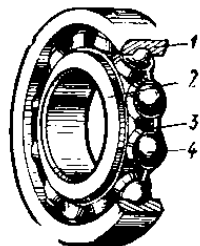


Рис. 1.16. Подшипник качения:

1 – наружное кольцо; 2 – внутреннее кольцо; 3 – сепаратор; 4 – тело качения

Подшипники качения по направлению воспринимаемой нагрузки делятся на *радиальные*, предназначенные, в основном, для восприятия радиальных нагрузок, *упорные*, воспринимающие осевые нагрузки, и *радиально-упорные* (рис. 1.17).

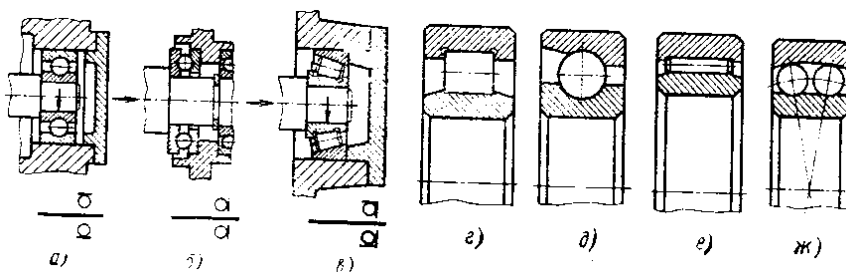


Рис. 1.17. Виды подшипников качения:

а – радиальный; б – упорный; в – радиально-упорный; г – роликовый;  
 д – шариковый радиально-упорный; е – игольчатый; ж – шариковый  
 двухрядный самоустанавливающийся

В зависимости от тел вращения подшипники качения бывают *шариковые* и *роликовые*. Роликовые подшипники допускают большую нагрузку, чем шариковые, но хуже работают при большой частоте вращения валов. Самоустанавливающиеся подшипники (см. рис. 1.17 ж) применяют в опорах длинных валов для компенсации возможных перекосов. Смазывание подшипников необходимо для уменьшения трения, предотвращения коррозии, попадания абразивных частиц в зазоры, теплоотвода.

Для соединения валов между собой и валов со свободно сидящими на них деталями служат **муфты**, которые по характеру работы бывают *управляемые* и *самоуправляемые*. Конструктивные схемы наиболее распространенных муфт показаны на рис. 1.18.

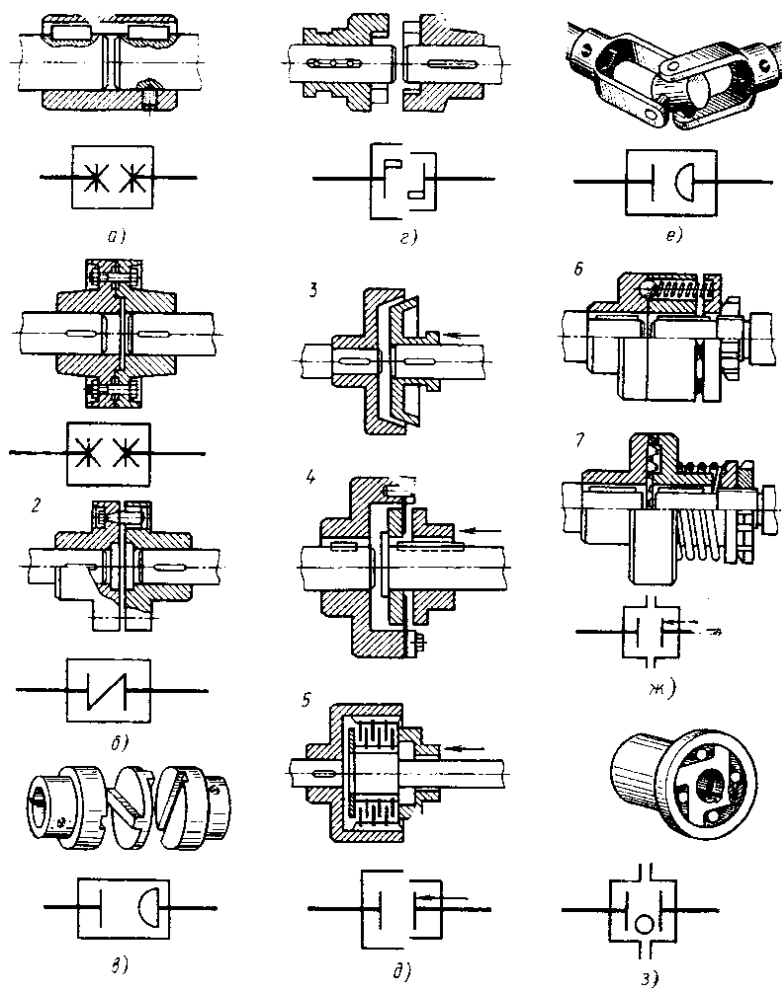


Рис. 1.18. Приводные муфты:

- а – глухая втулочная; б – фланцевые; в – подвижная крестовая (плавающая);  
 г – сцепляемая управляемая кулачковая; д – сцепляемые управляемые фрикционные;  
 е – подвижная шарнирная; ж – самоуправляемые предохранительные;  
 з – обгонная (свободного хода); 1 – глухая; 2 – подвижная упругая втулочно-кольцевая (компенсирующая); 3 – конусная; 4 – однодисковая;  
 5 – многодисковая; 6 – шариковая; 7 – кулачковая

## 1.2. Привод

### 1.2.1. Классификация приводов

*Привод* – это устройство для приведения в действие машин и механизмов. Он состоит из источника энергии (энергетической установки), механизмов передачи энергии (движения) и аппаратуры управления.

По характеру распределения энергии приводы бывают *групповыми, индивидуальными и многодвигательными*. Привод, включающий генератор и двигатель, называется *комбинированным*. Комбинированные приводы могут быть дизель-электрическими, дизель-гидравлическими и т.д. Они получили большое распространение на машинах, имеющих несколько исполнительных механизмов.

Источником энергии (энергетической установкой) является *двигатель* (тепловой, электрический и др.) и системы, обслуживающие его. Установки, преобразующие энергию, черпаемую из природных ресурсов (химическая, энергия топлива), называются *первичными*. Установки, преобразующие в механическую энергию, вырабатываемую машинами-генераторами, называются *вторичными*. К первичным относятся паросиловые установки, двигатели внутреннего сгорания; к вторичным – электрические, гидравлические и пневматические двигатели, которые также называют *моторами*. Генераторами для них служат электрогенераторы (динамомшины), гидравлические насосы и компрессоры.

### 1.2.2. Силовые установки

Большинство строительных и дорожных машин используют на объектах и трассах, удаленных от источников энергии. Они, как правило, оснащены *автономными силовыми установками*.

Работа машин и инструментов при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог обеспечивается с помощью силовых установок – систем, преобразующих один вид энергии в другой (электрическую – в механическую, механическую – в тепловую и др.).

Режимы работы и условия эксплуатации дорожных и строительных машин имеют свою специфику. Условно можно выделить четыре режима работы:

- 1) легкий;
- 2) средний;
- 3) тяжелый;
- 4) очень тяжелый.

В соответствии с режимами работы дорожных машин к их силовым установкам предъявляются следующие требования:

- 1) мягкость внешней характеристики;
- 2) возможность пуска под нагрузкой и быстрота разгона (приемистость);
- 3) допустимость частых нагружений и способность выдерживать кратковременные перегрузки;
- 4) возможность реверсирования;
- 5) компактность конструкции (малые масса и размеры);
- 6) удобство эксплуатации (легкость пуска, простота технического обслуживания, ремонтпригодность);
- 7) устойчивость к внешним динамическим воздействиям, изменению погодных условий и загрязненности воздуха;
- 8) малая токсичность;
- 9) надежность.

Важнейшими требованиями, предъявляемыми ко всем машинам, в том числе к силовым установкам, являются высокий КПД и экономичность.

**Внешней характеристикой** силовой установки (рис. 1.19) называются кривые, отражающие зависимость крутящего момента  $M_{кр}$ , развиваемого двигателем, от частоты вращения  $n$  его выходного элемента. Обычно на кривые этих характеристик наносят также кривые зависимости мощности, КПД и других характеристик двигателей.

Основными показателями этой характеристики являются: номинальный крутящий момент двигателя  $M_{ен}$ , максимальная мощность двигателя  $N_{e\max}$ , номинальная частота вращения коленчатого вала  $n_{ен}$ , максимальный крутящий момент двигателя  $M_{e\max}$ , частота вращения коленчатого вала при максимальном крутящем моменте двигателя  $n_{em}$ , частота вращения коленчатого вала при холостом ходе двигателя  $n_{ex}$ .



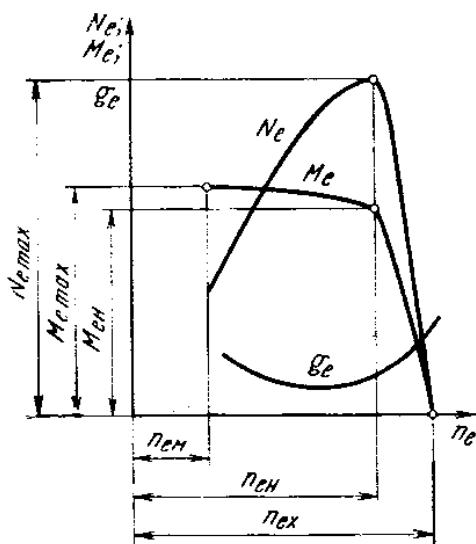


Рис. 1.19. Внешняя характеристика двигателя внутреннего сгорания:  
 $N_e$  – мощность, кВт;  $M_e$  – крутящий момент, Н·м;  $n_e$  – частота вращения, об/мин;  
 $g_e$  – удельный расход топлива, г/(кВт·ч)

Наиболее распространенными энергетическими установками на строительных и дорожных машинах являются **двигатели внутреннего сгорания**, которые подразделяются на двух- и четырехтактные **карбюраторные**, работающие на легких топливах, и **дизельные**, работающие на тяжелых дизельных топливах.

Двигатель состоит из узлов и деталей, объединенных в **кривошипно-шатунный** и **газораспределительный механизмы** и **системы: питания, смазки, охлаждения и пуска**.

Объем цилиндра над поршнем при положении в **верхней мертвой точке** (ВМТ) называется камерой сжатия, или **камерой сгорания**,  $V_c$ . **Ходом поршня** называют расстояние от ВМТ до **нижней мертвой точки** (НМТ). Рабочим объемом цилиндра  $V_h$  (измеряется обычно в литрах) называют произведение хода поршня на площадь сечения цилиндра (площадь цилиндра превышает площадь поршня).

Если двигатель имеет несколько цилиндров, сумма их рабочих объемов называется **литражом двигателя**:

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} Si, \text{ л,}$$

где  $D$  – диаметр цилиндра, дм;

$S$  – ход поршня, дм;

$i$  – число цилиндров двигателя.

**Общий объем цилиндра** – это сумма объемов рабочего  $V_h$  и камеры сжатия  $V_a$ .

**Степенью сжатия** называют отношение общего объема к объему камеры сжатия:

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_h}.$$

Степень сжатия показывает, во сколько раз уменьшается объем рабочей смеси в цилиндре при перемещении поршня из НМТ в ВМТ. Ее величина является одним из важнейших показателей двигателя, от которого зависят мощность, экономичность, характер работы. У карбюраторных двигателей степень сжатия – порядка 6...9, у дизельных – 15...20.

КПД карбюраторных двигателей обычно бывает 25...30 %, дизеля – 30...45 %.

В двигателе внутреннего сгорания (рис. 1.20) рабочий процесс протекает в полости, образованной цилиндром 3, поршнем 4 и головкой 5, в которой установлены впускной и выпускной клапаны 6. Поршень соединяется шатуном 2 с коленчатым валом 1.

При вращении коленчатого вала поршень в цилиндре движется возвратно-поступательно вверх и вниз. Происходит заполнение цилиндра горючей смесью (т.е. смесью топлива и воздуха в определенном соотношении), сжатие ее и воспламенение. Газы, образующиеся при сгорании топлива, расширяясь, совершают механическую работу. Их давление воспринимается поршнем и через шатун передается на коленчатый вал. Полученный на коленчатом валу крутящий момент с маховика 7 передается на трансмиссию машины. После расширения цилиндр очищается от отработавших газов для нового заполнения его свежей горючей смесью. Все эти процессы и составляют периодически повторяющийся **рабочий цикл ДВС**.

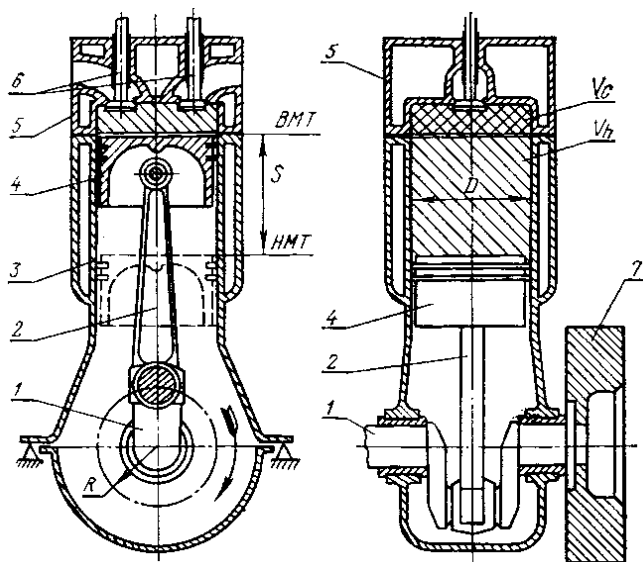


Рис. 1.20. Схема двигателя внутреннего сгорания

Рабочий цикл *четырёхтактного дизельного двигателя* изображен на рис. 1.21.

**Такт впуска.** Поршень движется от ВМТ к НМТ. Надпоршневой объем увеличивается, и в цилиндре создается разрежение, под действием которого через открытый впускной клапан засасывается атмосферный воздух. Такт впуска заканчивается (после закрытия впускного клапана) не в момент прихода поршня в НМТ, а после того, как он переместится от НМТ к ВМТ на величину, соответствующую  $40...60^\circ$  угла поворота коленчатого вала. Хотя поршень в это время движется вверх, давление в цилиндре некоторое время остается ниже атмосферного, и воздух продолжает поступать.

**Такт сжатия.** Поршень движется от НМТ к ВМТ. Оба клапана закрыты. Объем над поршнем уменьшается, и в цилиндре в результате большого давления повышается температура сжимаемого воздуха. В конце такта сжатия, когда поршень не доходит до ВМТ на  $15...30^\circ$  угла поворота коленчатого вала, в цилиндр под большим давлением через форсунку вводится топливо. Оно перемешивается с воздухом и от его температуры самовоспламеняется. К приходу поршня в ВМТ в камере сжатия происходит интенсивное горение топлива и резкое повышение давления.

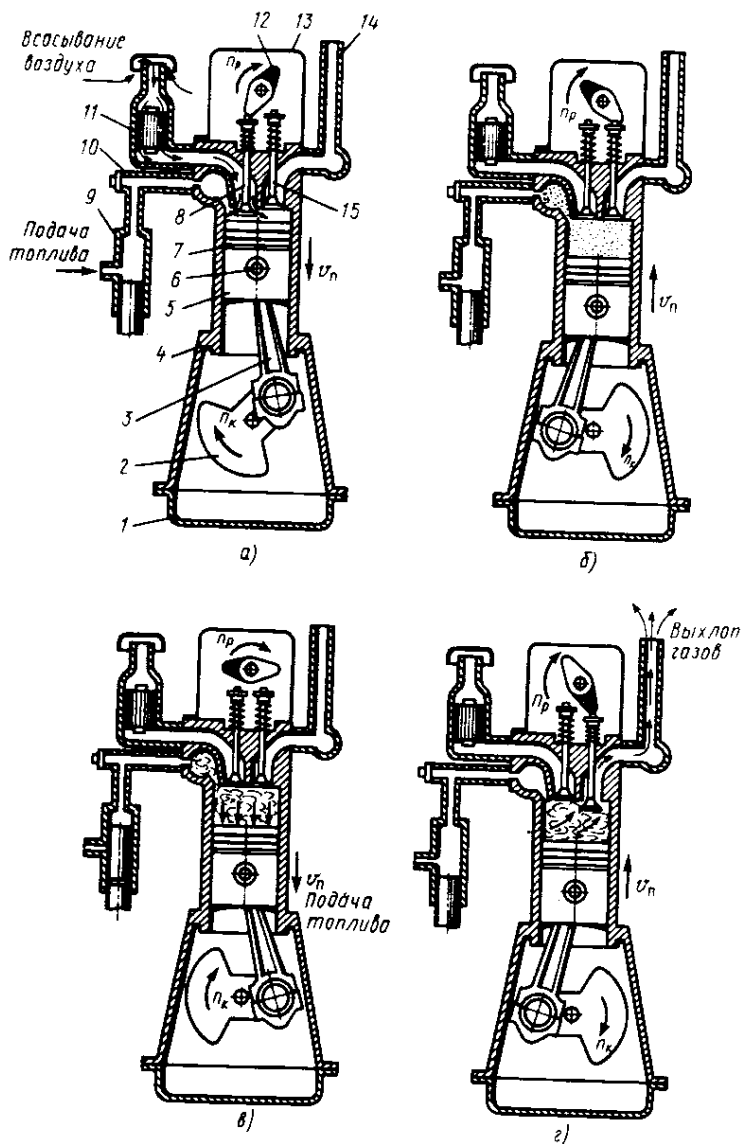


Рис. 1.21. Схема работы четырехтактного дизельного двигателя:  
 а – всасывание воздуха; б – сжатие; в – воспламенение горючей смеси; г – выхлоп газов; 1 – поддон; 2, 12 – коленчатый и распределительный валы; 3 – шатун; 4 – блок-картер; 5 – поршень; 6 – палец поршня; 7 – кольца; 8, 15 – всасывающий и выпускной клапаны с пружинами; 9 – насос; 10 – воздухоочиститель; 11 – форсунка; 13 – клапанная крышка; 14 – выхлопная труба

**Такт расширения.** Оба клапана закрыты. В камере сжатия происходит догорание топлива. Поршень под действием давления газов движется от ВМТ к НМТ, в результате чего совершается работа. К концу такта давление и температура в цилиндре падают.

**Такт выпуска.** За  $40...60^\circ$  до прихода поршня в НМТ открывается выпускной клапан, и отработавшие газы давлением внутри цилиндра выбрасываются в атмосферу. Когда поршень пройдет НМТ, он выталкивает газы на всем протяжении до ВМТ. После этого начинается новый цикл.

**Рабочий процесс дизеля с наддувом** изображен на рис. 1.22. Наддув, т.е. наполнение цилиндров воздухом путем принудительной подачи его под давлением, осуществляется центробежным компрессором, который приводится во вращение турбиной, работающей от отработавших (выхлопных) газов двигателя. Такой агрегат называется *газотурбоагрегатом*, а сам процесс – *турбонаддувом*.

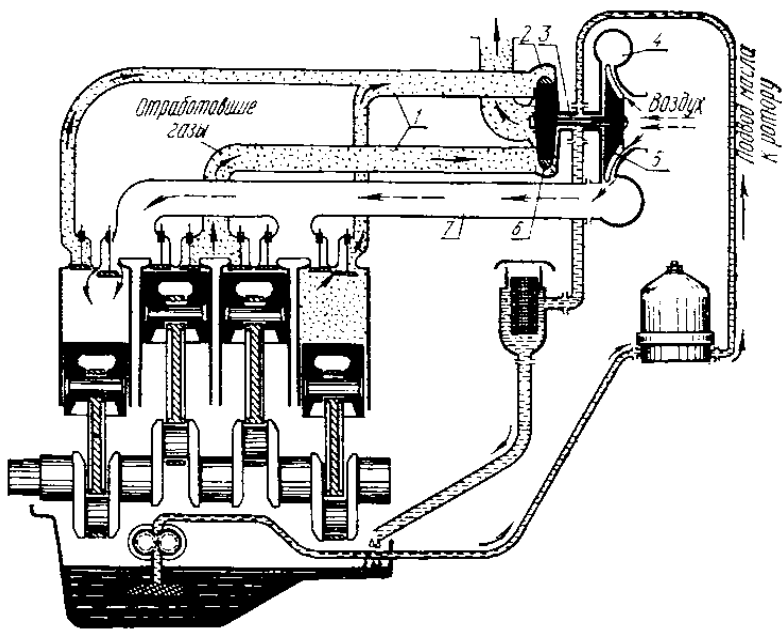


Рис. 1.22. Схема работы дизеля с наддувом

Работа газотурбонагнетателя осуществляется следующим образом. Во время выпуска отработавшие газы по выпускным трубопроводам 1 поступают через сопла на лопатки рабочего колеса 6 турбины 2 и вращают ее. Рабочее колесо 5 компрессора 4 установлено на общем с турбиной роторе 3. Вращаясь вместе с турбиной, компрессор подает воздух под избыточным давлением (0,03...0,06 МПа) по впускным трубопроводам 7 в цилиндры двигателя. Применение турбонаддува увеличивает мощность двигателя.

В отличие от дизельного двигателя *первым тактом* (I) работы *карбюраторного двигателя* является всасывание рабочей смеси (смеси распыленного топлива с воздухом в весовом соотношении 1/10...1/13), которая из карбюратора засасывается в цилиндр во время движения поршня из ВМТ в НМТ.

*Второй такт* (II) – сжатие – происходит во время движения поршня вверх при закрытых клапанах.

*Третьим тактом* (III) является рабочий ход, осуществляемый при воспламенении горючей смеси от электрической искры в свече зажигания.

*Четвертый такт* (IV) представляет собой выпуск отработавших газов во время движения поршня вверх при открытом выпускном клапане. Открытие и закрытие соответствующих клапанов осуществляется газораспределительным механизмом, кинематически связанным с коленчатым валом двигателя.

По расположению цилиндров двигателя бывают *рядные* (вертикальные, горизонтальные и наклонные), *V-образные*, *звездообразные* и *двухрядные горизонтальные (оппозитные)*.

На рис. 1.23 приведен разрез двигателя Д-240, на рис. 1.24 – разрез двигателя СМД-62.

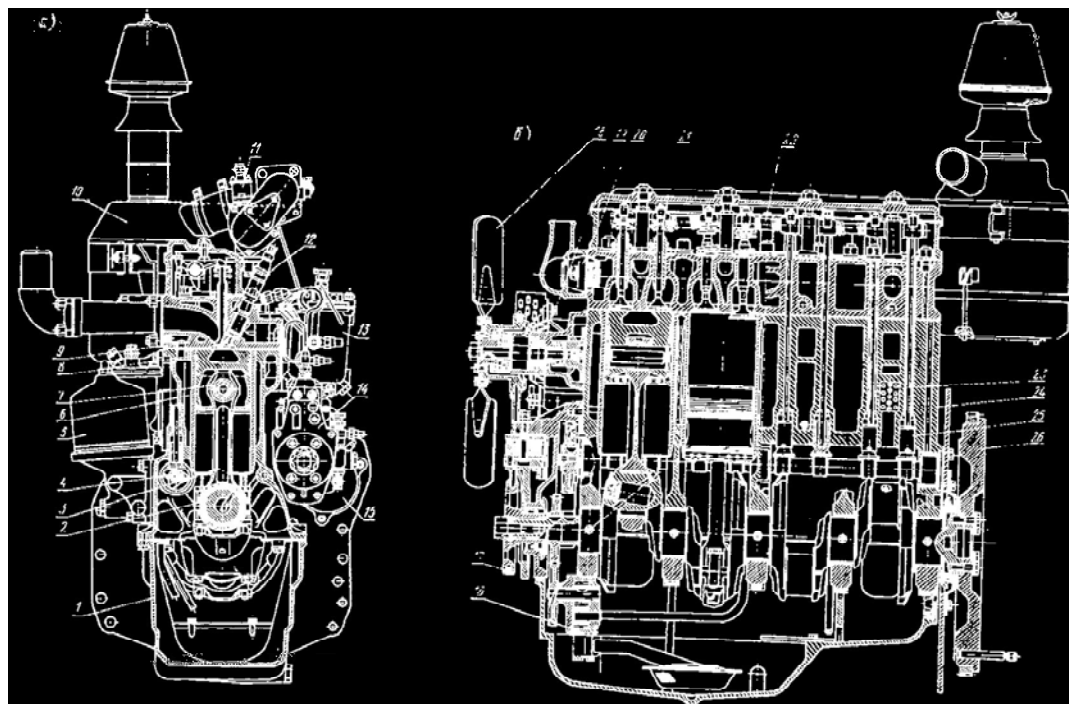


Рис. 1.23. Двигатель Д-240:

а – поперечный разрез; б – продольный разрез; 1 – масляный картер (поддон); 2 – коленчатый вал; 3 – шатун; 4 – распределительный вал; 5 – масляная центрифуга; 6 – гильза цилиндра; 7 – поршневой палец; 8 – поршень; 9 – головка цилиндров; 10 – воздухоочиститель; 11 – электрофакельный подогреватель; 12 – форсунка; 13 – фильтр тонкой очистки; 14 – топливный насос; 15 – электростартер; 16 – масляный насос; 17 – шкив; 18 – вентилятор; 19 – водяной насос; 20 – термостат; 21 – клапан; 22 – ось коромысел; 23 – штанга; 24 – блок-картер; 25 – толкатель; 26 – маховик

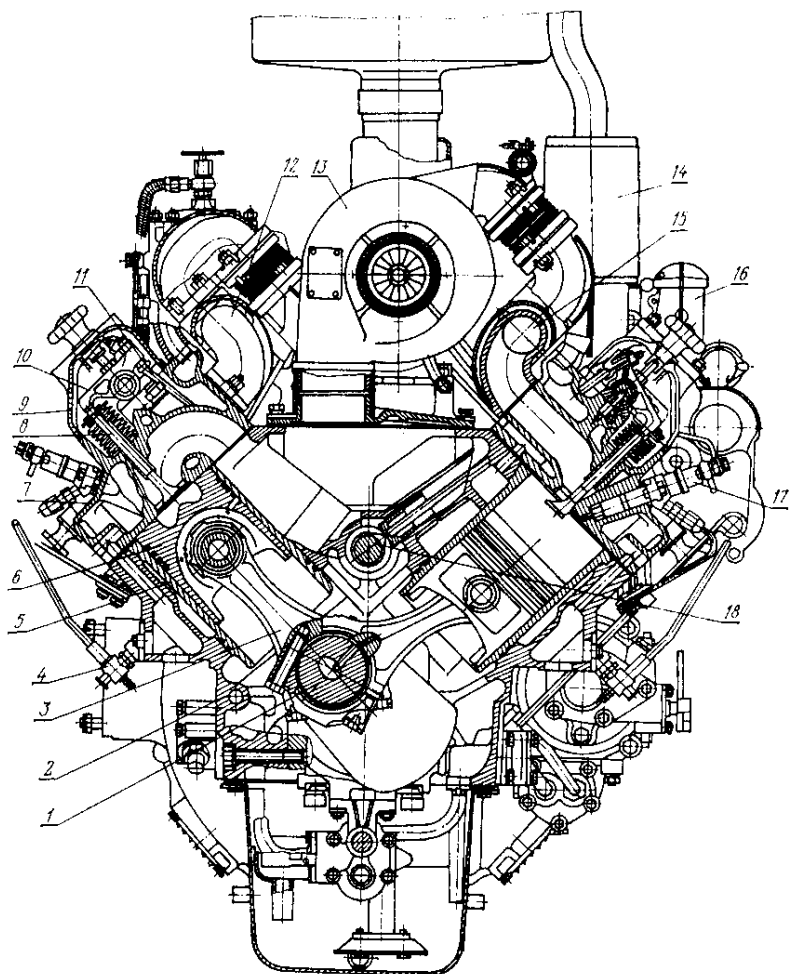


Рис. 1.24 а. Двигатель СМД-62 (поперечный разрез):

1 – коленчатый вал; 2 – блок-картер; 3 – шатун; 4 – краник для слива воды; 5 – гильза цилиндра; 6 – поршень; 7 – головка цилиндра; 8 – клапан; 9 – колпак головки цилиндра; 10 – коромысло клапана; 11 – штанга толкателя; 12, 15 – выхлопные коллекторы; 13 – турбокомпрессор; 14 – глушитель пускового двигателя; 16 – маслозаливной патрубков; 17 – форсунка; 18 – распределительный вал



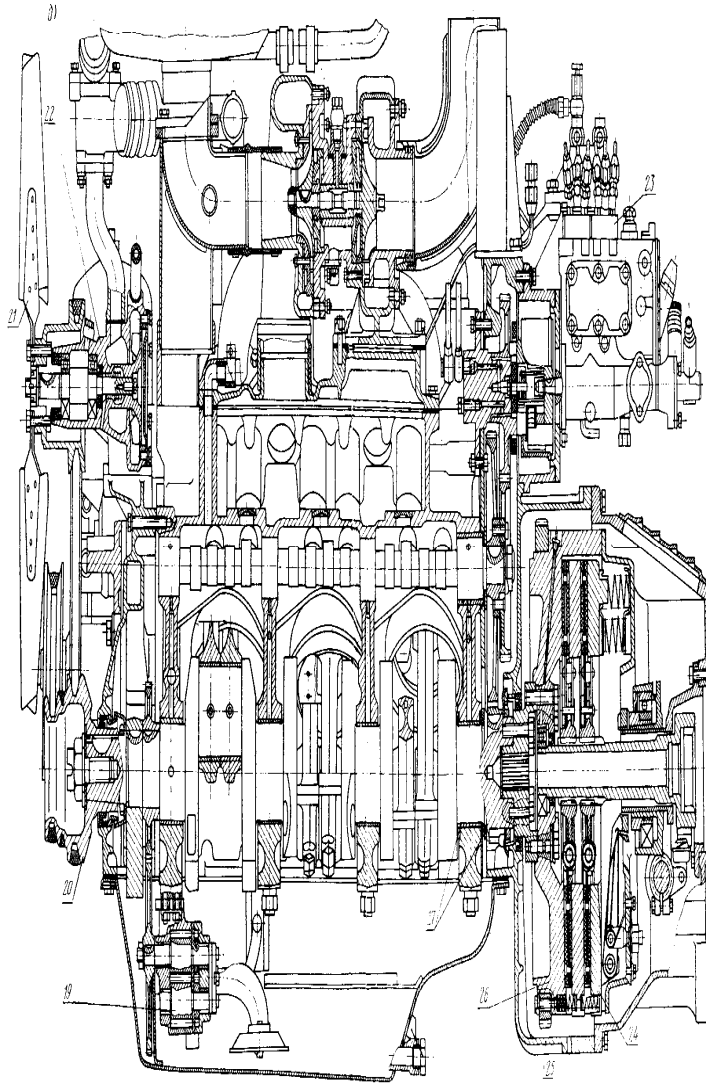


Рис. 1.24 б. Двигатель СМД-62 (продольный разрез):

19 – масляный насос; 20 – шкив коленчатого вала; 21 – вентилятор; 22 – водяной насос; 23 – топливный насос;  
 24 – муфта сцепления; 25 – картер маховика; 26 – маховик; 27 – полукольца упорные

Для современных промышленных тракторов ЧТЗ налажен выпуск двигателей 6Т370 (рис. 1.25) и 4Т371 (рис. 1.26), технические характеристики которых представлены в табл. 1.1.

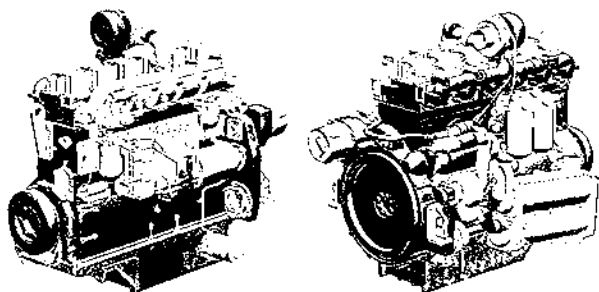


Рис. 1.25. Двигатель 6Т370 (шестицилиндровый)

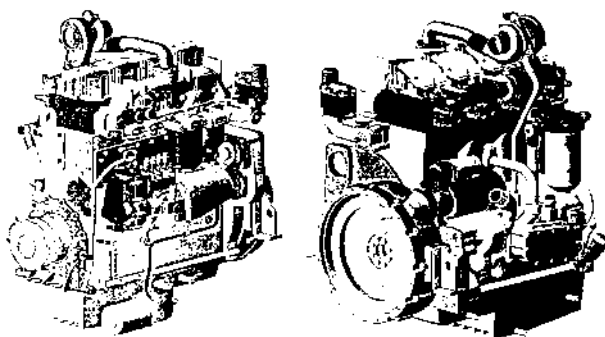


Рис. 1.26. Двигатель 4Т371 (четырёхцилиндровый)

Таблица 1.1

Технические характеристики двигателей

Параметр	Модель двигателя			
	4Т371	6Т370	6Т370	6Т370
Мощность двигателя эксплуатационная, л.с. (кВт)	90 (66,2)	140 (103)	190 (139,7)	260 (191,2)
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1900	1650	1900	1900
Запас крутящего момента, %	40	40	40	40
Диаметр цилиндра/ ход поршня, мм	130/150	130/150	130/150	130/150
Объем двигателя, л	7,96	11,94	11,94	11,94
Масса двигателя, кг	800	1040	1040	1040
Класс трактора	T-1	T-2	T-3	T-4

В качестве силовых установок применяются *электродвигатели* постоянного и переменного тока.

*Электродвигатели постоянного тока* имеют мягкую характеристику, поэтому более применимы на машинах циклического действия, работающих с переменным нагрузочным режимом. Для них требуются генераторы постоянного тока, работающие от двигателя внутреннего сгорания, или электродвигателя переменного тока, что увеличивает массу и размеры привода. Недостатком является невозможность непосредственного подключения к общей сети переменного тока.

На *электродвигатели переменного тока* отрицательно влияет изменение нагрузок, поэтому их применяют на стационарных установках с постоянными режимами и с возможностью подключения к общей сети.

Достоинствами всех электродвигателей являются возможность реализации индивидуального многодвигательного привода без сложных и громоздких трансмиссий, независимость от внешних условий, постоянная готовность к работе, возможность дистанционного управления и автоматизации.

К пневматическим силовым установкам относятся *компрессоры*. Они могут быть одно- и двухступенчатыми. Компрессоры монтируют на раме прицепа или на шасси автомобиля (рис. 1.27).

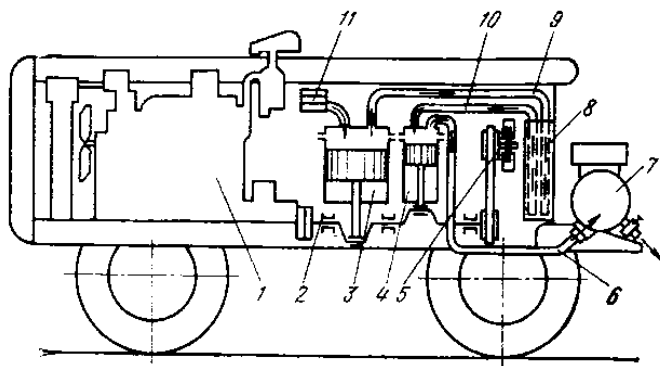


Рис. 1.27. Схема поршневого двухступенчатого компрессора:  
1 – двигатель внутреннего сгорания; 2 – коленчатый вал компрессора; 3 – цилиндр низкого давления; 4 – цилиндр высокого давления; 5 – вентилятор; 6 – трубопровод высокого давления; 7 – воздухоосборник (ресивер); 8 – холодильник; 9, 10 – трубопроводы низкого давления; 11 – воздушный фильтр

Двигатель внутреннего сгорания передвижной компрессорной установки приводит в движение коленчатый вал 2 компрессора. Воздух засасывается через фильтр в цилиндр первой ступени компрессора и сжимается до 0,22 МПа. Из цилиндра низкого давления он по трубопроводу проходит в холодильник, откуда по другому трубопроводу поступает в цилиндр высокого давления и сжимается до давления 0,4...0,8 МПа. Затем сжатый воздух по трубопроводу поступает в воздухоотборник (ресивер), предназначенный для создания запаса сжатого воздуха с целью равномерной подачи его потребителю без пульсаций, вызываемых работой поршневого компрессора, и через раздаточные краны и шланги подводится к потребителям. На воздухоотборнике установлены предохранительный клапан, срабатывающий при повышении давления выше номинального, и кран для удаления конденсата воды и масла. В каждом цилиндре компрессора имеется по одному всасывающему и нагнетательному клапану.

Передвижные компрессорные установки имеют подачу 3...10 м<sup>3</sup>/мин.

В ротационных компрессорах (рис. 1.28) всасывание и нагнетание происходит вследствие периодического изменения объемов рабочих полостей, образующихся между стенками корпуса и лопастями, прижимаемыми к корпусу центробежной силой.

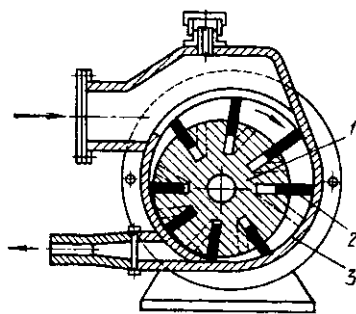


Рис. 1.28. Схема ротационного компрессора:  
1 – ротор; 2 – лопасти; 3 – корпус

Ротационные компрессоры более равномерно подают воздух в систему, проще по конструкции, но имеют более низкий КПД.

### 1.2.3. Трансмиссии

**Механические трансмиссии** состоят из различных механических устройств и характеризуются относительно высокими КПД (0,8...0,95). Характерными элементами механических трансмиссий (рис. 1.29) являются редукторы, коробки передач, карданные валы, муфты, реверсивные механизмы (рис. 1.30) и т. д.

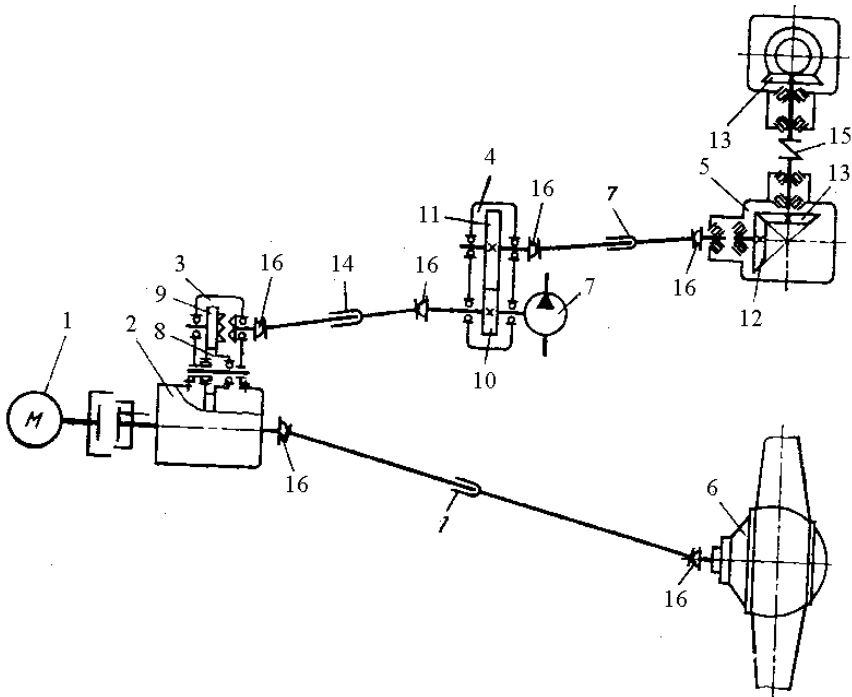


Рис. 1.29. Кинематическая схема механической трансмиссии ходовой части и одного из исполнительных механизмов автомобильного крана:

- 1 – двигатель;
- 2 – коробка передач автомобиля;
- 3 – коробка отбора мощности;
- 4, 5 – промежуточные редукторы;
- 6 – задний мост автомобиля;
- 7 – гидравлический насос;
- 8 – 13 – зубчатые колеса;
- 14 – шлицевые (телескопические) соединения карданных валов;
- 15 – соединительная муфта;
- 16 – карданные муфты

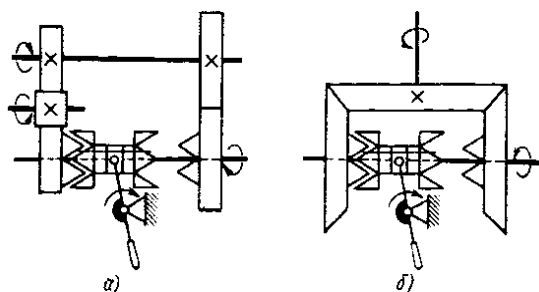


Рис. 1.30. Реверсивные механизмы:  
а – цилиндрический; б – конический

Одним из недостатков механических трансмиссий является невозможность бесступенчатого регулирования частоты вращения и крутящего момента на выходном валу. Во избежание этого и для смягчения характеристики привода в механические трансмиссии в ряде машин вводят *гидродинамические передачи* (рис. 1.31 а).

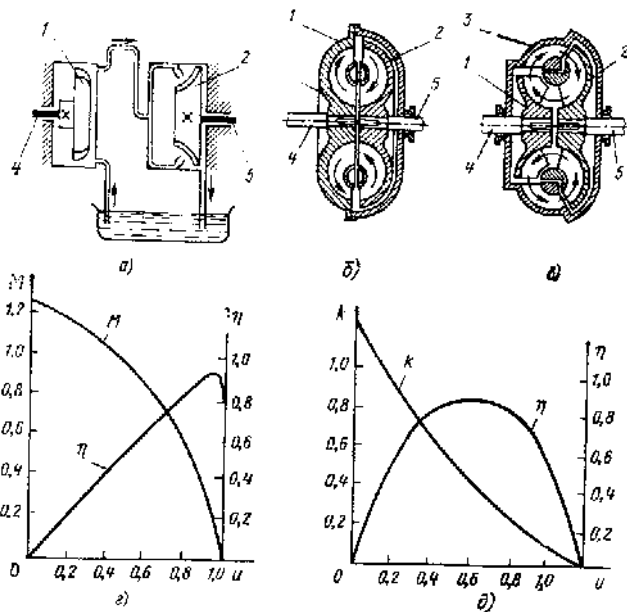


Рис. 1.31. Гидродинамические передачи:  
а – принципиальная схема; б – гидромумфта; в – гидротрансформатор; г – внешняя характеристика гидромумфты; д – внешняя характеристика гидротрансформатора;  
1 – насосное колесо; 2 – турбинное колесо; 3 – неподвижный направляющий аппарат (реактор); 4 – входной вал; 5 – выходной вал

Насосное колесо 1, соединенное с двигателем, приводит в движение жидкость, энергия которой передается турбинному колесу 2, соединенному с выходным ведомым валом 5. Использование такой передачи позволяет предохранить двигатели от пульсаций нагрузок и в большинстве случаев – от перегрузок.

Гидродинамическая передача с двумя лопастными колесами (насосным и турбинным) называется *гидромуфтой* (рис. 1.31 б), а с тремя и более (насосным, реакторным и турбинным) – *гидротрансформатором* (рис. 1.31 в). В гидромуфтах крутящие моменты на насосном и турбинном колесах одинаковы ( $M = M_1 = M_2$ ) (рис. 1.31 г). В гидротрансформаторах циркулирующая жидкость дополнительно проходит через реакторы (1...3), которые изменяют направление потока и позволяют бесступенчато регулировать крутящий момент и частоты вращения выходного вала (рис. 1.31 д).

Характеристика гидромуфты построена в координатах  $M_1, n = f(i)$ , т.е. крутящий момент и КПД в зависимости от передаточного отношения

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} = \frac{M_2 \omega_2}{M_1 \omega_1} = \frac{n_2}{n_1} i,$$

где  $\omega_1, \omega_2$  – угловые скорости насосного и турбинного колес.

Для гидротрансформаторов характерно соотношение

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} = \frac{M_2 n_2}{M_1 n_1} = K,$$

где  $K$  – коэффициент трансформации.

В связи с тем, что КПД гидротрансформаторов ниже КПД гидромуфт, в конструкции некоторых гидротрансформаторов предусмотрена возможность перевода их работы на режим работы гидромуфты.

**Объемный гидропривод** состоит из объемного насоса (ведущее звено), объемного гидродвигателя (ведомое звено), резервуара для жидкости, трубопроводов и распределительных устройств. В качестве рабочей жидкости применяются минеральные масла.

Широкое применение объемного гидропривода на строительных и дорожных машинах вызвано рядом его преимуществ, среди которых следует выделить:

- 1) высокий КПД и низкие значения масс и объемов на единицу мощности;
- 2) возможность бесступенчатого и безредукторного изменения скоростей на выходных элементах;
- 3) удобство размещения отдельных узлов гидропривода на машине и возможность передачи энергии в пределах машины;
- 4) постоянство заданных режимов и возможность предохранения системы от перегрузок;
- 5) малая инерционность вращающихся масс;
- 6) легкость управления и возможность автоматизации.

Объемный гидропривод (рис. 1.32) включает *энергетическую, исполнительную и распределительную части.*

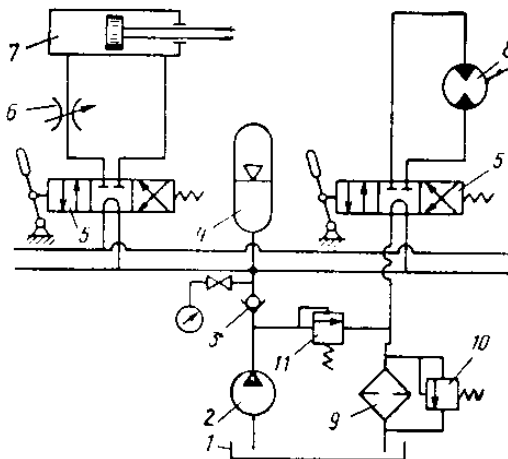


Рис. 1.32. Схема объемного гидропривода:

- 1 – бак для жидкости; 2 – насос; 3 – обратный клапан; 4 – гидропневматический аккумулятор; 5 – распределители; 6 – дроссель; 7 – гидроцилиндр; 8 – гидромотор; 9 – фильтр; 10 – регулятор давления; 11 – предохранительный клапан

Энергетическая часть гидропривода предназначена для подачи жидкости под требуемым давлением (до 20...30 МПа) и включает *гидрогенератор* – насос или гидроаккумулятор, который получает энергию от силовой установки.



Исполнительная часть состоит из *гидроцилиндров* и *гидромоторов*, преобразующих энергию жидкости в механическую.

Распределительная часть обеспечивает распределение и регулирование потока жидкости по величине давления и направлению и включает *распределители*, *дроссели*, *гидрозамки*, *предохранительные*, *обратные* и *редукционные клапаны* и т. д. Число гидрораспределителей определяется числом исполнительных механизмов. По конструктивным соображениям они могут быть объединены в блоки. Насосы делятся на *шестеренные*, *винтовые*, *лопастные*, *аксиально-поршневые* и *радиально-поршневые* (рис. 1.33).

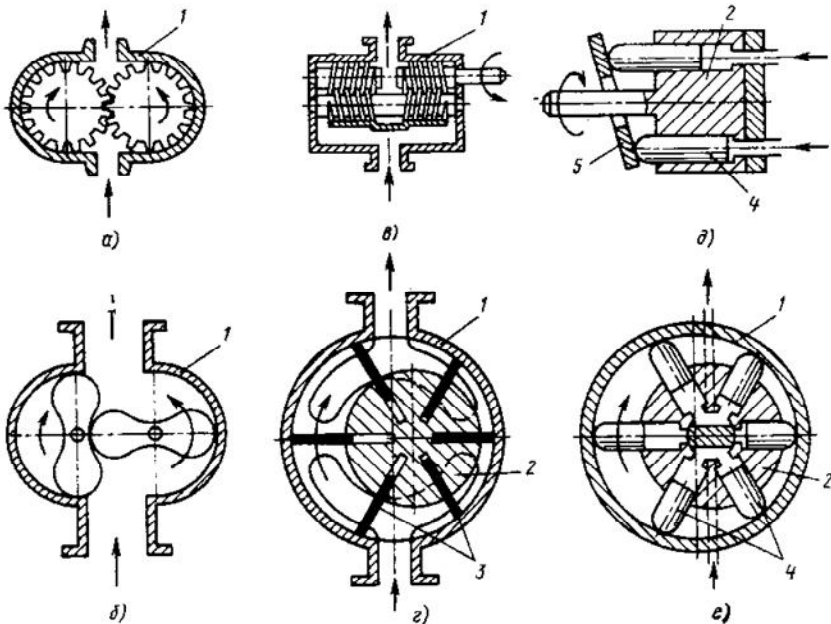


Рис. 1.33. Схемы насосов:

- а – шестеренный; б – коловратный; в – винтовой; г – шиберный;  
 д – аксиально-поршневой; е – радиально-поршневой; 1 – корпус; 2 – ротор;  
 3 – лопасти; 4 – плунжеры; 5 – наклонная шайба

Частным случаем шестеренного насоса является коловратный, роторы которого можно рассматривать как шестерни с двумя зубьями. Шестеренные насосы обеспечивают подачу до  $0,4 \text{ м}^3/\text{мин}$  при давлении  $p = 15 \text{ МПа}$ , лопастные – до  $0,2 \text{ м}^3/\text{мин}$  при  $p = 14 \text{ МПа}$ , радиально-поршневые – до  $0,4 \text{ м}^3/\text{мин}$  при  $p < 20 \text{ МПа}$ , аксиально-поршневые – до  $10 \text{ м}^3/\text{мин}$  при  $p < 35 \text{ МПа}$ .

Рабочая жидкость через всасывающую гидролинию поступает в полости насоса, в которых создается разрежение, – во впадины между зубьями шестеренного насоса, полости, ограниченные соседними лопастями, прижимаемыми к статору центробежной силой, и т.д. За один оборот ротора полости сначала увеличиваются в объеме (при этом происходит всасывание жидкости), а затем уменьшаются (обеспечивая напор жидкости).

Одной из характеристик насоса является его *рабочий объем*, т.е. количество жидкости, подаваемое за один оборот. *Подача* насоса определяется как произведение рабочего объема на частоту вращения и на коэффициент, характеризующий утечки. Если конструкцией предусмотрена возможность изменения рабочего объема (например, смещением роторов лопастного и радиально-поршневого насосов относительно их корпусов – изменением эксцентриситета – или изменением угла наклона шайбы аксиально-поршневого насоса), то насосы обладают изменяемой подачей. Такие насосы являются *обратимыми*, т.е. могут работать как в режиме насоса, так и в режиме гидромотора.

Для обеспечения возвратно-поступательного движения исполнительных механизмов применяют *гидроцилиндры*, принципиальные схемы которых и условные обозначения приведены на рис. 1.34.

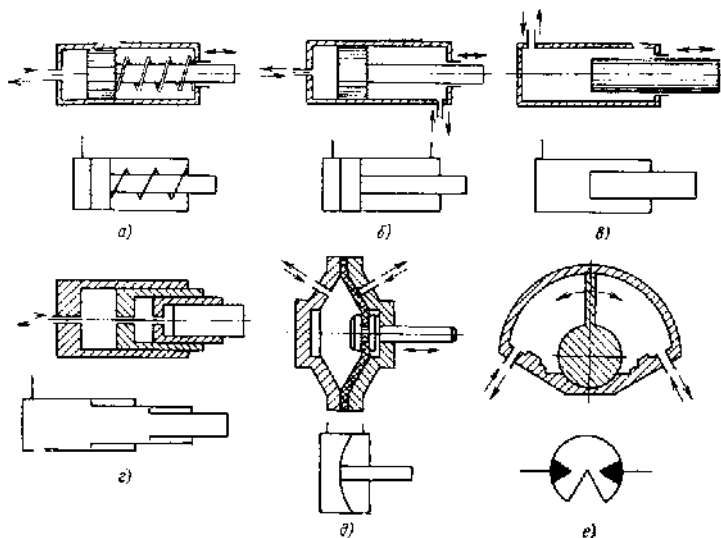


Рис. 1.34. Схемы гидроцилиндров:

- а – одностороннего действия; б – двустороннего действия; в – плунжерный;
- г – телескопический; д – мембранный; е – пластинчатый поворотный

### 1.3. Ходовая часть

#### 1.3.1. Конструктивные особенности ходовой части

**Ходовая часть** – это совокупность элементов шасси, образующих ходовую тележку самоходных и прицепных машин. Она предназначена для передвижения машин, передачи нагрузки на опорную поверхность, обеспечения устойчивости машин, реализации тягового усилия через движитель – устройство, преобразующее энергию силовой установки машины в линейное движение.

Для строительных и дорожных машин характерными являются рельсовые, пневмоколесные, гусеничные и шагающие ходовые части.

**Рельсовые ходовые части** (рис. 1.35) отличаются простотой конструкции, надежностью и долговечностью. Рельсовый путь применяют для различных кранов (башенных, мостовых, козловых и др.), внутризаводского транспорта, комплектов машин для укладки цементобетонных покрытий.

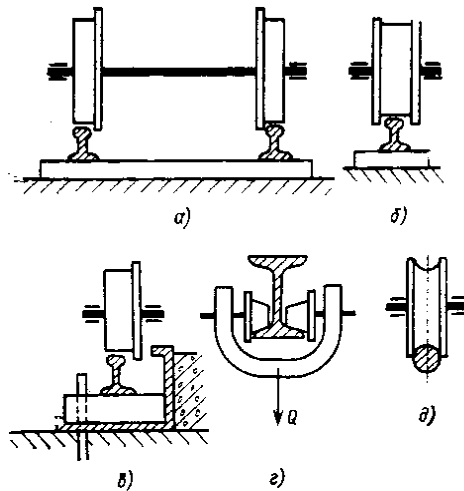


Рис. 1.35. Рельсовые ходовые части:

- а – вагонная ось с одноребордными колесами; б – двухребордное (крановое) колесо;
- в – рельс-форма; г – монорельс с грузовой тележкой; д – канатный монорельс

Обычно рельсовый путь предполагает наличие двух рельсов, однако в ряде башенных кранов для перемещения тележки по стреле,

в кран-балках и других транспортирующих механизмах используют монорельсовое оборудование. Частным случаем монорельса являются подвесные канатные дороги и кабель-краны (рис. 1.35 д) с несущим канатом. Недостатками рельсовых ходовых частей являются малая маневренность, ограничение уклона пути, необходимость укладки рельсовых путей.

**Пневмоколесные ходовые части** находят наиболее широкое применение в мобильных строительных и дорожных машинах. Пневматические колеса наряду с высокой универсальностью обеспечивают хорошую маневренность, мобильность, сравнительно высокие скорости передвижения (до 60...70 км/ч), возможность преодоления относительно больших уклонов (до 15...25°).

Основным элементом пневмоколесных ходовых частей является **пневматическая шина** (рис. 1.36), состоящая из покрышки, камеры, в которую накачивается воздух, ободной ленты и вентиля.

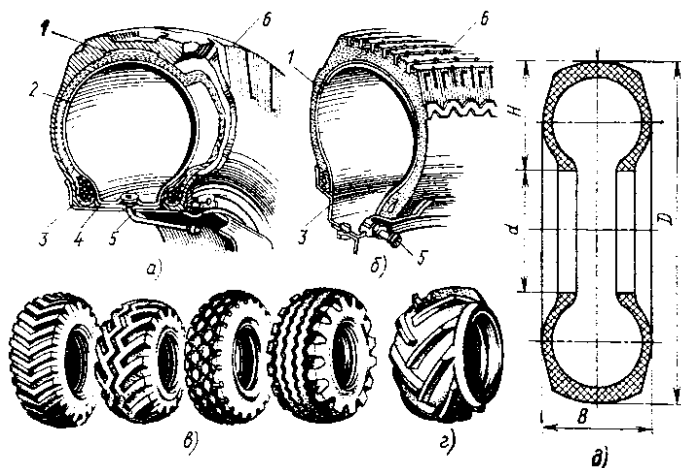


Рис. 1.36. Пневматические шины:

- а – камерная; б – бескамерная; в – типы рисунков протекторов; г – арочная;  
 д – основные размеры шины; 1 – покрышка; 2 – камера; 3 – обод колеса;  
 4 – ободная лента (флеп); 5 – вентиль; 6 – протектор

Иногда применяются бескамерные шины, представляющие собой покрышки, герметически прилегающие к ободам (рис. 1.36 б). Существуют шины высокого (0,5...0,7 МПа) и низкого давления (0,12...0,35 МПа). Давление на опорную поверхность определяется, в основном, давлением воздуха в шине. Для повышения проходи-

мости машин по слабым грунтам применяют шины сверхнизкого давления (0,05...0,08 МПа).

В зависимости от соотношения  $H/B$  (рис. 1.36 д) различают шины *обычные* ( $H/B = 0,9...1,1$ ), *широкопрофильные* ( $H/B = 0,4...0,9$ ), *арочные* ( $H/B = 0,3...0,4$ ) и *пневмокотки* ( $H/B = 0,2...0,35$ ).

У обычной шины наружный диаметр  $D$  связан с высотой  $H$  и диаметром обода  $d$  зависимостью

$$D \approx 2H + d .$$

Маркировку шин наносят на боковины. Она состоит из двух цифр через тире. Например: 14,00 – 20. Первое число характеризует ширину профиля  $B$ , второе – внутренний (или посадочный) диаметр  $d$  (в дюймах).

В ряде машин давление в шинах регулируется централизованно из кабины оператора. При работе на малых давлениях увеличивается площадь контакта шины с грунтом, при этом снижается давление на опорную поверхность и повышается проходимость, но возрастает сопротивление движению. Для улучшения сцепления с грунтом применяются специальные шины с глубоким рисунком протектора.

**Протектором** называется беговая поверхность шины, которая имеет канавки и выступы, образующие его рисунок.

В пневмоколесные ходовые части входят элементы **подвески** (рис. 1.37).

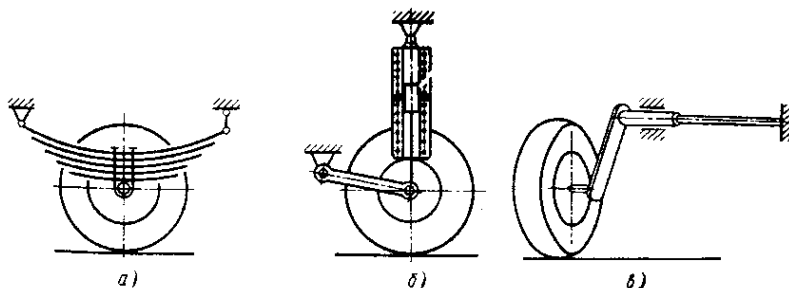


Рис. 1.37. Упругие подвески:  
а – рессорная; б – пружинная; в – торсионная

Упругие элементы подвески предназначены для снижения динамических нагрузок, действующих на раму машины при передвиже-

нии. В качестве таких элементов используют *рессоры* – пакет (набор) стальных полос переменной жесткости пружины, торсионы (стержни, работающие на кручение).

*Гусеничные ходовые части* обеспечивают повышенную проходимость тракторов, экскаваторов, погрузчиков и других машин. Основу гусеничной ходовой части составляет *гусеница* – замкнутая цепь, состоящая из шарнирно-соединенных разборных или неразборных звеньев, на которых прикреплены *башмаки* с грунтозацепами различной формы (рис. 1.38 а), или *траки* (рис. 1.38 б), шарнирно соединенные между собой.

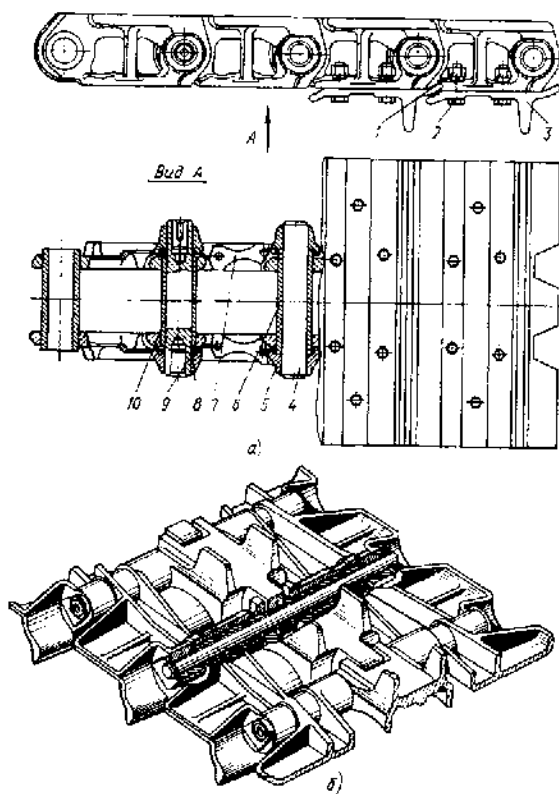


Рис. 1.38. Гусеницы:

- а – цепная с башмаками; б – траковая; 1 – гайка с шайбой; 2 – болт крепления башмака; 3 – башмак с грунтозацепом; 4 – соединительный палец; 5, 7 – звенья; 6 – втулка звена; 8 – шайба замыкающего пальца; 9 – замыкающий палец; 10 – замыкающая втулка

Гусеничные ходовые части могут быть *жесткими малоопорными* (рис. 1.39 а), *жесткими многоопорными* (рис. 1.39 б), *упругобалансирными* (рис. 1.39 в) и *индивидуально-эластичными*.

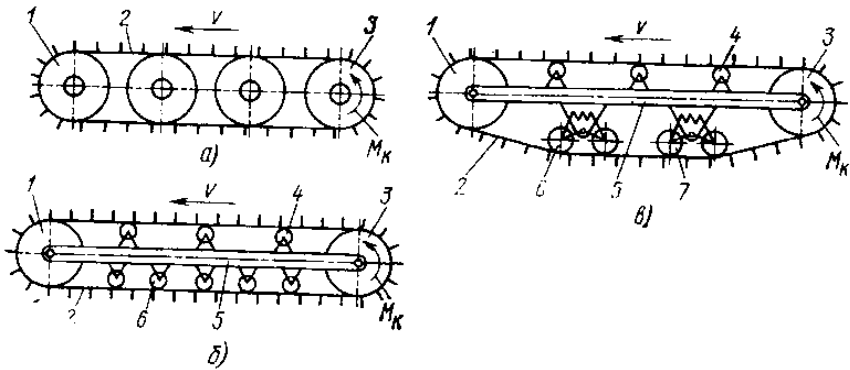


Рис. 1.39. Гусеничные ходовые части:

- а – жесткая малоопорная; б – жесткая многоопорная; в – упругобалансирная;  
 1 – направляющее колесо; 2 – гусеница; 3 – ведущее колесо; 4 – поддерживающие катки; 5 – рама гусеничной тележки; 6 – опорные катки; 7 – балансиры с упругим элементом

У жестких гусеничных ходовых частей оси опорных катков укреплены неподвижно на раме машины или гусеничной тележки, у упругих могут перемещаться, копируя все неровности опорной поверхности и улучшая тем самым сцепление. Жесткие многоопорные и упругобалансирные гусеничные ходовые части могут быть конструктивно выполнены в виде *гусеничных тележек*, которые соединены с рамой машины жестко (у экскаваторов) или с помощью упругих элементов (например, в широко распространенной конструкции полужесткой подвески многих промышленных тракторов, рис. 1.40 а).

Гусеничные ходовые части по сравнению с пневмоколесными имеют большую поверхность опоры, что обеспечивает лучшее сцепление с грунтом, повышенную проходимость в условиях бездорожья и слабых грунтов при малом давлении на грунт (0,04...0,1 МПа). Машины с гусеничными ходовыми частями способны преодолевать уклоны до 50 %.

К недостаткам гусеничных ходовых частей строительных и дорожных машин следует отнести большую массу (до 40 % общей массы машины), сложность конструкции, интенсивное изнашивание, а также малую транспортную скорость (до 12 км/ч) и недопустимость передвижения по дорогам с усовершенствованными покрытиями во избежание порчи последних.

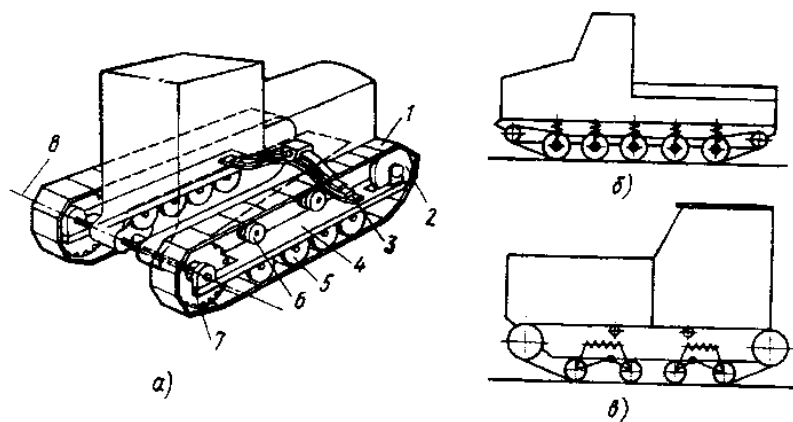


Рис. 1.40. Подвески:

- а – полужесткая; б – индивидуально-эластичная; в – упругобалансирная;  
 1 – гусеница; 2 – направляющее колесо (натяжное); 3 – поперечная рессора;  
 4 – рама гусеничной тележки; 5 – опорные катки; 6 – поддерживающие катки;  
 7 – ведущее колесо; 8 – геометрическая ось ограниченного качания гусеничных тележек относительно основной рамы

**Шагающие ходовые части** применяют, в основном, для машин большой мощности и выполняют *механическими* или *гидравлическими* (с помощью эксцентриков, кривошипов или гидроцилиндров). Они состоят из *опорных лыж* и *опорной базы*. Передвижение машины осуществляется «шагами»: сначала машина опирается на базу, а лыжи выносятся вперед по ходу движения, затем база перемещается вслед за лыжами, и цикл повторяется. Шагающие ходовые части применяют при малой несущей способности грунтов – в карьерах, при гидротехническом строительстве, добыче полезных ископаемых открытым способом.



### 1.3.2. Взаимодействие ходовой части с опорной поверхностью

По назначению колеса разделяются на *ведущие* и *ведомые*. В результате взаимодействия ведущего колеса (двигателя) с опорной поверхностью крутящий момент, подводимый от двигателя к двигателю, преобразуется в силу тяги. Ведомое колесо является только поддерживающим элементом и вращается при движении машины под действием толкающей силы, приложенной к оси колеса. При перекачивании колес возникают сопротивления, вызванные как деформацией опорной поверхности, так и деформацией колеса (шины). Частным случаем ведущего колеса является *свободное колесо*, при режиме работы которого момент, подводимый к колесу, расходуется лишь на преодоление сопротивлений качения, а сила тяги не создается. Работа колес в таком режиме является характерной для транспортных машин со всеми ведущими колесами без крюковой (тяговой) нагрузки.

Для характеристики взаимодействия ходового оборудования с опорной поверхностью используют коэффициенты сопротивления и сцепления.

Под *коэффициентом сопротивления*  $f$  понимают отношение силы сопротивления  $P_f$  к вертикальной нагрузке на колесо  $G_k$ , т.е.

$$f = \frac{P_f}{G_k}.$$

Под *коэффициентом сцепления*  $\varphi$  понимают отношение максимальной силы тяги  $P_{k \max}$ , реализуемой в данных условиях, к вертикальной нагрузке на колесо, т. е.

$$\varphi = \frac{P_{k \max}}{G_k}.$$

При режиме ведущего колеса (рис. 1.41 а) на ось двигателя действует вертикальная нагрузка  $G_k$  и горизонтальная реакция  $F_k$  рамы машины.

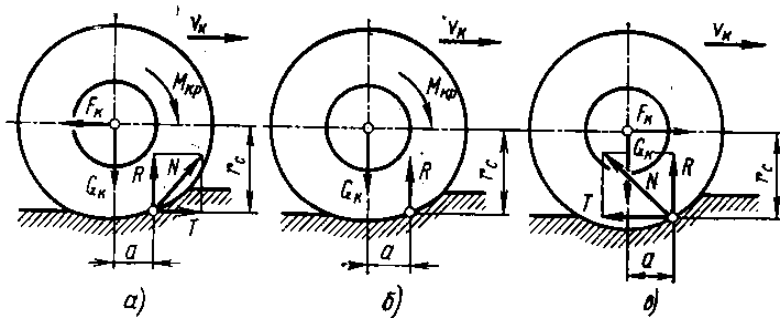


Рис. 1.41. Схемы сил, действующих на колесо при его работе в режимах:  
 а – ведущего колеса; б – свободного колеса; в – ведомого колеса

Для обеспечения качения к движителю подведен крутящий момент  $M_{кр}$ . В результате взаимодействия опорной поверхности и шины возникают элементарные реактивные силы, равнодействующая которых обозначается  $N$ , а вертикальная и горизонтальная составляющие –  $R, T$ . При этом

$$T = F_k; \quad R = G_k.$$

Уравнение равновесия колесного движителя

$$M_{кр} = Tr_c + Ra,$$

где  $r_c$  – силовой радиус колесного движителя;

$Ra$  – коэффициент трения качения.

Разделив обе части уравнения на  $r_c$ , получим

$$\frac{M_{e?}}{r_c} = T + \frac{Ra}{r_c}.$$

Так как отношение  $M_k/r_c$  представляет собой окружную силу  $P_k$  колесного движителя, а  $a/r_c$  – приведенный коэффициент сопротивления качению  $f$ , то, подставив их в формулу, получим

$$P_k = T + P_f.$$

Таким образом, окружная сила колесного движителя в режиме ведущего колеса равна сумме силы тяги и силы сопротивления качению.

При работе колесного движителя в режиме свободного колеса (рис. 1.41 б) на ось колеса действует только одна сила  $G_k$ . Для обеспечения движения к нему следует подвести момент  $M_{кр}$ , при этом равнодействующая  $R$  элементарных реакций реактивных сил будет направлена вертикально. Тогда

$$M_{кр} = Ra .$$

Так как

$$a = fr_c ; R = G_k ,$$

$$M_{кр} = G_k fr_c .$$

Разделив обе части уравнения на  $r_c$ , получим

$$P_k = P_f ,$$

т. е. окружное усилие равно силе сопротивления качению.

При работе в режиме ведомого колеса (рис. 1.41 в) на ось колеса передается усилие  $F_k$  от рамы и вертикальная нагрузка  $G_k$ . Крутящий момент к колесу не подводится. В зоне контакта с опорной поверхностью возникают реактивные силы, равнодействующая которых равна равнодействующей активных сил  $F_k$ ,  $G_k$ . Составив уравнение моментов ведомого колеса относительно точки приложения равнодействующей реактивных сил, получим

$$G_k a = F_k r_c$$

или

$$\frac{G_k a}{r_c} = F_k .$$

Так как

$$\frac{a}{r_c} = f; F_e = T, ,$$
$$P_f = T .$$

т. е. толкающее усилие равно сопротивлению качению.

Следовательно, окружная сила ведущего колеса от подводимого крутящего момента  $M_{кр}$  расходуется на преодоление сопротивления качению и создание силы тяги; окружная сила свободного колеса расходуется только на преодоление сопротивления качению. При работе движителя в режиме ведомого колеса к нему подводится толкающая сила, нужная только для преодоления сопротивления качению.

Гусеничный движитель во взаимодействии с опорной поверхностью можно рассматривать как частный случай движителя, работающего в режиме ведущего колеса.

#### 1.4. Механизмы управления

Для передачи управляющих воздействий на различные исполнительные механизмы управления распределением и регулированием потоков мощности существуют специальные **механизмы управления**.

В качестве исполнительных механизмов, используемых при регулировании потоков мощности, применяются различные **тормозные механизмы** (рис. 1.42, 1.43, 1.44, 1.45).

В зависимости от воздействия на эти механизмы они могут быть **неавтоматизированными** (ручными, ножными) и **автоматизированными**, а по принципу действия – **механическими, гидравлическими, электрическими, пневматическими** и **комбинированными**.

Механизмы управления по принципу действия, как правило, совпадают с приводами. Например, в объемном гидроприводе гидродвигателями исполнительных механизмов управляют с помощью гидрораспределителей, которые являются составной частью гидропривода и в то же время представляют собой неавтоматизированный (с ручным включением) механизм управления. Управлять механизмами можно не только непосредственно, но и дистанционно, например, с помощью электромагнитов.

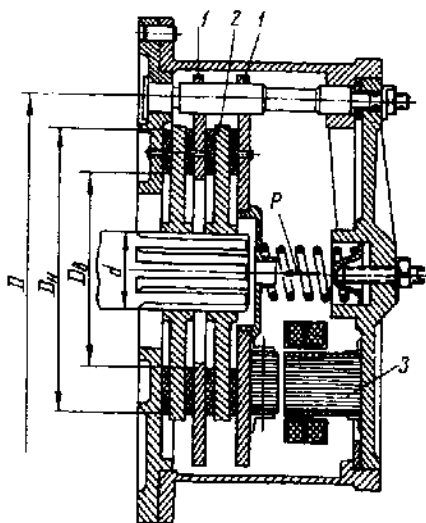


Рис. 1.42. Дисковый тормоз:  
1 – неврращающиеся диски; 2 – вращающиеся диски; 3 – электромагнит

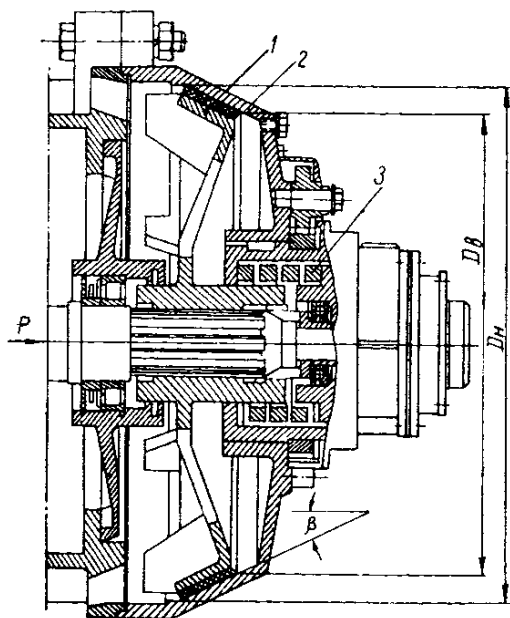


Рис. 1.43. Конусный тормоз:  
1 – вращающийся конус; 2 – неврращающийся конус; 3 – пружина

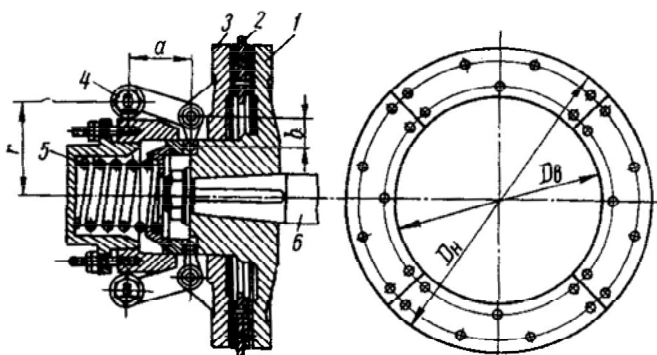


Рис. 1.44. Скоростной дисковый тормоз:

- 1 – диск вращающийся с валом; 2 – неподвижный диск; 3 – диск;  
4 – тормозной груз; 5 – регулировочная пружина; 6 – вал

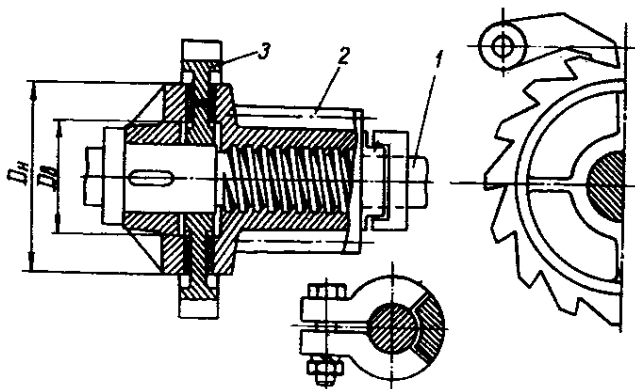


Рис. 1.45. Грузоупорный тормоз:

- 1 – вал; 2 – шестерня; 3 – храповик

При сложных кинематических схемах, например у экскаваторов, включение того или иного звена трансмиссии может выполняться гидравлическими, механическими, электрическими и пневматическими механизмами управления. Одним из вариантов неавтоматизированного гидравлического управления является **безнасосная тормозная система**, применяемая на многих самоходных машинах (рис. 1.46).

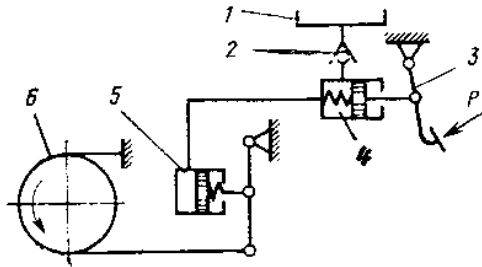


Рис. 1.46. Безнасосная гидравлическая система управления тормозами:  
 1 – бак для восполнения возможной утечки рабочей жидкости;  
 2 – обратный клапан; 3 – педаль; 4 – главный цилиндр;  
 5 – исполнительный тормозной цилиндр; 6 – тормозной шкив

Характерной особенностью *пневматического управления* (рис. 1.47) является то, что в нем отпадает необходимость использования рабочей жидкости, которую заменяет воздух.

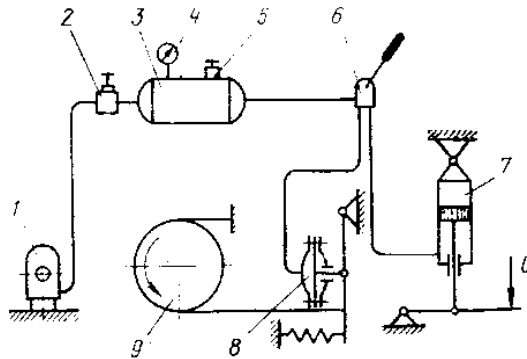


Рис. 1.47. Схема пневматического управления:  
 1 – компрессор; 2 – водомаслоотделитель; 3 – воздухосборник (резервуар);  
 4 – манометр; 5 – предохранительный клапан; 6 – распределитель;  
 7 – пневмоцилиндр; 8 – мембранный цилиндр; 9 – тормозной шкив

При этом сокращается число коммуникационных трубопроводов, поскольку использованный воздух уходит непосредственно в атмосферу в отличие от рабочей жидкости в гидравлических схемах, где она возвращается в бак.

К механизмам управления относят также *рулевое управление* самоходных колесных машин, которое может осуществляться механически через червячную или винтовую пару или с помощью гид-

роусилителя на тяжелых машинах. Важнейшим механизмом рулевого управления большинства колесных самоходных машин является **рулевая трапеция** (рис. 1.48 а), обеспечивающая поворот направляющих колес под разными углами (в плане), что позволяет внешнему по отношению к центру поворота колесу катиться по дуге окружности большего радиуса с большей скоростью.

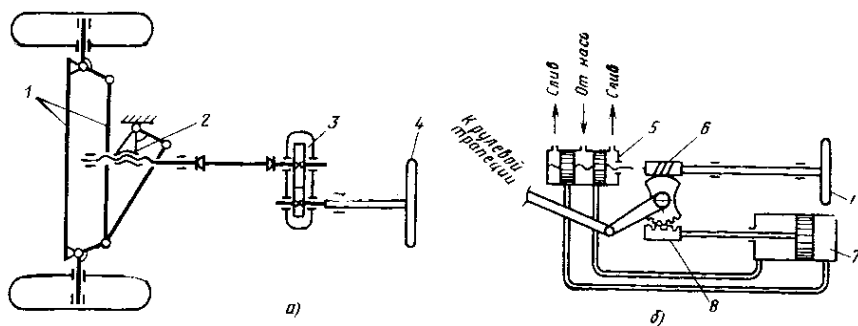


Рис. 1.48. Схемы рулевого управления:

а – винтовое; б – с гидроусилителем; 1 – рулевая трапеция; 2 – винтовая пара с рычажным механизмом; 3 – промежуточный редуктор; 4 – рулевое колесо; 5 – золотниковый распределитель; 6 – червячная пара; 7 – рабочий цилиндр; 8 – реечное зацепление

Для поворота тяжелых машин применяют **рулевое управление с гидро- или пневмоусилителем**. Принцип действия гидроусилителя (рис. 1.48 б) заключается в том, что при повороте рулевого колеса золотник гидрораспределителя, перемещаясь в ту или иную сторону, направляет поток рабочей жидкости в соответствующую полость рабочего цилиндра, создающего дополнительное усилие, передаваемое на рулевую трапецию через реечное зацепление.

## 2. АВТОМОБИЛИ, КОЛЕСНЫЕ ТЯГАЧИ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТРАКТОРЫ

### 2.1. Классификация автомобилей, используемых в строительстве

Дорожное строительство характеризуется большими объемами выполняемых работ, протяженностью объектов и удаленностью их от баз снабжения. Кроме того, выполнение различных технологических операций строительства и эксплуатации линейных объектов



требует транспортирования большого объема разнообразных грузов: различных строительных материалов, машин, оборудования и т. д. В условиях дорожного строительства наиболее распространенными транспортными средствами являются автомобили. В Республике Беларусь налажено производство автомобилей на Белорусском, Минском, Могилевском автомобильных заводах.

Автомобили используются также как база для специального оборудования (автомобильный кран, автогудронатор, автобетоносмеситель, поливомоечная машина и др.).

При классификации перевозимых на автомобиле материалов можно выделить шесть основных групп:

1) жидкие и текучие материалы (вода, нефтепродукты, растворы, бетонные смеси);

2) порошковые материалы (цемент, минеральный порошок, известь, гипс);

3) сыпучие и кусковые материалы (грунт, песок, гравий, щебень, керамзит и т. д.);

4) мелкоштучные и тарные грузы (кирпич, бордюрный камень, кровельные материалы);

5) длинномерные грузы (трубы, прокат, лес);

6) железобетонные изделия (панели, фермы, колонны, сваи).

Для перевозки грузов с наименьшими затратами используют автомобили соответствующего назначения. Все автомобили можно подразделить на автомобили **общего** и **специального назначения**.

По назначению и конструкции кузова грузовые автомобили подразделяют на:

1) универсальные – бортовые, имеющие кузова-платформы с откидными бортами (рис. 2.1 а), и автосамосвалы (рис. 2.1 б, д, е; 2.2);

2) автомобили с опрокидными кузовами с задней или боковой разгрузкой и специализированные автомобили – цистерны, битумовозы, цементовозы (рис. 2.1 в);

3) автобетоносмесители (рис. 2.1 ж);

4) контейнеро-, панеле- и фермовозы;

5) автомобили для перевозки длинномерных грузов – роспуски (рис. 2.1 г);

6) думперы – самосвальные машины для перевозки сыпучих грузов на короткие расстояния (до 1...2 км), как правило, малой грузоподъемности.

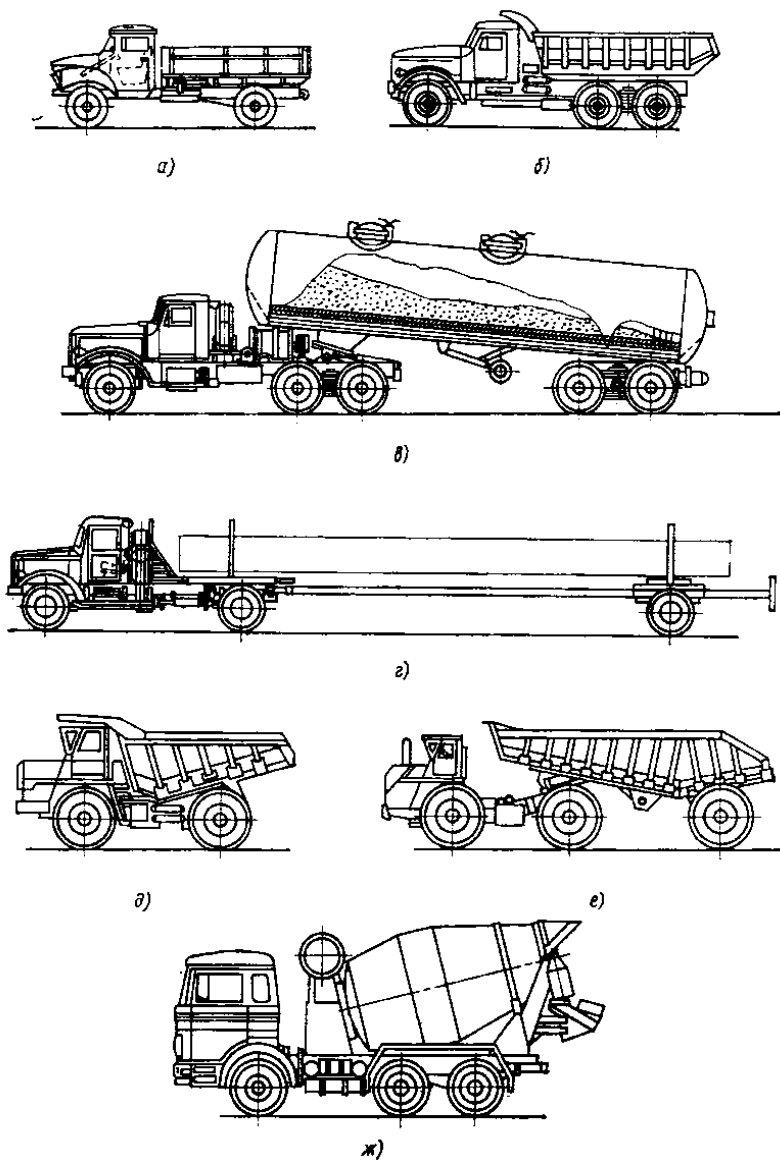


Рис. 2.1. Автомобили общего и специального назначения:  
 а – бортовой; б – самосвал; в – полуприцеп-цементовоз; г – с прицепом-ропуском  
 для перевозки длинномерных грузов; д, е – самосвалы повышенной  
 грузоподъемности; ж – автобетоносмеситель



Рис. 2.2. Карьерные самосвалы

Кузова специализированных автомобилей монтируют как непосредственно на шасси универсальных серийных машин, так и на специальных шасси. Схемы разгрузки самосвалов и думперов приведены на рис. 2.3.

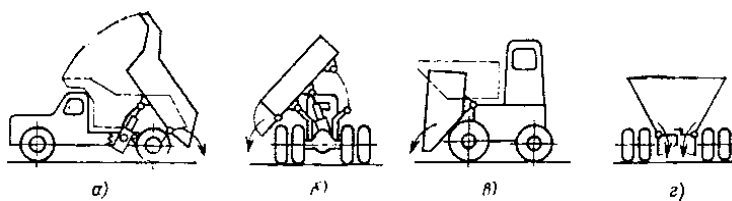


Рис. 2.3. Схемы разгрузки самосвалов и думперов:  
а – назад; б – в бок; в – вперед; г – донная

Технические характеристики автомобилей-самосвалов приведены в табл. 2.1.

## Технические характеристики автомобилей-самосвалов

Марка автомобиля	МАЗ-5551 (4 × 2)	МАЗ-55513 (4 × 4)	МАЗ-5516 (6 × 4)	МАЗ-55165 (6 × 6)	МАЗ-64228-030 + МАЗ-9506		МЗКТ-6515 (8 × 4)	МоАЗ-7505 (4 × 2)
					МАЗ-64228-030 (6 × 4)	МАЗ-9506		
Полная масса автомобиля (автопоезда), кг	17620	16000	32000	33000	44000	34500	36000	42600
Масса снаряженного автомобиля (полуприцепа), кг	7470	9000	12300	13500	9500	8500	15000	19600
Грузоподъемность, кг	10000	7000	20000	19500		26000	21000	23000
Объем платформы, м <sup>3</sup>	5,5	5,5	10,5	10,5		16,42	12	15,5
Двигатель	ЯМЗ-236М2	ЯМЗ-238М2	ЯМЗ-238Д	ЯМЗ-238Д	ЯМЗ-8421.10		ЯМЗ-8421.10	ЯМЗ-8481 ЯМЗ-238Б
Мощность двигателя, кВт	132(180)	176(240)	243(330)	243(330)	265(360)		312,5(425)	256(350) 220(300)
Максимальная скорость, км/ч	83	70	88	74	90		80	50
Контрольный расход топлива, л/100 км, при V = 60 км/ч	22,6	38	32	40	45,7		44	

При производстве строительных работ возникает необходимость перебазирования дорожных и строительных машин. Для этого используются автопоезда, включающие тягач и прицепную или полуприцепную платформу – трейлер (рис. 2.4).

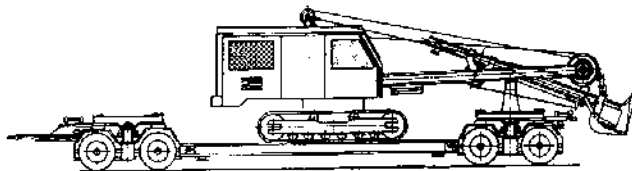


Рис. 2.4. Трейлер для перевозки строительных и дорожных машин

Для повышения проходимости машин и соблюдения норм давления на дорожные покрытия автомобили выпускают с различным числом колесных осей (мостов), – например кран грузоподъемностью 30 т, смонтированный на четырехосном колесном шасси (рис. 2.5).

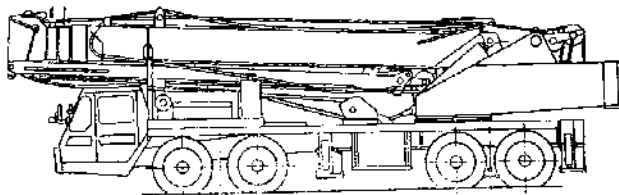


Рис. 2.5. Самоходный кран на четырехосном шасси

## 2.2. Компонентная схема грузового автомобиля

Основными частями автомобиля являются: двигатель, шасси и кузов (рис. 2.6).

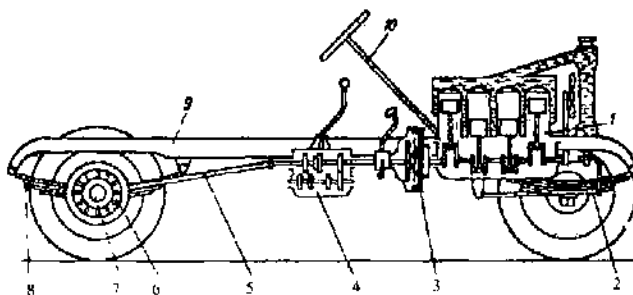


Рис. 2.6. Схема расположения основных агрегатов и механизмов на автомобиле

*Двигатель 1* предназначен для преобразования тепловой энергии, получаемой при сгорании топлива, в механическую работу.

*Шасси* представляет собой комплекс агрегатов и механизмов, предназначенных для передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам, передвижения автомобиля и управления им. Оно состоит из трансмиссии, ходовой части и механизмов управления.

*Трансмиссия (силовая передача)* предназначена для изменения, распределения и передачи крутящего момента от вала двигателя 1 к ведущим колесам машины. Она состоит из механизма сцепления 3, коробки передач 4, карданной передачи 5, главной передачи 6, дифференциала 7 и полуосей. *Коробка передач* служит для изменения передаточного числа, крутящего момента и направления движения, передаваемого от двигателя на ведущие колеса, что необходимо для выбора оптимальных режимов движения в зависимости от дорожных условий и степени загрузки автомобиля. *Муфта сцепления* позволяет при переключении передач отсоединить двигатель от трансмиссии и вновь соединить их без остановки автомобиля, а также служит для плавного трогания автомобиля с места. *Раздаточная коробка* устанавливается на автомобилях повышенной проходимости с двумя ведущими мостами и более; она предназначена для распределения потока мощности между ними.

В *ходовую часть* входят рама 9, на которой крепятся все узлы и агрегаты автомобиля, подвески (передняя и задняя), передний 2 и задний 8 мосты и колеса автомобиля.

*Механизмы управления* автомобиля состоят из двух самостоятельных систем: *рулевого управления 10* и *тормозной системы*. Направление движения автомобиля изменяют путем поворота передних колес.

Особенностью ведущих мостов является наличие главной передачи (одно- или двухступенчатой) и дифференциала (рис. 2.7).

*Главная передача* служит для увеличения крутящего момента и передачи движения под прямым углом к заднему мосту, а *дифференциал* перераспределяет крутящий момент между колесами при движении машины на повороте. Крутящий момент от карданного вала передается на ведущую шестерню 1 главной передачи, от которой приводится во вращение ведомая шестерня 2, скрепленная с корпусом 7 дифференциала. Внутри коробки дифференциала установлены конические шестерни-сателлиты 6, свободно вращающие-

ся на осях 5 и находящиеся в зацеплении с коническими шестернями 4 полуосей (приводных валов) 3 ведущих колес.

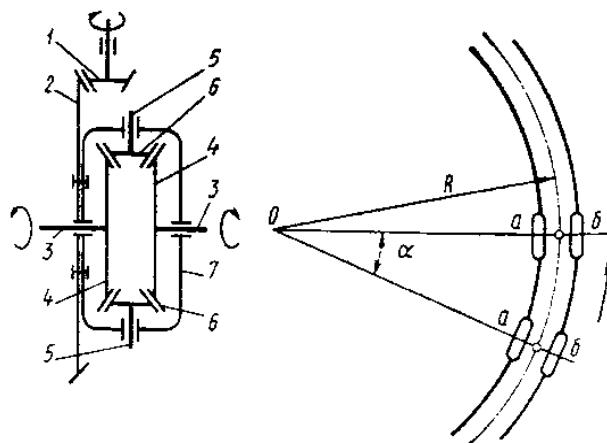


Рис. 2.7. Схема главной передачи и дифференциала и траектория движения колес автомобиля на повороте:  
 1, 2 – шестерни главной передачи; 3 – ведущие полуоси; 4 – шестерни полуосей;  
 5 – оси сателлитов; 6 – сателлиты; 7 – корпус дифференциала

При прямолинейном движении, когда ведущие колеса проходят одинаковый путь, а, следовательно, вращаются с одинаковой частотой, сателлиты, не вращаясь, передают крутящий момент от коробки дифференциала на шестерни левой и правой полуосей. При повороте (рис. 2.7) внешнее колесо проходит больший путь (б – б), чем внутреннее колесо (а – а), с большей скоростью. Следовательно, частота вращения конической шестерни полуоси внешнего колеса больше, чем у внутреннего. При этом сателлиты, продолжая движение совместно с коробкой дифференциала, вращаются вокруг собственных осей, обегая шестерню полуоси внутреннего колеса и позволяя полуосям вращаться с различной частотой.

В ряде случаев наличие дифференциала отрицательно сказывается на проходимости машины. Так, если сопротивления, возникающие при вращении левого колеса, меньше, чем правого (например, при наличии на дороге льда), то правое колесо при полном буксовании левого может перестать вращаться. Во избежание этого в ряде самоходных машин предусмотрена блокировка дифференциала.

## 2.2. Колесные тягачи

В качестве базовых машин для навесного и прицепного оборудования используют специальные колесные тягачи и гусеничные тракторы.

Колесные тягачи по ходовому устройству разделяют на одноосные и двухосные (рис. 2.8).

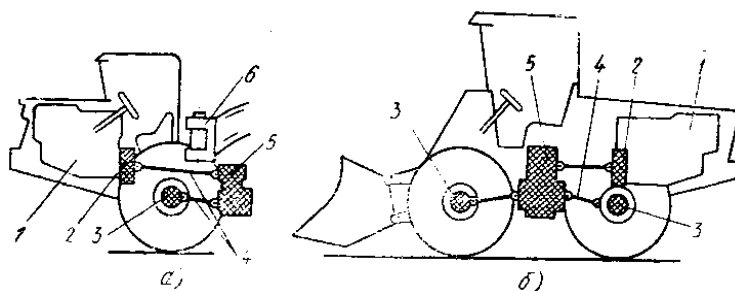


Рис. 2.8. Компоновочные схемы колесных тягачей:

а – одноосного; б – двухосного; 1 – двигатель; 2 – сцепление; 3 – ведущие мосты; 4 – карданные валы; 5 – коробка передач; 6 – шарнир сцепного устройства с агрегируемым оборудованием

**Одноосные тягачи** могут передвигаться и выполнять рабочие операции, только будучи агрегированными с различными видами оборудования. Примеры таких тягачей показаны на рис. 2.9.

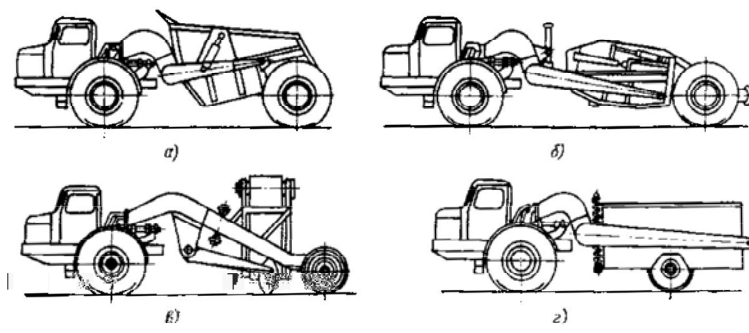


Рис. 2.9. Схемы агрегирования одноосного тягача с рабочим оборудованием:

а – землевозная тележка; б – скрепер; в – грейдер-элеватор;  
г – пневмоколесный каток



Отличительной особенностью агрегатирования одноосных тягачей с рабочим оборудованием является наличие шарнирно-седельно-цепного устройства, обеспечивающего возможность поворота на угол до  $90^\circ$  под действием двух цилиндров, расположенных в горизонтальной плоскости (рис. 2.10).

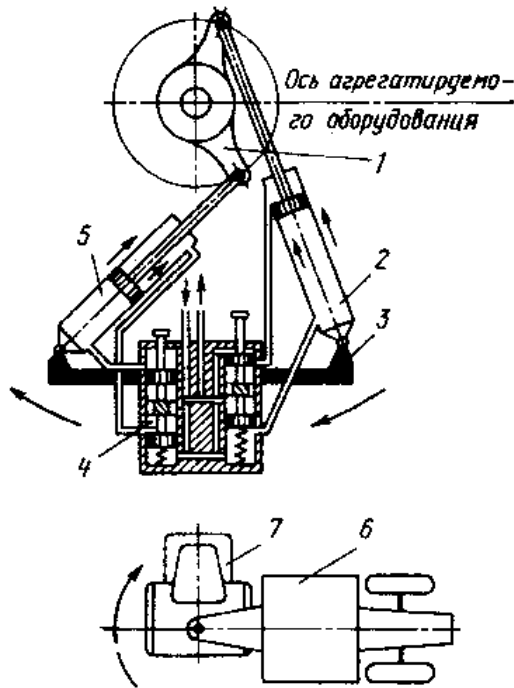


Рис. 2.10. Схемы поворотного механизма и поворота агрегата:  
 1 – поворотный кронштейн; 2, 5 – гидроцилиндры поворота; 3 – рама тягача;  
 4 – гидрораспределитель; 6 – скрепер; 7 – тягач

Одноосные тягачи выпускаются массой 9...27 т и мощностью 145...900 кВт. Кинематическая схема одноосного тягача показана на рис. 2.11.

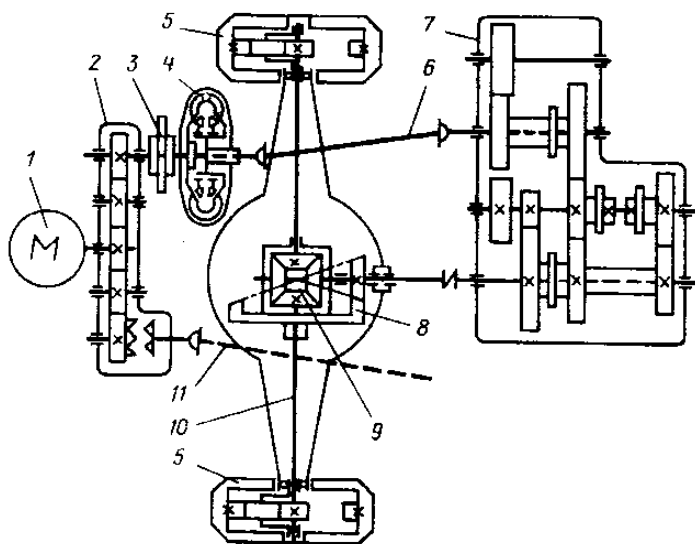


Рис. 2.11. Кинематическая схема одноосного тягача:

- 1 – двигатель; 2 – раздаточная коробка; 3 – сцепление; 4 – гидротрансформатор;  
 5 – конечная планетарная передача; 6 – карданный вал; 7 – коробка передач;  
 8 – главная передача; 9 – дифференциал; 10 – полуось; 11 – вал отбора мощности

**Двухосные тягачи** в отличие от одноосных могут передвигаться самостоятельно без агрегатирования. По схеме поворота они подразделяются на *машины с одной управляемой осью* – передней или задней (рис. 2.12 а), *с бортовым поворотом* (рис. 2.12 в) и *с шарнирно-сочлененной рамой* (рис. 2.12 г).

Реже встречаются машины с *двумя синхронно или автономно управляемыми осями* (рис. 2.12 б). Схемы двух последних типов обеспечивают наилучшую маневренность, однако тягачи с шарнирно-сочлененной рамой менее устойчивы при поворотах. На рис. 2.12 б штриховой линией показана автономная установка управляемых колес, обеспечивающая перемещение машины в любом направлении («краб»).

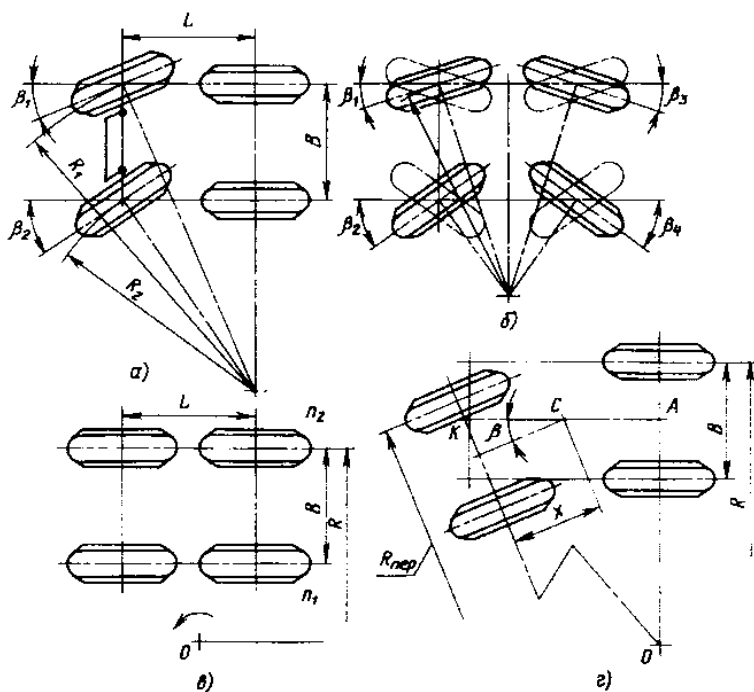


Рис. 2.12. Схемы поворота двухосных колесных тягачей: а – с одной управляемой осью; б – с двумя автономно управляемыми осями; в – с бортовым поворотом; г – с шарнирно-сочлененной рамой

### 2.3. Промышленные тракторы

В дорожном строительстве широкое применение находят тракторы общего назначения и промышленные.

**Тракторы общего назначения** рассчитаны, главным образом, на реализацию тягового усилия на крюке на повышенных скоростях (10...12 км/ч), что характерно для сельскохозяйственных работ. Они мало приспособлены для длительной работы в режиме малых скоростей (3...4 км/ч) с максимальным тяговым усилием. Некоторые тракторы общего назначения выпускают в промышленной модификации, рассчитанные на дополнительную нагрузку от навесного оборудования и конструктивно приспособленные для его установки, а также для работы на малых скоростях при частом реверсировании движения.

Промышленностью выпускаются тракторы общего назначения колесные и гусеничные.

Широкое распространение получили колесные тракторы с передними управляемыми колесами меньшего диаметра (рис. 2.13). Большой ассортимент таких тракторов выпускается Минским тракторным заводом. Их технические характеристики приведены в табл. 2.2.

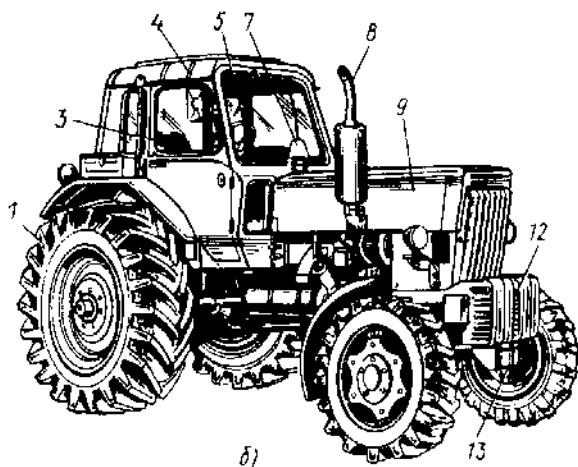
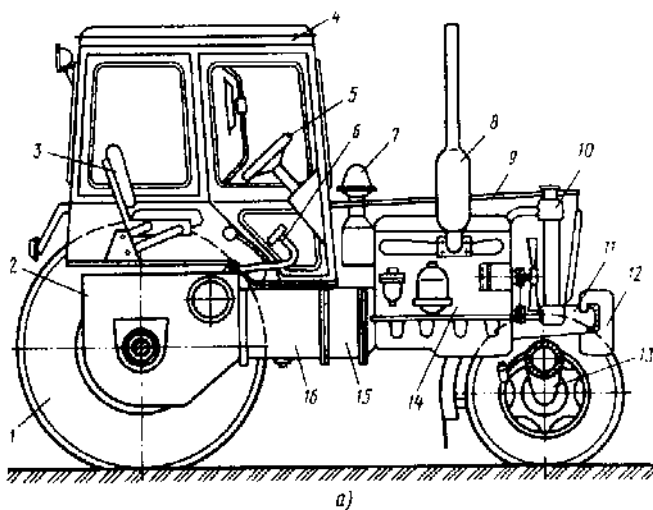


Рис. 2.13. Колесный трактор типа «Беларусь» с передним размещением двигателя:

а – компоновка сборочных единиц; б – общий вид; 1 – колесо; 2 – задний мост; 3 – сиденье; 4 – кабина; 5 – рулевое управление; 6 – органы управления; 7 – воздухозаборник; 8 – выхлопная труба; 9 – капот; 10 – радиатор; 11 – подрамник; 12 – контргруз; 13 – передний мост; 14 – двигатель; 15 – муфта сцепления; 16 – коробка передач

Таблица 2.2

## Технические характеристики тракторов производства МТЗ

Технические характеристики	Модель трактора							
	Беларус 2522	Беларус 1522	Беларус 1222 1222D		Беларус 923	Беларус 80.1	Беларус 80.2	Беларус Ш-406
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип	Дизель с непосредственным впрыском и турбонаддувом				Дизель с непосредственным впрыском			Дизель с непосредственным впрыском и турбонаддувом
Модель	260.10 Turbo	260.1 Turbo	260.2 Turbo	John Deere 6068TF159	Д-245.5	Д-243		Д-245.2
Мощность, кВт (л.с.)	184...210 250...285	114 (155)	96 (130)		65 (89)	60 (81)		
Номинальная частота вращения, об/мин		2100			1800	2200		
Число цилиндров, шт.		6				4		
Рабочий объем, л		7,12		6,8		4,75		
Удельный расход топлива при номинальной мощности, г/кВт·ч (г/л.с. ч)	216,3 (159)	220 (161,8)	226 (166)	222 (164)	217 (160)	220 (162)		
Максимальный крутящий момент, Н·м (кгс·м)	1100 (112,2)	596,8 (60,8)	500 (51)	544 (55)	386 (39)	290 (29,6)		
Емкость топливных баков, л	400		250			130		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Трансмиссия							
Муфта сцепления	сухая, двухдисковая, постоянно замкнутая				сухая, однодисковая			
Коробка передач	гидромеханическая, ступенчатая	механическая, синхронизированная, ступенчатая, шестидиапазонная (4/2)			механическая, синхронизированная	механическая (с редуктором, удваивающим число передач)		механическая, синхронизированная
Число передач:	16/8							
вперед/назад	24/12	(24/12)	16/8		14/4	18/4		14/4
Скорость, км/ч:	2,1...40/	1,73...32,34/	2,1...33,8/	2,2...39,8/	2,65...38,1/	1,89...33,4/		3,5...50/
вперед/назад	2,3...17	2,7...15,50	4,0...15,8	4,5...15,2	5,6...12,6	3,98...8,97		7,4...16,7
Задний ВОМ:								
независимый I, об/мин	1450	540	557		540	570		540
независимый II, об/мин	1050	100	1000		1000	1000		1000
синхронный, об/м пути		4,36	4,36		3,5	3,5		3,5
Передний ВОМ:								
независимый, об/мин								945
	Размеры и масса							
База трактора, мм	2960	2850	2760		2440	2370	2450	2700
Общая длина, мм	5860	4750	4600		4440	3850	3930	5180
Ширина, мм	2830	2250	2250		1970	1970		2300
Высота по кабине, мм	3100	3000	3000		2850	2780		2680
Колея, мм								
по передним колесам	1900...2100	1610...2150	1610...2150		1420...1970	1350...1850	1450...1630	1800
по задним колесам					1500...1600			
	1900...3000	1600...2440	1600...2440		1800...2100	1400...1600	1800...2100	1800
Дорожный просвет, мм								
под передним мостом (осью)	500	440	620	440	560	645		350
под задним мостом	460	460	465	460	465	465		350

Окончание табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Наименьший радиус поворота, м	5,5	5,5		5,3		4,2	3,8	4,1	6,6
Масса эксплуатационная, кг	максимальная								
	12000		без балласта	5000		4200	3700	3900	5785
Масса с грузами, кг	передними	передними	и грузами задних колес						
	9800		6000						
Размеры шин:									
передних колес	540/65R30	420/70R24	14,9R24	420/70R24	360/70R24	9,0...20	11,2...20	16,0...20	
задних колес	710/70R38	520/70R38	18,4R38	520/70R38	18,4R34		15,5R38	16,9R30	
	Гидравлическая система								
Тип	Электروهидравлическая система фирмы «Bosch»				Универсальная, отдельно-агрегатная				
Грузоподъемность на оси шарниров нижних тяг, кг									
передней									1100
задней	10000	7000		6000		4000	3000		1100
Максимальное давление, кгс/см <sup>2</sup>					200				
Производительность насоса, л/мин	100		60				45		
Емкость гидросистемы, л	80		35			30	21		

В дорожно-строительной отрасли находят применение колесные тракторы общего назначения с шарнирно-сочлененной рамой (рис. 2.14, 2.15, 2.16).

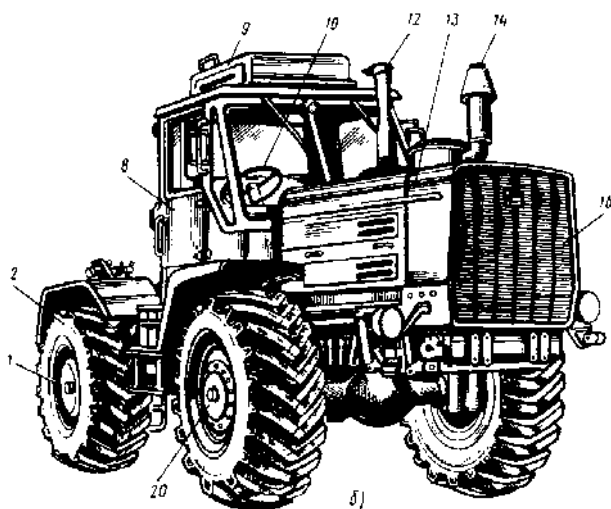
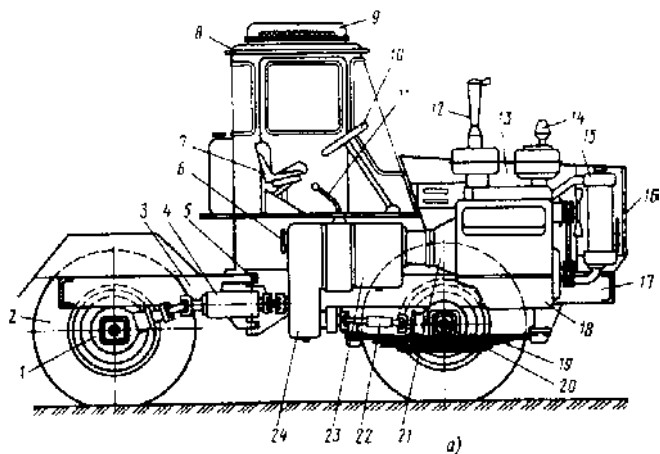


Рис. 2.14. Колесный трактор Т-150К:

а – компоновка основных сборочных единиц; б – общий вид; 1, 20 – грузовой и под-  
 моторный ведущие мосты; 2 – колесо; 3, 17 – грузовая и подмоторная полурамы;  
 4, 5 – шарниры; 6 – фланец; 7 – сиденье; 8 – кабина; 9 – воздухоохладитель; 10 – руле-  
 вое управление; 11 – рычаг управления; 12 – выхлопная труба; 13 – капот; 14 – возду-  
 хозаборник; 15 – радиатор; 16 – решетка; 18 – двигатель; 19 – рессора; 21 – муфта сцеп-  
 ления; 22 – карданная передача; 23 – коробка передач; 24 – раздаточная коробка





Рис. 2.15. Трактор Т-158 колесный промышленный тягового класса 3

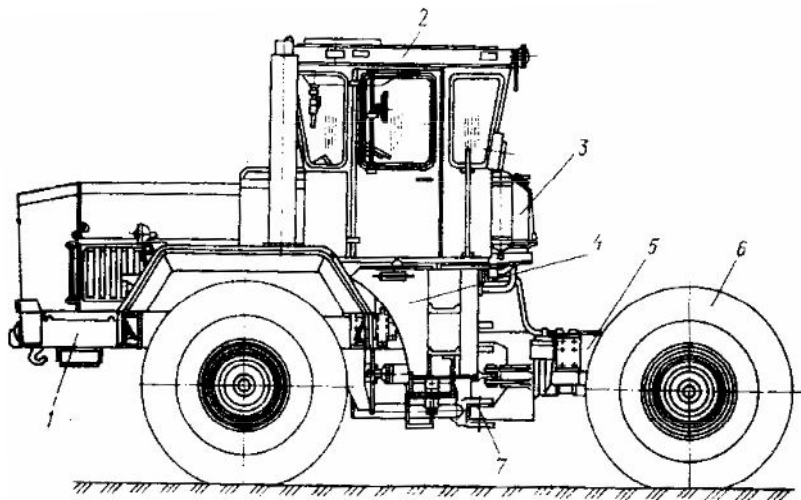


Рис. 2.16. Трактор «Кировец» К-703 М:  
1 – передняя полурама; 2 – кабина; 3 – масляный бак; 4 – топливный бак; 5 – задняя полурама; 6 – шина; 7 – универсальный шарнир

В гусеничных тракторах общего назначения (рис. 2.17) применяется эластичная подвеска опорных катков, позволяющая движение на повышенных скоростях. Их технические характеристики приведены в табл. 2.3.

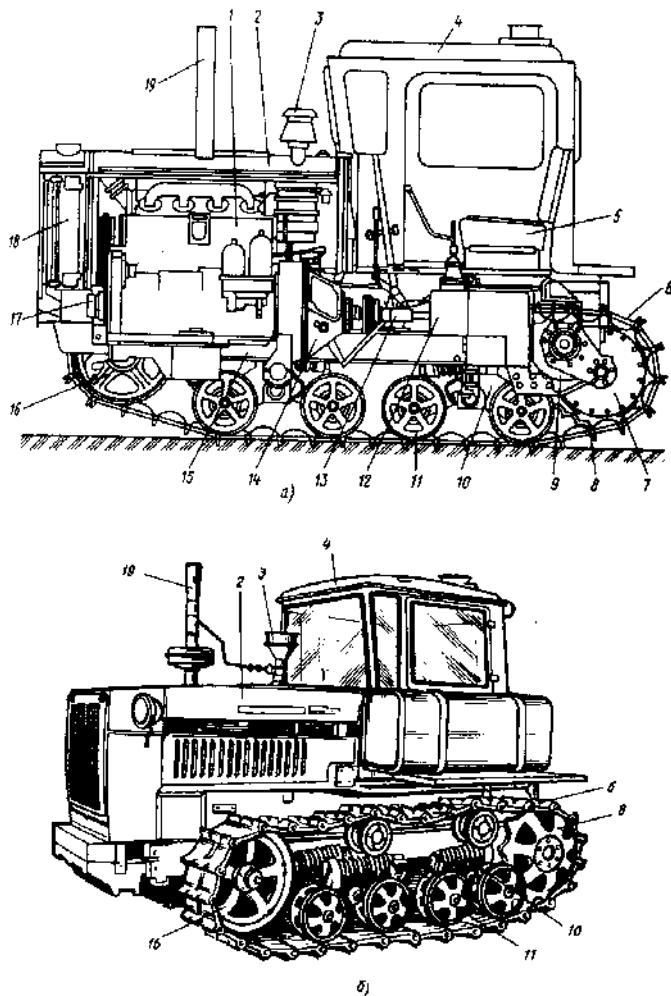


Рис. 2.17. Гусеничный трактор типа ДТ-75НР;

- а – компоновочная схема сборочных единиц; б – общий вид; 1 – двигатель; 2 – капот двигателя; 3 – воздухозаборник; 4 – кабина; 5 – рабочее место машиниста; 6 – цепь; 7 – редуктор; 8 – звездочка; 9 – задний мост; 10 – эластично-балансирующая каретка; 11 – каток; 12 – коробка передач; 13 – вал; 14 – муфта сцепления; 15 – рама; 16 – направляющее колесо; 17 – гидронасос; 18 – радиатор; 19 – выхлопная труба

Таблица 2.3

## Технические характеристики гусеничных тракторов

Трактор, агрегат	Мощность, кВт	Масса, кг		Трансмиссия	Подвеска
		трактора	агрегата		
ТПМ-4, бульдозер	81	9050	11000	ГМТ	полужесткая
ТЭПМ-1, бульдозер	99	10550	12500		
	110			МТ	
	137			ГМТ	
ТМ-220, бульдозер	147	22300	30400	ГМТ	упругая
ТЭПМ-2, бульдозер	150			МТ	
	243	14750	17750	ГМТ	
	350				
ТМ-4АП, бульдозер	81	6950	10280	МТ	полужесткая
	96			ДПМ	
Т-4АП2, бульдозер	96	8900	10250	МТ	упругая
ДТМ-75, бульдозер, скрепер	66	6550	8620	МТ	
				ГОТ ДПМ	
ДТ-75МП, бульдозер, скрепер		7760	8550	МТ	
ТМ-130, бульдозер	118	14700	17820		полужесткая
ДЭТМ-250, бульдозер	220	32400	41550	ЭЛ	упругая
ТМ-140, бульдозер	103	10700	13200	двухпогонная ГМТ	полужесткая
ТМ1-330, бульдозер, рыхлитель	295	36760	49875	ГМТ	упругая
ТМ2-330, бульдозер, рыхлитель		38260	51875		полужесткая
С-300 «Комацу» (Япония), бульдозер	214	28250	34020		
С-400 «Комацу» (Япония), бульдозер	300	35900	49220		

**Примечания.**

1. На всех тракторах установлен дизель.
2. Приняты обозначения: ДПМ – двигатель постоянной мощности; МТ – механическая трансмиссия; ГМТ – гидромеханическая трансмиссия; ГОТ – гидрообъемная трансмиссия; ЭЛ – электромеханическая трансмиссия.

**Промышленные тракторы** предназначены для работы с различными видами навесного оборудования. При высокой проходимости реализуются высокие тяговые усилия во время работы с прицепным оборудованием на тяжелых грунтах. Примерами навесного оборудования на промышленных тракторах могут служить бульдозеры, погрузчики, кусторезы, собиратели-корчеватели, снегоочистители, рыхлители, дорожные фрезы и т. д.; примерами прицепного оборудования – скреперы, катки, распределители цемента, длиннобазовые планировщики и т. д. В ряде случаев перекомпоновка узлов серийных машин позволяет использовать их при создании машин специального назначения – роторных экскаваторов, мелиоративных машин, трубоукладчиков и т.д.

Основным параметром промышленных тракторов является номинальное тяговое усилие, по которому определяют тяговый класс.

Наиболее распространена компоновочная схема промышленных гусеничных тракторов, представленная на рис. 2.18.

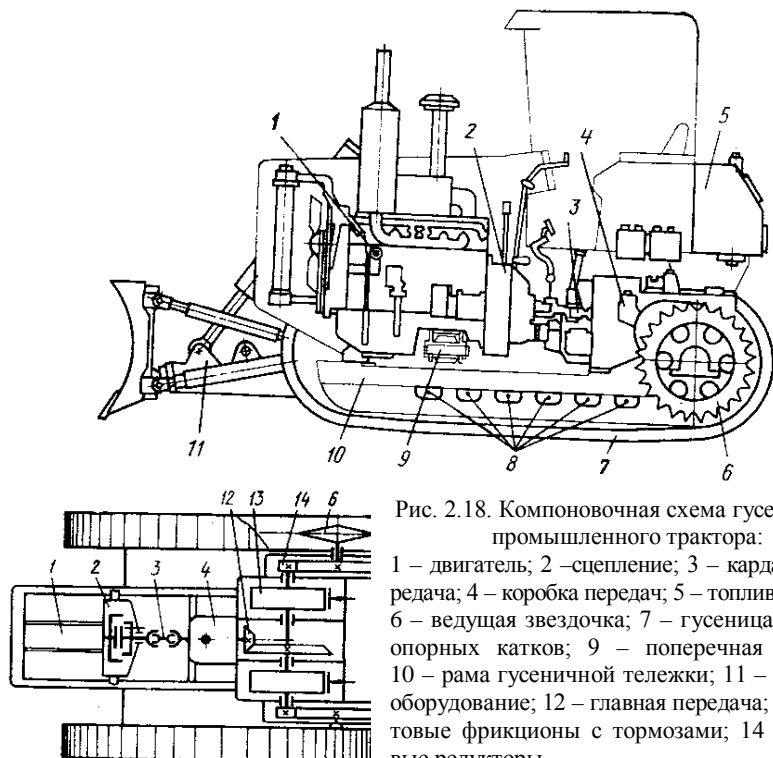


Рис. 2.18. Компоновочная схема гусеничного промышленного трактора:

1 – двигатель; 2 – сцепление; 3 – карданная передача; 4 – коробка передач; 5 – топливный бак; 6 – ведущая звездочка; 7 – гусеница; 8 – оси опорных катков; 9 – поперечная рессора; 10 – рама гусеничной тележки; 11 – навесное оборудование; 12 – главная передача; 13 – бортовые фрикционы с тормозами; 14 – бортовые редукторы

Основные технические характеристики этих тракторов представлены в табл. 2.3.

#### 2.4. Основы тягово-динамических расчетов самоходных машин

Тяговый расчет автомобиля заключается в решении двух задач:

- 1) выявлении максимального преодолеваемого подъема;
- 2) определении скорости движения в зависимости от характера опорной поверхности.

Схема для проведения тягового расчета приведена на рис. 2.19.

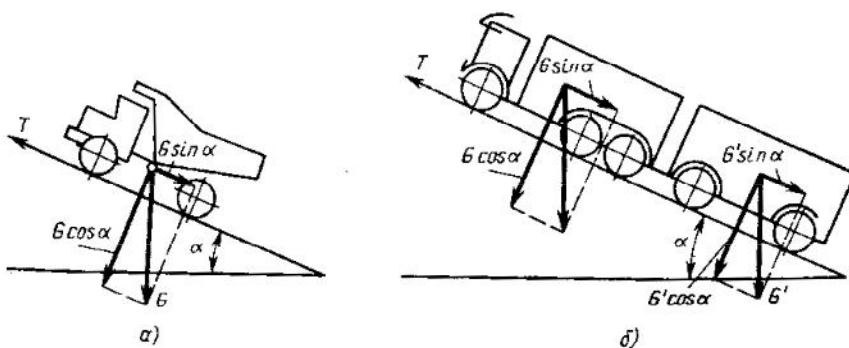


Рис. 2.19. Схемы к тяговому расчету автомобиля:  
а – без прицепа; б – автопоезда

Необходимая сила тяги (в Н) на ведущих колесах автомобиля при движении с равномерной скоростью

$$T = Gf \cos \alpha \pm G \sin \alpha = G(f \pm \operatorname{tg} \alpha) \cos \alpha,$$

где  $G$  – вес автомобиля с грузом, Н.

При небольших углах подъема (до  $4^\circ$ )  $\cos \alpha \approx 1$ , и эту формулу можно записать следующим образом:

$$T = G(f \pm i),$$

где  $i$  – уклон пути ( $\operatorname{tg} \alpha$ );

$f$  – коэффициент сопротивления движению.

Необходимым условием движения, исключая буксование, является следующее соотношение:

$$T_{\text{сц}} \geq T \quad \text{или} \quad G_{\text{сц}}\varphi \geq G(f \pm i),$$

где  $T_{\text{сц}}$  – сила сцепления, Н;

$G_{\text{сц}}$  – сцепной вес автомобиля (т.е. нагрузка, приходящаяся на ведущие колеса), Н;

$\varphi$  – коэффициент сцепления движителя с опорной поверхностью.

Из этой формулы следует, что максимальный уклон, по которому может двигаться автомобиль:

$$i_{\text{max}} = \varphi(G_{\text{сц}}/G) - f.$$

Для определения скорости движения при известных значениях  $f$  и  $i$  можно пользоваться динамическими характеристиками автомобиля, представляющими собой график зависимости динамического фактора от скорости при движении на разных передачах (рис. 2.20).

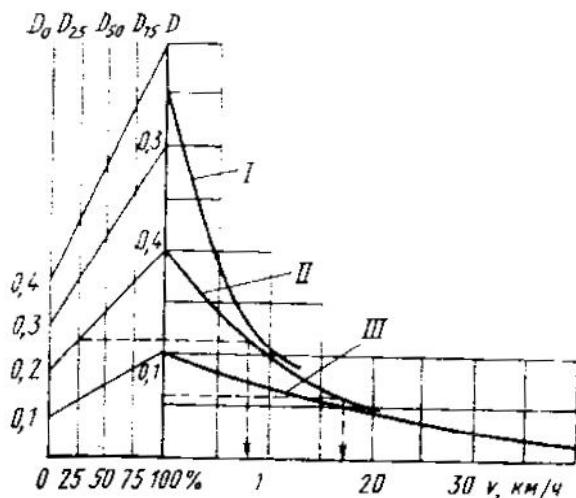


Рис. 2.20. Динамическая характеристика автосамосвала грузоподъемностью 27 т:  
I, II, III – передачи

Исходя из условия равномерного движения, имеем

$$T / G = f \pm i .$$

Это отношение называют *динамическим фактором автомобиля* и обозначают  $D$ :

$$D = T / G .$$

При скоростях движения, превышающих 50...60 км/ч,

$$D = (T - W) / G ,$$

где  $W$  – сопротивление воздуха.

Так как сила тяги при переключении передач, т.е. при изменении передаточного числа трансмиссии автомобиля, изменяется, то график динамической характеристики представляет собой ряд кривых, каждая из которых соответствует определенной передаче.

Поскольку автомобиль определенной грузоподъемности эксплуатируется при различной загрузке на графиках динамических характеристик, обычно имеется несколько шкал  $D$ , соответствующих загрузке автомобиля. Так, при 25 %-ной загрузке 27-тонного самосвала (см. рис. 2.20) и значении  $D = 0,2$  автомобиль на II передаче будет двигаться со скоростью 8 км/ч, а при 100 %-ной загрузке и  $D = 0,06$  на той же передаче – со скоростью 17 км/ч.

Пользуясь динамическими характеристиками, можно также определить скорости, развиваемые груженными автомобилями с прицепами (см. рис. 2.19 б). В этом случае необходимая сила тяги (в Н)

$$T = nG'(f \pm i) + G(f \pm i) ,$$

где  $n$  – число прицепов;

$G'$  – вес груженого прицепа, Н.

Необходимое условие движения автопоезда

$$G_{\text{но}} \varphi \geq (nG' + G)(f \pm i) .$$

Тогда динамический фактор

$$D = \frac{T}{G} = \left( n \frac{G'}{G} + 1 \right) (f \pm i).$$

Сила тяги, развиваемая гусеничными тракторами, расходуется на преодоление сил сопротивления передвижению трактора и суммы сопротивлений, возникающих при работе с прицепным и навесным оборудованием.

Необходимым условием движения является

$$T_{\text{сц}} \geq T \geq W_{\Sigma}.$$

Наибольшее тяговое усилие трактора, реализуемое по сцеплению (в Н):

$$T_{\text{сц}} = G\varphi,$$

где  $G$  – вес трактора, Н;

$\varphi$  – коэффициент сцепления.

Сила тяги, развиваемая трактором в зависимости от мощности двигателя (в Н):

$$T = 1000 N_{\text{дв}} \eta_{\text{мех}} / v_{\text{д}},$$

где  $N_{\text{дв}}$  – номинальная мощность двигателя, кВт;

$v_{\text{д}}$  – скорость движения, м/с;

$\eta_{\text{мех}}$  – КПД трансмиссии.

Суммарное сопротивление  $W_{\Sigma}$  (в Н) состоит из сопротивлений, преодолеваемых самим трактором, а также навесным или прицепным оборудованием как в рабочем, так и в транспортном режимах. Например, при работе трактора с прицепным скрепером

$$W_{\Sigma} = W_{\text{к}} + W_{\text{п}} + W_{\text{ин}} + W_{\text{дв с}} + W_{\text{дв т}},$$

где  $W_{\text{к}}$  – сопротивление копанию, Н;



$W_{\Pi}$  – сопротивление, возникающее при движении трактора со скрепером на подъем, Н;

$W_{\text{ин}}$  – сопротивление по преодолению сил инерции, Н;

$W_{\text{дв с}}$  – сопротивление передвижению скрепера, Н;

$W_{\text{дв т}}$  – сопротивление передвижению самого трактора, Н.

Строят тяговую характеристику, представляющую собой зависимости (рис. 2.21) мощности  $N = f(T_{\text{кр}})$ , скорости передвижения  $v = f(T_{\text{кр}})$ , частоты вращения коленчатого вала  $n = f(T_{\text{кр}})$ , часового расхода топлива  $G_{\text{т}} = f(T_{\text{кр}})$ , удельного расхода топлива  $g_e = f(T_{\text{кр}})$  для отдельных передач.

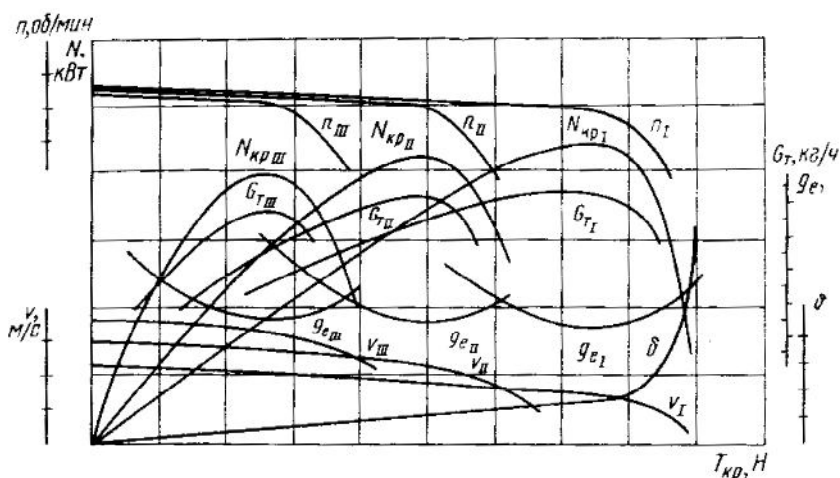


Рис. 2.21. Тяговая характеристика трактора

Кроме того, на графике строят кривую буксования  $\delta = f(T_{\text{кр}})$ , характеризующую взаимодействие движителя с опорной поверхностью:

$$\delta = \frac{(v_{\text{т}} - v_{\text{д}})}{v_{\text{т}}},$$

где  $v_{\text{т}}$ ,  $v_{\text{д}}$  – теоретическая и действительная скорость движения.

Эти характеристики позволяют определить скорости передвижения машин в зависимости от преодолеваемых сопротивлений и решить обратную задачу.

Во время работы машины могут возникнуть два характерных нарушения условия обеспечения движения:

$$T_{\text{сц}} \geq T < W_{\Sigma} \quad \text{или} \quad T_{\text{сц}} < T \geq W_{\Sigma}.$$

В первом случае усилие, развиваемое двигателем, не превышает сил сцепления движителя с грунтом, но недостаточно для преодоления суммарного сопротивления, и двигатель заглохнет. Во втором случае тяговое усилие по двигателю превышает суммарное сопротивление, а также наибольшее тяговое усилие по сцеплению, что приводит к буксованию.

### 3. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

Подъемно-транспортные машины подразделяются на три группы:

- 1) грузоподъемные машины;
- 2) транспортирующие машины;
- 3) погрузочно-разгрузочные машины.

#### 3.1. Грузоподъемные машины

##### 3.1.1. Назначение и классификация грузоподъемных машин

*Грузоподъемные машины* обеспечивают подъем и перемещение в пространстве штучных грузов и сыпучих материалов, а также применяются при монтаже строительных конструкций и механического оборудования.

Грузоподъемные машины можно разделить на следующие группы:

- 1) домкраты;
- 2) лебедки;
- 3) тали;
- 4) подъемники;
- 5) краны.

К основным технико-эксплуатационным показателям, являющимся исходными при выборе конкретных типов грузоподъемных машин для выполнения определенного вида работ, относятся грузоподъемность, форма и объем обслуживаемого пространства.

### 3.1.2. Домкраты

*Домкраты* предназначены для подъема грузов на небольшую высоту и могут служить для передвижения и выверки монтажа конструкции по горизонтали. Домкраты с ручным приводом бывают механическими и гидравлическими; домкраты большой грузоподъемности могут иметь электрический привод. Наиболее распространены домкраты с ручным приводом винтовые (рис. 3.1 а), реечные (рис. 3.1 б) и гидравлические (рис. 3.1 в).

*Винтовой домкрат* работает следующим образом. При повороте рукоятки 2 собачка 8 поворачивает храповое колесо 7, закрепленное шпонками на винте 5. В зависимости от положения собачки винт, вращаясь в неподвижной гайке 4, будет подниматься или опускаться вместе с грузом. Винтовая пара домкрата винт – гайка должна быть самотормозящаяся. КПД винтового домкрата  $\eta = 0,3...0,4$ , грузоподъемность – до 50 т при высоте подъема до 0,6 м.

Усилие (в Н), прилагаемое к рукоятки винтового домкрата:

$$P = Q \frac{d_{\text{ср}}}{2l} \operatorname{tg}(\rho \pm \alpha),$$

где  $Q$  – вес груза, Н;

$d_{\text{ср}}$  – средний диаметр резьбы, м;

$l$  – длина плеча приложения усилия, м;

$\rho$  – угол трения в резьбе,  $\rho = 4...6^\circ$ ;

$\alpha$  – угол подъема винтовой линии (знак «+»– при подъеме, знак «–»– при опускании груза).

Усилие при подъеме груза

$$P = Qt/(2\pi l\eta);$$

при опускании груза

$$P = Q\eta/(2\pi l),$$

где  $l$  – шаг винта, м.

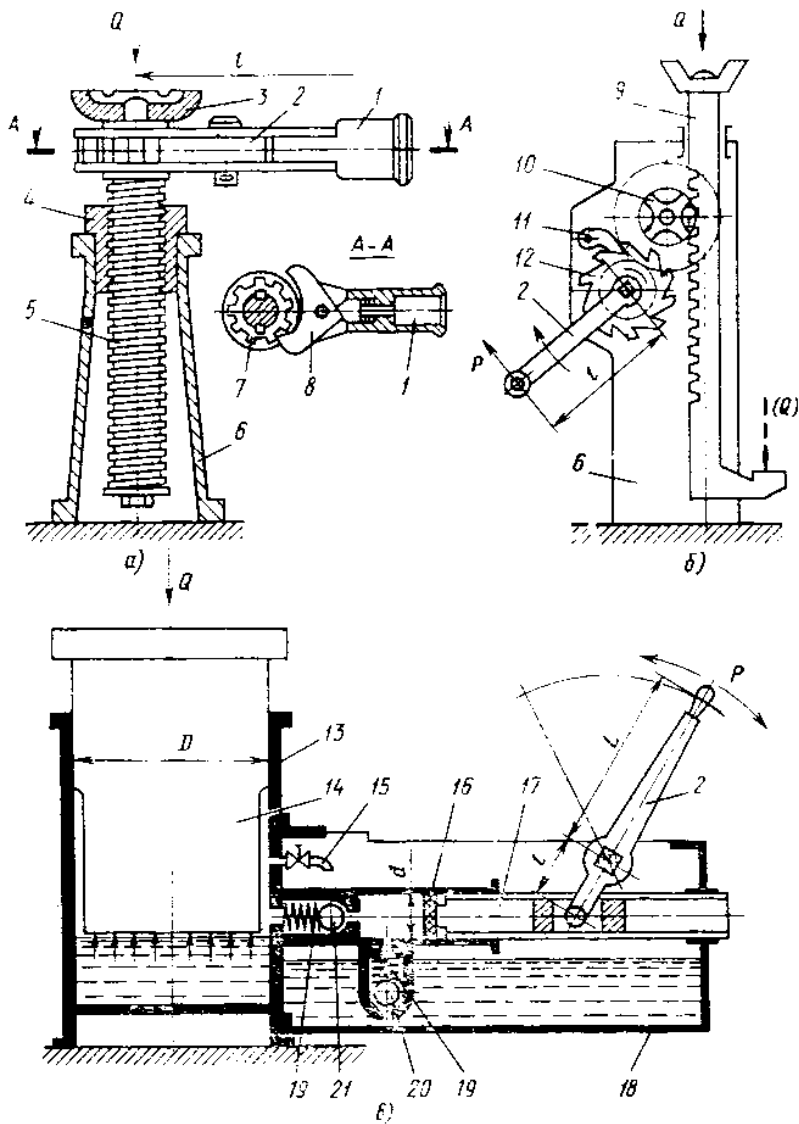


Рис. 3.1. Схемы домкратов:

а – винтовой; б – реечный; в – гидравлический; 1 – гнездо для установки рычага; 2 – рукоять; 3 – оголовок; 4 – гайка; 5 – винт; 6 – корпус; 7 – храповое колесо; 8 – двусторонняя собачка; 9 – зубчатая рейка с оголовком и лапой; 10 – зубчатое колесо; 11 – собачка; 12 – храповое колесо; 13 – цилиндр; 14 – поршень; 15 – перепускной кран; 16 – уплотнительная манжета плунжера; 17 – плунжер; 18 – бак для рабочей жидкости; 19 – пружины клапанов; 20 – всасывающий обратный клапан, 21 – нагнетательный клапан

**Реечный домкрат** (рис. 3.1 б) состоит из стального корпуса 6, в направляющих которого перемещается зубчатая рейка 9 с грузовым оголовком вверху и лапой внизу. Перемещение рейки обеспечивается зубчатым колесом 10, приводимым во вращение рукояткой 2 через зубчатую пару с передаточным числом  $и$ . Для удержания поднятого груза на валу рукоятки установлено храповое колесо 12 с собачкой 11.

Усилие, приложенное к рукояти:

$$P = Q \frac{d}{2lu} \cdot \frac{1}{\eta},$$

где  $Q$  – вес поднимаемого груза, Н;

$d$  – диаметр начальной окружности шестерни, м;

$и$  – передаточное число;

$l$  – длина плеча рукояти, м;

$\eta$  – КПД передачи,  $\eta = 0,7 \dots 0,8$ .

Грузоподъемность реечных домкратов обычно не превышает 6 т, высота подъема – 0,5...0,6 м.

**Гидравлический домкрат** с ручным приводом (рис. 3.1 в) работает следующим образом. Рабочая жидкость нагнетается ручным плунжерным насосом в рабочий цилиндр. Через клапан 20 жидкость всасывается в полость насоса при холостом ходе плунжера 17. При рабочем ходе плунжера открывается обратный клапан 21, обеспечивая нагнетание жидкости в полость рабочего цилиндра 13. Перепускной кран 15 служит для снятия давления в рабочем цилиндре и опускания груза.

Усилие, прилагаемое к рукояти домкрата при подъеме груза:

$$P = \frac{Qd^2l_1}{(D^2L\eta_1)},$$

где  $D$  – диаметр поршня, м;

$d$  – диаметр плунжера м;

$l_1$  – длина хвостовика рукояти, м;

$L$  – длина рукояти, м;

$\eta_1$  – КПД домкрата,  $\eta_1 = 0,85 \dots 0,9$ .

Грузоподъемность гидравлических домкратов достигает 750 т при высоте подъема груза 0,3...0,4 м.

### 3.1.3. Лебедки, полиспасты, такелажное оборудование

**Лебедки** предназначены для подъема и перемещения груза посредством стального каната или цепи, навиваемых на барабан. Различают лебедки **общего** и **специального назначения**. Последние являются составной частью кранов, экскаваторов и других строительных и дорожных машин.

Лебедки изготавливают с ручным или машинным (электрическим или гидравлическим) приводом.

**Лебедки с ручным приводом** (рис. 3.2 а) применяют на монтажных работах, где перемещение груза происходит редко и при малых скоростях.

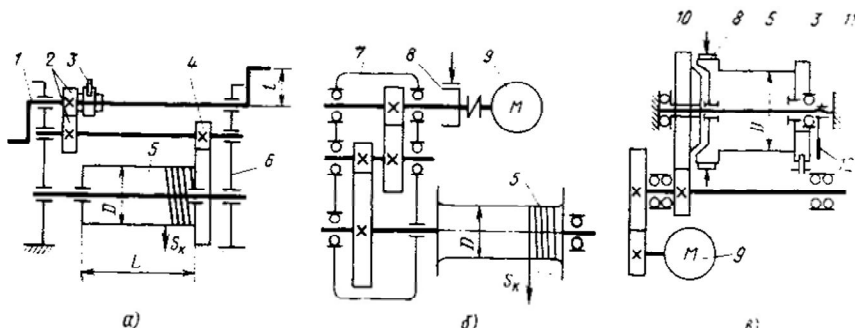


Рис. 3.2. Схемы лебедок:

а – с ручным приводом; б – реверсивная с электроприводом; в – зубчато-фрикционная с электроприводом; 1 – рукоятка; 2, 4 – зубчатые пары; 3 – храповой механизм (останов); 5 – барабан; 6 – рама; 7 – двухступенчатый редуктор; 8 – тормоз; 9 – электродвигатель; 10 – фрикционная коническая муфта сцепления; 11, 12 – гайка и рычаг механизма управления фрикционной муфтой

Тяговое усилие таких лебедок – 5...100 кН. Подъем и опускание груза осуществляют вращением рукояток 1. Для фиксации груза служит храповой механизм 3.

Усилие на рукоятке такой лебедки

$$P_{\text{рук}} = \frac{S_{\text{к}} \left( \frac{D}{2} + n \frac{d_{\text{к}}}{2} \right)}{l u \eta},$$

где  $P_{\text{рук}}$  – усилие на рукояти, Н;

$S_{\text{к}}$  – усилие в канате, навиваемом на барабан, Н;

$D$  – диаметр барабана, м;

$d_{\text{к}}$  – диаметр каната, м;

$n$  – число слоев навивки;

$l$  – плечо (длина) рукояти, м;

$u$  – общее передаточное число между валом приводной рукояти и валом барабана;

$\eta$  – КПД передачи.

Допускается усилие на рукояти: при одном рабочем – 120...150 Н, при двух – 200...250 Н.

Подъем и опускание груза на **реверсивной лебедке с электроприводом** (рис. 3.2 б) осуществляется в рабочих режимах электродвигателя. Реверсирование создается переключением фаз на пульте управления. Груз фиксируется с помощью колодочного электромагнитного тормоза.

Необходимая мощность (в кВт) двигателя лебедки с электроприводом

$$N = \frac{S_{\text{к}} v}{1000 \eta},$$

где  $S_{\text{к}}$  – усилие в канате, Н;

$v$  – скорость каната, м/с;

$\eta$  – общий КПД полиспаста и передач лебедки,  $\eta = 0,8...0,85$ .

**Зубчато-фрикционные лебедки с электроприводом** (рис. 3.2 в) изготавливают с одним или несколькими барабанами. В этих лебедках передача вращения от электродвигателя к барабану происходит через зубчатую пару и фрикционное устройство, позволяющее при необходимости отключать барабан от вала электродвигателя. Груз опускается под действием силы тяжести независимо от работы двигателя.

В качестве рабочих органов грузоподъемных машин (кранов, лебедок и т.п.) применяют *полиспасты* (рис. 3.3) различной кратности, представляющие собой устройства из нескольких подвижных и неподвижных блоков, огибаемых канатом.

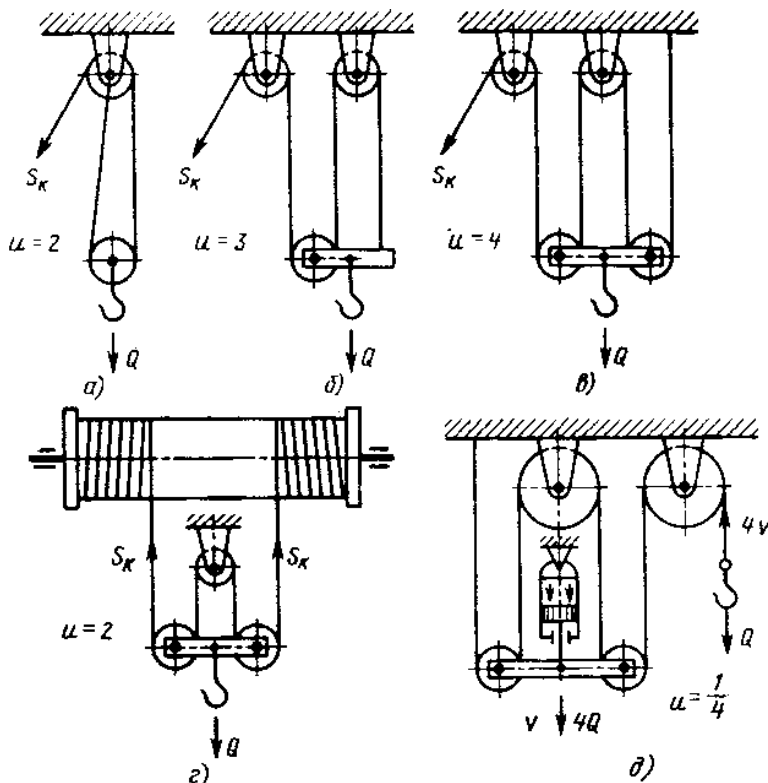


Рис. 3.3. Схемы полиспастов:  
 а – двукратный; б – трехкратный; в – четырехкратный;  
 г – двукратный сдвоенный; д – обратный четырехкратный

Полиспасты служат для уменьшения окружного усилия на барабане лебедки; при этом соответственно уменьшается скорость подъема груза. Под *кратностью*  $i$  полиспаста понимают отношение скорости навивки каната на барабан к скорости подъема груза, или отношение веса поднимаемого груза к окружному усилию на барабане без учета КПД. У *простых полиспастов* (рис. 3.3 а, б, в) кратность



полиспаста равна числу нитей каната, на которых подвешен груз. *Двукратный сдвоенный полиспаст* (рис. 3.3 г) представляет собой объединение двух двукратных полиспастов. При этом средний неподвижный блок (уравнивающий) уравнивает возможную разность натяжения каната в двух ветвях. Использование *обратного полиспаста* (рис. 3.3 д) позволяет получить выигрыш в скорости подъема груза при соответствующем увеличении прилагаемого усилия.

На схеме в качестве источника прилагаемого усилия показан гидроцилиндр. Подвижные блоки, как правило, komponуют в *крюковую обойму* (рис. 3.4).

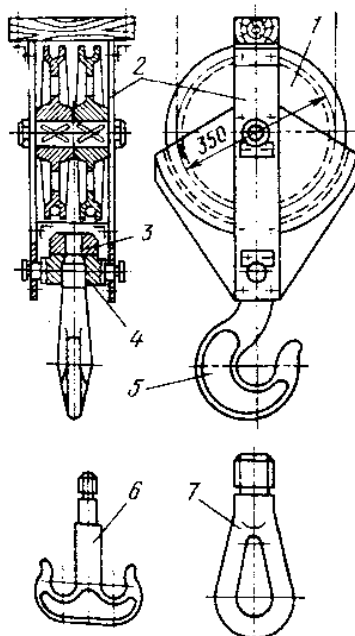


Рис. 3.4. Крюковая обойма подвижных блоков и грузозахватные приспособления:  
 1 – подвижные блоки; 2 – щеки; 3 – гайка; 4 – траверса (поперечина);  
 5 – однорогий крюк; 6 – двурогий крюк; 7 – грузовая петля

К такелажному оборудованию относятся канаты, цепи, стропы.

**Канаты** бывают стальными, пеньковыми и капроновыми. *Стальные канаты* (рис. 3.5) изготавливают из проволоки диаметром 0,5...2 мм (реже 3...5 мм) маркировочной группы 1400...2500 МПа.

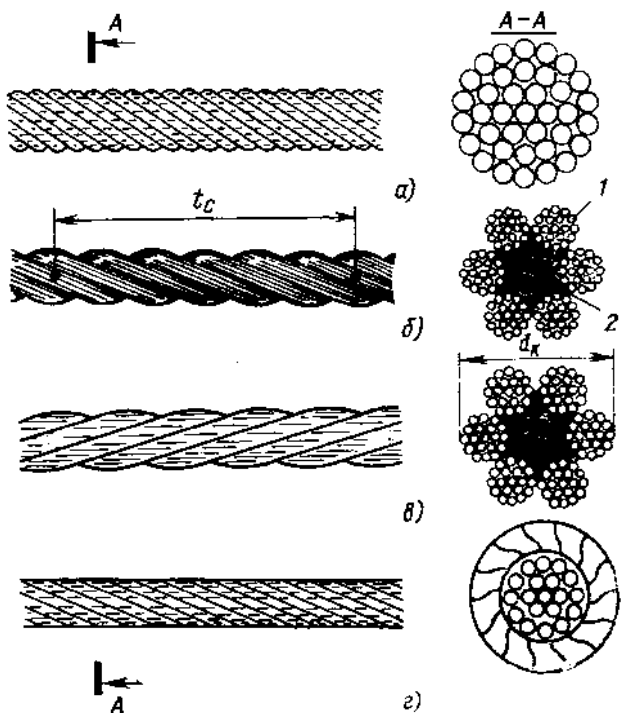


Рис. 3.5. Стальные проволочные канаты:

а – одинарной свивки; б – двойной односторонней свивки; в – крестовой свивки; г – закрытый (спиральный); 1 – пряди; 2 – сердечник;  $t_c$  – шаг свивки прядей

Проволоки предварительно свивают в пряди, а пряди обвивают вокруг пенькового сердечника, который придает канату гибкость и является хранилищем смазочного материала. Для тяжело нагруженных канатов и канатов, работающих в условиях высоких температур, в качестве сердечника используют одну из прядей. Канат, изготовленный из одной пряди (см. рис. 3.5 а), имеет одинарную свивку, из нескольких прядей (см. рис. 3.5 б, в) – двойную. Канаты одинарной свивки называют *спиральными*.

По сочетанию направления свивки каната и его элементов различают канаты *односторонней, комбинированной* и *крестовой свивки*. В грузоподъемных машинах применяют канаты крестовой свивки, которые хорошо сопротивляются расплющиванию и раскручиванию при огибании блоков и барабанов. Канат, изготовленный из проволок

различного диаметра, имеет линейный контакт (см. рис. 3.5 в). Прочность такого каната – на 10...15 % выше, чем обычного.

*Канаты закрытой конструкции* (см. рис. 3.5 г) применяют для кабель-кранов и канатных подвесных дорог, в качестве несущих органов, по которым перекачиваются колеса грузовых тележек.

В грузоподъемных машинах применяют канаты диаметром 4,2...65 мм, свитые из шести прядей, в каждой из которых – 19 или 37 проволок (рис. 3.6).

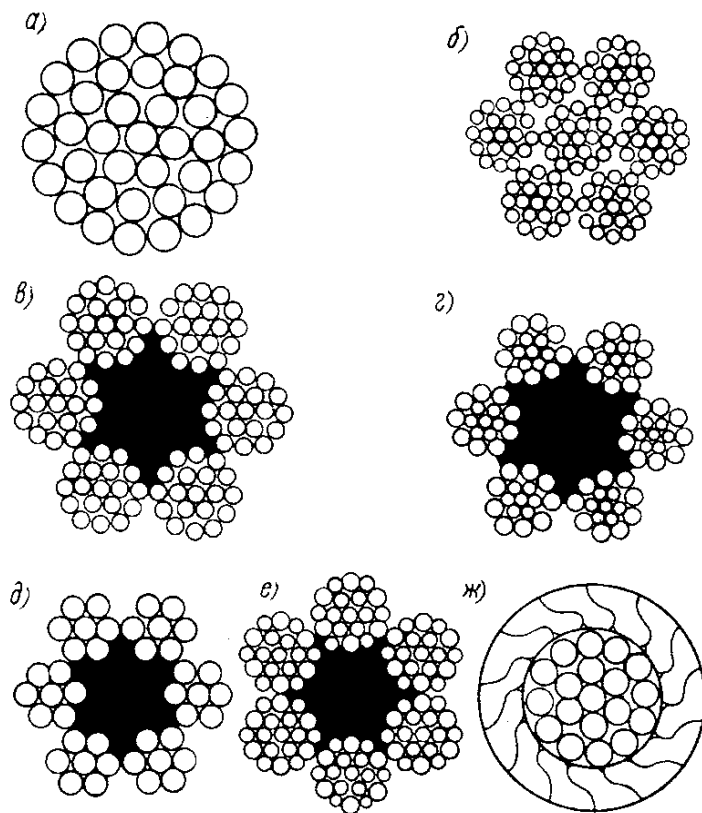


Рис. 3.6. Стальные канаты:

а – спиральной свивки типа ТК ( $1 \times 37 = 37$  проволок); б – типа ТК ( $7 \times 19 = 133$  проволоки); в – типа ТК ( $6 \times 19 = 114$  проволок) с органическим сердечником; г – типа ТК ( $6 \times 19 = 96$  проволок) с органическим сердечником; д – типа ЛК-О ( $6 \times 7 = 42$  проволоки) с органическим сердечником; е – типа ЛК-Р ( $6 \times 19 = 114$  проволок) с органическим сердечником; ж – спиральные закрытые с одним слоем зетобразной проволоки

Тип и диаметр каната подбирают по разрывному усилию

$$S_p = S_k k,$$

где  $S_p$  – разрывное усилие каната, Н;

$S_k$  – расчетное усилие в канате, Н;

$k$  – коэффициент запаса прочности каната в зависимости от режима работы (легкого, среднего, тяжелого), при машинном приводе  $k = 5; 5,5; 6$ .

Пеньковые и капроновые канаты обычно применяют только как чалочные для строповки.

**Стропы** представляют собой грузозахватные устройства, с помощью которых штучные грузы подвешивают к крюку. Стропы изготовляют *канатными* (рис. 3.7 а) и *цепными* (рис. 3.7 б).

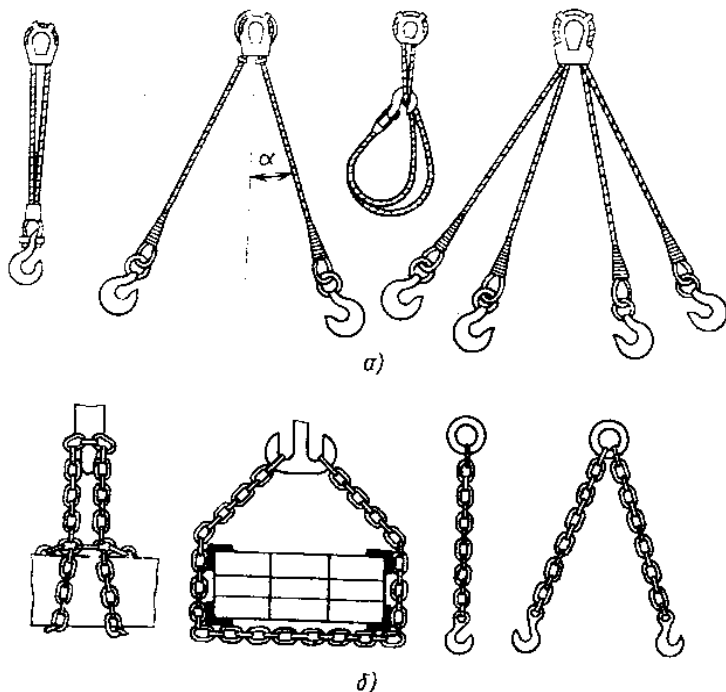


Рис. 3.7. Стропы:  
а – канатные; б – цепные

Канатные стропы бывают одно-, двух- и многоветвевыми (универсальными).

### 3.1.4. Грузоподъемные краны

*Грузоподъемными кранами* называют машины циклического действия, предназначенные для подъема и перемещения в пространстве груза, удерживаемого грузозахватным органом.

Грузоподъемные краны состоят из:

- 1) несущих конструкций (моста, башни, фермы, мачты, стрелы);
- 2) силовой установки;
- 3) подъемного механизма (лебедки, электротали);
- 4) поддерживающих элементов (канатных и цепных полиспастов);
- 5) грузозахватных приспособлений;
- 6) механизмов передвижения и управления.

По конструкции краны разделяют на:

- 1) мостовые;
- 2) козловые;
- 3) башенные;
- 4) порталные;
- 5) стреловые;
- 6) кабельные.

*Мостовой кран* (рис. 3.8) имеет мост, который опирается непосредственно на надземный крановый путь. Кран состоит из мостового пролетного строения или балки 1, снабженных концевыми балками с ходовыми тележками 4, передвигающимися по рельсам. Рельсы обычно уложены на подкрановые балки, которые размещены на консольных выступах стен в закрытых помещениях или на колоннах. Механизм подъема груза смонтирован на грузовой тележке 3, перемещающейся вдоль пролетного строения. Такие краны грузоподъемностью 5...450 т используют как основное подъемно-транспортное оборудование в цехах промышленных предприятий, предприятий строительной индустрии, а также на складах готовых изделий.

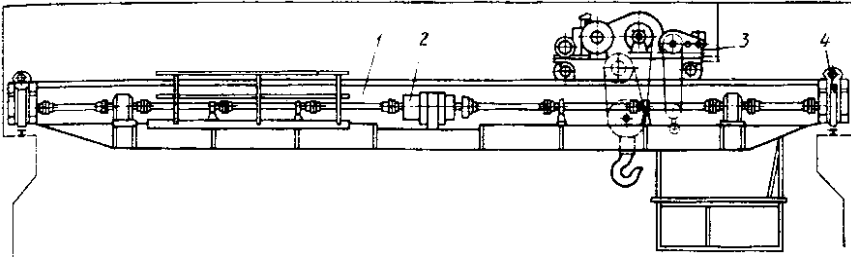


Рис 3.8. Мостовой кран:  
 1 – пролетное строение (мост); 2 – механизм передвижения крана; 3 – грузовая тележка с механизмами подъема груза и передвижения тележки;  
 4 – ходовые колеса моста

**Козловой кран** (рис. 3.9) имеет мост, который опирается на крановый путь с помощью двух опорных стоек.

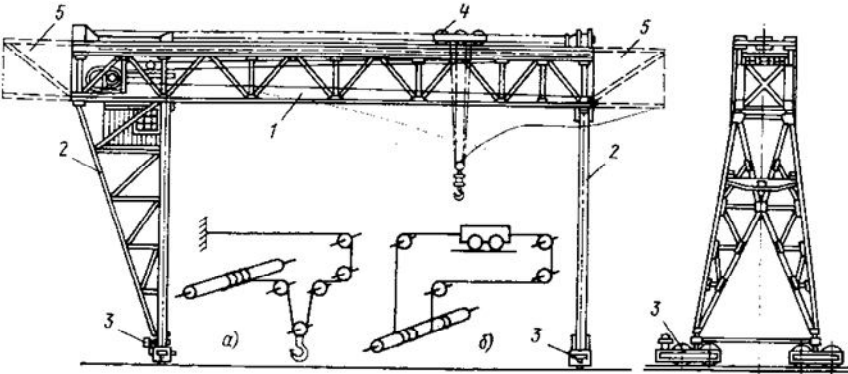


Рис 3.9. Козловой кран:  
 а – схема запасовки грузового каната; б – схема запасовки каната передвижения грузовой тележки

Кран состоит из пролетного строения 1 и двух ног 2 с ходовыми тележками 3. По пролетному строению передвигается грузовая тележка 4 с грузозахватным приспособлением. Механизмы подъема груза и передвижения тележки монтируют как непосредственно на тележке, так и на концевой части пролетного строения. При использовании консолей 5, удлиняющих пролетное строение, пространство, обслуживаемое краном, увеличивается.

Для увеличения жесткости всей конструкции одна из ног крана выполняется в виде фермы. Козловые краны обычно устанавливаются на открытых складских и монтажных площадках. Пролеты кранов общего назначения имеют длину 4...40 м (иногда до 170 м); грузоподъемность – 3...50 т (иногда до 800 т); высота подъема груза достигает 30 м.

На рис. 3.10 приведена схема козловой крана ККС-10 грузоподъемностью 10 т.

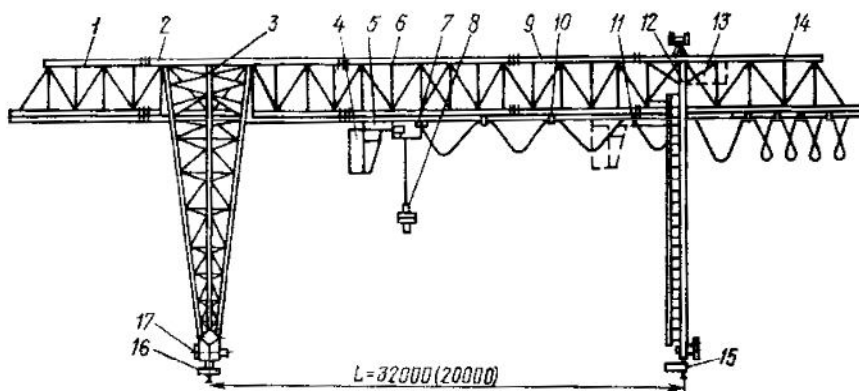


Рис. 3.10. Козловой кран ККС-10:

- 1 – левая консоль в сборе; 2 – секция I в сборе; 3 – жесткая опора; 4 – кабина;  
 5 – тележка кабины; 6 – секция II в сборе (на  $L = 20$  м отсутствует); 7 – грузовая тележка;  
 8 – траверса; 9 – секция III в сборе; 10 – кабельная тележка; 11 – кронштейн кабины  
 (только на кран с неподвижной кабиной); 12 – гибкая опора; 13 – лебедка тележки;  
 14 – правая консоль; 15, 17 – ходовая тележка; 16 – противоугонный захват

#### Технические характеристики крана ККС-10:

Грузоподъемность, т –	10
Режим работы –	средний
Пролет, м –	32 и 20
Вылет консоли, м:	
правый –	7,5
левый –	8,5
Высота подъема, м –	10
Скорости, м/мин:	
подъема груза –	15

передвижения:	
грузовой тележки –	36
крана –	40
Род тока и напряжение –	переменный, 380 В
Мощность электродвигателей, кВт –	42
Управление краном –	из кабины
Тип подкранового рельса –	P43 или P50
Масса, кг –	42000

**Башенные краны** – это краны стрелового типа со стрелой, закрепленной в верхней части вертикально расположенной башни (рис. 3.11). Они имеют большие различия по техническим характеристикам (табл. 3.1).

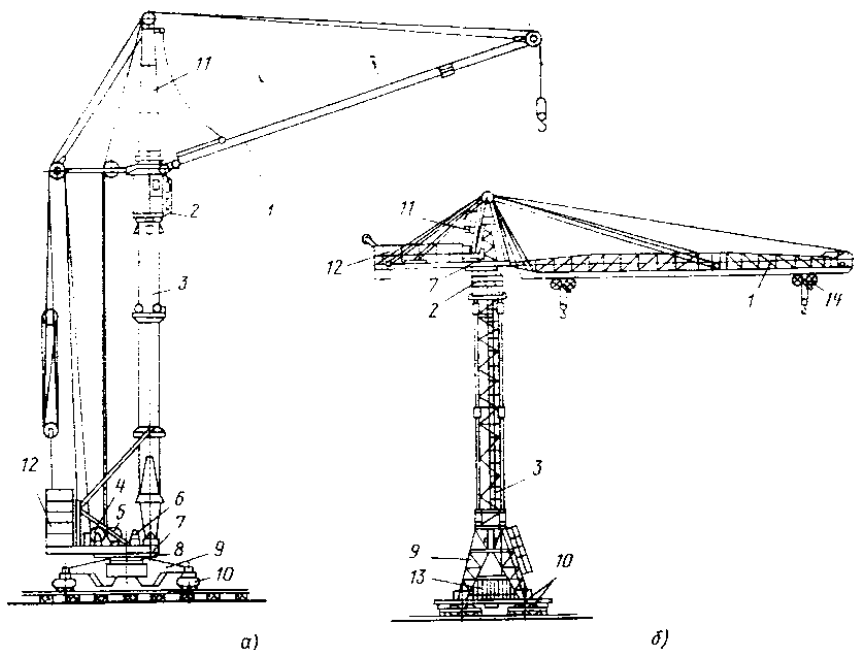


Рис. 3.11. Башенные краны:

- а – с трубчатой поворотной башней и изменяющимся вылетом стрелы; б – с решетчатой башней, поворотным оголовком и подвижной грузовой тележкой на стреле;
- 1 – стрела; 2 – кабина; 3 – башня; 4 – стреловая лебедка; 5 – грузовая лебедка;
- 6 – механизм поворота; 7 – поворотная рама; 8 – опорно-поворотный круг;
- 9 – ходовая рама; 10 – ходовая тележка; 11 – оголовок; 12 – противовес;
- 13 – балласт; 14 – грузовая тележка



Таблица 3.1

## Технические характеристики башенных кранов

Показатели	КБ-100.3А		КБ-308А		КБ-309ХЛ		КБ-402В		КБ-403А		КБ-403Б		КБ-405.1А		КБ-408		КБМ-401		КБ-406		КБ-504		КБ-572А		КБ-674А		КБ-676		КБМ-671	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17														
Грузовой момент, тм	100	100	125	125	50	132	120	187,5	160	160	200	250	300	400	320	400-460														
Грузоподъемность, т: на максимальном вылете максимальная	4	4	5	5	2	4,5	3	7,5	6	6	8	6,2	10	10	5,6	10														
	8	8	8	8	3	8	8	10	10	10	10	10	10	25	12,5	25														
Вылет, м: максимальный при максимальной грузоподъемности	25	25	25	25	25	25	30	25	25	25	25	40	30	35	50,5	35														
	12,5	12,5	15,6	13	13	16,5	15	18	16	16	20	25	30	16	25,6	16-18,4														
Высота подъема, м: при максимальном вылете максимальная	33	32	22	46	59,5	41	41	46	46,6	47,2	12	60	13,5	46	83	46														
	48	42	37	60,5	66,5	52	54,7	57,8	57,1	57,8	12	77	13,5	46	83	46														
Глубина опускания, м	5	5	5	5	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5														
Скорость, м/мин: подъема груза максимальной массы подъема груза максимальной	15	16	15	22,5	45	40	40	31	30	30	11,3	60	20	17,5	35	27,5														
	45	48	33	22,5	45	58	55	46	83	46; 83	11,3	160	20	100	100	140														

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Скорость, м/мин:																
плавной посадки	2,5	2,5	1,5	4,8	9,6	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	2,5	1,5	4,5	1,25	2,5	4,8
передвижения крана	28	18,5	30,5	18	18	18	18	27	18	28	18,4	19,2	30	20	20	20
передвижения грузовой тележки (изменения вылета)	(15)	27,2	(15,6)	(10)	(10)	23	30	(10,5)	30	30	27	27,5	25	36,7	36,7	50
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	0,7	0,77	0,8	0,6	0,6	0,6	0,65	0,72	0,65	0,72	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,65
Колея, м	4,5	4,5	4,5	6		6	6	6	6	6	6	7,5	6	7,5	7,5	7,5
Установленная мощность, кВт	55,1	55,1	58,1	62,6		77,6	77,6	102,2	77,6	92,2	45,5	110,5	65,7	138,5	138,5	154,7
Масса, т:																
конструктивная	34	39	30,7	48	47	50	50,5	64,4	52,8	60	37,4	108	53,6	115,2	137,2	105
общая	95	92,2	70,7	78	77	80	80,5	11	93,2	110	79,7	163	121	210,2	232,2	210
Тип стрелы *	ПС	БС	ПС	ПС	ШС	БС	БС	ПС	БС	БС	БС	БС	БС	БС	БС	БС
Тип башни **	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	НБ	НБ	НБ	НБ

\*ПС – подъемная стрела; БС – балочная стрела; ШС – шарнирно-сочлененная стрела (с гуськом).

\*\*ПБ – поворотная башня; НБ – неповоротная башня.

Башенные краны имеют башню, поворотную стрелу и подъемную лебедку. Различают *стационарные* и *передвижные* башенные краны. У стационарных опорная рама крепится к монолитному или сборному опорному основанию. Башни передвижных кранов опираются на ходовые колесные или гусеничные тележки, которые перемещаются по рельсовому пути или непосредственно по грунту. Грузоподъемность передвижных башенных кранов достигает 100...120 т, стационарных – 400 т; высота подъема – до 150 м, вылет крюка – до 50 м. Главным параметром башенных кранов является *грузовой момент*, определяемый произведением грузоподъемности на вылет крюка.

По способу изменения вылета крюка различают башенные краны *с грузовой тележкой*, несущей крюк и перемещающейся по горизонтальной стреле, и краны *с подъемной стрелой*, изменяющие вылет путем наклона стрелы на угол, допускаемый конструкцией крана.

По расположению поворотного устройства различают башенные краны *с нижним поворотом*, т. е. с башней, вращающейся вместе со стрелой (рис. 3.11 а), и *с верхним поворотом* – с поворотной стрелой и неповоротной башней (рис. 3.11 б). Башни кранов представляют собой трубчатые или пространственные конструкции различного сечения.

*Стрелы* башенных кранов выполняют пространственными из уголкового профиля или труб малого диаметра. Применяют также стрелы из труб большого диаметра и стрелы коробчатого сечения. Для уравнивания масс стрелы и груза в башенных кранах применяют *противовесы*.

Подъем и опускание груза у башенных кранов осуществляется с помощью *электрореверсивных лебедок*. Большинство кранов имеет односкоростные лебедки. Но есть крановые лебедки, имеющие две, три, четыре скорости и более. Наличие нескольких скоростей повышает производительность крана и расширяет область его применения.

Пример кинематической схемы механизма передвижения крана на рельсовом ходу с электрическим приводом показан на рис. 3.12.

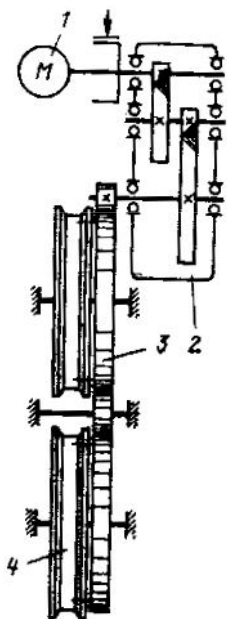


Рис. 3.12. Кинематическая схема механизма передвижения крана на рельсовом ходу:  
 1 – электродвигатель; 2 – двухступенчатый редуктор;  
 3 – открытая зубчатая передача;  
 4 – ходовое колесо

Схема крана башенного типа КБ-572А приведена на рис. 3.13.

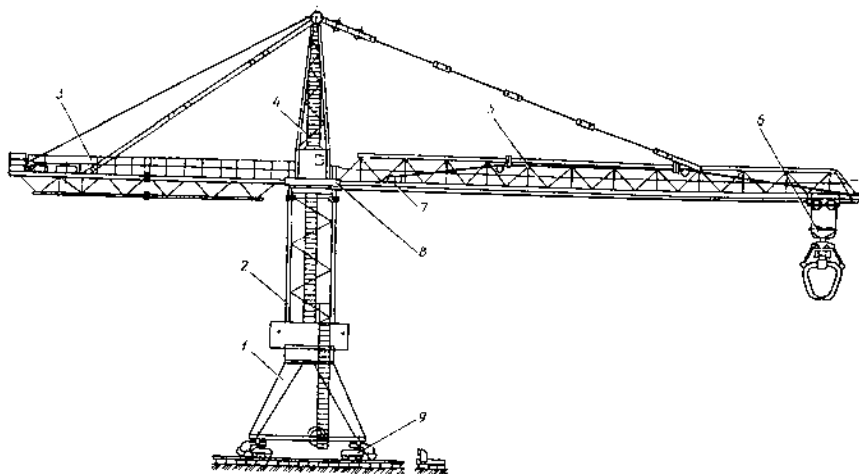


Рис. 3.13. Кран башенного типа КБ-572А:  
 1 – портал; 2 – неповоротная башня; 3 – консоль противовеса; 4 – оголовок;  
 5 – стрела; 6 – обойма с грейфером; 7 – лебедка; 8 – опорно-поворотное устройство; 9 – ходовая тележка

**Мачтовые краны** – стационарные подъемные краны с независимым расположением металлоконструкций и механизмов. Конструкция таких кранов представляет собой комбинацию мачты, шарнирно соединенной со стрелой (рис. 3.14).

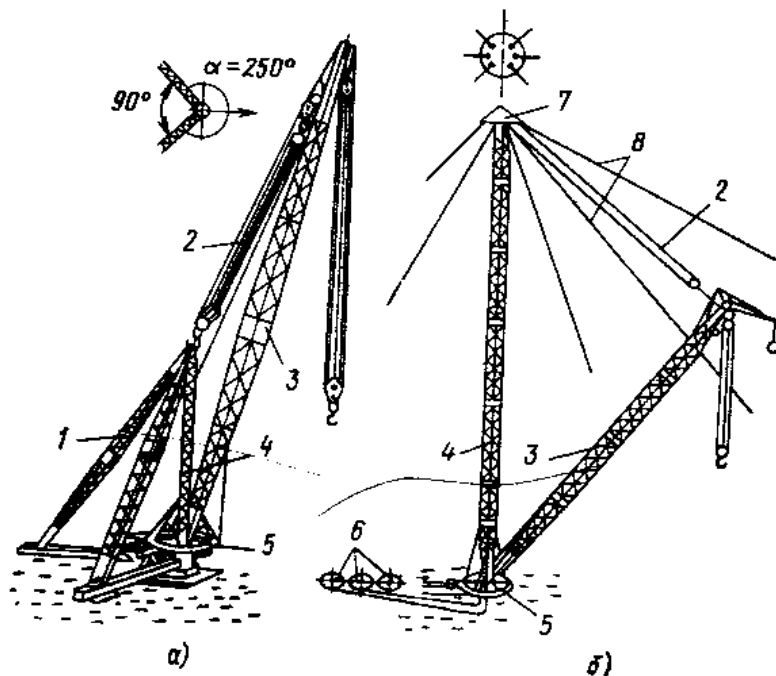


Рис. 3.14. Мачтовые краны:  
 а – жестконогой; б – вантовый; 1 – подкосы; 2 – полиспасты подъема стрелы;  
 3 – стрела; 4 – мачта; 5 – поворотная рама; 6 – лебедки;  
 7 – оголовок мачты (паук); 8 – ванты

Мачтовые краны разделяют на *жестконогие* и *вантовые*. У жестконогого крана мачта неподвижна, может быть прикреплена к стене сооружения или поддерживаться подкосами. Шарнир стрелы выполнен так, что она может поворачиваться в вертикальной плоскости и вокруг вертикальной оси. Мачта крана имеет шарнирные опоры: нижнюю шаровую и верхнюю цилиндрическую (в виде «паука»), расчаленную вантами. Грузоподъемность мачтовых кранов – 1...200 т и более. Такие краны используются преимущественно при концентрированных монтажных работах.

**Стреловые самоходные краны** (рис. 3.15) имеют консольную стрелу, установленную на полноповоротной раме.

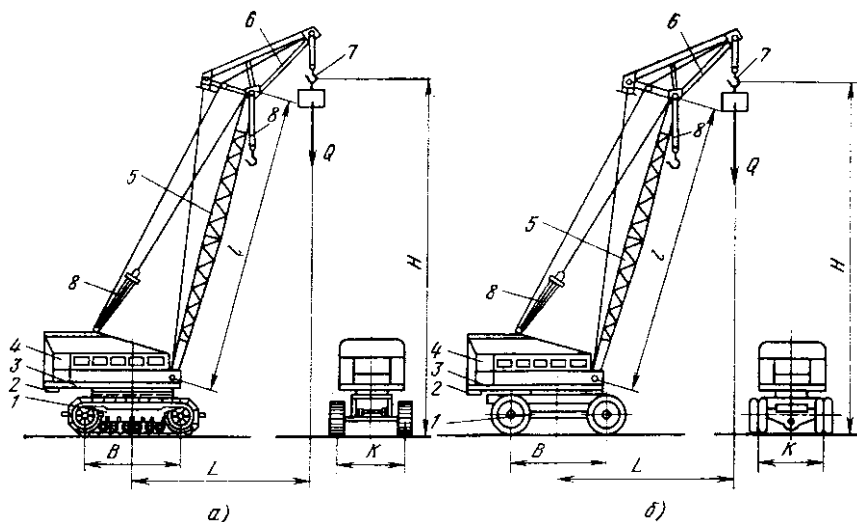


Рис. 3.15. Стреловые самоходные краны:

а – на гусеничном ходу; б – на пневмоколесном ходу; 1 – ходовое оборудование; 2 – противовес; 3 – поворотная платформа; 4 – силовая установка; 5 – стрела; 6 – гусек; 7, 8 – крюки вспомогательного и основного механизма подъема грузов;  $Q$  – вес груза;  $l$  – длина стрелы;  $L$  – вылет крюка;  $H$  – высота подъема груза;  $K$  – колея;  $B$  – база

В зависимости от ходового устройства различают *автомобильные краны* и *краны на специальном шасси*. Краны на специальном шасси делятся на гусеничные и пневмоколесные. Автомобильные краны монтируют на специальных шасси автомобильного типа (рис. 3.16) и на шасси серийно выпускаемых автомобилей (рис. 3.17).



Рис. 3.16. Кран гидравлический на специальном шасси автомобильного типа KC-5473

Кран КС-5473 предназначен для строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ, связанных с частыми перебазировками на значительные расстояния. Ходовой частью крана является трехосное шасси модели ПС-253 (производство ПНР) с двумя задними ведущими и одним передним управляемым мостами, оборудованное гидравлическими выносными опорами.

Технические характеристики крана КС-5473:

Мощность двигателя, кВт –	151
Длина стрелы, м –	10...24
Наибольшая грузоподъемность на выносных опорах, т –	25
Вылет стрелы, м –	3,2
Высота подъема крюка, м –	10
Скорость подъема – опускания груза, м/мин –	6...11,5
Частота вращения поворотной части крана, с <sup>-1</sup> –	0,0033...0,025
Скорость передвижения крана, км/ч –	60
Габаритные размеры в транспортном положении, мм –	12000×2500×3460
Масса, т –	28,8

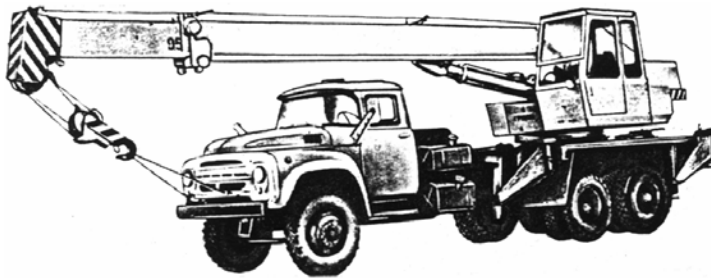


Рис. 3.17. Кран автомобильный с гидравлическим приводом КС-3575

Технические характеристики основных типов пневмоколесных и автомобильных кранов приведены в табл. 3.2, 3.3, 3.4.

Таблица 3.2

Технические характеристики пневмоколесных кранов  
с гибкой подвеской стрелового оборудования  
(основное стреловое оборудование)

Показатели	КС-4362	МКП-25А	КС-5363А КС-5363Б	МКТ-40	КС-8362А
1	2	3	4	5	6
Грузоподъемность, т:					
на выносных опорах	16,0...3,5	25...12	25...3,5	40...4,2	100...20,5
без выносных опор	8,5...2,0	12,5...6,5	14,0...2,0	11...1,0	26...4,7
Вылет (наименьший – наибольший), м	3,8...10	4,8...7,0	4,5...13,8	4,8...15	6,0...15
Наибольшая высота подъема, м	12,1...8,5	18,9...10	16,3...9,4	16...7	9...13,4
Длина стрелы, м	12,5	14,1	15		
Скорость подъема (опускания) груза (наибольшая – наименьшая), м/мин:	6,0...1,5	8,4...0	6,0...0,3	4,8...0,24	3,0...0,4
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	0,4...1,1	0...1,0	0,1...1,2	0,37	0,05...0,45
Скорость передвижения, км/ч:					
рабочая	2,0		1,7	2,5	1,0
транспортная	15		17	30	12
Грузоподъемность при передвижении, т	8,5	12,5	1,0	20	–
Преодолеваемый уклон пути, град	10	13		10	
Число колес (всего × ведущих)	4 × 4			4 × 2	10 × 4
Число осей (передних × задних)	1 × 1				3 × 2
Дорожный просвет, мм	280	275	320	490	430
Расстояние между выносными опорами, м:					
вдоль продольной оси крана	4,2	4,2	4,62	5,46	7,5
поперек продольной оси крана	3,6	4,4	4,58	5,0	6,2



Двигатель силовой установки	СМД-14А	А-41Д	ЯАЗ М-204А	Тягач МОАЗ-540П	ЯМЗ-238
-----------------------------	---------	-------	------------	--------------------	---------

Окончание табл. 3.2

1	2	3	4	5	6
Мощность двигателей, кВт:					
грузовой лебедки	16	50	50	22+5	50
вспомогательной лебедки	11	16	50	22+5	50
стреловой лебедки	11	8,5	14	5	14
механизма поворота	2,8	3,8	8,0	3,5	14
механизма хода	40/55	2 × 50	43	30	2 × 43
Габаритные размеры в транспортном положении, м:					
длина	16,5	13,9	14,1*	11,4	16,4
ширина	3,12	3,2	3,37	4,14	3,56
высота	3,95	4,0	3,9	4,2	4,6
Конструктивная масса крана, т	23,3	35,6	33,0	44,1	98,7**

\* Без стрелы.

\*\* Со стрелой длиной 20 м и противовесом 14 т.

Таблица 3.3

Технические характеристики автомобильных кранов  
с гибкой подвеской стрелового оборудования  
(основное стреловое оборудование)

Показатели	КС-2561Д КС-2561ДА	КС-2561К КС-2561К-1	СМК-101	КС-4561А	КС-4562
1	2	3	4	5	6
Грузоподъемность на выносных опорах, т	6,3		10	16	20
Вылет (наименьший), м	3,3		4,0	3,8...10	3,5
Наибольшая высота подъема крюка, м	8,0		9,5	10	10,3
Длина стрелы, м	8,0		10	10	8,13
Скорость подъема (опускания) груза, м/мин:					
наибольшая	15,3	13,0	10,5	7,2	7,15

наименьшая	0,2	0,4	3,5	2,7	3,96
Частота поворотов в минуту	0,3...2,5	0,1...2,5	1,0...1,6	0,3...1,5	0,3...1

Окончание табл. 3.3

1	2	3	4	5	6
Скорость передвижения, км/ч:					
рабочая	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
транспортная	50 (75)	90	70	65	75
Зона работы крана, град	240		270	360	360
Расстояние между выносными опорами, м:					
вдоль продольной оси крана	3,6		4,02	3,37	3,86
поперек продольной оси крана	3,6		4,40	3,86	4,80
Модель базового автомобиля	ЗИЛ-130	ЗИЛ-431412	МАЗ-5334	КрАЗ-250	
Мощность двигателя базового автомобиля, кВт	110,4		132,5	176,7	
Привод	механический		электрический		
Габаритные размеры в транспортном положении, м:					
длина	10,6	8,5 (10,6)	13,4	14,0	11,95
ширина	2,5	2,5	2,81	2,5	2,5
высота	3,65	3,6	3,86	3,8	3,80
Конструктивная масса крана, т	8,8	7,8	14,55	22,7	24,22

В зависимости от выполняемой работы конструкции стрел могут быть:

- 1) прямолинейными;
- 2) изогнутыми с оголовком;
- 3) телескопическими;
- 4) с гуськом;
- 5) закрепленными на поворотной платформе или на башне (при башенно-стреловом рабочем оборудовании).

Телескопическая стрела позволяет бесступенчато изменять вылет груза и с большей точностью подавать грузы в труднодоступные места. Стрелы кранов с помощью дополнительных секций могут быть удлинены или оборудованы гуськом, позволяющим применять второй крюк. Краны, оборудованные двумя крюками, имеют два подъемных механизма: один (основной) используют для подъема больших грузов с малой скоростью; второй (вспомогательный) с

полиспастом малой кратности – для подъема малых грузов с большей скоростью. Все механизмы стреловых кранов, кроме механизма передвижения, размещены на поворотной платформе.

Таблица 3.4

Технические характеристики автомобильных гидравлических кранов с жесткой подвеской  
стрелового оборудования (основное стреловое оборудование)

Показатели	КС-2571А КС-2571А-1	КС-3575А	МКАС-10	КС-3577 (КС-3577-2)	КС-4571А	КС-4571-1	КС-4572	КС-4573
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Грузоподъемность на выносных опорах, т	6,3	10	10	12,5	16	16	16	16
Вылет (наименьший), м	3,5...10,2	4...8,6	2,0...12,8	2,5...13	3,0...20	3,8...24	3,8...17,5	2,4...18
Наибольшая высота подъема крюка, м	12,0 (11,4)	16,2	14,5	14,0	21,1	27	21,8	22,7
Длина стрелы, м	7,3...11	9,5...15,3	8,3...14,3	8...14	9...21	9,75...21,75	9,7...21,7	9,7...21,7
Скорость подъема (опускания) груза, м/мин:								
наибольшая	13,0	15,0	13,0	8,5	12,5	8,4	8,5	8,5
наименьшая	0,396	0,1	0,1	0,4	0,4	0,2	0,3	0,3
Частота поворота в минуту	0,3...2,0	0,4...1,6	0,1...1,6	0,3...2,8	0,3...4,0	0,1...1,3	0,3...1,8	0,25...2,25
Скорость передвижения, км/ч:								
рабочая	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
транспортная	85	50	76,5	86	86	70	50	75
Зона работы крана, град	250	240	270	260		360		
Расстояние между выносными опорами, м:								
вдоль продольной оси крана	3,8	3,85	3,7	3,85	4,15	3,37	3,85	3,85
поперек продольной оси крана	3,8	4,3; 5,3	4,27	4,3; 5,08	4,9; 5,08	3,86	4,8	4,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модель базового автомобиля	ЗИЛ-130	ЗИЛ-133ГЯ	МАЗ-5334	МАЗ-5334 (МАЗ-5337)	МАЗ-5337	КрАЗ-250	КамАЗ-53213	КрАЗ-250
Мощность двигателя базового автомобиля, кВт	110,4	154,6	132,5			176,7	154,6	176,7
Габаритные размеры в транспортном положении, м:								
длина	9,1	11,3	9,95	9,85	11,4	11,66	12,0	12,0
ширина	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
высота	3,2	3,27	3,8	3,4	3,7	3,35	3,55	3,66
Конструктивная масса крана, т	9,83	15,6	14,78	14,53	15,78	24	20,67	–

**Кабельные краны** (рис. 3.18) – это краны с несущими канатами, закрепленными на верхних концах мачт опорных стоек.

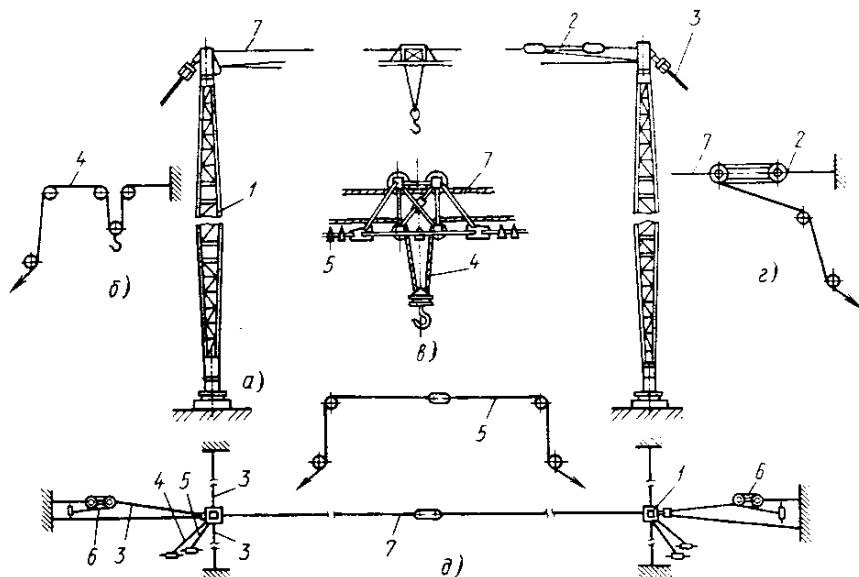


Рис. 3.18. Кабельный кран:

а – схема крана; б, д – схемы запасовок грузового и тягового канатов; в – грузовая тележка; г – схема натяжения несущего каната; 1 – мачты; 2 – механизм натяжения несущего каната; 3 – ванты; 4 – грузовой канат; 5 – тяговой канат; 6 – полиспасты натяжения вант; 7 – несущий канат

Эти краны применяют при сооружении мостов и для обслуживания строительства на сильно пересеченной местности (реки, горы). Наиболее широко используются стационарные кабельные краны с двумя неподвижными опорами (трубчатыми или решетчатыми мачтами) и натянутым между ними несущим канатом, по которому перемещается грузовая тележка с полиспастом и крюком. В зависимости от назначения используются и другие конструкции кабельных кранов: качающиеся, передвижные, радиальные. У **качающихся** кабельных кранов в результате натяжения расчалок обе мачты могут наклоняться на угол до  $8^\circ$ , что позволяет создать площадь обслуживания в виде прямоугольника. У **передвижных** обе мачты выполнены в виде башен, установленных на ходовые рельсовые тележки, которые движутся по параллельным подкрановым путям.

У *радиальных* одна башня неподвижная, а другая перемещается по закругленному рельсовому пути. Кран может обслуживать площадку в виде сектора. Грузоподъемность кабельных кранов не превышает 25 т (обычно – 5...10 т). Пролет такого крана (расстояние между опорами) достигает 400 м. Скорость подъема груза – 0,5...1,5 м/с, скорость передвижения грузовой тележки – 2...4 м/с.

Производительность кранов определяется так же, как и машин циклического действия:

расчетно-конструктивная, кг/ч,

$$P_p = \frac{3600Q}{T_{\text{ц}}};$$

техническая, кг/ч,

$$P_T = \frac{3600K_{\text{и}}Q}{T_{\text{ц}}} = nQ_{\text{ср}};$$

эксплуатационная, кг/смену,

$$P_{\text{э}} = T_{\text{см}} P_T K_{\text{в}},$$

где  $Q$  – грузоподъемность крана, кг;

$T_{\text{ц}}$  – время цикла, с;

$K_{\text{и}}$  – коэффициент использования грузоподъемности;

$n$  – число циклов в 1 ч;

$Q_{\text{ср}}$  – средняя масса поднимаемого груза, кг;

$T_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч;

$K_{\text{в}}$  – коэффициент использования машины по времени,  $K_{\text{в}} = 0,8...0,83$ .

Время цикла

$$T_{\text{ц}} = \sum t_{\text{м}} + t_3 + t_{\text{у}} + t_{\text{в}} m,$$

где  $\sum t_{\text{м}}$  – суммарное время машинных операций (работы крана), с;

$t_3$  – время подвешивания и снятия грузов, с;

$t_y$  – время наводки груза при его установке в заданное место, с;  
 $t_B$  – время на каждую вспомогательную машинную операцию, с;  
 $m$  – число машинных операций (подъем, спуск, поворот с грузом, обратный поворот, передвижение и т.д.).

Башенные и стреловые краны должны обладать достаточной устойчивостью при воздействии на них грузовой, инерционной и ветровой нагрузок. Устойчивость обеспечивается их собственной массой и увеличивается с применением противовесов и выносных опор. Сумма моментов сил, удерживающих кран от опрокидывания, должна с некоторым запасом превышать сумму моментов сил, стремящихся опрокинуть кран. Правилами Госпроматомнадзора предусмотрена необходимость обеспечения запаса устойчивости, характеризуемого коэффициентом устойчивости.

Различают два вида устойчивости крана (рис. 3.19): *грузовую* – при возможном опрокидывании крана в сторону поднимаемого груза и *собственную* – при возможном опрокидывании крана назад, в сторону, противоположную стреле (при отсутствии груза).

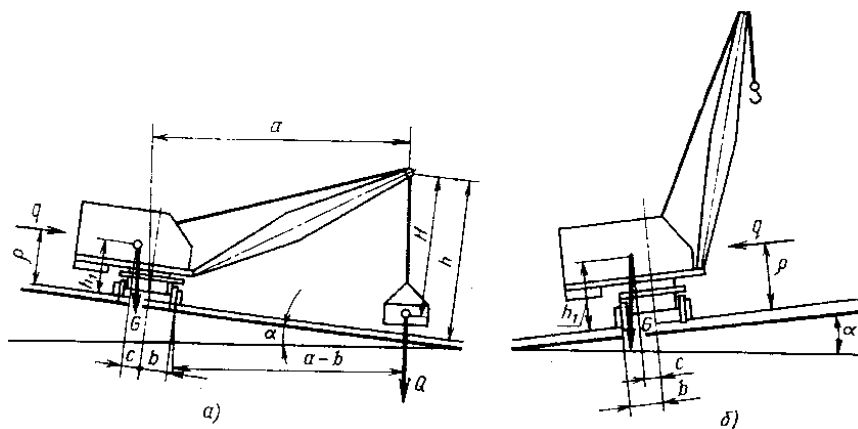


Рис. 3.19. Схемы определения устойчивости стрелового крана:  $a$  – грузовой;  $b$  – собственной;  $G$  – вес крана;  $Q$  – вес груза;  $q$  – динамическое давление;  $a$  – расстояние от оси вращения крана до центра тяжести груза;  $b$  – расстояние от оси вращения до ребра опрокидывания;  $c$  – расстояние от оси вращения до центра тяжести крана;  $H$  – расстояние от оголовка стрелы до центра тяжести груза;  $h$  – расстояние от оголовка стрелы до опорной плоскости;  $h_1$  – расстояние от опорной плоскости до центра тяжести крана;  $\rho$  – расстояние от опорной плоскости до центра приложения динамического давления;  $\alpha$  – угол наклона крана (опорной поверхности)



Коэффициент грузовой устойчивости

$$k_{\Gamma} = (M_{\text{кГ}} - \sum M_{i_{\text{д}}}) / [Q(a - \bar{b})] \geq 1,15,$$

где  $M_{\text{кГ}}$  – момент, удерживающий кран от опрокидывания в сторону груза;

$\sum M_{i_{\text{д}}}$  – сумма всех опрокидывающих моментов от дополнительных нагрузок (ветровых, инерционных и др.);

$Q$  – вес груза;

$(a - \bar{b})$  – плечо опрокидывающего момента.

Коэффициент собственной устойчивости

$$k_{\text{с}} = M_{\text{кс}} / M_{\text{в}} \geq 1,15,$$

где  $M_{\text{кс}}$  – момент, удерживающий кран от опрокидывания в сторону противовеса;

$M_{\text{в}}$  – опрокидывающий момент от ветровой нагрузки.

Если при расчете устойчивости влияние уклона, инерционных сил и ветровой нагрузки не учитывают, коэффициент грузовой устойчивости  $k \geq 1,4$ . Грузовую устойчивость крана проверяют как для максимального, так и для минимального вылетов, и соответственно для минимального и максимального груза.

В соответствии с требованиями Госпроматомнадзора все краны допускаются к эксплуатации только после их освидетельствования и испытаний.

### 3.2. Транспортирующие машины

**Транспортирующие машины** по принципу действия делятся на три группы:

1) конвейеры (транспортёры), в которых материал перемещается при размещении на движущемся органе;

2) гравитационные устройства, в которых материал перемещается под действием силы тяжести;

3) пневмотранспортные устройства, в которых материал перемещается в потоке движущегося воздуха.

### 3.2.1. Конвейеры механического действия

**Конвейер** – это машина для непрерывного транспортирования сыпучих, кусковых и штучных грузов. Различают конвейеры: *с тяговым органом* – ленточные, цепные, канатные; *без тягового органа* – винтовые, инерционные, вибрационные роликовые. По типу грузонесущего органа конвейеры могут быть ленточными, пластинчатыми, скребковыми, ковшовыми, тележечными и т. д.

Для перемещения материалов в горизонтальном и наклонном направлениях применяют **ленточные конвейеры**, которые разделяют на передвижные и стационарные. Угол подъема ленточного конвейера – до 18...22°, при рифленной ленте – до 40...45°. *Передвижные конвейеры* имеют длину до 20 м и оборудуются колесами для транспортирования. *Стационарная линия* (рис. 3.20), состоящая из нескольких конвейеров, может достигать длины 5 км.

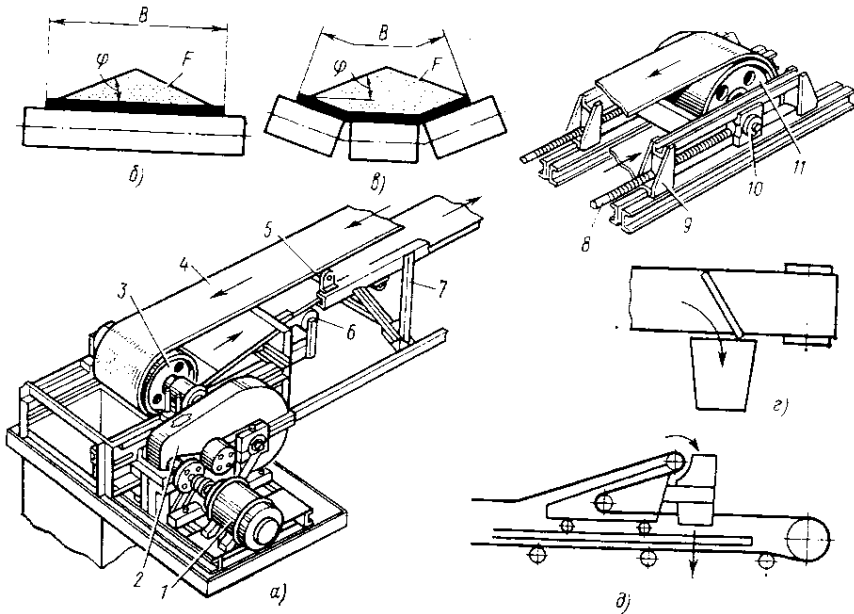


Рис. 3.20. Стационарный ленточный конвейер:

а – общий вид; б – с плоской лентой; в – с желобчатой лентой; г – с плужковым сбрасывателем; д – с разгрузочной тележкой; 1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – ведущий головной барабан; 4 – лента; 5 – несущие роликоопоры; 6 – поддерживающие роликоопоры; 7 – рама; 8 – натяжной винт; 9 – стойка натяжного механизма; 10 – ползун; 11 – натяжной хвостовой барабан

Наиболее часто применяют ленты, состоящие из нескольких слоев прорезиненной хлопчатобумажной ткани и покрытые резиновыми обкладками. Более прочными являются ленты из синтетических волокон. Для конвейеров значительной длины (2...3 км) применяют прорезиненные армированные ленты с каркасами из стальных тросиков.

Роликоопоры рабочей ветви при гладкой (плоской) ленте выполняют однороликовыми, при желобчатой – из двух, трех или пяти роликов (см. рис. 3.20).

Производительность ленточного конвейера

$$P = 3600 Fv, \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$\text{или } P = 3600 Fv\rho, \text{ т/ч},$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения слоя материала на ленте,  $\text{м}^2$ ;

$v$  – скорость движения ленты,  $\text{м/с}$ , обычно  $v = 1 \dots 2 \text{ м/с}$ ;

$\rho$  – плотность транспортируемого материала,  $\text{т/м}^3$ .

Производительность конвейера (в  $\text{т/ч}$ ) при перемещении штучных грузов

$$P = 3,6 \frac{v}{t} m,$$

$t$  – расстояние между центрами тяжести грузов,  $\text{м}$ ;

$m$  – масса одного груза,  $\text{кг}$ .

Разновидностями ленточного конвейера являются пластинчатый и скребковый конвейеры.

**Пластинчатый конвейер** состоит из двух тяговых цепей, огибающих концевые звездочки, и ряда стальных пластин, прикрепленных к этим цепям. На звеньях цепей насажены опорные ролики, перекатывающиеся по направляющим. Такие конвейеры применяют для перемещения крупнокусковых или горячих материалов. По принципу действия пластинчатые конвейеры могут быть непрерывными и пульсирующими.

**Скребковый конвейер** состоит из желоба с размещенным в нем тяговым органом (цепью или канатом), к которому прикреплены металлические скребки. Материал, загруженный в желоб, подхватывается скребками и перемещается к разгрузочному люку.

**Вибрационные конвейеры** (рис. 3.21) могут быть трубчатыми и желобчатыми. Они имеют электромагнитные, пневматические и механические вибрационные приводы; последние делятся на дебалансные, вибрационные с вибратором направленных колебаний и кривошипно-шатунные. Упругие элементы выполняются в виде рессор, спиральных пружин, резиновых конструкций и рычагов-кчалок. Производительность вибрационных конвейеров – 4..60 т/ч; дальность транспортирования – 1...10 м; максимальный угол наклона – 18°.

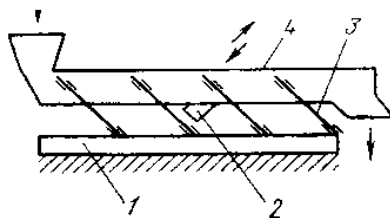


Рис. 3.21. Вибрационный конвейер:  
1 – рама; 2 – вибратор; 3 – упругие элементы; 4 – желоб

**Ковшовые конвейеры – элеваторы** (рис. 3.22) предназначены для вертикального перемещения сыпучих и мелкокусковых материалов и состоят из приводного 5 (верхнего) и натяжного барабанов (или звездочек), натяжного устройства 1, корпуса 2 и тягового органа 3 из ленты или цепей (одной или двух) и ковшей 4, которые бывают глубокими, мелкими и чешуйчатыми.

Нижнюю часть с натяжным устройством называют *башмаком*, а верхнюю с приводным устройством – *головкой*.

Основными достоинствами ковшовых конвейеров являются малые размеры в плане, возможность подачи груза на большую высоту (до 50 м).

Производительность ковшового конвейера (в т/ч)

$$P_T = 3,6qK_H\rho/tv,$$

где  $q$  – геометрическая вместимость ковша, л,  $q = 65...136$ ;

$K_H$  – коэффициент наполнения ковша,  $K_H = 0,6...0,9$ ;

$t$  – расстояние между ковшами, м;

$v$  – скорость движения ковшей, м/с,  $v = 0,4...2$ ;

$\rho$  – плотность материала, т/м<sup>3</sup>.

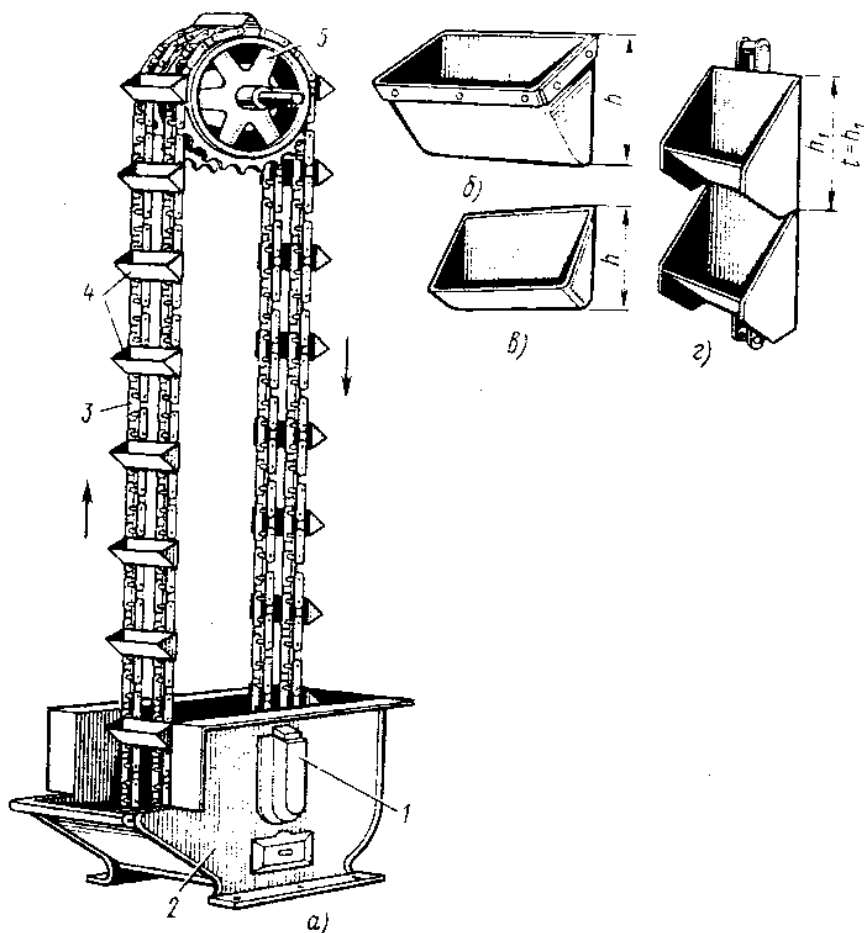


Рис. 3.22. Ковшовый конвейер (элеватор):  
 а – общий вид; б – глубокий ковш; в – мелкий ковш; г – чешуйчатый (остроугольный) ковш; 1 – натяжное устройство; 2 – корпус; 3 – лента или цепь конвейера; 4 – ковши; 5 – приводное устройство

**Винтовые конвейеры (шнеки)** (рис. 3.23) применяются для перемещения сыпучих, мелкокусковых и вязких материалов в горизонтальном и наклонном (до 20° к горизонту) положениях.

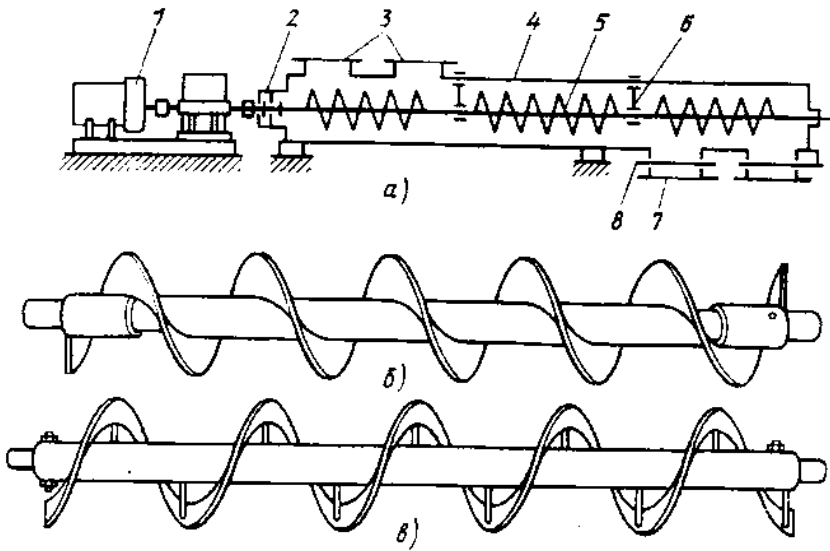


Рис. 3.23. Винтовые конвейеры (шнеки):  
 а – схема винтового конвейера; б – сплошной винт; в – ленточный винт;  
 1 – привод; 2 – упорный подшипник; 3 – загрузочные патрубki (воронки);  
 4 – желоб (труба); 5 – винт; 6 – промежуточная опора; 7 – разгрузочные  
 патрубki (воронки); 8 – шиберные задвижки

Основным элементом, перемещающим материал, является винт, расположенный в желобе (трубе). Частота вращения винтов колеблется в пределах 40...120 об/мин. Существующие винтовые конвейеры могут транспортировать материал на расстояние 30...40 м при производительности 15...60 м<sup>3</sup>/ч.

Производительность винтового конвейера

$$P_T = 60 Ftn, \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\text{или } P_T = 60 Ftn\rho, \text{ т/ч,}$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения потока материала, м<sup>2</sup>;

$t$  – шаг винтовой линии шнека, м;

$n$  – частота вращения винта, об/мин.

### 3.2.2. Установки пневматического транспорта

**Установки пневматического транспорта** применяют для перемещения пылевидных материалов (цемента, минерального порошка и др.) благодаря разности давлений на концах трубопровода. По принципу действия пневматические установки разделяют на всасывающие и нагнетательные.

**Всасывающие установки** (рис. 3.24 а) работают на принципе разрежения воздуха в трубопроводе вакуум-насосом.

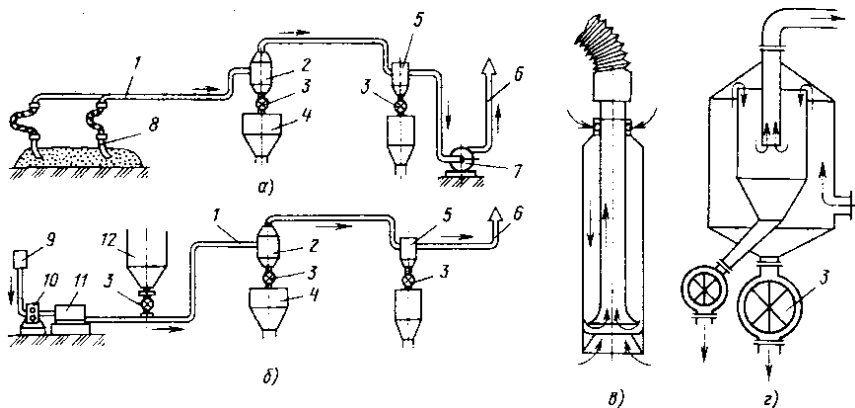


Рис. 3.24. Установки пневматического транспорта:

а – всасывающего типа; б – нагнетательного типа; в – всасывающее сопло; г – разгрузатель (отделитель); 1 – транспортный трубопровод; 2 – разгрузатель; 3 – шлюзовые (барабанные) затворы; 4 – приемный бункер; 5 – фильтр; 6 – выпускной патрубок; 7 – вакуум-насос; 8 – всасывающее сопло; 9 – воздушный фильтр; 10 – компрессор; 11 – воздухосборник (ресивер); 12 – расходный бункер

Материал засасывается соплами в транспортный трубопровод. Перемещаясь там, он поступает в разгрузатель циклонного типа (отделитель), где в результате увеличения сечения резко падает скорость его движения, и выпадает на дно, откуда через шлюзовой (барабанный) затвор, обеспечивающий герметичность, попадает в приемный бункер. Воздух, пройдя через фильтр и вакуум-насос, по выпускному трубопроводу выбрасывается в атмосферу. При разрежении воздуха до 0,02...0,05 МПа всасывающие установки развивают производительность 25...30 т/ч при дальности транспортирования 25...50 м.

**Нагнетательные установки** (рис. 3.24 б) транспортируют материал по разветвленному трубопроводу, куда компрессором в несколько мест нагнетается воздух. Перепад давлений составляет 0,2...0,6 МПа, дальность транспортирования – до 1...2 км, производительность – 200...300 т/ч. Разгрузка материала и дальнейшая очистка воздуха осуществляются так же, как во всасывающих установках. Воздух, засасываемый из атмосферы, предварительно очищается фильтром. Воздухосборник (ресивер) служит для выравнивания давления в системе и одновременно является масловодоотделителем. Скопившиеся масло и вода удаляются через спускной кран.

Для транспортирования сухих материалов тонкого помола получили большое распространение **аэрожелоба** (рис. 3.25).

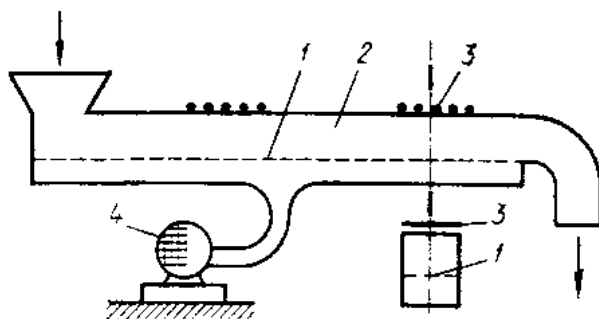


Рис. 3.25. Аэрожелоб:

- 1 – пористая перегородка; 2 – лоток; 3 – фильтры;  
4 – вентилятор (воздуходувка)

Аэрожелоб представляет собой лоток, устанавливаемый с уклоном 4...6° в сторону транспортирования, с пористой керамической или матерчатой перегородкой, разделяющей лоток на две части – верхнюю и нижнюю. В нижнюю часть лотка под давлением 0,003...0,005 МПа вентилятором нагнетается воздух, который, проходя через пористую перегородку, аэрирует материал, придавая ему свойство текучести. Пройдя через материал, воздух выходит в атмосферу через фильтры, расположенные в верхней части лотка. Длина секционного аэрожелоба достигает 40 м; производительность – 20...100 т/ч.



### 3.2.3. Бункера, уровнемеры, питатели, затворы

**Бункерами** называют емкости, предназначенные для хранения сыпучих, кусковых и вяжущих материалов (рис. 3.26).

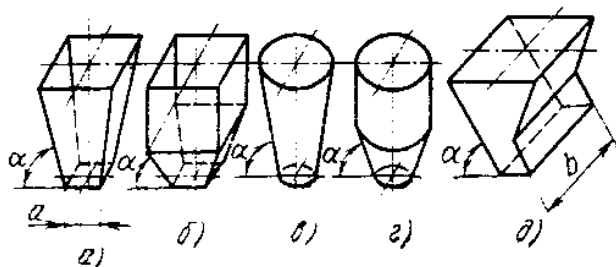


Рис. 3.26. Бункера:

а – пирамидальный; б – призмопирамидальный; в – конический;  
г – цилиндрический; д – щелевой

По технологическому признаку бункера разделяют на складские и производственные. **Складские** бункера предназначены для длительного хранения материалов и имеют вместимость до  $1000 \text{ м}^3$ . **Производственные (расходные)** бункера, устанавливаемые непосредственно на месте производства работ, должны иметь вместимость, соответствующую двухчасовой производительности данной установки. По форме бункера разделяют на **пирамидальные** (рис. 3.26 а), **призмопирамидальные** (рис. 3.26 б), **конические** (рис. 3.26 в), **цилиндрические** (рис. 3.26 г) и **щелевые** (рис. 3.26 д). Высота вертикальных стенок бункеров обычно равна их ширине. Бункера со значительной высотой стенок (до 6...8 м) называют **силосами**. Бункера разгружаются через донное отверстие, размер которого выбирается в зависимости от размеров материала. Для лучшего опорожнения бункеров угол  $\alpha$  наклона его стенок к горизонту принимают равным  $50...60^\circ$ .

Своды в материалах с частицами размером более 2 мм образуются вследствие случайной комбинации в расположении кусков материала и удерживаются в равновесии благодаря силам трения между отдельными кусками и между пятой свода и стенками бункера.

Для разрушения образующихся сводов в бункерах используют механические и вибрационные **сводобрушители**. Наибольшее применение находят вибрационные сводобрушители с частотой коле-

баний 300...500 в минуту, выполняемые с передачей вибрации на стенки бункера и с вибраторами, опущенными внутрь бункера в толщу материала. Эффективной является установка накладных вибраторов на  $1/3 \dots 1/4$  высоты бункера ближе к выпускному отверстию.

Производительность бункера определяется по пропускной способности разгрузочного отверстия.

Для контроля за количеством материала в бункере применяются **уровнемеры** (рис. 3.27): механические (лопаточные, шаровые, щуповые, мембранные), электросветовые, радиоактивные.

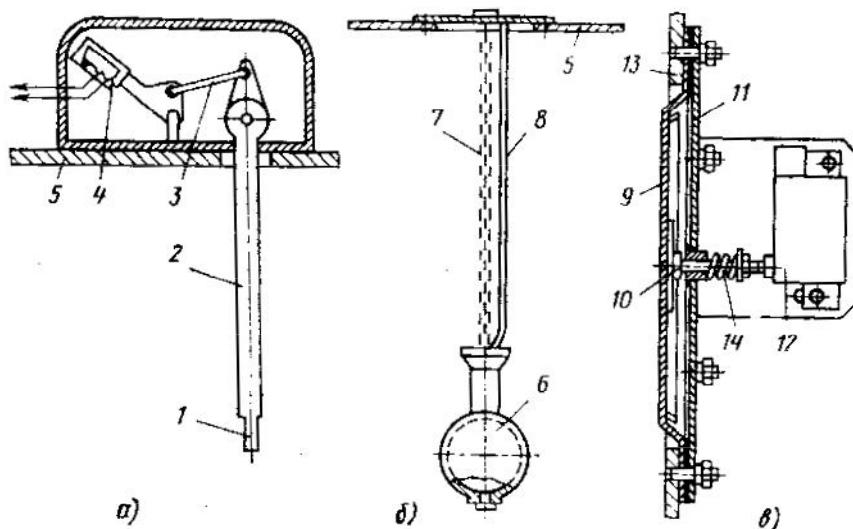


Рис. 3.27. Уровнемеры:

а – лопаточный; б – шаровой; в – мембранный; 1 – лопатка; 2 – штанга; 3 – рычаг; 4 – ртутный выключатель; 5 – крышка бункера; 6 – алюминиевый шар с ртутным контактом; 7 – цепь; 8 – провод; 9 – резиновая мембрана; 10 – шток, прикрепленный к диску; 11 – корпус; 12 – микровыключатель; 13 – стенка бункера; 14 – пружина возврата штока

Принцип действия *механических уровнемеров* заключается в замыкании или размыкании контрольных контактов непосредственно материалом (в шаровых, лопаточных и мембранных) либо через щуп (в щуповых). *Электросветовые уровнемеры* срабатывают при пересечении материалом светового луча, падающего на фотозлемент. *Радиоактивные уровнемеры* срабатывают при изменении ин-

тенсивности радиоактивных излучений во время прохождения их через различные среды. Радиоактивные уровнемеры выполняются по схемам горизонтального и вертикального просвечивания.

**Питатели** (рис. 3.28) предназначены для регулируемой подачи материала из бункеров.

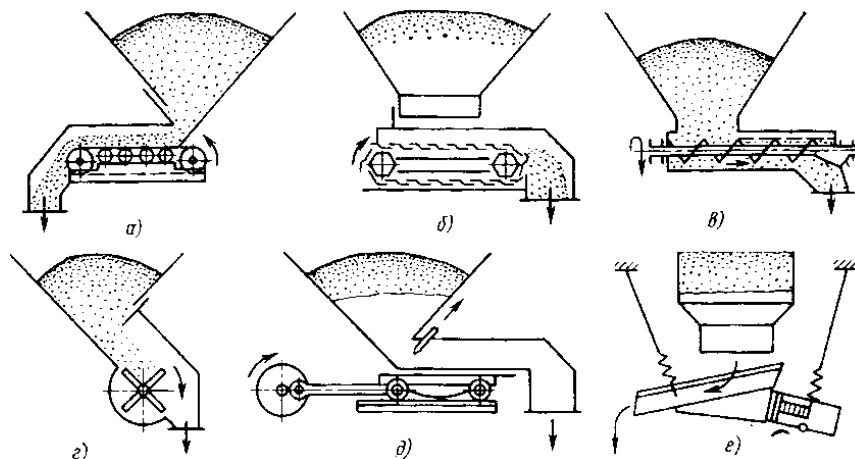


Рис. 3.28. Питатели:

а – ленточный; б – пластинчатый; в – винтовой; г – барабанный;  
д – качающийся; е – вибрационный

Они бывают с *поступательным, вращательным и колебательным движением* рабочего органа. К первым относятся *ленточные и пластинчатые*, ко вторым – *винтовые, тарельчатые и барабанные*, к третьим – *качающиеся и вибрационные*. Пластинчатые питатели используются при крупнокусковых материалах, винтовые, обладающие большей герметичностью, – при пылевидных и сыпучих. Питатели могут подавать материал как порционно, так и непрерывно. Качающиеся и вибрационные питатели могут служить не только для подачи материалов, но и для их непрерывного дозирования.

**Затворы** (рис. 3.29) – это устройства, с помощью которых перекрываются выпускные отверстия бункеров, а иногда и регулируется поток материала.

По конструкции затворы разделяют на *клапанные откидные, клапанные подпорные, секторные, пальцевые, цепные, речные* (горизонтальные и вертикальные).

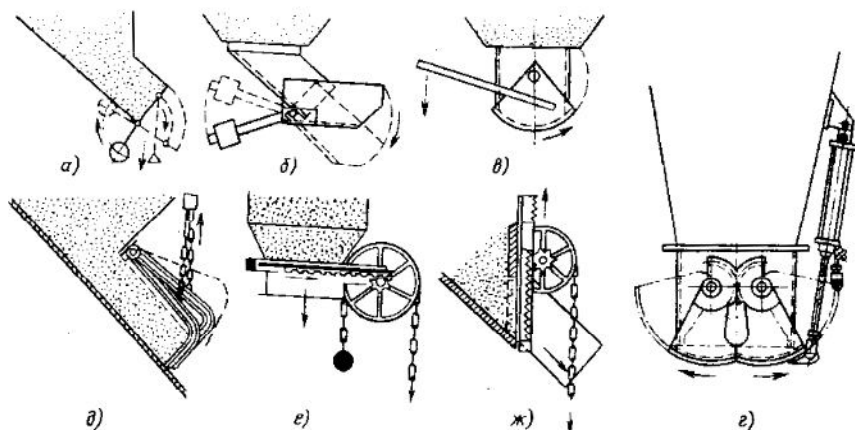


Рис. 3.29. Затворы:

- а – клапанный откидной; б – клапанный подпорный; в – секторный;  
 г – двухсекторный с пневматическим приводом; д – пальцевый;  
 е – реечный горизонтальный; ж – реечный вертикальный

Привод затворов может быть ручным, механическим и пневматическим. Тип затвора выбирают в соответствии со свойствами материала.

### 3.3. Погрузочно-разгрузочные машины

#### 3.3.1. Классификация

*Погрузочно-разгрузочные машины* разделяют на две основные группы:

- 1) самоходные погрузчики;
- 2) разгрузчики.

*Самоходные погрузчики* используют для погрузки в различные транспортные средства и складирования сыпучих, мелкокусковых материалов и штучных грузов, а также для перемещения на складах и подачи к месту производства различных материалов, строительных деталей и оборудования. К основным погрузочным машинам относятся *одноковшовые* и *многоковшовые погрузчики*, *автопогрузчики* и *электропогрузчики*.

**Разгрузчики** являются узкоспециализированными машинами. Они применяются для выгрузки из железнодорожных вагонов и с железнодорожных платформ сыпучих (песок, щебень, гравий) и порошкообразных материалов (цемент, минеральный порошок, гипс, известь и т.п.). К разгрузчикам относятся механические разгрузчики железнодорожных вагонов, разгрузочные установки и оборудование пневматического действия.

### 3.3.2. Одноковшовые погрузчики

**Одноковшовые погрузчики** представляют собой самоходные машины циклического действия, состоящие из специального шасси или серийного трактора с навесным оборудованием в виде стрелы и ковша. Они применяются для погрузки, транспортирования и штабелирования сыпучих материалов и штучных грузов, разработки гравийно-песчаных карьеров, послойной разработки грунтов I...III групп с погрузкой их в транспортные средства или отсыпкой в отвал. Со сменными рабочими органами их используют для погрузки и разгрузки контейнеров, лесоматериалов, труб, планировки, засыпки траншей и др. На всех видах работ погрузчики могут транспортировать материалы и грузы в пределах строительной площадки на расстояние до 150 м.

Одноковшовые погрузчики классифицируются по грузоподъемности, типу погрузочного оборудования, типу базовой машины и ходовой части.

По основному параметру – грузоподъемности – их разделяют на погрузчики *малой грузоподъемности* (до 0,5 т), *легкие* (0,6...2,0 т), *средние* (2,1...4,0 т), *тяжелые* (4,1...10 т) и *большегрузные* (свыше 10 т). В строительстве в настоящее время наиболее распространены легкие и средние.

По типу погрузочного оборудования одноковшовые погрузчики могут быть фронтальными, с разгрузкой назад и полуповоротными (рис. 3.30).

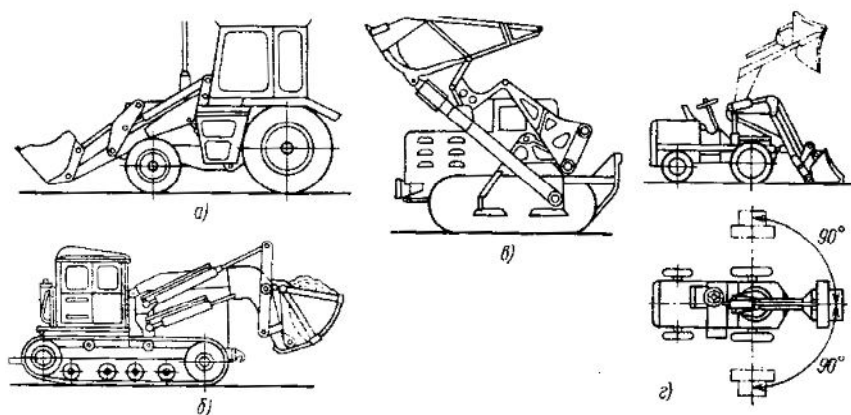


Рис. 3.30. Основные типы одноковшовых погрузчиков:  
 а – фронтальный с жесткой рамой на пневмоколенном шасси; б – фронтальный гусеничный с двухчелюстным ковшом; в – гусеничный с разгрузкой назад;  
 г – полуповоротный на пневмошасси

**Фронтальные погрузчики** разгружают ковш спереди, обеспечивая хорошую видимость при разгрузке и небольшую продолжительность цикла. **Погрузчики с разгрузкой назад** (как правило, гусеничные) переносят ковш над кабиной и разгружают его сзади машины. Широкого распространения эти погрузчики не получили ввиду их малой универсальности и конструктивной сложности. **Полуповоротные погрузчики** обеспечивают боковую выгрузку ковша путем поворота стрелы на угол до  $90^\circ$  в обе стороны. Наличие поворотной платформы у этих погрузчиков усложняет их конструкцию по сравнению с фронтальными погрузчиками.

Погрузочное оборудование монтируют на колесных или гусеничных тракторах. Чаще всего одноковшовые погрузчики имеют собственное специальное *пневмоколенное шасси* (рис. 3.31), обеспечивающее рациональную компоновку узлов и развеску машины. *Гусеничный ход* (рис. 3.32) реализует значительные тяговые усилия, способствует хорошей проходимости и устойчивости, а пневмоколенный движитель придает погрузчику высокую мобильность и маневренность. Пневмоколенные погрузчики в зависимости от конструкции рамы могут быть с *цельной (жесткой)* или *шарнирно-сочлененной рамой*.

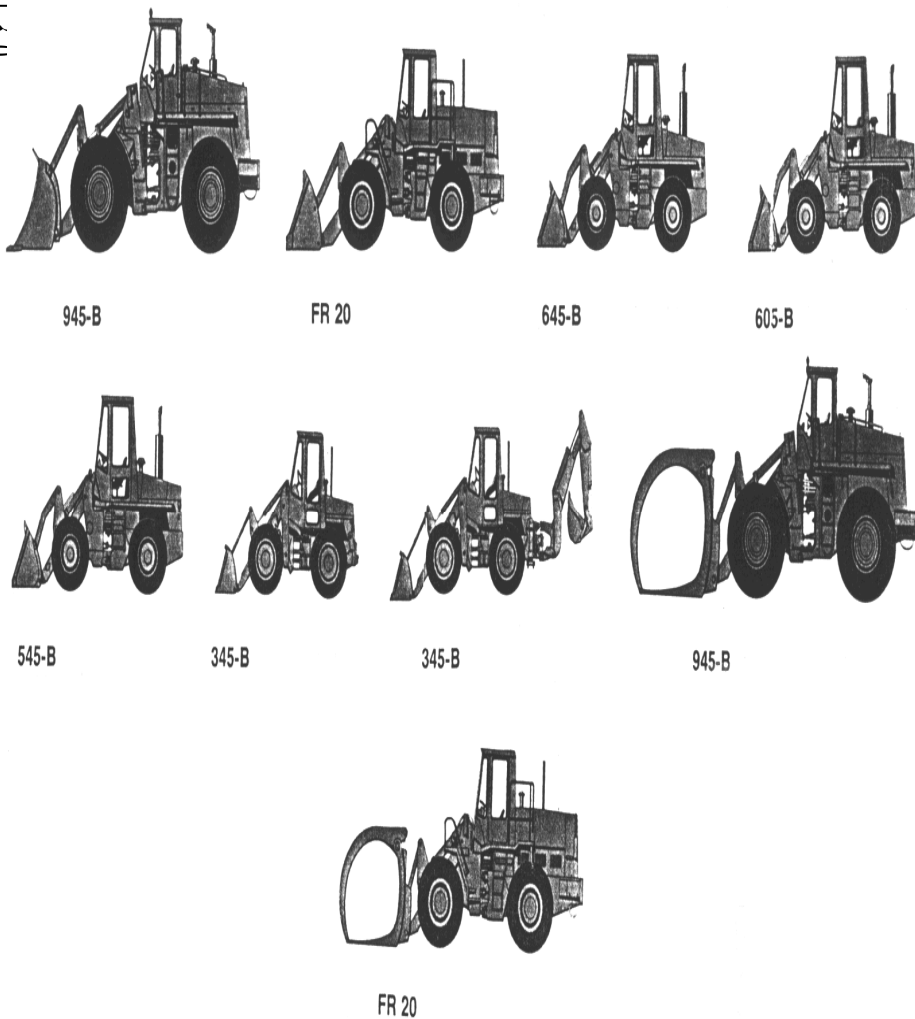
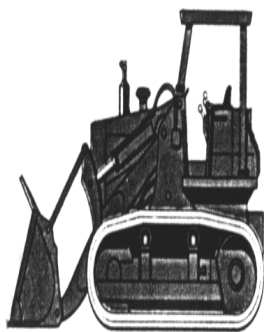
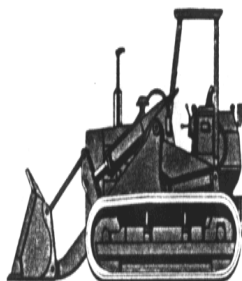


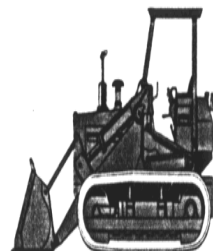
Рис. 3.31. Одноковшовые фронтальные погрузчики на пневмоколесном шасси различной мощности (кВт):  
 945-B (259); FR-20 (167); 645-B (116); 605-B (84); 545-B (79); 345-B (59);  
 345-B (59); 945-B (259); FR-20 (167)



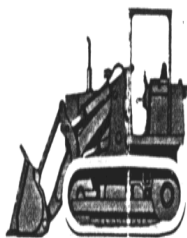
FL 20



FL 14-C



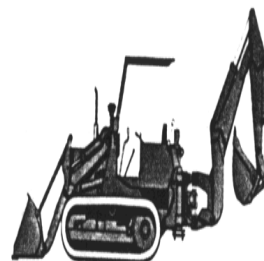
FL 10-C



FL 9



FL 4-L



FL 4-L

Рис. 3.32. Одноковшовые фронтальные погрузчики на гусеничном шасси различной мощности (кВт):  
FL 20 (173); FL 14-C (116); FL 10-C (94); FL 9 (68); FL 4-L (37);  
FL 4-L комбинированный (37)



Широкое распространение получили фронтальные одноковшовые погрузчики на пневмоколенном шасси (см. рис. 3.30 а). В качестве базовых шасси используются универсально-пропашные тракторы Минского тракторного завода.

Примером реализации такой машины может служить погрузчик-экскаватор «Амкодор 702» (ТО-49), технические данные которого приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Технические характеристики погрузчика-экскаватора ТО-49

Наименование параметра	Значение
1	2
Общие данные	
Тип базовой машины	Колесный универсально-пропашной трактор модели МТЗ-82.2
Номинальное тяговое усилие трактора, кН (кгс), не менее	14 (1400)
Эксплуатационная мощность дизеля, кВт (л.с.)	57,4 (78)
База трактора, мм	2450
Максимальная транспортная скорость передвижения, км/ч, не более	18
Минимальный радиус поворота с навесным оборудованием в транспортном положении, м, не более	6,3
Угол въезда, град, не менее	15
Угол съезда, град, не менее	20
Преодолеваемый уклон твердого сухого пути, град, не менее	13
Дорожный просвет, мм, не менее	220
Габаритные размеры погрузчика-экскаватора с фронтальным навесным погрузочным оборудованием с ковшем и навесным экскаваторным оборудованием в транспортном положении, мм:	
длина	7630
ширина	2500
высота	3800
высота по крыше кабины	2725
Габаритные размеры погрузчика-экскаватора с фронтальным навесным погрузочным оборудованием с бульдозерным отвалом и навесным экскаваторным оборудованием в транспортном положении, мм:	
длина	6750
ширина	2500

Продолжение табл. 3.5

1	2
высота	3800
высота по крыше кабины	2725
Масса погрузчика-экскаватора, кг:	
конструктивная	5950
эксплуатационная	6300
Погрузочное оборудование	
Давление в гидросистеме погрузочного оборудования, МПа	14
Номинальная грузоподъемность, т, не менее	0,75
Вместимость ковша, м, не менее:	
геометрическая	0,38
номинальная	0,44
Ширина режущей кромки ковша, мм, не менее	1600
Масса ковша, кг, не более	185
Масса конструктивная фронтального навесного погрузочного оборудования, включая ковш, кг, не более	865
Максимальная высота разгрузки ковша по режущей кромке при угле разгрузки 45°, мм, не менее	2600
Вылет кромки ковша при максимальной высоте разгрузки, мм, не менее	585
Максимальный угол разгрузки ковша при максимальной высоте подъема, град, не менее	45
Опрокидывающая нагрузка на максимальном вылете, кН (кгс), не менее	16 (1600)
Вырывное усилие, кН (кгс), не менее:	
развиваемое ковшовыми гидроцилиндрами	11,8 (1180)
развиваемое стреловыми гидроцилиндрами	16,7 (1670)
Экскаваторное оборудование	
Вид оборудования	обратная лопата
Вместимость ковша, м <sup>3</sup> , не менее:	
геометрическая	0,25
номинальная	0,28
Наибольшая кинематическая глубина копания, мм, не менее	3900
Наибольший радиус копания на уровне стоянки, мм, не менее	5450
Наибольшая высота выгрузки, мм, не менее	3500
Угол поворота экскаваторного оборудования (в плане), град, не менее:	
при копании	156
при выгрузке	170
Наибольшее усилие резания, кН (кгс)	35 (3500)

1	2
Давление гидросистемы, ограничиваемое предохранительным клапаном распределителя, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	14 (140)
Масса экскаваторного оборудования, кг, не более	1850
Показатели использования топлива	
Часовой расход топлива при работе с фронтальным навесным погрузочным оборудованием, кг/ч, не более	8,0
Часовой расход топлива при работе с навесным экскаваторным оборудованием, кг/ч, не более	5,0

Наибольшее распространение получили одноковшовые фронтальные погрузчики на пневмоколесном ходу с шарнирно-сочлененной рамой (рис. 3.33). Основные технические характеристики таких погрузчиков производства Республики Беларусь приведены в табл. 3.6.

В настоящее время получили распространение компактные универсальные погрузчики. На рынке республики представлены ряд моделей таких погрузчиков с бортовым поворотом (табл. 3.7).

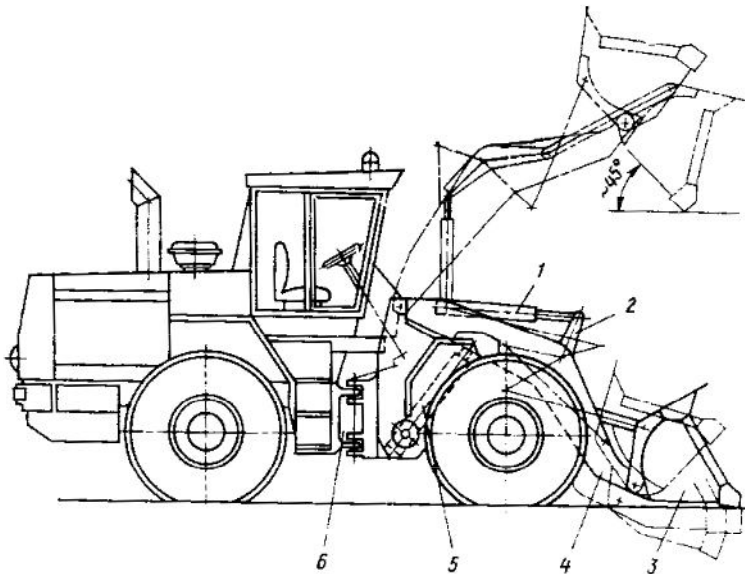


Рис. 3.33. Одноковшовый фронтальный погрузчик с шарнирно-сочлененной рамой:  
 1 – гидроцилиндр управления ковшом; 2 – шарнирно-рычажная система поворота ковш; 3 – ковш; 4 – стрела; 5 – гидроцилиндр подъема стрелы;  
 6 – шарнирное сочленение рамы

Таблица 3.6

## Технические характеристики одноковшовых фронтальных погрузчиков

Технические характеристики	Модель одноковшового фронтального погрузчика			
	Амкодор 325 (ТО-18К)	Амкодор 332А Амкодор 332В	Амкодор 333А (ТО-18Б2) Амкодор 333А1 (ТО-18Б5) Амкодор 333В (ТО-18Б3) Амкодор 333Е (ТО-18Б4)	Амкодор 342В Амкодор 342А
1	2	3	4	5
Грузоподъемность, кг	2500	3400	3400	4000
Вырывное усилие, кг	6000	10500	10500	11700
Статическая опрокидывающая нагрузка в сложенном положении ( $\pm 40^\circ$ ), кг	5200	7000	7000	8000
Номинальная вместимость основного ковша, м <sup>3</sup>	1,4	1,9	1,9	342В – 2,3 342А – 2,2
Ширина режущей кромки ковша, мм	2500	2500	2500	2650
Высота разгрузки, мм	2630	2800	2800	3070
Радиус поворота, мм	5400	5600	5600	5950
Масса эксплуатационная, кг	8700	10500	10700	342В – 11700 342А – 12200
Двигатель	Д-245	332А – А-01МКС 95 (130)	333А – А-01МКС 95 (130)	Д-260.1 109 (148)

1	2	3	4	5
Мощность эксплуатационная, кВт (л.с.)	73,5 (100)	332В – Д-260.2 95 (130)	333А1 – Д-442МСИ 105 (143) 333В – Д-260.2 95 (130) 333Е – СМД-31 100 (135)	
Трансмиссия	гидромеханическая	гидромеханическая	гидромеханическая	гидромеханическая
Скорость передвижения, вперед/назад, км/ч:				
I	0-5,3/ 0-5,3	0-7,4/ 0-7,5	0-6,2/ 0-6,9	342В: 0-6,7/ 0-6,9 342А: 0-7,9/ 0-7,5
II		0-14,4/ 0-23,5	0-12,2/ 0-23,6	342В: 0-11,6/ 0-23,1 342А: 0-14,4/ 0-23,0
III		0-23,0	0-22,9	342В: 0-21,5 342А: 0-20,6
IV	0-25	0-36,0	0-40,0	342В: 0-36,0 342А: 0-36,2
Шины передние и задние	14,5-20	21,3-24	21,3-24	20,5-25
Рулевое управление (тип)	шарнирно-сочлененная рама с гидравлическим приводом			
Гидравлическая система	двухнасосная			
Заправочные емкости, л:				
топливный бак	170	215	215	215
гидробак	100	110	110	110
Габаритные размеры, мм:				
длина	6480	7100	7100	7240
ширина	2500	2500	2500	2650
колея	1760	1930	1930	1930
высота (по крыше кабины)	3300	3400	3400	3450

Продолжение табл. 3.6

Технические характеристики	Модель одноковшового фронтального погрузчика			
	Амкодор 352	Амкодор 361	Автопогрузчик МоАЗ-40483	Автопогрузчик МоАЗ-40484
1	2	3	4	5
Грузоподъемность, кг	5000	6000	7500	7500
Вырывное усилие, кг	14900	17000	15000	15000
Статическая опрокидывающая нагрузка в сложенном положении ( $\pm 40^\circ$ ), кг	10000	13000		
Номинальная вместимость основного ковша, м <sup>3</sup>	2,8	3,4	3,7; 5,0; 6,5	3,7; 5,0; 6,5
Ширина режущей кромки ковша, мм	2650	3090		
Высота разгрузки, мм	3070	3215		
Радиус поворота, мм	6300	7050	8000	8000
Масса эксплуатационная, кг	13500	20500	29500	29500
Двигатель	Д-260.9	ЯМЗ-238М2	40483 – ЯМЗ-8481.10	ЯМЗ-238Б
Мощность эксплуатационная, кВт (л.с.)	132 (180)	173 (235)	265 (350)	220 (300)
Трансмиссия	гидромеханическая	гидромеханическая	гидромеханическая	гидромеханическая
Скорость передвижения, вперед/назад, км/ч:				
I	0-6,5/ 0-6,6	0-6,0/ 0-6,0		
II	0-12,7/ 0-20	0-10,2/ 0-10,2		
III	0-20	0-21,9/ 0-21,9		
IV	0-35,0	0-36,0		
Шины передние и задние	20,5-25	23,5-25	26,5-25	26,5-25
Рулевое управление (тип)	шарнирно-сочлененная рама с гидравлическим приводом			
Гидравлическая система	двухнасосная			

1	2	3	4	5
Заправочные емкости, л:				
топливный бак	215	170		
гидробак	110	150		
Габаритные размеры, мм:				
длина	7900	8170	9520	9520
ширина	2650	3090	3300	3300
колея	1930	2270	2500	2500
высота (по крыше кабины)	3450	3580	3750	3750

*Примечание.* В одноковшовых фронтальных погрузчиках могут использоваться сменные рабочие органы: ковши ( $V = 1,9 \text{ м}^3; 2,9 \text{ м}^3$ ); ковш двухчелюстной ( $V = 1,6 \text{ м}^3$ ); ковш с увеличенной высотой разгрузки ( $V = 4 \text{ м}^3$ ); крановая безблочная стрела; захват челюстной; бульдозерный отвал; отвал поворотный для снега; вилы грузовые; захват лаповый; погрузочное оборудование с системой рычагов ( $V = 5 \text{ м}^3$ ); погрузочное оборудование с удлинённой стрелой ( $V = 1,9 \text{ м}^3; 2,3 \text{ м}^3; 4,2 \text{ м}^3$ ).

Таблица 3.7

## Технические характеристики компактных универсальных погрузчиков

Технические характеристики	Модель погрузчика				
	Амкодор 208А	МоАЗ ПК-3.00	УЭС-30 «Полесье»	МКСМ-800 Машина ком- мунально- строительная многоцелевая	UNC-750 LOCUST
1	2	3	4	5	6
Грузоподъемность, кг	1050	1000	800	800	750
Вырывное усилие, кг	2200	2200	1280		1920
Статическая опрокидывающая нагрузка в сложном положении ( $\pm 40^\circ$ ), кг	2100		1600		
Номинальная вместимость основного ковша, м <sup>3</sup>	0,52	0,44	0,44	0,5	0,315
Ширина режущей кромки ковша, мм	1800	1680	1700	1730	1730
Высота разгрузки, мм	2400	2200	2090	3010	2270
Радиус поворота, мм	2200		1680	2440	2400
Масса эксплуатационная, кг	3700	3100	2750	2845	2875
Двигатель	Д-242	ISUZU 240PW-08	ЛДВ1503СНД	«Zetor»	«Zetor» 5201
Мощность эксплуатационная, кВт (л.с.)	44,16 (60)	41 (56)	26,4 (36)	34 (46,3)	33,1
Трансмиссия	гидрообъемная	гидрообъемная	гидрообъемная	гидрообъемная	гидрообъемная
Скорость передвижения, вперед/назад, км/ч	0-10	0-16	1 передача 0-8,6 2 передача 0-17,2	0-12	0-12
Шины передние и задние	12,4-16		10,0/75-15,3 8,4-15		10,00-15/8ПП, 9,00-15ФО



1	2	3	4	5	6
Система поворота, тип	за счет разности скоростей вращения колес правого и левого бортов				
Гидравлическая система	двухнасосная				
Заправочные емкости, л:					
топливный бак	70	48	85		
гидробак	70		70		
Габаритные размеры, мм:					
длина	3479	3140	3180		3186
ширина	1800	1680	1700		1730
высота (по крыше кабины)	2120	1950	2180		2200

*Примечание.* В универсальных погрузчиках могут использоваться сменные рабочие органы: ковш со съёмными зубьями; бур; траншекопатель; экскаватор; инфракрасный разогреватель; резчик асфальта; крюк грузовой; вилы с поддоном; фреза кольцевая; оборудование для удаления пней; машина мусороборочная; снегоочиститель плужный; ковш универсальный; укладчик дорожных плиток и бордюрного камня; грейфер ковшовый; грейфер вилочный; щетка лотковая; щетка дорожная; бетономешалка.

Универсальность погрузчика придает широкая номенклатура сменного рабочего оборудования (рис. 3.34): ковши различных типов и вместимости, вилочные и челюстные захваты, крюковые подвески, бульдозерные отвалы, кирковщики, корчеватели, кусторезы, снегоочистители и др.

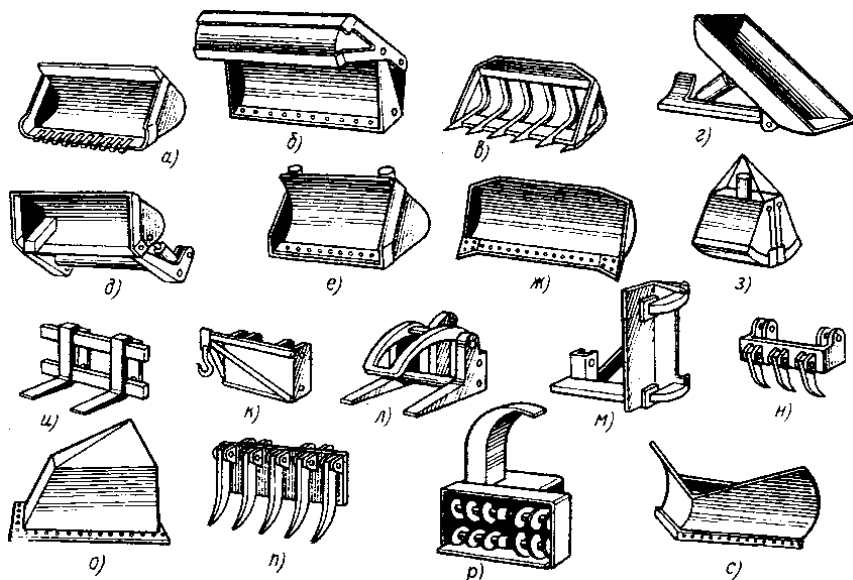


Рис. 3.34. Сменное рабочее оборудование одноковшового погрузчика:

а – ковш с зубьями; б – двухчелостной ковш; в – скелетный ковш; г – ковш с боковой разгрузкой; д – ковш с увеличенной высотой разгрузки; е – с передвижной задней стенкой для принудительной разгрузки; ж – бульдозерный отвал; з – грейферный ковш; и – вилочный захват; к – крюковая подвеска; л – челюстной захват; м – поворотный захват для монтажа опор и свай; н – кирковщик; о – кусторез; п – корчеватель-собиратель; р – роторный снегоочиститель; с – плужный снегоочиститель

Основным рабочим оборудованием являются опрокидные ковши для черпания и погрузки материалов различной вместимости: *нормальной* (для материалов плотностью  $\rho = 1,4 \dots 1,9 \text{ т/м}^3$ ), *увеличенной* ( $\rho < 1,4 \text{ т/м}^3$ ) и *уменьшенной* ( $\rho = 1,9 \dots 2,5 \text{ т/м}^3$ ). Погрузчики с двухчелюстными ковшами выполняются погрузочными и бульдозерными (для разработки и перемещения грунта), т.к. неподвижная часть такого ковша представляет собой отвал бульдозера.

У гусеничных погрузчиков кроме сменного оборудования, устанавливаемого на стреле, сзади может быть навешено дополнительное оборудование: рыхлитель, лебедка и др.

Одним из основных видов работы одноковшовых погрузчиков является погрузка штабелированных материалов в транспортные средства. На этой работе, в основном (около 70 %), заняты легкие и средние погрузчики. Тяжелые и большегрузные погрузчики применяются в карьерах и на складах с большими объемами работ.

Колесные погрузчики предпочтительнее использовать на рассредоточенных объемах работ с частым перебазированием. Гусеничные погрузчики эффективнее при длительной работе на объекте со стабильными объемами работ, при зачерпывании плотных материалов, требующих значительных напорных усилий. Перспективным является использование погрузчиков с телескопической стрелой.

Технические характеристики погрузчика Амкодор-535 представлены в табл. 3.8.

Таблица 3.8

Технические характеристики погрузчика  
с телескопической стрелой Амкодор-535\*

Наименование параметров	Значение
1	2
Для погрузчика с грузовыми вилами	
Грузоподъемность, кг:	
при наименьшей длине стрелы	3500
при наибольшей длине стрелы	1500
Высота подъема вил, мм:	
при наименьшей длине стрелы	5100
при наибольшей длине стрелы	6640
Вылет максимальный, мм:	
при наименьшей длине стрелы	1900
при наибольшей длине стрелы	3880
Опрокидывающая нагрузка, кг:	
при наименьшей длине стрелы	5800
при наибольшей длине стрелы	2900
Для погрузчика с основным ковшом	
Номинальная вместимость основного ковша, м <sup>3</sup>	1,5

Продолжение табл. 3.8

1	2
Ширина режущей кромки ковша, мм	2500
Грузоподъемность, кг:	
при наименьшей длине стрелы	3500
при наибольшей длине стрелы	1500
Опрокидывающая нагрузка, кг:	
при наименьшей длине стрелы	7000
при наибольшей длине стрелы	3100
Высота разгрузки, мм:	
при наименьшей длине стрелы	4305
при наибольшей длине стрелы	5930
Вылет максимальный, мм:	
при наименьшей длине стрелы	1850
при наибольшей длине стрелы	3830
Вырывное усилие (цилиндр ковша), кг	4500
Масса эксплуатационная, кг	10400
Двигатель	
Модель	Д-245
Мощность эксплуатационная, кВт (л.с.)	73,5 (100) при 2200 об/мин
Трансмиссия	
Тип	гидромеханическая
Скорость передвижения, вперед/назад, км/ч:	
I	0–4,5/0–4,6
II	0–8,0/0–14,9
III	0–14,5
IV	0–24,0
Ведущие мосты	
Угол качания заднего моста, град	±12
Дифференциал	конический
Тормоза	
Рабочая тормозная система	многодисковые тормозные механизмы в «масле», с отдельным гидравлическим приводом по мостам
Стояночная и аварийная тормозные системы	однороторный сухой тормозной механизм с механическим приводом

1	2
Шины	
Передние и задние	17,5-25
Рулевое управление	
Тип	все управляемые колеса, с гидравлическим приводом, с возможностью одновременного поворота передних и задних колес и возможностью передвижения «крабом»
Заправочные емкости	
Топливный бак, л	140
Гидробак, л	170

\* В базовом исполнении погрузчик оснащается быстросъемными основным ковшом и грузоподъемными вилами.

Различают несколько способов набора сыпучих и мелкокусковых материалов (рис. 3.35):

- 1) отдельный;
- 2) совмещенный;
- 3) ступенчатый;
- 4) частично совмещенный.

При *раздельном способе* зачерпывания с однократным внедрением под действием напорного усилия машины ковш вначале внедряют до упора его задней стенки в материал и остановки погрузчика; затем его поворачивают и поднимают стрелой. Этот способ применяется на легких сыпучих материалах и обеспечивает коэффициент наполнения  $K_n = 1 \dots 1,2$ . Тяжелые материалы набирать этим способом нецелесообразно, так как однократное внедрение в них на глубину ковша практически невозможно из-за недостаточности напорного усилия.

При *совмещенном способе* ковш вначале внедряют в штабель на небольшую глубину (0,3 глубины ковша), затем включают механизм поворота и подъема ковша при одновременном поступательном движении машины. Совмещение движений напора, поворота и подъема сокращает время набора и более экономично с энергетической точки зрения. Однако этот способ возможен только при автоматизированном управлении ковшом и стрелой. В традиционных

погрузчиках с ручным управлением трудно добиться полного совмещения всех операций; на практике это приводит к ступенчато-совмещенному движению.

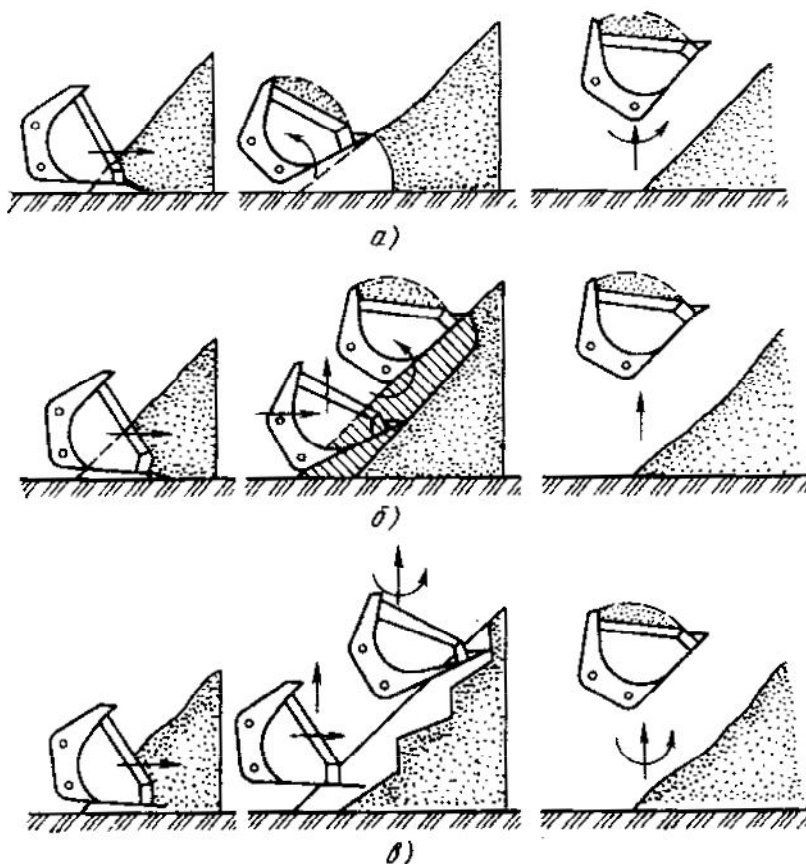


Рис. 3.35. Способы зачерпывания материала одноковшовым погрузчиком:  
а – раздельный; б – совмещенный; в – ступенчато-совмещенный

Производительность одноковшовых погрузчиков при работе с сыпучими и кусковыми материалами (в м<sup>3</sup>/ч)

$$\Pi = 3600qK_n K_c / T_{ц} ;$$

при работе со штучными грузами (в т/ч)

$$I = 3600 Q K_Q K_n / O_0 ,$$

где  $q$  – геометрическая вместимость ковша, м<sup>3</sup>;

$K_n$  – коэффициент наполнения ковша,  $K_n = 0,5 \dots 1,4$ ;

$Q$  – масса поднимаемого груза (грузоподъемность), т;

$K_Q$  – коэффициент использования грузоподъемности;

$T_{ц}$  – продолжительность цикла, с;

$K_c$  – коэффициент совмещения операций, характеризующий технологию применения машины и квалификацию оператора,  $K_c = 1 \dots 2$ .

Продолжительность цикла погрузки в транспортные средства

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 ,$$

где  $t_1$  – время загрузки ковша, с,  $t_1 = 4 \dots 7$  с;

$t_2$  – время на отъезд от штабеля, с,  $t_2 = 8 \dots 10$  с;

$t_3$  – время на подъезд к транспортному средству, с,  $t_3 = 8 \dots 10$  с;

$t_4$  – время разгрузки, с,  $t_4 = 2 \dots 3$  с;

$t_5$  – время на отъезд от транспортного средства, с,  $t_5 = 6 \dots 8$  с;

$t_6$  – время подъезда к штабелю, с,  $t_6 = 6 \dots 8$  с.

Подъем загруженного ковша обычно совмещается с движением погрузчика от штабеля, а опускание и обратный поворот ковша после разгрузки – с движением к штабелю.

При больших расстояниях  $L_{тр}$  транспортирования составляющие времени цикла

$$t_2 = L_{тр} / v_{гр} ;$$

$$t_3 = L_{тр} / v_{хх} ,$$

где  $v_{гр}$ ,  $v_{хх}$  – скорости движения погрузчика соответственно с грузом,  $v_{гр} = 5 \dots 10$  км/ч, и холостым ходом,  $v_{хх} = 7 \dots 15$  км/ч.

Продолжительность цикла одноковшовых пневмоколесных погрузчиков на погрузке сыпучих, кусковых материалов и грунта составляет 35...45 с; эксплуатационная производительность легких машин – 20...50 м<sup>3</sup>/ч, тяжелых – до 150...200 м<sup>3</sup>/ч.

### 3.3.3. Вилочные погрузчики

**Вилочные погрузчики** предназначены для штабелирования и перегрузки штучных и пакетированных грузов с перемещением их на небольшие расстояния. Они работают на ровных площадках с твердым или усовершенствованным покрытием.

Вилочные погрузчики (рис. 3.36) выпускают грузоподъемностью 2; 3,2; 5 и 10 т с комплектом сменного рабочего оборудования. Вилочный погрузчик Амкодор-451 грузоподъемностью 5000 кг представлен на рис. 3.37, его технические характеристики – в табл. 3.9.

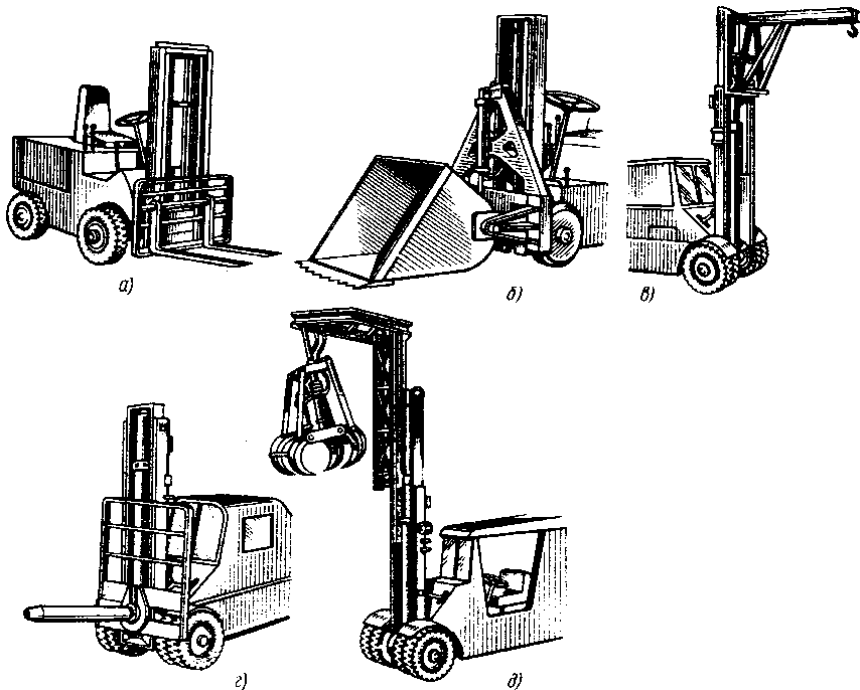


Рис. 3.36. Сменное рабочее оборудование автопогрузчиков:  
а – вилочный захват; б – ковш; в – гусек; г – штырь; д – грейферный захват



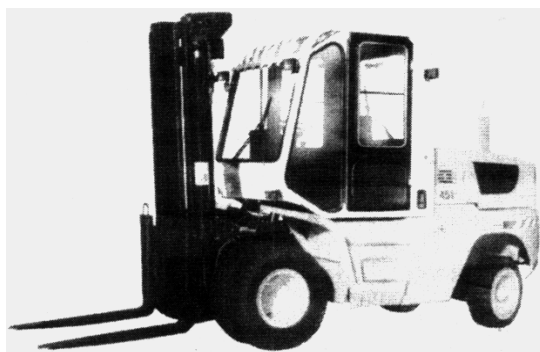


Рис. 3.37. Погрузчик вилочный Амкодор-451

Таблица 3.9

Основные технические характеристики вилочного погрузчика Амкодор-451

Наименование параметра	Значение
1	2
Грузоподъемность, кг:	5000
Высота подъема груза, мм	3300
Свободная высота подъема, мм	180
Расстояние от передней спинки вила до оси переднего моста, мм	640
Угол наклона рамы грузоподъемника, град:	
вперед	6
назад	12
Радиус поворота, мм	3700
Масса эксплуатационная, кг	7400
Двигатель	
Модель	Д-245
Мощность эксплуатационная, кВт (л.с.)	73,5 (100) при 2200 об/мин
Трансмиссия	
Тип	гидромеханическая
Скорость передвижения, вперед/назад, км/ч:	
I	0–11/0–11
II	0–21

Окончание табл. 3.9

1	2
Мосты	
Передний мост	ведущий неуправляемый
Задний мост	неведущий управляемый
Тормоза	
Рабочая тормозная система	многодисковые тормозные механизмы в «масле», переднего моста с гидравлическим приводом
Стояночная и аварийная тормозные системы	однодисковый сухой тормозной механизм с механическим приводом
Шины	
Передние: размер/количество	8.25-15/4
Задние размер/количество	8.15-15/2
Рулевое управление	
Тип	задний управляемый мост с гидравлическим приводом и гидравлической обратной связью
Гидравлическая система	
Производительность насосов, л/мин: рабочего оборудования	100
рулевого управления	20
Давление настройки предохранительных клапанов, МПа: рабочего оборудования	16
рулевого механизма	16
Заправочные емкости	
Топливный бак, л	130
Гидробак, л	100
Габаритные размеры	
Длина, мм	5010
Ширина, мм	1960
Высота, мм	2580
Колея, мм:	
передних колес	1440
задних колес	1580
База, мм	2225

Скорость передвижения погрузчиков с грузом – 6...15 км/ч, без груза – до 25 км/ч. Основным рабочим органом вилочных погрузчиков является вилочный захват, который при загрузке подводится под штучный груз, установленный на подкладках.

Все сменное грузозахватное оборудование – быстросъемное. Его закрепляют (рис. 3.38) на каретке 2, перемещаемой по подвижной раме 5, которая, в свою очередь, передвигается относительно основной рамы 1.

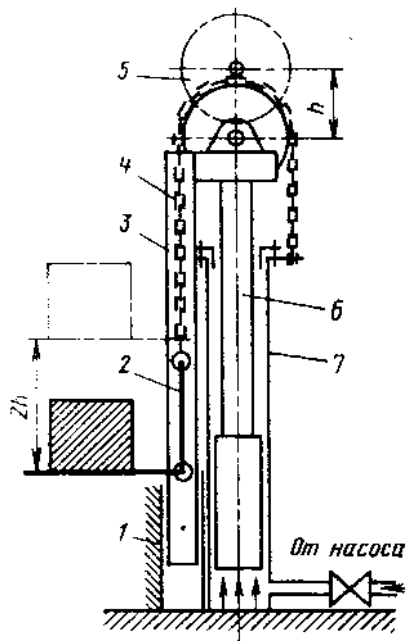


Рис. 3.38. Схема подъемника автопогрузчика

Передвижение производится штоком 6 гидроцилиндра 7 и обратным полиспастом с цепью 4, переброшенной через подвижный блок 5. Цепь одним концом закреплена на цилиндре (или неподвижной раме), а другим – на грузовой каретке 2. При выдвигении штока 6 вместе с подвижной рамой поднимается блок 5, и каретка, обгоняя подвижную раму, поднимается на высоту, в 2 раза превосходящую ход штока. Таким образом, если скорость подвижной рамы –  $v$ , то скорость каретки –  $2v$ ; если высота подъема штока –  $h$ , то высота подъема груза –  $2h$ . Высота подъема груза на вилочном захвате в зависимости от типоразмера вилочного погрузчика равна 3...7 м.

Грузоподъемная рама с помощью гидроцилиндров может наклоняться вперед на  $3...4^\circ$  и назад на  $12...15^\circ$ . Наклон рамы вперед облегчает захват груза, назад – увеличивает устойчивость машины и предотвращает падение груза.

По расположению грузоподъемной рамы вилочные погрузчики делятся на *фронтальные* и *боковые*. Боковые погрузчики применяются для работы с длинномерными грузами (трубами, пиломатериалами, сваями).

Для работы в закрытых складских помещениях используются электропогрузчики. Они имеют привод от аккумуляторных батарей и являются мобильными и маневренными машинами с минимальным радиусом поворота 1,1...1,4 м.

### 3.3.4. Многоковшовые погрузчики

К самоходным погрузчикам относятся также *многоковшовые погрузчики*. Они предназначены для погрузки непрерывным потоком сыпучих и мелкокусковых материалов из штабелей и валов в транспортные средства или в приемные бункера. Производительность этих погрузчиков на 40...60 % больше, чем одноковшовых той же мощности, но циклического действия. Однако многоковшовые погрузчики, как и большинство машин непрерывного действия, не являются универсальными. У самоходного ковшового погрузчика (рис. 3.39) рабочий орган – питатель шнекового типа (в некоторых погрузчиках – лапового, фрезерного типа) – навешивается впереди машины.

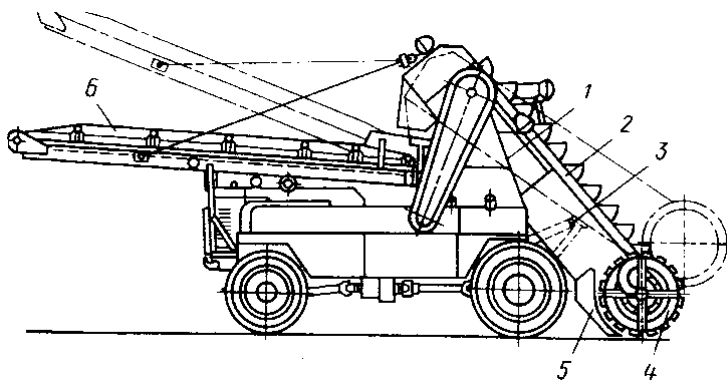


Рис. 3.39. Многоковшовый погрузчик:

- 1 – самоходное шасси; 2 – ковшовый элеватор; 3 – гидроцилиндры; 4 – подогревающий шнек-питатель; 5 – отвал; 6 – поворотный ленточный конвейер

При движении погрузчика шнек с правыми и левыми заходами спиралей подгребают материал к середине, где последний подхватывается ковшами наклонного элеватора и через лоток подается на ленточный конвейер, подающий его к месту разгрузки. Поворот конвейера в плане достигает  $70^\circ$  в каждую сторону.

Многоковшовые погрузчики используются на строительных и железнодорожных складах, на заводах строительных изделий. Эти погрузчики также применяются на строительстве дорог и аэродромов для загрузки несвязных грунтов и гравийно-щебеночных материалов в смесители при укреплении их вяжущими и в сушильные барабаны передвижных асфальтобетонных установок.

Наибольшее распространение получил многоковшовый погрузчик непрерывного действия Амкодор-34 (ТМ-3) (рис. 3.40), технические характеристики которого представлены в табл. 3.10.

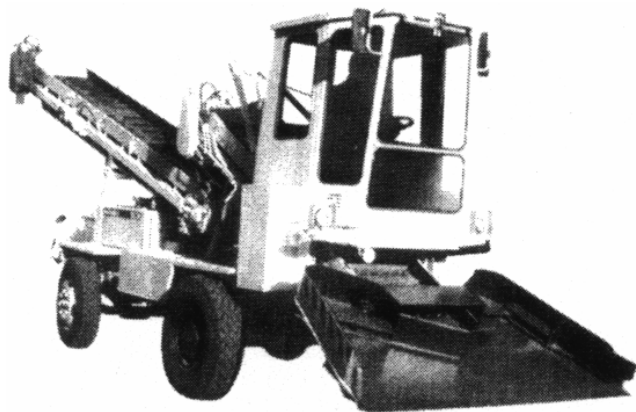


Рис. 3.40. Погрузчик непрерывного действия Амкодор-34 (ТМ-3)

Таблица 3.10

Технические характеристики погрузчика непрерывного действия Амкодор-34 (ТМ-3)

Наименование параметра	Значение
1	2
Производительность техническая, м <sup>3</sup> /ч:	
на зерне и снеге	230
на сыпучих материалах с объемной массой от 0,9 до 1,6 т/м <sup>3</sup>	200
Масса эксплуатационная, кг	7500

Продолжение табл. 3.10

1	2
<b>Рабочие органы</b>	
Погрузчик может поставляться в следующей комплектации:	
ТМ-3-01	лаповый питатель и поворотный транспортер с лентой со скребками
ТМ-3-02	фрезерный питатель и поворотный транспортер с лентой со скребками
ТМ-3-03	лаповый питатель и поворотный транспортер с лентой со скребками и фрезерный питатель как сменный рабочий орган
ТМ-3-04	фрезерный питатель и поворотный транспортер с лентой со скребками и лаповый питатель как сменный рабочий орган
<b>Раздающий транспортер</b>	
Тип	гладкий или скребковый
Ширина, мм	800
Привод	гидрообъемный
<b>Фрезерный питатель</b>	
Ширина захвата, мм	2400
Ширина ленты, мм	800
Привод	гидрообъемный
<b>Лаповый питатель</b>	
Ширина захвата, мм	2530
Ширина ленты, мм	800
Привод	гидрообъемный
<b>Двигатель</b>	
Модель	Д-242
Мощность эксплуатационная, кВт (л.с.)	44,1 (60) при 1800 об/мин
<b>Трансмиссия</b>	
Тип	гидрообъемная
Скорости движения, км/ч:	
рабочая	0–3,6
транспортная	0–16
<b>Мосты</b>	
Передний мост	ведущий неуправляемый
Задний мост	неведущий управляемый
<b>Тормоза</b>	
Рабочая тормозная система	замкнутый контур гидрообъемной трансмиссии и барабанные тормозные механизмы в ступицах передних колес с пневматическим приводом

1	2
Стояночная и аварийная тормозные системы	тормозные механизмы переднего моста и пружинные энергоаккумуляторы с пневматическим приводом
Шины	
Передние	12.00-20
Задние	8.25-20 или 9.00-20
Рулевое управление	
Тип	задний управляемый мост с гидравлическим приводом и гидравлической обратной связью
Габаритные размеры	
В транспортном положении, мм:	
длина	9925
ширина	2590
высота (по крыше кабины)	3685

### 3.3.5. Разгрузочные машины

*Механические разгрузчики* применяют для разгрузки песка, гравия, щебня, шлака из железнодорожных вагонов и с платформ.

Способ разгрузки полувагонов черпанием использован в самоходном элеваторном разгрузчике (рис. 3.41 а).

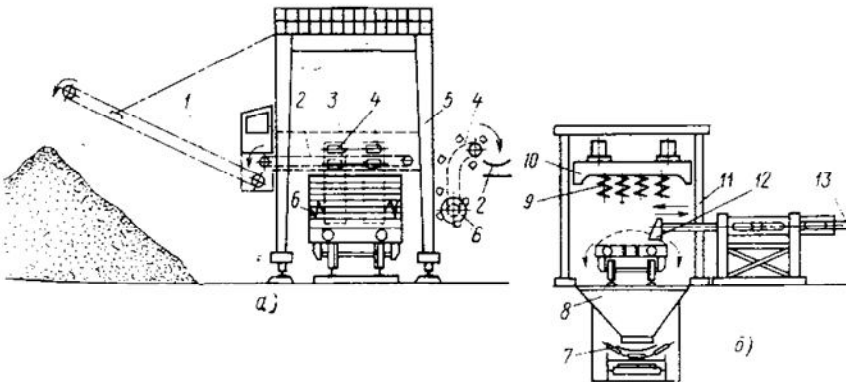


Рис. 3.41. Схемы разгрузчиков железнодорожных вагонов и платформ:  
а – элеваторного; б – скребкового

Высокий портал 5 позволяет разгрузчику перемещаться над составом по собственным рельсам. Ковшовые элеваторы 4 погружаются в материал при опускании моста 3, на котором они смонтированы. На нижних валах элеваторов установлены шнеки 6, подгребающие материал к ковшам. Поднятый ковшами материал перегружается на горизонтальный ленточный конвейер 2 и далее – на наклонный ленточный конвейер 1, который формирует штабель высотой до 9 м при дальности гребня от оси железной дороги до 20 м. Элеваторный разгрузчик выгружает за 1 ч до 300...350 т материала, т.е. до пяти-шести 60-тонных полувагонов.

Способ разгрузки железнодорожных платформ сталкиванием применяется в скребковых стационарных и передвижных разгрузчиках.

В скребковом стационарном разгрузчике (рис. 3.41 б) скребок 12 вместе с рукоятью 13 с помощью цепи и специального поводка совершает горизонтальные возвратно-поступательные движения поперек платформы и сталкивает с нее материал в приемный бункер 8. Далее выгруженный материал системой ленточных конвейеров 7 подается на склад. Вертикальное положение скребка относительно платформы может изменяться в диапазоне 500 мм. Состав передвигается относительно разгрузчика маневровой лебедкой, канат которой закрепляется за платформу. Производительность разгрузчика – 200...300 т/ч.

Смерзшиеся материалы в зимнее время перед выгрузкой разрыхляют бурофрезерными рыхлителями 9, установленными на горизонтальном мосту 10, который может подниматься и опускаться относительно стоек 11.

Пневматические машины и установки для разгрузки бестарных порошкообразных материалов из крытых вагонов обеспечивают минимальные потери материалов, удовлетворительные гигиенические условия труда, простоту монтажа и управления, малое число обслуживающего персонала.

Пневматические разгрузчики всасывающего действия (рис. 3.42) выпускаются производительностью 50 и 90 т/ч.



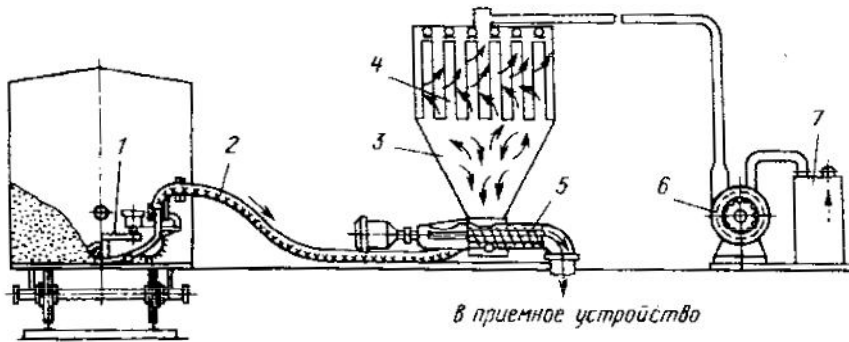


Рис. 3.42. Схема пневморазгрузчика всасывающего действия:

- 1 – заборное устройство; 2 – гибкий трубопровод; 3 – осадительная камера;  
4 – фильтры; 5 – перегрузочный винт; 6 – вакуум-насос; 7 – водоотделитель

Дальность транспортирования материалов из вагонов в приемные устройства прирельсовых складов или раздаточные бункера – до 12 м при высоте подачи не более 1,5...2 м. Заборное устройство 1 пневморазгрузчика, смонтированное на самоходной тележке, перемещается по вагону и с помощью подгребающих дисков-питателей подает цемент или другой материал к всасывающему соплу. Разрежением до 0,06 МПа, создаваемым вакуум-насосом 6, материал засасывается в гибкий трубопровод 2 и далее – в осадительную камеру 5, из которой с помощью перегрузочного винта 5 передается в приемный бункер склада. Отсасываемый воздух в фильтрах 4 очищается от взвешенных частиц, после вакуум-насоса проходит водоотделитель 7 и затем выбрасывается в атмосферу. Дистанционное управление электроприводом передвижения тележки позволяет оператору находиться вблизи дверей вагона.

Разгрузку и перемещение материала можно выполнить также одной установкой – пневматическим разгрузчиком всасывающе-нагнетательного действия, отличающимся от разгрузчика всасывающего действия напорным трубопроводом и компрессором. Производительность таких разгрузчиков – 20...90 т/ч, расстояние транспортирования порошкообразных материалов – до 40...50 м при высоте подачи до 25...35 м.

## 4. МАШИНЫ ДЛЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

### 4.1. Кусторезы, древовалы, корчеватели и рыхлители

Земляным работам предшествуют подготовительные работы, включающие расчистку территории от леса, кустарника и камней, рыхление грунтов, удаление растительного слоя, снос и перенос строений, подземных коммуникаций. Завершающим этапом подготовительных работ является разбивка земляного сооружения.

При выполнении подготовительных работ, предшествующих земляным, применяются кусторезы, древовалы, корчеватели, корчеватели-сборители, рыхлители, средства водоотлива (насосы), водопонижения (иглофильтры).

*Кусторезы* служат для расчистки территорий от кустарников и мелколесья при строительстве дорог, прокладке просек, подготовке строительных площадок.

Рабочий орган кустореза (рис. 4.1 а) – клинообразный отвал 1, к нижним кромкам которого прикреплены горизонтальные режущие ножи 6. Отвал устанавливается на универсальной подковообразной раме 5. Для защиты от падающих деревьев и ветвей трактор оснащен ограждением 4 из труб. При работе кустореза ножи отвала скользят по поверхности грунта и режущими кромками срезают кусты и деревья (мелколесье). В передней части отвала установлен вертикальный нож (колун) 7 для раскалывания пней и раздвигания сваленных деревьев. С внутренней стороны отвала, в его нижней части, на продольной оси имеется гнездо, в которое помещена шаровая головка 2 толкающей рамы. Отвал опирается на три лыжи, которые ограничивают степень его заглубления.

Величину заглубления и подъема отвала изменяют гидравлическими цилиндрами 3. Для перевода кустореза в транспортное положение отвал поднимают над опорной поверхностью на 300...400 мм.

Производительность кустореза (площадь, расчищенная от деревьев и кустарников, в м<sup>2</sup>/ч):

$$P = 3600Bv_p / n,$$

где  $B$  – ширина захвата, м;

$v_p$  – средняя рабочая скорость движения кустореза с учетом потерь времени на остановки при поворотах и на снижение скорости при буксовании, м/с;

$n$  – число проходов по одному месту.

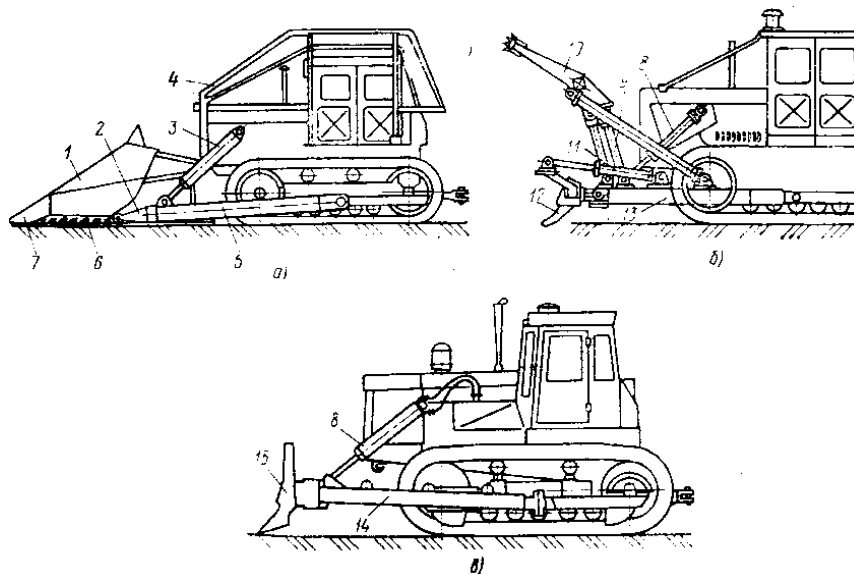


Рис. 4.1. Машины для подготовительных работ:

а – кусторез; б – древовал; в – корчеватель; 1 – отвал; 2 – съемная шаровая головка; 3 – гидроцилиндр подъема отвала; 4 – ограждение; 5 – универсальная рама; 6 – режущие ножи; 7 – вертикальный раскалывающий нож (колун); 8 – гидроцилиндры подъема основной рамы; 9 – гидроцилиндр изменения положения упора; 10 – упор; 11 – гидроцилиндры управления корчевателем; 12 – корчеватель; 13 – основная рама; 14 – толкающая рама; 15 – поперечные брусья с зубьями

Кусторезы могут срезать кустарники и деревья диаметром до 20...30 см. Ширина захвата обычно составляет 3,6 м, производительность – 0,5...0,8 га/ч.

Технологический процесс работы кустореза включает два режима:

1) срезание мелкорослого кустарника и травяной растительности, осуществляемое подачей рабочего органа при движении машины, не вызывающее значительных вертикальных нагрузок на диск пилы;

2) срезание древесно-кустарниковой растительности диаметром в плоскости среза более 8...10 см (работа кустореза при этом осуществляется позиционно).

Сменная эксплуатационная производительность кустореза на каналах  $\Pi_{э см}$ , га, определяется по формулам:

для режима 1

$$I_{yни 1} = 0,1D_i k_{сuo} k_e \cdot \left( \frac{T_{ни} k_t - n_i t_i}{60} \right),$$

где  $D_{\Pi}$  – конструктивная ширина захвата, равная диаметру пилы,  $D_{\Pi} = B$ , м;

$u_T$  – теоретическая скорость движения трактора, км/ч;

$k_3$  – коэффициент использования конструктивной ширины захвата;

$k_{и}$  – коэффициент использования теоретической скорости движения;

$k_t$  – коэффициент использования времени;

$T_{см}$  – число часов работы кустореза за смену;

$n_{\Pi}$  – число поворотов и переездов в конце обрабатываемого участка канала;

$t_{\Pi}$  – время на 1 поворот или переезд, мин;

для режима 2

$$I_{yни 2} = \frac{0,1D_i k_{yo eni} L_a \cdot (60T_{ни} k_t - n_i t_i)}{60 (t_{p1} + t_{a1} + t_{p2} + t_o + t_{a2}) \cdot n_{en}},$$

где  $t_{p1}$  – время работы кустореза при движении от одного крупного ствола к другому (в это время подача осуществляется движением трактора);

$t_{p2}$  – время на срезание одного или нескольких крупных стволов подачей тележки с рабочим оборудованием после остановки машины;

$t_{в1}, t_{а2}$  – время, затрачиваемое на включение и на выключение рычагов;

$t_x$  – время обратного хода тележки;

$L_T$  – длина гона, км;

$n_{кc}$  – количество остановок кустореза для срезания крупных стволов;

$k_{эф исп}$  – коэффициент эффективного использования пилы.

Для удаления деревьев на расчищаемых участках применяют также цепные и дисковые пилы, бульдозеры и древовалы.

**Древовалы**, смонтированные на тракторах (рис. 4.1 б), позволяют совмещать операции валки и корчевания леса; древовалы с дисковой пилой монтируются на базе одноковшового экскаватора или трактора.

**Корчеватели** служат для корчевки пней, расчистки земельных участков от корней и крупных камней, уборки лесных участков от сваленных деревьев и кустарника после прохода кустореза. Корчеватели могут иметь узкие отвалы с 3...5 зубьями или широкие с 7...10 зубьями. Первые обычно используют для корчевания пней и извлечения крупных камней, вторые – для корчевания пней, удаления корней и очистки поверхности от поваленных деревьев, кустарников, пней, камней и др.

Корчеватель (см. рис. 4.1) состоит из рамы 14 бульдозерного типа с отвалом или поперечными брусьями, на которых установлены зубья 15. Подъем и опускание рабочего оборудования производится гидроцилиндрами 8. Крепление отвала к раме может быть как жестким, так и шарнирным. Шарнирное крепление позволяет поворачивать отвал с зубьями после их заглубления под пень.

**Корчеватель-собиратель** имеет прямоугольную корчующую решетчатую раму, обеспечивающую перемещение выкорчеванных пней и кустов.

Ширина захвата корчевателей составляет 0,43...2,09 м, корчевателей-собирателей – 2,7...3,55 м. Наибольшее заглубление зубьев – 0,4...0,5 м. За 1 ч работы корчеватели выкорчевывают 45...60 пней диаметром до 0,3...0,5 м. На сборе срезанного кустарника, выкорчеванных пней, удалении остатков корней сменная производительность корчевателей-собирателей составляет 1,6...3,5 га.

Для выполнения подготовительных работ может быть использована лесодорожная машина ЛД-30 (рис. 4.2).

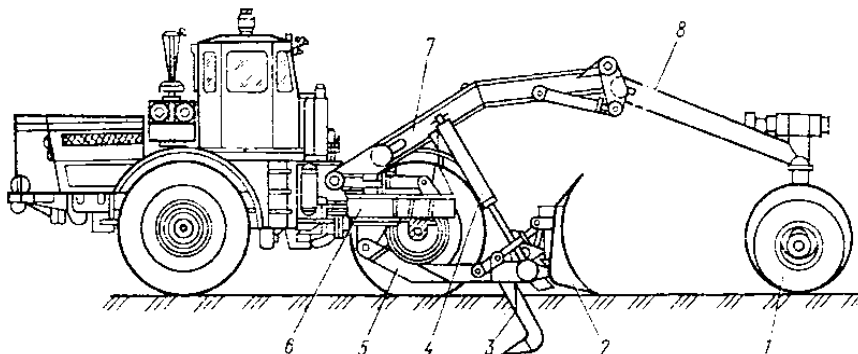


Рис. 4.2. Лесодорожная машина ЛД-30:

1 – опорное колесо; 2 – отвал; 3 – рыхлительный зуб; 4 – гидроцилиндр;  
5 – толкающая рама; 6 – полурама трактора; 7 – стрела; 8 – рукоять

*Лесодорожная машина* ЛД-30 предназначена для расчистки дорожной полосы от кустарника и растительного слоя; возведения насыпей на сухих участках местности по продольно-круговой и продольно-челночной технологическим схемам или поперечным надвиганием грунта; рыхления плотных и при небольшой глубине промерзания (до 0,2 м) – мерзлых грунтов; грейдирования грунтовых и гравийных дорог; планировки земляного полотна и других площадей; очистки автомобильных дорог от снега и других работ.

Рабочее оборудование этой машины навешено на тракторе К-703 и состоит из отвала, толкающей рамы, стрелы, рукояти с опорным колесом, рыхлителя, гидропривода. Толкающая рама на двух гидроцилиндрах, служащих для подъема и опускания отвала, подвешенная на стреле, вместе с отвалом универсального бульдозера и рыхлителем установлены шарнирно на задней полураме трактора. К стреле посредством шарнира и двух гидроцилиндров присоединена рукоять, которую вместе с колесом можно поворачивать относительно стрелы в вертикальной плоскости; на свободном конце ее установлено опорное колесо. В развернутом и зафиксированном положении стрела и рукоять образуют раму грейдера, передний конец которой опирается на колесо, находящееся при работе перед отвалом. Перевод рабочего колеса из транспортного положения в рабочее или обратно занимает 10 с. Стрела с рукоятью и опорным колесом может

поворачиваться в горизонтальной плоскости на  $23^\circ$  в обе стороны от продольной оси машины, что позволяет колесу при выполнении планировочных работ, разравнивании куч гравийно-песчаной смеси двигаться сбоку от оси машины по ровной, ранее спланированной поверхности. Управление колесом в горизонтальной плоскости заблокировано с механизмом поворота полурам. Отвал соединен с толкающей рамой бульдозера посредством шарнирно-крестовой муфты, смещенной вправо относительно продольной оси машины, и трех гидроцилиндров, один из которых служит для изменения угла установки отвала в плане, второй – для установки угла поперечного перекоса отвала в обе стороны в пределах  $18...0...28^\circ$ , третьим изменяют угол резания. Однозубый рыхлитель со сменными наконечниками и гидроцилиндром подъема и опускания зуба размещен на поперечной балке толкающей рамы. Для удобства работы оператора органы управления машиной перенесены с передней на заднюю панель кабины трактора.

Для удаления древесной растительности при прокладке дорожных трасс используются также **бензомоторные пилы** МП-5 «Урал-2 Электрон» (рис. 4.3), «Тайга-214 Электрон» (рис. 4.4).

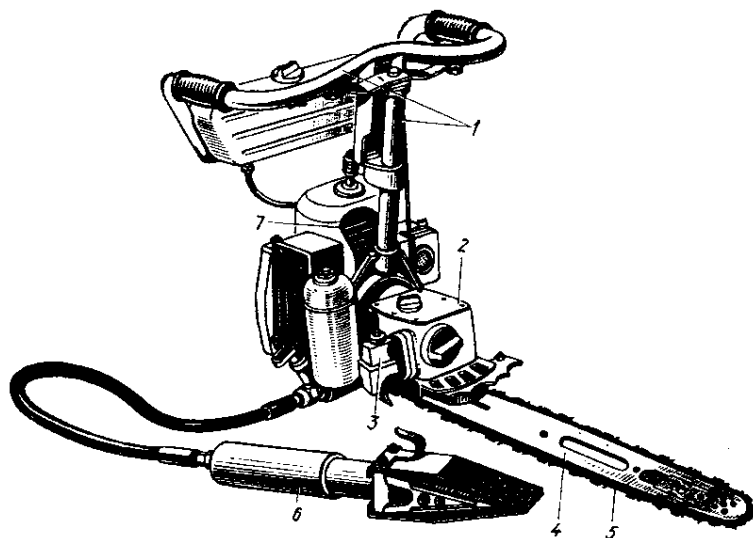


Рис. 4.3. Бензиномоторная цепная пила МП-5 «Урал-2 Электрон» с валочным гидравлическим клином КГМ-1А:

- 1 – рама; 2 – редуктор; 3 – привод гидроклина; 4 – пильная шина;
- 5 – пильная цепь; 6 – гидроклин КГМ-1А; 7 – двигатель

## Технические характеристики пилы МП-5 «Урал-2 Электрон» :

Тип пилы –	специализированная, с высоко расположенными рукоятками управления
Тип двигателя –	внутреннего сгорания одноцилиндровый двухтактный
Рабочий объем цилиндра, см <sup>3</sup> –	109
Диаметр цилиндра, мм –	55
Ход поршня, мм –	46
Степень сжатия –	7
Мощность двигателя, кВт –	3,7
Частота вращения коленчатого вала двигателя, мин <sup>-1</sup> –	6200
Рабочая длина пильного аппарата, м –	0,46
Скорость пильной цепи, м/с –	11
Тип пильной цепи –	ЦПУ-10,26
Производительность пиления, см <sup>2</sup> /с –	100
Расход топлива, г/кВт –	640
Топливо –	смесь бензина А-72 или А-76 (неэтилированного) с автомобильным маслом М8А или АС-9,5 в пропорции 20 : 1 по объему
Вместимость топливного бака, л –	1,6
Смазка пильной цепи –	летом – маслом М8А (АС-9,5) зимой – этим же маслом, разбавленным бензином в пропорции 3 : 1 по объему
Вместимость бака для смазки, л –	0,245

Бензиномоторная цепная пила «Гайга-214 Электрон» (см. рис. 4.4) предназначена для валки деревьев в насаждениях со средним объемом хлыста до 0,4 м<sup>3</sup>, обрезки сучьев и раскряжевки хлыстов, выполнения подготовительных и вспомогательных работ на лесозаготовках, производства ремонтно-строительных работ, а также для индивидуального пользования.



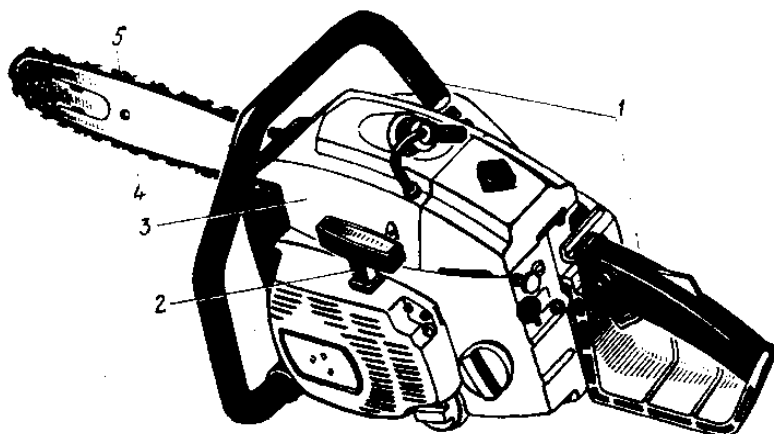


Рис. 4.4. Бензиномоторная цепная пила «Тайга-214 Электрон»:  
 1 – рукоятка управления; 2 – стартер; 3 – двигатель; 4 – пильная шина; 5 – пильная цепь

#### Технические характеристики пилы «Тайга-214 Электрон»:

Тип пилы –	специализированная, с низкорасположенными рукоятками управления
Тип двигателя –	внутреннего сгорания одноцилиндровый двухтактный
Рабочий объем цилиндра, см <sup>3</sup> –	75
Диаметр цилиндра, мм –	50
Ход поршня, мм –	38
Степень сжатия –	7...8
Мощность двигателя, кВт –	2,6
Частота вращения коленчатого вала двигателя, мин <sup>-1</sup> –	7000 ± 500
Рабочая длина пильного аппарата, м –	0,38
Скорость пильной цепи, м/с –	15
Тип пильной цепи –	ЦПУ-9,3
Производительность пиления, см <sup>2</sup> /с –	75
Расход топлива, г/кВт –	610

Топливо –

смесь бензина А-72 или А-76 (неэтилированного) с автомобильным маслом М8А или АС-9,5 в пропорции 20 : 1 по объему 0,8

Вместимость топливного бака, л –

Смазка пильной цепи –

летом – маслом М8А (АС-9,5)  
зимой – этим же маслом, но разбавленным бензином в пропорции 3 : 1 по объему

Для утилизации порубочных остатков используются *рубильные машины* (рис. 4.5).

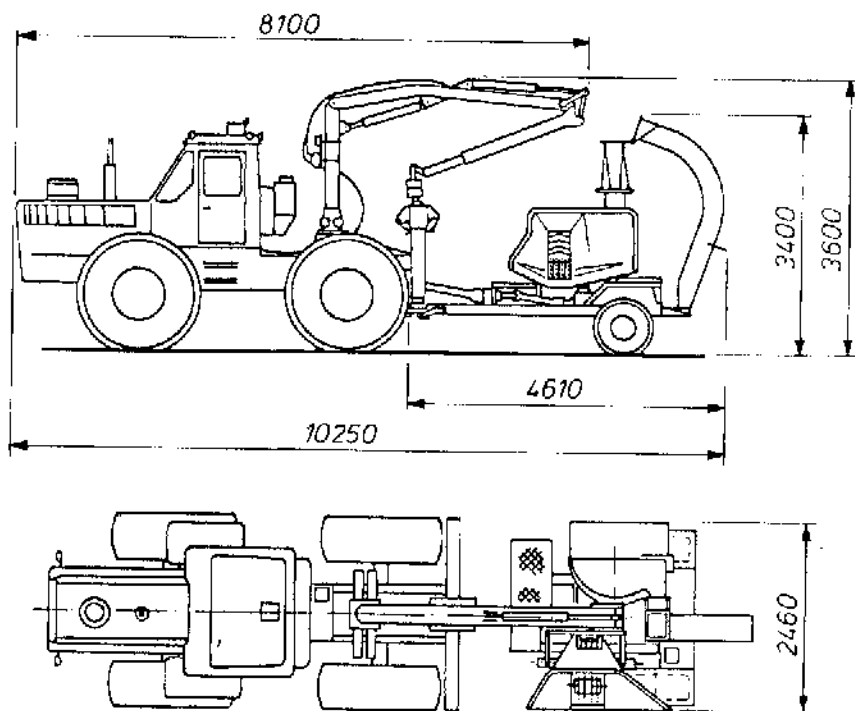


Рис. 4.5. Передвижная рубильная машина ТТ 1000 ТУ

Технические характеристики рубильной машины ТТ 1000 ТУ:

Дробилка	
Машина –	дискового типа
Диаметр ножевого диска –	1070 мм
Число режущих ножей –	2
Частота вращения диска –	1000 об/мин
Сечение патрона для подачи –	280 × 315 мм
Привод –	карданным валом от ВОМ трактора на 1000 об/мин
Патрубок выброса щепы –	с гидравлическим поворотом
Закрылок выброса щепы –	регулируемый
Длина щепы –	регулируемая
Механизм подачи	
С нижней стороны –	цепной транспортер 1250 мм
С верхней стороны –	приводной валец подачи
Привод –	гидравлический двухконтурный
Управление –	электрическое из кабины трактора
Шасси	
Колесная ось –	1
Тяга –	регулируемая
Шины –	2 шт. 14.00 – 16
Фары –	заднего расположения
Масса –	3200 кг
Трактор	
Мощность двигателя –	70 – 110 кВт (100 – 150 л.с.)
Рабочий орган –	гидроманипулятор
Дополнительное оснащение:	
карданный вал с предохранительной муфтой	
тяговая цапфа	
электронная автоматика механизма подачи	
надставной стол с транспортером для подачи короткого материала	
Производительность –	25...60 м <sup>3</sup> /ч

Для измельчения срубленной древесной растительности МОУП «Дорвектор» производит Установку рубильную навесную УРД-100 (рис. 4.6), агрегируемую с трактором МТЗ и самоходным шасси Ш-366, Ш-406. Для измельчения травы и мелкого кустарника на обочинах дорог, откосах и кюветах используется сменное режущее оборудование ИДМ-1200 (рис. 4.7), монтируемое на манипуляторе, устанавливаемом на трактор.



Рис. 4.6. Установка рубильная навесная УРД-100

#### Технические характеристики УРД-100:

Тип –	навесная
Наибольший диаметр измельчаемой древесины, мм –	100
Диаметр ротора измельчителя, мм –	1030
Привод ротора измельчителя –	от ВОМ трактора
Частота вращения ротора измельчителя, об/мин –	540
Подача древесины к ротору измельчителя –	двумя барабанами

Привод подающих барабанов –	гидромоторами, подключаемыми к гидросистеме
Частота вращения подающих барабанов, об/мин –	80 – 160
Масса установки, кг –	800
Габаритные размеры, мм:	
длина –	2350
ширина –	1250
высота –	2700

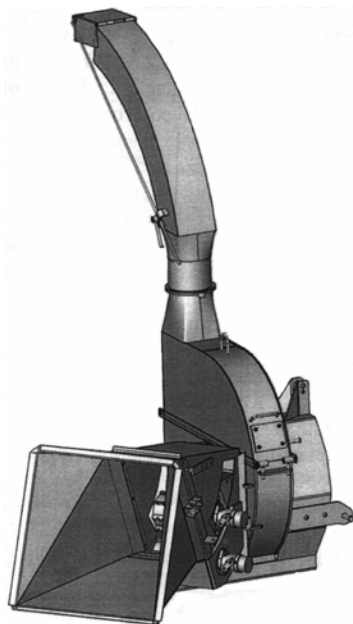


Рис. 4.7. Измельчитель

#### Технические характеристики ИДМ-1200:

Тип –	навесной
Характеристика рабочего органа –	вращающийся вал с расположенными на нем 56 навесными ножами
Ширина захвата, мм –	1200
Частота вращения рабочего органа, об/мин –	2000

Привод –	гидравлический
Масса, кг –	300
Габаритные размеры, мм:	
длина –	1300
ширина –	800
высота –	700

**Рыхлители** (рис. 4.8) предназначены для рыхления мерзлых грунтов, трещиноватых горных пород, плотных глин, цементированного гравия, песчаника, слежавшегося строительного мусора и др. Зубья рыхлителя состоят из стойки, наконечника и элементов крепления и могут быть установлены на поперечной балке рамы. Применение четырехзвенной параллелограммной подвески (см. рис. 4.8) позволяет сохранить заданный угол рыхления при изменении заглубления зубьев.

Для управления рыхлителями используются стандартные гидравлические системы бульдозеров.

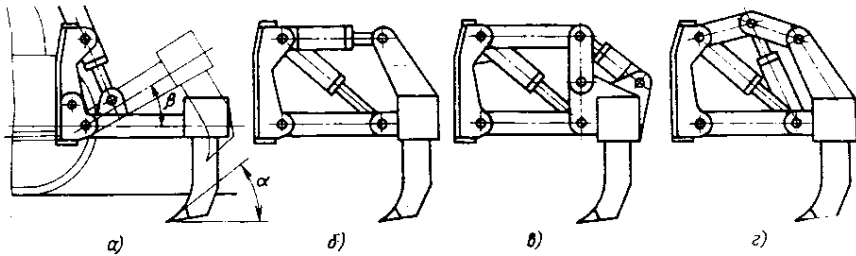


Рис. 4.8. Конструктивные схемы рыхлительного оборудования:  
а – с трехзвенной подвеской; б, в, г – варианты параллелограммной подвески  
с изменением гидроцилиндром угла  $\alpha$  рыхления

Производительность рыхлителя с учетом возможности разработки горной породы между резами другими машинами (в  $\text{м}^3/\text{ч}$ )

$$\Pi = 1000v_p b h_p / k_1 m ,$$

где  $v_p$  – расчетная скорость движения рыхлителя, км/ч;

$b$  – расстояние между резами, м,  $b = (2...3)h_p$  ;

$h_p$  – расчетная глубина рыхления, м;

$k_1$  – коэффициент, характеризующий число проходов одного направления,  $k_1 = 1 \dots 2$ .

В зависимости от развиваемой тяги базовой машины и физико-механических свойств разрабатываемого грунта наибольшее заглубление зубьев составляет 0,4...1 м.

#### 4.2. Машины для водоотлива и водопонижения

Для откачивания воды из котлованов, траншей и водоемов применяют *насосы* и *насосные установки*. Наиболее широко распространены диафрагменные, центробежные и винтовые насосы. Насосы подбирают по подаче, в 1,5...2 раза превышающей ожидаемый приток.

*Диафрагменный насос* (рис. 4.9) состоит из литого чугунного корпуса 6 с всасывающим патрубком 3, крышки 9 с отводящим патрубком 8 и упругой резиновой диафрагмы 2, прикрепленной с помощью тарелки 4 к колпаку 1.

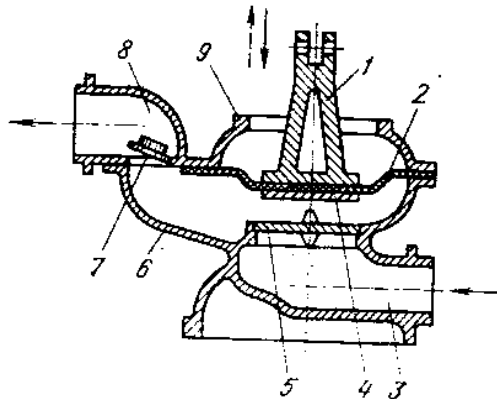


Рис. 4.9. Диафрагменный насос

Колпак и диафрагма через систему рычагов получают колебательные движения в вертикальной плоскости. При подъеме диафрагмы в корпусе насоса создается разрежение, в результате чего

всасывающий клапан 5 открывается, нагнетательный 7 закрывается и жидкость засасывается в корпус насоса. При опускании диафрагмы вода вытесняется через нагнетательный клапан в отводящую трубу. Диафрагменные насосы позволяют всасывать воду с глубины до 6 м. Производительность насоса составляет 12...25 м<sup>3</sup>/ч.

**Самовсасывающий центробежный насос** имеет высоту всасывания 6 м и высоту подъема воды от 9 до 20 м. Подача насоса колеблется от 24 до 120 м<sup>3</sup>/ч. Привод осуществляется от двигателя внутреннего сгорания или электродвигателя. Отличительная особенность самовсасывающих насосов – потребность в заливке корпуса водой при первом пуске после остановки.

**Самовсасывающий агрегат** (рис. 4.10) состоит из насоса 2, промежуточной опоры 3 и электродвигателя 5, от которого эластичной соединительной муфтой 6 вращение передается приводному валу 4, установленному в подшипниках 7.

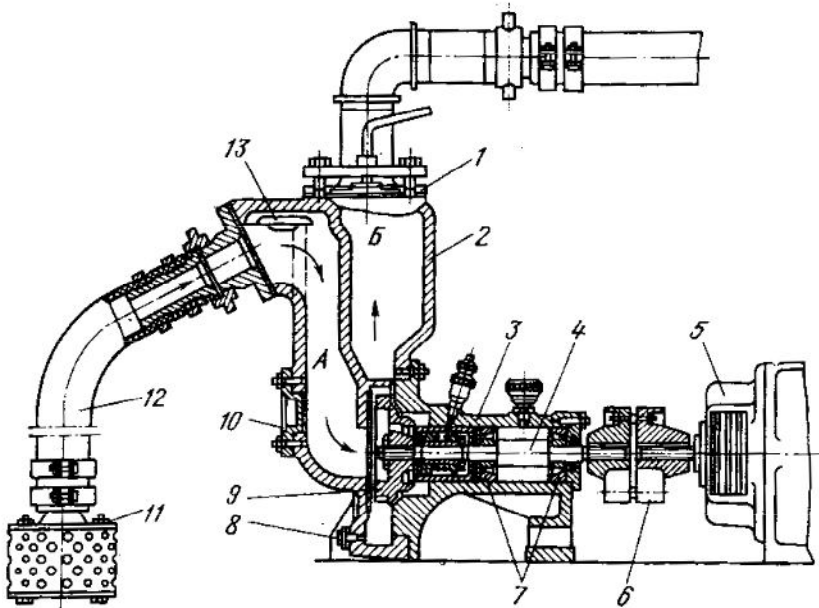


Рис. 4.10. Самовсасывающий агрегат



Насос состоит из корпуса со всасывающей А и нагнетательной Б камерами, рабочего колеса 9, всасывающего рукава 12 с фильтром 11, напорного рукава и обратного клапана 13. В корпусе имеется смотровой люк, закрываемый крышкой 10. В нижней части корпуса находится спускное отверстие, закрытое пробкой 8. Перед пуском в корпус насоса через люк 1 заливается вода. В первый момент включения в электрическую сеть трехлопастное рабочее колесо перекачивает воду из всасывающей камеры в нагнетательную. Благодаря создаваемому во всасывающей камере разрежению открывается обратный клапан 13, и в корпус поступает воздух из всасывающего рукава. По мере удаления воздуха всасывающий рукав заполняется водой, проходящей через фильтр, и насос переходит на нормальную работу.

При необходимости разработки котлованов ниже уровня грунтовых вод в несвязных грунтах применяются *иглофильтровальные установки*. Наиболее целесообразно применение иглофильтров при разработке котлованов в сильно слоистых грунтах. При одноярусном расположении иглофильтров можно понизить уровень грунтовых вод на 1,5...6 м. При необходимости понижения их на большую глубину иглофильтры устанавливаются в несколько ярусов.

Иглофильтровальная установка (рис. 4.11) состоит из нескольких иглофильтров 5, погружаемых в грунт, впускного коллектора 7 и самовсасывающего вихревого насоса 1, приводимого в движение электродвигателем 3 через эластичную соединительную муфту 2.

Иглофильтр состоит из двух полых латунных цилиндров длиной до 8 м и диаметром до 150 мм с отверстиями на цилиндрической поверхности, между которыми помещена сетка. Он погружается в грунт в результате подмыва струей воды, подаваемой в надфильтровую трубу 6 и насадок 4.

*Вихревой насос* имеет корпус 8, состоящий из впускной 9 и напорной 10 частей, вал 11 и закрепленное на нем рабочее колесо 12. Выпускная и напорная части корпуса имеют каналы, соединяющие их полости с зоной 13. В этой зоне расположено рабочее колесо, при вращении которого под влиянием центробежной силы и действия лопаток вода движется из впускной камеры в напорную. К впускной камере подключается впускной коллектор, соединенный с иглофильтрами, расположенными на расстоянии 0,75...2 м один от другого.

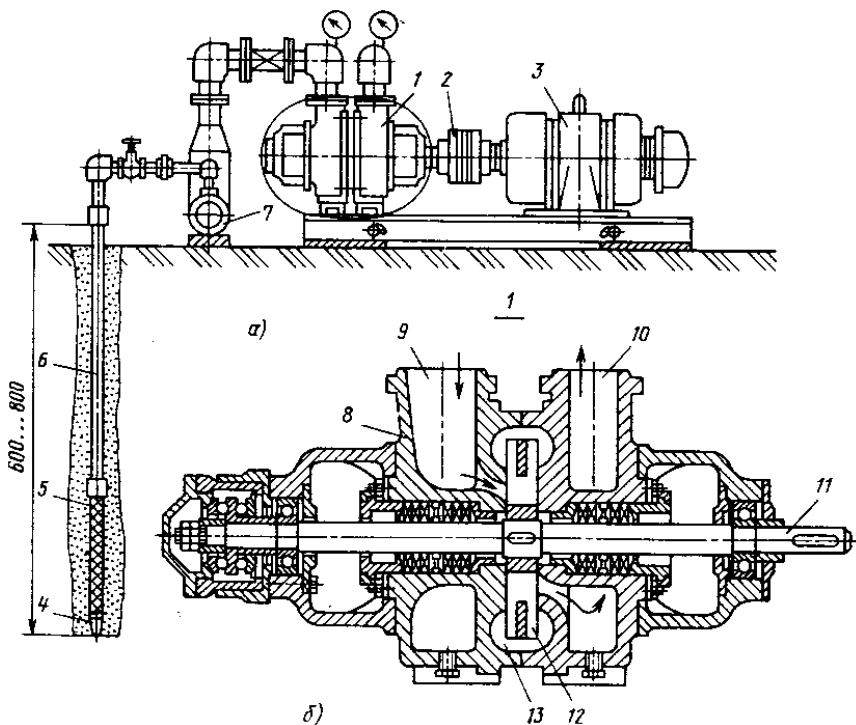


Рис. 4.11. Иглофильтровальная установка:  
 а – схема установки; б – самовсасывающий вихревой насос

Производительность вихревого насоса –  $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Он создает напор до 60 м.

При разработке затопленных котлованов с уровнем воды более 3 м применяют эрлифты и гидроэлеваторы.

**Эрлифты** – воздушные водоподъемники (рис. 4.12 а) – несмотря на сравнительно малый КПД (до 36 %) имеют ряд достоинств: простое устройство, надежность, бесперебойность работы.

Сжатый воздух или газ под давлением до 0,3 МПа нагнетается по газовой трубе 1 в жидкостную трубу 2, где образуется эмульсия – смесь воздуха или газа с водой. Вода увлекается вверх пузырьками воздуха или газа.

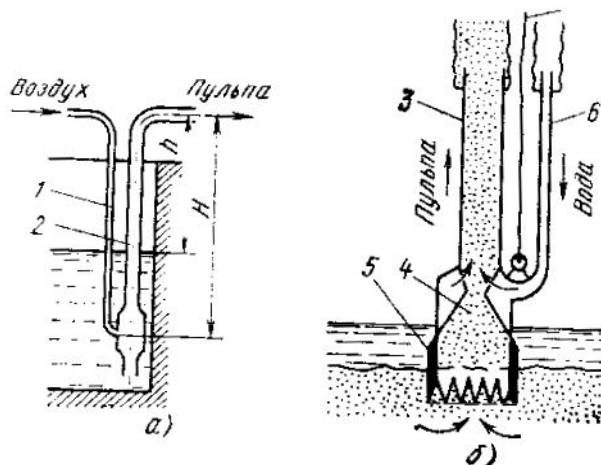


Рис. 4.12. Схемы эрлифта (а) и гидроэлеватора (б)

**Гидроэлеватор** (рис. 4.12 б) всасывает пульпу под действием вакуума, создаваемого протеканием струи воды с большой скоростью через отверстия смесительной камеры. Гидроэлеватор, удерживаемый канатом 7, опускают краном на разрабатываемый разрыхленный грунт, в который всасывающий башмак 5 врезается зубчатой короной. По трубопроводу 6 под давлением не менее 0,4 МПа подается вода. При прохождении воды в пульпопровод 3 внутри эжектора 4 создается разрежение, обеспечивающее засасывание и подъем пульпы по пульпопроводу. При давлении воды 0,4...0,8 МПа высота всасывания достигает соответственно 1...1,5 м и нагнетания – 6...7 м.

Производительность гидроэлеваторов и эрлифтов на разработке супесчаного грунта составляет 5...20 м<sup>3</sup>/ч при насыщении пульпы грунтом 5...20 %.

## 5. МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

### 5.1. Физико-механические свойства грунтов

К основным физико-механическим свойствам грунтов, характеризующим их способность сопротивляться внешним нагрузкам, относятся:

- 1) гранулометрический состав;

- 2) плотность;
- 3) влажность;
- 4) пластичность;
- 5) липкость;
- 6) разрыхляемость;
- 7) связность;
- 8) сопротивление сдвигу.

**Плотность** характеризуется массой единицы объема грунта, взятой в естественном залегании.

**Влажность** определяется содержанием воды в грунте, измеренным в процентах.

**Пластичность** – это способность грунта изменять, не разрушаясь, свою форму, сохраняемую после снятия нагрузки.

**Разрыхляемость** называется способность грунтов, пород, материалов увеличиваться в объеме при разработке. Коэффициент разрыхления  $K_p$  представляет собой отношение объема грунта в разрыхленном к объему грунта в естественном состоянии ( $K_p = 1,1 \dots 1,7$ ).

На сопротивление сдвигу грунта влияет связность (сцепление) и трение грунтов. **Связность** характеризует способность грунтов противостоять воздействию внешних сил (к связным грунтам относятся глины, к несвязным – сухие пески).

Комплексными показателями для оценки разрабатываемости грунтов рабочими органами строительных машин являются удельные сопротивления грунта резанию  $K$  и копанию  $K'$ , т. е. сопротивления на рабочих органах, отнесенные к площади поперечного сечения вырезаемой стружки. При этом сопротивление копанию включает в себя все сопротивления при разрушении грунта и наполнении рабочего органа, а сопротивление резанию – только сопротивление от вырезания стружки.

В основу принятой классификации грунтов по группам трудности их разработки положен показатель прочности грунтов по числу ударов специального плотномера – ударника ДорНИИ, который представляет собой простейший прибор по типу забиваемого стержня. Стержень погружается в грунт под действием ударов падающей гири. Масса гири – 2,5 кг, высота ее падения – 400 мм, площадь сечения стержня – 1 см<sup>2</sup>, глубина погружения – 100 мм.

В соответствии с СНБ 8.03.101-2000 (сб. 1 «Земляные работы») грунты по трудности их разработки различными машинами разделяются на четыре группы (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Классификация грунтов  
в зависимости от трудности их разработки

№ п/п	Наименование и краткая характеристика грунтов	Средняя плотность в естественном залегании, кг/м <sup>3</sup>	Механизированная разработка грунтов							
			Экскаваторами			Скреперами	Бульдозерами	Грейдерами	Грейдер-элеваторами	
			одноковшовыми	траншейными цепными	траншейными роторными					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Гравийно-галечные грунты (кроме моренных) при размере частиц:									
	до 80 мм	1750	1	–	2	2	2	3	–	
	свыше 80 мм	1950	2	–	4	–	3	–	–	
	свыше 80 мм с содержанием валунов до 10%	1950	3	–	3	–	3	–	–	
2	Глина:									
	мягко- и тугопластичная без примесей	1800	2	2	2	2	2	2	2	
	мягко- и тугопластичная с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10%	1750	2	2	2	2	2	3	–	
	мягко- и тугопластичная с примесями более 10%	1900	3	–	3	2	2	–	–	
	мягкая карбонная	1950	3	–	3	2	3	3	3	
	твердая карбонная, тяжелая ломовая сланцевая	1950... 2150	4	–	4	–	3	–	–	

Продолжение табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Грунт растительного слоя:								
	без корней кустарника и деревьев	1200	1	1	1	1	1	1	1
	с корнями кустарника и деревьев	1200	1	2	2	1	2	–	–
	с примесью щебня, гравия или растительного мусора	1400	1	2	2	1	2	–	–
4	Грунты ледникового происхождения (моренные):								
	пески, супеси и суглинки при коэффициенте пористости или показателе консистенции более 0,5 и содержании частиц крупнее 2 мм до 10%	1600	1	–	–	–	1	–	–
	пески, супеси и суглинки при коэффициенте пористости или показателе консистенции более 0,5; глины при показателе консистенции более 0,5 и содержании частиц крупнее 2 мм до 10%	1800	2	–	–	–	2	–	–
	глины при показателе консистенции до 0,5 и содержании частиц крупнее 2 мм до 10%; пески, супеси, суглинки и глины при коэффициенте пористости или показателе консистенции более 0,5 и содержании частиц крупнее 2 мм:	1850	3	–	–	–	3	–	–
	до 35%	1800	2	–	–	–	2	–	–
	до 65%	1900	3	–	–	–	3	–	–

Продолжение табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Лесс:								
	мягкопластичный	1600	1	2	2	1	2	1	1
	тугопластичный с примесью гравия или гальки	1800	1	2	2	2	1	2	–
6	Мусор строительный:								
	рыхлый и слежавшийся	1800	2	–	–	–	2	–	–
	цементированный	1900	3	–	–	–	3	–	–
7	Песок:								
	без примесей	1600	1	2	2	2	2	3	1
	с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10%	1600	1	2	2	2	2	3	1
	то же с примесью более 10%	1700	1	–	2	2	–	–	–
	барханный и донный	1600	2	–	–	3	3	–	–
8	Суглинок:								
	легкий и лессовидный, мягкопластичный без примесей	1700	1	1	1	1	1	1	1
	то же с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10% и тугопластичный без примесей	1700	1	2	2	1	1	1	–
	легкий и лессовидный, мягкопластичный с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора более 10%, тугопластичный с примесью до 10%, тяжелый полутвердый и твердый без примесей и с примесью до 10%	1750	2	–	2	2	2	–	–

Продолжение табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	тяжелый полутвердый и твердый с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора более 10%	1950	3	–	4	–	2	–	–
9	Супесь:								
	легкая, пластичная без примесей	1650	1	2	2	2	2	2	2
	твердая без примесей, пластичная и твердая с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10%	1650	1	2	2	2	2	2	2
	то же с примесью до 30%	1800	1	–	2	2	2	–	–
	то же с примесью более 30%	1850	1	–	2	2	2	–	–
10	Торф:								
	без древесных корней	800...1000	1	1	1	1	1	1	1
	с древесными корнями толщиной до 30 мм	850...1050	1	1	1	–	–	–	–
	то же более 30 мм	900...1200	2	–	–	–	2	–	–
11	Чернозем и каштановый грунт:								
	мягкий, пластичный	1300	1	1	1	1	1	1	2
	то же с корнями кустарника и деревьев	1300	1	1	1	1	1	1	2
	твердый	1200	2	2	2	2	2	3	3
12	Щебень:								
	при размере частиц до 40 мм	1750	2	–	–	–	3	–	–
	при размере частиц более 40 мм	1950	2	–	–	–	3	–	–



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	Шлак:								
	котельный рых- лый	700	1	1	1	–	1	–	–
	котельный сле- жавшийся	700	1	1	1	–	1	–	–
	металлургический выветрившийся	–	2	2	2	–	1	–	–
	металлургический невыветрившийся	1500	3	–	–	–	3	–	–

## 5.2. Бульдозеры

**Бульдозеры** представляют собой самоходные землеройно-транспортные машины, предназначенные, в основном, для срезания, планировки и перемещения грунтов и материалов на расстояние до 150 м.

Бульдозер состоит из базового трактора или тягача, впереди которого в поперечной плоскости навешен рабочий орган – отвал. Это – машина циклического действия: сначала осуществляется рабочий ход (разработка и перемещение грунта, засыпка траншей, срезка кустарника и т.п.), затем – холостой ход (возвращение в исходное положение), после чего цикл повторяется.

При установке на бульдозер рыхлителя в задней части трактора получают **бульдозер-рыхлитель**. Бульдозеры-рыхлители разрабатывают грунты более высокой прочности и смерзшиеся материалы после их предварительного рыхления.

Бульдозеры классифицируют по:

- 1) назначению;
- 2) типу ходовой части;
- 3) конструкции рабочего оборудования;
- 4) форме и назначению рабочего органа;
- 5) типу привода рабочего оборудования;
- 6) тяговому классу базовой машины (мощности двигателя).

По назначению различают бульдозеры общего назначения и специальные.

**Бульдозеры общего назначения** используются для выполнения основных видов землеройно-транспортных и вспомогательных работ на различных грунтах и в климатических условиях умеренной

зоны с температурой окружающей среды  $\pm 40$  °С, холодного климата с температурой воздуха до  $-60$  °С, а также в условиях тропиков с температурой до  $50$  °С.

**Специальные бульдозеры** предназначены для выполнения целевых работ в специфических грунтовых или технологических условиях. Выпускаются бульдозеры-путепрокладчики, используемые при прокладке дорог и путей, бульдозеры-толкачи – для работы со скреперами, трюмные бульдозеры – для штабелирования материалов и полезных ископаемых в трюмах теплоходов, подземные бульдозеры – для работы в шахтах и штольнях, подводные бульдозеры – для работы в воде.

По типу ходовой части выпускаются гусеничные и колесные бульдозеры.

**Гусеничные бульдозеры** распространены наиболее широко, так как могут быть использованы в тяжелых грунтовых условиях.

**Колесные бульдозеры** применяются при работе в более легких дорожных условиях и необходимости часто перебазироваться с объекта на объект.

По конструкции рабочего оборудования различают бульдозеры с неповоротным отвалом, с поворотным отвалом в плане, универсальные и бульдозеры-погрузчики.

В **бульдозерах с неповоротным отвалом** отвал устанавливается перпендикулярно продольной оси машины, неподвижно или с небольшим угловым качанием в поперечной плоскости.

В **бульдозерах с поворотным отвалом** отвал может поворачиваться на определенный угол в обе стороны от основного положения.

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

**Бульдозеры-погрузчики** характеризуются тем, что отвал устанавливается на подъемной стреле шарнирно и вместо него можно навешивать грузовой ковш или другие виды сменного рабочего оборудования (например, крюк).

По форме рабочего органа различают прямой, полусферический, сферический отвалы. Наиболее часто на бульдозерах устанавливают прямые неповоротные (рис. 5.1 а) и поворотные (рис. 5.1 б) отвалы.

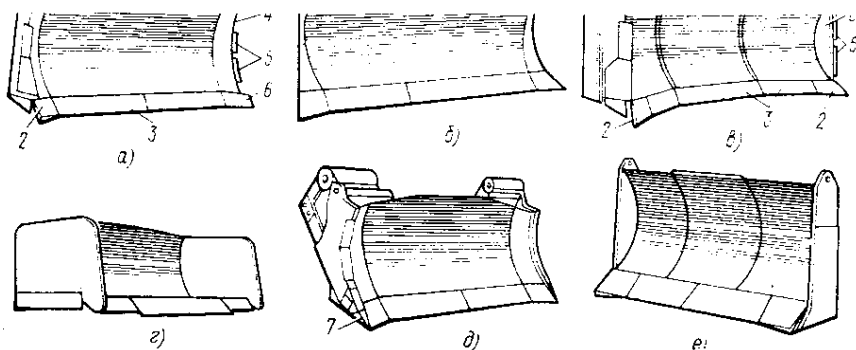


Рис. 5.1. Основные типы отвалов бульдозера:

- а – прямой; б – универсальный (поворотный); в – сферический; г – совковообразный; д – с боковыми рыхлящими зубьями; е – короткий толкающий; 1 – лобовой лист; 2 – угловые ножи; 3 – средние ножи; 4 – боковые щитки; 5 – боковые ножи; 6 – открылки; 7 – выдвижные зубья

У неповоротных отвалов угол в плане между отвалом и осью машины всегда равен  $90^\circ$ . Положение поворотных отвалов в горизонтальной плоскости изменяется на угол  $25...30^\circ$ . Поворотный отвал применяется для планировочных работ с перемещением грунта в сторону, засыпки траншей, разравнивания валов, кавальеров и др. при непрерывном движении машины вдоль фронта работ. Такой отвал устанавливается только на гусеничных тракторах.

**Сферические отвалы** (рис. 5.1 в), состоящие из трех или пяти секций, установленных под углом  $10...15^\circ$  одна к другой, набирают грунта на  $15...20\%$  больше, чем прямые. Они применяются для работы с кусковыми и сыпучими материалами при мощности базовых машин более 130 кВт. **Совковый отвал** (рис. 5.1 г) имеет развитые боковые щитки и применяется при перемещении сыпучих и слабопрочных материалов на большие расстояния (до 150 м). **Отвал с рыхлящими боковыми зубьями** (рис. 5.1 д) применяется в крепких каменистых и мерзлых грунтах на гусеничных бульдозерах мощностью не менее 50 кВт и на колесных бульдозерах мощностью не менее 220 кВт. **Короткий прямой отвал** (рис. 5.1 е) снабжен амортизатором и предназначен для установки на толкачах, помогающих загружать скреперы.

По назначению отвалы подразделяются на землеройные, скальные, снежные, угольные, отвалы для толкания скреперов, уборки древесных отходов, мусора.

**Землеройный отвал** используется при разработке грунтов и насыпных материалов. **Скальный отвал** с лобовым листом большей толщины и усиленной металлоконструкцией предназначен для перемещения горных пород и крупнокусковых материалов. **Снежный отвал**, состоящий из двух половин, установленных под определенным углом одна к другой, применяется при уборке снега. **Угольный отвал** используется при складировании материалов. **Отвал для толкания скреперов** усилен в средней части толстым листом. **Отвалы для уборки древесных отходов и мусора** изготавливаются больших размеров и снабжены прорезным козырьком.

По типу привода рабочего оборудования известны бульдозеры *с гидравлическим и с канатно-блочным управлением*.

По классу, который означает номинальную силу тяги базового трактора, различают бульдозеры следующих видов: **малогабаритные** (класса до 0,9, мощностью 18,5...37 кВт), **легкие** (классов 1,4...4, мощностью 37...96 кВт), **средние** (классов 6...15, мощностью 103...154 кВт), **тяжелые** (классов 25...35, мощностью 220...405 кВт), **сверхтяжелые** (классов 50...100, мощностью 510...880 кВт).

**Тяговый класс базового трактора** – главный параметр бульдозеров, бульдозеров-рыхлителей и бульдозеров-погрузчиков. Он характеризует напорное усилие или силу тяги, развиваемую при скорости рабочего хода 0,7 и 0,9 м/с и минимальном буксовании гусениц 7% или колес 20 %.

По тяговому классу строится **типоразмерный ряд гусеничных бульдозеров**: 4; 6; 10; 25; 35 при соответствующей мощности двигателей 55, 96, 129, 243...272, 250...342 кВт (рис. 5.2).

Бульдозеры-рыхлители выпускаются на гусеничных тракторах. Их типоразмерный ряд – 10, 25 и 35 при мощности двигателей 129...342 кВт.

Бульдозеры-погрузчики изготавливаются класса 1,4 грузоподъемностью 0,75 т.

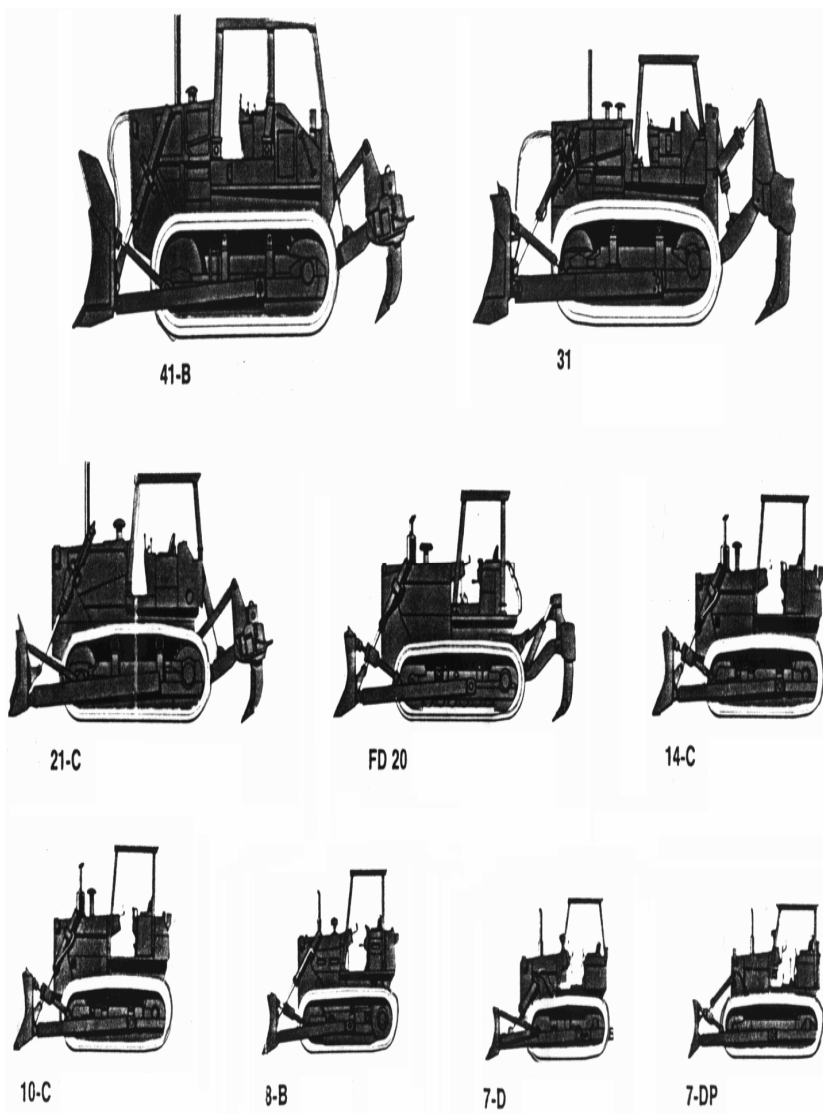


Рис. 5.2. Бульдозеры различной мощности, кВт:  
 41-B – 405; 31 – 329; 21-C – 232; FD-20 – 173; 14-C – 116; 10-C – 94; 8-B – 68; 7-D – 63; 7-DP – 63

Технические характеристики бульдозеров приведены в табл. 5.2.

Т а б л и ц а 5.2

Технические характеристики гусеничных бульдозеров  
с рыхлителями

Показатели	ДЗ-116В	ДЗ-117А	ДЗ-126А	ДЗ-126В-1/2
Базовый трактор	Т-130МГ-1		ДЭТ-250М	ДЭТ-250М2
Тяговый класс	10		25	25
Скорость, км/ч:				
вперед	2,375...10,5		1,14...19	0,98...16
назад	3,325...12,6		1,14...19	0,98...16
Бульдозер	ДЗ-110В	ДЗ-109Б	ДЗ-118	ДЗ-132-2
Отвал:	прямой	прямой	прямой	прямой/ полусферич.
ширина отвала, мм	3220	4120	4310	4590/4550
высота отвала, мм	1300	1140	1550	1700
угол перекоса, град	12	6	12	10
Рыхлитель:	–	–	ДП-9ВХЛ	
вид	четырёхзвенный			
наибольшая глуби- на рыхления, мм	515		1265	
число зубьев	1		1	
Габаритные раз- меры машины в транспортном положении, мм:				
длина	6140	6570	9215	8940 (9060)
ширина	3220	4120	4310	4590 (4550)
высота	3176	3176	3240	3275
Масса бульдозера с рыхлителем экс- плуатационная, кг	17740	18000	38781	40810 (41090)

Окончание табл. 5.2

Показатели	ДЗ-158- ДП-34-1	ДЗ-158- ДП-34-2	ДЗ-94С/ ДЗ-94С-1	ДЗ-129ХЛ	ДЗ-141ХЛ	ДЗ-159- ДП-35
Базовый трактор	Т-25.01		Т-330		Т-500	Т-75.01
Тяговый класс	25		35		35	75
Мощность, кВт (л.с.)	250 (340)		250 (340)		368 (500)	603 (820)
Скорость, км/ч:						
вперед	0...11,3		0...13		0...13	0...12
назад	0...13,4		0...10,8		0...11,1	0...15
Бульдозер	ДЗ-158		ДЗ-59ХЛ	ДЗ-124ХЛ	–	ДЗ-159
Отвал:	прямой/ полусферич.		прямой	полу- сферич.	полу- сферич.	полу- сферич.
ширина отвала, мм	4200 (4320)		4730	4860	4800	5500
высота отвала, мм	1700		1750	1880	2000	2300
угол перекоса, град	12		12/12	12	10	10
Рыхлитель	ДП-34-1	ДП-34-2	ДП-10С/ ДП-10С-1	ДП-29ХЛ	–	ДП-35
Вид	четырёхзвенный с регулируемым углом рыхления		четырёх- звенный	пятизвен- ный с ре- гулируе- мым уг- лом рых- ления	четырёхзвенный с регулируемым углом рыхления	
наибольшая глу- бина рыхления, мм	1250	850	780/780	1480	1380	1645
число зубьев	1	3	1...3/1	1	1	1
Масса бульдозе- ра с рыхлителем эксплуатацион- ная, кг	41800	42455	53276/ 50725	53532	61350	100975

Технические характеристики бульдозерно-рыхлительных агрега-  
тов приведены в табл. 5.3, 5.4.

Таблица 5.3

## Технические характеристики бульдозерно-рыхлительных агрегатов

Параметр	Марка агрегата							
	Т-11.01Я/К	Т-15.01Я/К	Т-20.01Я/К	Т-25.01Я/К	Т-35.01Я/К	Т-35.01ЯБЛ-3	Т-50.01К	
Масса эксплуатационная, кг	20300/20000	28500	36000	47700	61350	58300	93500	
Мощность эксплуатационная, кВт	127/123	175/180	210/215	298/279	382/353	382	552	
Обороты при максимальной мощности, мин <sup>-1</sup>	2000	1900/1950	200/2100	1800/1775	1900	1900	1800	
Рабочий объем двигателя, л	11,14/8,3	14,86/10,8	14,86/10,8	25,86/18,85	25,86/18,85	25,86	37,7	
База, мм	2616	2911	3070	3280	3545	3545	3970	
Катки опорные, шт.	6	7	7	7	7	7	7	
Колея, мм	1880	2000	2100	2300	2500	2500	2750	
Ширина стандартной гусеницы, мм (по спецзаказу)	510 (560,610,660)	560 (610,660)	560 (610,660)	610	650	650	740	
Диапазон скоростей движения вперед / назад	11/14,4	11,1/14,2	10,4/13,3 10,9/14,0	12,8/15,4 12,0/14,7	13,0/15,7 12,8/15,5	13,0/15,7	12/14,2	
Удельное давление агрегата на грунт, кН/м <sup>2</sup>	74,5/73,5	85,3	103	117	130,5	123,6	156	
Максимальное тяговое усилие первой передачи, кН	314	461	569/598	809/795	965/954,6	965	1226	
Ширина / высота стандартного <i>SU</i> -отвала, мм	3311/1462	3820/1520	3940/1700	4320/1890	4710/2210	3680/2210	5480/2300	
Подъем/заглубление отвала, мм	1100/550	1150/555	1250/590	1290/690	1610/730	1800/720	1610/730	
Подъем / заглубление стойки рыхлителя, мм	1 зуб	540/640	738/830	600/1130	1160/1150	1140/1540	730/600	1050/1760
	3 зуба	500/530	555/700	402/780	1050/900	1050/900	–	1050/1150



Технические характеристики бульдозерно-рыхлительных агрегатов с пониженным удельным давлением (ПУД)

Параметр	Марка агрегата						
	T-11.01ЯМ/КМ	T-11.01Я/К с ПУД	T-15.01ЯМ/КМ	T-15.01Я/К с ПУД	T-20.01ЯМ/КМ	T-20.01Я/К с ПУД	ТМ-25.01Я/К
1	2	3	4	5	6	7	8
Масса эксплуатационная, кг	23500/23200 22215/21915*	21520/21220	30500 28040*	289150	38000 34425*	36712	51000
Мощность эксплуатационная, кВт	127/123	127/123	175/180	175/180	210/215	210/215	298/279
Обороты при максимальной мощности, мин <sup>-1</sup>	2000	2000	1900	1900/1950	2000	2000	1800/1775
Рабочий объем двигателя, л	11,14/8,3	11,14/8,3	14,86/10,8	14,86/10,8	14,86/10,8	14,86/10,8	25,86/18,85
База, мм	3022	2616	3356	2911	3560	3070	3522
Катки опорные, шт.	7	6	8	7	8	7	8
Колея, мм	2150	2150	2200	2200	2300	2300	2520
Ширина стандартной гусеницы, мм (по спецзаказу)	910(710,760,810,860)		810(660,710,760)		920(710,760,810,860)		840(710,760)
Диапазон скоростей движения вперед / назад	10,9/14,3	11/14,4	11,1/14,2	11,1/14,2	10,4/13,3 10,9/14,0		12,7/15,3 11,9/14,6
Удельное давление агрегата на грунт, кН/м <sup>2</sup>	42,2/41,4 39,6/39	44,3/43,7	55 50,6*	60,1	57 51,5*	63,7	84,4

Окончание табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	
Максимальное тяговое усилие первой передачи, кН	314	314	461	461	569	569	809/795	
Ширина / высота стандартного <i>SU</i> – отвала, мм	4037/1475	4037/1475	4103/1520	4103/1520	4225/1700	4225/1700	5200/1890	
Подъем/заглубление отвала, мм	1100/550	1150/555	900/447	900/447	1250/590	1250/590	1290/690	
Подъем / заглубление стойки рыхлителя, мм	1 зуб	540/640	738/830	600/1130	1160/1150	1140/1540	730/600	1050/1760
	3 зуба	500/530	500/530	555/700	555/700	402/780	402/780	1050/900

\*Без рыхлителя.

По устройству наиболее распространены бульдозеры с неповоротным отвалом, с поворотным отвалом, бульдозеры-рыхлители, бульдозеры-погрузчики.

Бульдозеры с неповоротным отвалом бывают с жесткими (рис. 5.3 а) и шарнирными (рис. 5.3 б) толкающими брусьями.

Бульдозер *с жесткими толкающими брусьями* оборудован отвалом 1, к которому жестко приварены два толкающих бруса 7, охватывающих снаружи базовый трактор 8 и шарнирно установленных на поперечной балке 6, которая болтами прикреплена к раме трактора. Спереди к ней прикреплен подрамник 5, к которому на шарнире через несущую рамку 2 подвешен один гидроцилиндр 3 двойного действия. К гидроцилиндру подведены два рукава высокого давления 4, соединяющие его с гидросистемой трактора, которая состоит из гидронасоса, гидрораспределителя, гидробака и гидролиний. Для подъема бульдозерного отвала давление масла, развиваемое гидронасосом, подают в одну полость гидроцилиндра, для опускания – в другую. Отвал в зоне резания грунта оборудован съемными ножами 9.

Бульдозер *с шарнирными брусьями* имеет прямоугольные толкающие брусья 7, которые с одной стороны шарнирно (с помощью упряжных шарниров 18) связаны с тележками 16 трактора, с другой универсальными шарнирами – с отвалом 1. Для сохранения определенного положения и резания грунта с минимальными затратами энергии отвал 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, которые также связаны с гидроприводом трактора. Гидроцилиндрами подъема-опускания 3 отвал устанавливается в нижнее I, рабочее II, транспортное III и промежуточные положения.

В качестве базовой машины используется трактор, тягач или специальное шасси. Двигатель 10 трактора через муфту сцепления 11 или гидротрансформатор приводит в действие коробку передач 13 и задний мост 14. Звездочки 15 передают вращение от двигателя гусеницам 17, перемещающим всю машину вперед или назад.

Кабина 12 размещается преимущественно в задней (у тракторов типа ДТ-75Н, Т-4АП2, Т-170), средней (у трактора ДЭТ-250М2) части или впереди машины со стороны бульдозерного оборудования (у трактора Т-330).

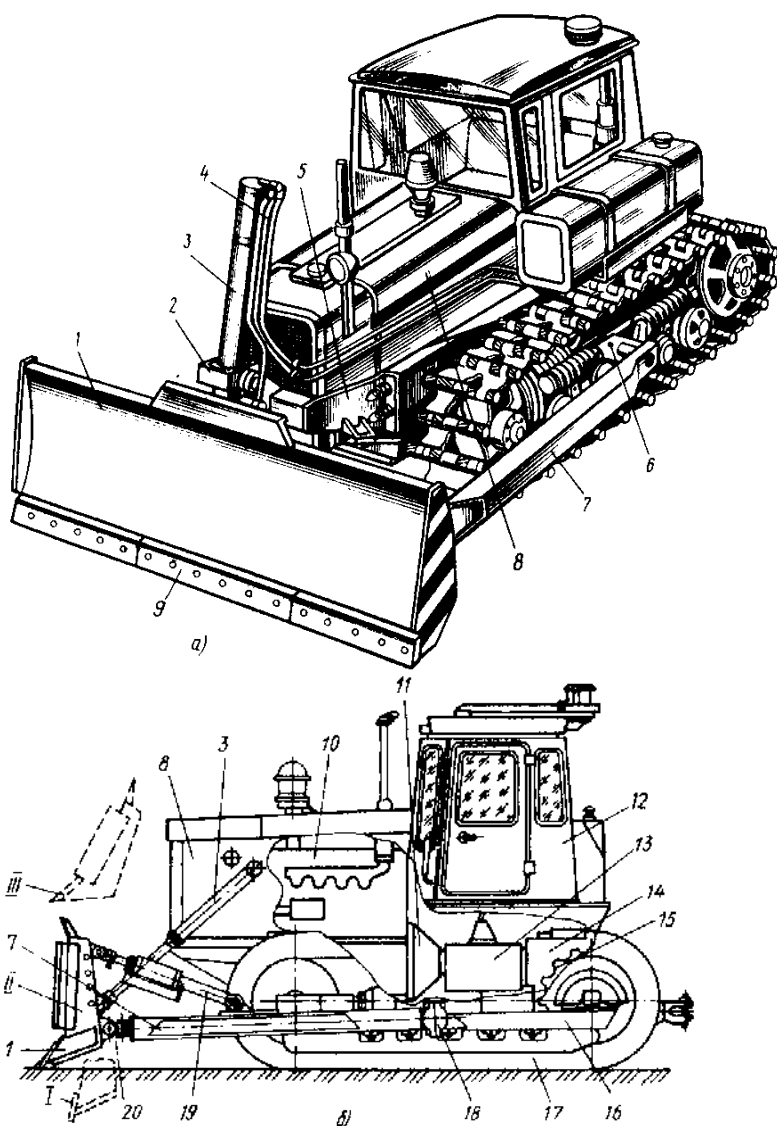


Рис. 5.3. Гусеничные бульдозеры с неповоротными отвалами:  
 а – с жесткими толкающими брусьями, б – с шарнирными брусьями; 1 – отвал; 2 – несущая рама; 3 – гидроцилиндр подъема/опускания отвала; 4 – рукав; 5 – подрамник; 6 – поперечная балка; 7 – толкающий брус; 8 – трактор; 9 – нож; 10 – двигатель; 11 – муфта сцепления; 12 – кабина; 13 – коробка передач; 14 – задний мост; 15 – звездочка; 16 – гусеничная тележка; 17 – гусеница; 18 – шарнир; 19 – гидрораскос; 20 – универсальный шарнир; I – нижнее положение отвала, II – рабочее, III – транспортное

В бульдозерах с поворотным отвалом (рис. 5.4) на базовый трактор 5 на упряжных шарнирах 6 крепится охватывающая рама 3, впереди которой приварена шаровая опора, и на ней установлен отвал 1, поворачивающийся налево или направо по ходу движения машины.

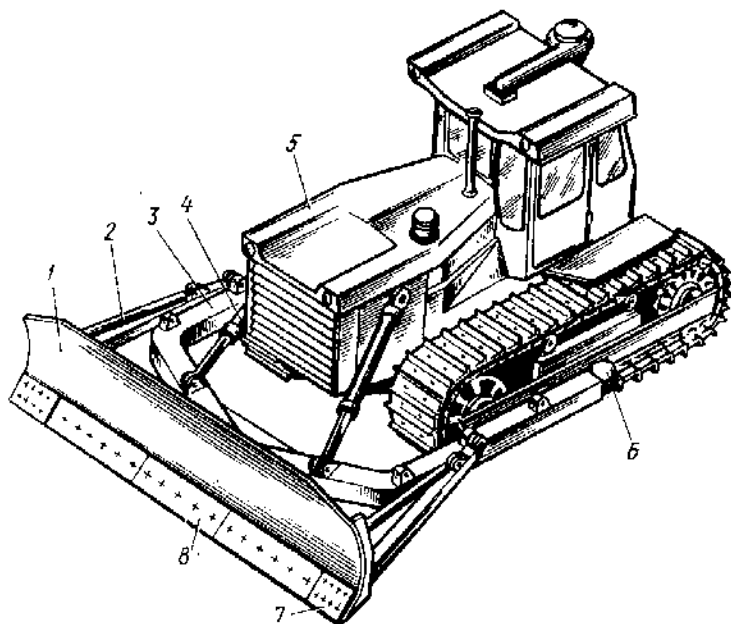


Рис. 5.4. Гусеничный бульдозер с поворотным отвалом:  
1 – отвал; 2 – толкатель с откосом; 3 – рама; 4 – гидроцилиндр;  
5 – трактор; 6 – шарнир; 7, 8 – ножи

По краям отвала располагаются толкатели 2, предназначенные для крепления его к охватывающей раме. Переставляя вручную толкатели в кронштейнах на раме, устанавливают отвал в правое, среднее или левое положение по ходу машины. В среднем положении отвала бульдозер выполняет такие же работы, как бульдозер с неповоротным отвалом, при боковых положениях засыпает траншеи или очищает снег. Вертикальные перемещения отвала выполняются гидроцилиндрами подъема-опускания 4. Отвал оборудован средними 8 и крайними 7 ножами.

Бульдозер-рыхлитель (рис. 5.5) устанавливается на тракторе, оборудованном бульдозером с неповоротным или поворотным отвалом, сзади навешивается гидравлический однозубый или много-

зубый рыхлитель. К заднему мосту базового трактора на шпильках крепится опорная рама 7, на которой внизу шарнирно установлена рама 1, а сверху – тяга 5. К тягам шарнирно прикрепляется рабочая балка 4, образуя параллелограммный четырехзвенник.

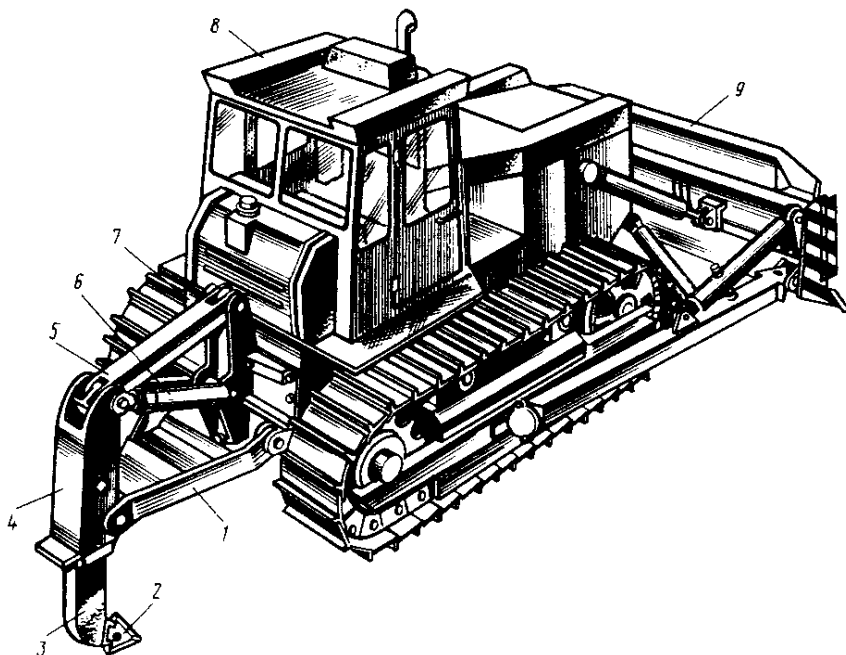


Рис. 5.5. Бульдозер-рыхлитель:

1, 7 – рамы; 2 – наконечник; 3 – зуб; 4 – рабочая балка; 5 – верхняя тяга; 6 – гидроцилиндр подъема-опускания; 8 – гусеничный трактор; 9 – бульдозерное оборудование

По диагонали четырехзвенника устанавливаются гидроцилиндры 6. В рабочей балке закрепляется зуб 3 прямоугольного сечения, на конце которого устанавливается быстросъемный наконечник 2.

Для подъема рабочей балки и зуба в верхнее положение шток выдвигается, для заглабления рыхлителя в грунт – втягивается. Благодаря параллелограммному четырехзвеннику зуб перемещается при подъеме по траектории, близкой к вертикали. На тяжелых бульдозерах-рыхлителях применяются рыхлители, у которых вместо верхней тяги установлены гидроцилиндры, обеспечивающие угловые перемещения рабочей балки и зуба для получения больших разрушающих усилий машин.

Бульдозер-погрузчик (рис. 5.6) агрегатируется с колесным трактором или шасси. На базовом тракторе 1 неподвижно закрепляется рама 6, которая представляет собой две вертикальные наружные стойки, жестко соединенные между собой. К раме шарнирно подвешивается стрела 2, одна сторона которой поднимается и опускается в вертикальной плоскости двумя гидроцилиндрами 5, а к противоположной на двух шарнирах прикреплена рамка, которая поворачивается относительно стрелы двумя гидроцилиндрами 3. К рамке крепится бульдозерный отвал, погрузочный ковш или другие виды сменного рабочего оборудования.

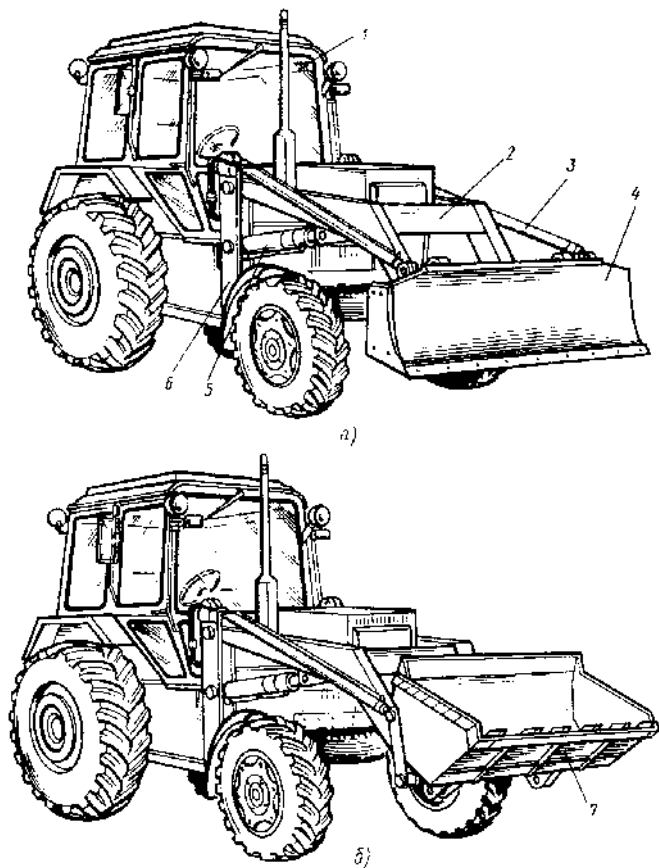


Рис. 5.6. Бульдозеры-погрузчики на колесном тракторе «Беларусь»: а – с бульдозерным отвалом; б – с погрузочным ковшом; 1 – трактор; 2 – стрела; 3, 5 – гидроцилиндры поворота отвала и подъема-опускания; 4 – отвал; 6 – рама; 7 – погрузочный ковш

**Рабочий цикл** бульдозера состоит из следующих операций (рис. 5.7 а). Отвал бульдозера 2 опускают ниже опорной поверхности, заглубляя на 50...200 мм в зависимости от типоразмера машины. При движении машины вперед со скоростью  $v_p$  заглубленный отвал режет стружку определенной толщины  $t$ . После образования перед отвалом призмы грунта 1 его транспортируют при переднем ходе на нужное расстояние и одновременно подрезают материал для компенсации потерь грунта, высыпавшегося из призмы в боковые валики 3. Во время подхода к месту отсыпки грунта отвал поднимают при одновременном движении машины. Призма грунта ссыпается, образуя штабель 4. После этого бульдозер с поднятым отвалом задним ходом откатывается в исходное положение со скоростью  $v_x$  для повторения резания.

Процесс резания грунта, транспортирование материала с подрезанием и отсыпкой грунта составляют рабочий ход, движение машины назад – холостой ход.

Для повышения производительности скорость отката или холостого хода  $v_x$  принимают большей скорости резания грунта  $v_p$ .

Аналогичным способом засыпают траншеи и нагружают грунт в транспортные средства, стоящие под эстакадой с погрузочным бункером или воронкой, в которые бульдозер надвигает материал при рабочем ходе. Материал ссыпается в кузов транспортных средств из бункера самотеком.

Планировочные работы осуществляют при переднем ходе, поднимая отвал на толщину отсыпаемого слоя, или при обратном движении машины – задней стороной отвала, обращенной к базовому трактору.

У бульдозера-рыхлителя рабочий цикл (рис. 5.7 д) складывается из циклов работы бульдозера и рыхлителя.

В начале участка движения рыхлителя передним ходом стойка с зубом опускается в прочный грунт на определенную глубину  $t$ . Машина во время движения вперед со скоростью  $v_p$  рыхлит грунт зубом. При подходе к концу разрыхляемого участка рыхлитель выглубляется из грунта, и машина останавливается. Включается задняя передача; бульдозер-рыхлитель со скоростью  $v_x$  откатывается в исходное положение и смещается в сторону на некоторую величину, называемую **шагом движения**. После этого операция повторяется.



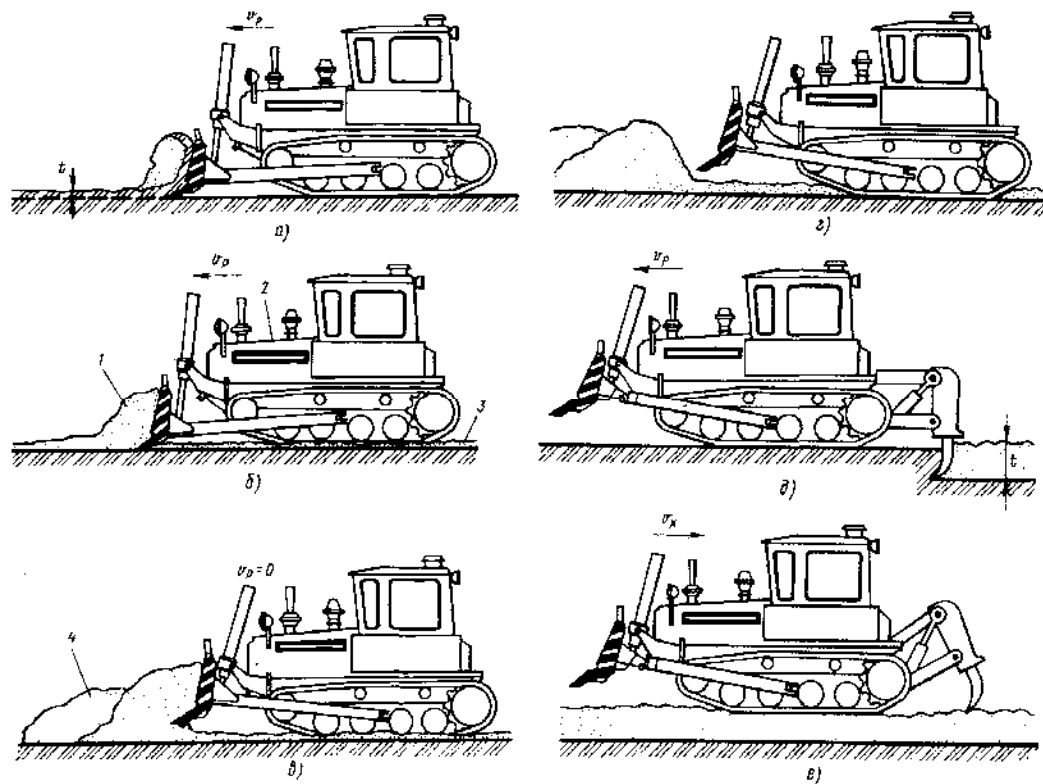


Рис. 5.7. Рабочие циклы бульдозера при разработке и бульдозера-рыхлителя при рыхлении грунта: а – резание грунта; б – транспортирование с подрезанием грунта; в – отсыпка грунта; г, е – холостой ход; д – рыхление грунта; 1 – призма грунта; 2 – бульдозер, 3 – боковой валик, 4 – штабель

У бульдозера-погрузчика цикл работы зависит от типа устанавливаемого рабочего оборудования. Бульдозер-погрузчик, оборудованный погрузочным ковшом (рис. 5.8), перемещаясь со скоростью  $v_p$ , внедряет рабочий орган в штабель материала и одновременно поворачивает ковш в сторону базовой машины до момента наполнения. Затем машина отходит назад со скоростью  $v_o$ , поднимая ковш на высоту, необходимую для разгрузки. Транспортное средство подходит поперек движения бульдозера-погрузчика, который, перемещаясь вперед, приближается к нему и поворачивает ковш для разгрузки материала. После разгрузки бульдозер-погрузчик отходит на некоторое расстояние назад, опускает ковш и поворачивает его для внедрения в штабель. Затем машина подходит к штабелю на расстояние  $L$ , после чего цикл повторяется.

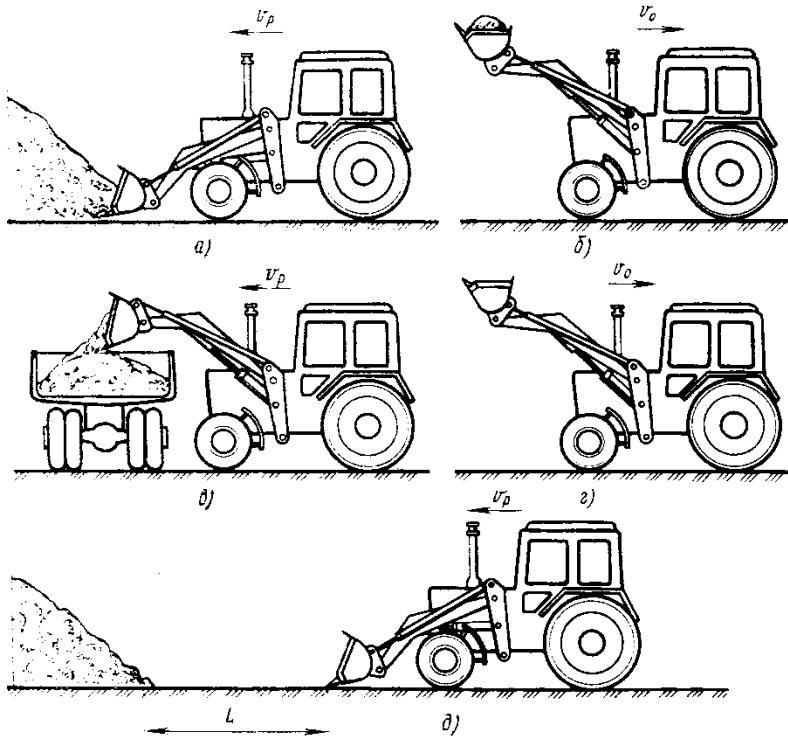


Рис. 5.8. Рабочий цикл бульдозера-погрузчика при работе с ковшом: а – наполнение ковша; б – отъезд груженой машины; в – разгрузка ковша в транспортное средство; г – отъезд порожней машины; д – подъезд порожней машины к штабелю

Операции, выполняемые машиной с грузом в ковше, составляют рабочий ход, движение бульдозера-погрузчика с порожним ковшом – холостой ход. Аналогичные операции происходят при работе машины с грузоподъемными крюком, вилами, но в таких случаях вместо штабеля насыпного материала перемещают штучные грузы, разгружаемые в транспортные средства или на место установки (например, склад).

В настоящее время на земляных работах бульдозеры выполняют 30...40 % общего объема всех работ.

Производительность бульдозера при вырезании и перемещении грунта определяется объемом перемещаемого грунта и продолжительностью цикла.

Техническая производительность бульдозера (в м<sup>3</sup>/ч)

$$P_c = 3600VK_{\text{пр}} / (T_{\text{ц}} K_p),$$

где  $V$  – объем призмы волочения (условная вместимость отвала), м<sup>3</sup>;

$K_{\text{пр}}$  – поправочный коэффициент к объему призмы волочения, зависящий от соотношения ширины  $B$  и высоты  $H$  отвала, а также физико-механических свойств разрабатываемого грунта;

$T_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла, с;

$K_p$  – коэффициент разрыхления.

Вырезание (набор) грунта производят на I передаче. Длина пути набора составляет 6...10 м. Перемещение грунта на короткие расстояния и на участках с подъемом производят на I передаче, при значительных расстояниях – на II передаче. Перемещение часто выполняют с непрерывным дополнительным подрезанием грунта на глубину 5...10 см для компенсации потерь из призмы волочения. При значительных потерях грунта из призмы устраивают промежуточные валы, когда по мере накопления грунта вал перемещают в насыпь или в следующий промежуточный вал.

Мощные бульдозеры имеют большую производительность и лучшие удельные показатели эффективности, но реализовать свои преимущества они могут только на объектах с большим объемом работ. Области рационального применения более мощных бульдозеров расширяются с увеличением дальности перемещения.

Гусеничный движитель по сравнению с колесным обеспечивает большую силу тяги при одинаковой мощности двигателя, но колесный развивает большие скорости. Набор грунта производится на скоростях 2,5...3,5 км/ч для гусеничного и 3,5...5 км/ч – для колесного бульдозера, перемещение грунта – на скоростях 2,5...5 и 5...8 км/ч, обратный (холостой) ход – на скоростях 5...10 и 10...20 км/ч.

Высокие рабочие скорости колесных бульдозеров делают их рентабельными на увеличенных дальностях перемещения – до 120 м. Наибольший эффект гусеничные бульдозеры показывают при дальностях перемещения грунта 20...40 м, колесные – 40...60 м.

Компенсировать недостаточное число мощных машин, а также подобрать типоразмер машин в зависимости от вида выполняемых работ позволяет временное объединение отдельных машин в единый функциональный агрегат. Примерами агрегатирования двух бульдозеров являются последовательное (тандемное) соединение (рис. 5.9 а) и параллельное соединение («бок о бок»).

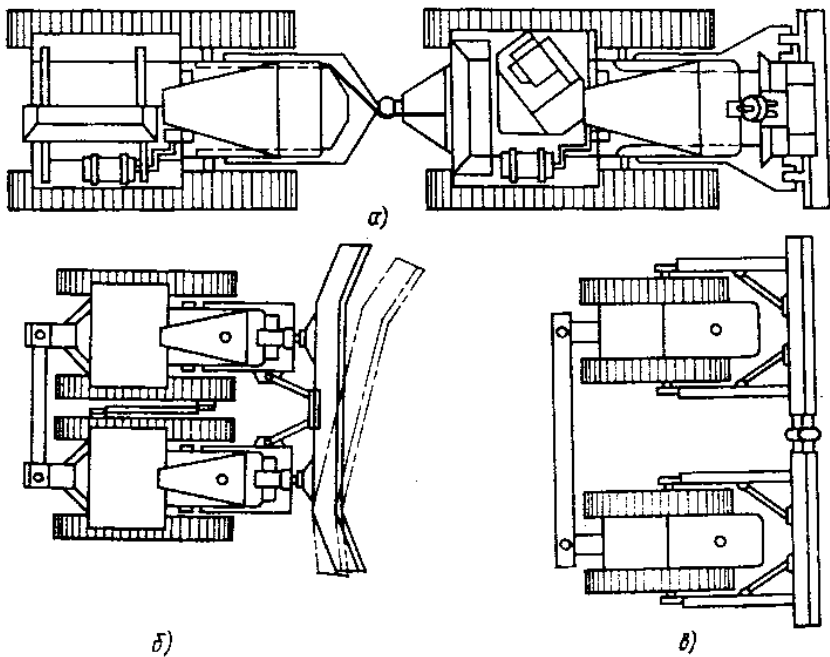


Рис. 5.9. Схемы двоянных бульдозеров:  
а – последовательная («тандем»); б – параллельная («бок о бок») с одним отвалом;  
в – параллельная с объединенными отвалами

Параллельное соединение тракторов может быть с общим отвалом, как это показано на рис. 5.9 б, или с помощью шарнирных блоков, а отвалов – с помощью шарниров или гибких связей (рис. 5.9 в). Машины легко разъединяются для раздельного использования, ремонта или транспортирования. Последовательное соединение (танDEMом) обеспечивает концентрацию на стандартном отвале повышенной силы тяги и эффективно при разработке прочных грунтов. Параллельное соединение увеличивает объем призмы волочения в 3...3,5 раза по сравнению с объемом одиночного бульдозера, а также позволяет на 20...40 % увеличить дальность перемещения грунта. Применять сдвоенные бульдозеры целесообразно на объектах с большим объемом работ или на увеличенных дальностях перемещения.

Бульдозеры могут оснащаться автоматическими системами управления рабочим оборудованием. Серийно выпускаемая система «Автоплан-1» автоматически изменяет положение отвала при наезде на неровности грунта, улучшая планирующую способность бульдозера, а также формирует продольный профиль земляного полотна путем стабилизации отвала под заданным углом.

### 5.3. Скреперы

*Скрепер* – землеройно-транспортная машина циклического действия, предназначенная для послойного вырезания грунта с набором его в ковш, транспортирования набранного грунта и отсыпки его слоями или в отвал с частичным уплотнением ходовыми колесами или гусеницами. Скреперы ежегодно выполняют 12...15 % всех земляных работ в народном хозяйстве. Скреперы могут разрабатывать грунты I – IV групп прочности (III и IV групп – с предварительным разрыхлением).

В дорожном строительстве скреперы используют для возведения насыпей, разработки выемок, сооружения подходов к искусственным сооружениям, вскрытия грунтовых карьеров и карьеров строительных материалов, а также для различных вспомогательных работ – планировки, зачистки, подсыпки грунта и т. п.

Главным параметром скрепера является *геометрическая вместимость (объем) ковша* (в м<sup>3</sup>), положенная в основу типоразмерного ряда скреперов. Типаж выпускаемых в настоящее время скреперов: 3; 4,5; 8 (7); 10; 15; 25 и 40 м<sup>3</sup>.

По способу агрегатирования с тягачом скреперы разделяются на *прицепные, полуприцепные* и *самоходные*. Доля самоходных и полуприцепных скреперов в общем выпуске непрерывно увеличивается. Прицепные скреперы с ковшем вместимостью 3...25 м<sup>3</sup> обычно агрегатируются с гусеничными тракторами (рис. 5.10), реже – с колесными. У этих машин вся нагрузка, включая массу грунта в ковше 7, передается только на колеса скрепера.

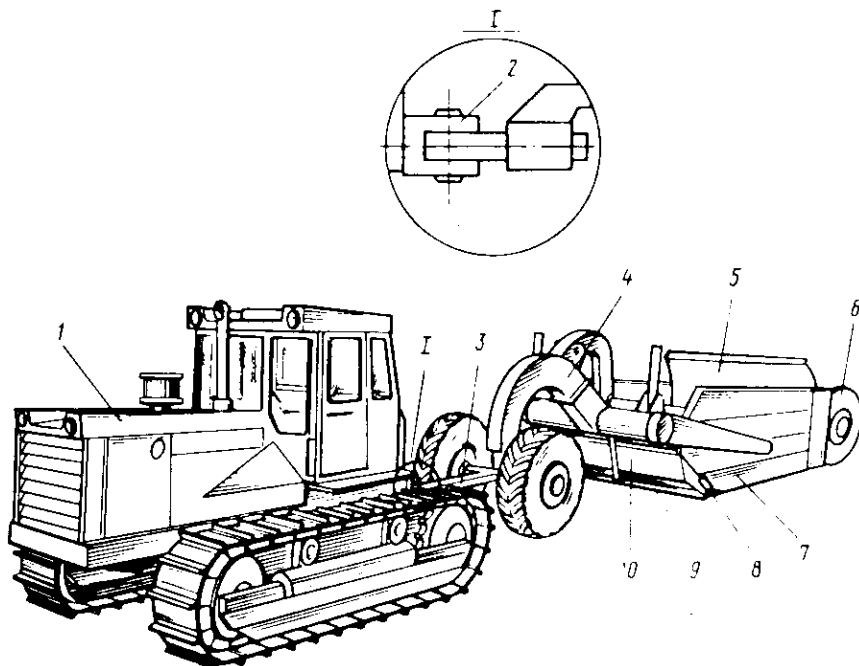


Рис. 5.10. Прицепной скрепер:

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

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. Однако низкие транспортные скорости тракторов (2,5...3 м/с) ограничивают область применения скреперов по дальности транспортирования грунта до 400...500 м.

Полуприцепные и самоходные скреперы выполняются на базе одноосных и двухосных тягачей с седельно-сцепным устройством, полуприцепные имеют ковш геометрической вместимостью  $4,5...25 \text{ м}^3$ .

У полуприцепных скреперов (рис. 5.11) часть нагрузки от их массы через седельно-сцепное устройство 2 передается на колесный трактор 7.

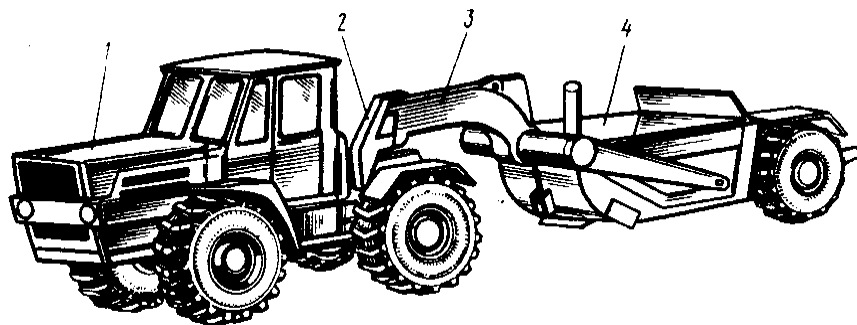


Рис. 5.11. Самоходный трехосный скрепер:  
1 – трактор, 2 – седельно-сцепное устройство; 3 – рама;  
4 – ковш с заслонкой и задней стенкой

Самоходный скрепер (рис. 5.12) представляет собой единую машину с собственной силовой установкой для передвижения и управления скреперным оборудованием. Базовая машина таких скреперов – одноосный тягач 7 – является передней осью такого скрепера. Самоходные скреперы имеют ковш геометрической вместимостью  $8...40 \text{ м}^3$ .

Самоходные скреперы отличаются меньшей проходимостью, чем прицепные, и требуют для работы более благоприятных дорожных условий. Сила тяги базовых одноосных тягачей и колесных тракторов недостаточна для самостоятельного заполнения ковша, поэтому грунт набирают с помощью трактора-толкача. Высокие транспортные скорости самоходных скреперов позволяют перевозить грунт на значительное расстояние. Так как транспортный режим составляет  $80...90\%$  времени рабочего цикла, производительность самоходных скреперов увеличивается в  $2...2,5$  раза.

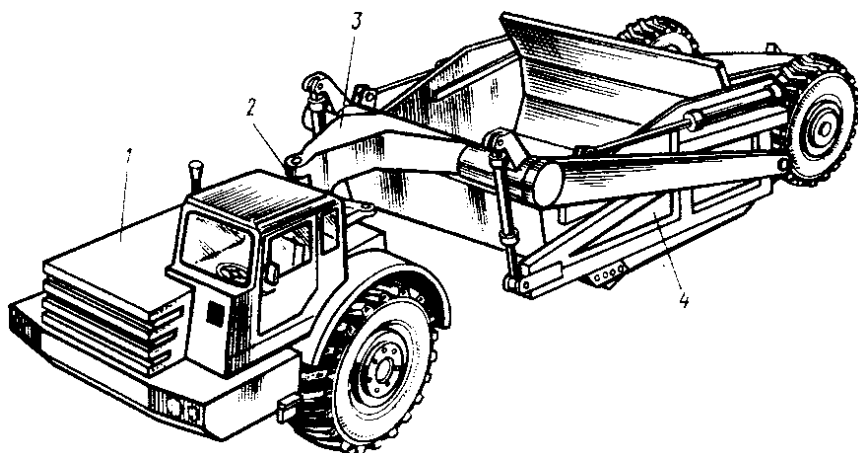


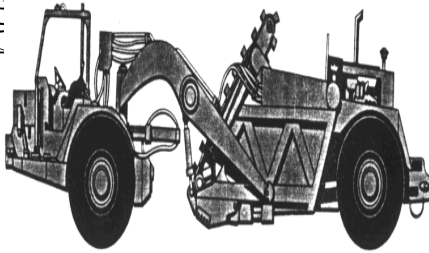
Рис. 5.12. Самоходный двухосный скрепер:  
 1 – тягач; 2 – седельно-сцепное устройство; 3 – тяговая рама;  
 4 – ковш с заслонкой и задней стенкой

Скрепер представляет собой агрегат (см. рис. 5.10), состоящий из базового трактора 7 и скреперного оборудования, буксируемого с помощью сцепного устройства 2. Скреперное оборудование включает переднюю ось 3, тяговую раму 4, открытый сверху ковш 7 с буфером, задние колеса 6. С передней стороны ковш закрывается шарнирно закрепленной на боковых стенках заслонкой 10, а в задней его части размещена подвижная стенка 5, опирающаяся через ролики на днище ковш и буфер. На передней кромке днища – подножечной плите – крепят ножи 9 для срезания слоя грунта, а в передней наружной части боковых стенок ковш – ножи 8 для подрезания слоя грунта по бокам. Ковш, заслонка и задняя стенка перемещаются с помощью гидроцилиндров, управляемых от гидросистемы трактора.

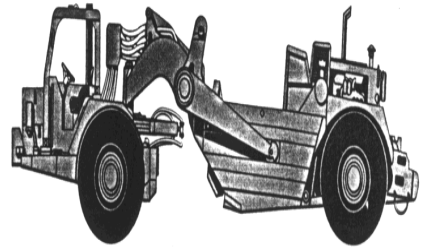
Конструкция самоходных скреперов (см. рис. 5.11) по скреперному оборудованию подобна рассмотренному выше; они отличаются, главным образом, тем, что их тяговая рама 3 через седельно-сцепное устройство 2 опирается непосредственно на базовую машину.

Самоходные скреперы выпускаются различной мощности (рис. 5.13).

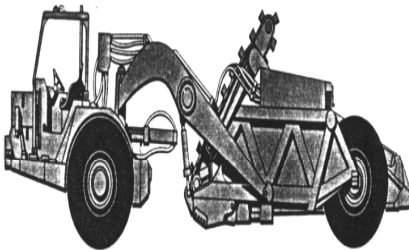




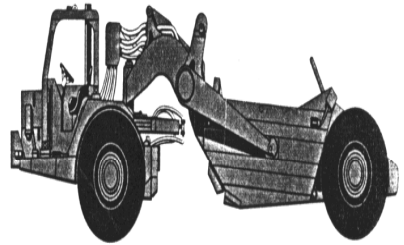
263-B



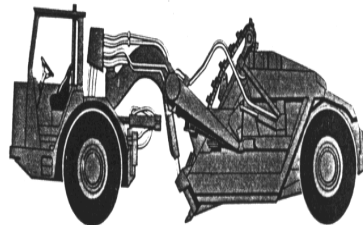
262-B



261-B



260-B



161

Рис. 5.13. Самоходные скреперы различной мощности.

263-B – двухмоторный скрепер с элеваторной загрузкой,  $N = 252 + 132$  кВт; 262-B – двухмоторный скрепер,  $N = 252 + 132$  кВт;  
 261-B – одномоторный скрепер с элеваторной загрузкой,  $N = 252$  кВт; 260-B – одномоторный скрепер,  $N = 252$  кВт;  
 161 – одномоторный скрепер,  $N = 177$  кВт

Для улучшения тягово-сцепных качеств двухмоторный самоходный скрепер имеет дополнительный двигатель, установленный над задней осью для привода задних колес. Скрепер с принудительной «элеваторной» загрузкой вместо передней заслонки оборудован скребковым конвейером, который при наборе подхватывает срезаемый ножами грунт и заполняет им ковш. Элеваторные скреперы относятся к типу самозагружающихся и не требуют применения толкачей.

Ковш 4 скрепера (рис. 5.14) заполняется грунтом следующим образом. С помощью гидроцилиндров 5 заслонка 2 поднимается на небольшую высоту, образуя загрузочную щель между нижней кромкой и ножами 7. Ковш из транспортного положения гидроцилиндрами 1 опускается до зарезания ножей 7 в грунт. При продвижении скрепера вперед срезаемый ножами 7 пласт грунта через загрузочную щель поступает в ковш и постепенно заполняет его. 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. При разгрузке заслонку 2 полностью поднимают, и грунт выталкивается в щель, образованную поднятой заслонкой, с помощью задней стенки 5, выдвигаемой вперед гидроцилиндрами 6. Поскольку при этом скрепер продолжает перемещаться вперед, 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. Такой способ разгрузки ковша, называемый *принудительным*, наиболее распространен. По окончании выгрузки грунта заслонка и задняя стенка возвращаются в прежнее положение, и скрепер направляется к месту набора грунта – забою.

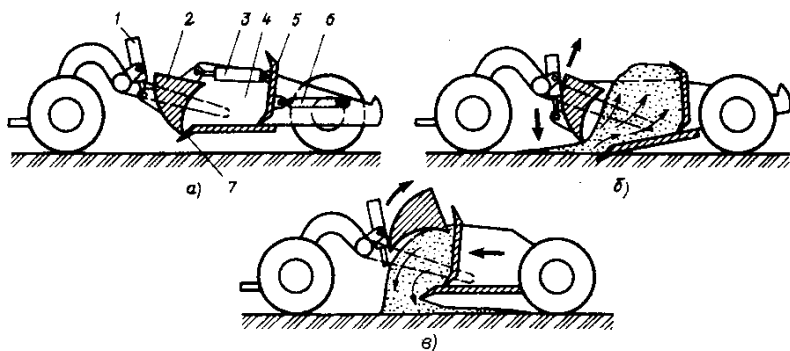


Рис. 5.14. Схема работы скрепера:  
а – транспортное положение; б – набор, в – разгрузка; 1, 3, 6 – гидроцилиндры;  
2 – заслонка; 4 – ковш; 5 – задняя стенка; 7 – нож

В табл. 5.5, 5.6 представлены технические характеристики самоходных и прицепных скреперов.

Таблица 5.5

Технические характеристики самоходных скреперов

Показатель	ДЗ-87-1	ДЗ-11П	ДЗ-13Б	ДЗ-115А	ДЗ-107	ДЗ-155-1
Вместимость ковша, м <sup>3</sup> :						
геометрическая	4,5	8	16	15	25	15
номинальная (с шапкой)	6	11	23	21	33,6	20
Грузоподъемность, т	9	15	30	30	50,4	30
Наличие загрузочного устройства	–	–	–	–	–	да
Ширина резания, мм	2430	2700	3430	3200	3796	3430
Заглубление, мм	135	150	200	200	410	200
Толщина слоя отсыпки, мм	415	450	510	450	600	500
Тягач	Т-150К	МоА3-546П	БелА3-7422	БелА3-531	–	БелА3-7422
Мощность двигателя, кВт	121	158	265	265+265	405+405	265
Транспортная скорость, км/ч	30,1	40	50	52,5	50	50
Эксплуатационная масса, т	12,3	20	37	44	68	38,5

Таблица 5.6

Технические характеристики самоходных скреперов

Показатель	ДЗ-111А	ДЗ-77А	ДЗ-79	ДЗ-137	ДЗ-149-5	ДЗ-161
Вместимость ковша, м <sup>3</sup> :						
геометрическая	4,5	8,8	15,6	25	8,8	16
номинальная (с шапкой)	6	11	20,5	33,6	11	23
Грузоподъемность, т	9	16	27	45	16,5	30
Ширина резания, мм	2430	2754	3040	3550	2850	3430
Заглубление, мм	125	225	200	250	150	200
Толщина слоя отсыпки, мм	400	400	500	550	400	500
Буксирующий базовый трактор	Т-4АП2	Т-130М	Т-330	Т-500	К-701	Т-25
Мощность двигателя, кВт	96	121	272	368	221	273
Наибольшая транспортная скорость, км/ч	9,5	10,1	13	12	33,8	13
Масса без трактора, т	4,36	9,8	18,3	30	9,8	20

Техническая производительность скрепера (в м<sup>3</sup>/ч)

$$P_T = 3600VK_H / (T_{\text{ц}}K_p),$$

где  $V$  – геометрическая вместимость ковша скрепера, м<sup>3</sup>;

$T_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла, с;

$K_H$  – коэффициент наполнения ковша грунтом,  $K_H = 0,8 \dots 1,2$ ;

$K_p$  – коэффициент разрыхления грунта,  $K_p = 1,2 \dots 1,35$ .

Рабочий цикл скрепера состоит из последовательно повторяющихся операций: резания грунта, наполнения ковша, перемещения груженого скрепера к месту разгрузки, разгрузки ковша с укладкой грунта, возвращения в забой. Перечисленные операции производятся при непрерывном поступательном движении самого скрепера.

Скорость движения скрепера при наборе грунта обычно не превышает 2,5...3,5 км/ч. Длина пути набора составляет 20...50 м. Большие значения относятся к прочным тяжелым грунтам, при копании которых стружка имеет меньшую толщину. Скорость разгрузки находится в пределах 4...8 км/ч. В реальных условиях эксплуатации скорости движения груженого и порожнего скрепера обычно не превышают 6...8 км/ч для прицепных скреперов и 30...35 км/ч для полуприцепных и самоходных. Существенная разница в транспортных скоростях прицепных и самоходных скреперов приводит к тому, что производительность прицепных скреперов значительно меньше, чем самоходных, при одних и тех же дальностях транспортирования. Падение производительности с увеличением расстояния транспортирования связано с увеличением продолжительности цикла.

Время набора для скреперов с обычной загрузкой при использовании толкача составляет 40...50 с, для скреперов с элеваторной загрузкой – 60...80 с, для автосцепки – 50...70 с на каждую машину. Время разгрузки для скреперов всех типов равно 10...20 с. Наибольшие затраты времени приходятся на транспортирование груженого и порожнего скрепера. Для самоходных и полуприцепных скреперов это время составляет в среднем 70...90 % общего времени цикла, поэтому основой достижения высокой производительности этих скреперов являются высокие скорости передвижения, которые обеспечиваются устройством транспортных путей и поддержанием их в надежном состоянии.

Каждый тип скреперов имеет свои рациональные области применения, которые определяются, в основном, дальностью транспортирования грунта и коэффициентом общего сопротивления движению.

Прицепные скреперы в агрегате с гусеничными тракторами (имеющие высокие тягово-сцепные характеристики, низкие транспортные скорости – 10...15 км/ч) целесообразны при транспортировании грунта по бездорожью на расстояние до 300 м для машин малой вместимости ковша и до 800 м – для более мощных машин. В особо тяжелых дорожных условиях дальность транспортирования может быть увеличена до 1200 м. При дальности транспортирования грунта менее 100 м выгоднее применять более простые и дешевые бульдозеры. Самоходные и полуприцепные скреперы с высокими транспортными скоростями выгодно применять при перевозке грунта на расстояния от 500...800 м до 3...5 км. При расстояниях свыше 3...5 км рентабельнее применять автосамосвалы или специализированные землевозы с загрузкой экскаватором или погрузчиком. Двухмоторные скреперы применяются для работы в тяжелых условиях эксплуатации, а также на рассредоточенных объектах с небольшими объемами работ, где нерентабельно создавать развитую систему улучшенных транспортных путей. Скреперы с элеваторной загрузкой экономичны и эффективны при транспортировании грунта до 900 м, а также на объектах с малыми и средними объемами работ, благодаря возможности работать без толкачей. Наиболее благоприятными грунтами для разработки скреперами являются нормально влажные (8...12 %) грунты I – II групп прочности. На сухих малосвязных грунтах происходит неполное заполнение ковша скрепера, так как вырезаемая стружка не обладает достаточной прочностью и рассыпается при проталкивании ее в ковш. При работе на чрезмерно влажных грунтах (более 20 %) ковш разгружается не полностью в результате налипания грунта на его стенки; при влажности более 25 % происходит полная пробуксовка движителей.

Отдельные каменные включения не препятствуют разработке грунта скреперами. Скреперы с ковшом вместимостью 3...4,5 м<sup>3</sup> разрабатывают грунт с камнями размером до 0,3...0,4 м, скреперы с ковшом вместимостью 6...25 м<sup>3</sup> могут вместе с грунтом захватывать и выгружать камни размером до 0,6...0,8 м.

Самоходный скрепер могилевского автомобильного завода МоАЗ-6014 представлен на рис. 5.15.

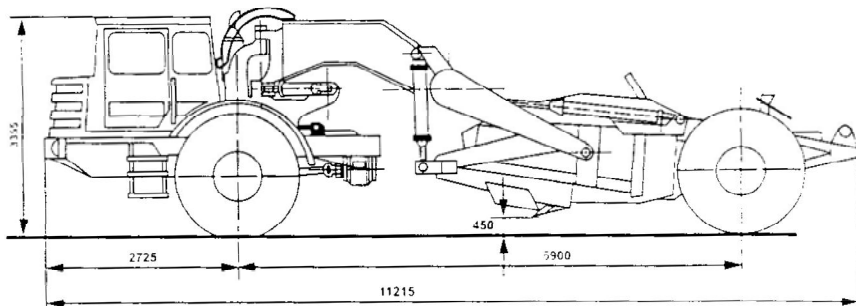


Рис.  
5.15.  
Скр  
епер  
са-  
мо-  
ход-  
ный  
Мо  
АЗ-  
6014  
:  
а –  
схе-  
ма;  
б –  
об-  
щий  
вид



С  
амо  
ход  
ны  
й  
скр  
епе

р МоАЗ-6014 предназначен для послойной разработки грунтов I-II категорий и разрыхленных грунтов III-IV категорий, их транспортировки и отсыпки слоя заданной толщины. Для увеличения производительности набор грунта скрепером производится с помощью трактора-толкача или бульдозера. Допускается загрузка экскавато-

ром или ковшовым погрузчиком, что в сочетании с существующим качеством послойной разгрузки слоем заданной толщины расширяет универсальность использования скрепера. Для осуществления быстрого выполнения нулевого цикла земляных работ и передачи площадей для дальнейших строительных работ целесообразно применение скреперов. Для этой цели, как правило, используются недорогие высокопроизводительные скреперы массового выпуска со стабильным качеством, обеспечивающие высокий уровень технологии производства работ.

Основными преимуществами скрепера в сравнении с зарубежными аналогами являются:

- 1) низкая цена скрепера (по сравнению с зарубежными аналогами – в 3-4 раза);
- 2) доступность агрегатов для обслуживания;
- 3) низкая энергоемкость транспортировки грунта (в сравнении с технологией самосвал – экскаватор (погрузчик));
- 4) сокращение времени выполнения нулевых циклов при строительстве дорог, плотин, водохранилищ и других объектов;
- 5) возможность использования скрепера для погрузки экскаватором или погрузчиком.

#### Технические характеристики самоходных скреперов:

Грузоподъемность, кг –	16000
Масса снаряженного скрепера, кг –	20 000
Масса самоходного скрепера полная, кг –	36 000
Объем ковша:	
геометрический, м <sup>3</sup> –	8,3;
номинальный, м <sup>3</sup> –	11
Максимальная скорость снаряженного скрепера, км/ч –	25
Тип двигателя –	ЯМЗ-238АМ2
Максимальная мощность двигателя, кВт/л.с. –	165,4/225
Шины, дюймы –	21 × 28
Угол поворота, град –	85
Радиус поворота по крайней выступающей точке, м –	8,6
Дорожный просвет под ножами скрепера, м –	0,45

Максимальная толщина слоя отсыпки, м –	0,45
Ширина резания, м –	2,820
Габаритные размеры, мм –	11215×3245×3500
Колея, мм –	2370

#### 5.4. Грейдер-элеваторы

*Грейдер-элеватор* – землеройно-транспортная машина непрерывного действия, послойно вырезающая и транспортирующая грунт на расстояние до 10...15 м непосредственно к месту укладки или в транспортные средства. Грейдер-элеваторы используются для возведения насыпей высотой до 2,5 м из боковых резервов, разработки выемок и каналов преимущественно в равнинной местности. Грейдер-элеватор – высокопроизводительная специализированная машина, способная отсыпать 400...1600 м<sup>3</sup> грунта за 1 ч. Особенность этих машин в том, что их рабочий орган – дисковый нож, совок, струг – только вырезает грунт, а перемещает его ленточный конвейер, который подхватывает его с ножа.

По расположению конвейера грейдер-элеваторы делятся на машины *с поперечными, диагональными, поворотными конвейерами, с грунтometателями*. По типу тяговой машины различают грейдер-элеваторы, работающие в сцепе с гусеничным трактором (рис. 5.16, а), с колесным трактором и в агрегате с одноосным колесным тягачом.

Наибольшее распространение получили грейдер-элеваторы с конвейерным оборудованием.

Рабочий процесс грейдер-элеватора, т. е. вырезание борозды и перемещение грунта, осуществляется последовательными проходами машины по обрабатываемому участку с поворотами в конце участка. Рабочая длина участка рекомендуется не менее 500...700 м. Грунты I – III групп прочности грейдер-элеваторы разрабатывают без предварительного рыхления. При износе режущей кромки дисковый нож (рис. 5.16 б) может быть повернут на дискодержателе вокруг болта 11 и зафиксирован в нужном положении болтом и гребенчатой шайбой.



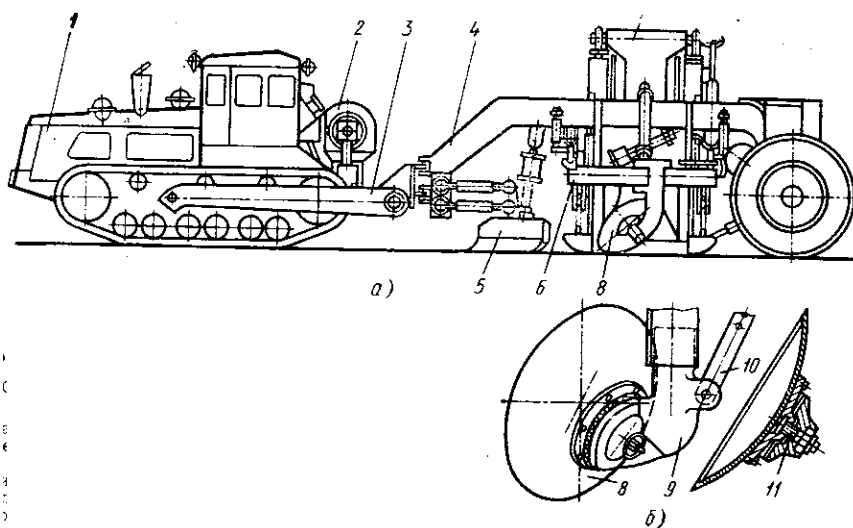


Рис. 5.16. Полуприцепной грейдер-элеватор:  
 а – общий вид; б – рабочий орган; 1 – тягач-трактор Т-180; 2 – генератор; 3 – траверса; 4 – рама; 5 – планировщик; 6 – плужная балка; 7 – ленточный конвейер; 8 – дисковый нож; 9 – дискодержатель; 10 – планка для установки угла резания; 11 – болт крепления диска и гребенчатой шайбы

### 5.5. Автогрейдеры, грейдеры и длиннобазовые планировщики

**Автогрейдер** – самоходная пневмоколесная землеройно-транспортная машина, предназначенная, главным образом, для профилирования и отделки земляного полотна и возведения насыпей высотой до 0,6 м из боковых резервов. Кроме того, он применяется для планировки насыпей, выемок и их откосов, формирования и очистки кюветов и каналов, перемешивания грунта или гравия с вяжущими материалами. Автогрейдеры широко используются при летнем содержании и ремонте грунтовых и гравийных дорог, а в зимнее время – для расчистки дорог от снега.

Рабочий орган автогрейдера – отвал с ножами – размещен внутри колесной базы машины между передней и задними осями (рис. 5.17). Такое размещение отвала в сочетании с балансирной подвеской задних колес существенно уменьшает вертикальные перемещения режущей кромки отвала при преодолении колесами неровностей по

сравнению с высотой самих неровностей, благодаря чему повышаются планирующие качества автогрейдера и уменьшается число необходимых проходов по одному месту.

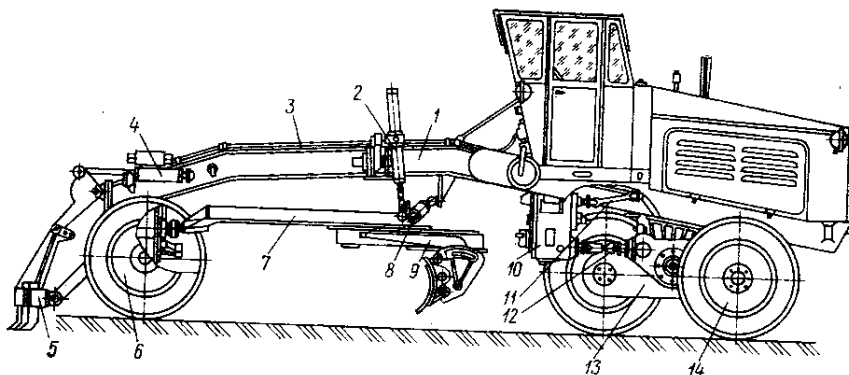


Рис. 5.17. Автогрейдер:

1 – основная рама; 2 – гидроцилиндры подъема и опускания отвала; 3 – карданная передача рулевого управления; 4 – гидроцилиндры подъема и опускания кирковщика; 5 – рыхлитель-кирковщик; 6 – передние колеса; 7 – тяговая рама; 8 – гидроцилиндр выноса тяговой рамы; 9 – поворотный круг с отвалом; 10 – коробка передач; 11 – верхний карданный вал; 12 – нижний карданный вал; 13 – балансиры; 14 – задние ведущие колеса

Кроме основного полноповоротного отвала автогрейдеры оснащаются дополнительным рабочим оборудованием – рыхлителем-кирковщиком или бульдозерным отвалом, навешиваемыми перед передними колесами. На них также может быть установлено различное сменное рабочее оборудование: откосник, снегоочиститель, дорожная фреза, грейдер-элеваторное оборудование.

С помощью гидравлического привода отвалу, имеющему универсальное крепление с основной рамой, можно придавать различные положения в пространстве (рис. 5.18): поворот в горизонтальной плоскости на угол захвата  $\alpha$ ; установку угла поперечного наклона  $\nu$  путем подъема и опускания одного конца отвала; выдвижение и вынос отвала в сторону относительно продольной оси машины. На средних и тяжелых машинах гидрофицирован также наклон отвала для изменения угла резания  $\beta$ .

Автогрейдеры классифицируются по массе машины и по типу колесной схемы: *легкие* – до 9 т, 55...65 кВт; *средние* – 9...13 т, 65...110 кВт; *тяжелые* – 13...19 т, 110...185 кВт; *сверхтяжелые* – св. 19 т, св. 185 кВт.

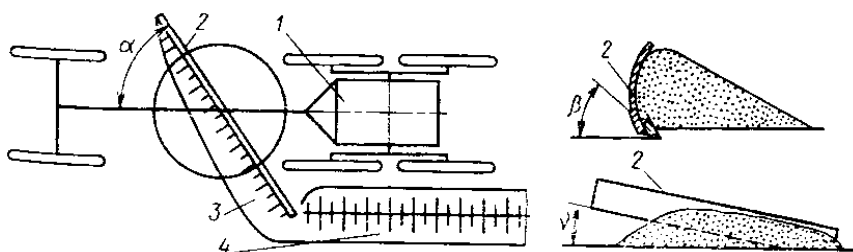


Рис. 5.18. Углы установки отвала автогрейдера:

$\alpha$  – захвата;  $\beta$  – резания;  $\nu$  – наклона (зарезания); 1 – автогрейдер; 2 – отвал; 3 – призма волочения; 4 – валик отсыпаемого грунта

Колесная схема автогрейдеров обозначается формулой  $A \times B \times B$ , где  $A$  – число осей (мостов) с управляемыми колесами;  $B$  – число ведущих осей;  $B$  – общее число осей. Наиболее распространенной является схема  $1 \times 2 \times 3$ , которая обеспечивает хорошие тягово-сцепные и планирующие свойства при достаточно простом устройстве управляемой оси.

Легкие автогрейдеры применяются для содержания и текущего ремонта дорог, средние – для ремонта и строительства дорог и других земляных работ в средних грунтовых условиях; тяжелые целесообразно применять при больших объемах дорожных работ, строительстве аэродромов, работе в тяжелых грунтах до III группы включительно.

Автогрейдеры различной мощности представлены на рис. 5.19.

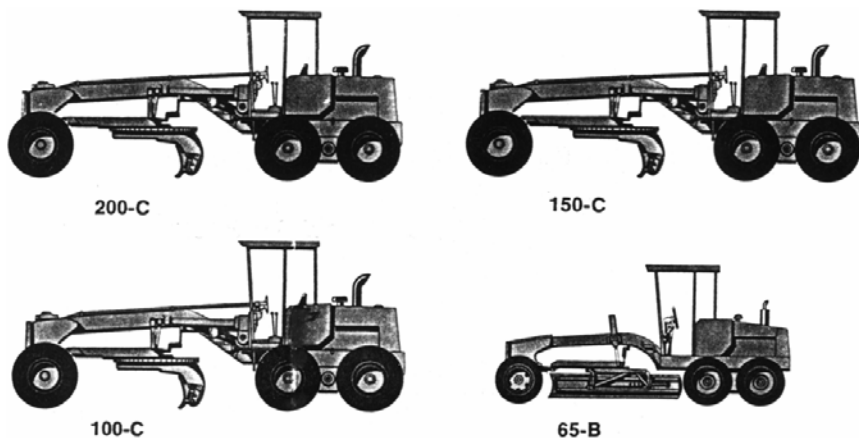


Рис. 5.19. Автогрейдеры различной мощности, кВт:  
200-С – 124; 150-С – 104; 100-С – 104; 65-В – 52

Технические характеристики некоторых типов автогрейдеров приведены в табл. 5.7.

Таблица 5.7

Технические характеристики автогрейдеров

Показатель	ДЗ-99А	ДЗ-143	ДЗ-122А	ДЗ-98А	ДЗ-140
Двигатель	А-41	А-01МС		У1Д6-250ТК-С4	ЯМЗ-240
Мощность, кВт	66,2	99,4		184	220
Размеры грейдерного отвала, мм:					
длина	3040	3740	3724	4250	4830
высота	500	620	620	720	800
Трансмиссия *	М или ГМ	М или ГМ	ГМ	М	ГМ
Наибольшая транспортная скорость, км/ч:					
вперед	35 (ГМ) 38,1 (М)	43 (ГМ) 36,2 (М)	43	40	40
назад	20 (ГМ) 16,4 (М)	25,2 (ГМ) 15,6 (М)	25,2	47	24
Рулевое управление	механическое с гидроусилителем	гидрообъемное		механическое с гидроусилителем	гидрообъемное, управляемые колеса и шарнирно-сочлененная рама
Рыхлительное (кирковочное) оборудование:					
ширина рыхления, мм	970	1300	1490	1265	1785
глубина рыхления, мм	150	250	250	250	250
число зубьев	5	3	4	5	5
Бульдозерный отвал:					
длина, мм	2235	2475	2480	–	2475
система автоматического управления отвалом	профиль 1	профиль 10	профиль 30	профиль 20	профиль 30
Габаритные размеры, мм:					
длина	8650	9760	9450	10300	11500
ширина	2300	2500	2500	2800	3220
высота	2985	3200	3250	3920	3955
Масса, кг	9500 (с бульдозером)	13500	14370	19500	26600

\* М – механическая трансмиссия, ГМ – гидромеханическая.

В настоящее время предприятия ЗАО «Стройдормаш» выпускают автогрейдеры: ГС-10.01 – класс 100, Д-243 (58,8 кВт), с шарнирно-сочлененной рамой, массой 8 т; ГС-14.02 – класс 140, Д-242 (58,8/ 110,4 кВт), с шарнирно-сочлененной рамой, массой 13,5 т; ДЗ-122Б – класс 180, А-01МС (99 кВт), масса – 13,5 т; А-120.1 – класс 180, ЯМЗ-236.М2 (132 кВт), масса – 15 т, с грейдерным и бульдозерным отвалами; ГС-1803 – класс 180, ЯМЗ-236.М2 (132 кВт), масса – 18 т; ДЗ-98 – класс 240, ЯМЗ-238 (173 кВт), масса – 19,5 т, с грейдерным и бульдозерным отвалами.

Технические характеристики автогрейдера ДЗ-122Б  
и его модификаций:

Двигатель –	Д442-25БИ, ЯМЗ-4/А-01М/ Cummins 6BTA5.9-c165
Мощность двигателя, л.с. –	152/ 150/ 135/ 165
Номинальная частота вращения коленчатого вала, об/мин –	1700/ 1700/ 1700/ 2200
Тип трансмиссии	мех./ гидромех.
Количество передач:	
вперед –	6/ 4
назад –	2/ 2
Максимальная скорость, км/ч:	
вперед –	43/ 38
назад –	25,2/ 14,0
Грейдерный отвал:	
Тип –	полноповоротный
Длина, мм –	3744
Высота (по хорде), мм –	632
Угол резания, град –	30 – 70
Угол срезаемого откоса, град	до 90
Боковой вынос отвала вправо/влево, мм	до 2410/ 1620
Бульдозерный отвал:	
длина, мм –	2527
высота (по хорде), мм –	860
заглубление, мм –	50
Кирковщик:	
ширина киркования, мм –	1318

глубина киркования, мм –	260
число зубьев –	3
Габаритные размеры:	
длина, мм –	9790
ширина, мм –	2500
высота (с проблесковым маяком), мм –	3550
Масса эксплуатационная, кг –	14600/ 14277
Рама:	
тип –	жесткая/ шарнирно-сочлененная
Угол складывания рамы	
в обе стороны, град –	до 30
Смещение колес переднего моста	
относительно заднего, мм –	2000

Рабочее оборудование автогрейдера ДЗ-122Б обладает высокими технологическими возможностями при дорожно-строительных работах и в коммунальном хозяйстве. Оно имеет характеристики, позволяющие устанавливать его на автогрейдерах среднего и полутяжелого класса. Это оборудование зарекомендовало себя с лучшей стороны при использовании на полутяжелых автогрейдерах ДЗ-198 мощностью 215 л.с. и массой 16 т.

Составными частями рабочего оборудования автогрейдера являются:

1) поворотный круг, изготовленный из цельной поковки, обладающий высокой прочностью и надежностью, что выгодно отличает его от сварной конструкции (у аналогов);

2) зубчатый венец сменного типа из поковки диаметром 1500 мм и высотой 50 мм, выполненный с модулем внутреннего зацепления  $m = 20$ , который при прочности стали 50, толщине зуба 50 мм, большом диаметре имеет хорошие рабочие характеристики прочности и долговечности;

3) высокомоментный червячный редуктор, в котором червяк выполнен из бронзы, с передаточным числом редуктора  $i = 38$ ;

4) подвеска основного рабочего оборудования, обеспечивающая выполнение любых дорожно-строительных операций, в т.ч. срезания откосов (до  $90^\circ$  в обе стороны) с максимальным использованием длины отвала при выносе его за колесо до 2400 мм и поворотом

отвала на  $360^\circ$  (ход поршней каждого из 3-х цилиндров подвески равен 1250 мм, а самого отвала – 1600 мм);

5) рама шарнирно-сочлененного типа с углом складывания до  $30^\circ$  в обе стороны, позволяющая достигнуть смещения переднего моста относительно заднего на 2000 мм, изготовленная из высокопрочной легированной стали, с шарнирным сочленением на 4-х роликоподшипниках, обеспечивающим легкость поворота рамы, высокую надежность и долговечность соединения.

6) передний мост, конструкция которого обеспечивает качание балки моста до  $30^\circ$  в обе стороны, наклон колес – до  $20^\circ$  влево или вправо, угол поворота колес – до  $45^\circ$  (в сочетании с максимально повернутой рамой, наклоном и поворотом колес автогрейдер ДЗ-122Б имеет радиус поворота до 6,8 м по наружному колесу);

7) задний мост, в конструкции которого в соединениях балансиров с корпусом центрального редуктора использованы оригинальные конические подшипники, благодаря которым разгружаются полуоси, что позволило повысить надежность и долговечность деталей мостов;

8) центральный редуктор, может исполняться с самоблокирующим дифференциалом;

9) кабина, создающая комфортные условия для работы оператора за счет оптимального микроклимата, обеспечиваемого кондиционером, отопителем, тепло- и звукоизоляцией, эргономикой рулевой колонки и рабочего кресла, интерьером и оптимальной обзорностью, максимальной остекленностью всех боковых проемов.

На рис. 5.20 представлен автогрейдер ДЗ-180А.

#### Технические характеристики автогрейдера ДЗ-180А:

Мощность двигателя, кВт (л.с.) –	99 (135)
Эксплуатационная масса с рыхлителем и бульдозерным отвалом, кг –	13552
Максимальная сила тяги, кН –	625
Рыхлитель –	заднего расположения для сопутствующего рыхления (стандартный вариант – трехстоечный, с возможностью установки двух дополнительных стоек)

Ширина полосы рыхления –	1300 мм
Глубина рыхления, не более –	250 мм
Дорожный просвет в поднятом положении (по концам зубьев), не более –	390 мм
Расстояние между стойками –	650 мм
Угол рыхления, град –	15
Максимальное вертикальное давление на зубья –	60 кН
Бульдозер –	с неповоротным отвалом, фронтального расположения на лобовой плите
Длина отвала –	2475 мм
Высота отвала –	340 мм
Толщина отвального листа –	14 мм
Угол резания (нерегулируемый) –	50 град
Режущие ножи, мм –	180 × 12
Опускание ниже опорной поверхности –	50 мм
Подъем над опорной поверхностью –	430 мм
Максимальное вертикальное давление на режущую кромку отвала –	30 кН
Заправочные емкости:	
топливный бак –	250 л
радиатор масляный –	40 л
Картер двигателя –	4,5 л
Картер центрального редуктора заднего моста –	30 л
Картеры тандемных колесных пар (каждый) –	22 л
Исполнительная гидросистема –	130 л

Конструктивные особенности тяжелого автогрейдера ДЗ-198 можно охарактеризовать следующим образом.

Автогрейдер комплектуется шестицилиндровым дизельным двигателем Cummins 6СТ 8.3-С215 с турбонаддувом, мощность которого при 2200 об/мин: полная – 160 кВт, на маховике – 156,5 кВт. По заказу возможна комплектация двигателем Д-260.4-18 мощностью 147 кВт при 2100 об/мин Минского моторного завода.



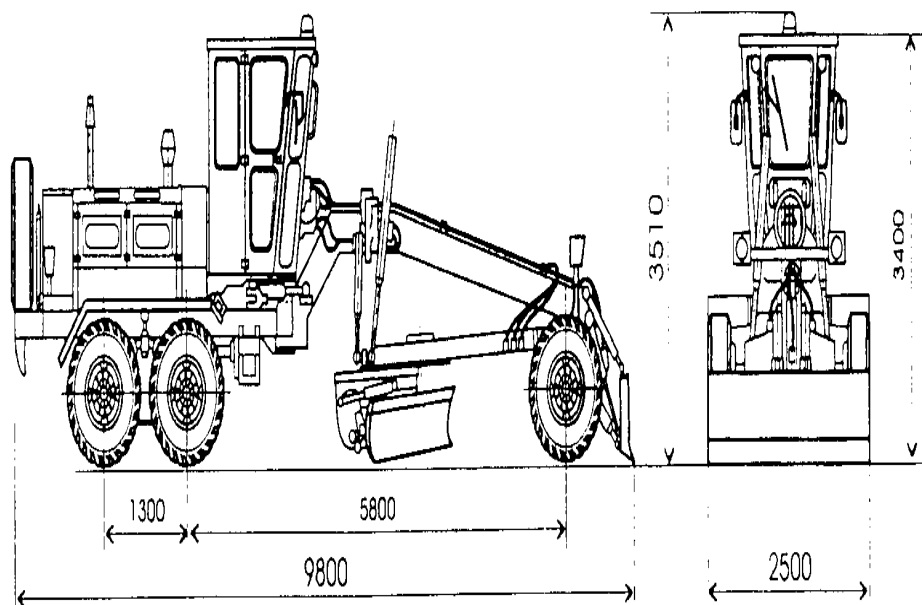


Рис. 5.20. Автогрейдер ДЗ-180А

Автогрейдер имеет гидродинамическую, переключаемую под нагрузкой трансмиссию; коробку передач 6WG-210 фирмы Zahnradfabrik (Германия) с автоматической блокировкой гидротрансформатора и с электрогидравлическим управлением электронным автоматом EST-37 посредством селектора диапазонов (контроллера) VTS-3. В тяжелых грунтовых условиях трансмиссия экономично работает в режиме трансформации момента на высоком КПД (88,2%), в легких условиях движения на высоких оборотах турбины гидротрансформатор работает по системе Trilok, т.е. при автоматической блокировке автоматом EST-37 переходит на режим гидромукты с высоким КПД и отсутствием гидравлических потерь в преобразователе.

Ведущий задний мост AP-G12 с самоблокирующимся дифференциалом NO-SPIN, цепными балансирами (шаг цепи 38,1 мм) и конечными планетарными передачами RP-765 в ступицах колес обеспечивает автогрейдеру высокую тягу в тяжелых грунтовых условиях.

Автогрейдер с мощной тяговой рамой и регулируемой базой положения отвала обеспечивает силу тяги 90 кН (при  $\varphi_{\text{сц}} = 0,8$ ) и максимальное вертикальное усилие на кромке ножа 93,62 кН с обеспечением высокой устойчивости передних колес.

Кабина со встроенной системой защиты оператора при опрокидывании (ROPS) и от падающих предметов (FOPS) существенно повышает безопасность труда оператора. Обзорность, уровень шума и другие эргономические показатели на рабочем месте оператора отвечают современным требованиям.

Управление рабочим грейдерным оборудованием и бульдозерным отвалом осуществляется рукоятками ручных гидрораспределителей; управление остальными функциями автогрейдера – электрогидравлическое, кнопочное.

#### Технические характеристики автогрейдера ДЗ-198:

Мощность дизельного двигателя 6СТ-8.3-215, кВт –	60
Скорости, км /ч: вперед –	4,77; 7,35; 11,78; 18,12; 31,55; 43,35
назад –	5; 12,43; 29,72

Минимальный дорожный просвет под задним мостом, мм –	500
Отвал (стандартный):	
длина × высота × толщина, мм –	3660 × 630 × 20
Режущая кромка –	ножи размером 180 × 19 мм
Боковой сдвиг отвала относительно тяговой рамы вправо/влево, мм –	750/800
Боковой вынос вправо/влево, мм –	2100
Угол установки отвала для зачистки откосов и косогуров (относительно горизонтали), справа/слева, град –	до 90
Габаритные размеры (без дополнительного оборудования), мм:	
длина –	8430
ширина –	2630
высота (с маячком) –	3504
длина (с рыхлителем и бульдозерным отвалом) в транспортном положении –	10820
Масса конструктивная (с бульдозерным отвалом и рыхлителем), т –	16

Шарнирно сочлененная рама шасси с углом поворота в плане  $\pm 26^\circ$  обеспечивает эффективное выполнение землеройных работ бульдозерным и грейдерным отвалами с большой шириной захвата материала.

Передняя несущая рама – сварная, с соединением элементов главной балки в тавр. Ширина и толщина верхней и нижней полос –  $300 \times 20$  мм, высота и толщина боковых полос –  $260 \times 12$  мм. Линейная масса балки – 142 – 181 кг/м. Задняя несущая рама – сварная с двумя продольными коробчатыми балками переменного сечения.

Передний мост представляет собой жесткую, качающуюся на центральном опорном шарнире стальную балку арочного типа. Дорожный просвет – 690 мм. Угловой диапазон качания моста  $\pm 15^\circ$ . Угол наклона передних колес  $\pm 18^\circ$ . Максимальный угол поворота передних колес  $48^\circ$ .

Типоразмер шин – 16.00 – 24 12 PR для передних и задних колес; протекторы имеют рисунок повышенной проходимости.

Рабочие многодисковые, размещенные в масляной ванне, нормально разомкнутые тормоза встроены в планетарные редукторы конечных передач привода колес с двухконтурной системой гидропривода.

Стояночный дисковый тормоз на выходном валу коробки передач приводится в действие рычагом, расположенным в кабине, предназначен для удержания машины на уклонах до 16 %, может использоваться для аварийной остановки машины при полном отказе рабочих и вспомогательного тормозов.

Автогрейдер имеет вспомогательный страховочный тормоз на случай выхода из строя рабочих тормозов – гидроаккумуляторы в индивидуальных контурах на каждую тандемную пару. При отказе одного из контуров гарантируется сохранение не менее половины штатной эффективности торможения; запас жидкости в аккумуляторах гарантирует эффективное пятикратное торможение автогрейдера в аварийной ситуации.

Тяговая рама имеет А-образную рамную конструкцию из высокопрочной полосы размерами 30 × 150 мм с четырьмя разнесенными опорными плитами поворотного круга, регулируемые по горизонтали и вертикали. Сменные прокладки между кругом и тяговой рамой, а также между опорными плитами и кругом удлиняют эксплуатационный ресурс узла.

Поворотный круг представляет собой сварную пространственную конструкцию с ободом и кольцом, к которому на болтах крепится зубчатый венец внутреннего зацепления. Съёмная конструкция зубчатого венца позволяет изменять его положение для более полного использования зубьев по мере их износа в основной рабочей зоне. Привод червячного редуктора разворота круга на угол 360° – гидравлический. Боковой сдвиг поворотного круга относительно продольной оси машины вправо/влево – 600 мм.

Рулевое управление состоит из поворотной (имеющей три положения) рулевой колонки в кабине с установкой гидростатического руля с двухцилиндровой системой управления поворотом передних колес (угол поворота колес в каждую сторону – 48°). Радиус разворота по внешнему краю колеи передних колес со сложенной рамой – не более 8 м.

Управление исполнительными операциями независимо от количества задействованных функций – полностью гидравлическое. За-

порные клапаны в гидрораспределителе служат для фиксированной установки положения рабочих органов.

Одноместная, теплошумоизолированная кабина оператора с закрытыми дверями и окнами соответствует требованиям предельно допустимых уровней шума и вибрации, которым может подвергаться оператор во время работы. Она оборудована отопителем-вентилятором, омывателем переднего стекла, стеклоочистителями, зеркалами заднего вида, входящими в стандартное оборудование всех модификаций машин. По заказу предусмотрена установка кондиционера.

Базовая эксплуатационная масса машины в снаряженном состоянии – с полными топливным и гидравлическим баками, стандартной кабиной с защитной конструкцией ROPS, включая массу оператора, – составляет 14780 кг. Нагрузка на передний мост – 4540 кг, на мост задних колес – 10240 кг.

Масса машины, дооборудованной рыхлителем задней навески и передним бульдозерным отвалом, составляет 16600 кг. Нагрузка на передний мост – 5360, на мост задних колес – 11240 кг.

Автогрейдер имеет дополнительное оборудование (на заказ):

1) рыхлитель задней навески для сопутствующего рыхления (стандартный вариант – трехстоечный); масса – 985 кг; ширина полосы рыхления – 1500 мм; глубина рыхления – не более 300 мм; расстояние между стойками – 730 мм; максимальное вертикальное усилие на зубья – 70 кН;

2) рыхлитель (скарификатор) передней навески (стандартный вариант – одиннадцатистоечный); ширина полосы рыхления – 1340 мм; глубина рыхления – не более 290 мм; масса – 1122 кг;

3) бульдозерный неповоротный отвал фронтального расположения на лобовой плите; масса – 800 кг; длина отвала – 2470; высота – 840 мм; угол резания (нерегулируемый) – 50°; опускание ниже опорной поверхности – 100 мм; подъем над опорной поверхностью – 770 мм; максимальное вертикальное усилие на режущую кромку отвала – 30 кН;

4) бульдозерный поворотный отвал; масса – 1240 кг; длина отвала – 3000 мм; высота (с козырьком) – 925 мм; угол поворота в плане (вправо/ влево) – 30°.

Автогрейдеры могут оснащаться системами автоматики «Профиль-10» и «Профиль-20», которые обеспечивают стабилизацию положения отвала в поперечной плоскости и управление отвалом по

высоте (последнее выполняет только «Профиль-20») относительно копира с помощью бесконтактных датчиков угла и перемещения. На профилировочных и планировочных работах эти системы улучшают качество и точность выполнения работы, повышают производительность, снижают утомляемость машиниста.

**Грейдер** – это землеройно-транспортная машина, предназначенная для профилирования и планировки поверхности земляного полотна дорог, разравнивания и перемещения грунта, гравия или щебня по полотну при постройке или ремонте грунтовых дорог, устройства кюветов, боковых канав и выемок, планировки площадей и откосов земляного полотна, очистки дорог от снега.

Грейдер представляет собой агрегат, состоящий из грейдерного оборудования и базовой машины. Грейдерное оборудование включает в себя основное рабочее оборудование – отвал.

Базовая машина обеспечивает движение агрегата и создает необходимую для работы грейдера силу тяги, а также приводит в действие рабочее оборудование. В качестве базовых машин используют гусеничные и колесные тракторы.

В зависимости от типа агрегатирования грейдерного оборудования с базовым трактором грейдеры делятся на прицепные и полуприцепные. К **прицепным грейдерам** (по аналогии со скреперами) относятся машины, буксируемые гусеничными или колесными тракторами. У таких грейдеров вся масса и нагрузки воспринимаются собственными передними и задними колесами.

**Полуприцепные грейдеры** часть нагрузок передают на трактор. Они имеют улучшенную проходимость и маневренность по сравнению с прицепными, меньшую массу.

По типу управления рабочим оборудованием различают грейдеры с **механическим** и с **гидравлическим приводом**.

Конструктивная схема прицепного грейдера рассмотрена на примере грейдера легкого типа (рис. 5.21).

Грейдерное оборудование включает в себя основную раму 1, переднюю ось 2 с дышлом и колесами, рабочее оборудование, состоящее из тяговой рамы 3 и отвала 4, механизм управления рабочим оборудованием 5, заднюю ось 6 с колесами, рабочую площадку 7 с сиденьем для машиниста, механизм наклона задних колес 8. Привод рабочего оборудования грейдера – механический и является довольно сложным устройством, в которое входят редукторы, со-

единительные валы и рычаги. Механизм 9 поднимает или опускает левый или правый край отвала, механизм 10 осуществляет боковой вынос отвала, механизм 11 поворачивает его в плане.

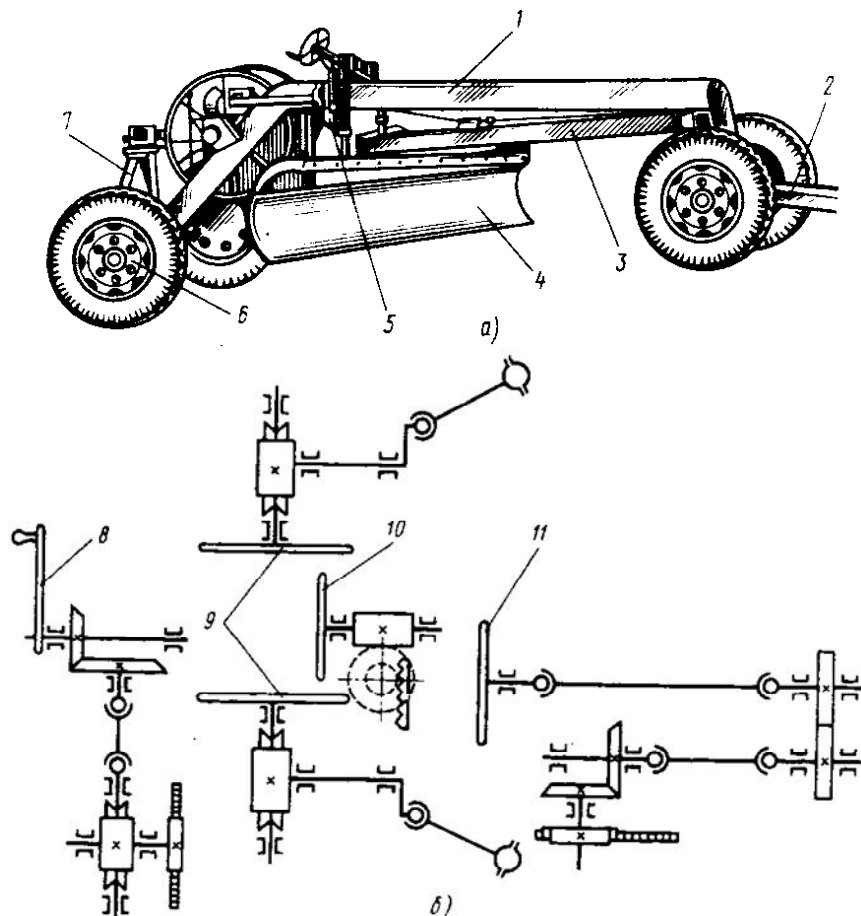


Рис. 5.21. Прицепной грейдер без базового трактора (а) и кинематическая схема механизма управления (б):  
 1, 3 – рамы; 2, 6 – оси; 4 – отвал; 5 – механизм управления рабочим оборудованием;  
 7 – рабочая площадка машиниста; 8 – механизм наклона задних колес; 9 – механизм подъема-опускания отвала; 10 – механизм бокового выноса отвала;  
 11 – механизм поворота отвала

Подъем и опускание отвала необходимы для установки его в рабочее или транспортное положение. Подъемом одного края отвала

образуется угол наклона, требуемый для зарезания противоположного края в грунт или срезания откосов. Боковой вынос отвала используется при профилировании боковых канав. Отвал в этом случае выносится за пределы основной рамы. Поворот отвала в плане позволяет устанавливать его под определенным углом к направлению движения грейдера в зависимости от выполняемой работы.

Механизм 8 дает возможность наклонять задние колеса, что позволяет повышать устойчивость грейдера при работе на поперечном уклоне. У грейдера тяжелого типа предусмотрен также наклон передних колес.

Существенным недостатком прицепных грейдеров с механическим приводом, кроме отмеченной сложности конструкции, является необходимость в машинисте, работающем непосредственно на грейдере, кроме машиниста базового трактора.

Полуприцепные грейдеры (рис. 5.22) оборудованы гидравлическим приводом.

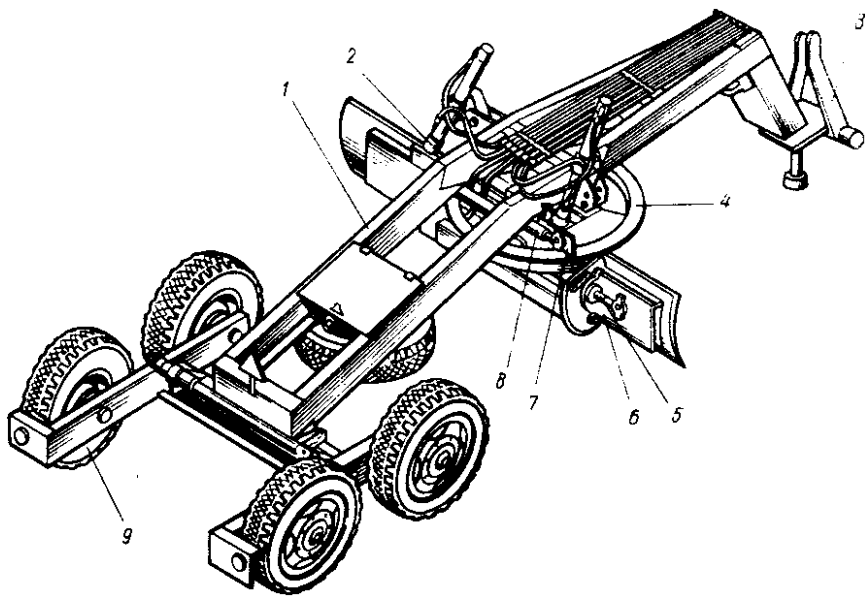


Рис. 5.22. Полуприцепной грейдер без базового трактора:  
1, 7 – рамы; 2, 5, 8 – гидроцилиндры; 3 – прицепное устройство;  
4 – поворотный круг; 6 – отвал; 9 – задняя ось



Пульт управления размещен в кабине трактора. Гидроцилиндрами 2, 5, 8 осуществляется подъем-опускание отвала 6, боковой вынос отвала и тяговой рамы 7. Отвал поворачивают в плане с помощью поворотного круга 4 от редуктора, управляемого вручную. Дополнительным оборудованием является задняя ось 9 в виде балансирующей двухосной тележки. В обычной поставке на грейдере установлена задняя ось из двух колес.

Рабочий режим грейдера (рис. 5.23) заключается в срезании и перемещении грунта.

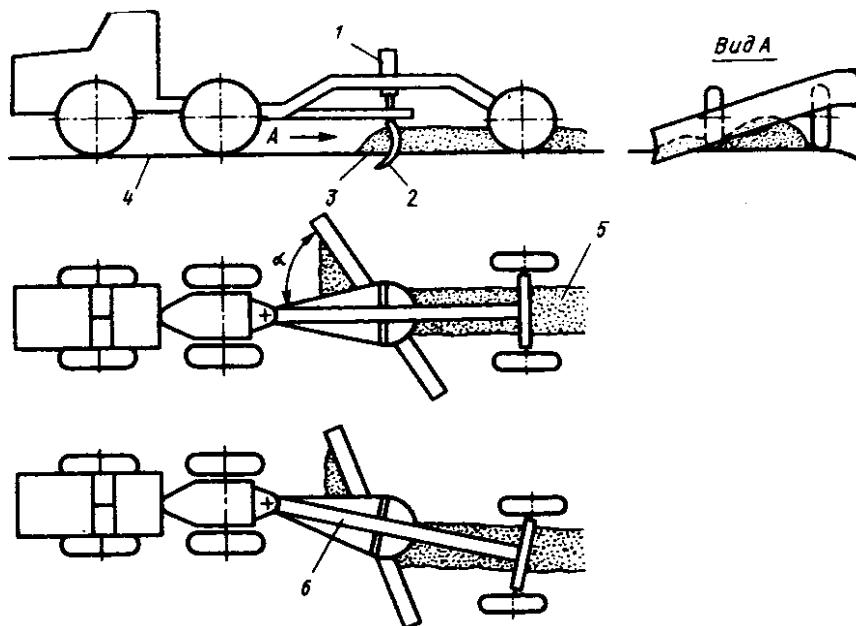


Рис. 5.23. Схема работы грейдера:

- 1 – гидроцилиндр подъема-опускания отвала; 2 – отвал; 3 – призма грунта;  
4 – грунтовая поверхность; 5 – валик грунта; 6 – положение грейдера при работе со смещением

При прямолинейном движении грейдера край отвала 2 гидроцилиндром 1 заглубляется ниже грунтовой поверхности 4 и срезает пласт грунта, который скапливается в виде призмы 3 перед отвалом, повернутым под углом  $\alpha$ , перемещается по отвалу и сходит с него в виде валика 5. Призма 3 все время пополняется за счет постоянно-

го срезания грунта отвалом при движении грейдера, образуя непрерывный валик 5. В процессе движения грейдера в зависимости от рельефа грунтовой поверхности машинист, управляя гидроцилиндром 1, может изменять положение отвала по высоте, добиваясь необходимой ровности срезаемого грунта. Таким образом, срезая грунт и перемещая его к оси дороги, можно, например, образовать требуемый профиль дорожной поверхности.

На грейдерах предусмотрена возможность поворота задней оси под углом к продольной оси машины в плане. Это позволяет смещать грейдер относительно трактора.

В табл. 5.8 приведены технические характеристики грейдеров.

Т а б л и ц а 5.8

### Технические характеристики грейдеров

Параметры	Индекс грейдера	
	СД-105А	ДЗ-168
Базовый трактор	Т-150К, К-701, ДТ-75	Т-150К
Допускаемая сила тяги, кН	10	30...40
Тип управления рабочим оборудованием	гидравлический	
Размеры отвала, мм:		
длина (без удлинителя)	3660	3740
высота	640	620
Максимальный боковой вынос отвала, мм	700	800
Дорожный просвет, мм	300	350
Заглубление отвала, мм	300	250
Углы установки отвала, град:		
резания	28...70	30...70
захвата (поворота в плане)	360	360
наклона для срезания откосов	70	
Габаритные размеры без трактора, мм:		
длина	6030	6200
ширина	2400	2500
высота	2400	2200
Масса грейдера без трактора, кг	3700	3350

При профилировании дороги автогрейдер (грейдер) последовательно режет грунт из кювета, перемещает его к оси дороги проходами, параллельными этой оси, планирует и отделяет профиль.

Производительность автогрейдера (в м<sup>3</sup>/ч) на профилировании земляного полотна можно выразить через площадь поперечного сечения  $F$  (в м<sup>2</sup>) грунта и длину рабочего участка  $L$  (в м) (линейные работы, как правило, производятся отдельными участками длиной 400...500 м):

$$П = 60 LF / T_{ц} .$$

Время цикла (в мин), необходимое для профилирования участка длиной  $L$ ,

$$T_{ц} = 2L \left( \frac{n_1}{v_1} + \frac{n_2}{v_2} + \dots + \frac{n_i}{v_i} \right) + 2nt_{пов} ,$$

где  $n_1, n_2, \dots, n_i$  – число проходов, выполняемых соответственно при зарезании, перемещении и отделке;

$v_1, v_2, \dots, v_i$  – скорости соответственно при зарезании, перемещении и отделке, м/мин;

$t_{пов}$  – время вспомогательных операций, мин, необходимое для поворота автогрейдера или его отвала на 90° (1...2,5 мин) на концах рабочего участка.

Зарезание грунта производят на скорости 3...4 км/ч, перемещение – 3...6 км/ч, отделку – 3...4 км/ч.

**Длиннобазовый планировщик** (рис. 5.24) предназначен для планировочных работ при тщательной отделке грунтовых поверхностей площадок.

Длиннобазовые планировщики по сравнению с автогрейдерами создают одинаково ровную планируемую поверхность за в 2...3 раза меньшее число проходов благодаря тому, что в длиннобазовых планировщиках длина колесной базы машины достигает 12...15 м, что значительно улучшает качество планировки.

Как видно из схемы, приведенной на рис. 5.24 б, высота подъема отвала  $h_{отв}$  при наезде переднего колеса на неровность высотой  $h_{нер}$

$$h_{отв} = h_{нер} l / L ,$$

где  $L$  – длина колесной базы;

$l$  – расстояние установки отвала от задней оси.

Из этого соотношения следует, что сглаживание неровностей тем лучше, чем ближе к задней оси расположен отвал.

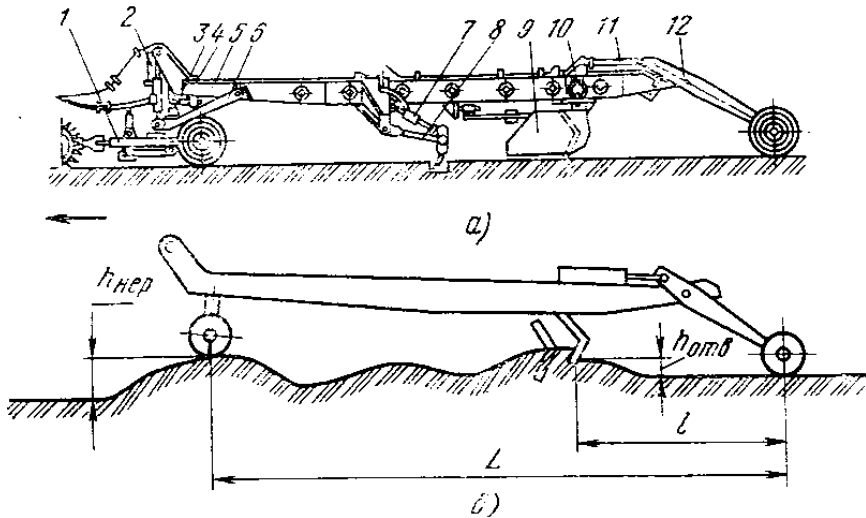


Рис. 5.24. Длиннобазовый прицепной планировщик:

- а – общий вид; б – схема срезания неровностей; 1 – дышло; 2 – рейка-указатель; 3 – опора; 4 – фиксатор; 5 – рама; 6 – тяга; 7 – гидроцилиндр подъема и опускания рыхлителя; 8 – рыхлитель; 9 – ковш-отвал; 10 – подвесное устройство ковша-отвала; 11 – гидроцилиндр подъема и опускания задних колес; 12 – рама задних колес

Серийно выпускаемый прицепной планировщик ДЗ-65 (см. рис. 5.24 а) с базой длиной 12 м состоит из рамы 5, ковша-отвала 9, передних и задних пневматических колес и механизмов управления планировщиком. Основным рабочим органом является бездонный ковш-отвал 9, образуемый двумя боковыми стенками и задней стенкой, выполненной в форме отвала с выступающим в нижней части режущим ножом. Ковш шарнирно подвешен к раме планировщика с возможностью ограниченного поворота в поперечной плоскости. Рыхлитель является дополнительным рабочим оборудованием, заглубляемым с помощью отдельного гидроцилиндра. Гидравлический привод планировщика присоединен к гидросистеме трактора. При транспортировании рама поднимается вместе с рабочими орга-

нами и образует необходимый дорожный просвет под ковшом и рыхлителем. Рабочая скорость планировщика – 2,5...4,5 км/ч, транспортная – до 25 км/ч.

Производительность длиннобазовых планировщиков можно рассчитать по той же формуле, что и производительность бульдозеров при проведении планировочных работ.

## 5.6. Экскаваторы

### 5.6.1. Одноковшовые экскаваторы

*Экскаваторы* – это самоходные землеройные машины с ковшовым рабочим оборудованием, предназначенные для разработки грунтов и горных пород с перемещением их на сравнительно небольшие расстояния в отвал или в транспортные средства.

По характеру рабочих процессов различают *экскаваторы циклического* и *непрерывного действия*. К экскаваторам циклического действия относятся одноковшовые экскаваторы, которые выполняют 35 % объема земляных работ в строительстве, а во всем народном хозяйстве – около 70%.

Одноковшовые экскаваторы бывают универсальные, полуниверсальные и специальные (карьерные, вскрышные, тоннельные и др.). *Универсальными* условно называют экскаваторы, работающие со сменным рабочим оборудованием более трех видов, *полууниверсальными* – двух-трех видов, *специальными* – с оборудованием одного вида. В дорожном строительстве наибольшее применение находят универсальные одноковшовые экскаваторы на пневмокольном и гусеничном ходу с ковшом вместимостью 0,65...2,5 м<sup>3</sup>.

К новейшим типам экскаваторов можно отнести:

ЭО-2621В-3 – трактор – ЛТЗ-60; мощность двигателя – 44 кВт; бульдозерный отвал; экскавационный ковш – вместимостью 0,28 м<sup>3</sup>;

ЭО-2621В-3 – трактор – МТЗ-82; мощность двигателя – 57 кВт; бульдозерный отвал; экскавационный ковш – вместимостью 0,28 м<sup>3</sup>;

ЭО-2626/ ЭО-2626А – трактор МТЗ-82; экскавационный ковш – вместимостью 0,28 м<sup>3</sup>; ковш погрузчика – вместимостью 0,7 м<sup>3</sup>; смещаемая ось копания;

ЭО-4112А-1 – на гусеничном ходу; вместимость ковша прямой лопаты – 0,75 м<sup>3</sup>; драглайн – 0,8 м<sup>3</sup> со стрелой 13,7 м; грейфер – 1,5 м<sup>3</sup>;

ЭО-4225А-07 – на гусеничном ходу; вместимость ковша – 0,6...1,42 м<sup>3</sup>;

ЭО-5119 – на гусеничном ходу; вместимость ковша прямой лопаты – 1,8 м<sup>3</sup>; драглайн – 1,5 м<sup>3</sup> со стрелой 12,5 м;

ЭО-5225-06/ ЭО-5225-10 – на гусеничном ходу; вместимость ковша обратной лопаты – 1,85 м<sup>3</sup>; прямой лопаты – 2,5 м<sup>3</sup>; гидрооборудование – ПСМ/ Bosch-Rexroth;

ВЭКС-30L – на гусеничном ходу; вместимость ковша обратной лопаты – 1,25 м<sup>3</sup>; прямой лопаты – 2 м<sup>3</sup>; гидрооборудование – Bosch-Rexroth;

навесное оборудование – для экскаватора ЭТЦ-1609 для разработки талых грунтов; ширина траншеи – 0,2 – 0,4 м; глубина – до 1,6 м;

навесное оборудование – для экскаватора ЭТЦ-1609БД для нарезки щелей; ширина щели – 0,14 м; глубина – до 1,4 м;

ЭТР-223А (навеска) – на базе трактора Т-170; траншейный роторный; ширина траншеи – 1,5 м; глубина – 2,5 м;

ЕК-12 – на пневмоколесном ходу с отвалом; вместимость ковша – 0,65 м<sup>3</sup>; масса – 12,5 т; двигатель – Д-243 мощностью до 59,5 кВт;

ЕК-14 – на пневмоколесном ходу с отвалом; вместимость ковша – 0,8 м<sup>3</sup>; масса – 13,4 т; двигатель – Д-245 мощностью 77,2 кВт;

ЕК-18 – на пневмоколесном ходу с отвалом; вместимость ковша – 1 м<sup>3</sup>; масса – 18 т; двигатель – Д-245 мощностью 77,2 кВт;

ЕТ-14 – на гусеничном ходу; вместимость ковша – 0,8 м<sup>3</sup>; масса – 14,8 т; двигатель – Д-243(Л)/ Д-105 мощностью 60 кВт;

ЕТ-18 – на гусеничном ходу; вместимость ковша – 1 м<sup>3</sup>; масса – 18,5 т; двигатель – Д-245 (Д-105) мощностью 77,2 кВт;

ЕТ-25 – на гусеничном ходу; вместимость ковша – 1,4 м<sup>3</sup>; масса – 27 т; двигатель – Д-260.1 (ЯМЗ-236) мощностью 132,3 кВт.

Технические характеристики одноковшовых экскаваторов приведены в табл. 5.9.

## Технические характеристики одноковшовых экскаваторов

Показатель	Гидравлические экскаваторы		Канатные экскаваторы				
	Амкодор 702 (ТО-49)	ЭО-3323	ЭО-3122	ЭО-3221	ЭО-4321 В	ЭО-4124	ЭО-4125
Эксплуатационная масса с оборудованием обратная лопата, т	6300	14,0	14,3	14,0	19,5	25,0	25,6
Вместимость основного ковша обратной лопаты, м <sup>3</sup>	0,28	0,63			0,8	1,0	
Вместимость сменных ковшей, м <sup>3</sup>		0,25...1,2		0,25...0,8	0,5...1,25	0,3...2,0	
Марка двигателя	Д-240	Д-240, Д-240Л			СМД-17Н	А-01М, А-01МС	
Мощность двигателя, кВт	57,4 (78)	55,0			73,6	95,6	
Скорость передвижения, км/ч, не более	18	19,4	3,0		20,0	2,5	
Частота вращения поворотной платформы, мин, не более		7,4		8,75	11,5	5,6	6,0
Наибольший угол подъема, град	13	–	22				
Управление основными механизмами	гидравлическое						
Размеры гусеничного хода, мм:							
длина			3650	4500		3870	
полная ширина			2650	3300		2950	
ширина гусеничной ленты			500 (600)	1000		600	
база			2850	3700		2350	3000
Пневмоколесный ход:							
база В, мм	2450	2600			2800		
полная ширина М, мм	2500	2500			2774		

Окончание табл. 5.9

Показатель	Гидравлические экскаваторы		Канатные экскаваторы			
	ЭО-5124 (ЭО-5124-2)	ЭО-6123 (ЭО-6123-1)	ЭО-3311Е	ЭО-3211Е	ЭО4112 ЭО-4112Г	ЭО-5111Б
Эксплуатационная масса с оборудованием обратная лопата, т	39,0 (38,0)	67,5 (61,2)	12,4	12,7	24,5 (22,3)	32,0
Вместимость основного ковша обратной лопаты, м <sup>3</sup>	1,6	2,5	0,4		0,65	1,0
Вместимость сменных ковшей, м <sup>3</sup>	1,0...3,0	1,6...5,0	0,4		0,8	1,0
Марка двигателя	ЯМЗ-238Г	4А280S6V3	Д-65ЛС		Д-160	Д-160Б-6
Мощность двигателя, кВт	125	75 × 2	36,8		60	103
Скорость передвижения, км/ч, не более	2,2	1,5	16,9	2,92	4,3 (3,7)	2,0
Частота вращения поворотной платформы, мин, не более	5,5	4,9	6,91	6,26	5,89	7,15
Наибольший угол подъема, град	20	20	22			20
Управление основными механизмами	гидравлическое		пневматическое			
Размеры гусеничного хода, мм:						
длина	4130	5010		4330	3820 (3650)	3980
полная ширина	3140	3900		3140	2960 (2940)	3000
ширина гусеничной ленты	630	700		840	600 (580)	600
база	3180	3890		3580		
Пневмоколесный ход:						
база В, мм			2800			
полная ширина М, мм			2790			



Рабочее оборудование экскаватора состоит из ковша, рукояти и стрелы. Оно смонтировано вместе с силовой установкой, приводными механизмами и кабиной машиниста на поворотной платформе, которая с помощью опорно-поворотного устройства опирается на ходовую часть.

Экскаватор имеет следующие механизмы:

- 1) подъема ковша;
- 2) напорный для выдвижения рукояти с ковшом относительно стрелы;
- 3) стрелоподъемный для изменения наклона стрелы;
- 4) поворотный для поворота рабочего оборудования вместе с платформой;
- 5) механизм передвижения.

Механизмы приводятся в действие от одной силовой установки (одномоторный привод) в экскаваторах с ковшом вместимостью до  $2,5 \text{ м}^3$  или от индивидуальных двигателей (многомоторный привод) в экскаваторах с ковшом вместимостью  $2 \dots 10 \text{ м}^3$  и более. Применяются дизельные, электрические, дизель-электрические и дизель-гидравлические силовые установки; механический, электрический и гидравлический приводы. Для строительных экскаваторов на ближайшее время наиболее перспективными являются дизель-гидравлические силовые установки и гидравлический привод.

По ходовому оборудованию экскаваторы разделяются на *гусеничные* (вместимость ковша –  $0,4 \dots 16 \text{ м}^3$ ) (рис. 5.25), *пневмоколесные* ( $0,4 \dots 0,65 \text{ м}^3$ ) (рис. 5.26), *на шасси автомобилей* (рис. 5.27) и *тракторов* ( $0,15 \dots 0,4 \text{ м}^3$ ). *Шагающий ход* применяют на экскаваторах с ковшами большой вместимости (до  $100 \text{ м}^3$ ).

Экскаватор одноковшовый МТП-72 на гусеничном резинометаллическом ходу с объемным гидроприводом всех механизмов предназначен для производства земляных работ в грунтах I...IV категорий. Рабочим оборудованием экскаватора является обратная лопата со сменными ковшами вместимостью  $1,25 \text{ м}^3$  для грунтов I...II категорий;  $1 \text{ м}^3$  – для грунтов I...III категорий;  $0,65 \text{ м}^3$  – для грунтов I...IV категорий. Экскаватор оборудован системой предпускового подогрева двигателя (путем разогрева масла в картере). Кабина оператора – цельносварная, установлена на амортизаторах и снабжена теплозвукоизолирующей внутренней облицовкой.

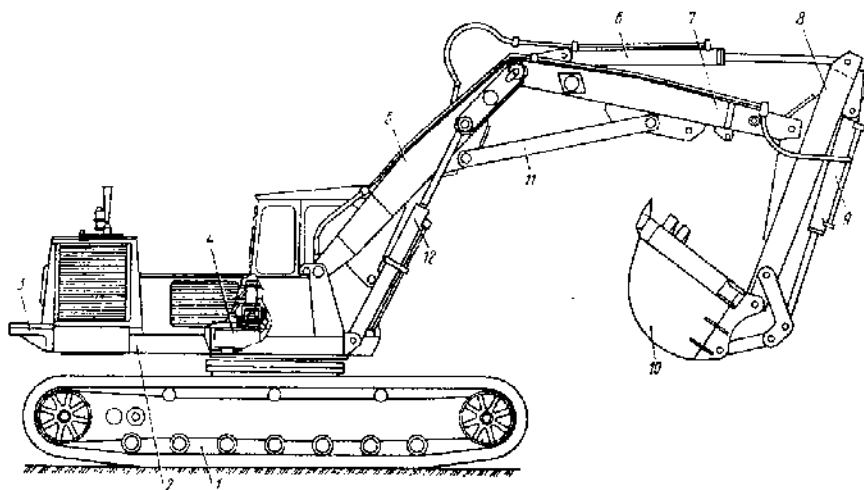


Рис. 5.25. Эскаватор МТП-71:

1 – уширенно-удлинненный ход; 2 – поворотная платформа; 3 – противовес; 4 – механизм поворота; 5 – основная стрела; 6 – гидроцилиндр рукояти; 7 – промежуточная стрела; 8 – рукоять; 9 – гидроцилиндр ковша; 10 – ковш обратной лопаты; 11 – тяга; 12 – гидроцилиндр подъема и опускания стрелы

#### Технические характеристики экскаваторов МТП-71, МТП-72:

	МТП-71	МТП-72
Мощность двигателя, кВт –	95	95,6
Частота вращения поворотной платформы, с <sup>-1</sup> –	0,1	0,1
Скорость передвижения, км/ч –	1,72	1,70
Давление в гидросистеме, МПа –	25	25
Давление на грунт, МПа –	0,018	0,023
Вместимость ковша, м <sup>3</sup> : обратной лопаты – грейфера:	1,0	0,65; 1,0; 1,25
для торфа –	2,8	–
для пней –	3,0	–
Грузоподъемность грейфера-захвата для погрузки деревьев, кг –	3000	–
Ширина рыхлителя-корчевателя, м –	1,72	–
Наибольшая глубина копания, м –	5,8	5,35

Наибольшая высота выгрузки, м –	5,53	5,0
Продолжительность рабочего цикла при повороте на 90°, с –	22	21
Габаритные размеры в транспортном положении, м –	11×3,9×5,5	11,9×3,9×4,0
Конструктивная масса, кг –	22700	25900

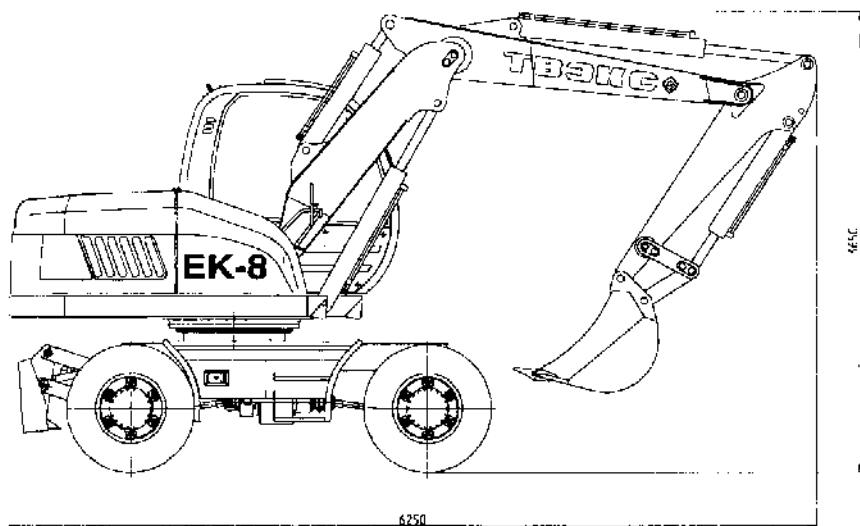


Рис. 5.26. Пневмоколенный гидравлический экскаватор ЕК-8 производства ОАО «Тверской экскаватор»

#### Технические характеристики экскаватора ЕК-8:

Масса, т –	8,8
Емкость ковша (по SAE), м <sup>3</sup> –	0,32
Кинематическая глубина копания, м –	4,0
Радиус копания, м –	7,0
Высота выгрузки, м –	5,9
Радиус поворота платформы, мм –	1750
Мощность двигателя Д145Т, кВт –	58
Давление в гидросистеме, МПа –	32
Скорость передвижения, км/ч –	20

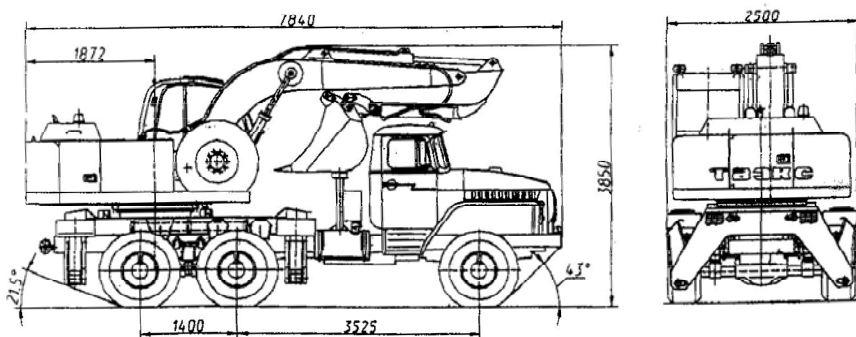


Рис. 5.27. Экскаватор на шасси автомобиля «Урал» производства ОАО «Тверской экскаватор»

Технические характеристики экскаватора:

Масса, т –	16,5
Емкость ковша, м <sup>3</sup> –	0,65
Длина, мм –	7840
Ширина, мм –	2500
Высота, мм –	3850
Время цикла, с –	15
Давление в гидросистеме, МПа –	32
Транспортная скорость, км/ч –	65

По типу поворотного устройства различают **полноповоротные экскаваторы**, у которых платформа с рабочим оборудованием может поворачиваться на 360°, и **неполноповоротные** с ограниченным углом поворота платформы или колонки с рабочим оборудованием – 180...270°. Неполноповоротные экскаваторы, как правило, выпускают на базе тракторов и автомобилей.

В зависимости от вида выполняемых работ экскаваторы могут иметь следующее рабочее оборудование:

- 1) прямую лопату;
- 2) обратную лопату;
- 3) драглайн;
- 4) грейфер;
- 5) кран;

- 6) копер;
- 7) корчеватель;
- 8) клин-молот;
- 9) струг и др.

Рабочее оборудование может быть подвешено к базовой машине с помощью канатов (*гибкой подвеской*) или закреплено гидроцилиндрами (*жесткой подвеской*).

Основными видами рабочего оборудования механических экскаваторов с канатным управлением являются прямая лопата и драглайн. Типоразмер этих экскаваторов определяется по вместимости основного ковша прямой лопаты. На гидравлических экскаваторах наиболее часто используют обратную лопату, прямую лопату и грейфер.

Экскаватор с оборудованием **прямая лопата** ведет разработку грунта выше уровня своей стоянки. Ковш при этом движется снизу вверх и от экскаватора. Прямой лопатой разрабатывают грунт чаще с погрузкой в транспортные средства и реже – в отвал. Цикл работы экскаватора с прямой лопатой состоит из следующих операций:

- 1) копание грунта (выдвижение и подъем рукояти с ковшом);
- 2) поворот на разгрузку (поворот платформы со всем рабочим оборудованием);
- 3) разгрузка (открыванием днища ковша или поворотом ковша относительно рукояти);
- 4) поворот в забой;
- 5) втягивание рукояти и опускание ковша на подошву забоя.

Экскаваторы с канатным управлением при вместимости ковша до 0,4 м<sup>3</sup> не имеют напорного механизма; напорное движение рукоять получает при одновременном подъеме ковша и опускании стрелы.

Экскаватор с оборудованием **обратная лопата** предназначен для рытья траншей и небольших котлованов, расположенных ниже уровня его стояния. При копании ковш движется сверху вниз и вверх к экскаватору. Ковш врезается в грунт под действием силы тяжести рабочего оборудования при подтягивании рукояти с ковшом. Напорный механизм отсутствует. При разгрузке рукоять с ковшом выбрасывается вперед.

Отличительной особенностью экскаваторов с оборудованием **драглайн** является наличие удлиненной решетчатой стрелы и гибкой канатной подвески ковша. Копание грунта ковшом драглайна и наполнение его грунтом осуществляется подтягиванием ковша к экска-

ватору при расположении самой машины выше выемки. По сравнению с прямой и обратной лопатами драглайн имеет больший радиус действия и глубину копания, что позволяет разрабатывать большие по сечению траншеи и котлованы с отсыпкой грунта в отвал или (реже) в транспортные средства. Кроме того, драглайны применяются для извлечения грунта со дна водоемов, сооружения высоких насыпей из боковых резервов, на вскрышных работах и т. д.

**Грейферное оборудование** применяется при погрузке и разгрузке сыпучих и мелкокусковых материалов, при рытье колодцев и узких котлованов в легких грунтах. Ковш состоит из двух челюстей, шарнирно соединенных между собой. Копание грунта происходит в результате смыкания челюстей ковша. Принцип действия грейферного ковша показан на рис. 5.28.

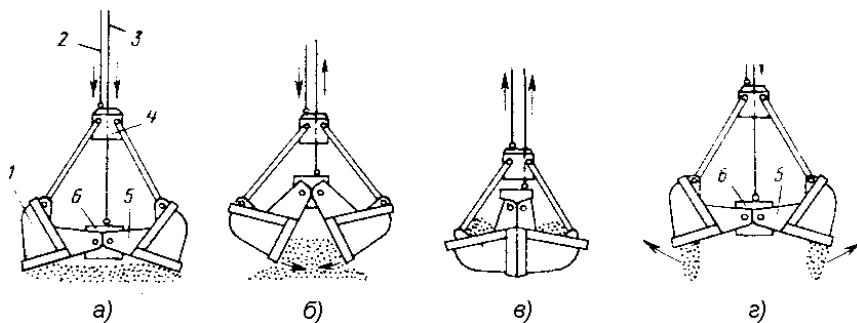


Рис. 5.28. Схема работы двухканатного грейферного ковша:  
 а – исходное положение перед заполнением; б – заполнение; в – подъем;  
 г – разгрузка; 1 – челюсть; 2 – подъемный канат; 3 – замыкающий канат;  
 4 – верхняя головка; 5 – тяга; 6 – нижняя головка

**Крановое оборудование** монтируют на экскаваторах с ковшом вместимостью до  $8 \text{ м}^3$ . Оно предназначено для выполнения погрузочно-разгрузочных и строительно-монтажных работ. В качестве стрелового оборудования используются обычные и удлиненные стрелы со вставками и надставками (гуськами).

Навесное **копровое оборудование** является узкоспециальным. Оно используется для забивки свай при сооружении путепроводов и эстакад, в промышленном и гражданском строительстве. Копровую мачту вместе со свайей и дизель с молотом шарнирно подвешивают к

стреле экскаватора и удерживают внизу телескопическими распорками. Сваю подтаскивают и поднимают под молот подъемной лебедкой, устанавливают (наводят) в нужное место наклоном стрелы и поворотом платформы экскаватора.

Свайные молоты разделяются на *механические, паро-воздушные, дизельные молоты и электрические вибропогружатели и вибромолоты*. Наиболее распространенными в настоящее время являются дизельные молоты и электровибропогружатели.

У *гидравлических экскаваторов* с гидравлическим приводом и гидравлическим управлением рабочее оборудование приводится в действие гидроцилиндрами, механизмы поворота – гидромоторами или гидроцилиндрами, механизмы передвижения – гидромоторами. Рабочее давление в гидросистемах составляет 10...35 МПа. Обычно используются многопоточные гидросистемы с несколькими насосами, позволяющие совмещать отдельные движения рабочего оборудования. Примерно 80 % всех строительных универсальных экскаваторов имеют гидравлический привод. Производство гидравлических экскаваторов быстро развивается. Выпускаемые гидравлические экскаваторы имеют вместимость ковша (обратной лопаты) 0,25; 0,5; 0,65; 1,0; 1,25; 1,6 и 2,5 м<sup>3</sup>, различную мощность и массу (рис. 5.29).

Производительность гидравлических экскаваторов на 15...30 % выше, чем экскаваторов с механическим приводом.

Рабочее оборудование обратной лопаты (рис. 5.30 а), прямой лопаты (рис. 5.30 б) и грейфера (рис. 5.28) полноповоротных гидравлических экскаваторов выполнено по жесткой шарнирно-рычажной схеме подвески с гидроцилиндрами в качестве жестких связей.

Обратная лопата (см. рис. 5.30 а) является основным видом рабочего оборудования гидравлических экскаваторов 2...4 размерных групп ( $q = 0,25...1,0$  м<sup>3</sup>). Оборудование обратной лопаты содержит ковш 1 с зубьями, рукоять 3, стрелу 5 и гидроцилиндры 2, 4, 6 соответственно поворота ковша, подъема стрелы и поворота рукояти. Обратная лопата копает грунт в выемках поворотом ковша относительно рукояти и рукояти относительно стрелы и подъемом и опусканием стрелы. Ковш разгружается поворотом относительно рукояти с помощью гидроцилиндра 2.

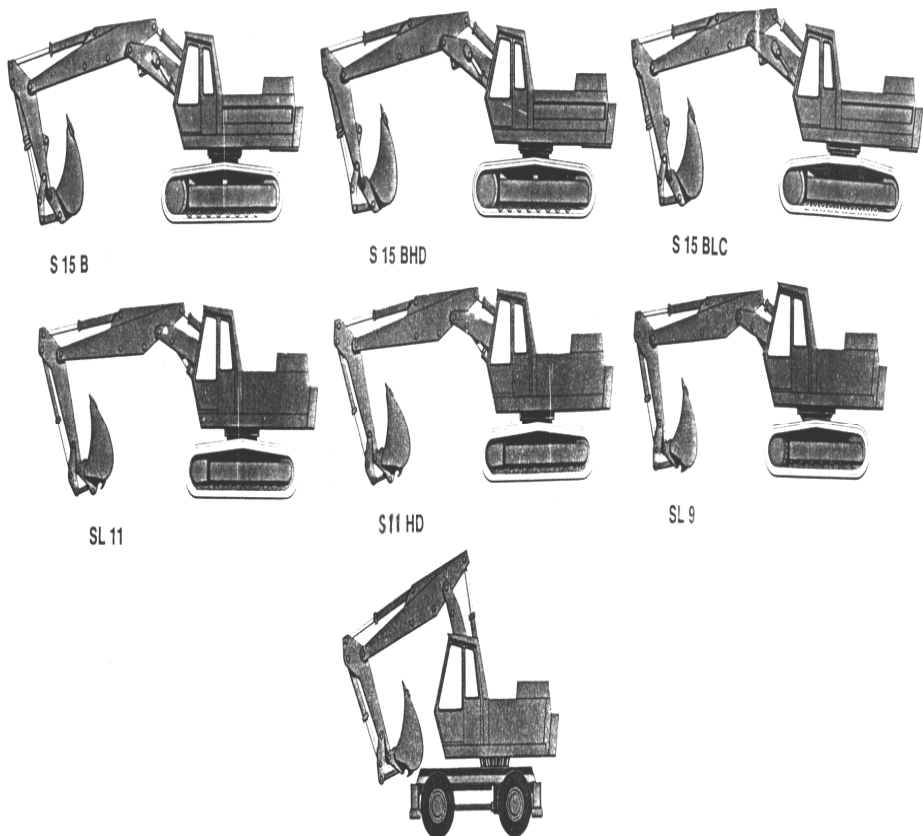


Рис. 5.29. Экскаваторы различной мощности (кВт) и массы (т):  
 S15B – 118; 26,1; S15BHD – 118; 26,7; S15BLC – 118; 27; SL11 – 79; 17,8; S11HD – 79; 18,8; SL9 – 58; 15,4; SR9 – 62; 15,2



Прямая лопата состоит из тех же элементов рабочего оборудования, что и обратная лопата, но отличается конструкцией ковша и положением его установки на рукояти. Ковш разгружается при открывании его днища, как у механического экскаватора, или поворотом относительно рукояти (см. рис. 5.30 б). Прямая лопата копает грунт выше уровня стоянки, но у механического экскаватора с прямой лопатой стрела во время рабочего цикла неподвижна, а у гидравлического – поднимается и опускается. Напорное движение при копании создается движениями рукояти, стрелы и ковша (если ковш поворотный); эти движения могут совмещаться.

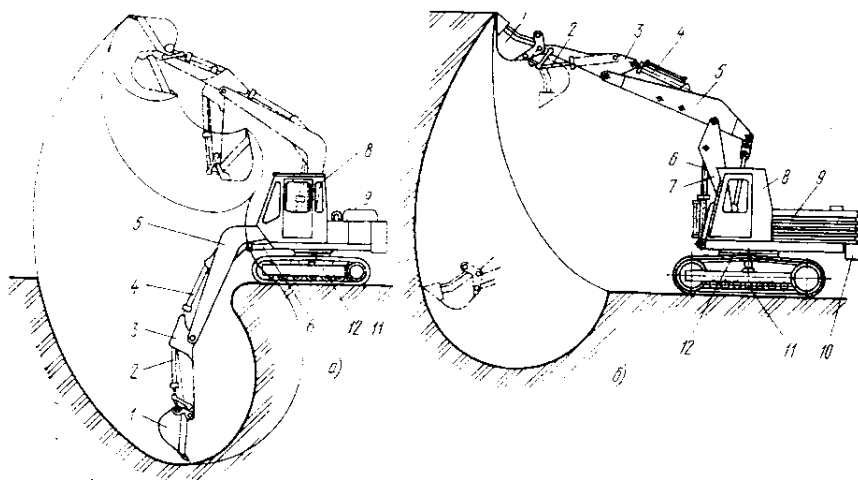


Рис. 5.30. Полноповоротные гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием:

- а – обратная лопата; б – прямая лопата; 1 – ковш; 2 – гидроцилиндр ковша;
- 3 – рукоять; 4 – гидроцилиндр рукояти; 5 – стрела; 6 – гидроцилиндр стрелы;
- 7 – дополнительная нижняя часть стрелы; 8 – кабина; 9 – силовая установка;
- 10 – противовес; 11 – ходовая часть; 12 – опорно-поворотный круг

Конструкция гидравлических экскаваторов позволяет оперативно и просто заменять съемное навесное оборудование, поэтому гидравлические экскаваторы имеют большую номенклатуру сменного рабочего оборудования, что значительно расширяет их технологические возможности по сравнению с механическими экскаваторами. Некоторые виды сменных рабочих органов гидравлических экскаваторов показаны на рис. 5.31.

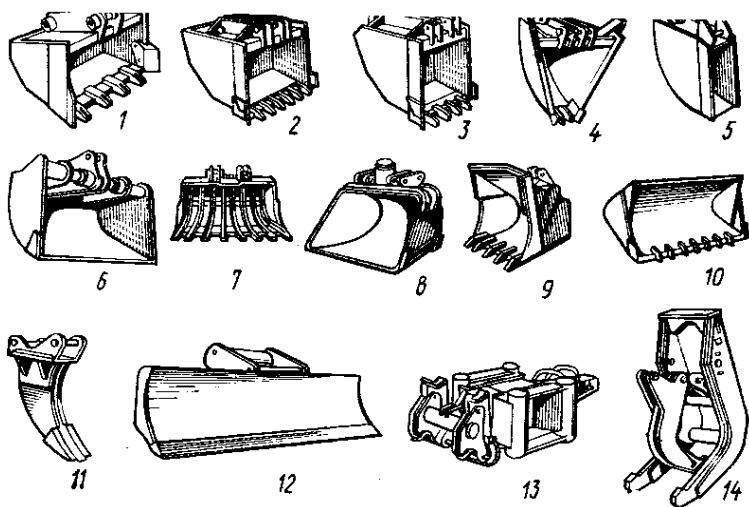


Рис. 5.31. Сменные рабочие органы одноковшовых гидравлических экскаваторов: 1, 2, 3 – основные ковши обратных лопат; 4 – ковш для дренажных работ; 5 – для рытья узких траншей; 6 – для планировочных работ; 7 – зачистной ковш; 8, 9, 10 – погрузочные ковши; 11 – рыхлитель; 12 – планировочный отвал; 13 – приспособление для бокового копания; 14 – клещи для штучных грузов

Гидравлические грейферы шарнирно подвешены к рукояти экскаватора вместо ковша. Напор на грунт можно создавать опусканием стрелы, а в необходимых случаях – и весом машины. Это дает возможность разрабатывать плотные грунты независимо от веса грейферного оборудования

Широко распространены *экскаваторы-планировщики с телескопической стрелой*, изменяющей свою длину с помощью гидроцилиндра (рис. 5.32).

Рабочее оборудование этих экскаваторов совершает следующие движения: поворот ковша 1 в вертикальной плоскости гидроцилиндром 2; удлинение и втягивание выдвижной части стрелы 8 относительно основной части 4; поворот стрелы (вместе с ковшом) относительно собственной оси в обойме 11; наклон стрелы в вертикальной плоскости относительно шарнира 12 гидроцилиндром 6.

Возможность плавного движения рабочего органа по прямым траекториям (горизонтальным и наклонным) позволяет использовать экскаваторы-планировщики на планировании откосов насыпей, выемок и горизонтальных поверхностей, на зачистке дна траншей и

котлованов. Кроме того, они применяются при разработке траншей и небольших котлованов в стесненных условиях, для обратной засыпки, на погрузочно-разгрузочных работах. Эти экскаваторы по своим технологическим возможностям существенно снижают долю ручного труда на земляных работах. Экскаваторы-планировщики выпускают на гусеничном и пневмоколесном ходу, а также на шасси грузовых автомобилей.

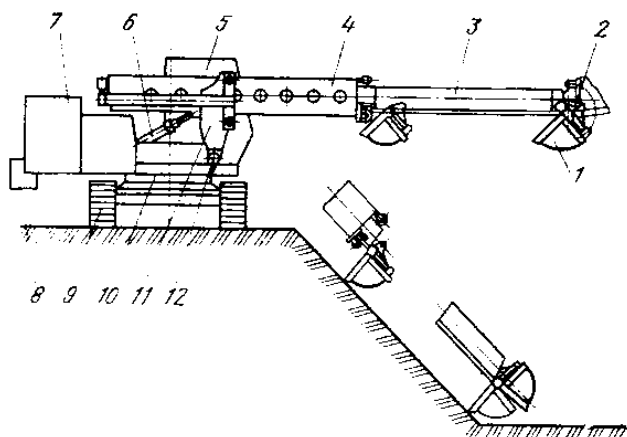


Рис. 5.32. Экскаватор-планировщик:

- 1 – ковш; 2 – гидроцилиндр ковша; 3 – выдвижная часть стрелы; 4 – стрела; 5 – кабина; 6 – гидроцилиндр наклона стрелы; 7 – силовая установка; 8 – противовес; 9 – ходовое оборудование; 10 – опорно-поворотный круг; 11 – обойма наклона и вращения стрелы; 12 – шарнир наклона обоймы

**Неполноповоротные (навесные) гидравлические экскаваторы** представляют собой мобильные малогабаритные машины, выполняющие земляные и погрузочные работы небольших объемов на рассредоточенных объектах в грунтах I...III групп.

По такой схеме выпускают экскаваторы с ковшом вместимостью  $0,25 \text{ м}^3$  на базе колесного трактора мощностью 40 кВт. Этот экскаватор в настоящее время является одной из наиболее массовых землеройных машин.

Производительность одноковшовых экскаваторов (в  $\text{м}^3/\text{ч}$ ) определяют так же, как и производительность машин циклического действия:

$$P_T = \frac{3600 \cdot V}{T_{\text{ц}}} \cdot \frac{K_H}{K_P} \cdot K_C,$$

где  $V$  – геометрический объем ковша, м<sup>3</sup>;

$T_{\text{ц}}$  – продолжительность рабочего цикла, включает время, необходимое на копание  $t_1$ , подъем ковша  $t_2$ , поворот стрелы с ковшом  $t_3$ , выгрузку ковша  $t_4$ , поворот стрелы в забой  $t_5$ , опускание ковша  $t_6$ , с;

$K_P$  – коэффициент разрыхления грунта;

$K_H$  – коэффициент наполнения ковша грунтом в разрыхленном состоянии,  $K_H = 0,6 \dots 1,2$ ;

$K_C$  – коэффициент совмещения операций цикла,  $K_C = 1,3 \dots 1,5$ .

При определении эксплуатационной производительности экскаваторов учитывается использование машины во времени и утомляемость машиниста:

$$P_{\text{э}} = P_T \cdot K_B \cdot K_Y,$$

где  $K_B$  – коэффициент, учитывающий использование рабочего времени,  $K_B = 0,8 \dots 0,85$ ;

$K_Y$  – коэффициент, учитывающий утомляемость машиниста в зависимости от качества системы управления экскаватором,  $K_Y = 0,7 \dots 0,95$ .

Для повышения производительности экскаваторов необходимы увеличение наполнения ковша, сокращение продолжительности цикла, рациональная организация работы экскаватора в забое. Наполнение ковша улучшается рациональным подбором из широкого набора сменных рабочих органов. Производительность экскаватора при работе с транспортными средствами во многом определяется непрерывностью их подачи и правильной установкой в забое с тем, чтобы угол поворота экскаватора был наименьшим.

## 5.6.2. Экскаваторы непрерывного действия

*Экскаваторы непрерывного действия* выполняют все операции рабочего процесса одновременно, т.е. вместе с копанием грунта производят выгрузку ковшей и транспортирование (эвакуацию) грунта из забоя в отвал или транспортные средства. Принцип непрерывности рабочих процессов дает повышенную производительность. Вместе с тем, эти экскаваторы менее универсальны, чем одноковшовые; кроме того, их применение ограничивается наличием каменистых включений в грунте: линейные размеры включений, как правило, не должны превышать 1/3 ширины ковша.

Экскаваторы непрерывного действия различаются по назначению – *строительные* и *карьерные*; по направлению перемещения машин вдоль забоя – *продольного, поперечного* и *радиального копания*; по конструкции рабочих органов – *цепные* и *роторные* (табл. 5.10).

Таблица 5.10

Классификация экскаваторов непрерывного действия

Признак классификации			Индекс	Наименование
характер перемещения рабочего органа	тип рабочего органа	назначение		
Продольное копание	цепной	траншейные	ЭТЦ	Цепные траншейные экскаваторы
		дреноукладчики	ЭТЦ	Экскаваторы-дреноукладчики
	роторный	траншейные	ЭТР	Роторные траншейные экскаваторы
	шнекороторный	канальные	ЭТР	Шнекороторные экскаваторы-каналокопатели
	двухроторный (двухфрезерный)	канальные	ЭТР	Двухроторные или двухфрезерные экскаваторы-каналокопатели
	плужно-роторный		МК	Плужно-роторные каналокопатели
Поперечное копание	цепной	карьерные	ЭМ	Цепные экскаваторы поперечного копания
		мелиоративные ремонтные	МР	Мелиоративные экскаваторы-каналочистители
Радиальное копание	роторный	карьерные	ЭР	Роторные стреловые экскаваторы

В строительстве наиболее широко используют экскаваторы продольного копания – так называемые *траншейные* (табл. 5.12) – для получения траншей под инженерные коммуникации (кабели, трубопроводы), ленточные фундаменты зданий, для сооружения каналов и водоводов, для выполнения мелиоративных работ.

Технические характеристики цепных траншейных экскаваторов приведены в табл. 5.11.

Таблица 5.11

Технические характеристики цепных траншейных экскаваторов

Показатели	ЭТЦ-165А	ЭТЦ-1609	ЭТЦ-252А	ЭТЦ-208В	ЭТЦ-208Д
1	2	3	4	5	6
Размеры отрываемой траншеи, м:					
наибольшая глубина	1,6	1,6	2,5; 3,5	2,0	2,0
ширина	0,2; 0,27; 0,4	0,2; 0,27; 0,4	0,8; 1,0	0,6	0,14
Категория разрабатываемого грунта	I...III	I...III	I...III	немерзлые II...IV, мерзлые при глубине промерзания до 2 м	
Базовый трактор	МТЗ-82	МТЗ-82	ТТ-4	Т-130МГ-1	
Мощность двигателя номинальная, кВт	55	55	ТТ-4	Т-130МГ-1	
Техническая производительность на грунтах I категории, м <sup>3</sup> /ч	85	85	220	80	21
Рабочая скорость, м/ч	20...800	20...800	5...150	20...530	20...470
Регулирование рабочих скоростей	бесступенчатое				
Транспортная скорость, км/ч	1,9...33,4	1,9...33,4	2,25...9,75	до 5,22	
Рабочий орган:					
тип	скребковый	ковшовый	ковшовый	специальный	специальный
шаг цепи, мм	100		190	203	76
число скребков (резцов)	18		21	(72)	(81)
шаг скребков (резцов)	400		760	(203)	(76)
Скорость цепи, м/с	0,8; 1,2; 1,5; 2,1	–	0,25; 1,25	1,7; 2,4	1,63...2,65

1	2	3	4	5	6
Конвейер:					
тип	отваль- ный шнеко- вый	–	ленточ- ный дуго- образный	скребко- вый	–
ширина ленты (скребка), мм	–		650	(350)	–
скорость ленты (цепи), м/с	–		2,5...4,5	(до 2,5)	
Шины колес, мм:					
передних	210...508	210...508	–	–	–
задних	465...762	465...762	–	–	–
Дорожный просвет, мм	450	450	490	360	
Габаритные размеры экскаватора в транспорт- ном положении, мм:					
длина	7200	6690	10200	9450	9800
ширина	2290	2290	3450	2800	2900
высота	3200	3060	3500	3300	3400
масса, кг	6300	6500	19500	24200	20000

Цепные и траншейные роторные экскаваторы продольного копания в большинстве случаев выполняются на базе переоборудованных гусеничных тракторов, у которых расширен и удлинен гусеничный ход, а в трансмиссию включен ходоуменьшитель для получения пониженных рабочих скоростей передвижения машины.

Траншейные цепные экскаваторы выпускаются производительностью до 220 м<sup>3</sup>/ч при глубине отрываемой траншеи до 3,5 м и ширине до 1,1 м. Рабочим органом цепных экскаваторов (рис. 5.33 а) является одно- или двухрядная втулочно-роликовая цепь 3, огибающая по замкнутому контуру наклонную раму 8 и несущая на себе ковш 9 или скребки.

Ковши заполняются последовательно, вырезая тонкие стружки на наклонной поверхности забоя при совмещении двух движений – касательного вместе с цепью и продольного – продвижением (подачей) всей машины вдоль траншеи.

При опрокидывании ковшей вокруг верхнего поперечного вала 2 грунт сыпается в перегрузочный бункер 1. Расположенный под бункером ленточный конвейер 11 выносит грунт в отвал на бровку траншеи или в транспортное средство. Конвейер 11 может выдвигаться влево или вправо от продольной оси машины, обеспе-

чивая разгрузку грунта с нужной стороны. Скорость цепи не превышает 1,2 м/с.

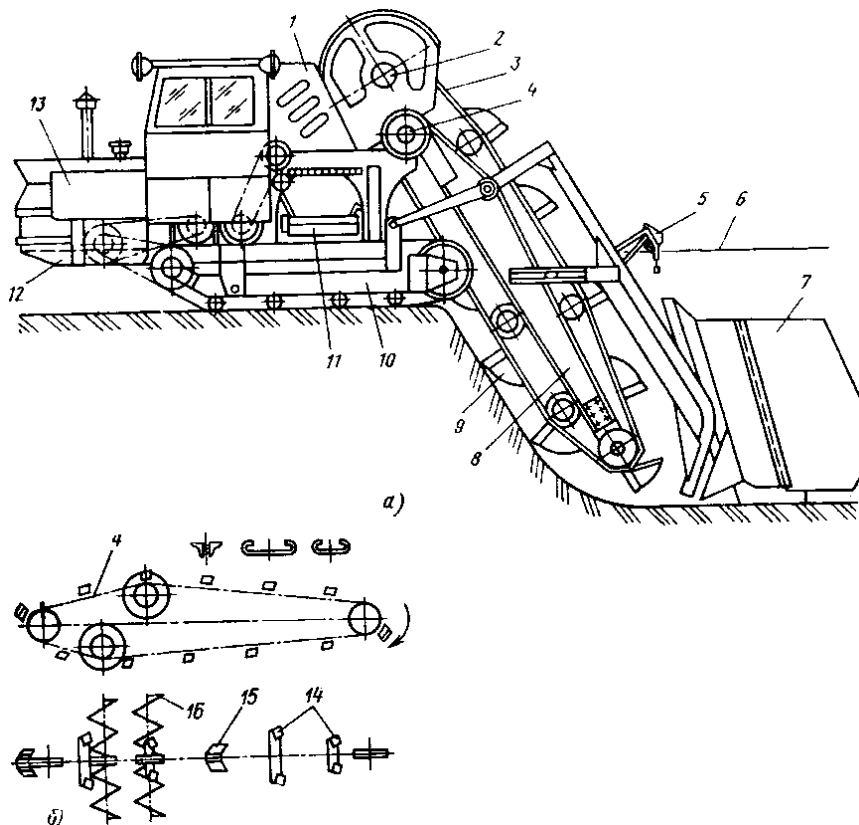


Рис. 5.33. Цепной траншейный экскаватор:

а – схема экскаватора с ковшовым рабочим органом; б – схема скребкового рабочего органа; 1 – перегрузочный бункер; 2 – верхний вал; 3 – цепь; 4 – ось поворота ковшовой рамы; 5 – датчик глубины копания; 6 – копирная струна; 7 – приспособление для укладки дренажных труб; 8 – ковшовая рама; 9 – ковш; 10 – рама гусеничной тележки; 11 – выдающий ленточный конвейер; 12 – основная рама; 13 – двигатель; 14 – скребки; 15 – резец; 16 – винтовой конвейер

Скребковый рабочий орган с однорядной цепью навешивается на пневмоколесные серийные тракторы и предназначен для рытья траншей глубиной до 1,6 м и шириной 0,2...0,4 м в грунтах I...III групп. Такие одноцепные экскаваторы применяются на рассредоточенных



земляных работах небольших объемов. Их производительность составляет 60...80 м<sup>3</sup>/ч.

Двухцепные скребковые экскаваторы могут разрабатывать траншеи в мерзлых грунтах при глубине промерзания до 1 м. Для этого они снабжаются сменным оборудованием в виде скребков, оснащенных зубьями с износостойкой наплавкой.

Траншейные роторные экскаваторы разрабатывают траншеи прямоугольного или трапециевидального профиля в немерзлых грунтах I...IV групп, а также в мерзлых грунтах при глубине промерзания верхнего слоя до 1,1...1,5 м. Роторные экскаваторы более производительны, чем цепные, так как допускаемая скорость ковшей у них больше – до 2...2,5 м/с (в цепях при таких скоростях появляются вредные динамические нагрузки, снижающие их долговечность). Однако масса роторных экскаваторов при одинаковой глубине траншеи больше, чем цепных, так как диаметр ротора должен превышать глубину траншеи не менее чем в 1,6 раза.

Роторные экскаваторы отрывают траншеи глубиной не более 2,5 м. Их производительность доходит до 1200 м<sup>3</sup>/ч. Наиболее широкое применение роторные экскаваторы получили при прокладке траншей большой протяженности с высоким темпом прокладки, например, при строительстве нефте- и газопроводов.

Рабочим органом экскаваторов этого типа (рис. 5.34) является ротор 7 – жесткое колесо с ковшами.

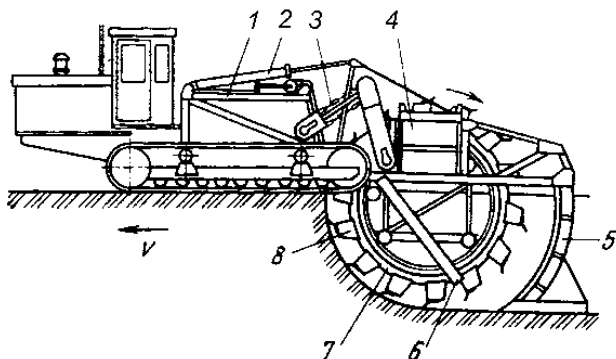


Рис. 5.34. Роторный траншейный экскаватор:

- 1 – рама рабочего оборудования; 2 – гидроцилиндр подъемного механизма;
- 3 – цепная передача привода; 4 – ленточный выдающий конвейер; 5 – зачистный башмак; 6 – ножевой откосник; 7 – ротор; 8 – ковш

Внутри ротора помещен поперечный ленточный конвейер 4. Ковши 8 при вращении ротора поднимают разрабатываемый грунт из траншеи и высыпают его на ленту конвейера 4, отбрасывающего грунт на бровку. Глубина отрываемой траншеи регулируется гидроцилиндром 2, к штоку которого прикреплены подъемные цепи и тяги. Дно обрабатывается зачистным башмаком 5. Для рытья различных траншей на один и тот же базовый тягач могут навешиваться сменные рабочие органы с различными шириной и диаметром ротора.

Для получения траншей с наклонными стенками на рабочем органе устанавливаются ножевые откосники 6. В мерзлых грунтах применяются активные фрезерные уширители. Днища ковшей выполняют из цепей, которые при опрокидывании ковшей в верхнем положении прогибаются, встряхиваются и обеспечивают хорошую выгрузку грунта. Ковш оснащен зубьями из легированных сталей. Для работы в плотных и мерзлых грунтах зубья упрочняются пластинками из твердых сплавов.

Роторные экскаваторы продольного копания выпускаются навесными и полунавесными к гусеничным тягачам. В последнем случае в рабочем и транспортном положениях роторы опираются на дополнительные опорные колеса. Мощность силовых установок роторных экскаваторов достигает 400...500 кВт.

Производительность экскаваторов непрерывного действия, как и одноковшовых, зависит от числа разгрузок (черпаний) в единицу времени. При заданной скорости движения ковшей  $v_k$  (в м/с) и их шаге  $S$  (в м) число разгрузок за 1 мин

$$n = 60 \cdot v_k / S.$$

Для роторных экскаваторов скорость  $v_k$  можно выразить через частоту вращения ротора  $n_p$  (7...10 об/мин), и тогда число разгрузок

$$n = z n_p,$$

где  $z$  – число ковшей на роторном колесе,  $z = 10...18$ .

При известном числе разгрузок производительность цепных и роторных экскаваторов (в м<sup>3</sup>/ч)

$$I_o = \frac{60V_n K_i}{(1000 \cdot K_p)},$$

где  $V_n$  – вместимость одного ковша, л;

$K_H$  – коэффициент наполнения ковша грунтом, для ковшовых цепных и роторных экскаваторов  $K_H = 0,5 \dots 1,1$ , для скребковых цепных экскаваторов  $K_H = 0,35 \dots 0,75$ ;

$K_p$  – коэффициент разрыхления грунта,  $K_p = 1,1 \dots 1,5$ .

Производительность машин непрерывного действия, как известно, можно определить по площади поперечного сечения  $F$  (в  $m^2$ ) потока разрабатываемого материала и по скорости  $v$  (в м/ч) движения машины. Независимо от вместимости ковшей и числа разгрузок производительность (в  $m^3/ч$ )

$$P_T = Fv.$$

Для прямоугольной траншеи

$$F = BH,$$

где  $B$  – ширина траншеи, равная ширине ковшей, м;

$H$  – глубина траншеи, м.

Сопоставляя формулы производительности, можно найти необходимую скорость движения (подачи) экскаватора (в м/ч):

$$v = 3,6 \frac{V_k K_H}{SHBK_p}.$$

Экскаваторы непрерывного действия имеют широкий диапазон рабочих скоростей движения: для цепных – 10...400 м/ч, для роторных – 10...800 м/ч. Транспортные скорости гусеничных многоковшовых экскаваторов составляют 1,2...6 км/ч.

Для повышения точности работы траншейные экскаваторы снабжаются автоматическими устройствами выдерживания глубины

копания. В качестве копира используется натянутая проволока 6 (см. рис. 5.33), протянутая по геодезическим приборам параллельно оси траншеи. По проволоке движется щуп датчика 5, подающий сигнал на механизм подъема ковшовой рамы. В качестве копира могут быть использованы световые лучи, в частности лазерные.

## **5.7. Машины для разработки мерзлых грунтов**

### **5.7.1. Машины ударного действия**

Прочность мерзлых грунтов в десятки раз превышает прочность немерзлых (талых). В зимнее время применяются особые способы производства земляных работ:

- 1) предохранение грунта от глубокого промерзания (утепление древесными опилками, стружкой, торфом, пенопластом, всплыванием, боронованием);
- 2) оттаивание (с использованием огня, теплой воды, пара, электроэнергии);
- 3) буровзрывной;
- 4) механический.

При буровзрывном способе в шпур, пробуренные машинами механического действия или термобурами, закладывают заряды взрывчатых веществ (ВВ) и взрывают их. Разрыхленный взрывом грунт убирают экскаваторами или бульдозерами.

Наименее энергоемкими и наиболее универсальными остаются механические способы:

- 1) рыхление грунта навешенными на тракторы и экскаваторы рыхлителями-зубьями;
- 2) скалывание грунта ударами клин-молотов;
- 3) вырезание грунта барами, фрезами, ковшами экскаваторов непрерывного действия;
- 4) разработка грунта комбинированными методами – виброударным, вибростатическим.

Использование различных способов распределяется примерно так: навесными рыхлителями статического действия – 12,5%, с помощью клин-молотов – 55%, баровыми, дискофрезерными машинами и роторными экскаваторами – 17 %, взрывом 9 %, оттаиванием – 3,5 %.

Стоимость разработки мерзлых грунтов с применением рыхлителей в 2...3 раза ниже по сравнению с буровзрывным способом.

Рабочее оборудование машин ударного действия делят на два вида: падающее, внедряемое в грунт под действием собственной массы (рис. 5.35 а, б, в), и забиваемое (рис. 5.35 г).

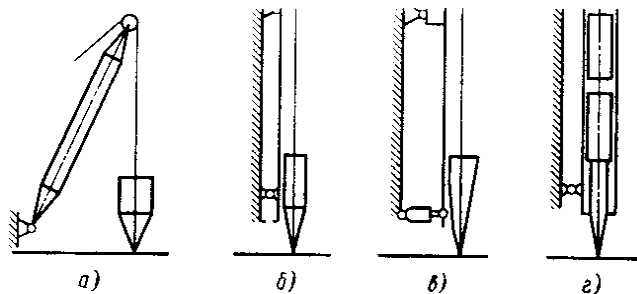


Рис. 5.35. Оборудование ударного действия:

- а – свободно подвешенный клин-молот; б – падающий клин-молот с направляющей; в – падающий рабочий орган с направляющей и следящим устройством; г – забиваемый клин

Характеристики дизель-молотов с воздушным и водяным охлаждением приведены в табл. 5.12.

Таблица 5.12

Технические характеристики трубчатых дизель-молотов

С воздушным охлаждением					
1	2	3	4	5	6
Показатели	С-858	С-996А	С-949В	С-954Б	С-974Б
Масса ударной части, кг	1250	1800	2500	3500	5000
Наибольшая потенциальная энергия ударной части, кДж	22,0	53,0	73,5	94,5	130,0
Число ударов в минуту	43...55				
Расход топлива, кг/ч	4,6	6,4	8,0	12,5	18
Вместимость топливного бака, л	10	8	38	60	80
Масса забиваемой сваи, т	1,2...3	1,8...5	2,5...6,5	3,5...8	5...10
Ширина захватов, мм	360		360/625	625	625
Масса молота (без наголовника, с кошкой, сухая), кг	2500	3500	5800	7300	9000

С водяным охлаждением					
1	2	3	4	5	6
Показатели	СП-75	СП-76	СП-77	СП-78	СП-79
Масса ударной части, кг	1250	1800	2500	3500	5000
Наибольшая потенциальная энергия ударной части, кДж	40	56	82	115	160
Число ударов в минуту	42				
Расход топлива, кг/ч	6,1	6,4	11,8	17	19
Расход масла, л/ч	1,6	1,6	1,6	1,3	1,6
Масса забиваемой сваи, т	1,2...3	1,8...3	2,5...6,5	3,5...8	5...10
Ширина захватов, мм	360			625	
Масса молота (без наголовника, с кошкой, сухая), кг	2700	3850	5500	7700	10000

Наиболее простые падающие рабочие органы конусообразной, пирамидальной или клиновидной формы – клин-молот и шар-молот массой 0,5...4 т – подвешивают на подъемных канатах экскаваторов, оборудованных стрелой драглайна или прямой лопатой, а также гусеничных кранов, и сбрасывают с высоты 5...8 м. Недостатки экскаваторов и кранов с клин-молотами и шар-молотами – частые поломки машин из-за больших динамических нагрузок и интенсивное изнашивание канатов.

Конструкции, в которых падающий рабочий орган перемещается по направляющей штанге или раме (см. рис. 5.35 б, в), обеспечивают более точное падение в заданное место, что особенно важно при разрушении грунта сколом. Конструкция клин-молотов с направляющими снабжена следящим устройством (см. рис. 5.35 в), что дает возможность наносить удары точно в то место, из которого извлекается клин.

Ударная установка на тракторе (рис. 5.36 а) рыхлит мерзлые грунты на глубину до 1,2 м. Ее производительность – 20...25 м<sup>3</sup>/ч при частоте ударов 8...10 в минуту.

Дизельный молот с клином (рис. 5.36 б) устанавливается в направляющей, подвешенной к стреле экскаватора с канатно-блочным управлением. Это оборудование можно монтировать также на трактор при оснащении его специальной стрелой.

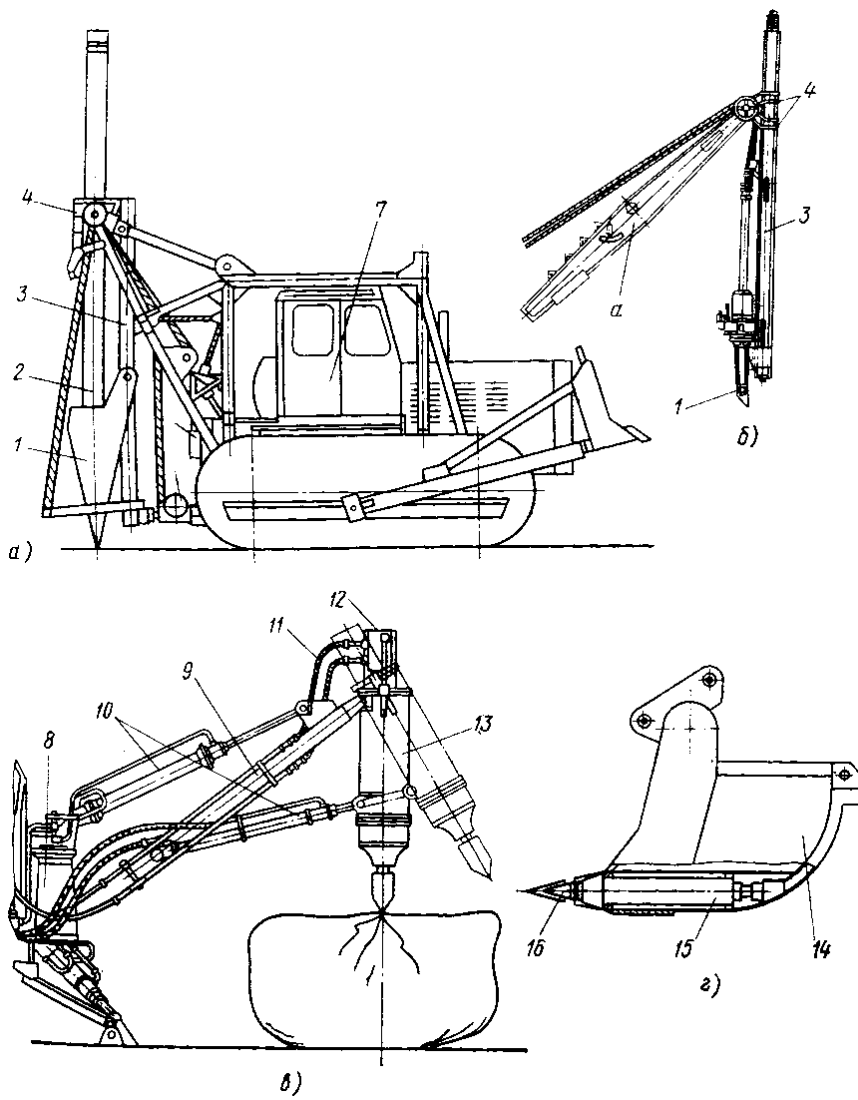


Рис. 5.36. Рыхлители ударного действия:

а – тракторный рыхлитель; б – навесной рыхлитель с дизель-молотом; в – гидромолот; г – экскаваторный ковш активного действия: 1 – клин; 2 – штанга; 3 – направляющие; 4 – седловой подшипник; 5 – следящее устройство; 6 – лебедка; 7 – трактор; 8 – поворотная колонка экскаватора; 9 – стрела экскаватора; 10 – гидроцилиндры; 11 – трубопроводы гидросистемы; 12 – распределитель; 13 – гидромолот; 14 – ковш; 15 – пневмомолоты; 16 – виброударные зубья

Гидроمولоты навешиваются на гидравлические экскаваторы П...VI типоразмерных групп и подключаются к гидравлической системе экскаватора (рис. 5.36 в). Они закрепляются на стрелах экскаваторов вместо рукояти или на рукояти вместо ковша.

Экскаваторные ковши активного действия (с прямой и обратной лопатой) оборудованы ударными зубьями с гидромолотами или пневмомолотами (рис. 5.36 г), смонтированными внутри полога днища ковша. Для питания их сжатым воздухом необходим передвижной компрессор, из-за чего экскаватор становится менее мобильным. Ударный механизм включается только тогда, когда зуб встречает препятствие повышенной прочности. Используется также навеска на экскаватор одиночного пневмомолота вместо ковша. Это оборудование эффективно при небольших объемах работ в стесненных условиях, где оно позволяет упразднить тяжелый ручной труд с отбойными молотками.

### 5.7.2. Машины для нарезания щелей в мерзлых грунтах и рытья траншей

Для нарезания щелей в мерзлых грунтах и рытья траншей используются специальные машины.

Щели в мерзлых грунтах нарезают *баровыми* и *дискофрезерными машинами*, траншеи отрывают *роторными* и *цепными экскаваторами* непрерывного действия. Они разрабатывают мерзлый грунт резанием, послойно снимая стружку небольшой толщины (20...30 мм). Щели в мерзлом грунте шириной 0,12...0,15 м нарезаются для его разделения на отдельные блоки (глыбы), которые затем убираются одноковшовыми экскаваторами.

Средняя энергоемкость разработки мерзлых грунтов с нарезанием щелей в 3...5 раз меньше, чем при разработке сплошного массива.

Рабочий орган баровой машины состоит из рамы и бесконечной цепи со сменными резцами, срезающими стружку и выносящими ее на поверхность (рис. 5.37 а). На одной машине может быть установлено несколько баров, работающих независимо друг от друга. Подъем и опускание каждого из них производится гидроцилиндром.

В качестве базовых машин используются тракторы с ходовым уменьшителем (с рабочими скоростями 30...70 м/ч) или траншейные



цепные экскаваторы. Глубина нарезаемых щелей – до 2...5,3 м в зависимости от типоразмера.

Рабочим органом дискофрезерной машины (рис. 5.37 б) является дисковая пила (фреза) с расположенными по ее окружности зубьями. Глубина нарезаемых щелей – не более 1,3 м.

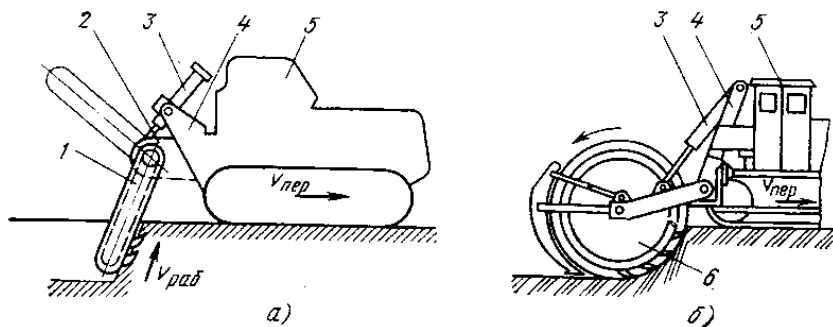


Рис. 5.37. Машины для нарезания щелей в мерзлых грунтах:  
а – баровая машина; б – дискофрезерная машина; 1 – бар; 2 – трансмиссия;  
3 – гидроцилиндр; 4 – кронштейны подвески; 5 – базовый трактор; 6 – фреза

Основной недостаток баровых и дискофрезерных машин – быстрое изнашивание режущих органов – резцов и цепей баровых машин, зубьев дискофрезерных машин.

Роторные и цепные экскаваторы получили широкое применение в зимнее время для рытья траншей с шириной, равной ширине рабочего органа.

Цепные экскаваторы целесообразно применять при рытье траншей глубиной более 2,5 м.

Недостатки траншейных экскаваторов – невозможность разработки мерзлых грунтов с каменистыми включениями и необходимость предварительного выравнивания рабочих площадок.

## 5.8. Оборудование для гидромеханизации земляных работ

### 5.8.1. Виды и особенности гидромеханизированных земляных работ

В основе гидромеханизированного способа разработки грунтов лежит использование энергии водяного потока, с помощью которо-

го грунт разрабатывается в забое, транспортируется к месту укладки и укладывается в насыпь или в отвал. Основным оборудованием при этом являются:

- 1) гидромониторы;
- 2) водяные насосы для подвода воды к гидромониторам;
- 3) грунтовые насосы;
- 4) землесосные снаряды;
- 5) гидроэлеваторы.

Способ гидромеханизации в строительстве используется для намывания земляного полотна дорог, площадок для аэродромов и сельскохозяйственных угодий, подходов к мостам, выемки каналов и котлованов, планировки территорий, разработки песчано-гравийных карьеров, расчистки оснований под сооружения, углубления водоемов.

Различают три вида гидромеханизированных работ:

1) гидромониторные работы, при которых грунт в надводном забое обрушивается и размывается струей воды, выбрасываемой под напором гидромонитором, а затем вместе с водой в виде пульпы (гидросмеси) стекает в приямок (зумпф), откуда забирается и подается по пульпопроводу к месту укладки с помощью грунтовых насосов;

2) работы, выполняемые землесосными снарядами, разрабатывающими грунт в подводном забое, всасывающими его и транспортирующими к месту укладки в виде пульпы (подавляющая часть гидромеханизированных работ (более 95 %) выполняется земснарядами);

3) работы, выполняемые комбинированным способом, при которых грунт вынимается в сухом забое землеройно-транспортными машинами (экскаваторами, бульдозерами, скреперами) и транспортируется с помощью водяного потока (применяется для очень плотных пород, а также в случаях, когда место разработки грунта по технологии производства работ не может быть затоплено).

При всех видах гидромеханизированных работ пульпа забирается землесосными установками и транспортируется под напором по пульпопроводам. Гидромеханизация обеспечивает высокие производительность работ и выработку на одного рабочего при относительно низких трудовых затратах и стоимости оборудования. Однако затраты на электроэнергию или топливо оказываются более высокими, так как с грунтом необходимо переместить большое количество воды (5...15 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> грунта).

Гидромеханизацию выгодно применять на открытых сосредоточенных работах при наличии дешевых источников воды и электроэнергии.

### 5.8.2. Гидромониторы

**Гидромониторы** (рис. 5.38) служат для создания водяных струй и управления их полетом в забое. Давление струи на выходе из гидромонитора составляет 1,5...3 МПа, скорость – 100...150 м/с. Гидромониторы устанавливаются на салазках или на самоходном шагающем оборудовании с гидроприводом. Управление гидромониторами может быть ручным (с помощью водила) или дистанционным (электромеханическим или гидравлическим). Главным параметром гидромониторов является диаметр входного отверстия нижнего колена, который в зависимости от типоразмера находится в пределах 200...500 мм.

Расход воды (в м<sup>3</sup>/ч) связан с размерами отверстия насадка и напором зависимостью

$$Q = 3600\mu F\sqrt{2gH} ,$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода,  $\mu = 0,9...0,93$ ;

$F$  – площадь отверстия насадка, м<sup>2</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

В зависимости от типоразмера расход воды гидромониторов достигает 1500...4500 м<sup>3</sup>/ч.

Производительность гидромониторной установки по грунту (в м<sup>3</sup>/ч)

$$П = Q/q ,$$

где  $q$  – удельный расход воды в м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> грунта.

Для забора воды из водоемов и подачи ее к гидромониторам служат водяные насосы. Обычно применяются центробежные насосы, развивающие напор до 100 м с высотой всасывания до 4 м и подачей до 2000...5000 м<sup>3</sup>/ч.

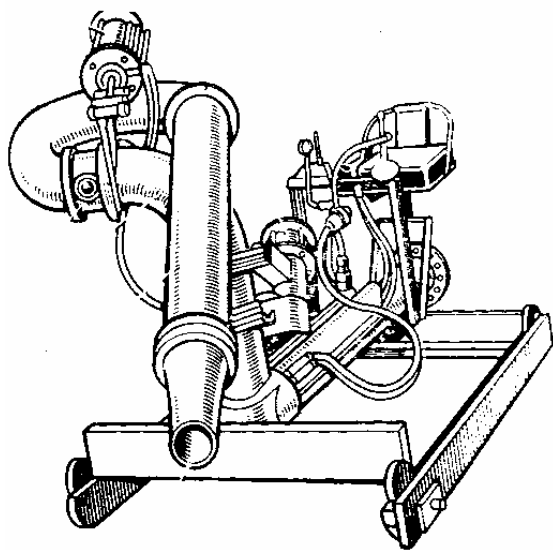


Рис. 5.38. Гидромонитор

### 5.8.3. Землесосные снаряды

С помощью землесосных снарядов (земснарядов) разрабатывают грунт в подводном забое и перемещают его к месту укладки. Все оборудование земснаряда монтируется на электрифицированном несамоходном судне-понтоне (рис. 5.39 а).

В грунтозаборном устройстве, подвешенном к стреле в передней части судна, грунт непрерывно отделяется от массива, смешивается с водой и поступает во всасывающий пульпопровод. Непосредственное всасывание 5 (рис. 5.39 б) применяется только при разработке несслежавшихся песков. В большинстве случаев всасывание сочетается с разрыхлением. Наибольшее распространение для этих работ получили фрезерные рыхлители 10 (рис. 5.39 б). Свайный ход и лебедки используются для перемещений, обеспечивающих постоянный контакт грунтозаборного устройства с разрабатываемым грунтом.

Главным агрегатом земснаряда является грунтовой насос, всасывающий пульпу и перекачивающий ее по плавучим и береговым трубопроводам к месту намыва.

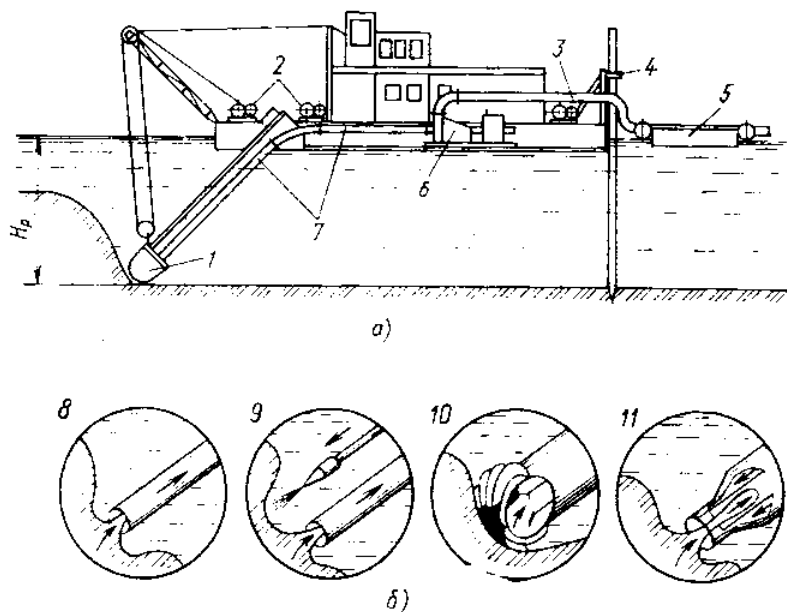


Рис. 5.39. Землесосный снаряд:

а – общий вид; 1 – грунтозаборное устройство; 2 – лебедки; 3 – напорный пульпопровод; 4 – свайный ход; 5 – понтон; 6 – грунтонасосная установка; 7 – всасывающий пульпопровод; б – грунтоприемники; 8 – всасывающий; 9 – совмещенный с гидромонитором; 10 – совмещенный с фрезерным рыхлителем; 11 – гидроэжекторный

Основными параметрами земснарядов являются: производительность по грунту, напор, развиваемый грунтовым насосом; наибольшая глубина разработки. В практике строительства применяют широкую номенклатуру земснарядов, производительность которых – 50...1500 м<sup>3</sup>/ч грунта, глубина разработки – 2...20 м, предельная дальность транспортирования пульпы – от нескольких десятков метров до 3,5 км.

#### 5.8.4. Грунтовые насосы

При разработке грунта гидромониторами и земснарядами пульпу перекачивают **грунтовые насосы**, которые представляют собой центробежные насосы консольного типа. Они имеют подачу 100...12500 м<sup>3</sup>/ч и напор 16...100 м. Рабочим органом грунтового насоса (рис. 5.40) является рабочее колесо, состоящее из двух дис-

ков и лопастей, захватывающих пульпу и выталкивающих ее в напорную магистраль.

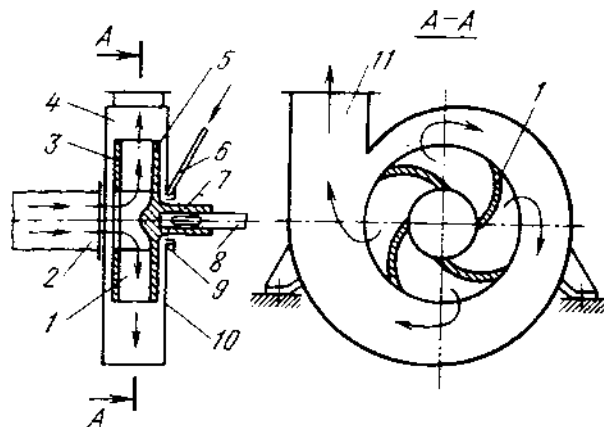


Рис. 5.40. Грунтовый насос:

1 – лопасти рабочего колеса; 2 – всасывающий патрубок; 3, 5 – диски рабочего колеса; 4 – корпус; 6 – трубка для подачи воды; 7 – ступица; 8 – вал; 9 – сальниковое уплотнение; 10 – крышка корпуса; 11 – напорный патрубок

Насос подбирают по подаче (в м<sup>3</sup>/ч):

$$П = kqП_{гр},$$

где  $k$  – коэффициент запаса;

$q$  – удельный расход воды, м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> грунта;

$П_{гр}$  – расчетная или заданная для установки производительность по грунту, м<sup>3</sup>/ч.

## 6. МАШИНЫ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ И МАТЕРИАЛОВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

### 6.1. Грунтоуплотняющие машины

При уплотнении грунтов и материалов дорожных одежд используются три вида уплотняющих воздействий:

- 1) статическое (укатка);
- 2) ударное (трамбование);
- 3) вибрационное.

Уплотняющие машины, использующие вибрацию и удар, объединяются в группу машин динамического действия. Применяются также комбинированные методы уплотнения:

- 1) виброукатка;
- 2) вибротрамбование;
- 3) сочетание укатки с трамбованием.

Под действием повторных кратковременных нагрузок грунт деформируется и уплотняется.

К *машинам статического действия*, уплотняющим грунты под действием собственной массы, относятся катки следующих типов:

- 1) с гладкими вальцами;
- 2) кулачковые;
- 3) решетчатые;
- 4) пневмоколесные.

Главным параметром катков статического действия является их масса при полной загрузке балластом. Статические *катки с гладкими вальцами* предназначены для уплотнения дорожных оснований и покрытий из асфальтобетонных, гравийно-щебеночных и других материалов. Существует много разновидностей машин для уплотнения грунтов и материалов дорожных одежд.

В табл. 6.1, 6.2, 6.3 приведены технические характеристики некоторых типов дорожных катков.

Таблица 6.1

Технические характеристики катков статического действия

Показатель	ДУ-26А	ДУ-39Б	ДУ-37В	ДУ-16Г
Тип катка	прицепной		полуприцепной пневмоколесный	
	кулачко- вый	пневно- колесный		
Масса катка с балластом, т	9	25	16,2	25
Масса конструктивная, т	4,7	6	6,7	16,2
Ширина уплотнения, мм	1800	2600	2600	2600

Таблица 6.2

## Технические характеристики прицепных виброкатков

Показатель	А-8	А-12
Масса катка, т	8,0	11,8
Ширина уплотнения, мм	2000	2000
Диаметр вальца, мм	1600	2000
Мощность, кВт	37,7	77
Частота, Гц	25	25

Таблица 6.3

## Технические характеристики самоходных вибрационных катков ДУ-62 и ДУ-58

Показатель	ДУ-62	ДУ-58
Масса катка, т	13	16
Мощность, кВт	95,5	95,5
Диаметр вальца, мм	1600	1600
Ширина вальца, мм	2200	2000
Линейное давление от вальца, кН/м	32	35
Вынуждающая сила, кН	150...100	150...100
Скорость передвижения, км/ч:		
рабочая	0...6	0...6,5
транспортная	0...16	0...16

**Кулачковые катки** (рис. 6.1 а) в отличие от катков с гладкими вальцами несут на своей поверхности кулачки, имеющие форму усеченного конуса и приваренные в шахматном порядке к цилиндрической поверхности вальца или к съемным бандажам.

Бандажи с кулачками прикреплены к секциям вальца болтами. Для очистки кулачков на раме катка предусмотрены гребенки. Балластные камеры внутри вальца загружены через торцовые люки песком или водой. В некоторых моделях катков балластом служат железобетонные блоки или чугунные грузы, закрепленные на раме.



Кулачковые катки предназначены для предварительного уплотнения связных и комковатых грунтов.

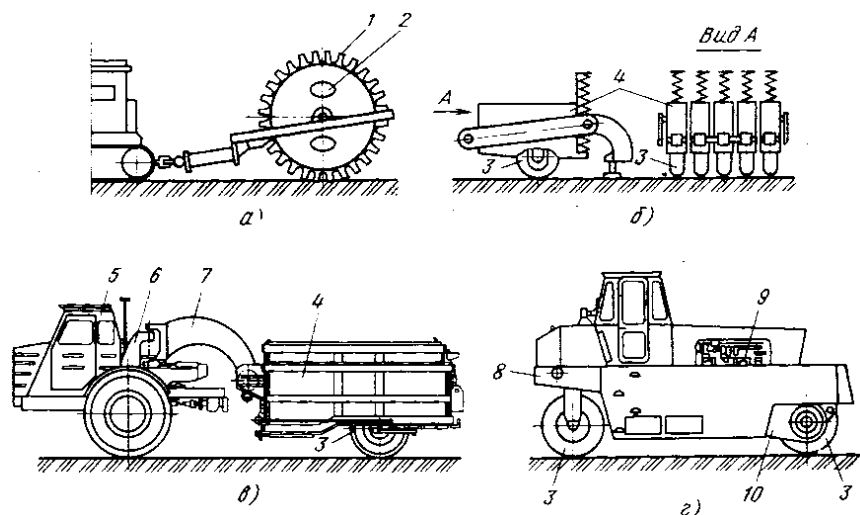


Рис. 6.1. Катки статического действия:

а – прицепной кулачковый; б – прицепной пневмоколесный; в – полуприцепной пневмоколесный; г – самоходный пневмоколесный; 1 – кулачки вальца; 2 – люки для балласта; 3 – пневмоколеса; 4 – балластные ящики; 5 – одноосный тягач; 6 – седельно-сцепное устройство; 7 – тяговая рама (арка-хобот); 8 – основная рама; 9 – силовая установка; 10 – трансмиссия на ведущие колеса

В настоящее время применяются прицепные кулачковые катки массой 9, 18 и 29 т (масса с балластом). Толщина уплотняемых слоев достигает соответственно 20...22, 25...30 и 40...50 см при 8...12 проходах. При работе кулачковой катка верхняя часть слоя грунта разрыхляется во время выхода кулачков на поверхность. Эта часть слоя снова может быть уплотнена после насыпки поверх нее нового слоя или в конце уплотнения с помощью машин других типов.

В **решетчатых катках** обечайка вальца не сплошная, а представляет собой решетку, сваренную из стальных прутьев низколегированной стали диаметром 30...40 мм. Сторона квадрата решетки – 10...15 см. Балласт размещается внутри вальца или на раме катка. Общая масса катка – 25...30 т. Диаметр вальцов – 2,2...2,5 м. Для

лучшей маневренности валец катка выполнен из двух половин, насаженных на одну ось.

Широкое применение получили **катки на пневмошинах**, которыми могут уплотняться все виды грунтов.

Толщина уплотняемых слоев под пневмошиной доходит до 50...70 см в зависимости от массы катка; число проходов для связных грунтов составляет 6...8 и для несвязных – 3...4. Оптимальные значения давления для песков составляют 0,2...0,3 МПа, для супесей – 0,3...0,4 МПа, для суглинков и глин – 0,5...0,6 МПа.

Катки на пневмошинах разделяются на **прицепные**, **полуприцепные** (на базе одноосных тягачей) и **самоходные**.

Прицепные пневмокатки (рис. 6.1 б) изготавливают четырех типоразмеров: легкие массой 12,5 т, средние – 25 т, тяжелые – 45 т и особо тяжелые – 100...120 т. Прицепные одноосные катки обычно имеют 4...6 колес.

Наибольшее распространение получили катки массой 25 и 45 т, уплотняющие грунты слоями соответственно до 20...30 и 40...50 см. Их применяют на строительстве автомобильных дорог и аэродромов, земляных плотин и дамб. Особо тяжелые катки (100...120 т, а в отдельных случаях – до 200 т) применяют на строительстве взлетно-посадочных полос аэродромов.

Полуприцепные (15...60 т) и самоходные (15...30 т) катки на пневмошинах (рис. 6.1 в, г) отличаются сравнительно высокими транспортными скоростями и маневренностью и используются для уплотнения как грунтов, так и гравийно-щебеночных и стабилизированных смесей, в особенности – для окончательной укатки. Самоходными катками весьма эффективно уплотняются также асфальтобетонные покрытия.

Самоходные катки на пневмошинах (рис. 6.2) имеют две оси – ведущую и ведомую – при общем числе колес 7...9. Колеса на обеих осях расположены так, что шины задних колес проходят между шинами передних; при этом обеспечивается укатка всей поверхности уплотняемого слоя.

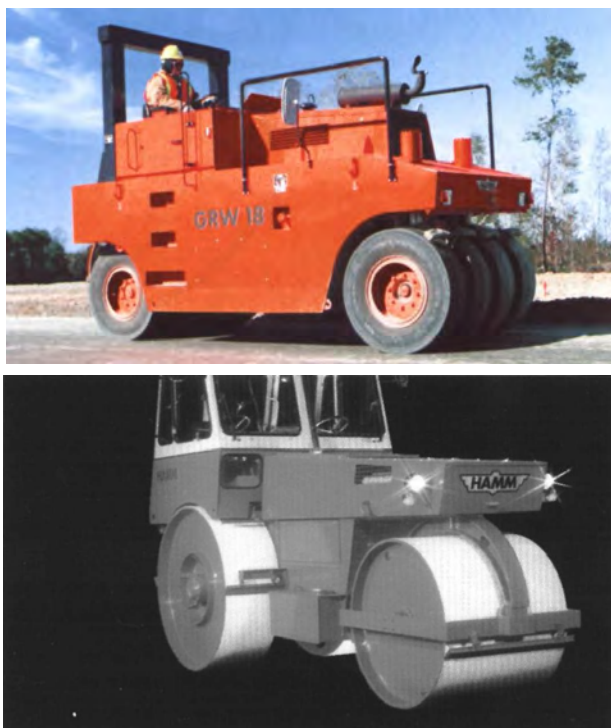


Рис. 6.2. Катки производства фирмы «Hamm»:  
а – пневмоколесный; б – с гладкими вальцами

Технические характеристики некоторых моделей пневмоколесных катков представлены в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Технические характеристики пневмоколесных катков фирмы «Hamm»

Модель	Рабочая ширина, м	Мощность двигателя, кВт/л.с.	Рабочая масса, кг
GRW 10	1,99	86/117	8800
GRW 15	1,99	86/117	11500
GRW 18	1,99	86/117	14500
HD 150TT	1,91	95/117	14600

Подвеску пневмоколес разделяют на *жесткую* и *независимую* (*свободную*). Независимой подвеской оборудованы прицепные и

полуприцепные пневмокатки. Такой каток состоит из 4...6 секций, шарнирно прикрепленных к раме (см. рис. 6.1 б, в). Каждая секция имеет свой пневмоколесный ход и свой ящик-бункер для загрузки балластом. Независимая подвеска колес обеспечивает свободное копирование неровностей поверхности грунта и постоянный контакт пневмошины с грунтом (рис. 6.3).

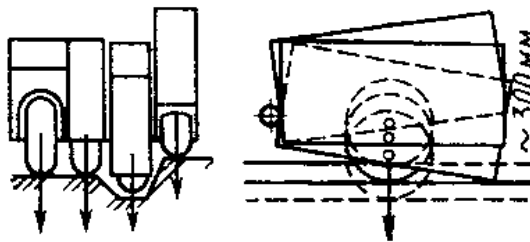


Рис. 6.3. Схема поведения независимой подвески балластных ящиков по отношению к тяговой раме пневмоколесного катка

Давление на поверхности контакта уплотняющего органа с грунтом при статическом воздействии должно быть близко к пределу прочности грунта. По мере уплотнения плотность и прочность грунта повышаются, поэтому для увеличения эффективного давления рекомендуется вести уплотнение комплектом катков: вначале – легкими (30...40 % общего числа проходов), затем – более тяжелыми. Для окончательной укатки грунта обычно применяются катки на пневмошинах.

Производительность катков (в м<sup>3</sup>/ч)

$$I = L(B - b)h_0m / (L/v + t_n) n ,$$

где  $L$  – длина укатываемого участка, м;

$B$  – ширина укатываемой полосы, м;

$b$  – перекрытие, м,  $b = 0,15...0,20$ ;

$h_0$  – толщина уплотняемых слоев в плотном теле, м;

$v$  – рабочая скорость катка, м/ч;

$t_n$  – время на поворот катка в конце участка, ч,  $t_n \approx 0,02$ ;

$m$  – число уплотняемых слоев;

$n$  – необходимое число проходов катка по одному следу.

К *машинам динамического действия*, уплотняющим грунты под воздействием возмущающей силы вибровозбудителя или массы падающих грузов, относятся прицепные и самоходные вибрационные катки, трамбующие машины и вибрационные плиты (рис. 6.4).

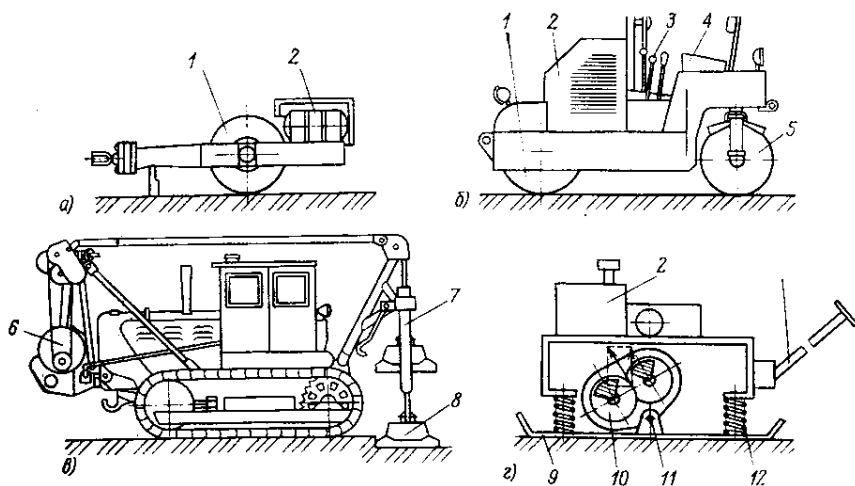


Рис. 6.4. Грунтоуплотняющие машины динамического действия:

а – прицепной виброкаток; б – самоходный виброкаток; в – трамбующая машина на базе трактора; г – самопередвигающаяся виброплита; 1 – вибровалец; 2 – двигатель; 3 – рычаги управления; 4 – сиденье; 5 – ведомый валец; 6 – механизм подъема и сбрасывания плиты; 7 – направляющая; 8 – ударная плита; 9 – опорная плита; 10 – вибровозбудитель; 11 – ось наклона вибратора; 12 – пружинные амортизаторы; 13 – рулевая штанга-водитель

**Прицепные вибрационные катки** применяют для уплотнения несвязных и малосвязных грунтов (наибольший эффект), а также легких связных и комковатых грунтов, на глубину до 0,6...1,2 м. Они выполняются с гладкими, кулачковыми и решетчатыми вибровальцами. Кулачковые вибровальцы эффективно уплотняют связные грунты, решетчатые – комковатые и связные, гладкие – несвязные.

Вибровозбудитель, создающий колебания, выполняется обычно в виде вала с дебалансами-эксцентриками, монтируется внутри вибровальца и приводится в движение от автономного двигателя внутреннего сгорания (см. рис. 6.4 а). Необходимое уплотнение достигается при меньшей массе уплотняющей машины.

Широко применяются **самоходные грунтовые катки** с гладким и кулачковым бандажом (рис. 6.5, 6.6).



Рис. 6.5. Грунтовые катки серии 3000 производства фирмы «Хамм»

Таблица 6.5

Технические характеристики грунтовых катков серии 3000

Грунтовые катки с приводом банджака				
Модель	Рабочая ширина, м	Общее усилие уплотнения, кН	Мощность двигателя, кВт/л.с.	Рабочая масса, кг
3205	1,37	122,0	42,1/57,2	5,350
3307	1,68	194,5	61/83	7,050
3412	2,14	348,0	95/129	12,190
3414	2,14	398,0	95/129	14,230
3516	2,14	410,0	148/201	15,750
3518	2,22	505,0	148/201	17,820
3520	2,22	526,0	148/201	19,800
3625	2,22	577,0	174/237	24,960
Грунтовые катки с кулачковым банджом				
Модель	Рабочая ширина, м	Общее усилие уплотнения, кН	Мощность двигателя, кВт/л.с.	Рабочая масса, кг
3205P	1,37	126,0	42,1/57,2	5,730
3307P	1,68	194,5	61/83	7,050
3412P	2,14	349,0	95/129	12,290
3414P	2,14	399,0	95/129	14,300
3516P	2,14	410,0	148/201	15,850
3518P	2,22	506,0	148/201	17,920
3520P	2,22	527,0	148/201	19,900
Грунтовые катки с вибрацией и осцилляцией				
Модель	Рабочая ширина, м	Общее усилие уплотнения, кН	Мощность двигателя, кВт/л.с.	Рабочая масса, кг
3307 VIO	1,68	187,0	61/83	6,650
3412 VIO	2,14	429,0	95/129	12,190
3414 VIO	2,14	449,0	95/129	14,230

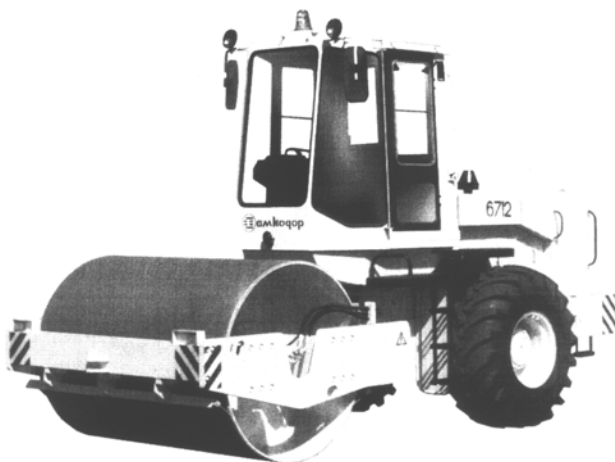


Рис. 6.6. Каток грунтовый вибрационный Амкорор-6712 (ВГ-1202)

Технические характеристики виброкатка Амкорор-6712 (ВГ-1202):

Тип –	грунтовый вибрационный
Эксплуатационная масса, кг –	12000
Рабочий орган:	
Тип –	гладкий вибровалец
Число вальцов –	1
Диаметр вальца, мм –	1500
Ширина вальца, мм –	2100
Привод вибратора –	гидрообъемный
Вынуждающая сила, кг –	14000
Частота, Гц –	30
Амплитуда, мм –	1,2
Двигатель:	
Модель –	Д-245
Эксплуатационная мощность, кВт (л.с.) –	73,5 (100) при 2200 об/мин
Ведущий мост:	
Главная передача –	одноступенчатый конический редуктор
Конечная передача –	одноступенчатый планетарный редуктор в ступице колеса

Дифференциал –	повышенного трения
Шины –	задние 21.3-24
Рулевое управление:	
Тип –	шарнирно-сочлененная рама с гидравлическим приводом
Минимальный радиус поворота, мм –	8500
Гидросистема:	
Гидросистема хода –	
Тип –	гидрообъемная
Скорость, вперед/ назад, км/ч:	
рабочая –	0...5,5
транспортная –	0...10,5
Подача насоса, л/мин –	186
Давление настройки –	
предохранительных клапанов, МПа –	32
Гидросистема привода вибратора:	
Тип –	гидрообъемная
Подача насоса, л/мин –	110
Давление настройки –	
предохранительных клапанов, МПа –	25
Гидросистема рулевого управления:	
Тип –	гидрообъемная
Подача насоса, л/мин –	12
Давление настройки –	
предохранительных клапанов, МПа –	16
Гидроцилиндры:	
Количество/ диаметр/ ход, мм –	2/80/250
Тормоза:	
Рабочая тормозная система –	замкнутый контур гидрообъемной системы хода
Стояночная тормозная система –	многодисковый постоянно замкнутый тормозной механизм в «масле» с гидравличе- ским растормаживанием



Заправочные емкости:	
Топливный бак, л –	140
Картер двигателя, л –	15
Система охлаждения, л –	19
Гидробак, л –	140
Габаритные размеры:	
длина, мм –	5540
ширина, мм –	2318
высота, мм –	3485

**Самоходные виброкатки** легкого (0,5...2 т) и среднего (2...6 т) типов применяют для уплотнения асфальтобетонных и гравийных покрытий при сооружении тротуаров, небольших проездов, ремонте дорожных покрытий, а тяжелого типа (6...8 т) – для уплотнения асфальтобетонных и гравийно-щебеночных дорожных покрытий.

Самоходные виброкатки выполняют с одним, реже – с двумя ведущими вальцами и одним ведомым вальцом, закрепленным шарнирно на раме катка (см. рис. 6.4 б). Вибровальцом служит ведущий валец, на котором установлен вибровал с механическим или гидравлическим приводом. Для защиты агрегатов и рабочего места машиниста от вибрации между рамой и вибровальцом предусмотрены резинометаллические амортизаторы.

С помощью **трамбуемых машин** можно уплотнять все виды грунтов, как связные, так и несвязные. Наиболее эффективно уплотняются грунты с пониженной влажностью, щебенистые и гравелистые, а также насыпи, отсыпаемые зимой. При трамбовании уплотнение достигается динамическим воздействием падающего груза на уплотняемый материал.

Уплотнение грунта трамбованием может осуществляться:

- 1) механическим трамбованием (пневматическими и электрическими трамбовками, трамбовками с бензиновым двигателем и взрывного действия);
- 2) специальными трамбовочными машинами с дизельными молотами;
- 3) навесными плитами на экскаваторах, кранах и тракторах.

Механические трамбовки используются при небольших объемах работ и уплотнении грунтов в стесненных местах, не доступных для работы машин. Трамбовочные машины с дизельными молотами и

взрывные трамбовки эффективно работают только на предварительно уплотненных грунтах. Использование экскаваторов и кранов для навешивания трамбовочных плит неэффективно.

Трамбовочная машина на базе трактора представляет собой навесное оборудование к гусеничному трактору с ходоуменьшителем. Оно выполнено в виде двух трамбуемых плит с направляющими штангами (см. рис. 6.4 в). Плиты массой 1,3 т попеременно поднимаются кривошипно-полиспастным механизмом и сбрасываются на уплотняемый грунт. Высота подъема плит – 1...2 м, частота ударов – 12...18 в минуту. Трамбовочные машины такого типа уплотняют тяжелые связные грунты глубиной до 1,2 м, а также грунты с ненарушенной структурой в подошвах каналов и водохранилищ. Их производительность составляет 400..550 м<sup>2</sup>/ч.

**Вибрационные плиты** предназначены для уплотнения несвязных насыпных грунтов и гравийно-щебеночных материалов толщиной слоя до 0,6 м при работах небольшого объема и в стесненных условиях. Наиболее распространены самопередвигающиеся виброплиты с механическим приводом вибровозбудителя от автономного двигателя внутреннего сгорания и ручным управлением поворотом (см. рис. 6.4 г). Двигатель и трансмиссия привода вибровозбудителя 10 предохранены от колебаний резинометаллическими или пружинными амортизаторами 12. Машинист управляет плитой с помощью штанги водила 13, в которой сосредоточены рукояти управления и штурвал направления движения. Передвижение виброплиты происходит в результате изменения угла наклона к горизонту вибровозбудителя, установленного шарнирно на опорной плите 9. Дебалансные вибровозбудители направленного действия создают возмущающую силу  $P$ , перпендикулярную линии, соединяющей оси дебалансов. При наклоне вибровозбудителя сила  $P$  изменяет направление действия, вертикальная составляющая  $P_v$  этой силы сообщает плите вибрационные колебания, а горизонтальная  $P_g$  создает поступательное самоперемещение всей виброплиты в сторону наклона вибровозбудителя. Виброплиты обладают высокой производительностью – до 600...900 м<sup>2</sup>/ч.

На рис. 6.7 представлены машины для уплотнения грунтов и дорожно-строительных материалов фирмы Bomag.

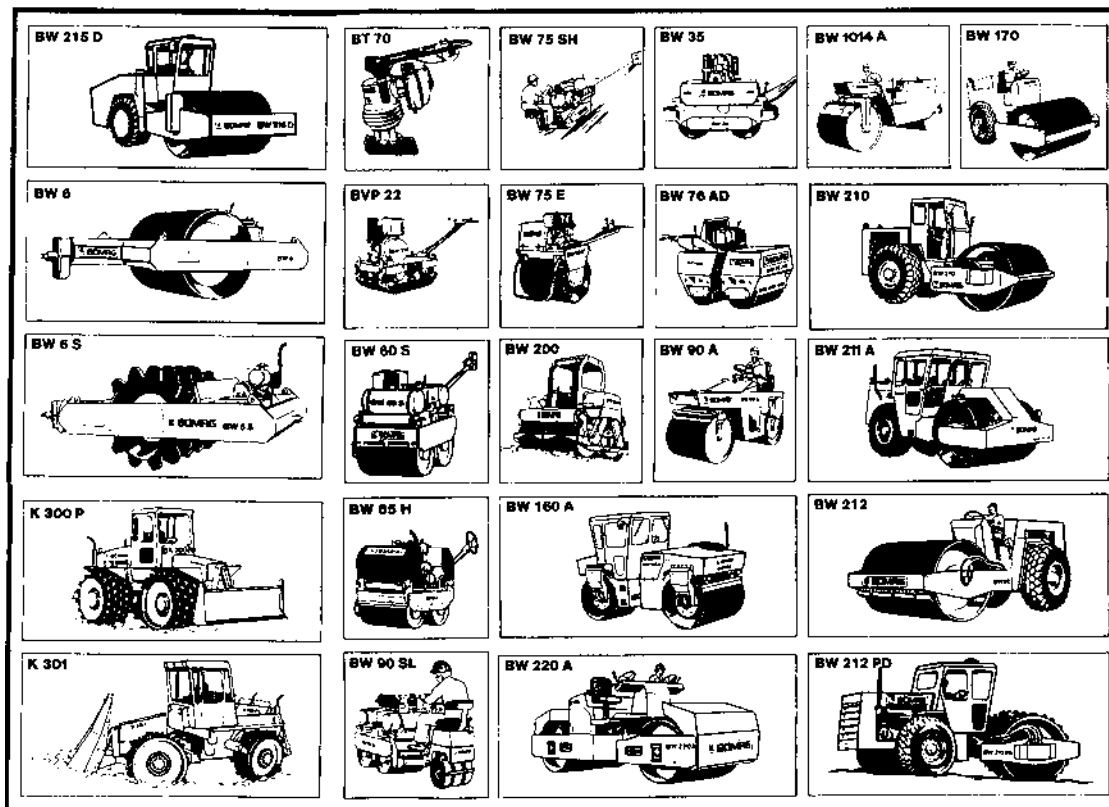


Рис. 6.7. Машины для уплотнения грунтов и дорожно-строительных материалов фирмы Bomag

Технические характеристики уплотняющей техники фирмы Bomag приведены в табл. 6.6.

Таблица 6.6

Технические характеристики уплотняющей техники  
фирмы Bomag

Тип машины	Масса, кг	Мощность, кВт	Рабочая ширина, мм
BW 215D	17700	110	2100
BT 70	70	2,6	280
BW 75 SH	1210	6,3	750
BW 35	500	3	390
BW 1014 A	9589	74	1372
BW 170	5263	51	1676
BW 6	5800	37	1700
BVP 22	500	6,3	600
BW 75 E	1190	6,3	750
BW 76 AD	1060	8	762
BW 210	7400	81	2134
BW 6 S	6700	37	1700
BW 60 S	840	5,1	600
BW 200	7130	41	2000
BW 90 A	2000	17	900
BW 211 A	9450	82	2100
K 300 P	19050	154	2690
BW 65 H	710	6,6	650
BW 160 A	8460	60	1650
BW 212	8880	82	2100
K 301	16500	131	2690
BW 90 SL	1560	8,8	900
BW 220 A	12600	112	2032
BW 212 PD	11080	103	2100

## 6.2. Машины для уплотнения асфальтобетонных смесей

Принцип уплотнения асфальтобетонных смесей основан на том, что благодаря приложению внешней нагрузки частицы, составляю-

щие смесь, сближаются и взаимно заклиниваются, а наличие битума приводит к образованию между ними достаточно прочных и, вместе с тем, вязких связей. Поэтому для их уплотнения применяются только самоходные катки статического и вибрационного действия.

Катки, используемые для уплотнения асфальтобетонных смесей, разделяются на гладковальцовые, пневмоколесные и комбинированные.

Наиболее распространены *самоходные катки с гладкими вальцами* (рис. 6.8).

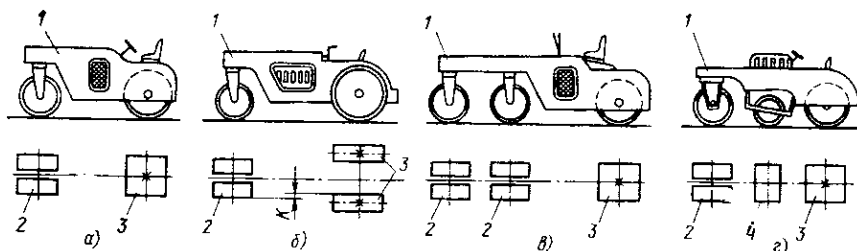


Рис. 6.8. Схемы самоходных катков с гладкими вальцами:

а – двухвальцовый двухосный; б – трехвальцовый двухосный; в – трехвальцовый трехосный; г – двухвальцовый двухосный с дополнительным вибровальцем малого диаметра; 1 – рама; 2 – ведомые вальцы; 3 – ведущие вальцы; 4 – дополнительный вибровалец

По массе эти катки разделяются на легкие – 3...5 т, средние – 6...9 т и тяжелые – 10...15 т. Рабочая скорость передвижения самоходных легких и средних катков – 1,5...3 км/ч, тяжелых – 0,8...8 км/ч.

Для облегчения процесса поворота и уменьшения поверхностных сдвигов уплотняемой смеси ведомые вальцы гладковальцовых катков выполняются разрезными, а ведущие вальцы трехвальцовых двухосных катков (рис. 6.8 б), как правило, связаны дифференциальным механизмом.

Последовательное расположение валцов трехвальцовых катков позволяет массе катка автоматически перераспределяться в зависимости от микрорельефа укатываемой поверхности (рис. 6.9).

Трехвальцовые катки обеспечивают большую ровность дорожных покрытий. Их обычно называют катками для безволновой укатки. Самая ровная поверхность получается при укатке трехвальцовыми трехосными катками со всеми ведущими вальцами.

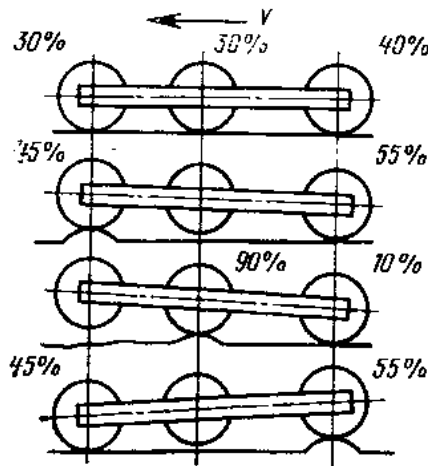


Рис. 6.9. Схема перераспределения массы трехвальцового катка для безволновой укатки

У трехвальцовых трехосных катков (см. рис. 6.8 в) повороты выполняются с помощью двух передних вальцов, которые поворачиваются на разные углы с помощью рычажного механизма, подобного рулевой трапеции автомобиля.

Для ускорения процессов уплотнения асфальтобетонных смесей после предварительной укатки гладковальцовыми катками статического действия используются вибрационные катки, которые обычно выполняются двухвальцовыми. В качестве источника колебаний катка используют вибровозбудитель, вмонтированный в задний ведущий валец двухосного катка, основной частью которого является дебалансный вал, установленный в ступицах вибровальца. Благодаря наличию дебаланса и большой частоте вращения вала (3000...3500 об/мин) возникает центробежная сила, вызывающая вибрацию всего вибровальца. Возмущающая сила вибровозбудителя – в 4...6 раз больше массы вальца. При амплитуде колебания 0,3...0,4 мм вибровалец работает без отрыва от уплотняемой среды с сохранением нормальной тяговой способности. Масса виброкатков – 1,8...8 т (рис. 6.10).

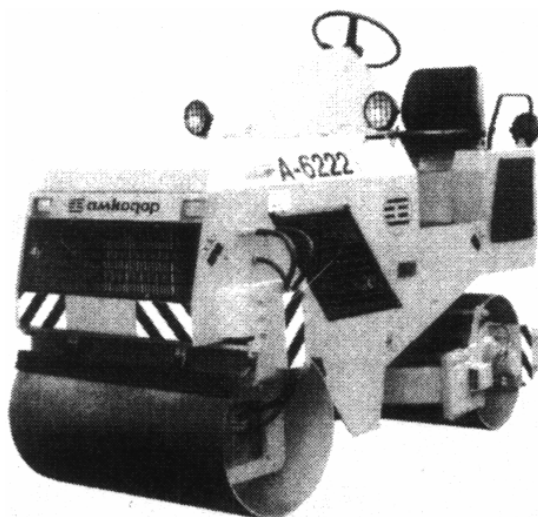


Рис. 6.10. Каток асфальтовый вибрационный Амкодор-6622 (BA-9002)

Технические характеристики виброкатка Амкодор-6622 (BA-9002):

Тип –	асфальтовый вибрационный
Эксплуатационная масса, кг –	10000
Рабочий орган:	
Тип –	гладкий вибровалец
Число вальцов –	2
Диаметр вальца, мм –	1100
Ширина вальца, мм –	1600
Ширина уплотняемой полосы – при смещении вальцов, мм –	2500
Привод вибратора –	гидрообъемный
Вынуждающая сила на каждом вальце, кг –	4600
Частота, Гц –	30
Амплитуда, мм –	0,2
Двигатель:	
Модель –	Д-243
Эксплуатационная мощность, кВт (л.с.) –	57,4 (78) при 2200 об/мин

Система смачивания:	
Подача воды –	самотеком с электроуправляемыми запорными вентилями
Количество скребков –	по 2 на каждый валец
Рулевое управление:	
Тип –	два поворотных вальца с независимым управлением и визуальным индикатором положения вальца
Наименьший радиус поворота, мм –	8500
Гидросистема:	
Гидросистема хода:	
Тип –	гидрообъемная
Скорость, вперед/ назад, км/ч:	
рабочая –	0...7
транспортная –	0...12
Подача насоса, л/мин –	186
Давление настройки – предохранительных клапанов, МПа –	32
Гидросистема привода вибраторов:	
Тип –	гидрообъемная
Подача насоса, л/мин –	110
Давление настройки – предохранительных клапанов, МПа –	25
Гидросистема рулевого управления:	
Тип –	гидрообъемная
Подача насоса, л/мин –	12
Давление настройки – предохранительных клапанов, МПа –	16
Гидроцилиндры,	
количество/ диаметр/ ход, мм –	2/80/360
Тормоза –	
Рабочая тормозная система –	замкнутый контур гидрообъемной системы хода



Стояночная тормозная система –	многодисковый постоянно замкнутый тормозной механизм в «масле» с гидравлическим растормаживанием
Заправочные емкости:	
Топливный бак, л –	200
Картер двигателя, л –	15
Система охлаждения, л –	19
Гидробак, л –	200
Габаритные размеры:	
длина, мм –	4100
ширина, мм –	2347
высота, мм –	3315

Для уплотнения асфальтобетонных смесей (в особенности, холодных) широко используются *самоходные пневмоколесные катки*. В ряде случаев их применение обусловлено возможностью централизованного изменения давления в шинах, что приводит к изменению давления в пятнах контакта шин с поверхностью уплотняемой смеси и дает возможность заменить одним самоходным катком на пневмошинах несколько различных по массе гладковальцовых катков. На самоходных пневмоколесных катках, применяемых для укатки асфальтобетона, желательнее устанавливать шины с гладким протектором.

Эффект уплотнения *самоходным катком комбинированного действия* с рабочим оборудованием в виде вибровальца на передней оси и пневмоколес на задней достигается в результате последовательного воздействия вибрации и статической нагрузки на уплотняемый материал. Комбинированный каток может заменить вибро- и пневмокатки на промежуточных и окончательных стадиях уплотнения.

Высокое качество уплотнения асфальтобетонных покрытий получают при температуре горячих смесей 100...130 °С и теплых смесей 50...100 °С в зависимости от погодных условий. Последовательность применения гладковальцовых катков такова: сначала производят 4...8 проходов по одному следу легкими катками, затем 8...12 проходов – средними и для окончательного уплотнения – 12...14 проходов – тяжелыми. Уплотнение горячей асфальтобетонной смеси гладкими вибрационными катками достигается за 2...4 прохода, в отдельных случаях – за 4...6 проходов. При уплотнении холодных

асфальтобетонных смесей рациональнее применять самоходные катки на пневматических шинах (6...8 проходов) или самоходные вибрационные катки (4...6 проходов).

В дорожной практике при уплотнении грунтов и дорожно-строительных материалов находят применение уплотняющая техника различных иностранных фирм, среди них – катки и плиты известной фирмы Bomag:

вибрационный каток BW 205 для уплотнения покрытий, подобных щебеночно-мастичному асфальту: при ширине вальца 2135 мм и частоте колебаний 57 и 67 Гц скорость машины – до 7,2 км/ч; вынуждающая сила в зависимости от амплитуды колебаний – 154...183,5 кН;

малогабаритный каток Stampfer 65/4 с четырехтактным двигателем Honda, работающим на бензине (более надежный по сравнению с двухтактным, работающим на смеси топлива с маслом);

универсальная уплотняющая машина BMP 851 с шестиугольными вальцами Poligon (отличается высоким качеством уплотнения и возможностью преодоления уклонов, особенно на вязких грунтах);

катки Recycler/Stabilisierer MPH 454 R с вальцом шириной 2438 мм, установленным сзади, и BMP 121 с вальцом шириной 2100 мм, расположенным посередине;

комбинированные катки BW 145 DH-3 и BW 124 DH-3 с вибрационными вальцами шириной соответственно 1426 и 1200 мм в зависимости от амплитуды колебаний; вынуждающая сила соответственно 50...100 и 38...75 кН;

реверсивные плиты с гидроприводом BPR 30/38-3, BPR 50/52 D-3, BPR 75/60 HD-3, BPR 80/65 S (особого внимания заслуживает последняя модель с дистанционным управлением; может поставляться и с радиоуправлением).

## 7. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БУРОВЗРЫВНЫХ И СВАЙНЫХ РАБОТ

Буровые работы в строительстве проводят при инженерно-геологических изысканиях, водоснабжении, водопонижении, установке столбов, дорожных знаков, устройстве буронабивных свай, закладке взрывчатых веществ для взрывных работ и т.д. В процессе бурения горной породы образуются цилиндрические полости, называемые *скважинами* и *шпурами*. Шпуры обычно имеют диаметр до 75 мм и глубину до 5 м. Диаметры скважин могут достигать 3 м, их глубина – 500 м.

Для бурения в горных породах шпуров и скважин применяют бурильные молотки (перфораторы) и буровые станки вращательного, ударно-вращательного, ударно-канатного и термического бурения.

В *бурильном молотке* (рис. 7.1) под действием сжатого воздуха, поступающего в верхнюю часть цилиндра 1, поршень-ударник 2 наносит резкий удар по хвостовику 5 бура, в результате чего коронка 6 ударяет по породе и углубляется в нее на незначительную глубину.

При холостом ходе сжатый воздух поступает в нижнюю полость цилиндра и поднимает поршень-ударник. Изменение направления подачи воздуха производится автоматически с помощью золотникового устройства. При каждом холостом ходе поршня бур поворачивается на некоторый угол вокруг своей оси и превращает породу в муку, которая уносится из шпура сжатым воздухом, подаваемым по каналу, имеющемуся внутри бура. При продувке шпура поршень молотка находится в неподвижном состоянии.

Механизм поворота состоит из храповой буксы 3, стержня 9 с винтовыми канавками, поршня 2, закрепленного на стержне, и поворотной буксы 4. Стержень 9 со шлицами 7 входит в отверстие поворотной буксы 4. При рабочем ходе поршня-ударника 2 (вниз) храповая букса 8 поворачивается по стрелке, чему способствуют винтовые канавки на стержне 9. При холостом ходе поршня храповая букса, упираясь в собачки 8, остается неподвижной и заставляет проворачиваться стержень 9, а вместе с ним – поворотную буксу 4 и бур. Буры обычно изготавливаются из шестигранной стали, имеющей внутренний продольный канал, по которому подается воздух (вода) для продувки (промывки) шпура. Коронка бура имеет одно- и двухдолотчатую, крестовую или звездчатую форму, может быть съемной или выполненной как одно целое со стержнем

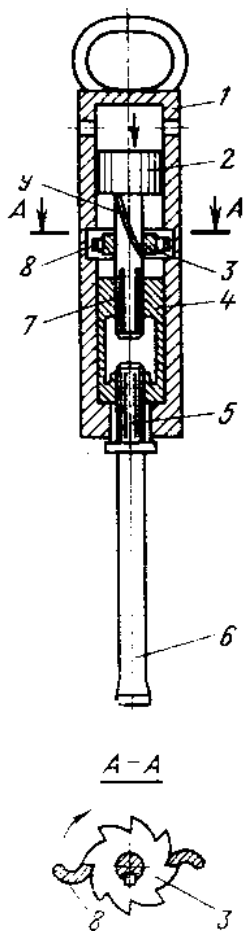


Рис. 7.1. Бурильный молоток (перфоратор)

Рис. 7.1. Бурильный молоток (перфоратор)

бура. Съемные коронки обычно армируются пластинками из твердых сплавов.

Бурильные молотки расходуют 2...3 м<sup>3</sup>/мин воздуха при давлении до 0,6 МПа. Поршень-ударник совершает до 1700 ударов и около 100 оборотов в минуту. Скорость бурения в каменных породах средней твердости – 6...12 м/ч.

В **буровых станках вращательного бурения** инструмент может разрушать всю породу шпура (скважины) или выбирать кольцевую щель, внутри которой остается цилиндрический столбик породы (керн).

Для разрушения породы применяется инструмент режущего и дробящего типов. *Режущий буровой инструмент* может быть выполнен в виде долота с одним, двумя или тремя лезвиями, в виде резца или буровой коронки. Буровые резцы и коронки часто оснащаются пластинками из твердых сплавов или алмазами. *Дробящий буровой инструмент* имеет от одной до трех шарошек, каждая из которых представляет собой конус с резцами, закрепленными на конической поверхности. При вращении буровой штанги шарошки вращаются вокруг своих осей, резцы последовательно наносят удары по породе и внедряются в нее под действием усилия подачи.

Для бурения скважин диаметром до 200 мм и глубиной до 50 м применяются *станки вращательного бурения* с буровой спиральной штангой. Продукты бурения удаляются по спиральной канавке штанги. Бурение ускоряется промывкой скважины водой или продувкой сжатым воздухом.

Станок вращательного бурения (рис. 7.2) имеет раму 5, устанавливаемую на колесном ходу или на полозьях, салазки 3 с электродвигателем 2, редуктором 1 и буровой спиральной штангой 7 и лебедку 6. Выходной вал редуктора (шпиндель) имеет переходную муфту 4, в которой закрепляется буровая штанга, заканчивающаяся резцом-коронкой 9. Частота вращения штанги составляет 120...220 об/мин. Положение салазок при бурении породы регулируется лебедкой. По мере увеличения глубины скважины буровую штангу удлиняют с помощью переходных муфт. Для обеспечения заданного направления штанги служит втулка 8.

При бурении средних по крепости пород производительность станков вращательного бурения достигает 40...80 м/смену.

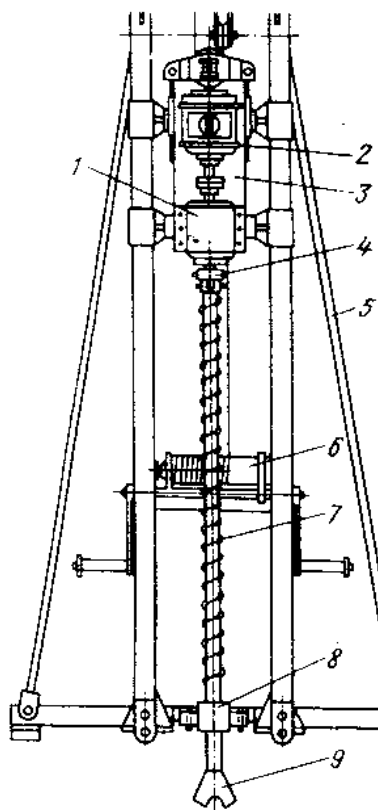


Рис. 7.2. Станок вращательного бурения

**Станки ударно-канатного бурения** применяются при бурении скважин диаметром до 250 мм и глубиной до 500 м. Бурение производится ударами свободно падающего бурового снаряда массой 500...3000 кг. Разработанная порода из скважины удаляется гидравлическим способом. Станок ударно-канатного бурения (рис. 7.3) имеет ходовое оборудование 10 (гусеничное или колесное), раму 9 с двигателем 11 и основными механизмами и стрелу 4 с подвешенным рабочим оборудованием.

При подготовке к бурению станок устанавливают горизонтально с помощью выносных опор 8, поднимают ручной лебедкой в рабочее положение складную стрелу 4 длиной 10...15 м и закрепляют ее подкосами 17. На рабочем барабане 13 лебедки закрепляется канат 2,

огibaющий направляющий блок 12 и баланси́рный блок 16. С баланси́рного блока канат уходит на головной блок 1 и закрепляется в канатном замке бурового инструмента 6. Со второго барабана 14 лебедки сходит канат 3 очистного инструмента, перекинутый через второй головной блок стрелы. При передаче вращения от двигателя 11 на вал кривошипного механизма 7 шатун 5 заставляет баланси́р 15 совершать качательное движение относительно оси блока 12. При заторможенном барабане 13 рабочий канат натягивается баланси́рным блоком 16, а буровой инструмент поднимается. При каждом подъеме баланси́рного блока буровой инструмент падает и наносит удар по породе. По мере разработки скважин для удлинения каната отпускают тормоз рабочего барабана.

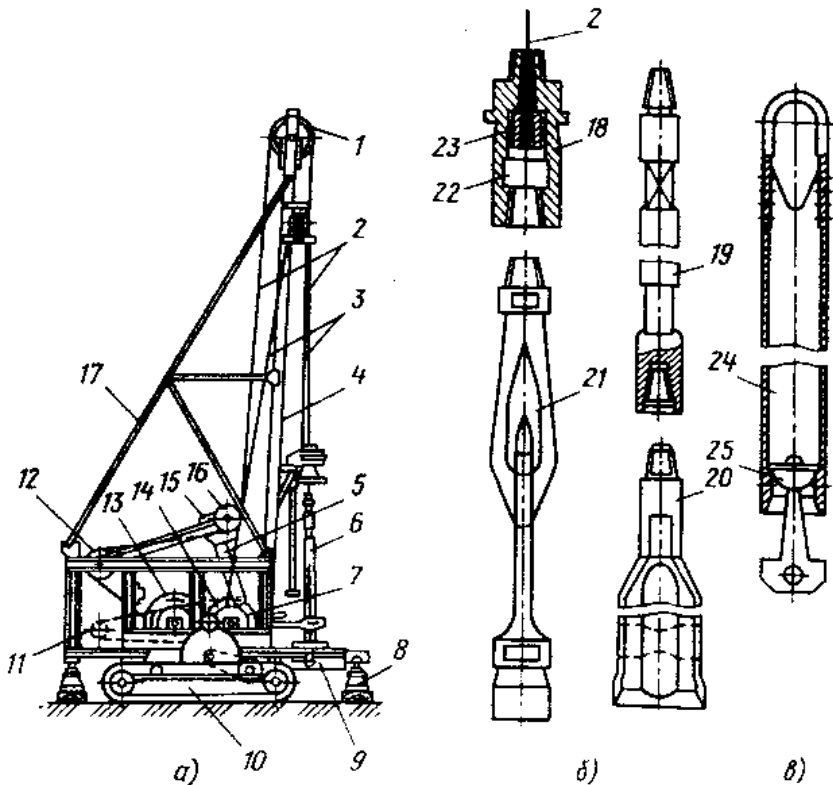


Рис. 7.3. Оборудование ударно-канатного бурения:  
 а – схема станка; б – буровой снаряд; в – очистной инструмент (желонка)

В состав бурового инструмента (рис. 7.3 б) входят канатный замок 18, при трещиноватых породах – буровые ножницы 21, ударная штанга 19 и долото 20 массой 50...300 кг и длиной 0,6...1,5 м.

Рабочая поверхность выполняется *однодолотчатой, крестовой* или *фасонной (звездчатой)*. Ударная штанга массой 500...2000 кг и длиной 5...10 м имеет диаметр, несколько меньший диаметра долота и служащий для увеличения силы удара. Канатный замок чаще всего выполняется по схеме, обеспечивающей поворачивание бурового инструмента после каждого удара. Висящий на канате буровой инструмент растягивает канат и раскручивает его на незначительный угол. В конце удара канат ослабевает, и втулка 23 с закрепленным в ней канатом 2 поворачивается в корпусе 22 замка в обратную сторону.

Буровые ножницы 21 состоят из двух входящих одно в другое звеньев. При ударе долота верхнее звено ножниц опускается на 150...200 мм; при обратном ходе верхнее звено наносит удар снизу вверх и выбивает заклинившееся долото.

Для удаления из скважины раздробленной породы в нее периодически заливают воду и очищают от образующейся смеси – шлама. Очистным инструментом (рис. 7.3 в) является желонка 24, опускаемая в скважину после подъема бурового инструмента, которая, достигнув дна скважины, заполняется снизу шламом. При подъеме желонки ее нижнее отверстие закрывается клапаном 25. Очистка скважины от шлама производится через 0,3...1 м проходки. Расход воды составляет 25...60 л на 1 м глубины скважины и устанавливается практически. Производительность станков ударно-канатного бурения при разработке в породе средней твердости скважины диаметром около 200 мм может достигать 10...20 м в смену.

Для бурения применяют также термическое оборудование в виде станков, горелок и т.д.

**Терморреактивная горелка (термобур)** (рис. 7.4) состоит из трубы 1, в которую входят воздухопровод 9 и топливопровод 8 с завихрителем 3 и форсункой 4.

Для обеспечения горения в жаровой трубе 5 имеются отверстия, через которые подается окислитель. Для формирования газовой струи служит сопло 6. В начале работы горелку устанавливают на ограничительные стойки 7. Для защиты от нагретых газов и выбрасываемой измельченной породы служит направляющий кожух 2. Рабочим органом термического бурения является реактивная горелка, из которой со

скоростью 1000...1500 м/с вырывается газовая струя температурой 800...1100°С. Под действием быстро изменяющейся температуры горные породы расслаиваются и разрушаются. Продукты разрушения пород выбрасываются из скважины газовым потоком. Для создания газовой реактивной струи высокой температуры применяют бензин или керосин. Расход топлива – 70...100 г/мин. Окислителем служит кислород или воздух. Скорость прожигания составляет: в песках – 50 м<sup>3</sup>/ч, в глинах – 20 м<sup>3</sup>/ч, в гравийных грунтах – 7 м<sup>3</sup>/ч.

Для бурения ям и установки столбов применяются **бурильно-крановые** и **бурильные машины на тракторах и автомобилях** БОМ-205В, БКМ-317, БМ-305А, БКМ-1501А и др. (табл. 7.1). Диаметр шпуров – 300...1000 мм, максимальная глубина бурения – 2...8 м.

Комплект буров универсальной бурильно-крановой машины, смонтированной на автомобиле (рис. 7.5 а), позволяет бурить ямы диаметром 0,3; 0,5 и 0,8 м. Механизмы бурения приводятся в действие от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности и раздаточную коробку с лебедкой (рис. 7.5 б). Установка бурового оборудования в рабочее и перевод его в транспортное положение производятся с помощью гидравлического цилиндра.

Машину применяют для установки опор высотой до 12 м. Время бурения на максимальную глубину в зависимости от диаметра скважины составляет 3,5...7,5 мин.

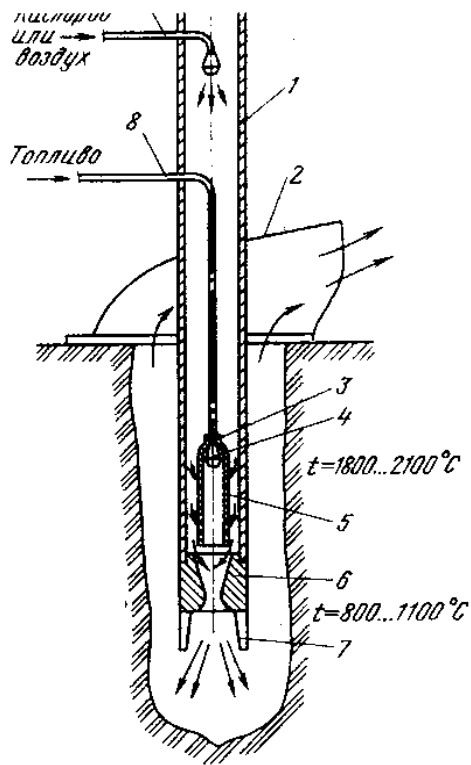
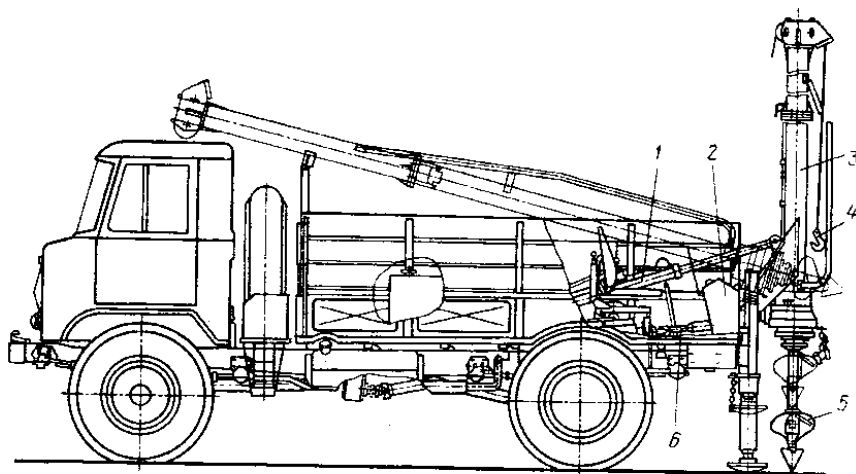
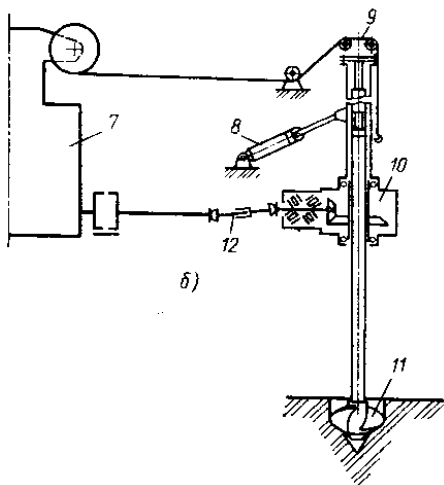


Рис. 7.4. Терморреактивная горелка (термобур)





а)



б)

Рис. 7.5. Бурильно-крановая машина:  
 а – схема машины; б – кинематическая схема; 1 – гидроцилиндр установки бурового оборудования; 2 – органы управления; 3 – буровое оборудование; 4 – крановое оборудование; 5 – буровой инструмент; 6 – трансмиссия; 7 – раздаточная коробка с лебедкой; 8 – гидроцилиндр механизма установки; 9 – буровое оборудование с крановым устройством; 10 – вращатель; 11 – буровой инструмент; 12 – карданный вал привода бурового оборудования

Алапаевский завод «Стройдормаш» проектирует и производит различные бурильно-крановые машины. В последние годы на этом заводе освоено производство бурильно-сваебойной машины БМ-811. Технические характеристики этой машины и других аналогичных приведены в табл. 7.1, 7.2.

Таблица 7.1

## Технические характеристики БМ-811 и аналогичных машин

Параметры	БМ-811	IPD20T-U	IPD20T-U-2	Casagrande PD40T	Soilmec RTA-H	КоК-8	МБК-3
Шасси	Урал 4320 (6x6)	КрАЗ-257 (6x4)	Tatra T815	Magirus	КрАЗ-257 (6x4)	Урал-4320 (6x6)	КрАЗ-257 (6x4)
Масса полная, кг	24000	25350	24630	23400	26455	18300	22000
Глубина бурения, м	8-15	8	8	8	28	Буровое оборудование отсутствует	10
Диаметр шнека, м	0,45	0,5	0,45	0,45	1,2		0,6
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	30-100	28	75	0-20	10-23		42
Крутящий момент, кН·м	14,7	12,75	13,73	19,6	34,3		17,1
Давление бура на забой, т	10	3	3-7	8	12		10
Угол поворота платформы, град	260	245	260	60	240		Копровое оборудование отсутствует
Перемещение платформы, м	0,8	0,75	0,75	0,5	0,58		
Масса ударной части дизель-молота, кг	1250	1250	1250	1500	нет	1250	
Длина свай, м	8	8	8	6	нет	8	
Грузоподъемность лебедки, кг	2 × 3000	3100	2 × 3500	2 × 3000	6300	2500	

Технические характеристики легких бурильно-крановых и бурильных машин

Показатели	Бурильно-крановые машины						Бурильные машины		
	БМ-205 Б	БМ-305 А	БМ-302 Б	БКМ-2/1,25	БКМ-2,5/2	БКМА-1/3,5	МПК-750А4	МПК-750Т	МПК-900Т
Глубина бурения, м	2	3		2	2,5	3,5	4		4,5
Диаметр скважины, м	0,35; 0,5; 0,63; 0,8			0,36; 0,45		0,3; 0,6; 0,8; 1,0	0,75		0,9
Угол бурения, град	60...102	62...95	62...96	75...95		60...98	90 ± 5		
Грузоподъемность кранового оборудования, т	1,25			2			-	-	-
Наибольшая высота подъема крюка, м	5,4	6,6	6,3	6	7,2	6,8	-	-	-
Максимальный вращающий момент на буре, кН·м	4,9	5,38	4,9	4,5		8,36	6,37	5,9	7,36
Максимальное усилие подачи, кН	24,5	23,5	18,6	16		40	44		63,7
Частота вращения, с <sup>-1</sup>	1,91; 2,63; 3,3	1,73; 2,38; 3,01	1,75; 2,43; 3,03	1,21		1,3; 1,91; 3,0	0,4...1,36	0,33...1,5	
Тип привода вращения	механический								
Тип бурильного инструмента	лопастной бур			шнековый бур		лопастной бур	шнековый бур		
Техническая производительность, опор в час (м/ч)	4,35	4,47	3,61	4,4	3,03	4,0	(16)	(18,4)	(7,2)
Масса, т:									
рабочего оборудования	2,245	1,77	2,095	2,266	3,274	3,625	4,25	4,5	5,8
общая	5,46	8,695	5,345	5,516	9,344	7,325	10,08	15,72	17,1
Тип базовой машины	МТЗ-82	ДТ-75МВ	ГАЗ-66	ЮМЗ-6Л	ДТ-75М	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131	трактор ТТ-4	

## 8. МАШИНЫ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ И СОРТИРОВКИ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 8.1. Дробильное и помольное оборудование

Основные виды товарной продукции дробильно-сортировочных предприятий – щебень, гравий и песок. **Щебень** получают из естественного камня при дроблении взорванных скальных пород. **Гравий** представляет собой естественный сыпучий материал с окатанной формой зерен крупностью до 70 мм. Зерна размером 70...150 мм называются крупным гравием, а более 150 мм – валунами. **Песок** состоит из зерен крупностью до 5 мм.

В зависимости от крупности зерен готового продукта различают следующие виды измельчения, мм:

1) **дробление**: крупное – 125...250; среднее – 20...70; мелкое – 5...20;

2) **помол**: грубый – 3...0,1; тонкий – 0,1...0,01; сверхтонкий – менее 0,01.

Измельчение (дробление) каменных материалов (рис. 8.1) достигается:

- 1) раздавливанием;
- 2) раскалыванием;
- 3) изломом;
- 4) истиранием;
- 5) действием ударов, наносимых рабочими органами дробильных машин (билами или молотками).

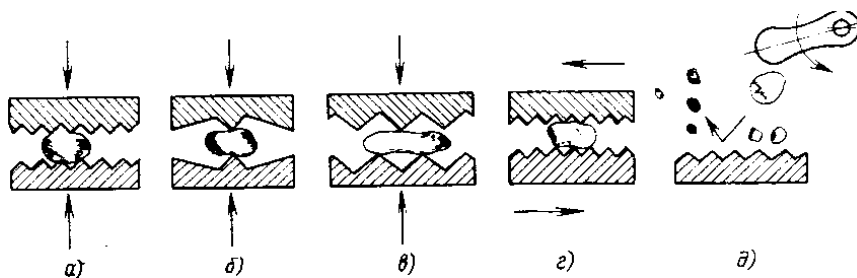


Рис. 8.1. Методы измельчения (дробления) каменных материалов:  
а – раздавливание; б – раскалывание; в – излом; г – истирание; д – удар

Для измельчения каменных материалов применяются (рис. 8.2):

- 1) щековые, конусные, валковые, молотковые и ударные дробилки;
- 2) бегуны сухого и мокрого помола;
- 3) шаровые и стержневые мельницы;
- 4) вибромельницы тонкого помола.

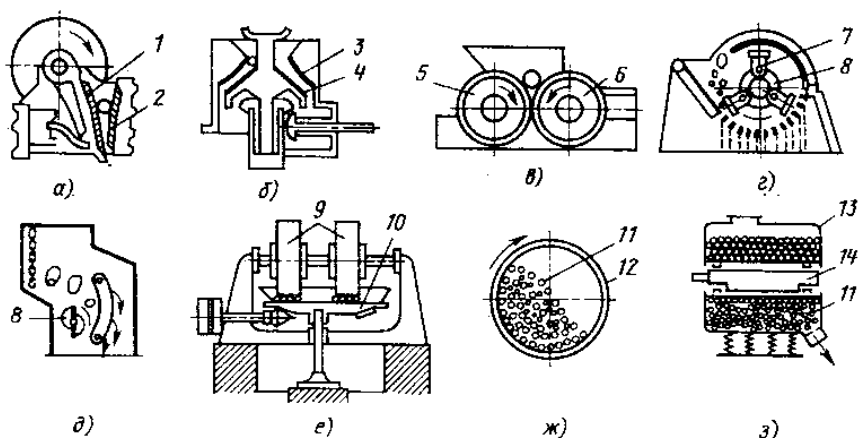


Рис. 8.2. Классификация дробильно-размольного оборудования:

а – щековая дробилка; б – конусная дробилка; в – валковая дробилка; г – молотковая дробилка; д – ударная дробилка; е – бегуны; ж – шаровая (стержневая) мельница; з – вибромельница тонкого помола

В **щековых дробилках** (рис. 8.2 а) дробление камня производится раздавливанием, а в некоторых конструкциях – частично и истиранием между дробящими плитами подвижной 1 и неподвижной 2 щек.

В **конусных дробилках** (рис. 8.2 б) камень подвергается раздавливанию, истиранию, а в некоторых случаях – раскалыванию и излому между неподвижным и подвижным дробящими конусами. Подвижный конус 3 измельчает камень, обкатываясь без принудительного вращения по внутренней дробящей поверхности неподвижного конуса 4.

В **валковых дробилках** (рис. 8.2 в) камень раздавливается и частично истирается в пространстве между вращающимися навстречу один другому валками 5 и 6. В молотковых и ударных дробилках

(рис. 8.2 г, д) он измельчается силой ударов, наносимых молотками 7 роторов 8.

**Бегуны** (рис. 8.2 е) раздавливают материал, попадающий в пространство между катками 9 бегунов и рабочей поверхностью чашки 10.

В **шаровых** (рис. 8.2 ж) и **стержневых мельницах** измельчение материала достигается истиранием, раздавливанием и частично – ударами мелющих тел 11 (металлических шаров или стержней), загружаемых вместе с измельчаемым материалом внутрь вращающегося барабана 12.

**Вибромельницы тонкого помола** (рис. 8.2 з) измельчают материал, попадающий в промежутки между шарами, ударяющимися друг о друга в результате вибрации барабана 13, установленного на пружинах, которая происходит от вращения дебалансного вала 14.

В дорожном строительстве широкое распространение получили щековые, конусные, валковые дробилки и дробилки ударного действия.

**Щековые дробилки** служат для измельчения пород средней и большой твердости и в зависимости от размеров приемного отверстия ( $160 \times 250 \dots 2100 \times 2500$  мм) применяются как на первой, так и на последующих ступенях дробления. Производительность их при дроблении пород средней твердости достигает  $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

*Степенью измельчения* называется отношение средней крупности загружаемых камней к средней крупности камней, полученных в результате дробления. Степень измельчения щековых камнедробилок обычно не превышает 5...6. Максимальная крупность загружаемых в дробилку камней составляет 80...90 % ширины загрузочного отверстия.

Производительность щековых дробилок (в  $\text{м}^3/\text{ч}$ )

$$P = 60Vn\mu,$$

где  $n$  – частота вращения эксцентрикового вала, об/мин,  $n = 200 \dots 250$  об/мин;

$\mu$  – коэффициент, учитывающий наличие пустот между дробимыми камнями,  $\mu = 0,3 \dots 0,65$ ;

$V$  – объем призмы материала, выпадающего из дробилки за один отход подвижной щеки,  $\text{м}^3$ .

**Конусные дробилки** служат для измельчения каменных материалов средней и большой твердости и предназначены для крупного или среднего и мелкого дробления. Процесс дробления в них происходит непрерывно. Обычно дробилки для крупного дробления выполняются с крутым дробящим конусом и характеризуются шириной загрузочного кольца. Дробилки для среднего и мелкого дробления выполняются с пологим дробящим конусом и характеризуются нижним диаметром внутреннего дробящего конуса. Отечественные дробилки имеют ширину загрузочного кольцевого отверстия 300...1500 мм и нижний диаметр внутреннего дробящего конуса 600...2100 мм.

Загружаемый непрерывным потоком в пространство между неподвижным и подвижным дробящими конусами материал подвергается раздавливанию и изгибу. Дробилки с пологим конусом применяются для вторичного дробления. Ширина разгрузочного кольца в них регулируется в пределах 3...60 мм. Крупность загружаемых камней – 30...300 мм.

Степень измельчения в конусных дробилках достигает 10...12. Максимальная крупность загружаемых в дробилку камней не должна превышать 75...80 % ширины загрузочного отверстия.

Производительность конусных дробилок (в  $\text{м}^3/\text{ч}$ )

$$P = 60Vn_k\mu_1,$$

где  $n_k$  – частота вращения эксцентрикового стакана, об/мин;

$\mu_1$  – коэффициент разрыхления дробимого материала,  $\mu_1 = 0,35...0,7$ ;

$V$  – объем материала, выпадающего из дробилки за один оборот эксцентрикового стакана,  $\text{м}^3$ .

Технические характеристики конусных дробилок приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1

## Технические характеристики конусных дробилок КСД и КМД исполнения Гр и (Г)

Показатели	КСД-600	КСД-900	КСД-1200	КСД-1750	КСД-2200	КСД-3000	КМД-1200	КМД-1750	КМД-2200	КМД-3000
Диаметр основного дробящего конуса, мм	600	900	1200	1750	2200	3000	1200	1750	2200	3000
Ширина приемного отверстия на открытой стороне, мм	75	130	185 (125)	250 (200)	350 (275)	600 (475)	100 (50)	130 (80)	140 (100)	220 (120)
Диапазон регулирования ширины выходной щели, мм	12...35	15...40	20...25 (10...25)	25...60 (15...30)	30...60 (15...30)	50...80 (25...50)	5...15 (3...12)	9...20 (5...15)	10...20 (5...15)	15...25 (6...20)
Размер наибольшего куска исходного материала, мм	60	105	150 (100)	200 (160)	300 (250)	500 (380)	80 (40)	100 (70)	100 (85)	180 (100)
Производительность на материале средней прочности, м <sup>3</sup> /ч	12...40	30...70	77...115 (42...95)	170...320 (100...190)	360...610 (180...360)	700...1100 (425...850)	45 (27)	95...130 (85...110)	220...260 (170...220)	360...520 (320...440)
Мощность двигателя, кВт	30	55	75	160	250	500	75	160	250	500
Габаритные размеры, мм:										
длина	1800	2500	3500	4400	5500	7000	3500	4400	5500	7000
ширина	1600	2000	2500	3400	4300	5500	2500	3400	4300	5500
высота	1600	2400	3100	4400	5100	6500	3100	4400	5700	7100
Масса, т	5,0	12,5	22	55	100	250	22	55	100	250



**Валковые дробилки** служат для измельчения мягких пород, а также для вторичного дробления каменных материалов средней и большой твердости. Производительность их колеблется от 8...10 до 80...100 м<sup>3</sup>/ч. Отечественная промышленность выпускает валковые дробилки с гладкими и рифлеными валками диаметром  $D_B = 400...1500$  мм и длиной  $L_B$ , составляющей 40...100 % их диаметра.

Окружная скорость на поверхности валков – 2...5 м/с, что соответствует частоте их вращения 40...250 об/мин.

Производительность валковых дробилок (в м<sup>3</sup>/ч)

$$P = 3600 v (2e + s) L_B \mu,$$

где  $v$  – окружная скорость на ободу валков, м/с;

$L_B$  – длина валка, м;

$\mu$  – коэффициент, учитывающий наличие пустот между камнями,  $\mu = 0,2...0,6$ ;

$s$  – отход подвижного валка.

Степень измельчения в валковых дробилках при дроблении твердых и средних пород достигает 4, хрупких пород – 8...10.

**Ударные роторные дробилки** служат для дробления известняков и хрупких каменных материалов с прочностью на сжатие до 150 МПа. Их производительность колеблется от 40 до 400 м<sup>3</sup>/ч, степень измельчения достигает 25. Дробилки изготавливают с загрузочным отверстием шириной до 1400 мм, что позволяет загружать камни крупностью до 1100 мм. Дробилки могут быть *двухроторными* и *однороторными* (табл. 8.2).

Таблица 8.2

Технические характеристики однороторных дробилок

Показатели	Среднего и мелкого дробления		Крупного дробления			
	СМД-75А	СМД-94	СМД-85А	СМД-86А	СМД-96	СМД-87
1	2	3	4	5	6	7
Размеры ротора, мм:						
диаметр	1000	1250	800	1250	1600	2000
длина	1000	1250	630	1000	1250	1600

1	2	3	4	5	6	7
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	135	200	60	135	200	370
Размеры приемного отверстия, мм:						
продольный	100	1250	630	1000	1250	1600
поперечный	500	600	550	875	1100	1400
Размер наибольшего куска исходного материала, мм	300	375	400	600	800	1100
Мощность, кВт	125	200	40	100	160	250
Габаритные размеры, мм:						
длина	2700	3400	2500	3200	4200	5600
ширина	2800	3200	1700	2350	2900	3600
высота	2100	2800	2150	2800	3500	4400
Масса, т	10,0	18	6,0	15	30	68

Загружаемый в однороторную дробилку (см. рис. 8.2 д) материал, отклоняя предохранительные цепи, попадает в зону ротора 8, окружная скорость бил 7 (молотков) которого – 30..40 м/с. Откалываемые ударами бил куски камня отбрасываются на колосниковую решетку. Прошедшие через колосники камни выпадают из дробилки в отводной лоток или бункер. Камни, не прошедшие сквозь колосниковую решетку, подвергаются дополнительному измельчению. При попадании в дробилку недробимых тел предохранительные пружины, поддерживающие колосниковую решетку, сжимаются, и колосниковая решетка отходит от ротора, увеличивая зазор.

Для помола каменных материалов и получения из них минерального порошка применяется **размольное оборудование – мельницы** (см. рис. 8.2 ж). Наиболее часто помол осуществляют в барабанных шаровых и стержневых мельницах, обеспечивающих высокую тонкость и однородность помола.

В зависимости от формы барабанов различают *цилиндрические, трубные* и *конические мельницы*, в зависимости от принципа работы – мельницы сухого и мокрого помола, непрерывного и периодического действия. Разрушение материала в барабанных мельницах происходит под действием ударных и истирающих нагрузок. В качестве мелющих тел используются шары или цилиндрические

стержни, изготавливаемые из марганцовистой или хромистой стали, а иногда – из отбеленного чугуна. Диаметр стержней и шаров составляет 40...135 мм. Общий объем мелющих тел – 40...50 % рабочего объема мельницы. Расход мелющих тел вследствие их изнашивания составляет 0,9...1,6 кг на 1 т полученного продукта.

В первой секции шаровой двухсекционной барабанной мельницы (рис. 8.3) происходит грубый помол материалов крупными мелющими телами, во второй – более тонкий помол мелкими телами.

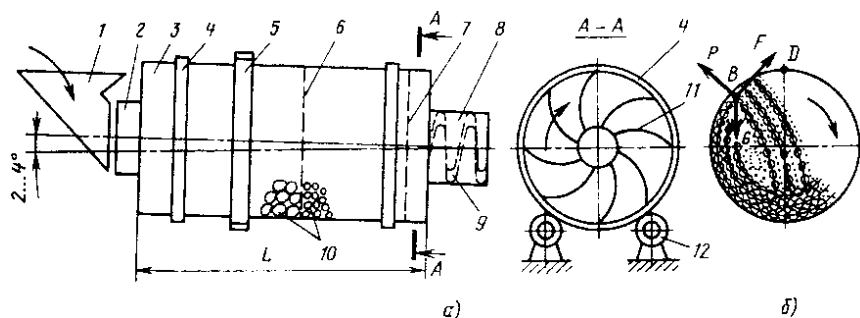


Рис. 8.3. Барабанная шаровая мельница:

а – конструктивная схема; б – принцип действия; 1 – загрузочный лоток; 2 – загрузочная секция; 3 – барабан; 4 – бандаж; 5 – зубчатый венец; 6, 7 – перфорированные перегородки; 8 – разгрузочная секция; 9 – разгрузочный шнек; 10 – мелющие тела; 11 – лопасти; 12 – опорные ролики

Секции разделены перфорированной перегородкой 6, через которую мелющие тела не проходят. Вторая перфорированная перегородка 7 отделяет отсек с лопастями 11, подающими измельченный материал к разгрузочному шнеку 9 разгрузочной секции 8. Вращение от электродвигателя через редуктор передается на зубчатый венец 5. Внутренняя поверхность барабана футерована сменными рифлеными броневыми плитами.

## 8.2. Сортировочные и сортировочно-моечные машины

Для механического разделения на фракции каменных материалов применяют *сортировочные машины – грохоты* с просеивающей поверхностью в виде колосников, решет и сит (рис. 8.4).

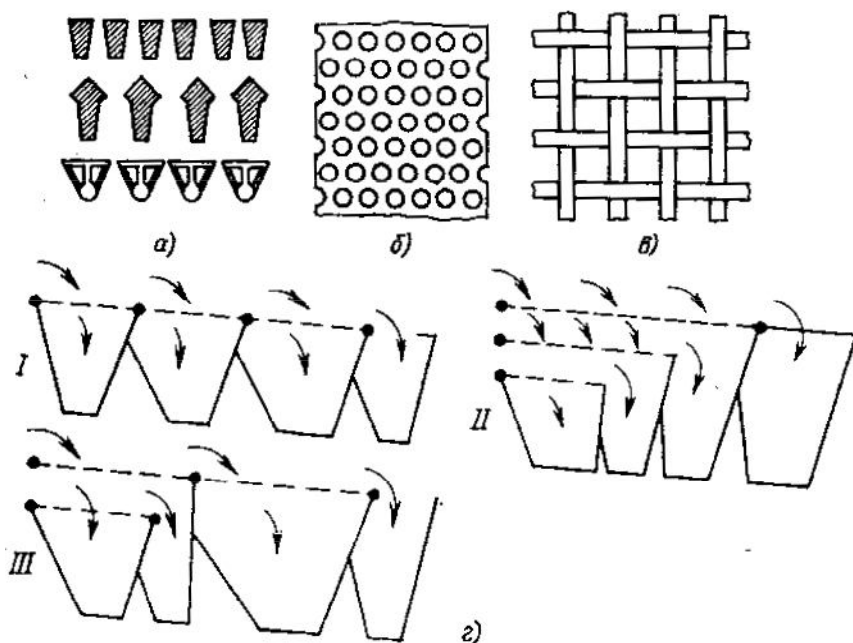


Рис. 8.4. Просеивающие поверхности грохота:  
 а – колосники; б – решето; в – сито; г – варианты расположения просеивающих поверхностей плоских грохотов; 1 – в один ряд; 2 – трехъярусное; 3 – смешанное

Грохоты разделяются на **плоские** и **барабанные**, барабанные – на **цилиндрические** и **конические**.

Грохоты могут иметь одну, две или несколько просеивающих поверхностей (чаще всего в них устанавливают три просеивающие поверхности).

Плоские грохоты могут быть неподвижными и подвижными.

К **неподвижным плоским грохотам** относятся колосниковые решетки, перекрывающие бункера, а также колосники, устанавливаемые перед дробилками. Колосниковые решетки располагаются горизонтально или с углом наклона до  $12^\circ$  – для отделения крупных включений, с углом наклона  $45...55^\circ$  – для отделения мелких включений.

**Подвижные плоские грохоты** делятся на колосниковые, качающиеся с возвратно-поступательным движением, эксцентриковые качающиеся, инерционные.

**Колосниковые грохоты** обычно применяют в качестве питателей камнедробилок.

**Качающиеся грохоты** обеспечивают сортирование материала путем перемещения его по ситам в результате взаимодействия сил тяжести с силами инерции и трения. Они широко применяются для просеивания песка на растворных узлах.

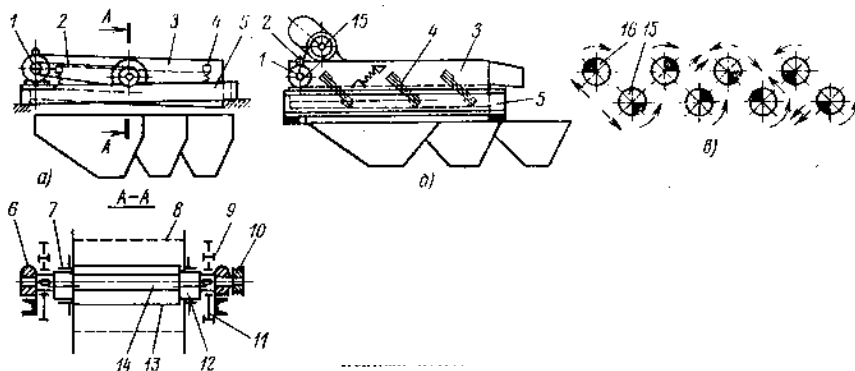


Рис. 8.5. Схемы плоских грохотов:

а – эксцентриковый грохот; б – инерционный грохот с вибратором направленных колебаний; в – расположение дебалансов вибратора направленных колебаний

Частота вращения эксцентрикового вала эксцентриковых грохотов – 1000...1200 об/мин. Частота колебаний равна частоте вращения вала, а амплитуда – эксцентриситету шеек.

**Эксцентриковый грохот** (рис. 8.5) сортирует материал путем колебаний подвижной рамы 3 с ситами 8, установленной в подшипниках 7 на эксцентрично смещенных шейках 12 вала 14.

На валу установлен шкив 10, получающий вращение от электродвигателя 1 через клиноременную передачу 2. Вращение эксцентрикового вала вызывает колебания подвижной рамы с постоянной амплитудой. Эксцентриковый вал вращается в подшипниках 6 неподвижной (основной) рамы 5. Для защиты от ударов сортируемого материала он заключен в трубу 13. Для предотвращения опрокидывания подвижной рамы вокруг вала 14 между подвижной и неподвижной рамами поставлены пружины 4. Вибрационное воздействие на неподвижную раму уменьшается благодаря маховикам 11 с противовесами 9. Эксцентриковый грохот устанавливается на деревянную раму с резиновыми подкладками или подвешивается на тягах с

амортизационными пружинами. При вращении эксцентрикового вала 14 подвижная рама 3 совершает круговые движения, направленные навстречу потоку материала, что способствует лучшему сортированию.

Технические характеристики некоторых вибрационных грохотов приведены в табл. 8.3.

Таблица 8.3

Технические характеристики вибрационных грохотов

Показатели	ГСС-32 (СМД-107)*	ГИТ-42 (СМД-113)	ГИС-42 (СМД-148)	ГИС-52 (СМД-121)	ГИС-62 (СМД-125)	ГИС-72 (СМД-157)
Размеры просеивающей поверхности, мм:						
ширина	1250	1500	1500	1750	2000	2500
длина	3000	3000	3750	4500	5000	6000
Размер загружаемого материала, мм	до 100	до 1000	200		150	
Число ярусов сит	2	1	2			
Угол наклона просеивающей поверхности, град	0	10...30	10...25			
Частота колебаний, Гц	12,5	13,3	16,0	15,0		16,5
Амплитуда колебаний, мм	9	3,5...4	4...4,2			4
Установленная мощность, кВт	5,5	17	10	17		30
Габаритные размеры, мм:						
длина	3750	3050	4500	5080	5880	6700
ширина	1930	2200	2400	2440	2620	3036
высота	1500	1500	1300	1230	1390	3250
Масса, кг	2200	5600	3300	3800	5650	9000

\* В скобках указаны отраслевые индексы грохотов.

**Инерционные грохоты** обеспечивают сортирование материала в результате вибрации, возникающей под действием сил инерции вращающихся неуравновешенных масс. Грохот с вибратором круговых колебаний состоит из неподвижной и подвижной рам, соеди-

ненных между собой пружинами. На подвижной раме укреплены сита и подшипники вибрационного вала, который вместе с неуравновешенными грузами приводится во вращение клиноремненной передачей от электродвигателя.

Технические характеристики грохотов приведены в табл. 8.4.

Таблица 8.4

Технические характеристики инерционных грохотов ГИС  
(с круговыми колебаниями)

Параметр	ГИС-31	ГИС-32	ГИС-33	ГИС-42	ГИС-43	ГИС-51	ГИС-52	ГИС-53
Производительность по питанию (в зависимости от крупности разделения), т/ч	3–60	3–65	3–70	15–200	15–200	20–220	20–250	20–250
Крупность разделения, мм	1–60	1–60	1–60	2–70	2–70	2–100	2–100	2–100
Размер просеивающей поверхности, мм:								
длина	2700	2700	2700	3700	3700	4650	4650	4650
ширина	1240	1240	1240	1500	1500	1750	1750	1750
Число сит	1	2	3	2	3	1	2	3
Угол наклона сита, град	10–30	10–30	10–30	15–25	15–25	15–25	15–25	15–25
Амплитуда колебаний, мм	1–2,5	1–2	1–1,8	1–2,5	1–1,8	1–2,5	1–2,5 3–4,5	3–4,5
Частота колебаний, Гц	16;24	16;24	6;24	16;24	16;24	16;24	16;24	16
Мощность привода, кВт	5,5	5,5	5,5	11	11	15	15	15
Габаритные размеры (при угле наклона 20°), мм:								
длина	2860	2860	2860	3780	3880	4690	4650	4670
ширина	2215	2215	2215	2820	2820	3025– 3120	3120	3315
высота	1830	2110	2370	2500	2960	1830	2880	3300
Масса, т	(1,58– 1,62) <sup>1</sup>	(1,83– 1,9) <sup>1</sup>	(2,13– 2,19) <sup>1</sup>	(2,33– 2,5) <sup>2</sup>	(2,6– 2) <sup>2</sup>	(2,6– 2,8) <sup>2</sup>	(3,37– 3,5) <sup>2</sup>	(4,05– 4,3) <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Масса с опорной рамой.

<sup>2</sup> Масса без опорной рамы.

Более эффективное сортирование достигается на *грохотах с вибраторами направленного действия* (рис. 8.5 б). Подвижная 3 и неподвижная 5 рамы такого грохота соединены между собой пружинными стойками, параллельно которым расположена линия центров дебалансных валов вибратора направленного действия. Вращение от электродвигателя 1 клиноременной передачей 2 передается на вибрационный вал 15, а от него через зубчатую пару – вибрационному валу 16. Противовесы валов (дебалансы) через каждые четверть оборота занимают положения, изображенные на рис. 8.5 в. В положениях 1 и 2 инерционные силы уравниваются, а в положениях 3I и 4 – складываются. В последнем случае возмущенная сила вибратора оказывается направленной перпендикулярно пружинным стойкам, что обеспечивает интенсивное подбрасывание и перемещение сортируемого материала по ситам.

Технические характеристики грохотов представлены в табл. 8.5.

Т а б л и ц а 8.5

Технические характеристики  
вибрационных самосинхронизирующихся грохотов  
(с прямолинейными колебаниями)

Параметры	ГСЛ-052	ГСТ-31	ГСТ-41	ГСЛ-61	ГСЛ-62	ГПКТ-72У
1	2	3	4	5	6	7
Производительность по исходному питанию, т/ч	до 6	до 120	до 150	до 300	до 350	1000
Крупность исходного питания, мм, не более	40	80	100	150	150	120
Размер отверстий сита в свету, мм	0,1–25	2–25	2–25	0,1–25	0,1–25	15–50
Размеры просеивающей поверхности, мм:						
длина	1000	2800	4000	5500	5500	7160
ширина	500	1250	1500	2000	2000	2500
Число сит	3	1	1	1	2	2
Угол наклона сита, град	0–10	0–5	0–5	0–20	0–20	0–50
Амплитуда колебаний, мм	3–5	3–4,5	3–4,5	3,5–5	3,5–5	4–6
Частота колебаний, Гц	16	16	16	16	16	12
Мощность привода, кВт	0,75	6	6	2 × 11	2 × 15	2 × 22



1	2	3	4	5	6	7
Номинальная частота вращения вала двигателя, об/мин	1000	1000	1000	1000	1000	735
Габаритные размеры, мм:						
длина	110	2906	4000	5670	5670	875
ширина	1051	2145	1500	3395	3440	4550
высота	720	1575	1082	1750	2150	3150
Масса, т	0,26	1,45–1,55	2,13	5	6	17

Эксцентрикковые и инерционные грохоты изготавливаются с двумя и тремя ситами. Частота их колебаний – 800...1200 Гц. Амплитуда колебаний зависит от конструкции грохота и составляет 4...24 мм, производительность – от 12...16 до 40...60 м<sup>3</sup>/ч.

Добываемые в карьерах гравий и песок часто содержат органические и неорганические примеси. Когда загрязненность таких материалов незначительна и содержащиеся в них примеси легко отделить, промывку осуществляют в процессе сортирования на грохотах. При большем содержании примесей и в случаях, когда их трудно отделить, применяют моечные машины.

Для промывки и сортировки гравийно-песчаных смесей и щебня применяют гравиемойки-сортировки (рис. 8.6 а).

Материал по загрузочному лотку 1 направляется в промывочную секцию, внутри которой укреплены продольные ребра 2 и поперечные кольца 3, образующие отдельные камеры. Внутри промывочной секции проходит водопроводная труба-регистр 6 с отверстиями. При вращении барабана, установленного под углом  $\alpha = 5...7^\circ$ , промываемый материал поднимается продольными ребрами, попадает в струи воды, перелопачивается и пересыпается из камеры в камеру. Отмытый от примесей, он поступает в сортировочные секции 4, где разделяется по крупности. Вода, песок и примеси попадают в первый отсек бункера 5, откуда направляются в пескоотстойник и пескомойку. Производительность гравиемойки-сортировки – 9...45 м<sup>3</sup>/ч. На промывку 1 м<sup>3</sup> материала расходуется 3...5 м<sup>3</sup> воды.

Для промывки гравийно-песчаных смесей и песка от пылевидных, глинистых и органических примесей служат моечные машины. При незначительной загрязненности материала промывка ведется в процессе сортирования. Для этого над ситами грохота установлен замк-

нутый перфорированный трубопровод, подающий воду по всей просеивающей поверхности. При значительном содержании в материале посторонних примесей применяются гравимойки-сортировки, лопатные и барабанные гравимойки, драговые пескомойки (рис. 8.6 б), спиральные (шнековые) классификаторы (рис. 8.6 в).

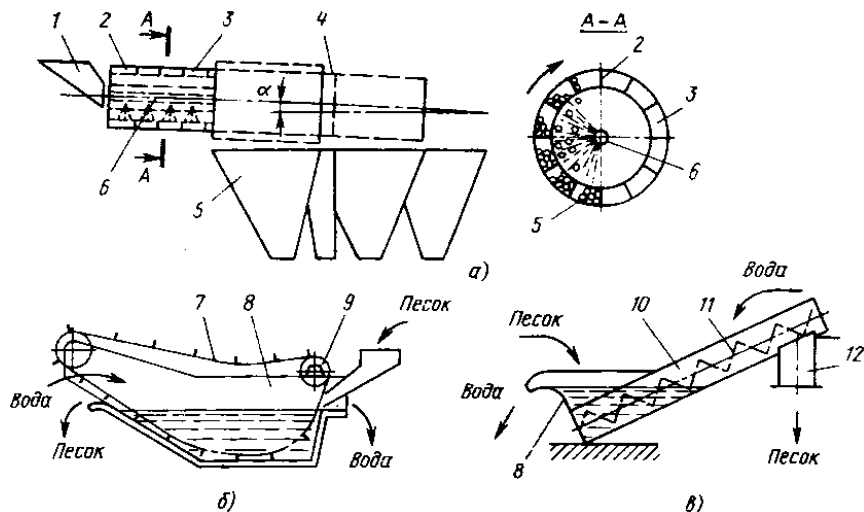


Рис. 8.6. Схемы моечных машин:

а – гравимойка-сортировка; б – драговая пескомойка; в – шнековая пескомойка; 1 – загрузочный лоток; 2 – продольные ребра; 3 – поперечные кольца; 4 – сортировочная секция (цилиндрический грохот); 5 – секционный бункер; 6 – труба-регистр; 7 – тяговый орган со скребками; 8 – промывочная камера; 9 – приводной барабан; 10 – труба; 11 – винт; 12 – разгрузочный патрубок

### 8.3. Дробильно-сортировочные установки

*Дробильно-сортировочные установки* разделяются на *стационарные* и *передвижные*. Последние наиболее приемлемы в дорожном и аэродромном строительстве и применяются для обслуживания разбросанных строительных объектов. Их производительность – 16...20 м<sup>3</sup>/ч. Дробильно-сортировочные установки могут быть выполнены по двум схемам – с одной или двумя ступенями дробления.

На рис. 8.7 представлена схема передвижной одноагрегатной дробильно-сортировочной установки двухступенчатого дробления.

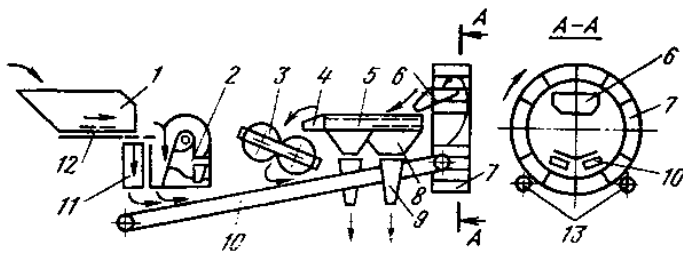


Рис. 8.7. Схема одноагрегатной дробильно-сортировочной установки

Загружаемый в бункер-питатель 1 камень подается подвижным дном 12 в щековую дробилку 2. Мелкие фракции просеиваются через колосники дна питателя и по вертикальному патрубку 11 ссыпаются на ленточный конвейер 10, где встречаются с материалом, прошедшим через щековую дробилку. Ленточный конвейер перемещает щебень в ротационный элеватор 7, состоящий из короткого цилиндра со сквозными отверстиями в торцах и внутренними поперечными перегородками и приводимый во вращение роликами 13. Поднимаемый элеватором материал осыпается по лотку 6 на сита инерционного грохота 5, откуда, уже разделенный на фракции, попадает в отсеки бункера 8. Крупные частицы с верхнего сита грохота 5 лотком 4 направляются на вторичное дробление в валковую дробилку 3, после которой попадают на ленту конвейера и далее – снова в элеватор. Будучи вновь поднятыми элеватором на грохот, эти частицы просеиваются сквозь сита и поступают в раздаточные бункера с лотками 9.

Выпускаются установки, состоящие из двух агрегатов – первичного и вторичного дробления (рис. 8.8).

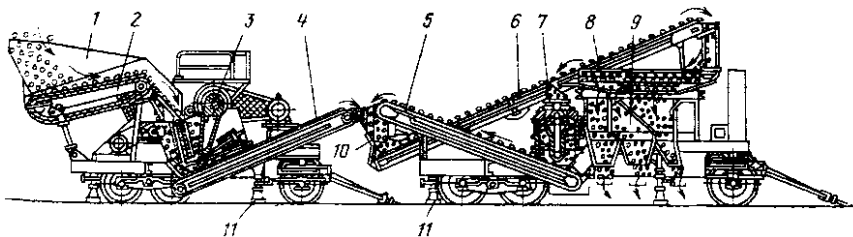


Рис. 8.8. Двухагрегатная дробильно-сортировочная установка

Агрегат первичного дробления имеет загрузочный бункер 1 с пластинчатым питателем 2, щековую дробилку 3 и ленточный конвейер 4. На раме агрегата вторичного дробления размещены ленточный конвейер 6, инерционный грохот 8, раздаточный бункер 9, конусная дробилка вторичного дробления 7, возвратный конвейер 5 и перегрузочный лоток 10. Под отсеками раздаточного бункера устанавливаются поперечные конвейеры для выдачи щебня в транспортные средства. При работе оба агрегата вывешиваются на выносных опорах (домкратах) 11, так как эластичность пневмоколесного хода вызывает нежелательную вибрацию.

Передвижные дробильно-сортировочные установки изготавливаются как с приводом от двигателей внутреннего сгорания, устанавливаемых автономно на каждом агрегате, так и с многомоторным электрическим приводом.

Важной проблемой на всех участках дробления, сортирования и транспортирования материала является борьба с пылью. Образование пыли увеличивается с уменьшением размеров частиц материала и уменьшается с повышением содержания в нем влаги. Количество пыли зависит также от скорости движения материала и обусловлено типом и техническими характеристиками дробильного и сортировочного оборудования. Для борьбы с пылью используются средства, выбор которых определяется количеством выделяющейся пыли и ее свойствами: оборудование источников выделения пыли кожухами без применения аспирации, т. е. отсоса запыленного воздуха; устройство местного укрытия оборудования с отсосом центробежным вентилятором запыленного воздуха с последующей очисткой; искусственное увлажнение дробимого материала распыленной водой, если оно допускается технологическими нормами (при этом расход воды составляет примерно 4 % массы проходящего материала).

Оборудование источников выделения пыли кожухами позволяет снизить количество выделяющейся пыли на 90 % даже без применения вентиляторов.

## 9. МАШИНЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СМЕСЕЙ И РАСТВОРОВ

### 9.1. Смесители цементобетонных смесей и растворов

Для приготовления цементобетонных смесей и растворов применяют стационарные и передвижные *бетоносмесители* и *растворосмесители* (табл. 9.1).

Таблица 9.1

Классификация смесителей

Тип смесителя (емкость, м <sup>3</sup> )	Область применения	Водоцементное отношение	Наибольшая крупность заполнителя, мм	Энергоемкость приготовления смеси, кВт/м <sup>3</sup>	Продолжительность смешивания (разгрузки), с
1	2	3	4	5	6
Гравитационный опрокидной:					
(0,1...1)	Инвентарные установки	0,5...0,8	60	<u>1,1...1,4</u> 1,2	180
(1...5)	Заводы средней и большой производительности	0,52...0,9	180	1,2	(25...45)
Гравитационный неопрокидной с коническим барабаном (0,1...5)	Установки и заводы любой производительности	0,6...0,9	150	<u>1...1,25</u> 1,125	(40...45)
Гравитационный реверсивный (0,1...5)	Установки и заводы любой производительности	0,5...0,8	180	<u>1...1,6</u> 1,3	180
Гравитационный с вводным лотком (0,1...1)	Инвентарные установки	0,5...0,8	60	<u>1...1,2</u> 1,1	180
Принудительный роторный:					
(0,5...2)	Установки и заводы средней производительности	0,18...0,7	80	<u>2,2...4,8</u> 3,5	(30...35)
(0,5...4,5)	Заводы средней и большой производительности	80	70	<u>2,5...3</u> 3,75	60

1	2	3	4	5	6
Принудительный противочный с интенсификаторами:					
(0,5...3)	Заводы средней и большой производительности	0,42...0,8	60	4	(35...40)
(0,5...8)	То же	0,42...0,8	60	$\frac{2,5...3}{3,75}$	–
Принудительный одновальный:					
(0,2...3)	Установки малой и средней производительности	0,45...0,85	100	$\frac{2,8...3,9}{3,35}$	(30...40)
(0,5...7)	Установки средней и большой производительности	0,32...0,9	150	$\frac{2,3...3,6}{3,2}$	(30...60)
Принудительный двухвальный:					
(0,5...5)	Заводы средней и большой производительности	0,35...0,9	80...100	$\frac{2,9...3,7}{3,3}$	(18...30)
(0,5...3,5)	То же	0,32...0,9	180	$\frac{3,0...3,6}{3,3}$	(30...60)

В зависимости от способа образования смесей смесители бывают *гравитационные*, в которых перемешивание происходит в результате свободного падения материалов, и *с принудительным перемешиванием*. Первые применяются для получения пластичных бетонных смесей, вторые – растворов и жидких бетонных смесей. Смесительные машины делятся на машины периодического и непрерывного действия.

Смесительные машины *периодического действия* характеризуются объемом готового замеса, а также объемом смесительного барабана по загрузке – суммой объемов сухих материалов, загружаемых в смесительный барабан для приготовления одного замеса. Геометрический объем смесительного барабана превышает полезный объем в 2,5...3 раза.

В смесительных машинах *непрерывного действия* главным параметром считается часовая производительность (в м<sup>3</sup>).

Смесительные машины загружаются из бункеров, под которыми установлены машины, и с помощью ковшовых (скиповых) подъемников, а разгружаются при опрокидывании и наклоне барабана с помощью разгрузочного лотка, вводимого внутрь вращающегося барабана, открыванием разгрузочного люка в днище барабана или изменением направления его вращения.

**Бетоносмесители с опрокидным барабаном** (рис. 9.1) состоят из рамы 5 и смесительного барабана 1, закрепленного на валу редуктора 3.

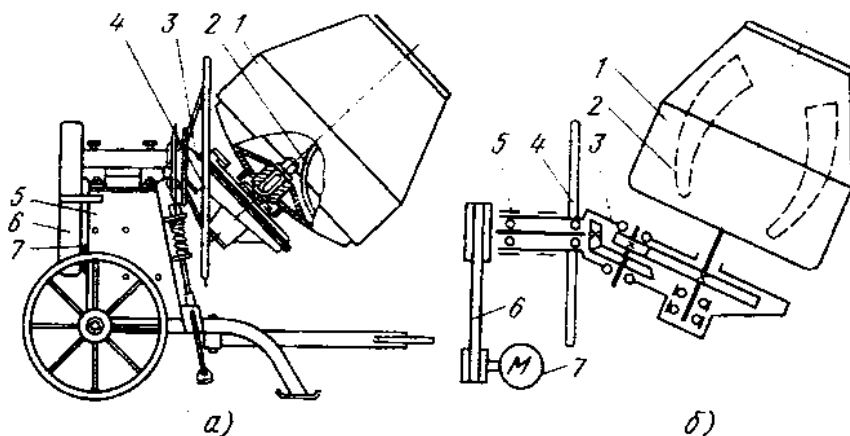


Рис. 9.1. Бетоносмеситель с опрокидным барабаном:  
а – конструктивная схема; б – кинематическая схема

Барабан опрокидывается поворотом штурвала 4 и в опрокинутом или наклонном положении удерживается тормозом. Перемешивание составляющих происходит при наклонном положении оси смесительного барабана. Вращение передается от электродвигателя 7 клиноременной передачей 6 редуктору, на выходном валу которого закреплен смесительный барабан; к внутренним стенкам барабана прикреплены лопасти 2, осуществляющие перемешивание.

**Бетоносмесители с наклоняющимися барабанами** (рис. 9.2) выполняются стационарными.

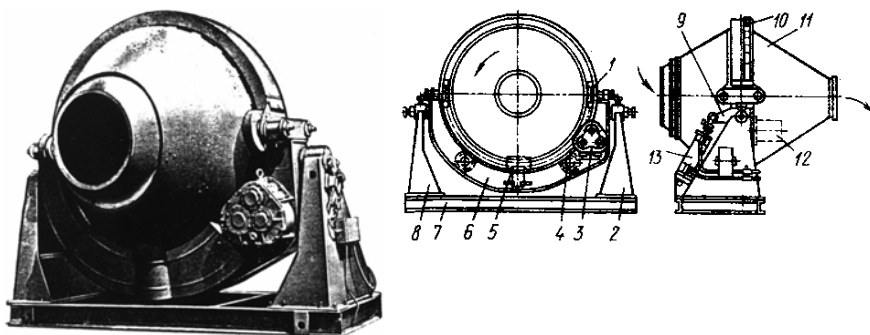


Рис. 9.2. Бетономеситель с наклоняющимся барабаном:  
а – общий вид; б – конструктивная схема

Бетономесители могут иметь механический, пневматический или гидравлический привод системы наклона барабана. В подшипниках стоек 2 и 8 рамы 7 установлены шипы траверсы 6. К кронштейну 9 траверсы шарнирно прикреплен шток поршня пневмоцилиндра 13, шарнирно соединенного со станиной, перемещение которого вызывает наклон траверсы, а вместе с ней – и барабана 11, установленного на двух поддерживающих 4 и шести упорных роликах 1 и 5. На траверсе смонтированы электродвигатель 12 и редуктор 3, передающий вращение на зубчатый венец 10 смесительного барабана. Внутри к стенкам барабана прикреплены лопасти, перемешивающие компоненты при горизонтальном положении вращающегося барабана. Загрузка и разгрузка барабана могут производиться как с одной, так и с обеих сторон.

Бетономесители принудительного перемешивания делятся на *противоточные*, где вращение чаши и смесительных лопастей происходит в противоположных направлениях, и на *роторные* и *планетарно-роторные*, где смесительная чаша неподвижна.

У роторных смесителей (рис. 9.3 а) перемешивание происходит в чаше 1, в центре которой помещен стакан 2 так, что образуется кольцевое смесительное пространство.

Относительно центральной оси чаши вращается ротор 3, и к нему на разном удалении от оси вращения прикреплены смесительные лопасти, рабочие поверхности которых образуют различные углы с направлением движения. При вращении ротора лопасти создают продольные и поперечные потоки смешиваемой массы, в результате



чего происходит интенсивное перемешивание. При движении лопасти прорабатывают весь объем смеси и во время выгрузки полностью очищают внутреннюю поверхность чаши. Приготовленная смесь выгружается через отверстие в днище чаши, перекрываемое затвором. Смесительные лопастные валы приводятся во вращение от мотор-редукторов, устанавливаемых вертикально.

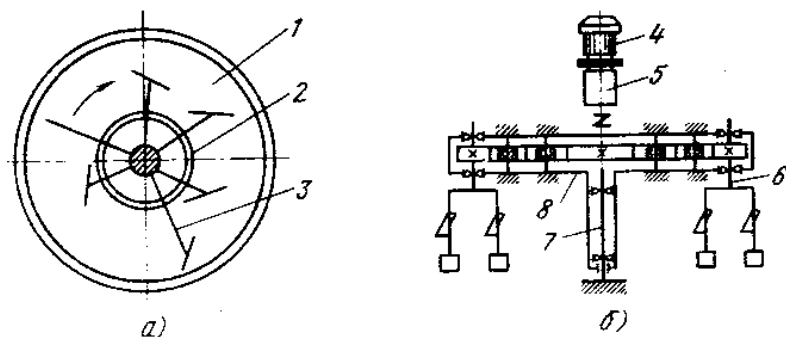


Рис. 9.3. Схемы работы бетоносмесителей принудительного перемешивания: а – роторного; б – планетарно-роторного

В планетарно-роторном смесителе (рис. 9.3 б) вращение от электродвигателя 4 через редуктор 5 передается вертикальному валу 7, на котором свободно установлена траверса 8 с планетарным редуктором, передающая вращение лопастным смесительным валам 6.

Двухвальные лопастные смесители непрерывного действия выполняют по единой схеме: в корытообразном смесительном барабане установлены два лопастных вала, получающих встречное вращение от электродвигателя через клиноременную передачу, редуктор и открытую зубчатую пару.

**Растворосмесители** изготавливаются передвижными и стационарными. Они могут быть **циклического** и **непрерывного действия**, **лопастные** и **турбулентные**. В лопастном смесителе в процессе работы лопасти пересекают и перемешивают весь объем смешиваемых материалов.

У турбулентных смесителей потоки смешиваемой массы создаются ротором, диаметр которого в 2...2,5 раза меньше диаметра смесительной емкости. Благодаря тому, что частота вращения ротора в 10...15 раз больше частоты вращения лопастных валов раство-

росмесителей традиционной конструкции, в смешиваемой массе возникают центробежные усилия, создающие интенсивные потоки, и происходит быстрое перемешивание.

Растворосмесители непрерывного действия имеют производительность 5 и 10 м<sup>3</sup>/ч. В корыто такого смесителя непрерывно подается отдозированный сухой материал. После прохождения зоны сухого перемешивания цемент с песком перемешиваются с потоком отдозированных воды и известкового молока. Окончательное смешивание происходит при дальнейшем продвижении материалов к выходу.

Производительность смесительных машин периодического действия (в м<sup>3</sup>/ч)

$$П = Vnk/1000 ,$$

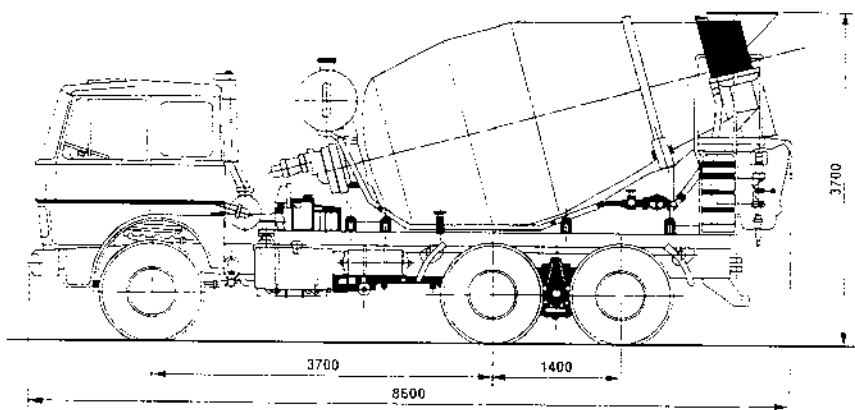
где  $V$  – полезный объем смесительного барабана, л;

$k$  – коэффициент, характеризующий выход смеси, для бетонных смесей  $k = 0,6...0,7$ , для растворов  $k = 0,85...0,95$ ;

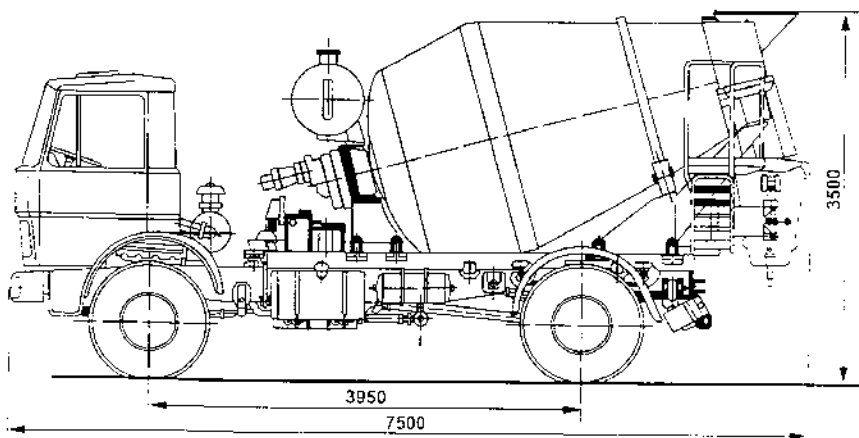
$n$  – число замесов за 1 ч работы,  $n = 3600/T_{ц}$  ( $T_{ц}$  – продолжительность цикла,  $T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3$ , где  $t_1$  – время на загрузку;  $t_2$  – время, затрачиваемое на перемешивание;  $t_2 \approx 60...150$  с;  $t_3$  – время, затрачиваемое на разгрузку, при разгрузке опрокидного барабана  $t_3 \approx 15...30$  с, при разгрузке барабана с вводным разгрузочным лотком  $t_3 \approx 30...60$  с).

**Автобетоносмесители** приготавливают бетон непосредственно на месте его укладки во избежание дезинтеграции бетонной смеси при транспортировании ее самосвалами и автобетоновозами, особенно при значительном удалении строительного объекта от бетонного завода.

Смесительные барабаны автобетоносмесителей гравитационного перемешивания циклического действия имеют привод от коробки отбора мощности базового автомобиля или от автономного двигателя внутреннего сгорания. Смеситель монтируют непосредственно на шасси автомобиля или на полуприцепной платформе в зависимости от объема замеса (рис. 9.4, 9.5).



а)



б)

Рис. 9.4. Автобетоносмесители:  
а – СМБ-070; б – СМБ-049Б

Технические характеристики автобетоносмесителя СМБ-070:

Колесная формула –	6 × 4
Шасси –	МАЗ-63035
Масса снаряженного автобетоносмесителя, кг –	12800
Масса автобетоносмесителя полная, кг –	24000

Распределение полной массы, кг:	
на переднюю ось –	6000
на тележку –	18000
Геометрический объем смесительного барабана, м <sup>3</sup> –	10
Вместимость смесительного барабана по выходу готовой смеси при объемной массе 1,8 т/м <sup>3</sup> , м <sup>3</sup> –	6
Максимальная скорость в технологическом режиме, км/ч –	60
Привод смесительного барабана –	гидромеханический ГСТ 90 с отбором мощности от двигателя шасси до 44 кВт (60 л.с.)
Частота вращения смесительного барабана, мин <sup>-1</sup> –	0–16

#### Технические характеристики автобетоносмесителя СМБ-049Б:

Масса снаряженного автобетоносмесителя, кг –	9000
Масса автобетоносмесителя полная, кг –	16000
Геометрический объем смесительного барабана, м <sup>3</sup> –	6
Вместимость смесительного барабана по выходу готовой смеси при объемной массе 1,6 т/м <sup>3</sup> , м <sup>3</sup> –	4
Максимальная скорость груженого автобетоносмесителя, км/ч –	60
Привод смесительного барабана –	гидромеханический
Мощность, потребляемая гидроприводом, кВт –	32
Угол наклона оси смесительного барабана, град –	15
Частота вращения смесительного барабана, мин <sup>-1</sup> –	0–16
Продолжительность перемешивания, мин, не более –	20
Вместимость бака для воды, л –	400

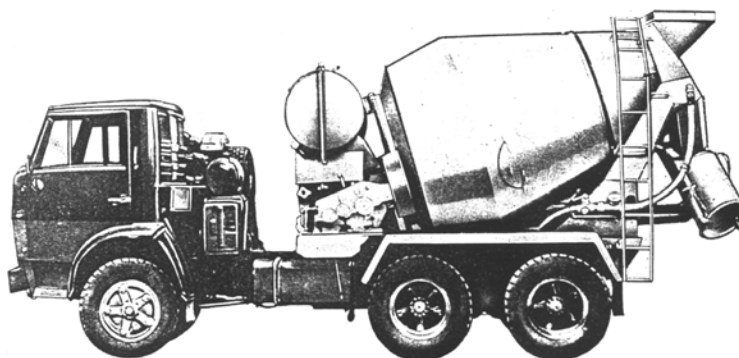


Рис. 9.5. Автобетоносмеситель СБ-92-1

Автобетоносмеситель СБ-92-1 предназначен для доставки отдозированных компонентов бетонной смеси, приготовления ее в пути следования или по прибытии на строительный объект, а также для доставки и выдачи готовой бетонной смеси. Может эксплуатироваться в условиях умеренного климата на дорогах с любым видом покрытия. Представляет собой гравитационный реверсивный бетоносмеситель, установленный на шасси автомобиля КамАЗ-5511.

Технические характеристики автобетоносмесителя СБ-92-1:

Объем готового замеса, м <sup>3</sup> : при изготовлении бетонной смеси в автобетоносмесителе из сухих компонентов (при объемной массе бетонной смеси до 2,4 т/м <sup>3</sup> ) –	3,5
при транспортировке готовой бетонной смеси (при объемной массе бетонной смеси до 2,2 т/м <sup>3</sup> ) –	4
Геометрический объем смесительного барабана, м <sup>3</sup> –	6,1
Время перемешивания, мин –	15...20
Подвижность приготовляемой бетонной смеси, см –	1 и более
Высота загрузки материала, мм –	3350
Мощность двигателя смесительного барабана, кВт –	37

Скорость транспортная при полной нагрузке, км/ч –	до 60
Габаритные размеры, мм –	7280×2500×3350
Масса, т –	10,1

Автобетоносмесители загружаются на бетонном заводе отдозированными сухими составляющими и водой, которые в результате смешивания превращаются в бетонную смесь по пути следования машин к месту укладки. Их можно использовать и для перевозки готовых бетонных смесей. Автобетоносмесители изготавливаются с объемом готового замеса до 10 м<sup>3</sup>.

Значительным недостатком автобетоносмесителей является то, что смесительные барабаны требуют промывки после каждого замеса во избежание схватывания прилипшего к стенкам барабана бетона, что требует дополнительных затрат воды и времени.

## 9.2. Дозирующие устройства

Дозирование составляющих бетонных смесей и растворов может быть *весовым* и *объемным*. Объемное дозирование не обеспечивает необходимой точности, так как объемная масса цемента и песка в значительной степени зависит от степени уплотнения и влажности.

Для дозирования смесей и растворов используются дозаторы, которые бывают *периодического* и *непрерывного действия*. По роду отвешиваемого материала они делятся на дозаторы цемента, песка, гравия, воды и т. д. В зависимости от количества фракций заполнителей, загружаемых в весовой бункер за один цикл взвешивания, различаются дозаторы *одно-, двух- и многофракционные*.

Автоматический весовой дозатор с пневмоэлектрическим управлением (рис. 9.6) состоит из загрузочного секторного затвора 2 с пневмоцилиндром 1, весового бункера 3 с пневмоцилиндром 4 и разгрузочного секторного затвора 5.

Весовой бункер системой рычагов и тяг соединен с коромыслами весового ящика 6, над которым установлен циферблат 7 с подвижной стрелкой 8, позволяющий контролировать правильность автоматического взвешивания. В циферблатном указателе имеются четыре переставляемые задающие стрелки с бесконтактными датчиками 9, позволяющие без переналадки взвешивать одну из заранее установленных порций дозируемого материала.

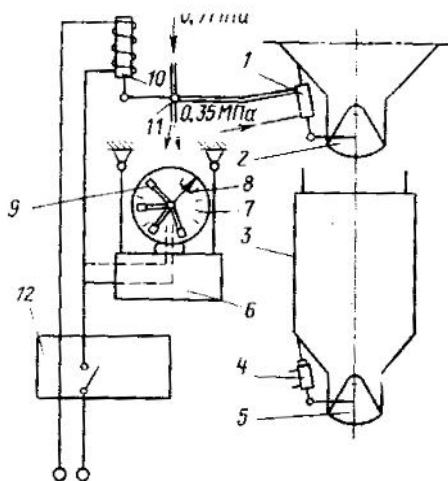


Рис. 9.6. Схема работы автоматического весового дозатора с пневмоэлектрическим управлением:

1 – пневмоцилиндр загрузочного затвора; 2 – загрузочный затвор; 3 – весовой бункер; 4 – пневмоцилиндр разгрузочного затвора; 5 – разгрузочный затвор; 6 – весовой ящик; 7 – циферблат весового устройства; 8 – подвижная стрелка; 9 – датчики задающего устройства; 10 – соленоид управления пневмоцилиндром 1; 11 – пневмораспределитель; 12 – пульт управления

Установка задающих стрелок с датчиками на взвешивание определенных порций может быть *местной с лицевой стороны циферблата*, и *дистанционной с пульта управления*, с которого оператор включает управление электромагнитными кранами пневмоцилиндров загрузочных секторных затворов всех дозаторов, установленных над смесителем.

Подвижная стрелка, указывающая количество взвешиваемого материала, оснащена металлической пластинкой, свободно проходящей через прорези бесконтактных датчиков. При прохождении пластинок через прорези включенных датчиков срабатывают реле, прерывающие цепи электромагнитных кранов каждого дозатора. Связанный с сердечником электромагнита кран каждого из затворов выпускает из поршневой полости пневмоцилиндра воздух, находящийся под давлением 0,7 МПа, в окружающую среду, и под действием постоянного воздушного давления 0,35 МПа загрузочный секторный затвор закрывается, и автоматически прекращается загрузка всех дозаторов. Разгрузочными затворами управляет оператор с пульта.

Весовые дозаторы непрерывного действия выполняют по одно- и двухступенчатой схемам. В *одноступенчатых (одноагрегатных) дозаторах* устройство, регулирующее подачу материала, объединено с весами, в *двухступенчатых (двухагрегатных)* выполнено раздельно. Поток дозируемого материала в одноступенчатых дозаторах регулируется изменением скорости движения ленты и нагрузки на весовой конвейер при установленной скорости, в двухступенчатых – изменением площади сечения потока материала при постоянной скорости весового конвейера.

Производительность дозатора (в м<sup>3</sup>/ч) при непрерывной работе и установившемся режиме

$$П = 3600 Fv,$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения потока материала, м<sup>2</sup>;  
 $v$  – скорость движения потока, м/с.

Для дозирования воды часто используют дозаторы циклического действия, основанные на объемном дозировании. Пример конструктивного решения такого дозатора приведен на рис. 9.7.

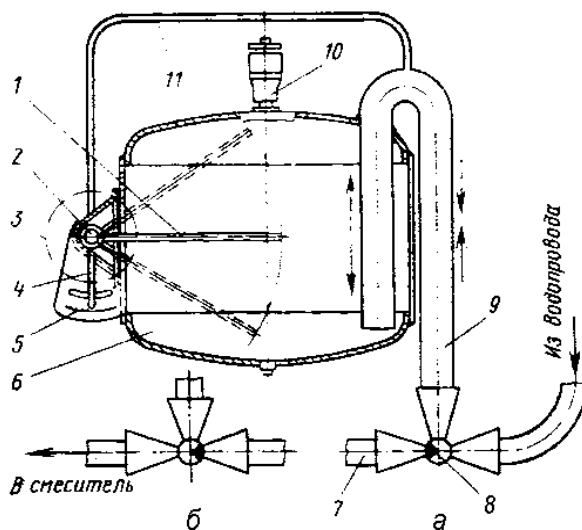


Рис. 9.7. Дозатор воды циклического действия:

- 1 – подвижная трубка; 2 – скользящий фланец воздухопровода; 3 – штурвал;  
 4 – стрелка; 5 – шкала; 6 – бак; 7 – водопровод к смесителю; 8 – трехходовой кран;  
 9 – сифон; 10 – плавающий клапан; 11 – воздухопровод; а – положение крана при  
 заполнении; б – положение крана при подаче воды в смеситель



Подвижная трубка 7 поворачивается штурвалом 5, снабженным указательной стрелкой 4, устанавливаемой на определенную дозу по шкале 5. Если трехходовой кран 5 находится в положении а, вода из водопроводной сети заполняет бак 6, вытесняя из него воздух через отверстие, закрываемое плавающим клапаном 10, в положении б – вода из бака по трубопроводу 7 стекает в смесительный барабан. Когда уровень воды достигает трубки 1, в нее попадает воздух, и ток воды через сифонную трубу 9 прекращается. Таким образом, дозируемый объем воды определяется частью объема бака от верхнего торца до уровня, обусловленного положением открытого конца подвижной трубки 1.

Дозаторы воды непрерывного действия представляют собой регулируемые краны пропускания определенного объема воды в единицу времени.

### 9.3. Смесительные установки

Приготовление бетонных смесей и растворов происходит на заводах или в смесительных установках. Заводы обслуживают значительное число строительных объектов, находящихся в радиусе их действия. Установки сооружаются для обслуживания одного или нескольких близко расположенных объектов. Обычно они выполняются инвентарными (сборно-разборными), что позволяет сравнительно легко демонтировать их и перевозить.

Различают *смесительные установки с одно- и двухступенчатым подъемом материалов*. В первом случае составляющие, будучи один раз поднятыми, перемещаются далее под действием гравитационных сил. Во втором случае сухие компоненты сначала поднимаются в расходные бункера, а после дозирования – в смеситель. Установки с одноступенчатым подъемом материалов имеют значительную высоту, с двухступенчатым подъемом материалов требуют большого числа транспортирующих машин.

Бетоносмесительная установка с двухступенчатым подъемом материалов (рис. 9.8) включает склад 1 заполнителей с расходным бункером 18, канатно-скреперную установку с лебедкой 3, стрелой 2 и ковшом 14, бункер 6 цемента с винтовым конвейером вертикальной подачи и бетоносмеситель 8 с ковшовым (скиповым) подъемником 10.

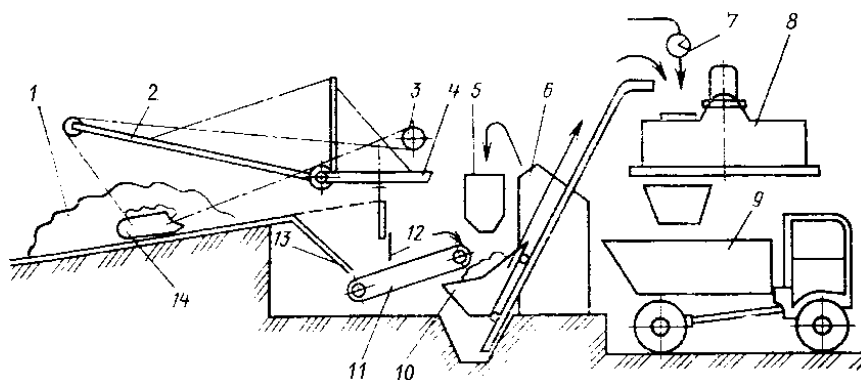


Рис. 9.8. Схема бетоносмесительной установки с двухступенчатым подъемом материалов

Склад заполнителей секторного типа разделен вертикальными стенками на отсеки для отдельных фракций. Скреперная установка, смонтированная на поворотной платформе 4, обеспечивает перемещение песка и щебня к расходному бункеру, под которым установлен конвейер-дозатор 11. Поток материалов регулируется заслонками 12. Цемент дозируется весовым дозатором 5. Отдозированные материалы подаются по направляющим ковшом подъемника 10 в бетоносмеситель. Вода дозируется счетчиком-водомером 7. Приготовленная бетонная смесь выдается в транспортное средство 9.

Установки, в которых материалы, идущие на приготовление смесей, требуют двух-, трехкратного подъема, относятся к **установкам с партерным расположением оборудования**. Установки с однократным подъемом материалов относятся к **установкам башенного типа** (рис. 9.9).

В такой установке заполнители обычно подаются в отсеки расходного бункера 3 ленточным конвейером 1 с поворотной воронкой 2. Каждый отсек бункера снабжен указателями уровня, подающими импульсы в систему сигнализации и автоматического управления. Цемент подается со склада в бетоносмесительную установку системой шнеков и элеваторов или пневмотранспортом. В последнем случае цемент с воздухом по цементоводу 11 поступает в циклон 13, откуда винтовым конвейером 12 подается в бункер для цемента 10. Для окончательной очистки воздуха от цемента служит многорукавный матерчатый фильтр 14, через который вентилятором 15 воз-

дух отсасывается из циклона. Для дозирования сухих составляющих служат весовые дозаторы 9 с пневмоэлектрическим управлением. Вода дозируется также по массе дозатором 4. Замедлители схватывания, пластификаторы или другие добавки дозируются дозатором 5. Из распределительного бункера 8 с перекидной заслонкой или с поворотной воронкой сухие материалы направляются в один из бетоносмесителей 6. Приготовленная смесь через раздаточные бункера 7 выдается в транспортные средства.

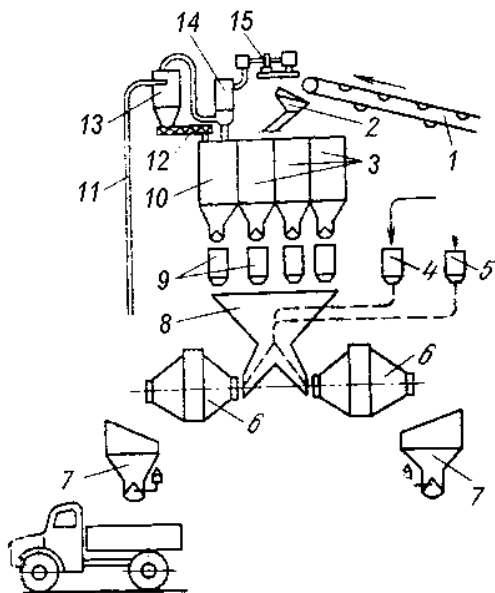


Рис. 9.9. Схема бетоносмесительной установки башенного типа с одноступенчатым подъемом материалов

Автоматизация смесительных установок может быть *полной* (технологический процесс полностью автоматизирован) и *частичной*. Частичная автоматизация охватывает только основные операции – транспортирование составляющих, дозирование, перемешивание, пуск и остановку агрегатов в определенной последовательности, учет работы установки. При частичной автоматизации управление агрегатами установки может быть централизованным (с одного пункта).

В Республике Беларусь при строительстве автомобильных дорог применяются бетоносмесительные установки следующих марок.

Автоматизированная бетоносмесительная установка непрерывного действия СБ-118 предназначена для приготовления бетонных смесей в автоматическом режиме и рассчитана на работу с комплектом дорожных машин для скоростного строительства автомагистралей.

#### Технические характеристики:

Производительность, м <sup>3</sup> /ч –	240
Наибольшая крупность заполнителя, мм –	70
Число фракций заполнителя –	3
Общая мощность электродвигателей, кВт –	350
Габаритные размеры, мм –	64000×46000×13455
Масса, т –	170

Автоматизированная бетоносмесительная установка непрерывного действия СБ-109 (рис. 9.10) предназначена для приготовления бетонных смесей для строительства автомобильных дорог.

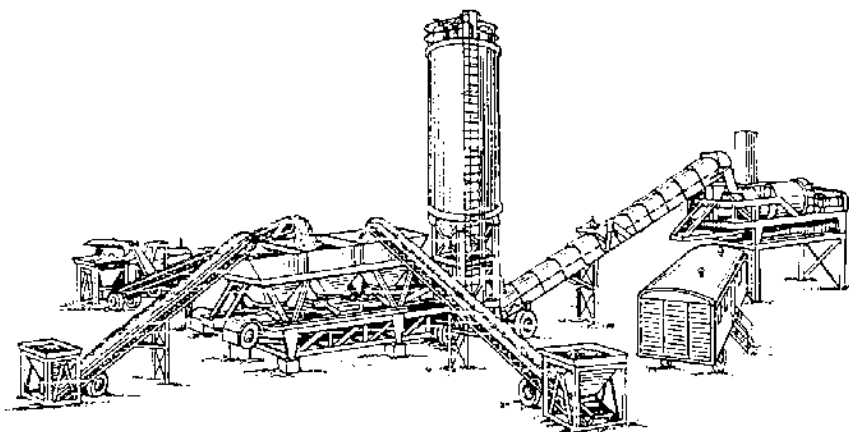


Рис. 9.10. Бетоносмесительная установка СБ-109

#### Технические характеристики:

Производительность, м <sup>3</sup> /ч –	120
Наибольшая крупность заполнителя, мм –	70

Число фракций заполнителя –	3
Общая мощность электродвигателей, кВт –	305
Габаритные размеры, мм –	47300×40500×13430
Масса, т –	138

Автоматизированная бетоносмесительная установка непрерывного действия СБ-75 (рис. 9.11) предназначена для приготовления бетонных смесей в летних условиях на рассредоточенных объектах, в том числе на объектах сельского строительства, а также для выдачи дозированных компонентов сухой бетонной смеси в автобетоносмесители.

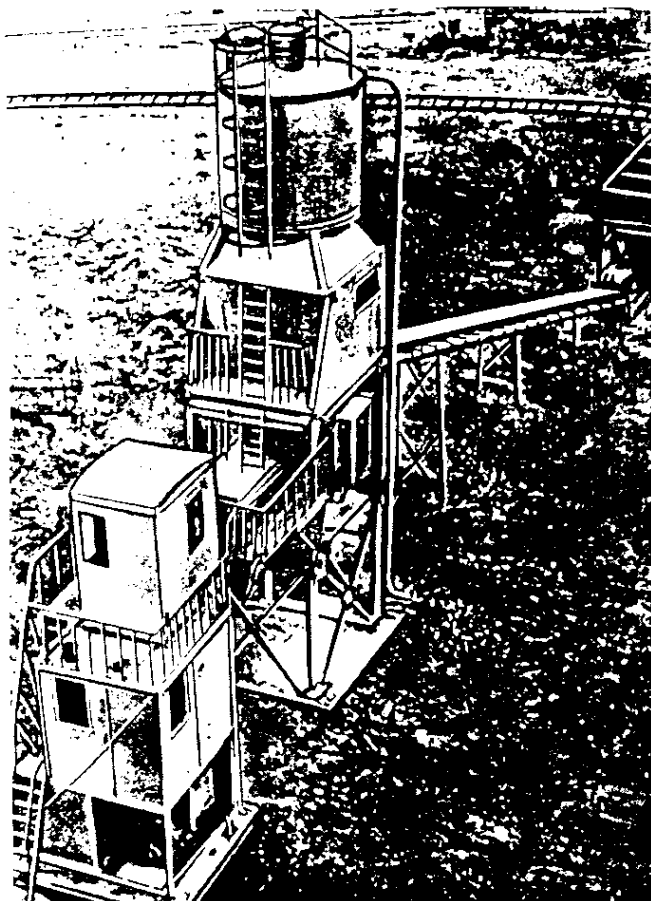


Рис. 9.11. Бетоносмесительная установка СБ-75

### Технические характеристики:

Производительность, м <sup>3</sup> /ч –	32
Наибольшая крупность заполнителя, мм –	40
Число фракций заполнителя –	3
Общая мощность электродвигателей, кВт –	37,7
Габаритные размеры, мм –	32500×3750×14130
Масса, т –	22,5

Бетонорастворосмесительная установка периодического действия СБ-119 предназначена для приготовления бетонных и растворных смесей; может быть использована на рассредоточенных объектах сельского, дорожного и мелиоративного строительства.

### Технические характеристики:

Производительность, м <sup>3</sup> /ч –	7
Наибольшая крупность заполнителя, мм –	70
Число фракций заполнителя –	3
Общая мощность электродвигателей, кВт –	23,77
Габаритные размеры, мм –	12255×9440×6000
Масса, т –	12

Стационарные установки большой производительности относят к **бетоносмесительным заводам**. Например, фирма «Брис» выпускает модульные бетоносмесительные заводы МБЗ-20.3.КД (рис. 9.12) и МБЗ-30.4.КД (рис. 9.13) для приготовления высококачественных бетонных и растворных смесей при строительстве объектов промышленного и гражданского назначения.

Все МБЗ состоят из блоков-контейнеров полной заводской готовности, утеплены панелями типа «сэндвич», компактно оснащены технологическим, электротехническим и сантехническим оборудованием и надежным компрессором для пневмоприводов и исполнительных механизмов. Блоки можно доставлять к месту строительства на железнодорожных платформах и на автомобильных полуприцепах.

Технические характеристики бетоносмесительных заводов приведены в табл. 9.2.

Таблица 9.2

## Технические характеристики бетоносмесительных заводов

Технические характеристики	МБЗ-20.3.КД	МБЗ-30.4.КД
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	20	30
Число расходных бункеров щебня и песка	3	4
Вместимость: расходных бункеров, м <sup>3</sup>	24	56
силоса цемента, т	30	30
Установленные электрические мощности, кВт	36	65
Обслуживающий персонал	2	2
Масса одного блока, т	12	12
Габаритные размеры, м	2,5×4,4×12,6	20×7,5×16,8

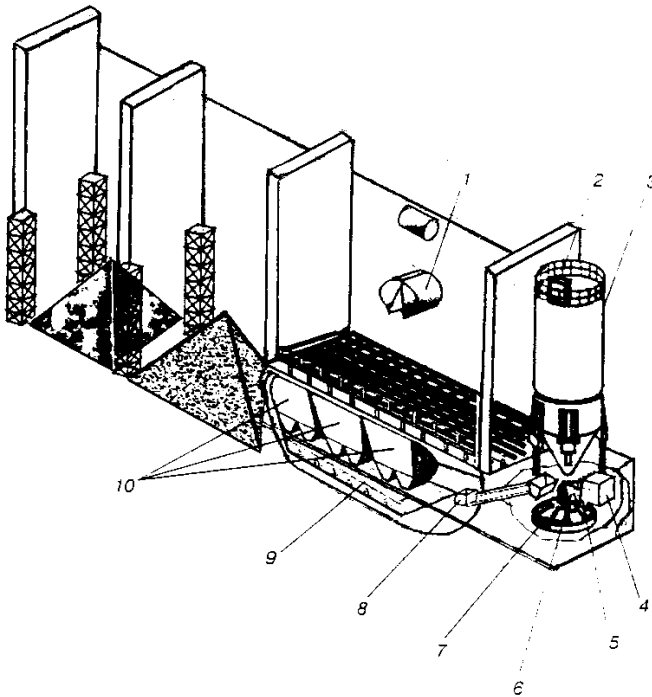


Рис. 9.12. Схема МБЗ-30.3КД:

- 1 – грейфер; 2 – фильтр; 3 – силос цемента; 4 – емкость с водой; 5 – дозатор воды;  
6 – дозатор цемента; 7 – бетоносмеситель; 8 – скип; 9 – конвейер-дозатор;  
10 – бункер инертных веществ (3 шт.)

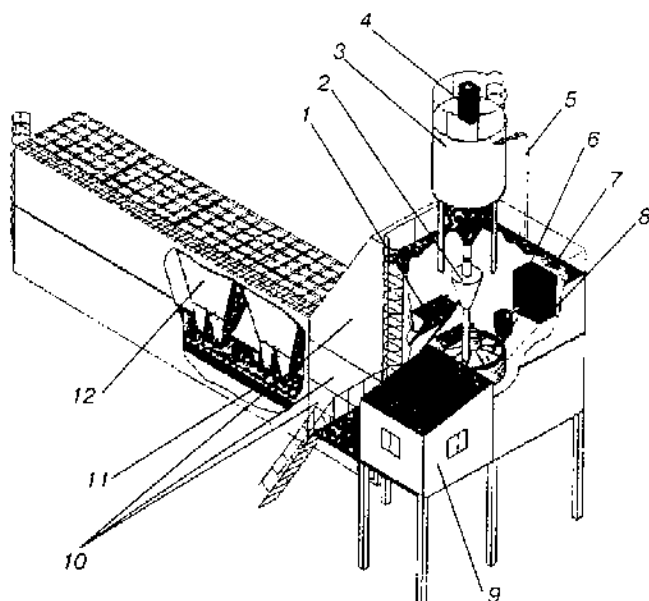


Рис. 9.13. Схема МБЗ-30.4КД:

- 1 – скип; 2 – дозатор цемента; 3 – силос цемента; 4 – фильтр СМЦ-169; 5 – труба загрузки цемента; 6 – емкость с водой; 7 – дозатор воды; 8 – бетоносмеситель; 9 – кабина управления; 10 – блоки размещения скипа; 11 – конвейер-дозатор; 12 – бункер инертных веществ (4 шт.)

#### 9.4. Оборудование для транспортирования бетонных смесей и растворов

К месту укладки бетонные смеси транспортируются в *бункерах* и *бадьях*, устанавливаемых на бортовые автомобили (железнодорожные платформы) или подвешенных на крюки кранов, в *автосамосвалах*, *автобетоновозах*, *автобетоносмесителях*, а также *ленточными конвейерами* и *бетононасосами*.

Для транспортирования бетонных смесей под уклон  $10...20^\circ$  на расстояние до 10 м применяют *виброжелоба с вибропитателями*, на расстояние до 8 м – *спускные лотки и трубы*, на расстояние до 80 м – *виброхоботы*.

*Виброхобот* состоит из загрузочного бункера и шарнирно соединенных труб длиной 1000...1500 мм с внутренним диаметром 250...300 мм. В нижней трубе имеется секторный затвор, управляе-



мый вручную штурвалом или с помощью пневмоцилиндра. Звенья виброхобота присоединены к предохранительному канату, идущему от приемного бункера к затвору. С помощью лебедки виброхобот может быть оттянут от вертикали на 10...25 м. По длине хобота расположены гасители скорости, состоящие из двух конусных расширительных секций.

**Бетононасос** позволяет транспортировать по трубам свежеприготовленные бетонные смеси на расстояние до 400 м по горизонтали или на высоту до 70 м. Для транспортирования на большие расстояния бетононасосы устанавливают последовательно. Их выпускают производительностью 5, 10, 15, 20 и 40 м<sup>3</sup>/ч (рис. 9.14).

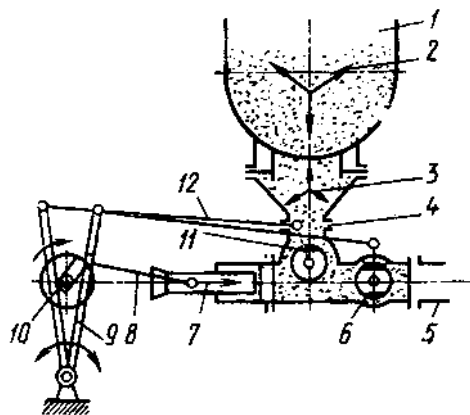


Рис. 9.14. Схема работы бетононасоса

Бетонная смесь загружается в приемный бункер 1 с трехлопастным смесителем 2, перемешивающим ее для предотвращения расслоения. Частота вращения вала смесителя – около 3 об/мин. Смесителем-побудителем 3, вращающимся с частотой до 40 об/мин, бетонная смесь проталкивается через отверстие сменного клина 4 в камеру впускного клапана 11. От главного электродвигателя клиноременной и зубчатой передачами вращение передается коленчатому валу 10, приводящему в движение поршень 7 шатуном 8, и превращается в качание кулис 9, к верхнему концу которых шарнирно присоединены тяги 12 рычагов впускного и выпускного 6 клапанов. При движении поршня влево впускной клапан открывается, а выпу-

ской закрывается. При изменении направления движения поршня впускной клапан закрывается, а выпускной открывается, и бетонная смесь проталкивается в бетонопровод 5, состоящий из металлических труб длиной до 3 м с внутренним диаметром 114...283 мм, соединенных специальными замками.

При промывке бетонопровода, обязательной в процессе эксплуатации, применяется дополнительно устанавливаемый водяной насос или сам бетононасос переоборудуется в водяной насос.

В настоящее время широкое распространение получили **автобетононасосы** – бетононасосы, монтируемые на автомобилях.

Автобетононасос (рис. 9.15) имеет шарнирно-сочлененный бетоновод, обеспечивающий подачу бетонной смеси к месту ее укладки.

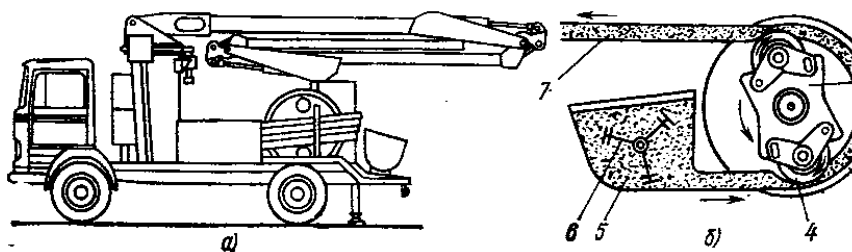


Рис. 9.15. Автобетононасос:  
а – общий вид; б – схема работы беспоршневого бетононасоса

Применяются установленные на автомобилях бетононасосы (рис. 9.15 б), в которых бетонная смесь выдавливается в бетонопровод из нейлонового рукава 2, один конец которого соединен с бункером 5, а другой – с бетонопроводом 7. При непрерывном вращении ротора 1 с двумя обрезиненными роликами 4, рукав прижимается к стенке корпуса 3. Бетонная смесь в бункере непрерывно перемешивается смесителем-побудителем 6. Поворотная стрела автобетононасоса может изменять вылет и высоту подачи бетонной смеси. Во время работы нагрузка от автобетононасоса передается на опорную поверхность через выносные опоры.

В табл. 9.3 приведены технические характеристики некоторых типов бетононасосов.

Таблица 9.3

## Технические характеристики бетононасосов

Показатели	СБ-126Б	СБ-126Б1	БН-80-20М	СБ-161
Тип	автобетононасос			стационарный
Базовое шасси	КамАЗ-53213		КрАЗ-250	–
Производительность максимальная, м <sup>3</sup> /ч	65		65	60
Давление (максимальное) на бетонную смесь, МПа	6			
Подвижность перекачиваемой бетонной смеси (осадка конуса), см	6...12		4...12	6...12
Наибольшая крупность заполнителя, мм	50		40	40
Высота подачи бетонной смеси стрелой (максимальная), м	21		20	–
Вылет стрелы, м	18		17	–
Объем приемной воронки, м <sup>3</sup>	0,6		0,4	0,6
Высота загрузки, мм	1400			
Габаритные размеры, мм:				
длина	10000		9887	5500
ширина	2500		2500	1850
высота	3800		3700	1500
Масса конструктивная, кг	17000	19100	19750	5400
Рабочая температура окружающего воздуха, °С	+40...-5	+40...-30	+40...-40	+40...-5

Для пневматического транспортирования бетонной смеси применяются **пневмонагнетатели** вместимостью 400 и 800 л, обеспечивающие производительность соответственно 10 и 20 м<sup>3</sup>/ч. В состав установки для пневматического транспортирования бетонной смеси (рис. 9.16) с заполнителем крупностью до 40...60 мм входят ресивер 1, обеспечивающий постоянство рабочего давления воздуха, нагнетатель 11, гаситель 7 и бетоновод 9.

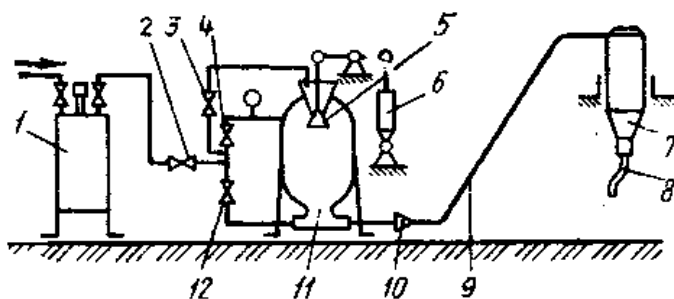


Рис. 9.16. Схема работы установки пневматического транспортирования бетонной смеси

Нагнетатель представляет собой резервуар, перекрываемый колоколообразным клапаном 5, который управляется пневмоцилиндром 6. Герметичность прилегания клапана обеспечивается резиновым уплотнением. Периодически загружаемая в нагнетатель бетонная смесь при открывании затвора 10 воздухом под давлением до 0,6 МПа транспортируется по металлическому бетоноводу диаметром 150 и 180 мм на расстояние до 200 м или на высоту до 35 м. Бетоновод заканчивается гасителем скорости бетонной смеси, к нижнему патрубку которого прикреплен гибкий рукав 8, направляющий бетонную смесь к месту укладки. Кран 4 служит для подачи воздуха в верхнюю часть нагнетателя, кран 2 – для очистки загрузочной воронки и клапана от бетонной смеси, кран 3 – для подачи воздуха от сети ресивера, кран 12 – для подачи воздуха в нижнюю часть нагнетателя для поддува, который необходим для ускорения прохода бетонной смеси из нагнетателя в бетоновод.

Растворы транспортируются автосамосвалами, растворовозами, автопогрузчиками и растворонасосами; раствор в бункерах может подаваться к месту использования с помощью кранов.

*Авторастворовоз* СБ-89В используется для перевозки строительных растворов различных марок и их порционной выдачи на строительных объектах. В пути и на строительном объекте раствор находится в режиме побуждения. Авторастворовоз выполнен в виде цистерны 2 со встроенным лопастным побудителем 3, установленной на шасси ЗИЛ-431412 (рис. 9.17).

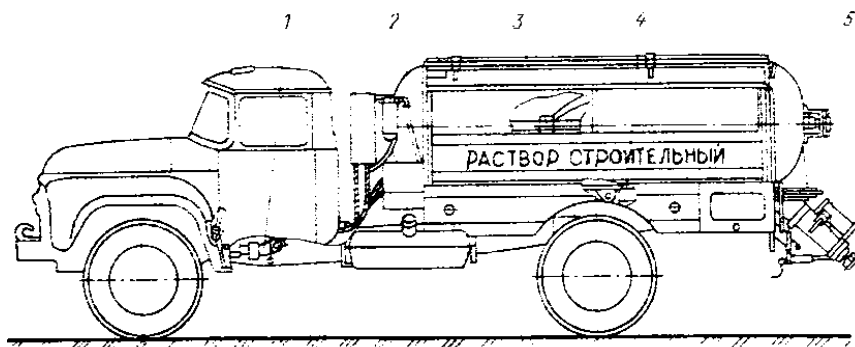


Рис. 9.17. Авторастворовоз СБ-89В

#### Технические характеристики СБ-89В:

Максимальный объем перевозимой смеси, м <sup>3</sup> –	2,2
Максимальная грузоподъемность, т –	4,4
Высота загрузки, мм, не более –	2400
Масса технологического оборудования, кг, не более –	1950
Максимальная скорость движения с полной загрузкой, км/ч –	60
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина (в транспортном положении) –	7100
ширина –	2500
высота –	2400

Цистерна 2 представляет собой сварную металлоконструкцию с торцовыми днищами эллиптического сечения, в центрах которых находятся фланцы для крепления подшипниковых узлов побудителя. В нижней части размещены разгрузочные лотки 5 и плоский, уплотненный резиновыми прокладками затвор, приводимый гидроцилиндром 4. В верхней части цистерны находятся крышки. Побудитель 3 имеет стальную трубу, к которой стяжными болтами прикреплены радиально расположенные стойки для винтовых лопастей. К крайним стойкам приварены лопатки для очистки эллиптических днищ. Для привода побудителя применены гидромотор и цепная передача. Рабочая жидкость подается в гидромотор и гидроцилиндр шибера гидронасосом, приводимым от коробки отбора мощности 1 ЗИЛа.

Крышки цистерны после загрузки фиксируются замками. Раствор транспортируется к месту выдачи при периодически включае-

мом побудителе. Периоды включения зависят от подвижности и состава раствора, степени заполнения цистерны, температуры окружающего воздуха. При возбуждении раствора побудитель вращается по часовой стрелке (со стороны привода). Включение побудителя осуществляется гидрораспределителем. На месте выдачи раствора устанавливают в нужном положении лоток, открывают затвор и выгружают содержимое цистерны, регулируя темп разгрузки наклонном лотка и включением побудителя против часовой стрелки.

После работы цистерна, разгрузочные лотки и затвор должны быть тщательно промыты горячей водой.

**Растворонасосы** применяются для транспортирования растворов по трубам и рукавам, нанесения их на оштукатуриваемые поверхности, нагнетания в труднодоступные полости при строительстве и ремонте зданий и сооружений; выпускаются производительностью 2, 4 и 6 м<sup>3</sup>/ч. Дальность транспортирования раствора по горизонтали – до 125 м, по высоте – до 40 м. Предельное рабочее давление – 15 МПа.

Широко распространены растворонасосы плунжерного (поршневого) типа: **диафрагмовые**, в которых давление на раствор передается через резиновую диафрагму, и **бездиафрагмовые** с непосредственным воздействием поршня на раствор.

Диафрагменный противоточный растворонасос (рис. 9.18) со свободным перекрыванием шаровых клапанов работает следующим образом. Загружаемый в приемный бункер 1 раствор по патрубку 2, приподнимая впускной шаровой клапан 3, поступает внутрь камеры 4, отделенной от цилиндра резиновой диафрагмой 14.

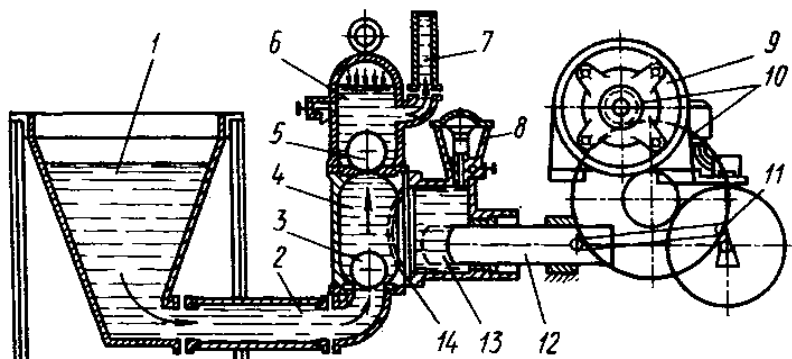


Рис. 9.18. Диафрагменный растворонасос

Вращение передается от электродвигателя 9 системой зубчатых колес 10 коленчатому валу 11, приводящему в движение плунжер 12. В полость цилиндра 13 залита промежуточная жидкость (обычно – вода); давление ее, создаваемое плунжером, передаваясь на диафрагму, уменьшает объем рабочей камеры внутри диафрагмы и выталкивает порцию раствора через нагнетательный клапан 5 в воздушный колпак 6, к которому присоединен растворовод 7. При работе растворонасоса уровень раствора внутри воздушного колпака повышается и образует воздушную подушку, выравнивающую давление на раствор и уменьшающую пульсацию. При обратном ходе плунжера давление на диафрагму прекращается, и раствор из бункера по впускному патрубку вновь поступает в рабочую камеру. Для предотвращения поломок при перегрузках на растворонасосе устанавливается предохранительный клапан 8.

### 9.5. Оборудование для уплотнения бетонных смесей

Для уплотнения бетонной смеси применяют **вибраторы** с частотой колебаний до 3000 (иногда до 15000) в минуту и с амплитудой колебаний 0,1...3 мм. Различают вибраторы **поверхностные, глубинные, наружные и станковые**.

Основой конструкции вибраторов являются вибрационные элементы (вибровозбудители) – электромеханические, электромагнитные и пневматические.

**Электромеханические вибрационные элементы** могут быть одно- и двухвальными, маятниковыми и планетарными. В одновальном элементе (рис. 9.19 а) на валу 3 электродвигателя закреплены противовесы (дебалансы) 1 и 2, вращение которых приводит к вибрации. Рабочее напряжение элемента – 36 В.

Электромагнитные вибрационные элементы (рис. 9.19 б) состоят из основания 7 с сердечником 5 и электромагнитной катушкой 6, якоря 4 и пружин 9. В цепь питания электромагнитной катушки включается селеновый выпрямитель 8, который превращает переменный ток в постоянный пульсирующий. Под действием электромагнитных сил якорь притягивается к сердечнику 50 раз в секунду. Ускоренный отход якоря обеспечивается пружинами.

**Пневматические вибрационные элементы** разделяются на поршневые и планетарные.

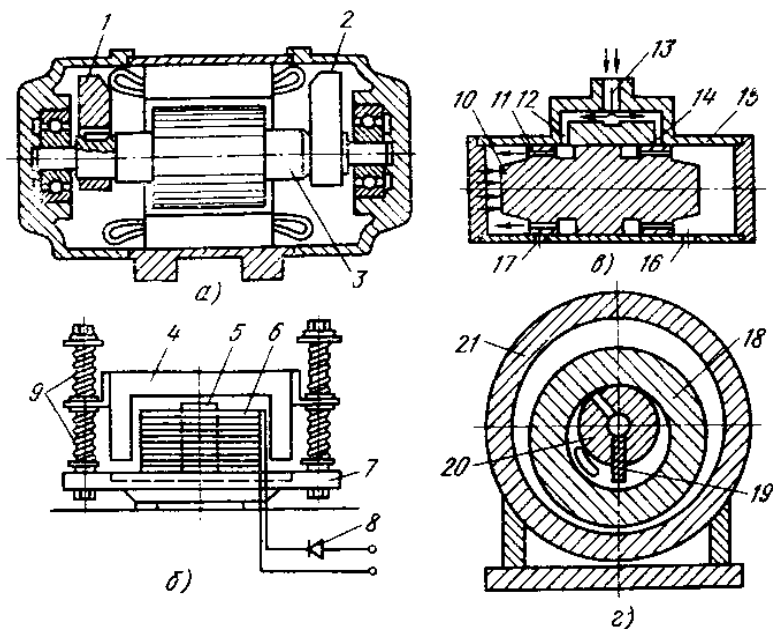


Рис. 9.19. Вибрационные элементы:  
 а – электромеханический; б – электромагнитный;  
 в – пневматический поршневой; г – пневматический планетарный

В *поршневом элементе* (рис. 9.19 в) колебания возникают в результате возвратно-поступательного движения поршня 10 внутри корпуса 15. Сжатый воздух поступает в левую часть цилиндра по трубопроводу 13, впускному каналу 12, перепускному каналу 11, смещая поршень вправо. Воздух из правой полости цилиндра выходит через впускной канал 16. Пройдя среднее положение, поршень перекрывает каналы 16 и 12 и открывает каналы 14 и 17. Сжатый воздух при этом поступает в правую полость цилиндра и смещает поршень влево. Частота колебаний поршня регулируется изменением давления в питающем трубопроводе.

*Планетарный элемент* (рис. 9.19 г) состоит из корпуса 21, в торцовых стенках которого закреплена неподвижная ось 20 с текстолитовой лопаткой 19 и вращающийся ротор-дебаланс 18. Лопатка разделяет камеру на рабочую и выхлопную полости. Сжатый воздух поступает через продольное и радиальное сверления в оси в рабочую полость, затем – в выхлопную и через отверстия в боковых стенках идет на выхлоп.



**Поверхностные вибраторы** (рис. 9.20 а) ставятся непосредственно на уплотняемую бетонную смесь и перемещаются вручную. Они состоят из вибрационного элемента 1 (электромеханического или электромагнитного), установленного на стальной корытообразной плите 2, деревянной площадке или двутавровой балке (виброрейка). Частота колебаний вибратора – 48 Гц.

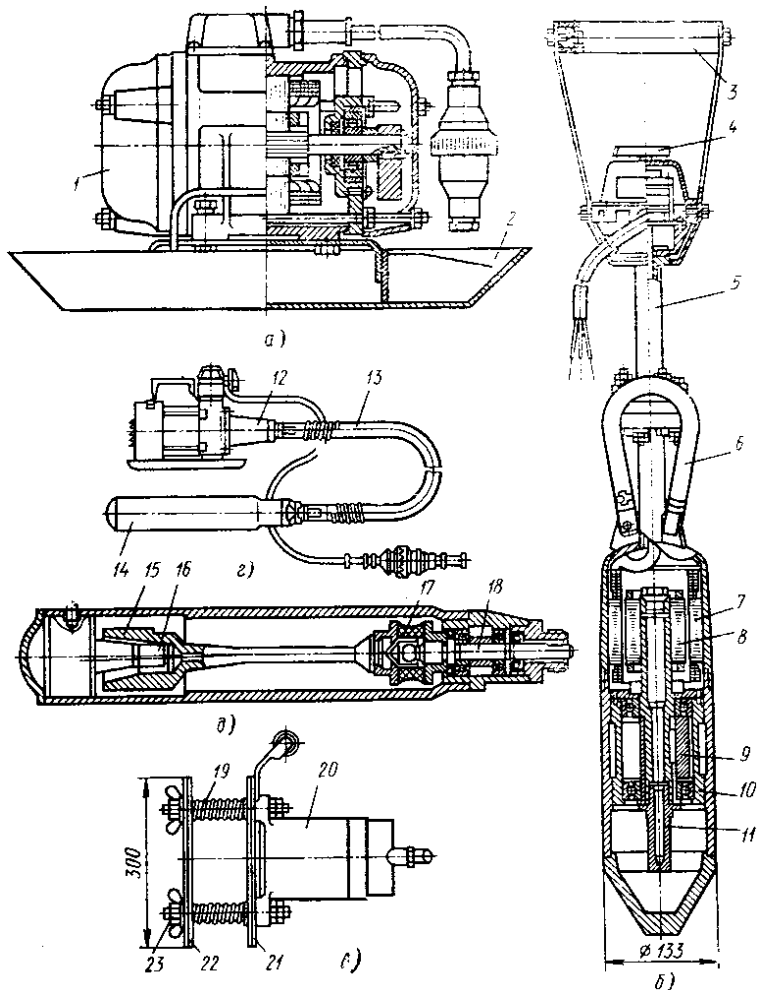


Рис. 9.20. Вибраторы:  
 а – поверхностный; б – виброрулава; в – наружный; г – с гибким валом;  
 д – с планетарным вибрационным элементом

К **глубинным вибраторам** (погружаемым в бетонную смесь) относятся вибратор с гибким валом и вибратор с встроенным двигателем – вибробулава. Для уплотнения бетонной смеси в крупных слабоармированных массивах применяются пакетные глубинные вибраторы, составленные из 8...16 вибраторов.

**Вибробулава** (рис. 9.20 б) состоит из стального закрытого корпуса 10, внутри которого в подшипниках помещен вал 11, на средней части которого установлен противовес (дебаланс) 9, а на консольной – ротор 8 электродвигателя. Статор 7 укреплен в корпусе вибратора, прикрепленного к штанге 5, с рукояткой 3, выключателем 4 и гибкой рукояткой 6. Вибробулава имеет диаметр рабочей части 114 и 133 мм. Частота вращения вала – 5700 об/мин.

**Вибратор с гибким валом** (рис. 9.20 г) применяется при бетонировании густоармированных конструкций. От электродвигателя (моторной головки) 12 зубчатой передачей вращение передается гибкому валу 13, защищенному броней. В резьбовую втулку ввертывается сменный вибронаконечник 14, представляющий собой эксцентриковый вал, установленный в шарикоподшипниках. Частота колебаний – 95 и 168 Гц, диаметр вибронаконечника – 51 и 76 мм.

**Вибратор с вынесенным двигателем и планетарным вибрационным элементом** с внутренним обкатыванием дебаланса изображен на рис. 9.20 д. Вращение от вала двигателя передается валу 18 с муфтами 17, позволяющими свободной его части отклоняться от геометрической оси на угол до  $5^\circ$ . Под действием центробежной силы дебаланс 15 (бегунок) внутренней поверхностью обегает наружную поверхность сердечника 16. Возбуждаемые колебания имеют частоту 168...250 Гц.

**Наружные вибраторы** (рис. 9.20 в) передают вибрационные колебания бетонной смеси через опалубку, на которой закреплены. Они состоят из электродвигателя 20 с закрепленными на его валу противовесами. Корпус вибратора снабжен зажимами для крепления на опалубке, в состав которых входят неподвижная губка 21, являющаяся основанием для крепления двигателя, подвижная губка 22, являющаяся прижимной плитой, и стяжные болты 23. Отходу подвижной плиты при снятии вибратора с опалубки способствуют пружины 19.

Дополнительное уплотнение бетонной смеси достигается **вакуумированием**, при котором из бетона удаляется 12...18 % воды. Сте-

пень разрежения достигает 0,07...0,08 МПа. При вакуумировании на поверхность бетонной уплотненной смеси укладываются вакуум-щиты из бакелизированной фанеры, из внутренней полости которых отсасывается воздух водокольцевым вакуум-насосом. В состав установки для вакуумирования бетона (рис. 9.21 а) входят вакуум-насос 4, приводимый в действие электродвигателем 5, водосборники 1 и 3, водоотделитель 6, вакуум-щиты 7, рукава 8 и воздуховоды 2.

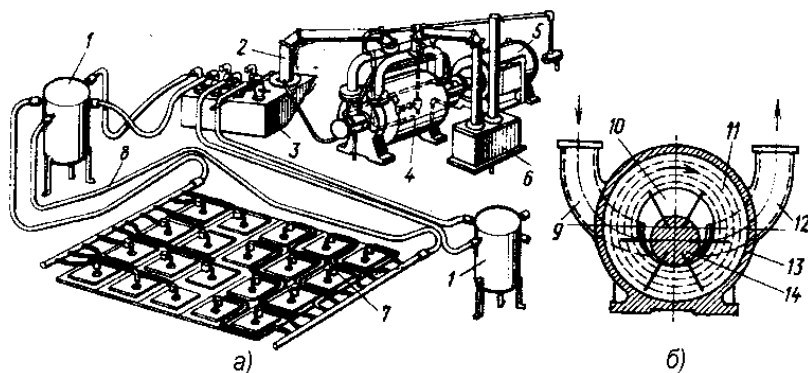


Рис. 9.21. Установка вакуумирования бетона:  
а – общий вид; б – вакуум-насос

В *водокольцевом насосе* (рис. 9.21 б) разрежение создается благодаря непрерывному вращению водяного кольца смещенным лопастным ротором внутри цилиндрического корпуса. Быстро вращающийся лопастной ротор 14 отбрасывает воду к стенкам цилиндрического корпуса 13, создавая вращающееся водяное кольцо 11; между этим кольцом и ротором образуется серповидная полость 10. При вращении водяного кольца по часовой стрелке в левых отсеках ротора объем полости увеличивается. На этом участке торцевой стенки ротора имеется подводящая труба 9. По трубе 12 воздух выталкивается через водоотделитель в атмосферу.

## 9.6. Оборудование для изготовления железобетонных изделий

### 9.6.1. Методы изготовления железобетонных изделий

*Железобетонные конструкции* изготавливают по поточно-агрегатной, конвейерной и стендовой технологическим схемам.

При *поточно-агрегатной технологии* форма в процессе производства передается транспортными устройствами периодического действия от одного технологического поста к другому. При *конвейерном производстве*, как и при поточно-агрегатном, каждая технологическая операция выполняется на определенном посту, но для транспортирования форм от одного поста к другому служит конвейерная система. При *стендовом производстве* все технологические операции (чистка и смазывание формы, армирование, бетонирование, термовлажностная обработка) выполняются на одном месте – на стенде.

Конвейерный и поточно-агрегатный способы обычно применяются на заводах, стендовый – на полигонах. Изготовление железобетонных изделий на вибропрокатном стане относится к конвейерному способу производства, в кассетах – к стендовому.

При изготовлении железобетонных изделий по поточно-агрегатному способу (рис. 9.22 а) бетонная смесь из бетоносмесительного отделения ленточным конвейером или бетонораздатчиком передается в бетоноукладчик 1, который укладывается в форму 2, установленную на формовочном посту 3.

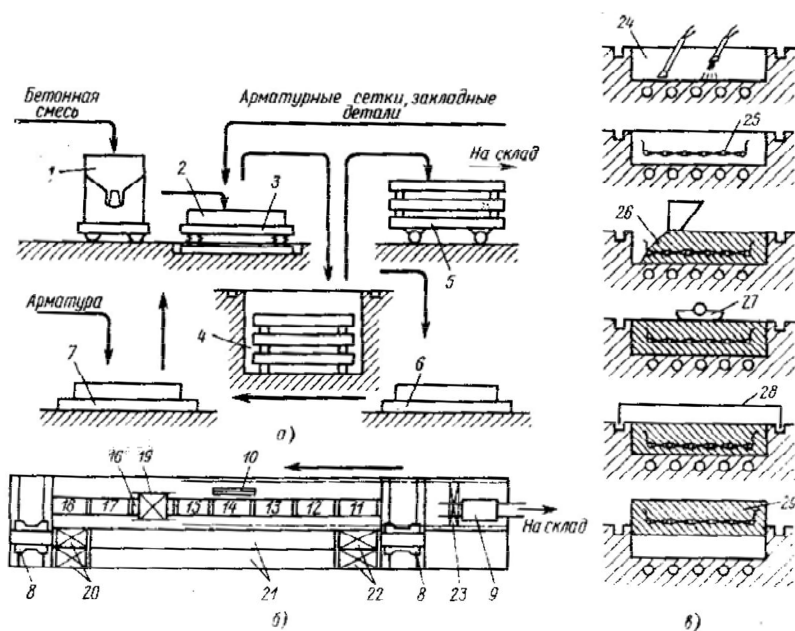


Рис. 9.22. Технологические схемы изготовления железобетонных изделий:

а – поточно-агрегатная; б – конвейерная; в – стендовая

Отформованное изделие вместе с формой (поддоном) переносится мостовым краном в пропарочную камеру 4 термовлажностной обработки. Готовые изделия после распалубки перегружаются на тележку 5 для вывоза на склад готовой продукции. Форма или поддон 6 очищаются, смазываются и передаются на пост 7 армирования, а затем – и на пост формовки. Укладка арматурных сеток и закладных деталей производится на посту формовки.

При конвейерном способе (рис. 9.22 б) железобетонные изделия формируются на поддонах-вагонетках, перемещаемых через равные промежутки времени от поста к посту. После распалубки изделия на посту 11 на посту 12 производится его съём; на посту 13 форма (поддон) очищается и смазывается; на постах 14 и 15 производится армирование, на посту 16 – формование изделия (с применением бетоноукладчика 19); на постах 17 и 18 изделие отделяется и выдерживается до передачи на термовлажностную обработку в пропарочной камере 21. При напряженном армировании на посту 14 используются машина непрерывного армирования или установка 10 электронагрева арматурных стержней. Отформованные изделия передаточной тележкой 8 или роликовым конвейером передаются на подъемник-толкатель 20, которым проталкиваются вдоль ярусов пропарочной камеры. При этом изделие, прошедшее термовлажностную обработку, сходит на снижатель 22, от которого передаточной тележкой подается на пост 11 конвейерной линии для распалубки. Готовые изделия мостовым краном 23 снимаются с поддона-вагонетки и перегружаются на тележку 9, на которой вывозятся на склад готовой продукции.

При стендовом способе производства (рис. 9.22 в) в очищенную и смазанную форму 24 с арматурой 25 укладывается бетонная смесь 26, после уплотнения которой вибраторами 27 форма закрывается крышкой 28, и изделие подвергается термовлажностной обработке. После снятия крышек и распалубки изделия 29 мостовым, козловым или башенным краном передаются на склад готовой продукции; формы чистятся, смазываются, и цикл повторяется.

Уплотнение бетонной смеси достигается различными методами, из которых наиболее распространены вибрирование, вибропрессование и вибропрокат.

### 9.6.2. Оборудование формовочных постов

При изготовлении железобетонных изделий бетонную смесь чаще всего укладывают в формы с помощью бетоноукладчиков. В состав **бетоноукладчика** (рис. 9.23 а) входят: рама 2 (самоходная или стационарная), бункер 1, затвор 3 или питатель (рис. 9.23 б, в). Часто на стенке бункера устанавливается вибратор 4, ускоряющий подачу бетонной смеси.

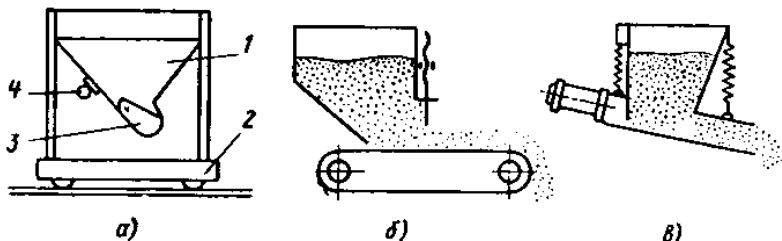


Рис. 9.23. Схемы бетоноукладчика и питателей:  
а – бетоноукладчик самоходный; б – питатель ленточный;  
в – питатель виброротковый

При изготовлении многопустотных панелей и плит применяются **формовочные машины**, в состав которых входят **бетоноукладчики**, **пустотообразователи** и **виброплощадки**.

В состав формовочной машины (рис. 9.24 а) входят траверса 2 с вибровкладышами 3, при передвижении опирающимися на поддерживающие ролики, лебедка 1, обеспечивающая возвратно-поступательное движение траверсы с вибровкладышами, стол 7 (виброплощадка) для установки поддона 4 (формы) и вибропригруз 5. Передний и задний 6 борта формы обычно откидные.

Процесс формования железобетонных изделий на такой машине осуществляется следующим образом. На стол 7 устанавливается поддон с предварительно натянутой арматурой. Включается механизм подачи заднего борта 6, при перемещении упирающегося в торец поддона и сдвигающего его до соприкосновения с передним бортом. На поддон устанавливают продольные борта. С помощью лебедки и полиспаста перемещают вибровкладыши и устанавливают их в поддоне, затем укладывают верхнюю арматуру и заполняют

форму бетонной смесью. Чтобы осуществить первое уплотнение, включают в работу вибровкладыши. По окончании вибрирования на формируемое изделие опускают пригрузочный щит и окончательно уплотняют бетонную смесь. Вибраторы выключают, снимают пригрузочный щит и извлекают пустотообразователи (вибровкладыши). Затем снимают продольные и отводят поперечные борта, и поддон с отформованным изделием мостовым краном переносят в пропарочную камеру.

**Вибровкладыш-пустотообразователь** (рис. 9.24 б) состоит из овального или кругового корпуса 9, в котором последовательно расположены вибраторы 8, соединенные промежуточными валами 11 с шарнирными муфтами 10. Валы вибратора приводятся во вращение электродвигателем 13 с помощью клиноременной передачи 12. Для крепления пустотообразователей к траверсе служат проушины 14. Большое разнообразие железобетонных изделий вызывает необходимость иметь различные по размерам, конструкции и грузоподъемности вибрационные площадки.

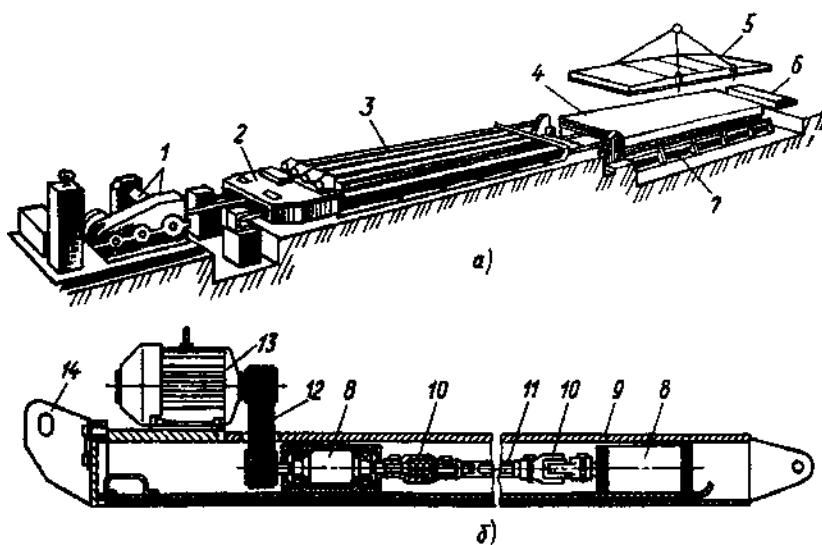


Рис. 9.24. Формовочная машина:  
а – общий вид; б – пустотообразователь

В состав **виброплощадки** (рис. 9.25) входят неподвижная (основная) рама 5, установленная на фундаменте, подвижная рама 1,

упругие элементы 4, соединяющие подвижную и неподвижную рамы, вибрационные устройства 2 и устройства 3 для закрепления формы на подвижной раме.

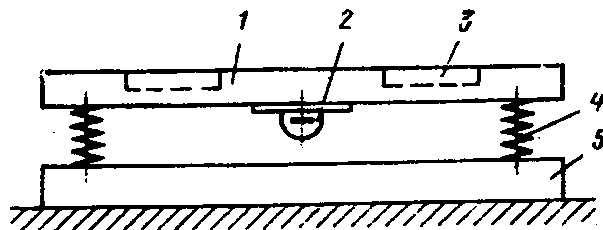


Рис. 9.25. Схема виброплощадки

**Вибрационные устройства**, устанавливаемые на виброплощадках, обычно бывают *механические* (эксцентровые) и *электромагнитные*, реже – *пневматические* и *гидравлические*.

По характеру колебаний виброплощадки бывают с круговыми гармоническими колебаниями, с направленными вертикальными или горизонтальными гармоническими колебаниями, с негармоническими и вибрационно-ударными колебаниями. Вибратор низкой частоты создает 3000 колебаний в минуту, вибратор высокой частоты – 6000.

Для обеспечения ровности верхней грани формируемого изделия служат **вибропригрузы**, представляющие собой прижимаемые сверху металлические рамы с листовым днищем. Ускоренное выравнивание поверхности изготавливаемого изделия достигается работой вибраторов, смонтированных на вибропригрузе.

Производительность виброплощадок (в м<sup>3</sup>/ч)

$$P = Vnk_u,$$

где  $V$  – объем формируемого изделия, м<sup>3</sup>;

$k_u$  – коэффициент использования виброплощадки по времени;

$n$  – число циклов за 1 ч,  $n = 3600/T_u$ ,

где  $T_u$  – продолжительность цикла, с,  $T_u = t_1 + t_2 + t_3$ , где  $t_1$  – время,

затрачиваемое на подачу и установку формы на виброплощадку, с;

$t_2$  – время, затрачиваемое на виброуплотнение, с;  $t_3$  – время, за-



трачиваемое на отделку отформованного изделия, снятие формы и подготовку виброплощадки к новому циклу, с.

Изготовление железобетонных изделий в кассетах является разновидностью стандового производства. **Кассетная установка** состоит из нескольких металлических или железобетонных вертикальных форм. Разделительные вертикальные стенки выполняются сплошными и пустотелыми (последние служат для прогрева отформованных изделий). Одна стенка кассеты неподвижно закреплена на станине, другие могут придвигаться к неподвижной. Для сборки кассет применяются устройства как с механическим, так и с гидравлическим приводом.

Для подачи бетонной смеси в кассетную установку используют системы пневмотранспорта. Уплотнение бетонной смеси производится вибрирующими стенками, реже – виброгребенками и вибраторами, закрепляемыми на арматуре. Расстояние между разделительными стенками соответствует толщине формируемых изделий. После укладки и уплотнения бетонной смеси в паровые отсеки подается пар для прогрева изделий через стенки пустотелых перегородок. Подъем температуры до 85...90° достигается в течение 3...4 ч, изотермический прогрев – 4...6 ч и остывание – 1 ч. При извлечении изделий из кассет подвижные стенки поочередно отодвигают.

Для формирования крупноразмерных плоских железобетонных изделий применяются **вибропрокатные станы** (рис. 9.26).

Большинство станов имеют непрерывно движущуюся металлическую формующую ленту с кессонами. Впадины между кессонами образуют форму для создания часторребристой железобетонной плиты. На приемную секцию 7 конвейера укладывается заранее изготовленный арматурный каркас. Для отделения прокатываемых изделий поперек ленты кладутся деревянные брусья. Из лопастного бетоносмесителя 3 непрерывного действия на ленту 6 выдается бетонная смесь, распределяемая по ширине конвейера шнековым бетоноукладчиком 5. Под рабочей поверхностью ленты установлена вибробалка 9, способствующая уплотнению бетонной смеси. За бетоноукладчиком над формующей лентой установлены вибрационный нож 4, обеспечивающий необходимую толщину изделия, и вращающаяся фреза 10, винтовые лопасти которой срезают неровности на отформованной поверхности.

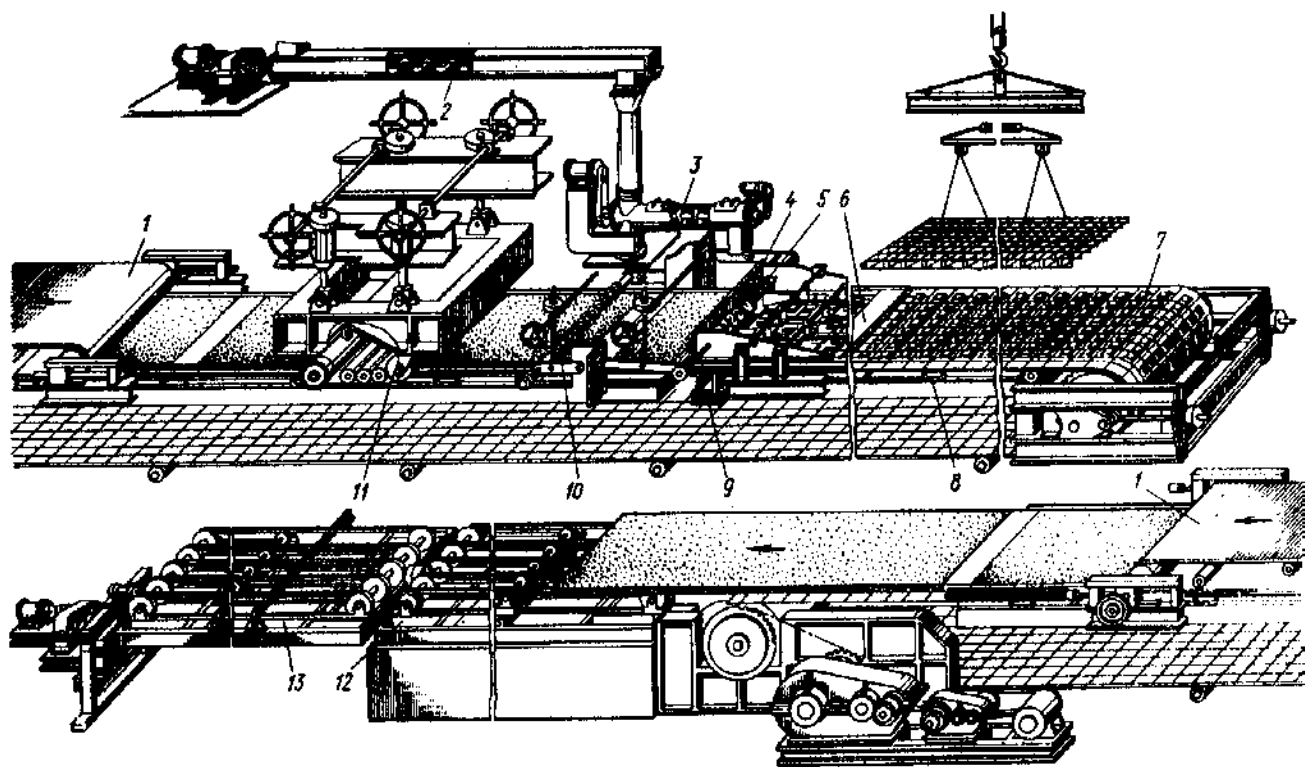


Рис. 9.26. Прокатный стан

Калибрующая секция 11, состоящая из нескольких валков, обтянутых общей прорезиненной лентой, окончательно уплотняет бетон, выравнивает поверхность изделия и обеспечивает заданный размер по толщине. Секция термической обработки представляет собой камеру паропрогрева, закрытую сверху прорезиненной лентой 1, с боков – бортоснасткой, а снизу – формующей лентой. Пар подается под рабочую ветвь формовочной ленты. Скорость движения формовочной ленты – 0,15...1 м/мин. Отформованные изделия роликовым конвейером 12 передаются на кантователь 13, с которого снимаются мостовым краном. Смеситель загружается винтовым конвейером 2. Все оборудование стана смонтировано на раме 8.

**Стан силового вибропроката** (рис. 9.27) служит для изготовления дорожных плит шириной 1,5 м, толщиной 0,2 м и длиной до 6,5 м.

Очищенная и смазанная форма 7 траверсой 8 с автоматическими захватами устанавливается на приводной роликовый конвейер 6 и подающим цепным механизмом перемещается под дозировочно-весовой бетоноукладчик 9. После укладки и разравнивания бетонной смеси производится предварительное уплотнение ее на виброплощадке 4. Подъемным роликовым конвейером 5 форма снимается с виброплощадки и подающим цепным механизмом перемещается на тележку 2 с подпружиненной верхней рамой. Тележка 2 с формой подается под силовой вибропрокатный стан 1, где под давлением вибрирующих валков происходит уплотнение смеси. Для перемещения тележек с формами служит подающий механизм 3.

Форма с готовым изделием, снятая с тележки, направляется на термовлажностную обработку в пропарочную камеру.

При формировании труб, мачт, свай и других изделий кольцевого сечения используются **центрифуги**. Центрифугирование производится при частоте вращения формы 42...368 об/мин в зависимости от ее диаметра. Бетонная смесь загружается в быстро вращаемую форму и под действием центробежной силы прижимается к стенкам трубчатой формы, образуя полое изделие.

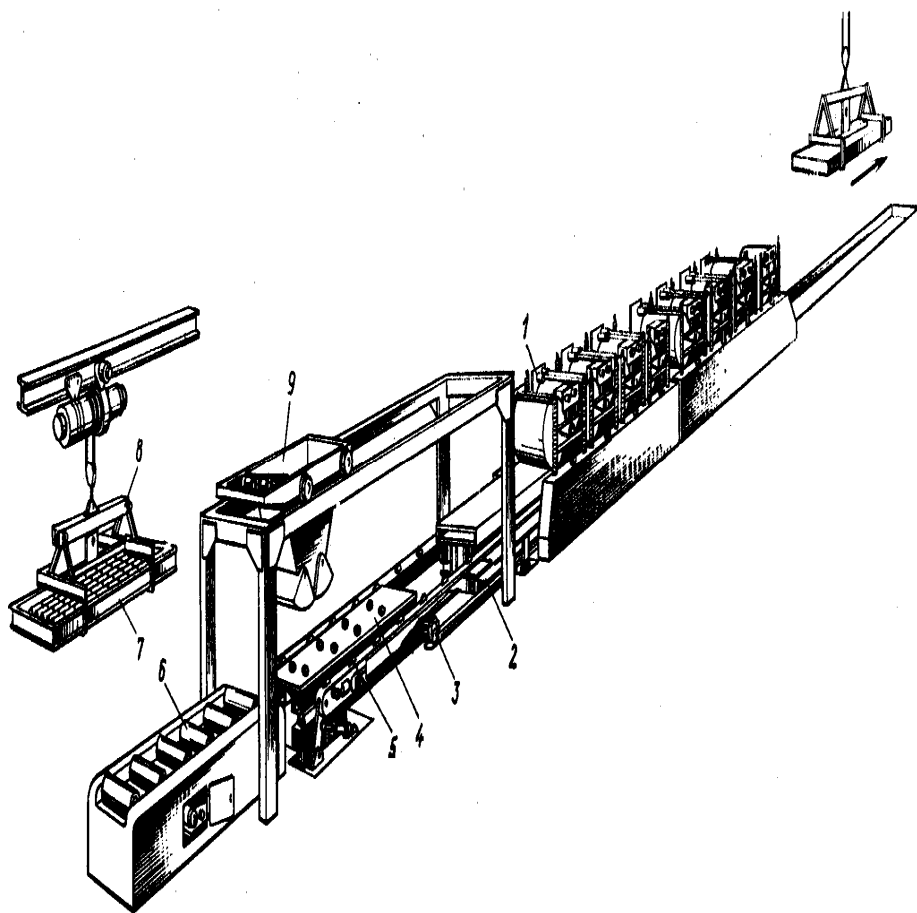


Рис. 9.27. Технологическая линия силового вибропроката для изготовления дорожных плит

В комплект оборудования для центрифугирования (рис. 9.28) входят: центрифуга 5, ложечные бетоноукладчики 2, ограждения 3 и перегрузочные бункера 1.

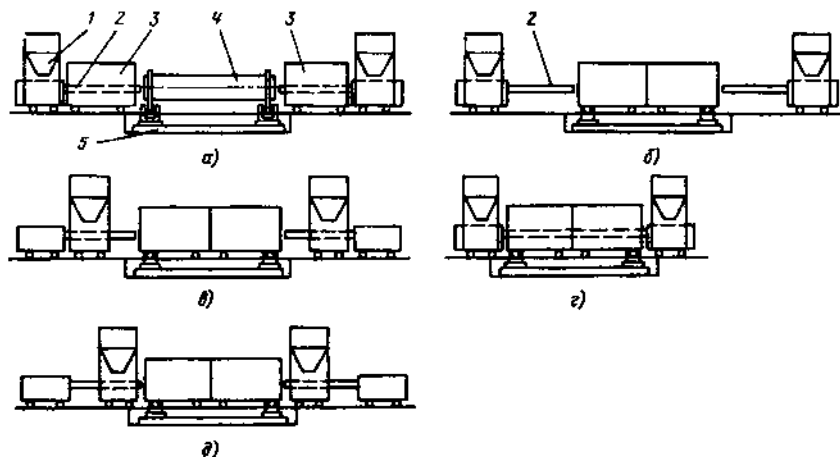


Рис. 9.28. Элементы работы комплекта центрифугирования:  
 а – установка формы; б – надвигка ограждения; в – заполнение ложек бетоноукладчиков смесью; г – перегрузка бетонной смеси в форму; д – возврат бетоноукладчиков под перегрузочные бункера для очередной загрузки

Очищенная и смазанная форма 4 с арматурой мостовым или козловым краном устанавливается на центрифугу и закрывается надвигными ограждениями 3. После заполнения ложек бетоноукладчиков бетонная смесь перегружается в форму. При загрузке форма вращается с частотой 42...73 об/мин. Уплотнение смеси в зависимости от диаметра формы происходит с частотой 128...225 об/мин (большие значения скорости соответствуют диаметру формы 1000 мм, меньшие – 2000 мм). Отформованные центрифугированием изделия после отвода ограждения передаются на термовлажностную обработку.

### 9.6.3. Оборудование для арматурных работ

При изготовлении арматуры выполняют следующие операции:

- 1) очистку, упрочнение, правку и резку металла;
- 2) гибку;
- 3) сварку;
- 4) натяжение арматуры.

Для механического упрочнения арматурной стали применяют станки и установки по вытягиванию, сплющиванию (профилированию), скручиванию и волочению металла.

Арматурные стержни из среднеуглеродистых и низколегированных сталей классов А-II и А-III упрочняются в установках электротермического нагрева стержней до температуры 900...1000 °С с последующей закалкой и отпуском с предварительным нагревом закаленных стержней до температуры 325...375 °С. Термическое упрочнение повышает прочность и предел текучести стали почти в 2 раза.

Для резки арматуры широко применяют **приводные пресс-ножницы**, перерезающие сортовой прокат и арматуру диаметром до 40 мм, а также **приводные станки для резки стержней** диаметром до 40 мм. Подвижной нож станка имеет ход 48 мм и выполняет до 32 ходов в минуту. В станках для правки и резки арматуры проволока протягивается между смещенными плашками вращающегося барабана. Применяемые в строительстве станки позволяют править и резать арматурную сталь диаметром до 14 мм. В состав такого станка (рис. 9.29) входят: станина, вертушка 4 для установки бухты проволоки, правильный барабан 3 с плашками, совершающий 1800 об/мин; тянущие ролики 2, обеспечивающие перемещение выпрямляемой стали со скоростью 0,5...1 м/с, вращающиеся ножи 1, включаемые в работу сцепной муфтой, бункер 5 для окалины и устройство включения муфты ножей.

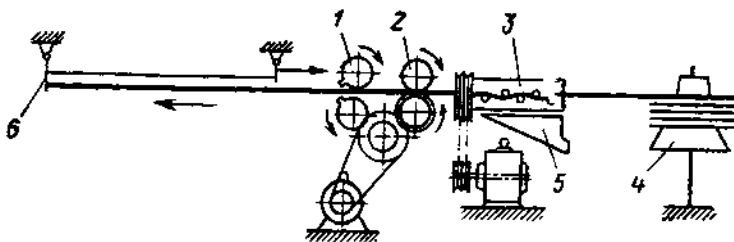


Рис. 9.29. Схема станка для правки и резки арматурной стали

Включение ножей может производиться переставным упором 6 или счетчиком, состоящим из фрикционного вариатора, зубчатой передачи и приводных роликов, получающих вращение от протягиваемой арматуры.

Конструкция станка позволяет править сталь и резать ее на стержни длиной до 6000...7000 мм.

Для гнутья арматуры применяются приводные станки, позволяющие гнуть арматуру диаметром до 100 мм. Основными элементами *станка для гнутья легкой арматуры* (рис. 9.30 а) являются рабочий диск 4 с отверстиями для установки центрального 2 и рабочих 3 сменных пальцев, планка 5 с отверстиями для упорных пальцев 1 и привод от электродвигателя.

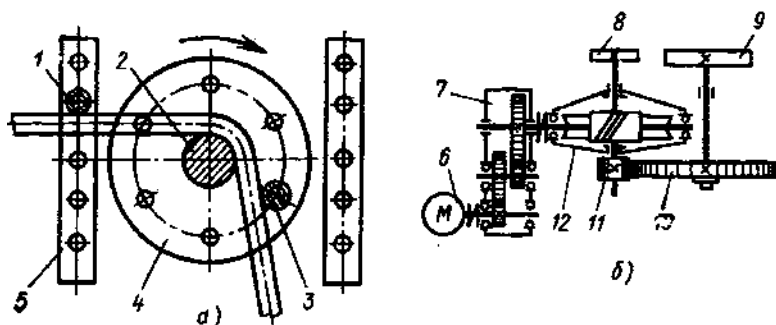


Рис. 9.30. Станок для гнутья арматуры:

а – схема работы станка для гнутья легкой арматуры;

б – кинематическая схема станка для гнутья тяжелой арматуры

Привод состоит из зубчатой пары, червячного редуктора, соединительной муфты и стальной ленты с пружиной возврата диска в первоначальное положение. Стержень, подвергаемый гнутью, укладывается между пальцами станка. При включенном электродвигателе нажатием на педаль передают вращение через муфту на рабочий диск. По достижении нужного угла изгиба педаль отпускают, и муфта выключается; под действием натянутой пружины стальная лента скручивается со шкива и возвращает рабочий диск в исходное положение.

*Станок для гнутья тяжелой арматуры* (рис. 9.30 б) работает следующим образом. От электродвигателя 6 через зубчатый редуктор 7 и червячный редуктор 12 вращение передается на малый рабочий диск 8 для гнутья арматуры диаметром до 40 мм. Для гнутья арматуры диаметром 40...100 мм служит большой диск 9, получающий вращение от вала 11 через зубчатую передачу 10. При такой схеме передач оба диска вращаются одновременно. Направление вращения дисков изменяется реверсированием электродвигателя.

Арматуру на заводах железобетонных изделий сваривают на стыковых и точечных сварочных машинах и на автоматизированных линиях для сварки каркасов и сеток, оборудованных дуговой сваркой. В условиях строительной площадки арматуру обычно сваривают с помощью сварочных аппаратов переменного тока.

Широкое распространение на заводах железобетонных изделий получил *электротермический метод натяжения арматуры*, при котором стержни нагревают током низкого напряжения до температуры 360...400 °С. Нагревание вызывает удлинение стержней. Стержни, закрепленные в упорах (захватах) формы, остывая, сокращаются по длине, что вызывает в них дополнительные напряжения (натяжение).

## **9.7. Машины и установки для приготовления асфальтобетонных смесей**

### **9.7.1. Общие сведения об асфальтосмесительных установках**

Асфальтобетонные смеси приготавливают путем перемешивания щебня (гравия), песка, минерального порошка и битума в нагретом состоянии в определенных соотношениях. В зависимости от вида каменных материалов различают щебеночные, гравийные и песчаные асфальтобетонные смеси. Крупность зерен, входящих в состав песчаных асфальтобетонов, не превышает 5 мм. Различают горячие, теплые и холодные асфальтобетонные смеси, характеризующиеся температурой смеси при выпуске из смесителя соответственно 140...160, 110...130 и 90...110 °С. Горячие и теплые смеси укладываются при температурах не ниже 70...120 °С, холодные – не ниже 5...10 °С. Плотность смесей – 1600...1700 кг/м<sup>3</sup>.

Установки для приготовления асфальтобетонных смесей бывают *периодического и непрерывного действия, с башенной и с партнерной компоновкой* оборудования, *стационарными и передвижными*. Передвижные установки составляют из отдельных агрегатов, причем агрегаты установок повышенной мобильности выполняются в виде полуприцепов и прицепов к автомобилям-тягачам.

Главным параметром асфальтосмесительных установок является их часовая производительность. Различают установки *малой производительности* – до 40 т/ч, *средней* – 50...100 т/ч, *большой* – 150...350 т/ч и *сверхмощные* производительностью более 400 т/ч.



При приготовлении асфальтобетонных смесей производят следующие операции

- 1) обезвоживание;
- 2) нагрев и дозирование битума;
- 3) высушивание и нагрев минеральных материалов;
- 4) разделение их по фракциям;
- 5) дозирование и перемешивание с битумом и минеральным порошком;
- 6) выгрузку готовой смеси в транспортные средства или в накопительный раздаточный бункер.

В технологическом процессе (рис. 9.31) задействованы: бункера песка и щебня, агрегаты питания, сушильный барабан, смесительная установка с грохотом, промежуточным бункером и дозаторами, система пылеочистки, бункер минерального порошка, склад битума с нагревательно-перекачивающим агрегатом, битумоплавильная, система транспортирующих устройств и накопительный раздаточный бункер.

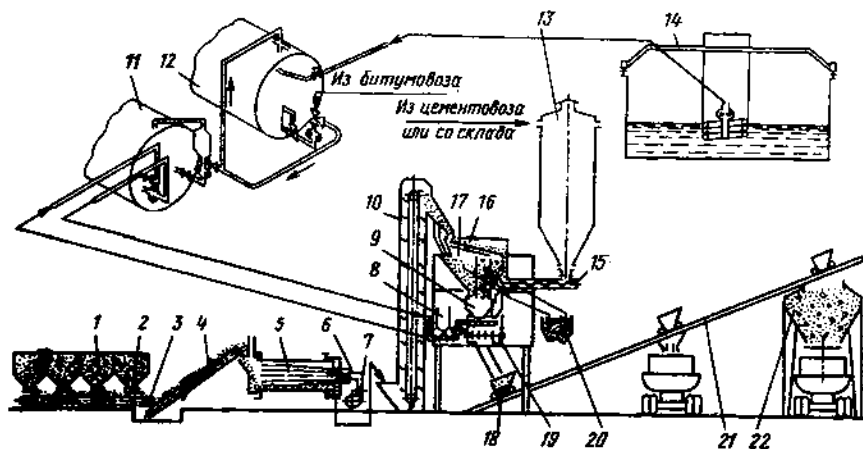


Рис. 9.31. Технологическая схема приготовления асфальтобетонной смеси:

- 1 – бункера агрегата питания; 2 – питатели; 3 – ленточный конвейер; 4 – наклонный конвейер; 5 – сушильный барабан; 6 – форсунка; 7 – вентилятор; 8 – дозатор битума; 9 – весовой дозатор заполнителей; 10 – элеватор; 11 – битумоплавильня; 12 – емкость для битума; 13 – бункер минерального порошка; 14 – битумохранилище с нагревательно-перекачивающим агрегатом; 15 – шнек-дозатор; 16 – горячий грохот; 17 – расходный бункер; 18 – скип; 19 – смеситель; 20 – бункер излишков и щебеночного негабарита; 21 – скиповый путь; 22 – накопительный бункер

## 9.7.2. Оборудование для хранения и подогрева битума

При перевозке битума по железной дороге применяются железнодорожные цистерны с теплоизоляцией и системой обогрева и бункерные вагоны-самосвалы.

**Четырехосные железнодорожные битумные цистерны** вместимостью 50 т имеют теплоизоляцию и змеевики для нагрева битума. При транспортировании битума в такой цистерне он сохраняет текучесть в течение 8...10 суток. Нагрев битума производится подачей пара в змеевики системы обогрева.

**Четырехосные бункерные вагоны-самосвалы** грузоподъемностью 40 т имеют по четыре бункера, опирающихся на опоры цапфами и поворачивающихся вокруг продольной горизонтальной оси. Бункер имеет двойные стенки, в пространстве между которыми подается пар для нагрева слоя битума, прилегающего к стенкам.

**Автобитумовозы** грузоподъемностью 15 т состоят из тягача, цистерны с теплоизоляцией, системы нагрева битума с двумя жаровыми трубами и контрольно-измерительной аппаратуры. Они транспортируют битум со скоростью 20...40 км/ч на расстояние до 300 км.

**Битумохранилища** предназначены для долговременного или кратковременного хранения битума, нагрева его до температуры текучести и выдачи в битумонагревательные котлы или для поддержания битума при рабочей температуре и выдачи его потребителю.

Битумохранилища представляют собой резервуары вместимостью 100...3000 т. При вместимости более 500 т они выполняются секционными и состоят из 2...6 отсеков, что дает возможность хранения битума разных марок и снижает затраты на разогрев битума.

Оборудование для нагрева битума, используемое в битумохранилищах длительного хранения, состоит из:

- 1) оборудования для нагрева битума до температуры текучести (50...60 °С), устанавливаемого непосредственно в хранилище;
- 2) оборудования для нагрева битума до температуры перекачивания насосом (90...95 °С) внутри хранилища или в дополнительном отсеке;
- 3) битумонагревательных котлов, обеспечивающих обезвоживание и нагрев битума до рабочей температуры (140...160 °С) для выдачи потребителям.

Битумохранилища классифицируются по вместимости резервуара, назначению, положению резервуара, наличию нагревателей, типу нагревателей битума и конструкции.

По вместимости резервуара и назначению битумохранилища с вместимостью до 100 т бывают *временные, закрытые* или *открытые* (рис. 9.32 а, б, в); до 500 т – *переходные, открытые* (рис. 9.32 а, б, в); более 500 т – *постоянные, закрытые* (рис. 9.32 г); с вместимостью одной цистерны 30...100 т – *переносные*, располагаемые *горизонтально* или *вертикально* (рис. 9.32 д).

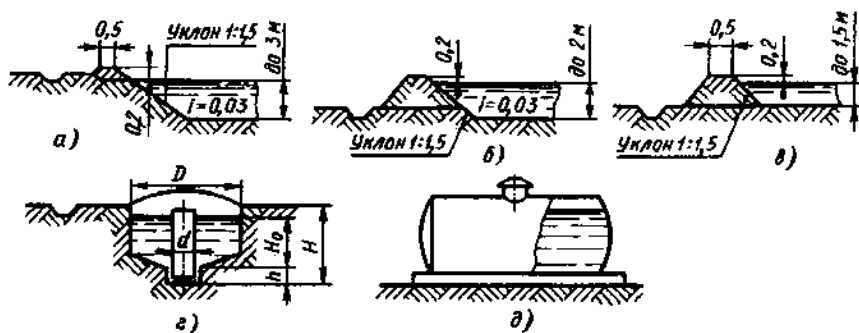


Рис. 9.32. Битумохранилище:  
а – ямное; б – полуямное; в – наземное; г – подземное;  
д – переносное инвентарное

По положению резервуара относительно поверхности земли различают битумохранилища *ямного типа* (рис. 9.32 а), *полуямного типа* (рис. 9.32 б), *наземного типа* (рис. 9.32 в), *подземного типа (капитальные)* (рис. 9.32 г) и *передвижные* (рис. 9.32 д).

Стенки битумохранилищ ямного, полуямного и наземного типов выполняются бетонными, железобетонными, кирпичными и деревянными.

По наличию нагревателей битумохранилища могут быть *без нагрева, с местным* и *с общим нагревом*. В битумохранилищах без нагрева для забора битума применяют переносные нагреватели. Местный нагрев применяется в битумохранилищах вместимостью до 500 т, общий – в капитальных и переносных.

Битумохранилища с местным подогревом оборудуются нагревательно-перекачивающими устройствами.

*Нагревательно-перекачивающий агрегат* (рис. 9.33) имеет возможность передвигаться вдоль битумохранилища. На мосту 1 агрегата установлены лебедки 4 подъема и опускания подогревателя 3 и система битумопроводов 2. Разогреватель имеет набор трубчатых

регистров, по которым последовательно проходит теплоноситель – воздушный пар. На раме агрегата установлен также битумный насос для перекачивания битума.

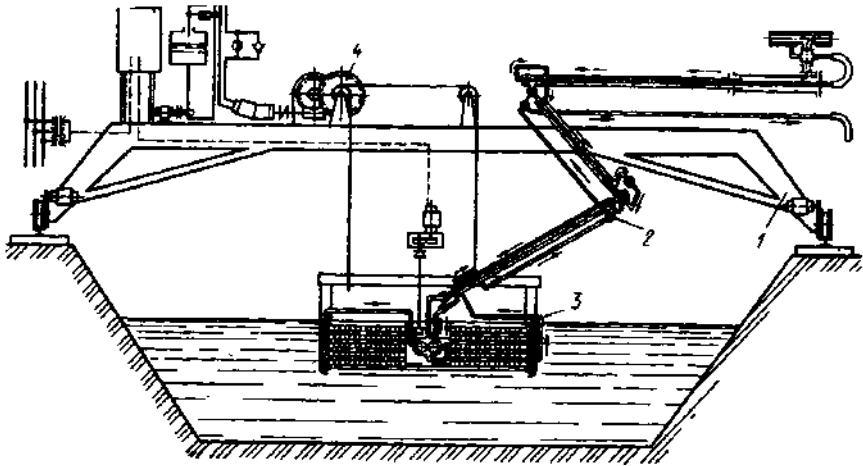


Рис. 9.33. Нагревательно-перекачивающий агрегат

На многих асфальтосмесительных установках вместо битумохранилищ используются *битумные цистерны* (рис. 9.34).

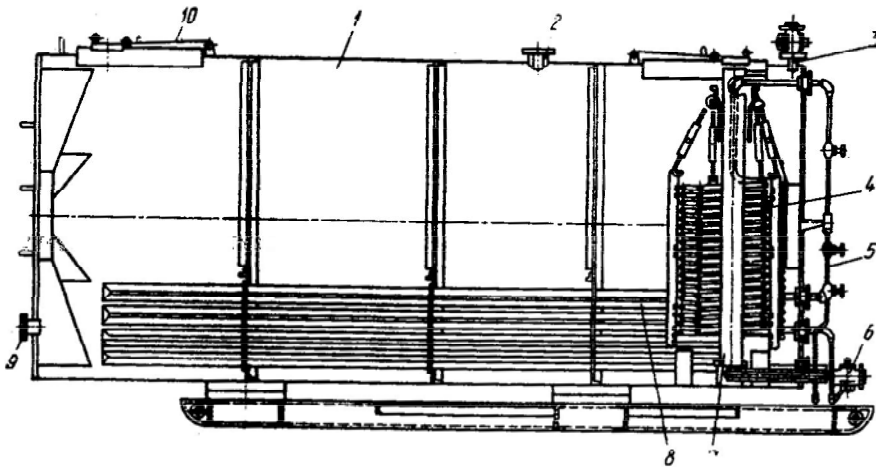


Рис. 9.34. Битумная цистерна

Цистерна 1 вместимостью до 30 м<sup>3</sup> имеет систему донных горизонтальных змеевиков 8 для общего подогрева битума и двойную систему спиральных змеевиков 4, расположенных в зоне отбора битума. Для перекачивания битума служит шестеренный битумный насос с паровой рубашкой. Обогрев битума производится паром под давлением 0,8 МПа. Пар подводится к теплообменникам по трубопроводам 5. Разогретый битум отводится из цистерны по трубе 6. Внутри вертикального теплообменника установлен фильтр 7, выполненный из металлической решетки. Уровень битума в цистерне контролируют с помощью поплавковых указателей. Для загрузки битума служит патрубок 3 с проходным краном. При наличии битумохранилища подающий битумопровод присоединяется к резервному патрубку 2. Для монтажных и ремонтных работ предусмотрены горловины 10 с крышками и люк 9 в задней стенке цистерны. В крышках люков имеются патрубки для визуального наблюдения за состоянием битума, а в отдельных случаях – и для загрузки цистерны битумом.

Цистерны оборудованы площадками с ограждениями, площадки соединены переходным мостиком. Работой битумного насоса управляют с пульта управления, расположенного рядом с насосом.

В основных отсеках капитального битумохранилища температура массы битума составляет 50...60°C, благодаря чему обеспечивается его перетекание в дополнительный отсек, где производится его нагрев до температуры 80...95°C. Затем битум перекачивается насосами в битумонагревательные котлы, где доводится до рабочего состояния.

По типу нагревателей различают битумохранилища с паровым, масляным, огневым и электрическим нагревом.

**Паровой нагрев** производится подачей по змеевикам и трубам пара давлением 0,6...1,2 МПа.

При **масляном (жидкостном) нагреве** теплоносителем служат различные минеральные масла с высокой температурой вспышки или специальные высокотемпературные теплоносители.

**Огневым нагрев** битума производится подачей газов от сжигания дизельного топлива по трубам диаметром 400...500 мм, уложенным по днищу битумохранилища. Этот способ применяется для нагрева битума в основных отсеках битумохранилищ до температуры перекачивания (95 °С). Он прост и экономичен, но пожароопасен.

При *электрическом нагреве* тепло передается битуму от электрических нагревателей, простых по конструкции, имеющих низкую стоимость, надежных, но имеющих низкие экономические показатели и ухудшающих качество битума при длительном нагреве.

Для обогрева инвентарных битумохранилищ наиболее часто применяется масляный нагрев, реже – паровой и электрический.

Преимущество масляного и парового нагрева битума состоит в благоприятном режиме его разогрева. Максимальная температура теплоносителя редко превышает 320 °С, чаще всего она составляет 270...300 °С, и битум при разогреве и хранении не теряет своих свойств. Ввиду небольшого перепада температур между теплоносителем и битумом (200...150 °С) площадь нагревателей (труб) должна быть 0,5...1 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> битума.

Электрические нагреватели применяются только для поддержания рабочей температуры битума. Для разогрева битума наиболее часто применяют открытые электронагреватели (рис. 9.35), состоящие из несущего элемента – асбоцементной трубы с навитой по наружной поверхности нихромовой спиралью из ленты сечением 10 × 0,8 мм<sup>2</sup> и длиной 27 м или сечением 12 × 1 мм<sup>2</sup> и длиной 35 м (нагреватели низкой проводимости).

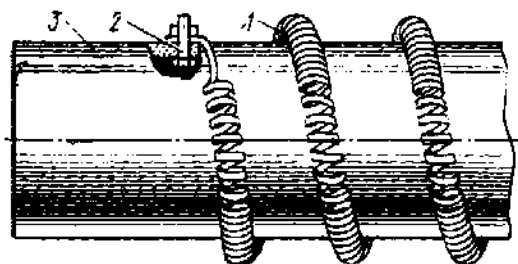


Рис. 9.35. Спиральный нагреватель низкой проводимости:  
1 – нихромовая ленточная спираль; 2 – клеммное соединение;  
3 – асбоцементная труба

**Нагреватели с высокой проводимостью из стальной проволоки** диаметром 5...6 мм представляют собой спираль (рис. 9.36), вставленную в асбоцементную трубу; концы проволоки пропущены через стенку трубы и закреплены. Достоинство нагревателей с высокой проводимостью заключается в доступности материала и его низкой стоимости.

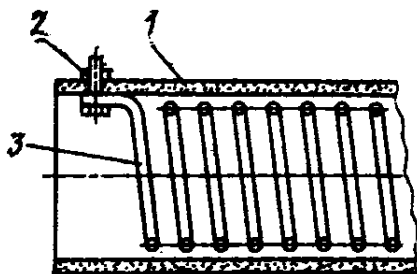


Рис. 9.36. Спиральный нагреватель высокой проводимости:  
 1 – асбоцементная труба; 2 – клеммное соединение;  
 3 – горячекатаная стальная проволока

**Трубчатые электронагреватели (ТЭНы)** (рис. 9.37) представляют собой трубку из мягкой стали, реже – красной меди или латуни, внутри которой находится спираль из нихрома.



Рис. 9.37. Трубчатый электронагреватель:  
 1 – изолятор; 2 – выводной стержень; 3 – корпус;  
 4 – нихромовая спираль; 5, 6 – клеммные гайки

Пространство между спиралью и трубкой заполнено тонкомолотым электроизоляционным материалом. Затраты на энергию при электрическом нагреве битума в 2,5...4 раза больше затрат на огневой нагрев.

**Системы огневого нагрева битума** применяются в битумохранилищах для нагрева битума до температуры перекачивания, в битумонагревательных котлах для обезвоживания и нагрева битума до рабочей температуры, а также в автобитумовозах и автогудронаторах для поддержания рабочей температуры битума.

Для нагрева битума в битумохранилищах наиболее простой и безопасной является система с зоной горения топлива в жаровой трубе (рис. 9.38).

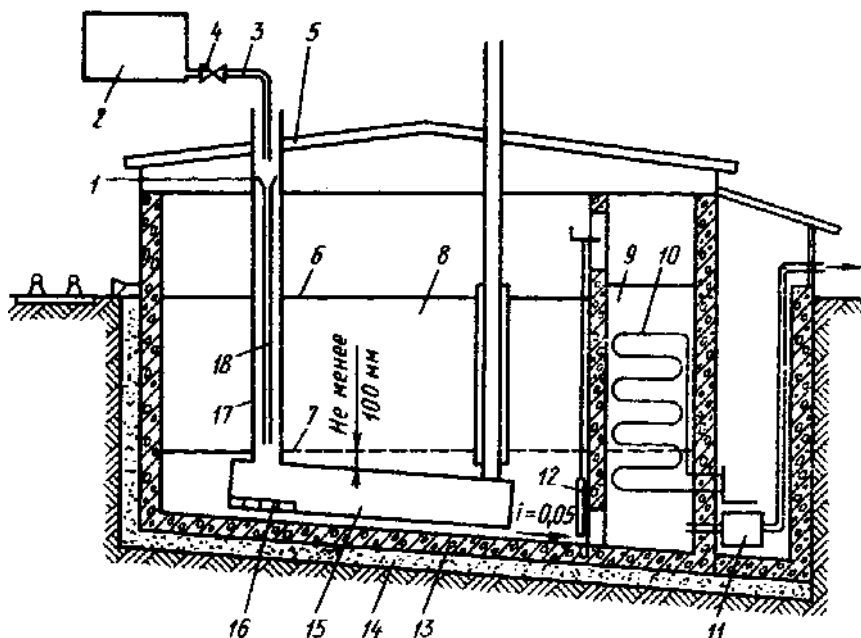


Рис. 9.38. Система огневого нагрева битума в битумохранилище:

1 – воронка; 2 – топливный бак; 3 – верхний топливопровод; 4 – топливный кран; 5 – кровля битумохранилища; 6 – верхний уровень битума; 7 – нижний рабочий уровень битума; 8 – основной отсек; 9 – дополнительный отсек; 10 – змеевик дополнительного отсека; 11 – насосная установка; 12 – заслонка шиберная; 13 – стенка битумохранилища; 14 – изоляционный слой; 15 – жаровая труба; 16 – слой кирпичей; 17 – воздухоподводящая труба; 18 – нижний топливопровод

Система состоит из горизонтальной жаровой трубы, вертикальных труб – воздухоподводящей и вытяжной, – пропущенных через кровлю битумохранилища.

Топливная система состоит из бака для топлива с регулируемым краном, малого топливопровода, воронки с нижним топливопроводом. Топливо самотеком стекает из малого топливопровода в воронку и по нижнему топливопроводу – в зону горения.

Скорость подачи топлива регулируется по числу падения капель из малого топливопровода в воронку. Теплопроизводительность системы ограничивается подачей воздуха, осуществляемой естественной тягой дымовой трубы.



Достоинства систем огневого нагрева битума заключаются в простоте конструкции и обслуживания, экономичности. Их недостатком является высокая опасность возгорания битума и топлива, применяемого для работы топки.

В **битумонагревательных котлах** производится обезвоживание битума (выпаривание воды) и нагрев его до рабочей температуры, который производится жаровыми трубами и котлами с экранными трубами.

**Битумонагревательный агрегат непрерывного действия** (рис. 9.39) состоит из котла, выносной топки 17 с форсунками, вентилятора и двух шестеренных битумных насосов 24 и 25. Битумный насос, установленный в битумохранилище или у битумных цистерн, по битумопроводу подает битум к агрегату. При открытом кране 4 и закрытых кранах 23 и 22 битум через теплообменник 5 и влагоотделитель 9 заполняет котел до минимального допустимого уровня, т.е. несколько выше верхней жаровой трубы 20. Во избежание остывания битума его откачивают из теплообменника и трубопроводов путем изменения направления вращения битумного насоса 27.

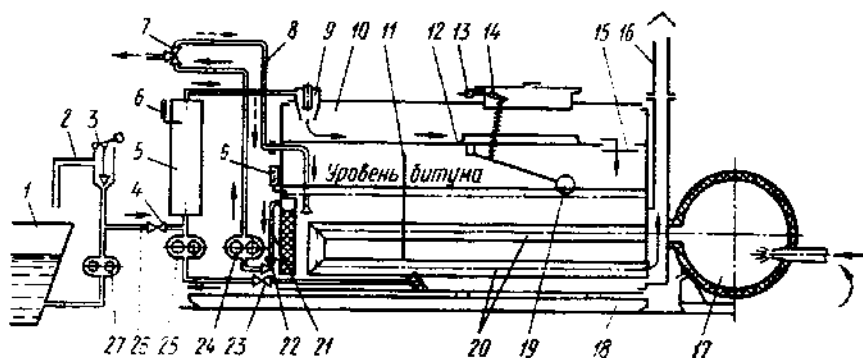


Рис. 9.39. Битумонагревательный агрегат (нагреватель битума) непрерывного действия:

- 1 – битумохранилище; 2 – возвратный битумопровод; 3 – предохранительный клапан; 4, 22, 23 – краны; 5 – теплообменник; 6 – термометры; 7 – трехходовой кран; 8 – циркуляционный трубопровод; 9 – влагоотделитель; 10 – испарительная камера; 11 – перегородка; 12 – дно испарительной камеры (испарительный лоток); 13, 14 – указатель уровня; 15 – выходное отверстие испарительной камеры; 16 – дымовая труба; 17 – топка; 18 – рама; 19 – поплавковый датчик уровня; 20 – жаровые трубы; 21 – выдающая труба; 24, 25, 27 – битумные насосы; 26 – загрузочный битумопровод

После продувки внутренней полости топки, жаровых труб, всех газоходов и дымовой трубы 16 топку разжигают. По достижении температуры 95...98 °С открывают проходной кран 23, включив циркуляционный насос 25 для подачи битума в теплообменник 5. Битум, проходя через влагоотделитель 9 и разливаясь тонким слоем по дну 12 испарительной камеры 10, постепенно обезвоживается. После достижения температуры 135...140 °С и полного обезвоживания битума, находящегося в котле, приступают к непрерывному обезвоживанию и нагреву до рабочей температуры битума, поступающего из битумохранилища. Для этого включают подающий битумный насос 27 и через открытый кран 4 начинают подавать обводненный битум из битумохранилища.

В теплообменнике 5 битум, имеющий рабочую температуру, смешивается с обводненным битумом и нагревает его до температуры 140...150 °С, при которой происходит интенсивное выделение пара. Из теплообменника битум через влагоотделитель 9 поступает в испарительную камеру и по ее дну через отверстие 15 стекает в основной резервуар котла. Здесь он нагревается горячими газами, идущими из топки 17 по жаровым трубам 20, до рабочей температуры и насосом 24 через трубу 21 и кран 22 выдается потребителю. Излишек битума через трехходовой кран 7 и трубопровод 5 возвращается в котел. Чтобы не допускать попадания в асфальтосмеситель неполностью обезвоженного битума, в котле установлена перегородка 11. Контроль за температурой и уровнем битума осуществляется с помощью термометров 6 и поплавкового датчика уровня 19.

Топка 17 представляет собой барабан цилиндрической формы, футерованный внутри огнеупорным кирпичом. На одной раме с топкой установлены вентилятор-воздуходувка с электродвигателем, топливный насос с двигателем, пусковая аппаратура и бак для топлива. Воздух, подаваемый вентилятором в форсунку, предварительно подогревается, проходя под кожухом, которым окружена топка. Отработавшие газы отводятся через дымовую трубу 16.

Недостаток битумонагревательных агрегатов непрерывного действия заключается в малой производительности при подготовке обводненного битума, достоинство – в отсутствии элементов, работающих под давлением.

В *трубчатом битумонагревательном агрегате* (рис. 9.40) сырой битум насосом непрерывно перекачивается по змеевику (экранным трубам), расположенному по периферии зоны горения топлива.

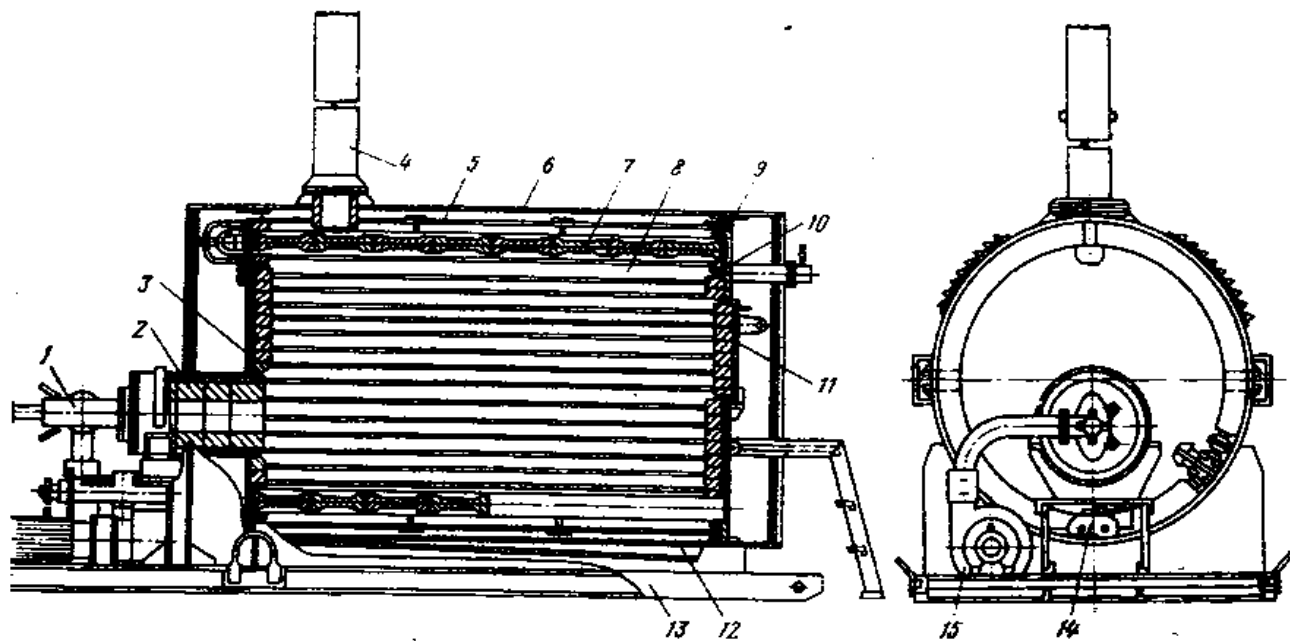


Рис. 9.40. Трубчатый битумонагреватель:

1 – форсунка; 2 – топка; 3, 10 – передняя и задняя торцовые стенки; 4 – дымовая труба; 5, 6, 12 – кожухи; 7 – вставка;  
8 – трубы; 9 – кольцо; 11 – окно; 13 – рама; 14 – соединительный кран; 15 – дугевого вентилятор

Вследствие конвективного и радиационного потока тепла битум в трубах нагревается до рабочей температуры, вода в нем переходит в парообразное состояние, а давление паробитумной смеси возрастает до 0,5...0,6 МПа. Поскольку битум и пар нагреты до 150...160 °С, пар отделяется очень быстро, и температура битума при этом не снижается.

Преимущества битумонагревателей с экранными трубами заключаются в высокой производительности и быстром получении обезвоженного битума с рабочей температурой.

Расход тепла для нагрева битума до рабочей температуры и выпаривания из него влаги (в кДж/ч)

$$Q = kG \left[ c_{\delta} (t_2 - t_1) + \frac{\omega c_n}{100} (t_2 - t_1) \right],$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий потери тепла в окружающую среду через стенки агрегата,  $k = 1,2...1,3$ ;

$G$  – паропроизводительность агрегата, кг/ч;

$c_{\delta}$  – теплоемкость битума, кДж/(кг · °С);

$t_1, t_2$  – начальная и конечная температуры битума,  $t_1 = 80...100$  °С,  $t_2 = 150...170$  °С;

$\omega$  – содержание воды в битуме, % по массе,  $\omega = 1...5$  %;

$c_n$  – удельная теплоемкость пара, кДж/кг · °С.

В пределах битумных баз и асфальтобетонных заводов битум транспортируется по трубам. Для его перекачки применяются *шестеренные битумные насосы с внешним зацеплением*. В процессе транспортирования битума по трубам его температура снижается, а вязкость возрастает. По этой причине битум целесообразно перекачивать при температуре не ниже 90°С. Обогрев битумных насосов осуществляется паром или горячим маслом, которые подаются в специальные полости в корпусе битумного насоса (рис. 9.41) или насосом, установленным непосредственно в перекачиваемом горячем битуме.

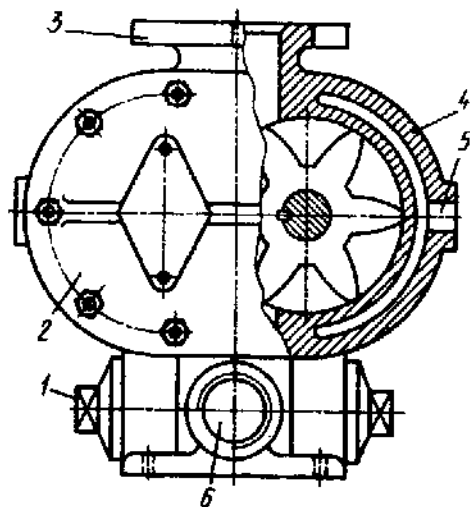


Рис. 9.41. Битумный насос низкого давления:

1 – заглушка; 2 – крышка насоса; 3 – верхний патрубок; 4 – корпус насоса;  
5 – подвод пара в паровую рубашку; 6 – отверстие выдачи битума

Трубопроводы для подачи битума имеют наружную рубашку для обогрева и теплоизоляцию. Для обогрева битумопроводов наиболее часто применяется пар.

РУП «Дорстройиндустрия» выпускает насосную установку ПМ-80, предназначенную для приема битума и транспортирования его в систему подготовки битума асфальтосмесительной установки, и битумный насос П-596М, состоящий из электродвигателя, редуктора, битумного насоса, рамы, крепления.

#### Технические характеристики ПМ-80:

Производительность, л/мин –	460
Рабочее давление, МПа –	0,54
Электродвигатель:	
Мощность, кВт –	6,5
Частота вращения, об/мин –	1400
Габаритные размеры, мм:	
длина –	1325
ширина –	535
высота –	632
Масса, кг –	330

Битумный насос П-596М предназначен для подачи битума при температуре 80...90 °С из битумохранилищ в битумоварочные котлы, а при более высокой температуре битума (140...160 °С) – в битумовозы, автогудронаторы, асфальтосмесители и др.

#### Технические характеристики П-596М:

Производительность, л/мин –	460
Рабочее давление, МПа –	0,54
Потребляемая мощность, кВт –	7,5
Число оборотов ведущего вала, об/мин –	300
Габаритные размеры, мм:	
длина –	430
ширина –	425
высота –	540
Масса, кг –	107,0
Корпус насоса –	цельнометаллический, сварной конструкции

### 9.7.3. Оборудование асфальтобетоносмесительных установок

Асфальтобетоносмесительные установки служат для приготовления асфальтобетонных смесей из органоминеральных компонентов.

**Агрегаты питания** связывают между собой склады сыпучих материалов с основным оборудованием для приготовления асфальтобетонных смесей. Они состоят из **расходных бункеров** песка и щебня, **питателей-дозаторов** для предварительного или окончательного дозирования материалов и **собирающего ленточного конвейера**. Минимальное число бункеров определяется числом фракций каменных материалов и колеблется от 4 до 10. Вместимость каждого бункера составляет 4...10 м<sup>3</sup>. Для загрузки бункеров применяются грейферные краны, одноковшовые экскаваторы, погрузчики, а иногда и бульдозеры.

Дозирование песка и щебня на агрегатах питания осуществляется **электровибрационными** и **ленточными питателями** непрерывного действия. При необходимости повышения точности дозирования используются автоматические весовые дозаторы непрерывного действия.

Пример агрегата питания приведен на рис. 9.42.

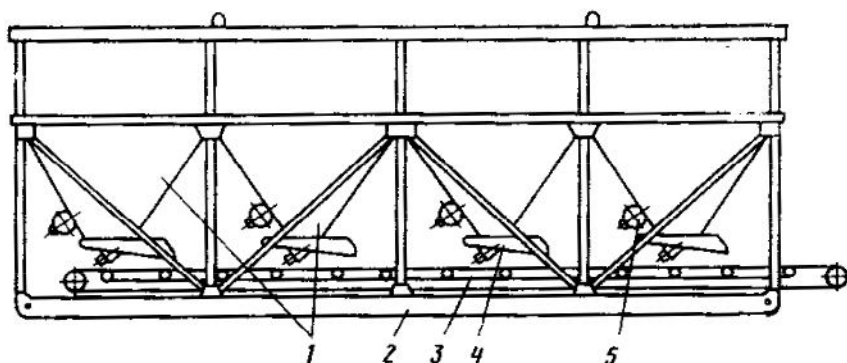


Рис. 9.42. Агрегат питания:  
1 – расходные бункера; 2 – рама; 3 – ленточный конвейер;  
4 – дозаторы-питатели; 5 – сводаобрушители

**Сушильный агрегат** служит для полного удаления влаги из песка и щебня и нагрева их до температуры 160...250 °С в зависимости от вида приготавливаемых смесей. По схеме движения в сушильном барабане нагреваемого материала и теплоносителя различают **агрегаты с поточным** и **противоточным обогревом**: в первых материал и теплоноситель движутся в одном направлении, во вторых – навстречу друг другу. В большинстве асфальтосмесительных установок применяют сушильные агрегаты непрерывного действия с противоточным обогревом.

Сушильный агрегат (рис. 9.43) состоит из цилиндрического сушильного барабана и топочного устройства, в состав которого входят топка, форсунка, система подачи топлива, вентилятор.

Сушильный барабан 2 опирается на опорные ролики 15 через бандажи 3, 5, прикрепленные к обечайке барабана с помощью упругих компенсаторов 4, служащих для компенсации различных температурных деформаций барабана и бандажей. Барабаны изготавливаются сварными из листовой стали или из труб соответствующего диаметра. Для обеспечения непрерывного движения материала сушильный барабан устанавливается под углом 2...5° в сторону разгрузки. От осевого смещения барабан удерживает упорный ролик 18.

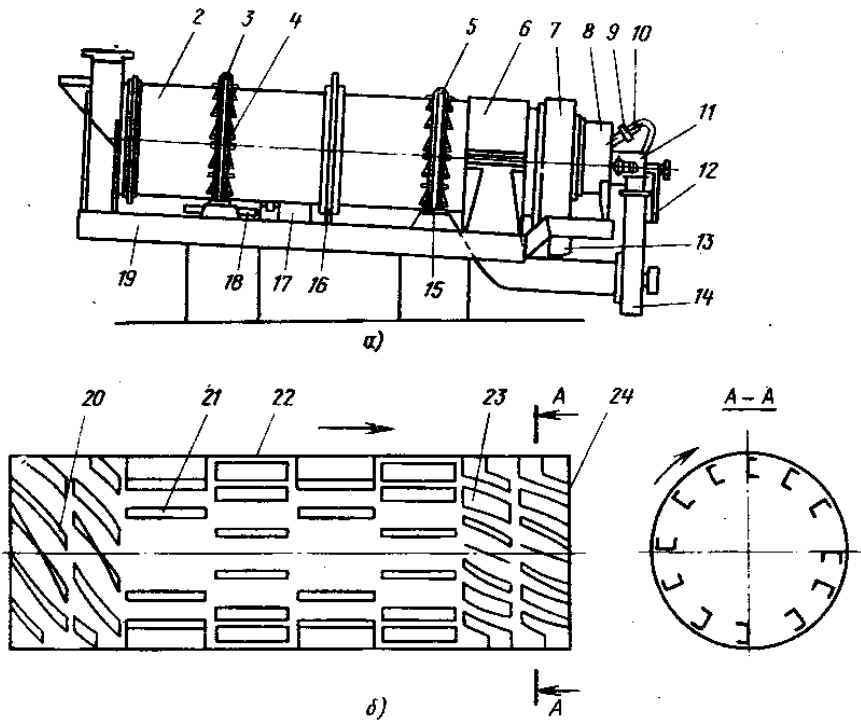


Рис. 9.43. Сушильный агрегат:

а – общий вид; б – схема сушильного барабана; 1 – загрузочная и дымовая коробки; 2 – сушильный барабан; 3, 5 – бандаж; 4 – компенсаторы; 6 – кожух охлаждения барабана; 7 – разгрузочная коробка; 8 – топка; 9, 11 – запальная и основная форсунки; 10 – датчик горения; 12 – топливопровод; 13 – разгрузочный лоток; 14 – вентилятор охлаждения барабана и топочного дутья; 15 – опорный ролик; 16 – зубчатый венец; 17 – привод; 18 – упорный ролик; 19 – рама; 20 – отгребующие лопасти, 21 – подъемно-сбрасывающие лопасти; 22 – обечайка; 23 – разгрузочные лопасти; 24 – разгрузочное отверстие

Материал поступает внутрь сушильного барабана (рис. 9.43 б) и попадает на отгребующие лопасти 20, перемещающие материал вперед и не допускающие его обратного движения. Подъемно-сбрасывающие лопасти 27 при вращении барабана пересыпают материал, что способствует лучшему контакту его с топочными газами. Дополнительное пересыпание материала и разгрузка производятся разгрузочными лопастями 23. Вращение барабана осуществляется цепным или шесте-



ренным приводом. Зубчатый венец, как и бандажи, крепится на обечайке барабана через компенсаторы. Для уменьшения тепловых потерь, защиты привода и опор от перегрева некоторые сушильные барабаны оборудуются изоляцией в виде воздушной рубашки 1.

Современные сушильные агрегаты работают на газообразном или жидком топливе. В качестве жидкого топлива применяется мазут, при подогревании которого до температуры 70...85°C происходит хорошее распыливание и сгорание. Полное сгорание топлива может происходить непосредственно в сушильном барабане или в выносной топке.

Форсунки, применяемые для распыливания топлива, бывают *высокого, среднего и низкого давления*. Форсунки высокого давления устанавливаются на сушильных барабанах большой производительности. Распыливание топлива в тонких форсунках производится паром под давлением 0,4...0,8 МПа или сжатым воздухом под давлением 0,5...0,6 МПа. При установке форсунок низкого давления все количество воздуха, необходимое для горения, подводится под давлением до 0,1 МПа.

Зная производительность асфальтосмесителя, используют материальный баланс для определения количества нагреваемого материала и выпариваемости влаги за 1 ч работы сушильного барабана.

Производительность (в кг/ч) сушильного барабана по сухому материалу

$$P_c = P(100 - q_{mn} - q_b) / 100,$$

где  $P$  – производительность смесителя по выпуску асфальтобетонной смеси, кг/ч;

$q_{mn}$  – расход минерального порошка, % от массы готовой смеси;

$q_b$  – расход битума, % от массы готовой смеси.

Количество влаги, которую следует удалить из высушиваемого материала (в кг/ч):

$$P_g = P \cdot \frac{\omega_1 - \omega_0}{100 - \omega_1},$$

где  $\omega_1$  – относительная влажность высушиваемых материалов,  $\omega_1 = 5\%$ ;

$\omega_0$  – влажность материала после сушки,  $\omega_0 = 0\%$ .

Количество влажного материала (в кг/ч), поступающего в сушильный барабан:

$$P_{\text{в.м}} = P + P_{\text{в}} = P(100 + \omega_1)/100.$$

Внутри барабана определяются три технологические зоны: в первой зоне происходит подогрев материала, во второй – выпаривание влаги, в третьей – нагрев высушенного материала.

В **первой зоне** тепло, расходуемое на подогрев материала и влаги в материале (в кДж/ч):

$$Q_1 = c_{\text{м}}P(t_2 - t_1) + c_{\text{в}}P_{\text{в}}(t_2 - t_1),$$

где  $c_{\text{м}}$  – удельная теплоемкость материала,  $c_{\text{м}} = 0,837$  кДж/(кг · °С);

$t_2$  – температура интенсивного испарения влаги,  $t_2 = 95^\circ\text{С}$ ;

$t_1$  – температура поступающих материалов,  $t_1 = 10^\circ\text{С}$ ;

$n_{\text{в}}$  – удельная теплоемкость воды,  $n_{\text{в}} = 4,1838$  кДж/(кг · °С).

Во **второй зоне** расход тепла на выпаривание влаги и подогрев воды до температуры дымовых газов (в кДж/ч)

$$Q_2 = P_{\text{в}}l + c_{\text{н}}P_{\text{в}}(t_2 - t_2),$$

где  $l$  – удельная теплота фазового превращения,  $l = 2269$  кДж/кг;

$c_{\text{н}}$  – удельная теплоемкость пара,  $c_{\text{н}} = 1,926$  кДж/(кг · °С);

$t_2$  – температура дымовых газов на выходе из сушильного барабана,  $t_2 = 150...200^\circ\text{С}$ .

В **третьей зоне** тепло, расходуемое на нагрев высушенного материала:

$$Q_3 = c_{\text{м}}P(t_3 - t_2),$$

где  $t_3$  – температура нагретого материала,  $t_3 = 180...200^\circ\text{С}$ .

Общее количество тепла (в кДж), полезно используемого в барабане:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 .$$

Тепловой баланс сушильного барабана учитывает полезные затраты тепла в трех зонах барабана, потери тепла топкой, стенками барабана, дымовыми газами, от неполноты сгорания топлива, а также другие неучтенные потери.

Автоматизация сушильного агрегата заключается в контроле и поддержании заданной температуры материала на выходе, а также в контроле за наличием пламени в форсунке. Регулирование температуры осуществляется подачей топлива в форсунку.

Система автоматического контроля за наличием пламени в форсунке основана на применении фотоэлектрических датчиков. При угасании пламени сигнал от фотоэлемента усиливается и подается на вспомогательный двигатель, воздействующий на кран подачи топлива к форсунке. В современных асфальтосмесительных установках для дистанционного розжига топок широко применяют электрогазовый запал, работающий от электрического разрядника.

**Смесительный агрегат** предназначен для сортирования и дозирования нагретых песка и щебня, дозирования минерального порошка и битума, перемешивания всех составляющих и выдачи готовой смеси. Материалы сортируются, как правило, на инерционных грохотах. Под грохотом расположен расходный горячий бункер с отсеками для каждой фракции материалов и отсеком минерального порошка.

Разгрузочные отверстия отсеков бункера перекрываются затворами, управляемыми исполнительными механизмами (пневмо- или гидроцилиндрами) или вручную. Для отмеривания и выдачи каждой фракции минерального материала и битума в соответствии с рецептом смеси используются *дозаторы*.

В смесителях периодического действия дозирование минеральных материалов обычно осуществляется в весовых дозаторах, а дозирование битума – в объемных. Отдельные фракции минеральных составляющих могут одновременно взвешиваться отдельно на рядом расположенных весах или последовательно – на суммирующих весовых устройствах.

Битум на установках непрерывного действия дозируется битумными насосами-дозаторами (рис. 9.44). В корпусе 1 насоса расположены три шестерни 2, 4 и 8, находящиеся в постоянном зацеплении.

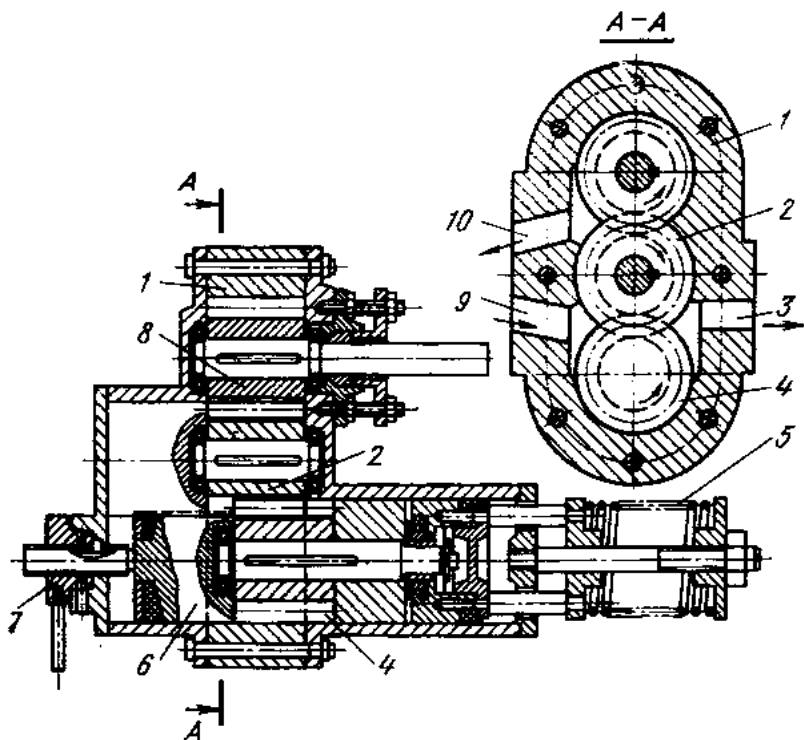


Рис. 9.44. Битумный насос-дозатор

Шестерня 4, кроме вращательного движения, может совершать осевое перемещение с помощью винта 7. В обратном направлении шестерня подается пружиной 5. Вкладыш 6, перемещающийся одновременно с шестерней 4, имеет цилиндрический вырез с радиусом кривизны, соответствующим радиусу окружности выступов шестерни 2. Этот вкладыш разобщает всасывающий канал 9 и нагнетательный канал 3 отдозированного битума, заменяя собой цилиндрическую поверхность корпуса насоса. При вращении ведущей шестерни 8 против часовой стрелки промежуточная 2 и дозирующая 4 шестерни увлекают жидкость из канала 9 и выдают ее следующим образом:

дозирующая шестерня – в канал 3, промежуточная – в канал 10. Количество битума, подаваемое в канал 10, остается постоянным, а количество жидкости, подаваемое в канал 3, меняется передвижением шестерни 4, так как при этом изменяется длина ее зацепления и, как следствие, изменяется количество битума, подаваемого в канал 3.

*Смесители* для приготовления асфальтобетонных смесей разделяют на двухвальные лопастные и барабанные. Барабанные гравитационные смесители не обеспечивают качественного перемешивания и применяются только для приготовления «черного» щебня, т.е. для перемешивания щебня с битумом. Двухвальные лопастные смесители могут быть периодического и непрерывного действия.

Двухвальный лопастной смеситель периодического действия (рис. 9.45 а) представляет собой сварной корпус, внутренняя поверхность которого закрыта съемными броневыми листами.

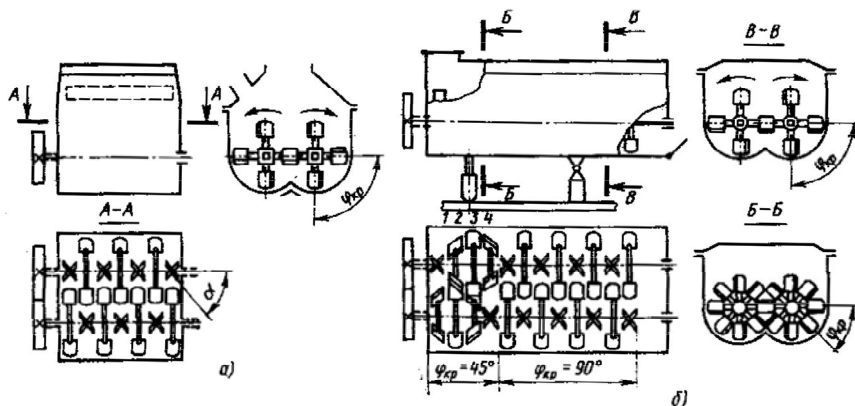


Рис. 9.45. Лопастные смесители принудительного перемешивания:  
 а – циклического действия; б – непрерывного действия

Внутри корпуса на роликовых подшипниках установлены два вала квадратного сечения, на каждом из которых закреплено по шестнадцать лопастей с броневыми лопатками. Плоскость каждой пары лопастей на валу повернута относительно плоскости соседней пары на  $90^\circ$ , плоскость броневых лопаток относительно направления вращения вала – на  $45^\circ$ . В дне корпуса смесителя имеется отверстие, закрытое затвором, через которое готовая смесь выгружается.

Конструкция смесителя непрерывного действия (рис. 9.45 б) отличается от конструкции описанного тем, что один из торцов удлиненного корпуса открывается, и через него выгружается готовая смесь.

**Агрегаты минерального порошка** служат для временного хранения порошка, а иногда и пыли, и для подачи материалов в расходный бункер. В состав агрегата входят: силос, механические и пневматические устройства подачи, питатели, дозаторы.

**Бункерные системы готовой смеси** предназначены для приема, кратковременного хранения и выдачи готовой смеси. Они позволяют в течение некоторого времени обеспечивать равномерную работу асфальтосмесительной установки непрерывного действия при отсутствии транспортных средств.

Эксплуатационная производительность асфальтобетонного смесителя периодического действия (в т/ч)

$$P_m = QnK_g / 1000,$$

где  $Q$  – замес, кг;

$n$  – расчетное число циклов за 1 ч работы,  $n = 3600/T_u$  ;

$K_g$  – коэффициент использования смесителя по времени,  $K_g = 0,8...0,9$ .

Производительность асфальтобетонных установок – 6, 12, 25, 50, 100, 200 и 400 т/ч.

При работе асфальтобетонных установок происходит интенсивное образование пыли. Выброс пыли из сушильного барабана и с просеивающих поверхностей горячего грохота составляет до 3,5 % общего количества просушиваемого материала. Для очистки дымовых газов используются **пылеулавливающие вытяжные устройства** как сухой, так и мокрой очистки – циклоны, матерчатые и гравийные фильтры, циклоны-промыватели и другие очистительные устройства.

Широкое применение для очистки пылегазовых смесей получили **циклоны**. Поступающая в циклон со скоростью до 20 м/с пылегазовая смесь, вращаясь и опускаясь по винтовой линии, теряет твердые частицы, отбрасываемые под действием центробежной силы к стенкам корпуса. Силы трения, действующие на твердые частицы, снижают их скорость и способствуют их оседанию. Освобождаемый от пыли газ отсасывается из циклона вентилятором по централь-

ной трубе. Степень извлечения пыли в циклонах достигает 90...98 %. Циклоны изготавливаются производительностью 700...1500 м<sup>3</sup>/ч очищенного газа. На асфальтосмесительных установках применяются одиночные и групповые циклоны, состоящие из 2, 4, 6 и 8 циклонов.

На рис. 9.46 дана схема воздухоочистительного пылеулавливающего устройства с клапанным распределителем воздушного потока и механическими очистителями стенок циклонов.

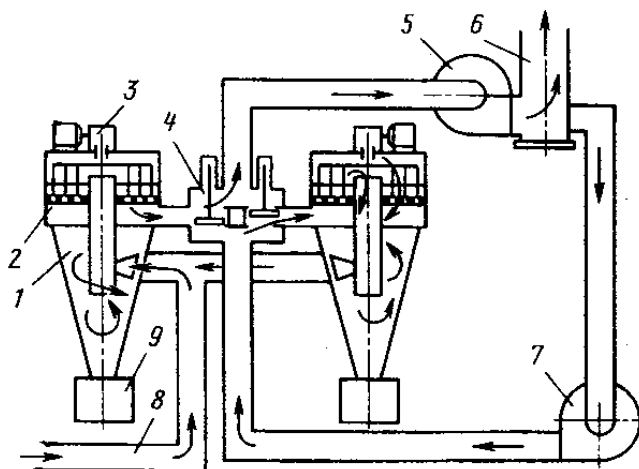


Рис. 9.46. Схема двухступенчатого пылеулавливающего устройства:  
 1 – циклон; 2 – фильтр; 3 – привод очистителя циклона;  
 4 – распределитель потока; 5, 7 – центробежные вентиляторы;  
 6, 8 – выпускной и входной воздуховоды; 9 – бункера

#### 9.7.4. Установки для приготовления асфальтобетонных смесей

Асфальтосмесительные установки для приготовления различных асфальтобетонных и битумоминеральных смесей комплектуются из унифицированных агрегатов различных типоразмеров и имеют производительность 25, 50, 100 и 200 т/ч.

Асфальтосмесительная установка производительностью 100 т/ч (рис. 9.47) включает в свой состав агрегаты: питания 1, сушильный 2, смесительный 3, пылеулавливающий 5, минерального порошка 6, а также битумную цистерну 8, нагреватель битума 9, топливные баки 7, кабину 10 управления и накопительный бункер 4 готовой смеси.

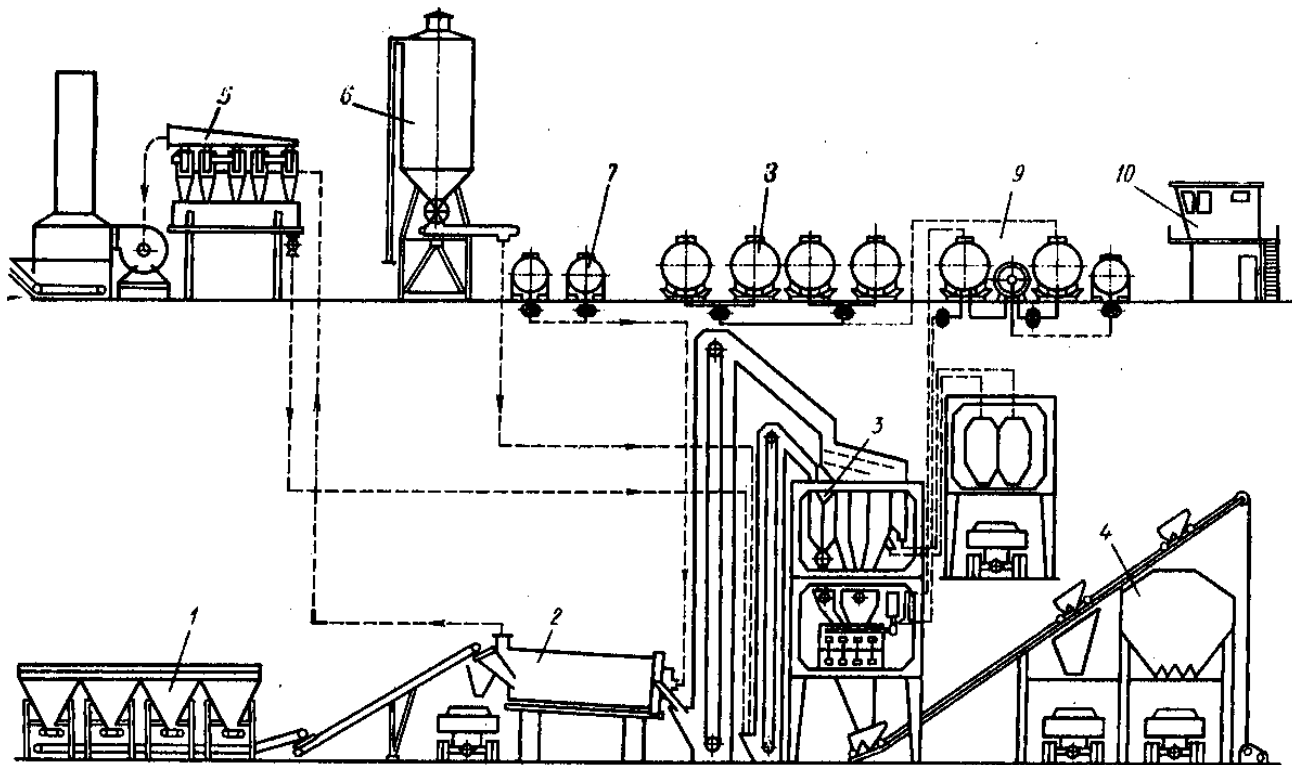


Рис. 9.47. Технологическая схема асфальтобетоносмесительной установки



Процессы дозирования и смешивания нагреваемых материалов, битума, минерального порошка и пыли из системы пылеулавливания автоматизированы. Отдельные агрегаты имеют местные пульта управления. Централизованное управление осуществляется оператором из отдельной застекленной кабины, снабженной кондиционером. Для разогрева и подачи битума из битумохранилища установка комплектуется и нагревательно-перекачивающими агрегатами.

## 10. МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

### 10.1. Машины для распределения дорожно-строительных материалов и стабилизации грунтов вяжущими материалами

#### 10.1.1. Машины для распределения каменных материалов

*Машины и оборудование для распределения каменных материалов* (щебня, гравия, каменной мелочи) различают *по назначению, конструкции и типу распределяемого материала*. Их применяют как при строительстве, так и при ремонте покрытий.

При строительстве дорог и аэродромов используют высокопроизводительные *самоходные щебнераспределители*, смонтированные на специальном колесном или гусеничном шасси. При проведении ремонтных работ или строительстве небольших объектов широкое применение нашли *навесные* и *прицепные распределительные машины*. Навесное распределительное оборудование, состоящее из бункера с дозирующим устройством, навешивают на задний борт кузова автомобиля-самосвала или монтируют на базе легкого колесного трактора. Прицепные машины предназначены для работы с автомобилями, тягачами, автогрейдерами и колесными тракторами.

*Самоходный распределитель щебня и гравия гусеничного типа* (рис. 10.1) представляет собой машину, к раме которой шарнирно прикреплена рама рабочего оборудования – приемного бункера распределительного и уплотняющих рабочих органов, как правило, расположенная в передней части машины.

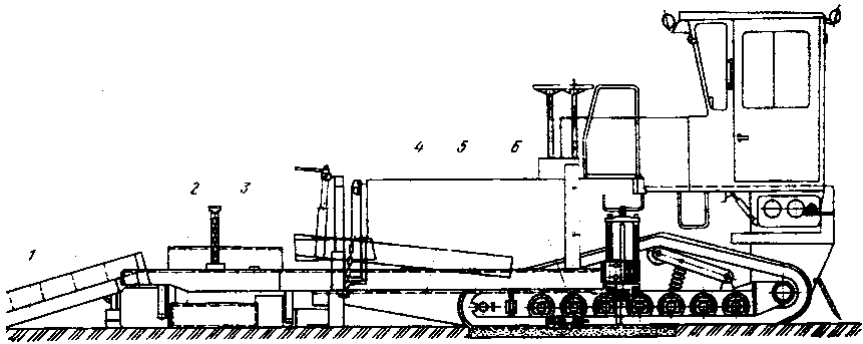


Рис. 10.1. Самоходный распределитель каменных материалов:  
 1 – трап; 2 – настил; 3 – разравнивающий брус; 4 – приемный бункер;  
 5 – отвал; 6 – гусеничный движитель

На раме установлен бункер трапециевидного сечения, сваренный из листового металла, из которого материал самотеком распределяется по поверхности основания, причем толщина укладываемого слоя определяется положением дозирующих заслонок бункера. Непосредственно перед бункером на раме рабочего оборудования расположены уплотняющие рабочие органы: разравнивающий брус и виброплиты.

Бункер загружается из автомобиля-самосвала. При фронтальной загрузке самосвал въезжает по специальным трапам на помост, находящийся в передней части машины. В этом случае распределитель нужно остановить. Существуют варианты распределителей с фронтальной или боковой загрузкой, обеспечивающие наполнение бункера без остановки машины.

В число машин для распределения каменных материалов входят также *распределители каменной мелочи* (размером 5...15 мм), применяемые при строительстве и ремонте щебеночных слоев твердых покрытий, а также при поверхностной обработке покрытий. Отечественной промышленностью выпускаются самоходные распределители колесного типа (рис. 10.2).

Распределитель каменной мелочи имеет два бункера: приемный 8, расположенный в задней части машины, и распределительный 2, установленный впереди. Автомобиль – самосвал или погрузчик – въезжает на специальный погрузочный мостик, шарнирно закрепленный на раме приемного бункера, и наполняет бункер каменной мелочью. Из приемного бункера скребковым конвейером 4 матери-

ал подается в передний бункер, в котором установлен шнек, распределяющий материал равномерно по всей ширине обрабатываемой полосы. Толщина слоя материала регулируется дозатором барабанного типа.

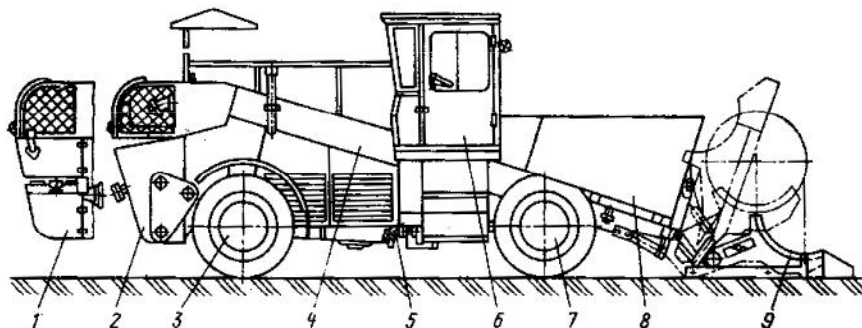


Рис. 10.2. Самоходный распределитель каменной мелочи:

1 – сменное навесное оборудование пескоразбрасывателя; 2 – распределительный бункер; 3 – передний мост; 4 – скребковый конвейер; 5 – гидропривод; 6 – кабина; 7 – задний мост; 8 – приемный бункер; 9 – погрузчик

### 10.1.2. Машины для транспортирования и распределения порошкообразных вяжущих материалов

Для транспортирования цемента и других порошкообразных вяжущих материалов широко используются машины, называемые **цементовозами**. В качестве базовой машины цементовоза используют, как правило, шасси грузовых автомобилей, автомобили-тягачи и колесные тракторы. Кроме самоходных и полуприцепных выпускают и прицепные цистерны-цементовозы.

При сооружении оснований и покрытий возникает необходимость дозированного введения порошкообразных вяжущих материалов в поверхностный слой предварительно разрыхленного грунта. Для этого используют самоходные, навесные или прицепные **распределители цемента**.

Распределитель работает следующим образом. Из приемного бункера 1 (рис. 10.3) вместимостью 3...5 м<sup>3</sup> порошкообразный вяжущий материал под давлением воздуха, создаваемым компрессорной установкой, или под собственной тяжестью поступает в дозирующее устройство.

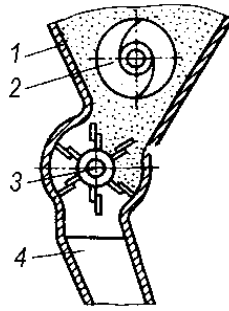


Рис. 10.3. Схема распределителя цемента

Для устранения налипания материала на стенки служит механический ворошитель 2, устанавливаемый в нижней части бункера. Дозатор 3 со шнековым или роторным рабочим органом равномерно подает материал в сошники 4 (10...12 шт.) и через них – в разрыхленный грунт. Доза материала, поступающего в сошники, определяется частотой вращения вала дозатора. Ширина полосы распределения цемента – 2,4...2,5 м.

Оборудование прицепного распределителя цемента (рис. 10.4) состоит из приемного бункера, дозатора, гидравлической системы управления, рамы 1 с колесной ходовой частью.

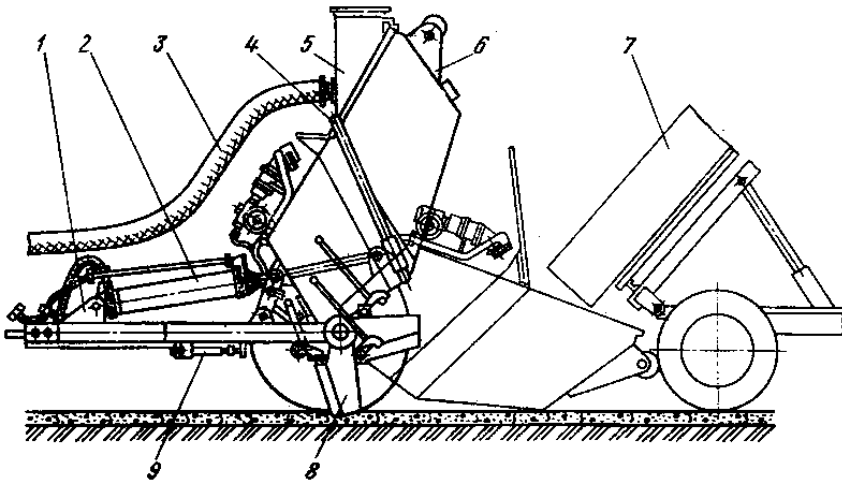


Рис. 10.4. Прицепной распределитель цемента:

- 1 – рама; 2 – гидроцилиндр подъема бункера; 3 – рукав; 4, 9 – подставки;  
5 – крышка с рукавным фильтром; 6 – упор; 7 – самосвал; 8 – сошник

В верхней части приемного бункера расположена крышка 5, к которой крепится резинометаллический рукав 3 с фильтром для подачи цемента из цистерны-цементовоза. Из рукава цемент поступает в дозирующее устройство – стальную трубу с размещенным в ней рабочим органом дозатора. Над дозатором, находящимся в нижней части бункера, установлена сетка, предохраняющая рабочий орган от попадания крупных включений. На боковых стенках бункера с внешней стороны находятся две цапфы, которые входят в опоры рамы. На цапфах бункер поворачивается из рабочего и транспортного положений в положение под загрузку из автомобиля-самосвала 7 или погрузчика. На задней стенке бункера имеются упоры 6, являющиеся ограничителями для колес загрузочного средства.

Объем распределяемого цемента регулируется дозатором. Цемент поступает в трубу дозатора через верхние окна и через нижние окна подается в сошники, которые, заглубляясь в разрыхленный грунт на 4...8 см, образуют в нем борозды; в них засыпается цемент. Рыхлый грунт, осыпаясь с краев борозд, покрывает цемент, предохраняя его от выветривания. Привод рабочего органа дозатора осуществляется гидродвигателем через цепную передачу. Подъем и опускание бункера производится гидроцилиндром 2.

Производительность распределителя порошкообразных вяжущих материалов зависит от режима работы дозатора и рабочей скорости движения машины и составляет 30...60 т/ч при скорости 560...1440 м/ч.

В зависимости от типа грунта, его влажности и конструкции одежды средняя норма дозирования цемента в подготовленный грунт составляет 5...50 кг/м<sup>2</sup>. После распределения необходимого объема материала на одной полосе распределитель возвращается в начало смежной полосы.

### **10.1.3. Машины для транспортирования и распределения битумных материалов**

Для повышения плотности и водоустойчивости твердых покрытий и стабилизации грунтов минеральные материалы и грунт обрабатываются органическими вяжущими материалами – битумом, битумными эмульсиями или дегтем. Основными средствами механизации, используемыми при транспортировании и распределении органических вяжущих, являются автобитумовозы и автогудронаторы.

**Автобитумовозы** – самоходные машины, смонтированные на базе автомобильного тягача с седельным устройством, – служат для транспортирования органических вяжущих в разогретом состоянии от установок для их разогрева к местам проведения работ. Оборудование автобитумовозов обеспечивает наполнение цистерны из битумоплавильных котлов и битумохранилищ, подогрев материала в цистерне до рабочей температуры 200 °С и сохранение этой температуры в процессе транспортирования, перекачивание битума из одного резервуара в другой, минуя цистерну.

В состав оборудования автобитумовоза (рис. 10.5) входят: полу-прицеп-цистерна вместимостью 7000...14500 л, битумный насос и отопительная система.

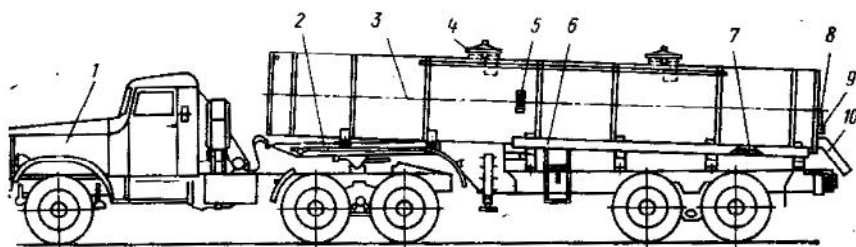


Рис. 10.5. Автобитумовоз:

- 1 – тягач; 2 – брызговик; 3 – цистерна-полуприцеп; 4 – заливной люк;  
5 – термометр; 6 – лоток для рукава; 7 – металлорукав; 8 – указатель  
уровня битума; 9 – горелки подогрева; 10 – шибер

**Полуприцеп-цистерна** представляет собой термоизолированный резервуар эллиптического сечения. Цистерна сварной конструкции, изготовленная из листовой стали, сверху имеет один или два заливных люка. Ее передняя часть опирается на седло тягача, а задняя через рессорную подвеску – на шасси пневмоколесного хода. На тягаче между лонжеронами шасси смонтированы **битумный насос** с патрубками и система его обогрева. Привод насоса осуществляется от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности.

**Отопительная система** автобитумовоза (рис. 10.6) состоит из жаровых труб 1, установленных внутри цистерны, двух стационарных горелок 2, одного – двух (в зависимости от типоразмера машины) топливных баков 7, топливопроводов и воздухопровода, подводящего воздух из воздушного баллона полуприцепа к одному из топливных баков.

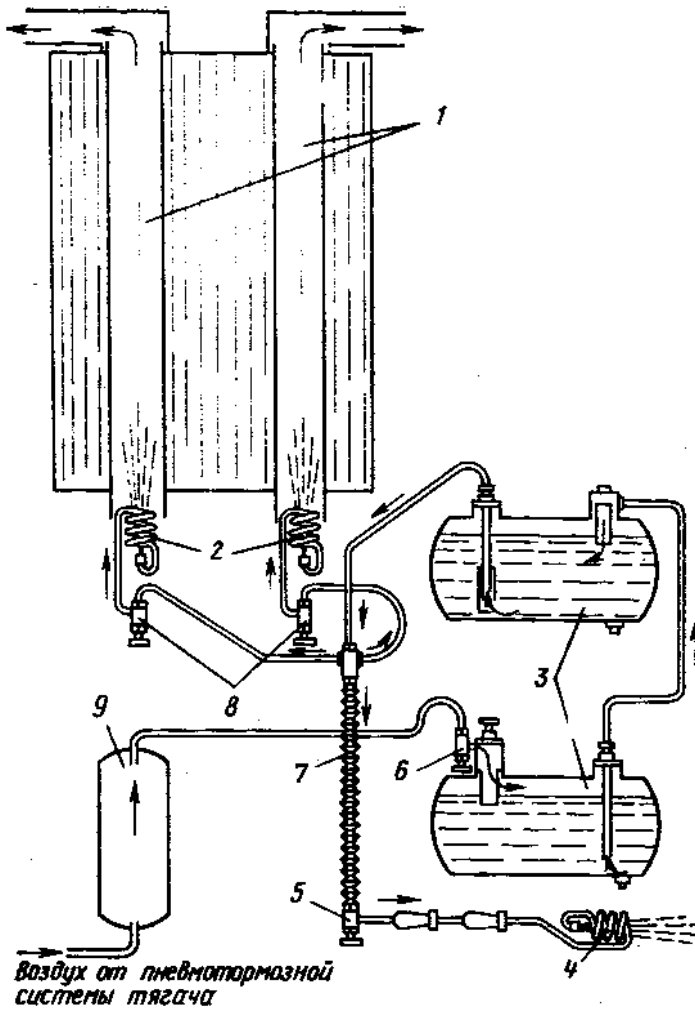


Рис. 10.6. Система подогрева битума в цистерне автобитумовоза:  
 1 – жаровые трубы; 2 – стационарные горелки; 3 – топливные баки; 4 – переносная горелка; 5 – вентиль переносной горелки; 6 – вентиль воздухопровода; 7 – рукав переносной горелки; 8 – вентили стационарных горелок; 9 – ресивер тормозной системы полуприцепа

Топливо по топливопроводам поступает из топливного бака к стационарным горелкам. Топливовоздушная смесь разбрызгивается

через форсунку и сгорает внутри жаровой трубы с большим тепло-выделением. Тепловая энергия через стенки жаровых труб передается материалу, находящемуся в цистерне. Скорость нагрева битума до рабочей температуры – 10...25 °С/ч. В отопительной системе автобитумовоза предусмотрена также переносная горелка 4, предназначенная для разогрева застывшего вяжущего материала в элементах битумопроводов. Для контроля температуры битума в цистерне установлен ртутный термометр. Для более равномерного обогрева материала в процессе транспортирования происходит его постоянная циркуляция внутри цистерны, обеспечиваемая битумным насосом. Во время транспортировки автобитумовозы обеспечивают поддержание необходимого температурного режима.

РУП «Дорстройиндустрия» выпускает автобитумовозы ПЦБ-12 (ПЦБ-12А) и ПЦБ-18 (ПЦБ-18А) с принудительным сливом.

Технические характеристики  
автобитумовоза ПЦБ-12 (ПЦБ-12А):

Рекомендуемый тягач –	МАЗ-54329
Базовый полуприцеп-шасси –	МАЗ-9380-50
Вместимость цистерны, м <sup>3</sup> –	12
Время опорожнения цистерны, мин, не более –	25
Скорость подогрева битума при начальной температуре +80°С, град/ч –	не менее 10
Снижение температуры битума в цистерне при движении, град/ч, не более –	4
Расход топлива горелками, кг/ч, не более –	18
Суммарная вместимость топливных баков горелок, л, не менее –	40
Максимальная скорость автопоезда с полной нагрузкой, км/ч –	до 50
Полная масса с битумом, т –	24,9
Габариты, м:	
длина –	11,53
ширина –	2,5
высота –	3,2



Технические характеристики  
автобитумовоза ПЦБ-18 (ПЦБ-18А)

Рекомендуемые тягачи –	МАЗ-6422-08, КамАЗ-5410
Базовый полуприцеп-шасси –	МАЗ-9397-50
Вместимость цистерны, м <sup>3</sup> –	18
Время опорожнения цистерны, мин, не более –	60 (35*)
Скорость подогрева битума при начальной температуре +80°С, град/ч –	не менее 10
Снижение температуры битума в цистерне при движении, град/ч, не более –	4
Суммарная вместимость топливных баков горелок, л, не менее –	40
Максимальная скорость автопоезда с полной нагрузкой, км/ч –	80
Полная масса с битумом, т –	26,8
Габариты, м:	
длина –	11,5
ширина –	2,5
высота –	3,2

**Автогудронаторы** предназначены для транспортирования органических вяжущих материалов, их равномерного распределения при устройстве гравийных и щебеночных покрытий способом пропитки и полупропитки, поверхностной обработки, укрепления грунта, а также для ремонта покрытий, построенных с применением битума.

В состав оборудования автогудронатора (рис. 10.7) входят: теплоизолированная цистерна для органического вяжущего материала, система подогрева, битумный насос с системой трубопроводов, распределительные трубы с разбрызгивающими соплами, система управления распределительным оборудованием, приборы контроля и гибкие металлорукава.

Автогудронатор отличается от автобитумовоза тем, что в состав его специального оборудования дополнительно включено распределительное устройство – регистры.

Автогудронатор – самоходная машина, смонтированная на базе автомобиля. Устройство цистерны, нагревательной (отопительной)

системы и битумного насоса автогудронатора аналогично устройству соответствующего оборудования автобитумовоза.

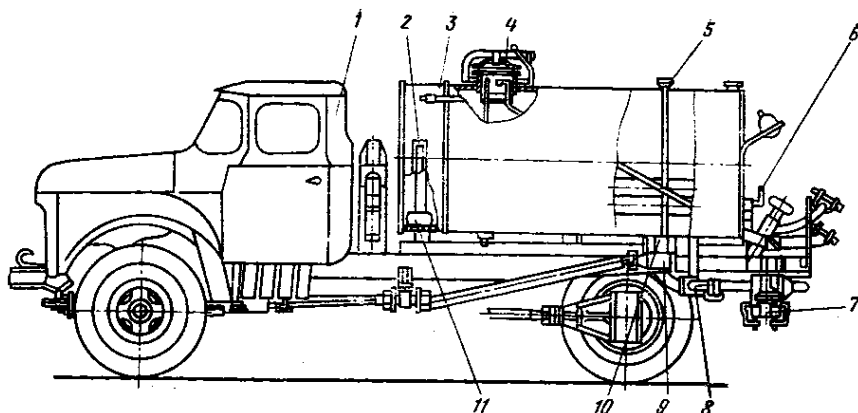


Рис. 10.7. Автогудронатор:

- 1 – базовый автомобиль; 2 – термометр; 3 – цистерна; 4 – люк; 5 – клапан;  
6 – стационарная горелка; 7 – распределитель; 8 – коммуникации; 9 – битумный насос; 10 – большой кран; 11 – указатель уровня битума

Распределительная система автогудронатора (рис. 10.8) состоит из трех распределительных труб: центральной и двух боковых (уширителей). Распределительные трубы имеют квадратное сечение.

Центральная труба левым патрубком, в котором установлен фильтр, подсоединена к напорному трубопроводу, а правым – к трубопроводу возврата битума в цистерну. Боковые распределительные трубы соединены с центральной шарнирно, что обеспечивает поворот правого и левого распределителей относительно вертикальной оси, позволяет быстро переводить их в транспортное положение или изменять ширину розлива. На распределительных трубах на расстоянии 190 мм одна от другой установлены форсунки, предназначенные для разбрызгивания органических вяжущих материалов, каждая из которых состоит из металлического корпуса и пробки-крана с захватителем и соплом. Каждый кран соединен поводком с расположенной параллельно распределительной трубе металлической рейкой, которая может перемещаться двумя пневмокамерами, установленными на центральной распределительной трубе. Перемещением рейки можно одновременно открыть или закрыть все сопла форсунок.

Управление механизмом распределения вяжущих материалов осуществляется из кабины водителя. Автогудронатор снабжен также ручным распределителем, предназначенным для проведения работ небольших объемов, – например, при ремонте покрытий.

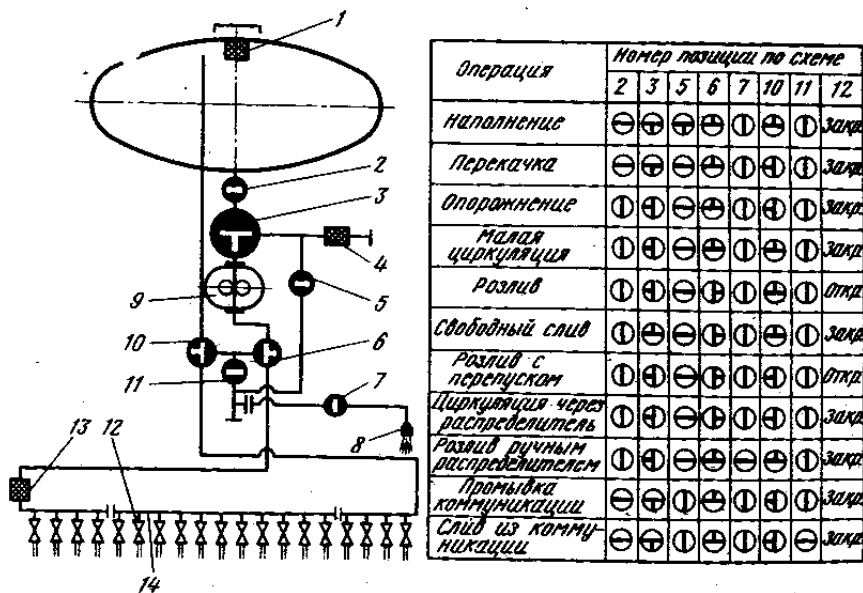


Рис. 10.8. Схема битумной системы автогудронатора:

- 1 – фильтр заливной горловины; 2 – клапан; 3 – большой трехходовой кран; 4 – фильтр приемного трубопровода; 5 – клиновья задвижка; 6, 10 – малые трехходовые краны; 7, 11 – муфтовые краны; 8 – ручной распределитель; 9 – битумный насос; 12 – форсунки распределителя; 13 – фильтр распределителя; 14 – распределительные трубы-регистры

Управление битумной системой производится с помощью нескольких клапанов и кранов, которые для проведения различных рабочих операций устанавливаются в соответствующие положения.

При розливе органических вяжущих материалов распределители устанавливаются на расстоянии 140...180 мм от поверхности покрытия. Частота вращения вала битумного насоса и скорость перемещения автогудронатора определяются нормой розлива и шириной распределения. В транспортном положении боковые распределители сворачиваются и фиксируются специальными стопорами.

В Республике Беларусь производятся автогудронаторы АРБ-7, АРБ-8 (рис. 10.9) производства РУП «Дорстройиндустрия», АГДС-3600 производства МОУП «Дорвектор».



Рис. 10.9. Автогудронаторы АРБ-7 и АРБ-8

Автогудронаторы АРБ-7, АРБ-8 – дорожно-строительные машины, предназначенные для розлива, транспортировки или хранения битума и битумных материалов и равномерного распределения их при строительстве и ремонте автомобильных дорог.

Технические характеристики  
автогудронатора АРБ-7:

Базовая машина –	автомобиль МАЗ-5337
Мощность двигателя, кВт –	132
Скорость передвижения, км/ч:	
рабочая при розливе –	6...12
транспортная –	до 60
Вместимость цистерны, л –	7000
Система подогрева битума в цистерне: способ подогрева –	стационарными горелками
применяемое топливо –	дизельное
Расход топлива:	
двумя горелками, кг/ч –	18
Суммарная вместимость топливных баков горелок, л –	40
Масса снаряженного автогудронатора, кг –	9000
Масса навесного оборудования, кг –	2250
Масса перевозимого битума, кг –	7000
Полная масса автогудронатора, кг –	16000
Нагрузка на переднюю ось, кг –	8000
Нагрузка на заднюю ось, кг –	10000
Габаритные размеры, мм:	
длина –	8500
ширина –	2500
высота –	3300

Технические характеристики  
автогудронатора АРБ-8:

Базовый автомобиль –	МАЗ-53366-040
Снаряженная масса, кг, не более –	10000
Полная масса, кг, не более –	16500
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина –	8200
ширина –	2500

высота –	4000
Объем цистерны, м <sup>3</sup> –	8
Ширина поверхности распыления, м –	4,3
Расход вяжущего материала до 5 кг на м <sup>2</sup> с точностью ± 10 г/м <sup>2</sup> –	от 100 г

Автогудронаторы АРБ-7 и АРБ-8 укомплектованы: компьютером, радаром скорости, автономным дизельным двигателем, автоматической горелкой.

Автогудронатор АГДС-3600 предназначен для транспортировки вяжущего (битума или битумной эмульсии) с мест производства и равномерного распределения его при устройстве поверхностной обработки дорожного покрытия.

Автогудронатор обеспечивает выполнение следующих операций:

- 1) розлив на подготовленную поверхность дороги или площадки с заданным удельным расходом и шириной распределения вяжущего;
- 2) подогрев битума в цистерне до рабочей температуры.

#### Технические характеристики автогудронатора АГДС-3600:

Применяемые вяжущие материалы –	битумные эмульсии, битум	
Базовый автомобиль	МАЗ-63035	МАЗ-5337 МАЗ-63038
Вместимость цистерны, м <sup>3</sup> –	12	8
Габаритные размеры, мм: при проведении розлива:		
длина –	8500	7700
ширина –	3600	3600
в транспортном положении:		
длина –	8700	7900
ширина –	2500	2500
высота –	3100	2950
Скорость, км/ч:		
транспортная по дорогам с твердым покрытием –	60	
по грунтовым дорогам –	55	
рабочая (при розливе) –	3...5	

Направление рабочего движения –	передний ход
Рабочее давление в гидросистеме, МПа –	15
Рабочее давление, МПа:	
в пневмосистеме управления –	0,7
продувки гребенки –	0,3
Привод исполнительных органов –	от гидро- и пневмо- систем автомобиля
Распределение материала:	
ширина распределения, мм –	300...3600
регулирование ширины разлива –	кратное 300 мм
дозирование –	автоматическое до 2,5 л/м <sup>2</sup>
Система подогрева битума в цистерне:	
способ подогрева –	стационарной горелкой через жаровую трубу
род топлива –	дизельное
емкость топливного бака, л –	40
Обслуживающий персонал –	водитель, оператор

В отличие от самоходных *прицепные гудронаторы* имеют только распределительную систему и битумный насос, смонтированные на колесном прицепе. Они работают в комплекте с битумовозом и распределяют вяжущие материалы непосредственно из его цистерны.

При эксплуатации гудронаторов нельзя допускать закупорку элементов трубопровода или форсунок застывшим вяжущим материалом. Если она все же произошла, для ее устранения используют переносную горелку, с помощью которой разогревают соответствующие места и таким образом удаляют образовавшиеся в них битумные пробки.

Производительность автогудронатора (в л/ч)

$$I = 3600 V_u K_a / O_o ,$$

где  $V_u$  – полезный объем цистерны, л,  $V_u = 3500...6000$  л;

$T_u$  – продолжительность рабочего цикла, с;

$K_g$  – коэффициент использования машины по времени.

Продолжительность рабочего цикла автогудронатора, с,

$$T_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6,$$

где  $t_1$  – время наполнения цистерны вяжущим материалом,  $t_1 = 600 \dots 900$  с;

$t_2$  – время транспортирования вяжущего материала к месту распределения, с,

$$t_2 = L / v_1,$$

где  $L$  – расстояние от битумохранилища до объекта, м;

$v_1$  – транспортная скорость груженого автогудронатора, м/с,  
 $v = 11,11$  м/с (40 км/ч);

$t_3$  – продолжительность розлива битума, с,

$$t_3 = V_o / v_p q B,$$

где  $v_p$  – рабочая скорость автогудронатора, м/с,  $v_p = 0,83 \dots 6,83$  м/с;

$q$  – норма розлива вяжущего, л/м<sup>2</sup>;

$B$  – ширина розлива, м,  $B = 4,0$  м;

$t_4$  – время, необходимое для переезда машины от объекта к битумохранилищу, с,

$$t_4 = L / v_2,$$

где  $v_2$  – скорость движения порожнего автогудронатора, м/с,

$v_2 = 16,67 \dots 23,61$  м/с);

$t_5$  – время на маневрирование автогудронатора на объекте и базе, с,  $t_5 = 240 \dots 360$  с;

$t_6$  – время на подготовку автогудронатора к работе, с,  
 $t_6 = 300 \dots 360$  с.



#### 10.1.4. Машины для укрепления грунтов вяжущими материалами

При строительстве автомобильных дорог и аэродромов используют различные каменные материалы (щебень, гравий), расход которых в плотном теле часто составляет 3,0...3,5 тыс. м<sup>3</sup>, а на дорогах I – II категории – 6,5...7,5 тыс. м<sup>3</sup> на 1 км дороги.

В районах строительства, где отсутствуют природные запасы каменных материалов, целесообразно применять для устройства покрытий облегченного типа и оснований местные грунты, укрепленные вяжущими материалами (цементом, битумом, дегтем и др.).

Существующая технология укрепления грунтов предусматривает выполнение следующих операций:

- 1) предварительное размельчение грунта (для глинистых грунтов);
- 2) точное дозирование и равномерное распределение в массе обрабатываемого грунта воды, вяжущих материалов;
- 3) распределение готовой смеси по ширине проезжей части дороги;
- 4) уплотнение смеси;
- 5) уход за укрепленным грунтом (поддержание заданного режима влажности в период твердения).

Машины для перемешивания на месте по назначению в соответствии с технологией производства работ классифицируются на *машины для приготовления смеси на дороге* и *машины для приготовления смеси в стационарных смесительных установках*.

Машины, предназначенные для приготовления смесей на дороге, разделяются на многопроходные и однопроходные.

**Многопроходные машины** выполняют необходимый комплекс технологических операций по приготовлению смесей за несколько проходов по одному следу. К ним относятся *ножевые смесители* и *фрезы*.

**Однопроходные машины** выполняют одновременно все операции по приготовлению смесей за один проход.

По типу рабочих органов смесительные машины делят на *ножевые*, *фрезерные*, *барабанные* и *лопастные*. Ножевые и фрезерные рабочие органы устанавливаются на машинах, работающих по способу перемешивания на дороге; лопастные и барабанные рабочие органы – на машинах, работающих в стационарных условиях. Ножевые смесители могут быть *одноножевыми* и *многоножевыми*.

В качестве одноножевых смесителей используют отвалы автогрейдеров. Технология приготовления смеси при этом следующая: грунт

выставляется в валик по оси дороги и обрабатывается вяжущими материалами при помощи гудронаторов или цементовозов. Затем круговыми проходами автогрейдера смесь распределяется слоем по земляному полотну. Следующими проходами она вновь собирается в валик. В результате этого процесса происходит перемешивание компонентов смеси между собой, после которого смесь увлажняется до оптимальной влажности и вновь перемешивается. Для получения однородной смеси необходимо совершить 20...30 проходов автогрейдера по одному месту. К недостаткам одноножевых смесителей следует отнести невысокую производительность из-за большого числа проходов при приготовлении смеси и низкого ее качества.

В многоножевых смесителях рабочим органом являются несколько ножей, установленных последовательно один за другим под углом к направлению движения машины.

**Дорожные фрезы** входят в группу передвижных грунтосмесительных машин, оснащенных одним активным рабочим органом фрезерного типа, и производят обработку грунта непосредственно на строительном объекте. Они состоят из базовой машины, рабочего органа с трансмиссией и дозировочно-распределительной системы.

Характерные схемы компоновки рабочего оборудования дорожных фрез приведены на рис. 10.10.

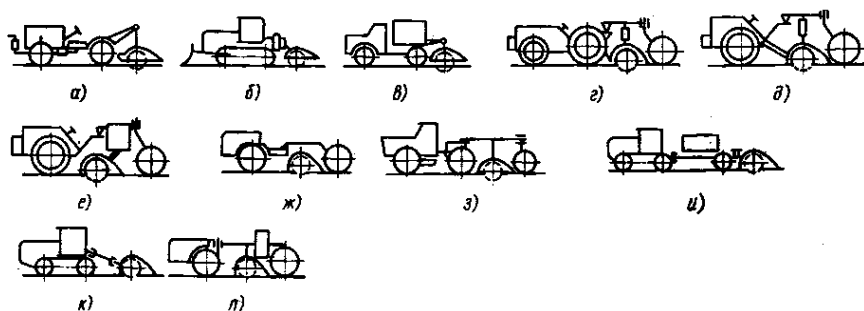


Рис. 10.10. Схемы дорожных фрез:

а, б, в – навесные фрезы на базе пневмоколесного, гусеничного тракторов и автомобиля; г, д – полуприцепные фрезы на базе пневмоколесного трактора и одноосного пневмоколесного тягача; е – полуприцепная фреза на базе одноосного тягача со специальным двигателем для привода ротора фрезы; ж, з – самоходные фрезы на одноосном и двухосном пневмоколесных тягачах; и, л – прицепные фрезы к гусеничному трактору и одноосному тягачу со специальным двигателем для привода ротора фрезы; к – прицепная фреза к гусеничному трактору с приводом от двигателя тягача

Ротор дорожной фрезы (рис. 10.11) предназначен для размельчения грунта, перемешивания его с вяжущими материалами и расположен перпендикулярно продольной оси машины. По длине вала ротора установлено определенное число лопастей, смещенных одна относительно другой на определенный угол. В сечении ротора могут быть расположены две, три или четыре лопасти. Поэтому на роторе образуются двух-, трех- или четырехзаходные винтовые линии.

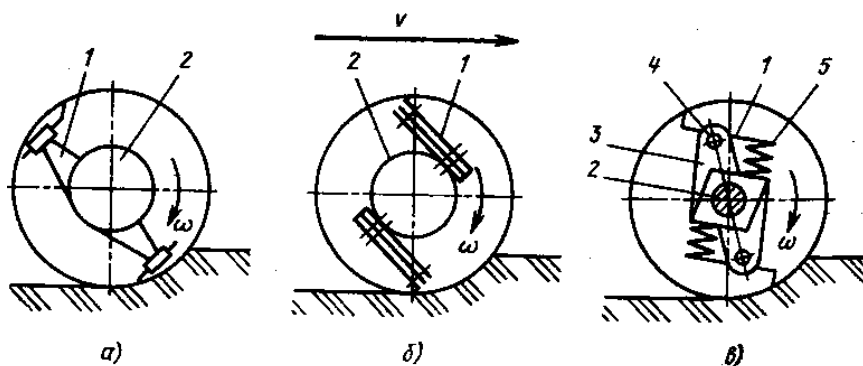


Рис. 10.11. Конструктивные схемы роторов с различным креплением лопат:  
 а – с жестким; б – с упругим; в – с шарнирным; 1 – лопасть; 2 – вал;  
 3 – секция; 4 – ось; 5 – амортизатор

В зависимости от конструктивного исполнения лопастей возможны различные виды крепления ножей: *жесткое*, *шарнирное* и *упругое* (рис. 10.11).

Роторы дорожных фрез могут обрабатывать грунт в направлении сверху вниз (рис. 10.12 а), т.е. осуществлять резание, начиная от дневной поверхности грунта, или снизу вверх (рис. 10.12 б) от нижней части грунтового слоя к дневной поверхности.

Кожух ротора образует рабочую камеру, в которой происходит измельчение грунта, и перемешивание его с вяжущими материалами, и формирует поверхность слоя готовой смеси. Он может быть выполнен плавающим или жестко закрепленным. *Плавающий кожух* не связан с ротором и при любом заглублении ротора свободно лежит на грунте, надежно закрывая рабочую камеру. *Жестко закрепленный относительно ротора*, при заглублении и выглублении последнего перемещается вместе с ним.

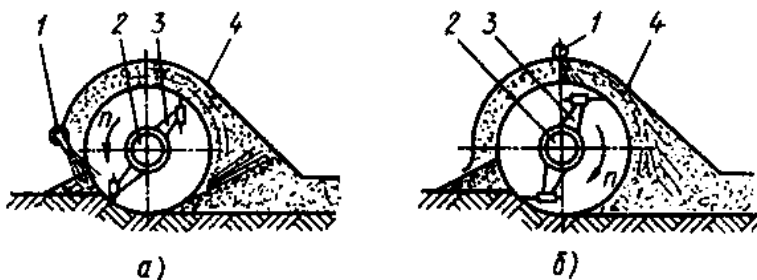


Рис. 10.12. Схемы резания грунта:  
 а – в направлении сверху вниз; б – в направлении снизу вверх;  
 1 – дозатор вяжущего; 2 – вал ротора; 3 – лопасть; 4 – кожу

Производительность дорожных фрез, м<sup>3</sup>/ч,

$$П = vh(B - b)K_g / n ,$$

где  $v$  – рабочая скорость машины, м/с;

$h$  – глубина разрыхления, м;

$B$  – ширина обрабатываемой полосы, м,  $B = 2,4 \dots 2,5$  м;

$b$  – перекрытие соседних полос, м,  $b = 0,1 \dots 0,2$  м;

$K_g$  – коэффициент использования машины по времени,  $K_g = 0,8 \dots 0,85$ ;

$n$  – число проходов фрезы по одному следу,  $n = 2 \dots 5$ .

**Дозировочно-распределительная система дорожных фрез** предназначена для дозирования и распределения жидких вяжущих и воды. От качества распределения вяжущих материалов в обрабатываемом грунте зависит однородность по прочности дорожного основания или покрытия.

Из цистерны автобитумовоза, движущегося впереди фрезы, жидкость засасывается насосом 3 через шланг 1 и трехходовой кран 2 (рис. 10.13). При закрытом кране 5 в соответствующем положении трехходового крана 2 происходит циркуляция жидкости через трубопровод 7. При необходимости введения жидкости в грунт открывается кран 5, а кран 2 устанавливается в такое положение, при котором жидкость поступает к шестеренному насосу 3, имеющему привод 4 от двигателя со сменными звездочками. Отдозированная жидкость подается в сопла распределительной трубы 6. Изменение

нормы дозирования вяжущего или воды производится сменой пары звездочек цепной передачи.

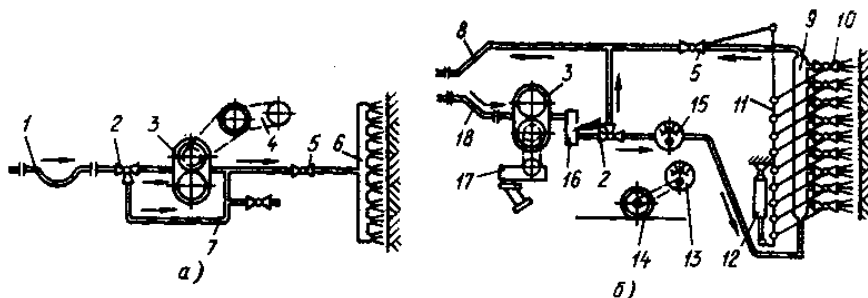


Рис. 10.13. Схема дозирочно-распределительного оборудования для жидких вяжущих и воды:

а – с дорожной фрезой ДС-18; б – с фрезой ДС-74

**Однопроходный грунтосмеситель** представляет собой много-роторную передвижную машину, осуществляющую одновременно измельчение грунта, ввод в него вяжущего, перемешивание смеси и распределение ее по ширине обрабатываемой полосы.

В зависимости от особенностей конструкции грунтосмесители классифицируют на:

- 1) по типу ходовой части – гусеничные, колесные и смешанного типа;
- 2) по способу передвижения – самоходные, полуприцепные, навесные;
- 3) по числу агрегатов – одноагрегатные и дваагрегатные;
- 4) по числу роторов – двух-, трех- и четырехроторные;
- 5) по виду силовой трансмиссии – с механической или гидродинамической трансмиссией.

Однопроходная грунтосмесительная машина ДС-16 (рис. 10.14) имеет пневмоколесную ходовую часть с ведущими передними и управляемыми задними колесами.

Высокие транспортные скорости и маневренность этой машины позволяют сократить потери времени на холостые проходы.

Большая база машины позволяет разместить внутри нее рабочие органы и обеспечить стабильность толщины обрабатываемого слоя грунта. Задняя колесная опора машины выполнена в виде одноосного шестиколесного катка на пневматических шинах.

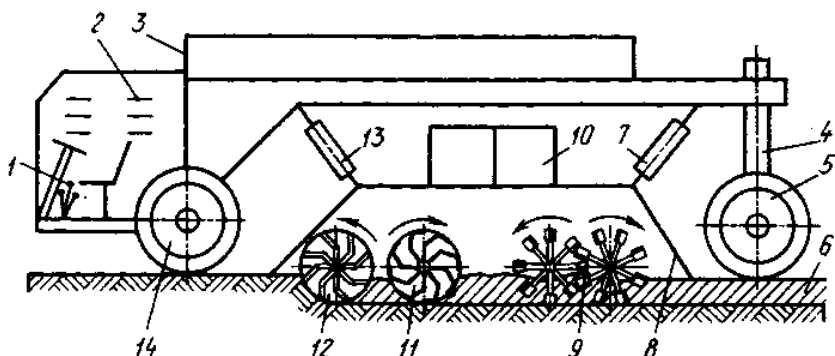


Рис. 10.14. Схема самоходной грунтосмесительной машины ДС-16:

1 – рычаг управления; 2 – двигатель; 3 – расходная емкость для жидких вяжущих и воды; 4 – система управления задними колесами; 5 – каток на пневмошинах; 6 – слой укрепленного грунта; 7 – гидроцилиндр подъема задней части рамы рабочих органов; 8 – кожух с разравнивающей стенкой; 9 – двухвальный смеситель; 10 – механизм привода рабочих органов; 11 – фреза; 12 – рыхлитель; 13 – гидроцилиндр подъема передней части рамы рабочих органов; 14 – передние ведущие колеса

**Однопроходная грунтосмесительная машина** имеет дозирочно-распределительную систему, обеспечивающую обработку грунтов жидкими и порошкообразными вяжущими. Рабочий орган машины представляет собой комплекс различных по назначению и конструктивному исполнению роторов, установленных перпендикулярно продольной оси машины, и состоит из роторов, кожуха и подвесной системы (рис. 10.15).

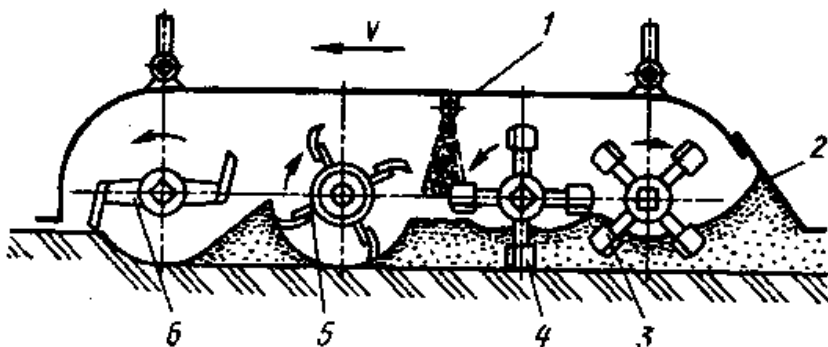


Рис. 10.15. Схема рабочих органов грунтосмесительной машины ДС-16:

1 – кожух; 2 – задняя разравнивающая стенка; 3, 4 – двухвальный лопастной смеситель; 5 – фреза; 6 – рыхлитель

Рабочие органы грунтосмесительной машины предназначены для измельчения грунта и перемешивания его с вяжущими. Они прикрепляются к раме, которая представляет собой пространственную конструкцию и в то же время смесительную камеру.

Производительность самоходной грунтосмесительной машины, м<sup>3</sup>/ч,

$$P = vh \cdot (B - b)K_g,$$

где  $v$  – рабочая скорость машины,  $v = 1,6...6,3$  м/с;

$h$  – глубина разрыхления,  $h = 0,08...0,25$  м;

$B$  – ширина обрабатываемой полосы, м,  $B = 2,4...2,5$  м;

$b$  – перекрытие соседних полос, м;

$K_g$  – коэффициент использования машины по времени,  $K_g = 0,8...0,85$ .

Качество слоев дорожной одежды из укрепленных грунтов в значительной степени зависит от точности дозирования компонентов смеси.

На однопроходной грунтосмесительной машине ДС-16 и распределителе ДС-9, работающем с фрезами, установлены **секторные дозаторы**. Принцип их действия основан на заполнении и выдаче материала из ячеек при вращении ротора, установленного в нижней части бункера. Эти дозаторы просты по конструкции, и для них можно применять пневматическую загрузку материала в расходный бункер (рис. 10.16).

Вращение ротора цементного дозатора машины ДС-16 осуществляется от объемного гидродвигателя. Изменяя частоту вращения гидродвигателя и рабочую скорость грунтосмесительной машины, можно регулировать норму дозирования цемента в пределах 2...140 кг/м<sup>2</sup>.

Грунты, пригодные в естественном виде для обработки вяжущими, могут быть недостаточно однородными на всем протяжении строящейся дороги как по гранулометрическому, так и по минералогическому составу, что предопределяет некоторую нестабильность их физико-механических свойств после обработки вяжущих методом перемешивания на дороге.

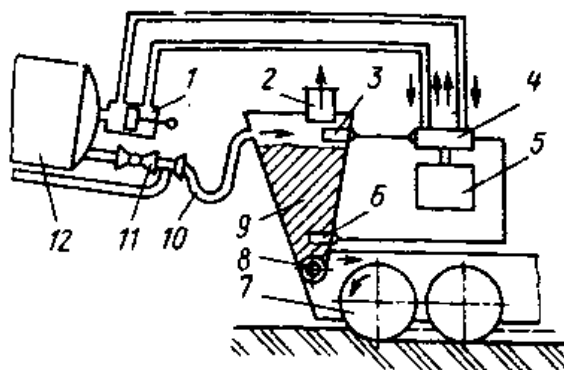


Рис. 10.16. Принципиальная схема дозировочно-распределительной системы  
грунтосмесительной машины ДС-16 для цемента:

1 – пневмоцилиндр управления; 2 – фильтр для выхода воздуха, отделяемого из цемента; 3 – датчик верхнего уровня цемента; 4 – воздушный золотник; 5 – компрессор; 6 – датчик нижнего уровня цемента; 7 – рыхлительный ротор; 8 – дозатор; 9 – расходная емкость (бункер) для цемента; 10 – разгрузочный шланг; 11 – кран разгрузочного патрубка; 12 – автоцементовоз с пневматической разгрузкой цемента

Укрепление таких грунтов целесообразно производить *карьерными грунтосмесительными установками*, обрабатывающими крупнообломочные, песчаные и легкие супесчаные грунты. Их выпускают во многих странах с широким диапазоном производительности (60...700 т/ч). Характерными для большинства машин являются принудительное перемешивание компонентов смеси в лопастных смесителях непрерывного действия, объемное дозирование компонентов смеси, высокая мобильность всего технологического оборудования.

Для дозирования грунта применяются пульсационные, вибрационные ленточные и пластинчатые *дозаторы-питатели*. Для мелкозернистых грунтов наиболее приемлемыми оказались *ленточные и вибрационные дозаторы-питатели*. Для дозирования жидких вяжущих и воды используются *шестеренные и лопастные насосы*, для порошкообразных – *ротационные ячейковые и ленточные дозаторы*.

Смесительный агрегат непрерывного действия обычно имеет накопительный бункер вместимостью 5...8 м<sup>3</sup>, представляющий собой отдельный агрегат в грунтосмесительном комплексе.



Для хранения цемента наиболее удобны емкости горизонтально-го типа, оборудованные системой для пневматической загрузки и подачи цемента в смесительную установку, которые устанавливаются на подкатных пневмоколесных тележках и легко перебазируются автотягачами седельного типа. Емкости для битума должны иметь термоизоляция и оборудование для подогрева.

Схема расположения технологического оборудования установки ДС-50А показана на рис. 10.17.

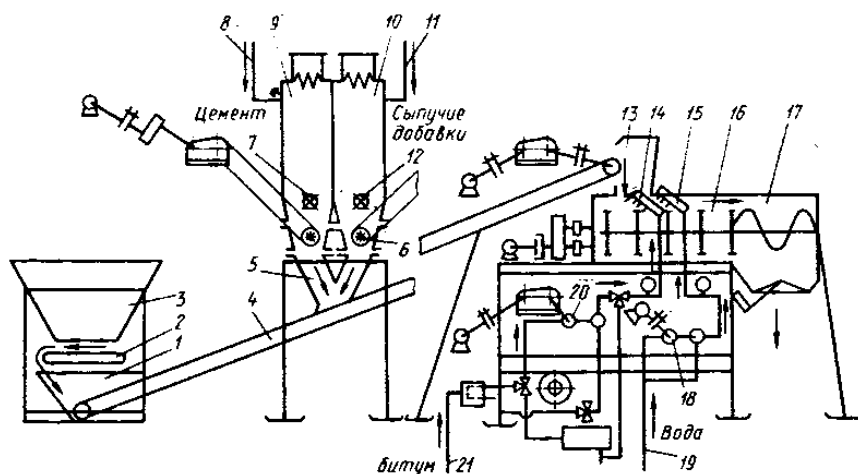


Рис. 10.17. Схема расположения технологического оборудования установки ДС-50А:

1 – приемный бункер транспортера; 2 – ленточный питатель; 3 – бункер агрегата питания; 4 – транспортер; 5 – лоток дозатора; 6 – дозатор цемента; 7 – ворошитель; 8 – шланг для цемента; 9 – бункер для цемента; 10 – бункер для сыпучих добавок; 11 – шланг для сыпучих добавок; 12 – ворошитель; 13 – течка; 14 – распределительная труба битума; 15 – распределительная труба воды; 16 – смеситель; 17 – накопительный бункер; 18 – насос для воды; 19 – труба для воды; 20 – насос битумный; 21 – битумопровод

Из карьерного забоя погрузчиком грунт подается на виброгрохот, расположенный над бункером-питателем. По наклонному транспортеру грунт поступает в смеситель. Дозирование грунта осуществляется ленточным питателем. На наклонный транспортер одновременно с грунтом подаются сыпучие вяжущие материалы и добавки из бункеров, дозирование которых осуществляется роторными ячейковыми дозаторами. Во избежание зависания материала в

дозаторах устанавливаются ворошители. Битумным насосом битум подается к распределительной трубе, а затем в смеситель.

Готовую смесь вывозят на подготовленное дорожное основание и укладывают самоходными укладчиками или, в крайнем случае, автогрейдером.

**Комплект машин для скоростного строительства автомобильных дорог** местного назначения состоит из двух машин – профилировщика ДС-161 и грунтосмесительной машины ДС-162 – и предназначен для скоростного строительства автомобильных дорог общего пользования IV категории, а также внутрихозяйственных дорог I с категории. Обе машины выполнены полуприцепными к колесному трактору К-701, гидрофицированы и оснащены автоматической следящей системой выдерживания заданного продольного и поперечного профиля строящейся дороги «Профиль-30» и сигнальной световой системой, контролирующей движение машины по заданному курсу. В конструкции обеих машин широко использованы унифицированные сборочные единицы (планетарные редукторы, раздаточный редуктор с насосной группой, конвейер и др.), гидрооборудование, элементы систем автоматики, применяемые на машинах комплекта ДС-110.

**Профилировщик ДС-161** предназначен для профилирования земляного полотна и уплотненных оснований с удалением излишков срезаемого материала в отвал на обочину дороги. Машина состоит из тягача (доработанный трактор К-701) и полуприцепа с рабочим оборудованием.

Для получения рабочих скоростей на передней полураме трактора установлен ходоуменьшитель, состоящий из гидромотора, планетарного редуктора, муфты включения, соединенной с грузовым валом коробки передач трактора карданным валом, который приводится в действие из кабины с помощью гидроцилиндра, одновременно фиксирующего тракторную педаль слива, не давая возможности одновременного включения коробки передач трактора и ходоуменьшителя.

На задней полураме трактора установлены раздаточный редуктор с насосной группой, гидробак, система охлаждения рабочей жидкости (калорифер) и сцепное седельное устройство. Раздаточный редуктор приводится через карданные валы и муфту механизма отбора мощности от коробки передач трактора.

Рама полуприцепа выполнена в виде фермы, с которой через параллелограммную подвеску и гидроцилиндры соединен фрезерно-шнековый рабочий орган, осуществляющий профилировку полотна дороги и подачу излишков срезанного грунта через окно в средней части кожуха на нижний конвейер. Далее материал подается на поворотный верхний конвейер, а с него – в отвал.

Питание гидромотора привода ротора фрезы осуществляется от реверсивных насосов регулируемой подачи, гидромотора нижнего и верхнего конвейеров – от насоса постоянной подачи, а всех гидроцилиндров – от насоса постоянного давления.

Технические характеристики профилировщика ДС-161 и грунто-смесительной машины ДС-162 приведены в табл. 10.1.

Таблица 10.1

Технические характеристики профилировщика ДС-161  
и грунтосмесительной машины ДС-162

Показатель	ДС-161	ДС-162
1	2	3
Производительность, м/ч	240	180
Ширина обрабатываемой полосы, мм	3500 ± 20	3300 ± 20
Толщина обрабатываемого слоя, мм	200	220
Скорость:		
рабочая, м/мин	1,5...15	
транспортная, км/ч	до 16	
Мощность двигателя, кВт	220	
Привод хода:		
рабочего	гидромеханический ходоуменьшитель	
транспортного	механическая трансмиссия трактора К-701	
Конструктивная масса, кг	24500 ± 500	25000 ± 600
Радиус поворота, м	12	
Колея, мм:		
трактора	2115	
полуприцепа	2420	
Дорожный просвет, мм	300	

1	2	3
Вместимость бака для воды, м <sup>3</sup>	–	2,1
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	–	1,0...15,2
Фреза:		
диаметр ротора (по режущим лопаткам), мм	850	850
частота вращения ротора, мин <sup>-1</sup>	110	110
высота подъема от опорной поверхности, мм	300	300
высота подъема отвала, мм	–	160
Вибробрус:		
ширина захвата, мм	–	3300
высота подъема от опорной поверхности, мм	–	380
вынуждающая сила, кН	–	100
частота колебаний, Гц	–	40...54
масса виброплиты, кг	–	1510
Ширина ленты конвейеров, мм:		
нижнего	800	–
верхнего	500	–
Угол поворота верхнего конвейера, град	120 ± 15	–

**Грунтосмесительная машина ДС-162** предназначена для рыхления, резания, размельчения, перемешивания грунтов и других зернистых материалов с вяжущими, а также профилирования и предварительного уплотнения слоя дорожной одежды за один проход. Машина применяется для работы на грунтах с числом пластичности до 12 и для обработки каменных материалов с предельной крупностью частиц 40 мм.

Грунтосмесительная машина имеет конструкцию, аналогичную конструкции профилировщика ДС-161, и состоит из унифицированных с ним тягача и полуприцепа, гидрооборудования, системы управления, автоматике, планетарных и бортовых редукторов, элементов рабочего органа и др. Отличия заключаются в исполнении фрезерно-смесительного роторного рабочего органа и составе рабочего оборудования: вместо конвейеров сзади подвешена виброплита.

Машина дополнительно оснащена системой влагораспределения, предназначенной для оптимального увлажнения перемешиваемых материалов, которая включает бак, водяной насос с приводом от гидромотора и распределительную трубу с форсунками. Расход воды регулируется краном.

В отличие от профилировщика у грунтосмесительной машины транспортирующие лопасти фрезерно-роторного рабочего органа поочередно меняют направление на противоположное, благодаря чему разрыхленный и измельченный режущими лопатками грунт интенсивно перемешивается с вяжущим путем многократного переброса с одной лопасти на соседнюю и обратно. Такая конструкция позволила достигнуть эффективного перемешивания грунта, песчаных, песчано-гравийных и каменных материалов за один проход машины.

На задней стенке кожуха-рамы рабочего органа отвал с профилирующим ножом смонтирован с возможностью вертикального перемещения в направляющих с помощью гидроцилиндров. Вертикальное перемещение отвала необходимо для регулирования толщины обрабатываемого слоя дорожной одежды. Для обеспечения эффективной работы высокопроизводительных машин ДС-161 и ДС-162 к ним прилагаются дополнительно общестроительные и специальные дорожно-строительные машины и оборудование, которые вместе образуют комплекс (табл. 10.2).

Таблица 10.2

Состав комплексов для скоростного строительства дорог  
местного значения

Наименование машин (оборудования), индекс	Число на комплекс варианта	
	первого	второго
1	2	3
Устройство оснований из укрепленных вяжущими грунтами		
Профилировщик ДС-161	1	1
Грунтосмесительная машина ДС-162	1	1
Цементовоз-распределитель ДС-72	2	–
Грунтосмесительная установка ДС-50Б	–	1
Самоходный вибрационный комбинированный каток ДУ-58 (ДУ-52)	1	1
Самоходный пневмоколесный каток ДУ-59 (ДУ-55)	2	2

1	2	3
Автогудронатор	1	1
Фронтальный погрузчик	–	2
Передвижной склад цемента СБ-74 вместимостью 25 т	2	2
Автомобильный цементовоз ТЦ-10	6	6
Автомобиль-заправщик АТЗ-2,4-52	1	1
Автомобильный прицеп-тяжеловоз ЧМЗАП-5208 грузоподъемностью 40 т	1	1
Бортовой автомобиль (тягач) КрАЗ-255Б	1	1
Поливомоечная машина ПМ-130Б	3	3
Автогрейдер средний ДЗ-122А, ДЗ-143	1	1
Бульдозер тягового класса 10, ДЗ-116В (ДЗ-171.3)	2	2
Автомастерская ОР-305	1	1
Автосамосвал МАЗ-5549 грузоподъемностью 8 т	15	15
<b>Устройство асфальтобетонных покрытий</b>		
Асфальтоукладчик ДС-126А, ДС-143, ДС-155	1	1
Асфальтосмесительная установка ДС-117-2К (ДС-158)	1	1
Дорожный самоходный вибрационный каток ДУ-47Б с гладкими вальцами массой 6 т	1	1

**Комплекс машин** предназначен для скоростного строительства автомобильных дорог местного значения, включая дороги III и IV категорий, и внутрихозяйственных – I с и II с категорий, конструкцией которых предусмотрено устройство оснований из укрепленных минеральными вяжущими грунтов и асфальтобетонных покрытий.

В зависимости от вида технологии строительства поставляются два варианта комплексов машин:

- 1) для строительства оснований из местных материалов методом смешивания непосредственно на дороге;
- 2) для строительства оснований из укрепленных грунтов, приготовленных в карьерной грунтосмесительной установке.

Число машин, оборудования и автотранспортных средств установлено из расчета выполнения годового объема работ по строительству дорог местного значения протяженностью 30 км, приведенных к ширине 6 м.

## 10.2. Машины для устройства асфальтобетонных покрытий

Для устройства асфальтобетонных покрытий применяются *асфальтоукладчики*, предназначенные для приема асфальтобетонной смеси из транспортных средств, распределения ее на заранее подготовленное основание слоями заданной толщины с учетом поперечного профиля покрытия и предварительного уплотнения.

Асфальтоукладчики подразделяются: по ходовому оборудованию – на *колесные*, *гусеничные* и *комбинированные (гусенично-колесные)*; по характеру воздействия на смесь – *с уплотняющим органом* или *без него*; по типу приемного устройства – *с бункером* или *без него*.

Основным параметром асфальтоукладчиков является их производительность (в т/ч), по которой они классифицируются на *сверхтяжелые* – свыше 300 т/ч, *тяжелые* – 150...300 т/ч, *средние* – 75...150 т/ч и *легкие* – не менее 25 т/ч.

Общий вид бункерного асфальтоукладчика с уплотняющим бруском на гусеничном ходу показан на рис. 10.18; технология распределения смеси асфальтоукладчиком и схемы создания поперечного профиля – на рис. 10.19.

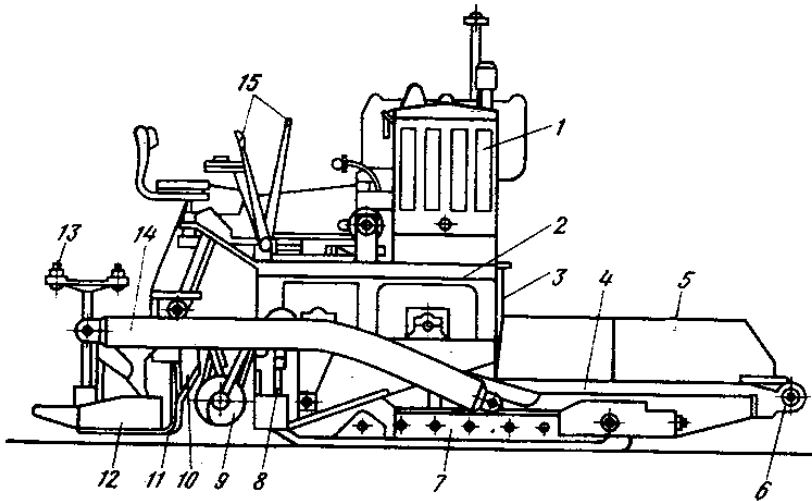


Рис. 10.18. Асфальтоукладчик:

- 1 – двигатель; 2 – верхняя часть основной рамы; 3 – шибберная заслонка; 4 – нижняя часть основной рамы; 5 – приемный бункер-питатель; 6 – ролики-толкатели (упорные ролики); 7 – гусеничные тележки; 8 – гидроцилиндр подъема рамы рабочих органов; 9 – распределительный шнек; 10 – отражательный щит; 11 – трамбующий брус; 12 – выглаживающая плита; 13 – винт регулирования толщины укладываемой смеси; 14 – рама рабочих органов; 15 – рычаги управления

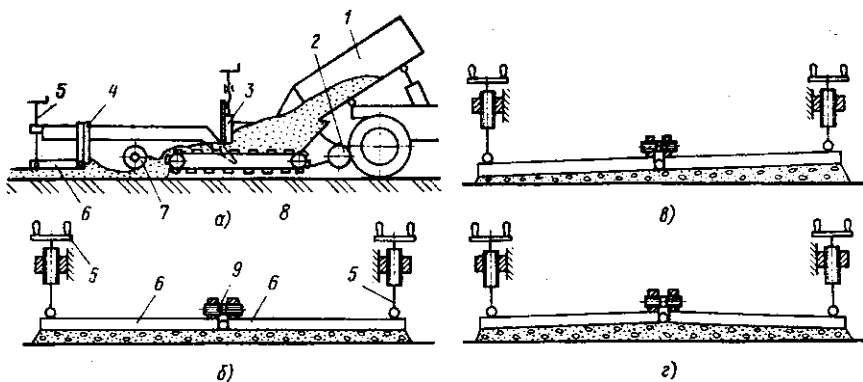


Рис. 10.19. Технологические схемы работы асфальтоукладчика:

а – технология укладки смеси; б, в, г – придание покрытию поперечных профилей: горизонтального, односкатного, двухскатного; 1 – автомобиль-самосвал; 2 – ролики-толкатели; 3 – шиберные заслонки с регулировочным винтом; 4 – трамбуемый брус; 5 – винт регулировки поперечного профиля; 6 – выглаживающая плита; 7 – распределительный шнек; 8 – скребковый конвейер-питатель; 9 – стяжной двухзаходный винт между секциями выглаживающей плиты

Горячая смесь поступает из транспортного средства – автомобиля-самосвала 1 – в приемный бункер, в днище которого расположены два скребковых конвейера-питателя 8. Питатели через шиберные заслонки 3, регулирующие количество распределяемой смеси, передают ее к распределительному шнеку 7, который состоит из двух половин с разными (левым и правым) заходами винта. После распределения смесь попадает под трамбуемый брус 4, тоже состоящий из двух половин и совершающий колебательные движения с частотой 25 Гц. Каждая половина трамбуемого бруса оборудована отражающим щитом, предназначенным для очистки от укладываемой смеси, к которому прикреплены сменные скребки. Отражательные щиты, подвешенные на кронштейнах к консолям верхней рамы, прижимают трамбуемый брус к выглаживающей плите, связанной с рамой рабочих органов, которая состоит из двух половин для получения двухскатного профиля покрытия. Верхние части обеих половин плиты соединены между собой механизмом регулирования профиля покрытия. Регуляторы 5 толщины придают каждой из половин выглаживающей плиты требуемый уклон. Плита во избежание налипания на нее смеси снабжена обогревателем, выравнивающим температуру плиты и смеси в начале работы укладчика.



Подъем рамы с рабочими органами в транспортное положение выполняется двумя гидравлическими цилиндрами. В последних, более совершенных конструкциях регулирование толщины укладываемого слоя выполняется средствами автоматики, принцип действия которой основан на изменении положения рамы рабочих органов (тяговых брусьев), выглаживающей плиты и специального корректирующего устройства. Неровности уложенного слоя при автоматическом регулировании не превышают в продольном направлении 3 мм, в поперечном – 0,1 мм.

Для автоматизированной системы управления рабочими органами используется система «Стабилослой-П». Автоматизированная система управления является следящей с дискретным (раздельным, прерывным) регулированием. Принцип ее работы состоит в следующем. Посредством датчиков сравнивается действительное положение рабочего органа асфальтоукладчика с положением, которое необходимо для поддержания заданных продольного и поперечного профилей покрытия. По сигналу рассогласования исполнительное золотниковое устройство управляет гидроцилиндрами привода механизма изменения положения рабочих органов до исчезновения сигнала. Необходимое положение рабочих органов может быть задано различными способами, например, копиром (в качестве которого может быть использована поверхность существующего покрытия соседней полосы), копирными струнами, лучом оптического квантового генератора (лазера).

Фирма Фегеле производит *асфальтоукладчики на гусеничном и колесном ходу* для укладки покрытий шириной от 1,10 м до 12,50 м (табл. 10.3).

Таблица 10.3

Технические характеристики асфальтоукладчиков  
на гусеничном и колесном ходу

Модель асфальтоукладчика / ходовое оборудование	Ширина укладки, м	Производи- тельность, до т/ч	Мощность дви- гателя, кВт / частота вра- щения, об/мин
1	2	3	4
Асфальтоукладчик для уклад- ки велосипедных дорожек и трогуаров Супербой / гусе- ничный	1,10...2,6	50	28/1800

1	2	3	4
Супер 1400 / гусеничный	2...4,75	300	46/2500
Супер 1502 / колесный	2,5...6	350	70/2150
Супер 1502 GAF (для укладки литого асфальтобетона) / колесный	2,5...5	35	70/2150
Супер 1500 / гусеничный	2,5...6,5	350	70/2150
Супер 1600 / гусеничный	2,5...8	400	79/2150
Супер 1804 / колесный	2,5...8	600	121/2150
Супер 1800 / гусеничный	2,5...10	600	121/2150
Супер 1800 SF / гусеничный	2,5...6 ширина распыления 2,5...6	600	133/2500
Супер 2000 / гусеничный	3...12,5	800	160/1800

Эксплуатационная производительность асфальтоукладчиков (в м<sup>3</sup>/ч и т/ч)

$$P_{\text{э}} = 60 BvK_{\text{г}}; P_{\text{т}} = 60 v\rho hK_{\text{г}},$$

где  $B$  – ширина укладываемого слоя, м;

$v$  – рабочая скорость машины, м/мин;

$K_{\text{г}}$  – коэффициент использования машины по времени,  $K_{\text{г}} = 0,6...0,9$ ;

$\rho$  – плотность укладываемой асфальтобетонной смеси, т/м<sup>3</sup>, в уплотненном состоянии,  $\rho = 2,1...2,5$  т/м<sup>3</sup>;

$h$  – толщина укладываемого слоя, м.

### 10.3. Машины для устройства цементобетонных покрытий

#### 10.3.1. Комплект машин для устройства цементобетонных покрытий в рельс-формах

Механизированное устройство цементобетонных покрытий предполагает выполнение следующих основных технологических операций:

- 1) планировку основания;

- 2) распределение смеси;
- 3) многоступенчатую обработку смеси и окончательную (финишную) отделку поверхности;
- 4) уход за покрытием в период набора прочности и создание температурно-деформационных швов.

Эти операции выполняются *машинами специализированных комплектов* двух видов: *на рельсовом* и *на гусеничном ходу со скользящими формами*.

В соответствии с технологией в комплекты машин входят:

- 1) профилировщики основания, предназначенные для подготовки верхнего слоя земляного полотна и основания;
- 2) распределители смеси, принимающие смесь из транспортных средств и распределяющие ее по ширине основания;
- 3) укладчики смеси (бетоноотделочные машины), выполняющие комплекс воздействий на покрытие для его глубинной проработки, придания поперечного профиля и отделки поверхности;
- 4) машины для нанесения на свежеложенное покрытие пленкообразующих материалов;
- 5) машины для нарезки швов и их заполнения.

Самоходные машины на рельсовом ходу с автономными двигателями перемещаются по *рельс-формам* (рис. 10.20), которые одновременно являются неподвижной опалубкой для бетонной смеси.

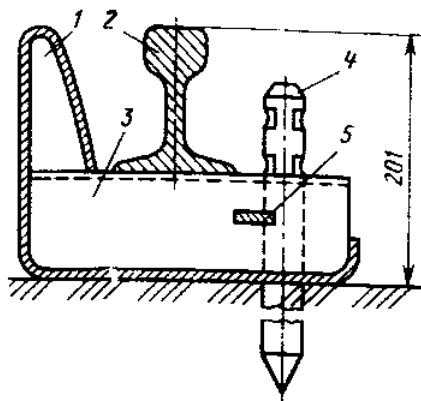


Рис. 10.20. Рельс-форма:

- 1 – лист (опалубка); 2 – рельс; 3 – рельсовая опора; 4 – свайка (штырь);  
5 – клиновой замок

Звенья рельс-форм укладываются автомобильными кранами. Специализированные укладчики рельс-форм на гусеничном ходу применяются редко, поскольку они не универсальны, а выполняемая ими работа эпизодична. Колеса машин комплекта могут быть *одноресорными* при строительстве первой полосы (при установке рельс-форм с двух сторон) и *двухресорными* при использовании с одной стороны рельс-форм, когда опалубкой другой стороны является уже уложенная полоса, по которой движутся гладкие безресорные колеса.

Технология постройки цементобетонного покрытия показана на рис. 10.21.

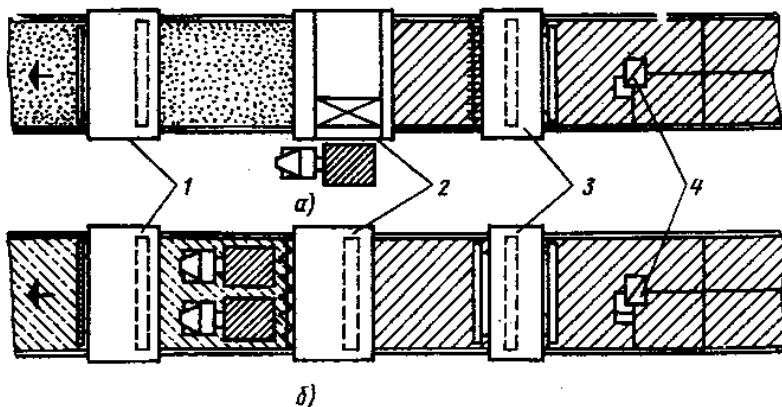


Рис. 10.21. Комплекты рельсовых машин для устройства цементобетонных покрытий:

а – с бункерным бетонораспределителем циклического действия; б – со шнековым распределителем непрерывного действия; 1 – профилировщики основания; 2 – распределители бетона; 3 – бетоноотделочные машины; 4 – нарезчики швов

Обычно машины таких комплектов позволяют сооружать покрытия плоского и двухскатного профиля шириной 3...7,5 м. Профилировочные машины разрабатывают корыто, профилируют его подошву, разравнивают и уплотняют подстилающий слой. Рабочим органом профилировщика является отвал или фреза, с помощью которых при движении машины срезается и частично перераспределяется грунт. Поднимая или опуская рабочий орган, регулируют его заглубление. Уплотнение производится вибрационным брусом. Перед укладкой бетона на песчаные основания расстилают бумагу, пропитанную битумом, или полиэтиленовую пленку, которые уменьшают потери цементного молока и способствуют сохранению прочности покрытия.

Распределители бетона по устройству рабочего органа бывают бункерными, шнековыми и лопастными (рис. 10.22).

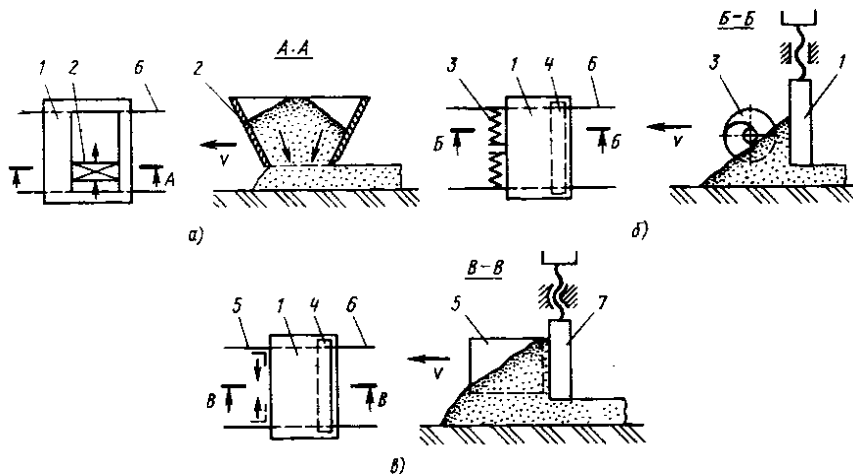


Рис. 10.22. Схемы рельсовых бетонораспределителей:  
 а – бункерный; б – шнековый; в – лопастной

Бункерные бетонораспределители относятся к машинам периодического действия, а шнековые и лопастные – непрерывного.

В **бункерном распределителе** бездонный бункер 2 движется по направляющим перпендикулярно продольной оси дороги и загружается из бетоновозов с обочины (см. рис. 10.22 а). При перемещении бункера по направляющим его нижняя кромка распределяет и разравнивает смесь до полной разгрузки бункера, после чего он вновь ставится под загрузку, и цикл повторяется.

**Шнековые распределители** (см. рис. 10.22 б) разравнивают смесь, выгруженную из транспортных средств на полотно строящейся дороги, непрерывно вращающимися шнеками 3, расположенными в передней части основной рамы 1. Непосредственно за шнеками расположены профилирующие заслонки 7, срезающие избыток бетонной смеси и придающие уложенному слою соответствующий профиль. Кроме того, заслонки образуют подпор смеси, что создает хорошие условия для распределения бетона шнеком. Толщина распределяемого слоя регулируется подъемом и опусканием шнеков. Приводы механизма передвижения и рабочего органа осуществ-

ляются от автономного двигателя. Предварительное уплотнение свежесуложенной бетонной массы производится вибробрусом 4.

**Лопастные распределители** (см. рис. 10.22 в) разравнивают смесь расположенной впереди лопастью 5, совершающей поперечные возвратно-поступательные движения при непрерывном передвижении всей машины вперед. Эта лопасть в зависимости от требуемой толщины покрытия устанавливается на различной высоте. В крайних положениях распределяющая лопасть, повернутая на  $180^\circ$ , удаляет от рельс-форм 6 накопившуюся бетонную смесь. Для предварительного уплотнения бетонной смеси лопастной распределитель, так же как и шнековый, снабжен вибробрусом 4.

**Бетоноотделочные машины** предназначены для разравнивания, профилирования, уплотнения и окончательной отделки (выглаживания и затирки) предварительно распределенной бетонной смеси. В них может быть 1...4 рабочих органа, разравнивающих, уплотняющих и выглаживающих смесь. По характеру уплотнения смеси рабочие органы разделяют на *трамбующие* и *вибрационные*. Более высокое качество покрытий дают машины, у которых одновременно в работе находятся четыре рабочих органа (рис. 10.23 а): разравнивающий вибрационный брус 7, трамбующий брус 2, выглаживающий и профилирующий брус 3 (невибрирующий) и выглаживающая плита 4. Разравнивающий брус распределяет бетонную смесь по ширине полосы слоем определенной толщины, чему способствуют колебательные движения в поперечном направлении; трамбующий брус уплотняет смесь, совершая вертикальные колебания; выглаживающий брус профилирует поверхность; выглаживающая плита выравнивает поверхность покрытия, совершая колебания в горизонтальной плоскости.

На машине, схема которой показана на рис. 10.23 б, вместо разравнивающего вибрационного бруса установлен разравнивающий лопастной вал 6.

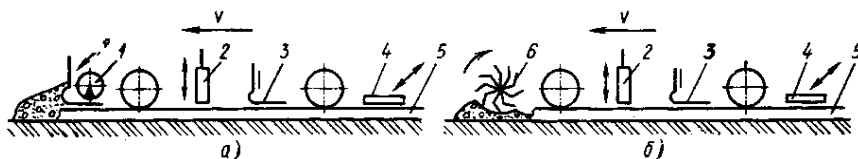


Рис. 10.23. Схемы расположения рабочих органов бетоноотделочных машин:  
а - с разравнивающим вибрационным брусом;  
б - с разравнивающим лопастным валом

Вибрационные уплотняющие рабочие органы бетоноотделочных машин приводятся в движение от дебалансных механических (эксцентрикковых) или электромеханических вибровозбудителей. Рабочая скорость передвижения бетоноотделочных машин не превышает 0,7...1,4 м/мин, что при ширине обработки 3,5...7,5 м позволяет получить производительность отделки 250...500 м<sup>3</sup>/ч. Глубина проработки достигает 0,3 м.

**Комплект колесно-рельсовых машин ДС-153** предназначен для строительства поточно-линейным способом цементобетонных покрытий автомобильных дорог I – III категорий на песчаном подстилающем слое. В комплект входят профилировщик оснований ДС-502 А/Б, распределитель бетонной смеси ДС-503 А/Б, бетоноотделочная машина ДС-504 А/Б и нарезчик температурных швов ДС-133 (ДС-133А). Комплектуется трейлер Т-138Б грузоподъемностью 12 т для перевозки машин и 500 звеньев по 4 м рельс-форм Д-280-4М, рассчитанных на километровой фронт работ (табл. 10.4).

Таблица 10.4

Технические характеристики машин колесно-рельсового комплекта

Показатели	ДС-502 А/Б	ДС-503 А/Б	ДС-504 А/Б
Производительность, м/смену	250		
Ширина обрабатываемой полосы, м	7; 5; 3,5 7,5; 3,75		
Толщина обрабатываемого слоя, см	30	12...55	30
Вместимость бункера, м <sup>3</sup>	–	1,8	–
Скорости:			
рабочая, м/мин	0,81	2,4	0,81
транспортная, км/ч:			
вперед	7,62		
назад	1,82; 17,0		
Мощность двигателя, кВт (Д-144-80)	47		
Габаритные размеры, мм:			
длина	3244	7005	4100
ширина	<u>8606</u> 9106	<u>8000</u> 8500	<u>8590</u> 9090
высота	2941	2587	3120
Конструктивная масса, кг	<u>7150</u> 7250	<u>8750</u> 8900	<u>9200</u> 9400

Комплект может поставляться в различных модификациях, предназначенных для укладки полосы шириной 3,5; 3,75; 7,0 и 7,5 м с односкатным профилем и шириной 7,0 и 7,5 м с двухскатным профилем. В индексе машины литера «А» обозначает ширину 7 м, литера «Б» – 7,5 м. Машины снабжены набором сменных колес: одно- и двухребордных и безребордных, что дает возможность распределять бетонную смесь при устройстве как однополосных, так и многополосных дорожных покрытий. В последнем случае используются безребордные колеса, которые катятся по ранее уложенным бетонным полосам.

Для осуществления полной механизации при работе с комплектом используется ряд вспомогательных машин для подготовительных и заключительных операций строительства покрытий.

**Профилировщик оснований ДС-502А (ДС-502Б)** самоходный на колесно-рельсовом ходу предназначен для окончательного профилирования и уплотнения песчаных оснований толщиной до 300 мм при строительстве цементобетонных покрытий автомобильных дорог III и отдельных участков дорог II категории.

**Распределитель цементобетона ДС-503 А/Б** предназначен для приема из автосамосвалов или автобетоносмесителей смеси и распределения ее слоем заданной толщины по основанию. Он является машиной циклического действия: во время приема и распределения смеси машина стоит; распределение смеси производится путем движения поперек дороги бездонного бункера.

**Бетоноотделочная машина ДС-604 А/Б** предназначена для разравнивания, уплотнения и окончательной отделки слоя цементобетонной смеси, предварительно уложенного распределителем. Основными рабочими органами машины, смонтированными на колесном самоходном шасси, являются разравнивающий лопастный вал, уплотняющий вибробрус и выглаживающий брусок.

Благодаря простоте обслуживания комплекты колесно-рельсовых машин находят применение в строительстве автомобильных дорог.

Темп устройства цементобетонных покрытий с применением комплектов машин определяется производительностью бетонораспределителя.

Эксплуатационная производительность бункерных бетонораспределителей периодического действия (в м<sup>3</sup>/ч)



$$\Pi_9 = 3600VK_6 / (t_1 + t_2 + t_3),$$

где  $V$  – вместимость бункера, м<sup>3</sup>;

$K_6$  – коэффициент использования машины по времени;

$t_1, t_2, t_3$  – соответственно продолжительность выгрузки смеси из транспортного средства в бункер, распределения смеси, перехода распределителя на очередную стартовую позицию, с.

Эксплуатационная производительность шнековых или лопастных распределителей непрерывного действия (в м<sup>3</sup>/ч)

$$\Pi_9 = 3600 Bhv_p K_6,$$

где  $B$  – ширина укладываемого слоя, м;

$h$  – толщина слоя, м;

$v_p$  – рабочая скорость бетонораспределителя, м/с.

При устройстве сборных дорожных и аэродромных покрытий из предварительно напряженных железобетонных плит применяется комплект машин, включающий машины для подготовки основания (бульдозеры, автогрейдеры, уплотняющие машины, профилировщики), машины для укладки сборного покрытия (самоходные пневмоколесные или автомобильные краны, вибраторы), агрегаты для сварки арматуры, компрессоры и заливщики швов.

### **10.3.2. Комплект машин для скоростного строительства дорог и аэродромов**

*Комплект машин ДС-110* предназначен для строительства автомобильных дорог I–III категорий с армированным и неармированным цементобетонным покрытием, а также взлетно-посадочных полос (ВПП) аэродромов. Он обеспечивает механизацию строительства линейно-поточным способом всех конструктивных слоев дорожной и аэродромной одежды с высокой степенью ровности при использовании прогрессивной технологии устройства цементобетонных покрытий в скользящих формах.

Комплект может выполнять следующие технологические операции:

1) профилирование земляного полотна и оснований с отсыпкой излишков срезаемого материала в транспортные средства или на обочину;

2) распределение и предварительное уплотнение различных дорожно-строительных материалов, включая асфальтобетонные смеси, при строительстве оснований и покрытий;

3) прием бетонных смесей из автосамосвалов с задней разгрузкой, движущихся рядом со строящейся полосой, и перегрузку их на основание дороги или полосу аэродрома при строительстве армированных покрытий;

4) распределение, дозирование и уплотнение бетонных смесей в скользящей опалубке и отделку поверхности и кромок покрытия при устройстве армированных и неармированных цементобетонных покрытий;

5) чистовую отделку поверхности уложенного бетонного покрытия, создание на ней поперечной шероховатости и защиту пленкообразующими веществами или рулонным пленочным материалом.

В состав комплекта ДС-110 входят 10 видов машин и дополнительного оборудования, в том числе: 3 основные гусеничные машины: профилировщик ДС-108 (рис. 10.24 а), распределитель бетона и других дорожно-строительных материалов ДС-109 (рис. 10.24 б) и бетоноукладчик ДС-111 (рис. 10.24 в); 2 машины на пневмоколесном ходу: трубчатый финишер ДС-104А и машина для нанесения пленкообразующих веществ ДС-105А; оборудование для вспомогательных технологических операций: навесной конвейер-перегрузатель ДС-98А к профилировщику, прицепная арматурная тележка ДС-103А к распределителю, полунавесной погрузатель арматурной сетки ДС-102А к бетоноукладчику и асфальтоукладочное оборудование ДС-106А (полунавесной бункер и навесная виброплита) к профилировщику или распределителю; два трейлера ДС-107 с тягачами МАЗ-537 для перевозки машин комплекта.

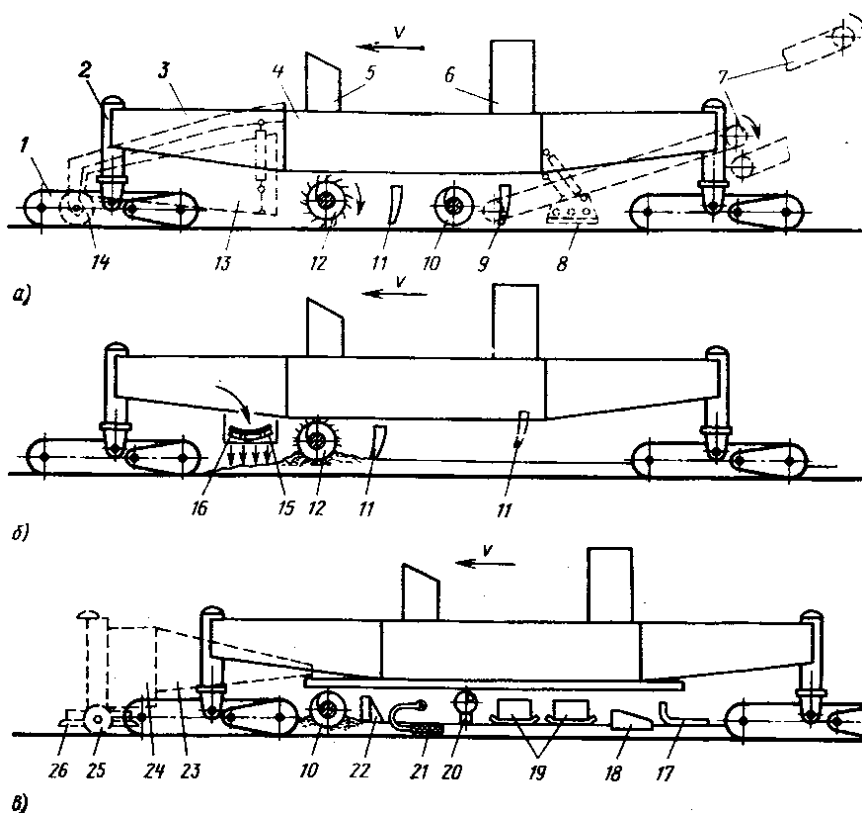


Рис. 10.24. Схемы основных машин комплекта ДС-110:

а – профилировщик ДС-108; б – распределитель бетона ДС-109; в – бетоноукладчик ДС-111; 1 – гусеничная тележка; 2 – опора; 3 – консоль; 4 – основная рама; 5 – пульт управления; 6 – силовая установка; 7 – навесной конвейер-перегрузатель ДС-98А; 8 – навесной уплотняющий вибробрус ДС-106А; 9 – задний отвал; 10 – шнек; 11 – передний отвал; 12 – шнек-фреза; 13 – навесной бункер асфальтоукладочного оборудования ДС-106А; 14 – опорное колесо навесного бункера; 15 – выдвижной бункер; 16 – ленточный конвейер; 17 – выглаживающая плита; 18 – кромкообразователь; 19 – качающиеся брусья; 20 – вторичная калибрующая вибразаслонка; 21 – глубинные вибраторы; 22 – первичная калибрующая заслонка; 23 – толкающие брусья вибропогрузателя ДС-102А; 24 – вибропогрузатель арматурной сетки ДС-102А; 25 – опорные колеса вибропогрузателя; 26 – виброрейки

Самоходные машины комплекта (ДС-104А, ДС-106А, ДС-108, ДС-109 и ДС-111) полностью гидрофицированы и оснащены автоматическими следящими системами, обеспечивающими движение

по заданному курсу и высокую степень ровности обрабатываемых поверхностей при профилировании и устройстве конструктивных слоев дорожной и аэродромной одежды (рис. 10.25).

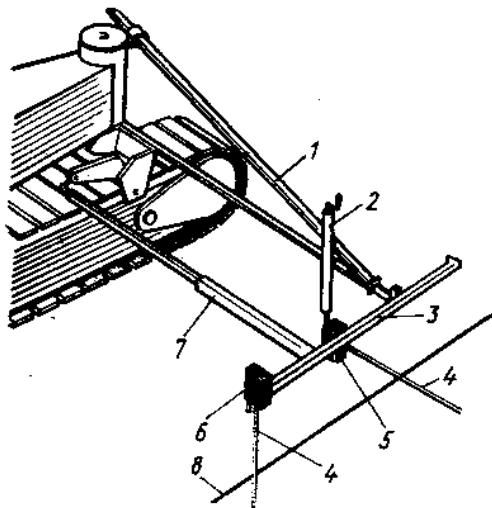


Рис. 10.25. Установка датчиков стабилизации уровня и направления движения машин комплекта:

- 1 – консоли; 2 – регулировочный винт; 3 – поперечина; 4 – щупы датчиков; 5 – датчик стабилизации уровня; 6 – датчик выдерживания курса; 7 – тяга; 8 – копирная струна (шнур)

На стойках ног гусеничных тележек установлены консоли 1 с датчиками 5 и 6, щупы 4 которых скользят по копирным струнам, определяющим заданный продольный, поперечный профили и направление строящегося покрытия. При наличии расхождения между действительным и заданным положениями машины усиленный сигнал включает исполнительный механизм положения гидроцилиндров опор (ног), датчики которых зафиксировали расхождение. Управление машинами осуществляется автоматически или с пульта управления.

Машины комплекта максимально унифицированы по ходовой части, силовым установкам, гидрооборудованию, приводным агрегатам и системам автоматики.

Базой профилировщика ДС-108, распределителя ДС-109 и бетоноукладчика ДС-111 служит *унифицированное гусеничное шасси*, на котором монтируется рабочее оборудование той или другой ма-

шины. Четырехгусеничное шасси обеспечивает высокую проходимость и маневренность благодаря независимому реверсивному гидрприводу и механизмам рулевого поворота передних и задних гусеничных тележек.

Гусеничное шасси (рис. 10.26) имеет основную раму 29, которая через четыре консольные опоры 16 опирается на гусеничные тележки 22. На раме смонтированы силовая установка 1, кабина 28 с пультом управления 25, рулевое управление 27, рабочие органы 8, 9, 11, 13, 15, указатели заглубления рабочих органов, кронштейны системы автоматики. Силовая установка, в свою очередь, включает дизель, радиаторную группу, раздаточный редуктор с насосной группой, комбинированный бак для топлива и масла и единый капот.

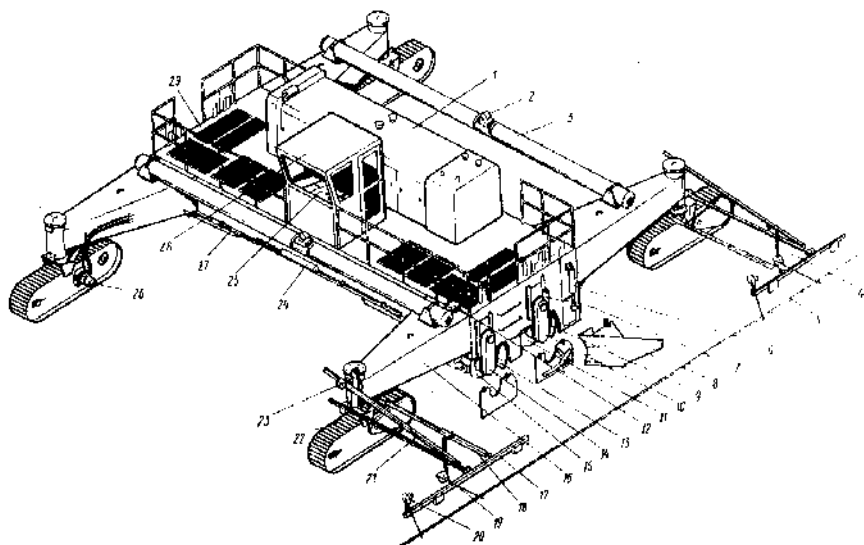


Рис. 10.26. Профилировщик ДС-108:

- 1 – силовая установка; 2 – маятниковый датчик стабилизации уровня; 3 – труба; 4 – вертикальный винт; 5 – капроновый шнур; 6 – гидроцилиндр уширителя; 7 – гидроцилиндр заслонки шнека; 8 – уширитель отвала; 9 – задний отвал; 10 – привод шнека; 11 – шнек; 12 – гидроцилиндр самопогрузки; 13 – отвал передний; 14 – привод фрезы-шнека; 15 – фреза-шнек; 16 – консоли; 17 – рычаг датчиков; 18 – соединительная тяга; 19 – щуповой датчик уровня; 20 – датчик курса; 21 – кронштейны системы автоматического управления; 22 – гусеничная тележка; 23 – гидроцилиндр стабилизации положения рамы; 24 – гидроцилиндр рулевого управления; 25 – пульт управления; 26 – гидромотор привода гусеничной тележки; 27 – рулевое управление; 28 – кабина; 29 – основная рама

Консольная опора 16 прикреплена к основной раме с помощью шарнира и гидроцилиндра самопогрузки 12, что позволяет поднимать и опускать шасси для погрузки машины на платформу трейлера без применения крана при перевозке ее без разборки. К опоре приварена вертикальная цилиндрическая направляющая, внутри которой установлен опорный гидроцилиндр 23 выравнивания (стабилизации положения) основной рамы.

Рулевое управление шасси осуществляется поворотом передней и задней пар гусеничных тележек либо одновременно, либо раздельно с помощью гидроцилиндров 24 через механизмы с рулевой трапецией. Для исключения поломок работа гидроцилиндра контролируется концевыми выключателями, автоматически останавливающими перемещение его штока в крайних положениях, если ход превышает допустимые значения.

Гусеничные тележки 22 шасси имеют одинаковую конструкцию и различаются только правым и левым исполнением. Каждая из тележек является ведущей и поворачивается в вертикальной направляющей консольной опоры. Тележка состоит из гусеничной цепи тракторного типа шагом 171 мм с закрепленными на ней съемными башмаками и рамы, на которой смонтированы механизм привода (гидромотор 26, планетарный редуктор, цепная передача), механизм натяжения гусеничной цепи, опорные катки и поддерживающие ролики. Ведущее и натяжное колеса гусеничной цепи имеют одинаковые съемные зубчатые венцы, прикрепляемые болтами к разъемным симметрично расположенным ступицам.

Базой трубчатого финишера ДС-104А и машины для нанесения пленкообразующих материалов ДС-105А служит **унифицированное четырехопорное пневмоколесное шасси**, на котором монтируется рабочее оборудование той или другой машины. Обладая высокой маневренностью и достаточной проходимостью, благодаря независимому реверсивному гидроприводу каждого из четырех колес и наличию независимого рулевого управления пары передних и пары задних колес пневмоколесное шасси обеспечивает возможность работы челночным способом, который необходим для выполняемых машинами ДС-104А и ДС-105А технологических процессов.

Пневмоколесное шасси (рис. 10.27) состоит из основной рамы 4, колесного хода 1, привода колеса 2, стоек 5, силовой установки 6, укосин 13, кабины 14 с пультом управления 15, рулевого управления 18 колесами, буксирного устройства.

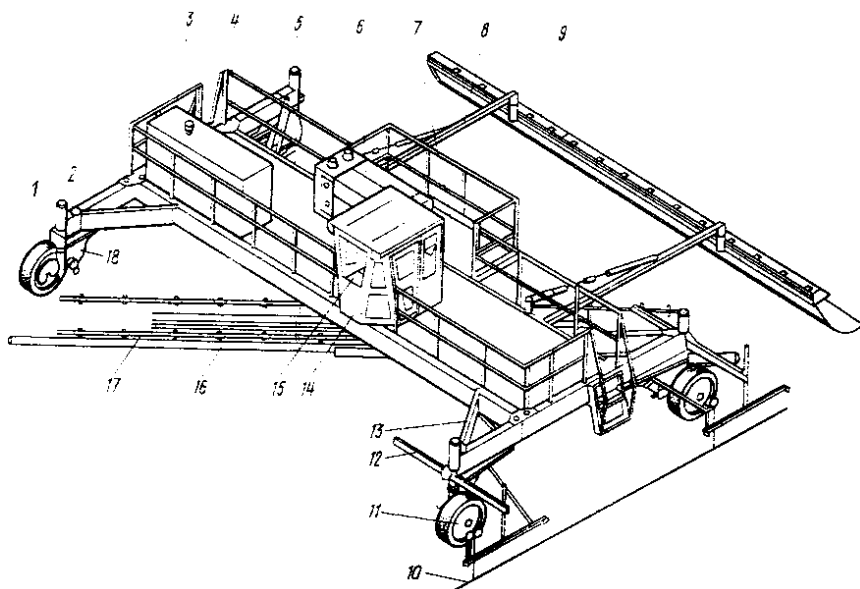


Рис. 10.27. Трубчатый финишер ДС-104А:

1 – колесный ход; 2 – привод колес; 3 – бак для воды; 4 – рама; 5 – стойка; 6 – силовая установка; 7 – площадка ходовая; 8 – кронштейн поворотный; 9 – затирачный брезент (волокуша); 10 – шнур копирный; 11 – датчик курса; 12 – кронштейн автоматики; 13 – укосина; 14 – кабина; 15 – пульт управления; 16 – трубы выхолаживающие; 17 – система орошения; 18 – рулевое управление

Привод каждого колеса шасси осуществляется от гидромотора через двухступенчатую цепную передачу. Рулевое управление по конструкции аналогично управлению гусеничного шасси. Движение шасси по заданному курсу может производиться как в ручном, так и в автоматическом режиме.

**Профилировщик ДС-108** предназначен для профилирования поверхности земляного полотна и основания и для устройства основания путем смешивания грунтов с вяжущими на месте, а также выравнивающих и подстилающих слоев дорожной одежды из привозных материалов при строительстве автомобильных дорог I–III категорий.

Для удаления при профилировании излишков срезаемого грунта и материалов оснований на профилировщике монтируется навесной конвейер-перегрузатель ДС-98А, подающий грунт и материалы в транспортные средства или на обочину. Для устройства дорожных ос-

нований и других конструктивных слоев дорожной одежды на профилировщике монтируют асфальтоукладочное оборудование ДС-106А.

Технические характеристики основных машин комплекта приведены в табл. 10.5.

Таблица 10.5

Технические характеристики основных машин комплекта ДС-110

Показатели	ДС-108	ДС-109	ДС-111	ДС-104А	ДС-105А
Тип машины	Самоходная на четырех-гусеничном шасси			Самоходная на четырехпневмо-колесном шасси	
Производительность:					
техническая, м/смену	1500			1500	
эксплуатационная, м/ч	120			120	
Ширина обрабатываемой полосы, м	8,8	7,5		7,5	
То же с уширителями, м	10	–	–	–	
Толщина слоя, см	–	–	22...34	–	
Ровность обрабатываемой поверхности (зазор под трехметровой рейкой), мм	5		3		
Скорости:	0...36	0...18	0...18	0...36	8...10
рабочая, м/мин					14...16 14...20 26...36
транспортная, м/мин	0...54	0...54	0...36	0...72	0...72
при буксировке, км/ч	–	–	–	15	15
Мощность двигателя, кВт	370	250	250	36,8	
База машины, мм	9145	8180	9655	5170	4420
Колея передних и задних гусениц, колес (в транспортном положении), мм	8068	8180	9120	8230...9450 (1420)	
Габаритные размеры, мм:					
длина	12165	11215	12675	10080	10240
ширина (с уширителями)	8534 (10058)	9450	9570	8820	9620
высота	3680	3660	3600	2600	2600
Конструктивная масса, кг	40000	40500	41500	6800	9100



Профилировщик (см. рис. 10.24 а, рис. 10.26) состоит из базового гусеничного шасси, рабочих органов (фрезы, шнека, передних и задних отвалов), силовой установки, гидропривода и электрооборудования.

Фреза профилировщика предназначена для фрезерования, рыхления и распределения грунта и материалов основания полотна и состоит из двух автономных частей (правой и левой), каждая – длиной до 4300 мм и диаметром 762 мм. Обе части фрезы устанавливаются соосно в передней части основной рамы. Фреза через сферические подшипники опирается на центральную и две боковые каретки, которые посредством трех гидроцилиндров перемещаются в направляющих боковых листов и центральной балки основной рамы. Во избежание поломок подшипниковых узлов разность подъема центральной каретки относительно боковых кареток не должна превышать 100 мм. Каждая фреза имеет независимый, расположенный на концевых каретках привод, состоящий из гидромотора, планетарного редуктора и цепной передачи.

Шнеки также состоят из двух частей (левой и правой), имеющих противоположные винтовые навивки, и предназначены для перераспределения грунта или материалов основания по ширине полотна дороги, транспортирования излишков грунта на обочину дороги или на ленту конвейера-перегрузателя ДС-98А. В отличие от фрезы на трубе каждой части шнека установлены восемь съемных секций и две секции соответственно длиной 456 и 228 мм.

Передние отвалы, установленные за фрезой, и задние, установленные за шнеком, предназначены для предварительного и окончательного профилирования поверхности, а также накопления излишков срезанного материала, и участвуют в его перераспределении по ширине полотна с помощью фрез и шнеков.

Изменение высотного положения шнеков и отвалов и установка их на одно- или двухскатный профиль производятся гидроцилиндрами аналогично фрезам и контролируются визуально с помощью указателей, расположенных на основной раме шасси.

**Распределитель бетона ДС-109** (10.24 б) предназначен для приема бетонной смеси из автосамосвалов, движущихся по обочине, перегрузки ее на основание дороги, предварительного распределения по ширине покрытия и дозирования смеси. Кроме того, машина может выполнять операции по рыхлению и профилированию

земляного полотна и оснований, распределять и дозировать материалы основания и подстилающих слоев.

Конструкция распределителя предусматривает возможность агрегирования с прицепной арматурной тележкой ДС-103А для перевозки арматурной сетки, применяемой при строительстве армированных покрытий, и асфальтоукладочным оборудованием ДС-106А (чаще – только с вибробрусом) при строительстве оснований из укрепленных грунтов и других материалов или укладке слоя асфальтобетона.

Рабочими органами распределителя бетона являются выдвижной в сторону обочины приемный бункер с ленточным конвейером, шнек-фреза и отвалы. Бункер с конвейером монтируется на раме, прикрепленной к основной раме распределителя и опорным консолям передних гусеничных тележек. К этой же раме крепят шнек-фрезу и отвалы с возможностью их подъема и опускания с помощью гидроцилиндров. При использовании распределителя в качестве профилировщика рама с выдвижным бункером демонтируется, а передние опорные консоли с рулевым управлением подсоединяются к основной раме базового шасси.

**Бетоноукладчик ДС-111** предназначен для распределения, дозирования и уплотнения бетонной смеси и отделки поверхности и кромок бетонного покрытия. Может осуществлять полуавтоматическую закладку штырей в продольный шов по оси машины и в боковую грань покрытия для соединения смежных бетонизируемых полос, а также нарезать продольный шов в свежеложенном бетоне с закладкой в него изоловой или хлорвиниловой ленты. При наличии распределителя бетона машина может устраивать армированные бетонные покрытия.

Бетоноукладчик выполнен на самоходном четырехопорном гусеничном шасси. Его рабочими органами являются распределительный шнек, первая дозирующая заслонка, пакет глубинных вибровозбудителей, вторая дозирующая заслонка с электромагнитными вибровозбудителями, два качающихся формирующих экструзионных бруса, выглаживающая плита с механизмом для формирования кромок и нарезчиком швов, скользящие формы.

Рабочие органы и скользящие формы смонтированы на собственной раме, которая подвешивается к основной раме машины с помощью пальцев.

**Трубчатый финишер ДС-104А** (см. рис. 10.27) предназначен для окончательной отделки поверхности уложенного покрытия путем многократных проходов с опущенной выглаживающей трубой. Он выполнен на унифицированном самоходном четырехопорном пневмоколесном базовом шасси.

Основным рабочим органом трубчатого финишера является выглаживающая диагональная алюминиевая труба диаметром 203 мм, разделенная на две секции длиной по 6100 мм для отделки одно- и двухскатных покрытий. Подъем трубы и поворот ее в горизонтальной плоскости при реверсировании движения машины осуществляются гидроцилиндрами. По обе стороны выглаживающей трубы расположены распределительные трубки с запирающимися соплами системы водяного орошения для смачивания отделяемой поверхности бетонного покрытия. К задней балке рамы машины на поворотных кронштейнах прикреплено выглаживающее полотно – затирочный брезент, который гидроцилиндрами опускается на поверхность покрытия при последнем проходе машины для окончательного выглаживания поверхности и частичного удаления с нее излишней влаги.

**Машина для нанесения пленкообразующих материалов ДС-105А** (рис. 10.28) предназначена для ухода за свежеложенным цементобетонным покрытием, нанесения на него пленкообразующей жидкости и создания поперечной шероховатости на поверхности покрытия. Она выполнена на унифицированном самоходном четырехопорном пневмоколесном шасси.

Машина имеет бак с мешалкой, приводимой в действие гидромотором, насос для перекачки жидкости и распылитель, выполненный в виде поперечной трубки с разбрызгивающими соплами (19 шт.), обеспечивающими расход жидкости 0,5...0,7 л/м<sup>2</sup>. Трубка закрыта сверху защитным кожухом.

Для создания шероховатой поверхности свежеложенного покрытия на машине установлена щетка длиной 3 м, подвешенная на каретке, которая приводится в движение гидромотором и скользит по направляющим, расположенным перпендикулярно движению машины. Передвигаясь, машина наносит ровным слоем на поверхность покрытия влагозащитную пленку из помороля, лака этиноля или другого пленкообразующего материала. Спереди машины к раме на двух кронштейнах прикреплен барабан с полиэтиленовой

пленкой, служащей для укрытия свежеложенного бетонного покрытия от дождя, когда нанесение пленкообразующей жидкости не представляется возможным. Машину обслуживает один машинист.

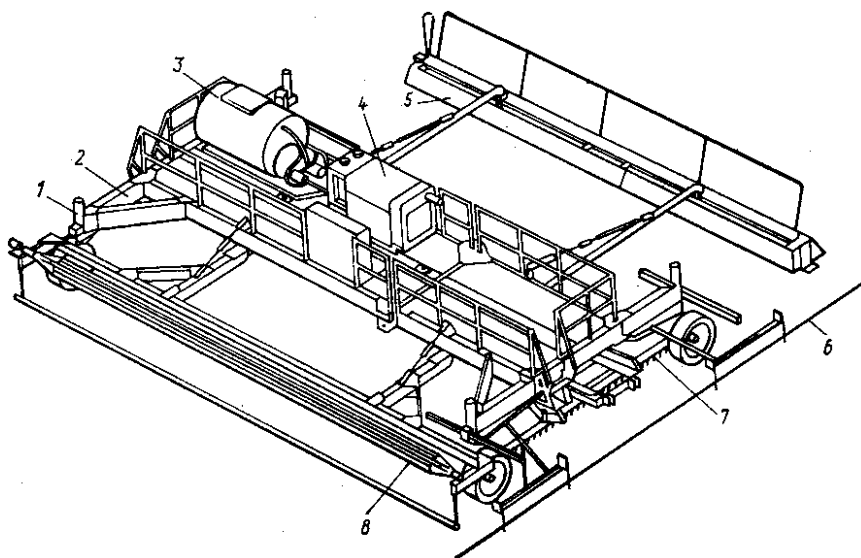


Рис. 10.28. Машина для розлива пленкообразующих материалов:  
1 – опорный гидроцилиндр; 2 – универсальное пневмоколесное шасси; 3 – бак для пленкообразующей жидкости; 4 – силовая установка; 5 – распылитель; 6 – копирная струна; 7 – подвижная щетка; 8 – ролик для защитной пленки

**Конвейер-перегрузатель ДС-98А** (рис. 10.29) состоит из несущей рамы, накопительного 10 и разгрузочного 5 ленточных конвейеров для транспортирования излишков материала на обочину или погрузки их в транспортные средства.

Привод конвейеров – от гидромоторов через редукторы. Подъем, опускание и поворот разгрузочного конвейера вейерного типа производится с помощью гидроцилиндров. Максимальная высота разгрузки – 4 м, ширина ленты – 1520 мм.

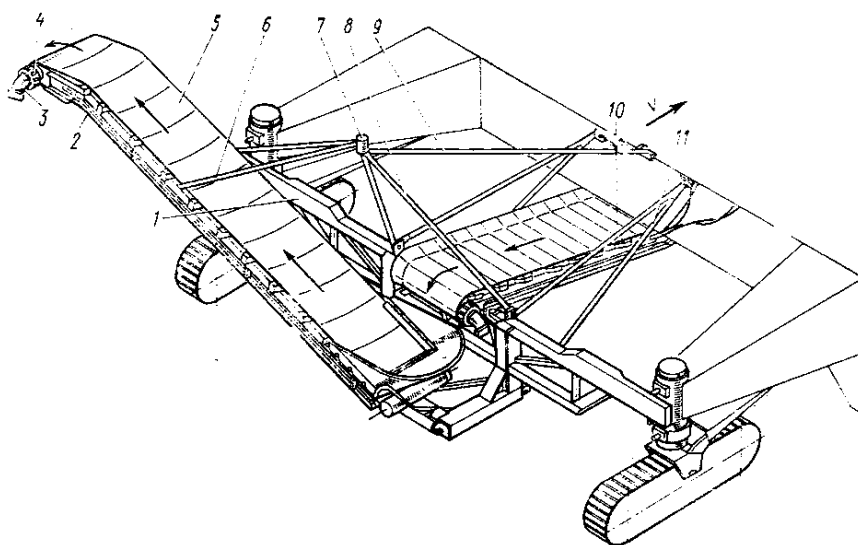


Рис. 10.29. Конвейер-перегрузатель ДС-98А:

1 – рама; 2 – трубопроводы; 3 – гидромотор; 4 – планетарный редуктор; 5 – верхний разгрузочный конвейер; 6 – телескопическая тяга; 7 – поворотная втулка; 8 – центральный раскос; 9 – тяга; 10 – нижний накопительный конвейер; 11 – боковой раскос

Технические характеристики конвейера-перегрузателя ДС-98А:

Максимальная производительность, м <sup>3</sup> /ч –	230
Угол поворота конвейера, град –	180 ± 5
Максимальная высота разгрузки, мм –	4200
Масса, кг –	4400

Арматурная тележка номинальной грузоподъемностью 16 т установлена на четырех пневмоколесах, оснащена датчиками курса, цилиндрами поворота передних и задних колес. Вибропогрузатель арматурной сетки выполнен на полуприцепной двухколесной раме и прикрепляется впереди бетоноукладчика с помощью толкающих шарнирных брусьев с устройством для регулирования глубины погружения арматурной сетки (см. рис. 10.24 в). К двухсекционной шарнирной с поперечным шарниром посередине раме с помощью регулируемой амортизационной подвески монтируются две секции вибропогрузателя, вибрация которых осуществляется двумя меха-

ническими вибровозбудителями частотой 60...75 Гц и синхронизирующим валом. Глубина погружения (60...150 мм) регулируется двумя гидроцилиндрами. Поперечный профиль создается шарнирной рамой с помощью гидроцилиндров и системы рычагов. Ширина обработки – 7,5 м, масса – 9,2 т.

**Асфальтоукладочное оборудование ДС-106А** (рис. 10.30) предназначено для приема, дозирования, распределения и уплотнения различных дорожно-строительных материалов (в том числе асфальтобетонных смесей) при строительстве дорожных оснований и подстилающих слоев (табл. 10.6). Оно является навесным дополнительным оборудованием к профилировщику ДС-108 (см. рис. 10.24 а) или распределителю бетона ДС-109.

Рабочими органами асфальтоукладчика являются полуприцепной приемный бункер на двух рояльных пневмоколесах и навесной уплотняющий вибробрус с подогревом от отработавших газов дизеля базовой машины.

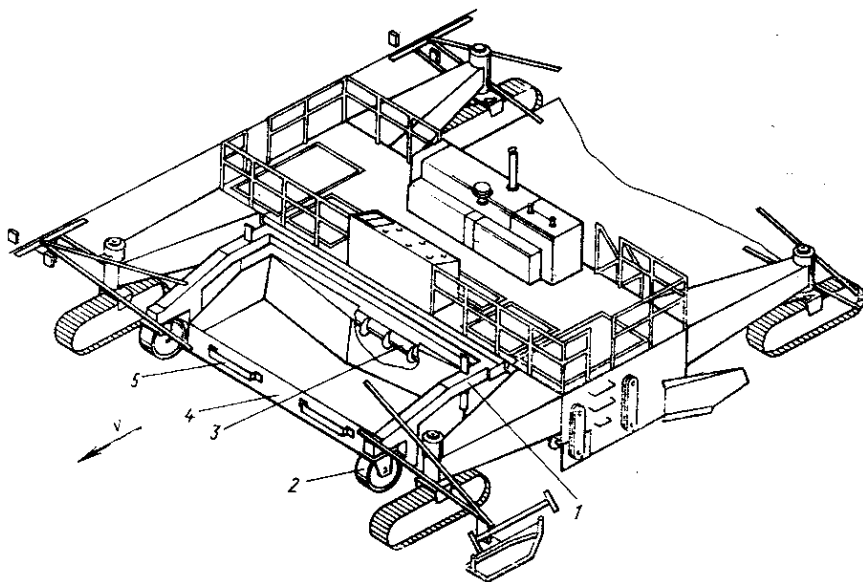


Рис. 10.30. Навесной бункер ДС 106А асфальтоукладочного оборудования:  
1 – рама бункера; 2 – опорные колеса; 3 – распределительный шнек базовой машины; 4 – бункер; 5 – упорные ролики для колес самосвалов

Приемный бункер, бездонный, с регулируемой по высоте с помощью гидроцилиндров задней стенкой для изменения толщины дозируемого материала, монтируется спереди к раме базового шасси. На его передней балке имеются толкающие ролики, которыми он упирается в задние колеса автосамосвала во время разгрузки без остановки профилировщика.

Вибробрус состоит из двух секций коробчатого сечения с установленными на нем вибровозбудителями, соединенных с помощью пружинно-винтового устройства для обеспечения двухскатного профиля. Привод трех вибровозбудителей каждой секции осуществляется гидромотором и клиноременной передачей. Вибровозбудители секции соединены между собой синхронизирующими валиками через зубчатые муфты. Вибробрус снабжен механизмом регулировки угла атаки.

Таблица 10.6

Технические характеристики асфальтоукладочного оборудования ДС-106А

Показатель	Бункер	Вибробрус
Вместимость, м <sup>3</sup>	9,5	–
Ширина распределения укладки, м	5,5	8,53
Толщина укладываемого слоя, мм	500	300
Частота колебаний, мин <sup>-1</sup>	–	3600...4500
Амплитуда колебаний, мм	–	0,2
Максимальный угол излома, град	–	3
Мощность привода вибровозбудителей, кВт	–	25
Число вибровозбудителей	–	6
Число колес	2	–

**Трейлер ДС-107** предназначен для перевозки машин комплекта ДС-110 на расстояние до 15 км в собранном виде и на большие расстояния с частичной их разборкой (с демонтированными гусеничными тележками и консольными опорами). Трейлер выполнен на базе серийного полуприцепа ЧМЗАП(МАЗ)-5247Б или ЧМЗАП(МАЗ)-5247Г, на котором установлены накладная рама и деревянный настил, образующие горизонтальную погрузочную площадку. Трейлер буксируется тягачом. Скорость транспортирования машины не должна превышать 20 км/ч.

Технические характеристики трейлера ДС-107 приведены в табл. 10.7.

Таблица 10.7

Технические характеристики трейлера ДС-107

Показатель	На базе полуприцепа	
	ЧМЗАП-5247Б	ЧМЗАП-5247Г
Масса в рабочем состоянии, т:		
без нагрузки	17 ± 2,5%	19 ± 2,5%
с нагрузкой	61	68
Размеры настила платформы, мм:		
длина	9545	9545
ширина	3100	3100
Погрузочная высота до верхней плоскости платформы, мм	1475	1475

Для обеспечения эффективного использования высокопроизводительных комплектов машин ДС-110 при строительстве и реконструкции автомобильных дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов их дополнительно оснащают общестроительными машинами, механизмами, оборудованием и автотранспортными средствами, образуя комплексы машин (табл. 10.8).

Таблица 10.8

Состав комплексов машин для скоростного строительства магистральных дорог и аэродромов

Показатель	Число машин, входящих в комплект		
	I	II	III
1	2	3	4
Профилировщик ДС-108	1	1	1
Распределитель бетона ДС-109	1	–	–
Бетоноукладчик ДС-111	1	1	–
Трубчатый финишер ДС-104А	1	1	–
Машина для нанесения пленкообразующих материалов ДС-105А	1	1	–
Конвейер-перегрузатель ДС-98А	1	1	–
Асфальтоукладочное оборудование ДС-106А	1	–	1
Трейлер ДС-107	2	2	1



Окончание табл. 10.8

1	2	3	4
Бульдозер на тракторе тягового класса 10 ДЗ-116В (ДЗ-171.3)	2	2	2
Автогрейдер ДЗ-122 (ДЗ-143)	2	2	1
Пневмоколесный кран грузоподъемностью 25 т КС-5363Б	1	1	1
Автомобильный кран КС-2571А1	1	1	1
Автосамосвал КрАЗ-256Б1	90	90	43
Бетоносмесительная установка СБ-109А производительностью 120 м <sup>3</sup> /ч в комплекте с силосным складом цемента вместимостью 300 т	2	2	–
Грунтосмесительная установка ДС-50Б	2	2	1
Автогудронатор ДС-39Б (ДС-142)	2	2	2
Автоцементовоз ТЦ-10	20	20	5
Самоходный пневмоколесный каток ДУ-55 (ДУ-59)	2	2	2
Комбинированный самоходный каток ДУ-52 (ДУ-58)	2	2	1
Фронтальный погрузчик ТО-30	9	9	3
Разгрузчик щебня и песка из полувагонов ТР-2Б	2	2	1
Самоходный вибрационный каток с гладкими вальцами ДУ-47Б	–	–	1
Автобитумовоз ДС-138	–	–	1
Асфальтосмесительная установка ДС-117-2К (ДС-158)	–	–	3
Асфальтоукладчик ДС-126А (ДС-143, ДС-155)	–	–	1
Нарезчик швов:			
одношпиндельный ДС-133 (ДС-133А)	6	6	–
двухшпиндельный ДС-133-1	1	1	–
Заливщик швов ДС-67А	3	3	–
Маркировочная машина ДЭ-21 (ДЭ-24)	1	1	1
Бурильно-крановая машина БМ-302Б	1	1	1
Поливомоечная машина КО-002	16	16	5
Разгрузчик цемента ТА-33А	1	1	1
Автоматизированный склад цемента № 409-29-19	3	3	1
Передвижные компрессоры с подачей 10 м <sup>3</sup> /мин ПР-10М	5	5	1
Передвижная дизельная электростанция ЭСДА-200-Т/400-ЗРК	3	3	3
Автомобиль-заправщик АТЗ-2,4-52	5	5	3
Авторемонтная мастерская ОР-305	1	1	1

В зависимости от вида и технологии строительства поставляются три варианта комплексов:

- 1) дорожно-аэродромный (наиболее полный);
- 2) дорожный для цементобетонных покрытий;
- 3) дорожный для асфальтобетонных покрытий.

Первый комплекс предназначен для строительства укрепленных оснований из привозных материалов, в том числе из цементогрунтовых смесей, приготовленных в грунтосмесительной установке ДС-50Б, и устройства монолитных армированных и неармированных цементобетонных покрытий автомобильных дорог I и II категорий и аэродромов (взлетно-посадочных полос, рулежных дорожек, стояночных площадок для самолетов).

Второй комплекс предназначен для строительства укрепленных оснований (см. 1-й комплекс) и устройства монолитных неармированных цементобетонных покрытий автомобильных дорог I и II категорий.

Третий комплекс предназначен для строительства укрепленных оснований (см. 1-й и 2-й комплексы) и устройства асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог I–III категорий.

Число машин, оборудования и автотранспортных средств установлено из расчета выполнения годового объема строительства и реконструкции цементобетонных покрытий автомобильных дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов на грунтоцементном основании протяженностью 75 км, приведенных к ширине 7,5 м.

### 10.3.3. Машины для устройства деформационных швов

Для уменьшения напряжений, возникающих при сезонных и суточных изменениях температуры, в цементобетонных покрытиях делают деформационные поперечные и продольные швы.

Под *швом* понимают паз, проделанный в бетоне и заполненный герметизирующим материалом. *Поперечные швы* обеспечивают изменения длины бетонных плит под воздействием температурных колебаний; *продольные швы* (при ширине покрытия более 4,5 м) допускают возможность температурного колебания плит в поперечном направлении и снижают вероятность появления продольных трещин.

Существуют три основных способа образования пазов швов:

- 1) формирование швов в свежешелом бетоне;

- 2) нарезание швов в затвердевшем бетоне;
- 3) комбинированный.

Образование швов в свежееуложенном бетоне осуществляется нарезчиком с протаскиванием через бетон вибропластины, сквозь прорезь которой в образовавшийся паз вводится прокладка из полимерного материала. Принцип действия вибропластины основан на раздвижении бетонной массы в зоне образования паза шва путем кратковременного вибрирования с малой частотой и большой удельной возмущающей силой. Такой нарезчик может устанавливаться на пневмоколесном шасси или на раме, перемещаемой по рельс-формам.

В комплект ДС-110 входят четырехдисковый нарезчик ДС-112 для нарезания пазов поперечных швов и трехдисковый нарезчик ДС-115 для нарезания продольных швов. Внедрение этих нарезчиков в практику дорожного и аэродромного строительства, по существу, решило проблему нарезания пазов в затвердевшем бетоне.

**Нарезчик ДС-112** (рис. 10.31) предназначен для нарезания пазов поперечных швов при одно- и двускатном поперечном профиле и ширине покрытия 7 и 7,5 м.

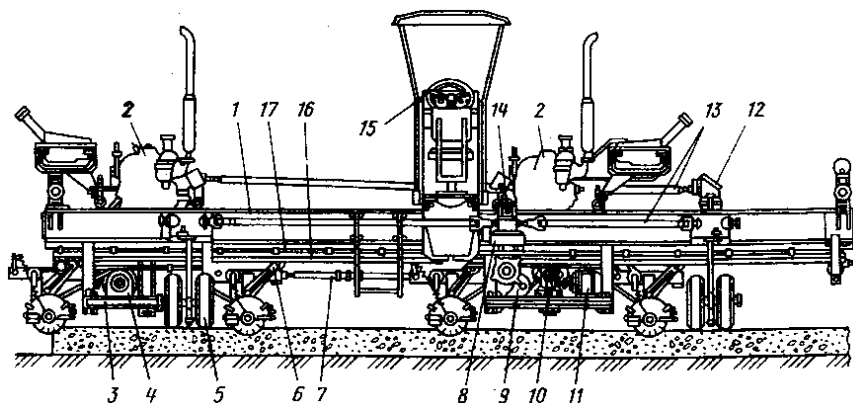


Рис. 10.31. Нарезчик поперечных швов ДС-112:

- 1 – рама; 2 – силовая установка; 3 – каретка; 4 – генератор; 5 – ходовое оборудование;
- 6 – двулучный рычаг; 7 – соединительная тяга кареток; 8, 10 – редукторы; 9 – насос;
- 11 – электродвигатель; 12 – конический редуктор; 13 – карданный вал; 14 – электродвигатель привода хода; 15 – пульт управления; 16 – направляющие кареток;
- 17 – регулируемая стяжка

Рама самоходного нарезчика на пневмоколесном ходу опирается на четыре пары колес на пневмошинах; передние колеса – управляемые, задние – приводные. Привод хода осуществляется от электродвигателя. Нарезчик имеет две каретки – ведущую и ведомую, на каждой из которых установлен дизель, обеспечивающий привод двух алмазных кругов. Каретки соединены между собой регулируемой тягой, каждая опирается на четыре опорных ролика. Они движутся по специальным направляющим, закрепленным на раме. Заглубление дисков на нужную глубину резания и их подъем происходят в процессе перемещения кареток. Питание электродвигателей осуществляется от генератора с приводом от одного из дизелей дизель-электрических силовых установок. Система охлаждения дисков состоит из центробежного водяного насоса, трубопроводов, рукавов и манометра. Охлаждающая жидкость подается из самостоятельных передвижных емкостей.

*Нарезчик ДС-115* (рис. 10.32) предназначен для нарезания пазов продольных швов в затвердевшем бетоне.

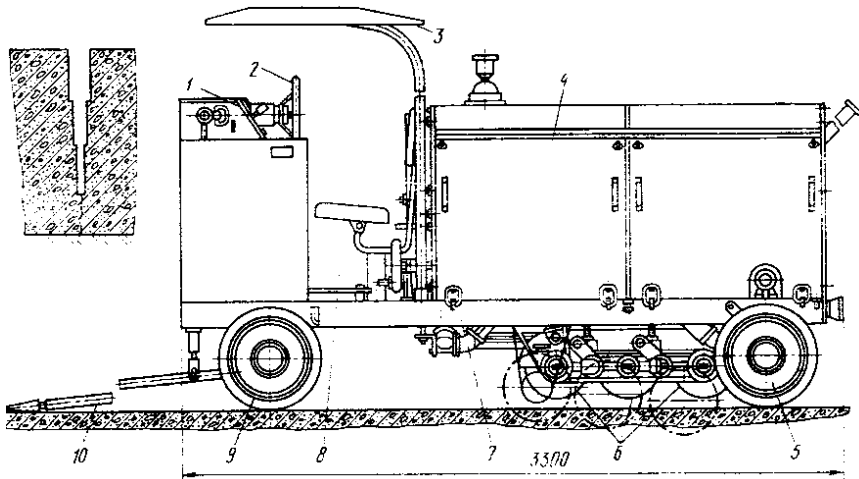


Рис. 10.32. Трехдисковый нарезчик швов ДС-115:

- 1 – пульт управления; 2 – штурвал рулевого механизма; 3 – тент; 4 – силовая установка; 8 – задние ведущие колеса; 6 – режущие диски; 7 – рама; 8 – сиденье; 9 – передние ведомые колеса; 10 – визирное устройство (штанга)

Нарезчик представляет собой самоходную машину на четырех колесах с массивными монолитными шинами. Его рама опирается на две оси – переднюю управляемую и заднюю ведущую. Рабочий орган расположен вдоль продольной оси рамы и представляет собой механизм, на который установлены три режущих круга, располагаемых один за другим в одной вертикальной плоскости. Каждый из них нарезает 1/3 глубины паза (см. рис. 10.31). Заглубление дисков в рабочее положение на нужную глубину производится вручную. В качестве силовой установки используется двигатель мощностью 36 кВт, от которого через клиноременную передачу осуществляется привод дисков, генератора постоянного тока и водяного насоса охлаждающей жидкости. Генератор питает электросистему привода ходовой части. Для выдерживания движения машины по заданному направлению нарезчик оснащен визирным устройством. Для нарезания контрольных швов используется малогабаритный самоходный нарезчик – самоходная машина с автономным приводным двигателем внутреннего сгорания. Передвижение нарезчика в рабочем режиме осуществляется от двигателя через клиноременную передачу, которая обеспечивает также вращение диска и центробежного водяного насоса системы охлаждения диска. Глубина резания регулируется штурвалом путем изменения положения задних колес по отношению к ведущим.

Для заливки швов герметизирующим материалом – битумно-полимерными и битумно-резиновыми мастиками – и запрессовки в них упругих прокладок применяют заливщики ДС-501 и ДС-67.

*Заливщик ДС-501* представляет собой котел для мастики вместимостью 50 л, в котором установлена жаровая труба. Через эту трубу проходят горячие газы, создаваемые горелкой испарительного действия. Все остальное оборудование смонтировано на тележке. В котле помещен четырехлопастной вал, приводимый в движение вручную. Температуру мастики в котле проверяют термометром. Паз заполняется через специальное сопло; скорость подачи мастики регулируется конусной иглой. Во время заполнения заливщик перемещается вручную.

Отечественный опыт использования комплектов машин для скоростного строительства дорог и аэродромов показал экономическую целесообразность применения этих машин при годовом объеме работ на один комплект не менее 50...65 км при ширине дорожного полотна 14...15 м.

## 11. МАШИНЫ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

### 11.1. Машины для летнего содержания покрытий

#### 11.1.1. Классификация машин для содержания покрытий

Понятие «содержание покрытий» объединяет комплекс работ по поддержанию в чистоте и порядке в течение всего времени года твердых покрытий всех типов на всем их протяжении. При летнем содержании покрытий проводят комплекс мероприятий, включающий уборку с покрытия мусора и грязи, увлажнение, обеспыливание, нанесение линий разметки. В состав мероприятий зимнего содержания покрытий входят работы по удалению с них снега и по борьбе с гололедом.

*Машины для содержания дорожных покрытий* по назначению делятся на две группы (рис. 11.1):

1) *для летнего содержания покрытий* – поливочно-моечные, подметально-уборочные, вакуумно-уборочные машины – пылесосы, маркировочные машины и оборудование для разметки покрытий и окраски обстановки;

2) *для зимнего содержания покрытий* – снегоочистители, снегопогрузчики, машины для теплового, ветрового, механического и химического воздействия на гололед (аэродромные уборочные машины).

Машины для содержания покрытий, – как правило, самоходные и монтируются на базе автомобилей или колесных тракторов.

В зависимости от продолжительности использования в течение года различают машины *сезонные* (например, снегоочистители, снегопогрузчики) и *универсальные*, применяемые круглый год (подметально-уборочные). В комплект универсальных машин входит дополнительное навесное и прицепное оборудование.

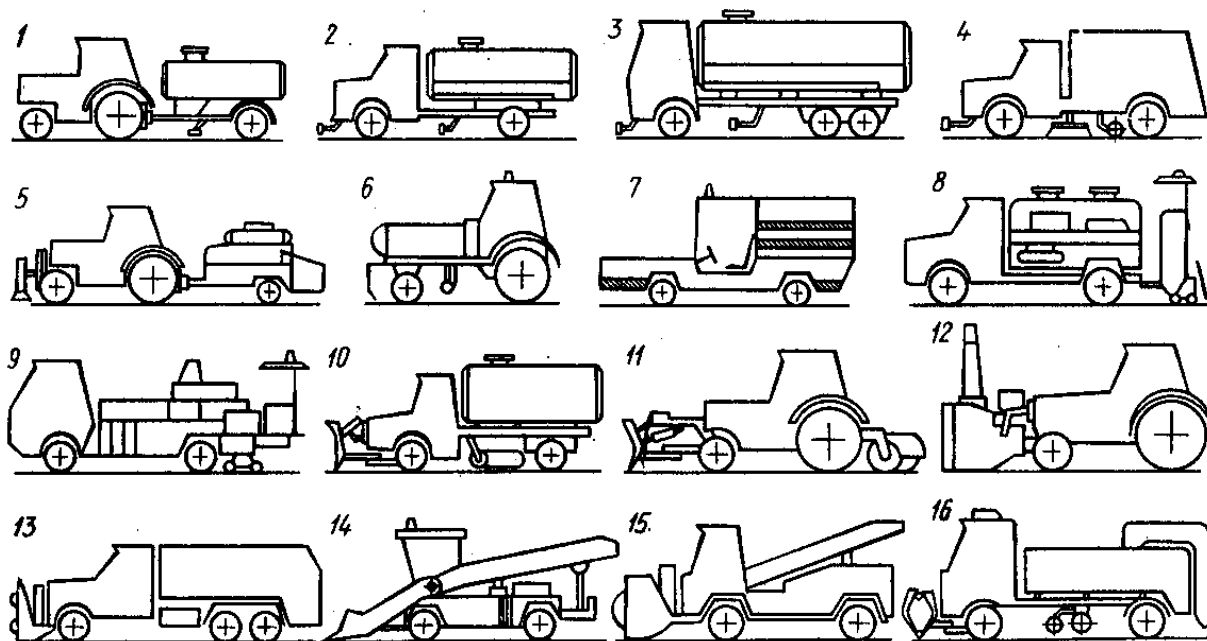


Рис. 11.1. Машины для содержания покрытий:

1 – прицепная поливочно-моечная; 2 – поливочно-моечная на базе грузового автомобиля; 3 – поливочно-моечная на базе трехосного автомобиля; 4 – подметально-уборочная на базе грузового автомобиля; 5 – подметально-уборочная на базе колесного трактора; 6 – маркировочная на самоходном шасси; 7 – маркировочная на автомобильном шасси; 8 – маркировочная для нанесения разметки лакокрасочными материалами; 9 – маркировочная для нанесения разметки термопластичными материалами; 10 – плужный снегоочиститель на базе поливочной машины; 11 – плужный снегоочиститель на базе колесного трактора; 12 – фрезерно-роторный снегоочиститель на базе колесного трактора; 13 – шнекороторный снегоочиститель на базе трехосного автомобиля; 14 – скребковый (лаповый) снегопогрузчик; 15 – шнекофрезерный снегопогрузчик; 16 – аэродромная уборочная машина

### 11.1.2. Поливочно-моечные машины

**Поливочно-моечные машины** предназначены для увлажнения и мойки твердых покрытий всех типов, а также для полива зеленых насаждений. Они бывают самоходные, на автомобильном или тракторном колесном шасси, полуприцепные и прицепные. Наибольшее распространение при организации работ по содержанию покрытий получили самоходные машины.

**Самоходные поливочно-моечные машины** (рис. 11.2) монтируются на базе двух- и трехосных грузовых автомобилей.

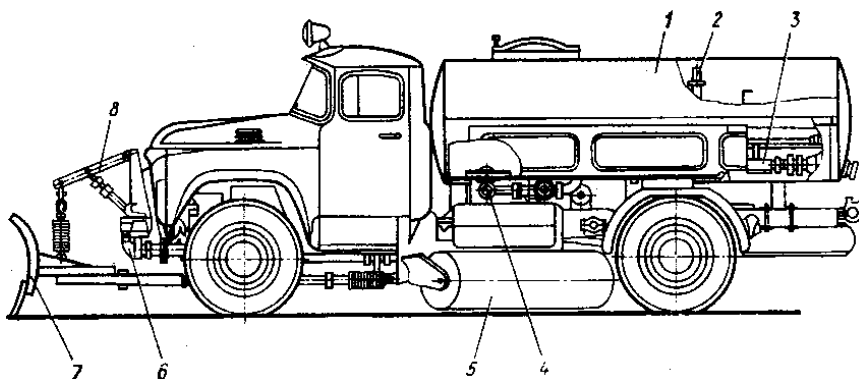


Рис. 11.2. Поливочно-моечная машина:

- 1 – цистерна; 2 – контрольная труба; 3 – трубопровод; 4 – распределительная насадка; 5 – цилиндрическая щетка; 6 – крепление навесного подъемного устройства; 7 – отвал; 8 – навесное устройство

Оборудование поливочно-моечной машины состоит из цистерны 1 с системой всасывания и подачи воды к распределительным насадкам 4; трансмиссии, включающей коробку отбора мощности, конический редуктор и цепную передачу; гидравлической системы управления рабочими процессами; дополнительного снегоочистительного оборудования 8. Цистерна овальной формы сварена из листового проката. Сверху в передней ее части расположен люк, обеспечивающий доступ внутрь для ее очистки, обслуживания и ремонта. Внутри цистерны расположены контрольная трубка 2, трубопровод 3, фильтр и ряд других элементов системы подачи воды. Для гашения инерции воды при резком изменении скорости



движения машины в цистерне установлены специальные волнорезы. Она наполняется из водопроводной сети через заливную трубу, расположенную с правой стороны машины.

Поливальное оборудование поливочно-моечной машины работает следующим образом (рис. 11.3).

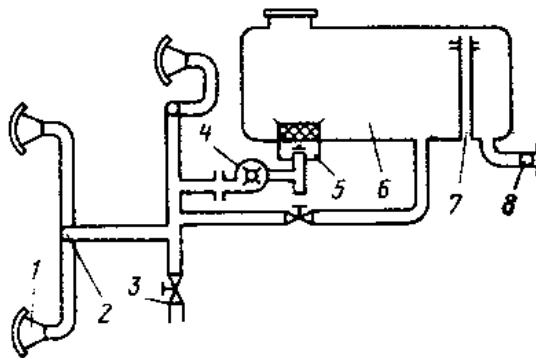


Рис. 11.3. Схема поливальной системы поливочно-моечной машины:

- 1 – моечный насадок; 2 – трехходовой кран; 3 – вентиль; 4 – насос; 5 – фильтр;  
6 – цистерна; 7 – контрольная труба; 8 – заливной патрубок

Вода из водопроводной сети через заливной патрубок 8 заполняет цистерну 6. Для предупреждения переполнения цистерны служит контрольная труба 7. При проведении поливочно-моечных работ вода из цистерны через фильтр 5 и центральный клапан с помощью насоса 4, приводимого в действие от вала отбора мощности двигателя базовой машины, подается по напорному трубопроводу и моечным насадкам 1. Для отключения любого из передних насадков трубопровод снабжен трехходовым краном 2. Шарнирное крепление моечных насадков позволяет менять их положение при изменении вида работ. При использовании поливочно-моечной машины для тушения пожара все насадки отключаются, и вода по напорному трубопроводу подается через вентиль 3 к подсоединяемому пожарному рукаву. В цистерне установлен фильтр, представляющий собой металлический каркас цилиндрической формы, обтянутый двумя слоями сетки.

*Дополнительное снегоочистительное оборудование* машины состоит из одноотвального снежного плуга и цилиндрической щетки 5 (см. рис. 11.2). Снежный плуг представляет собой закрепленный с помощью толкающей рамы на лонжеронах автомобиля сталь-

ной отвал 7, к нижней части которого прикреплен резиновый лемех. Конструкцией крепления плуга предусмотрена возможность его установки под углом 35...40° к оси дороги, что позволяет при движении машины непрерывно сдвигать снег в любую сторону. Щетка цилиндрической формы, служащая для удаления с покрытия слежавшегося снега, представляет собой металлическую трубу с укрепленным на ней проволочным или синтетическим ворсом. Привод щетки осуществляется от коробки отбора мощности через конический редуктор и цепную передачу. Изменение положения насадков, а также установка снегоочистительного оборудования в рабочее или транспортное положение осуществляется с помощью гидросистемы.

Часовая эксплуатационная производительность поливочно-моечной машины при выполнении основных видов работ (в м<sup>2</sup>/ч)

$$I_y = 60 V_o E_a / (O_o q),$$

где  $V_u$  – вместимость цистерны, м<sup>3</sup>;

$K_g$  – коэффициент использования машины по времени;

$T_u$  – продолжительность рабочего цикла, равная времени розлива воды из цистерны, мин;

$q$  – удельный расход воды, л/м<sup>2</sup>, при мойке  $q = 1$  л/м<sup>2</sup>, при увлажнении  $q = 0,25$  л/м<sup>2</sup>.

### 11.1.3. Подметально-уборочные машины

**Подметально-уборочные машины** предназначены для очистки твердых покрытий от грязи, мелкого мусора и пыли. Они классифицируются по принципу действия и способам обеспыливания и транспортирования смета в бункер машины. По принципу действия различают **щеточные**, **вакуумно-уборочные (пылесосы)** и **комбинированные (щеточно-вакуумно-пневматические)** подметально-уборочные машины. По способу обеспыливания эти машины делят на две группы: **с сухим** и **с мокрым обеспыливанием**. По способу транспортирования смета в бункер различают подметально-уборочные машины **с механическим** и **пневматическим транспортированием смета**.

Наибольшее распространение получили машины щеточного и комбинированного типов. При обслуживании аэродромов применяются также вакуумно-уборочные машины-пылесосы. При работе щеточных подметально-уборочных машин грязь и мелкий мусор с покрытия удаляются механическим способом с помощью цилиндрических и лотковых щеток. Вакуумно-уборочные машины удаляют пыль путем всасывания ее в бункер с помощью специального вакуумно-пневматического устройства. Конструкцией комбинированных машин предусмотрено одновременное использование щеточного и вакуумно-пневматического способов.

Подметально-уборочные машины различаются также по способу обеспыливания процессов подметания и подачи смета в бункер. При *сухом обеспыливании* пыль из зоны действия щеток отсасывается вакуумно-пневматическим устройством. *Мокрое обеспыливание* производится при увлажнении покрытия из специальных форсунок, разбрызгивающих воду в рабочей зоне. Смет – пыль, грязь и мелкий мусор, удаляемые с покрытия щетками, – транспортируется в бункер машины механическим конвейером или пневматическим транспортом.

Подметально-уборочные машины (рис. 11.4) обычно монтируются на автомобильном шасси.

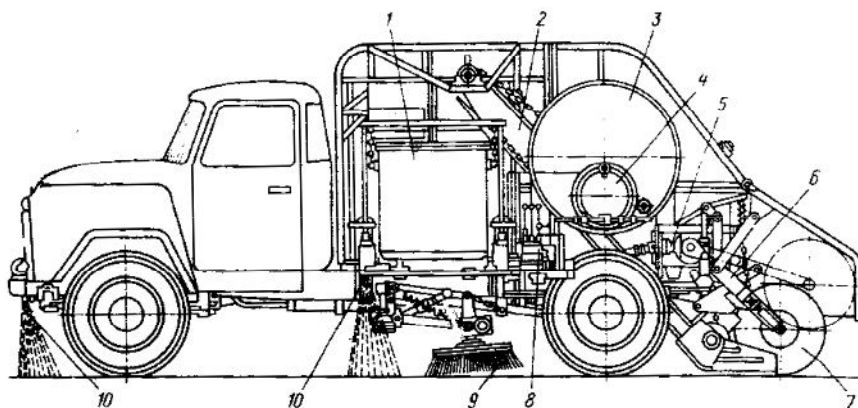


Рис. 11.4. Подметально-уборочная машина:

- 1 – бункер; 2 – скребковый конвейер; 3 – бак для воды; 4 – бак гидропривода;  
5 – механический привод; 6 – рама цилиндрической щетки; 7 – цилиндрическая щетка; 8 – гидрораспределитель гидравлической системы управления рабочими органами; 9 – торцовая лотковая щетка; 10 – форсунка

**Специальное оборудование подметально-уборочной машины щеточного типа с мокрым обеспыливанием и механическим транспортированием смета в бункер** состоит из горизонтальной цилиндрической 7 и торцевой лотковой 9 щеток, разбрызгивающих форсунок 10, скребкового конвейера 2 со шнековым механизмом погрузки, бункера 1 для сбора смета объемом 0,8...1,6 м<sup>3</sup>, бака 3 для воды объемом 0,8...1,0 м<sup>3</sup>, гидравлической системы управления рабочими органами и механического привода 5. Две торцевые лотковые щетки, расположенные по бокам машины за кабиной водителя, служат для отделения от поверхности покрытия уплотненной грязи и увлажненной форсунками пыли. Цилиндрическая щетка, устанавливаемая позади машины, направляет смет к расположенному параллельно ей горизонтальному шнековому питателю, перемещающему и подающему его на наклонный скребковый конвейер, с которого смет поступает в приемный бункер, представляющий собой два металлических контейнера. После заполнения контейнеры разгружаются или заменяются порожними.

Система мокрого обеспыливания состоит из двух сообщающихся баков для воды, насоса, трубопровода и четырех разбрызгивающих воду форсунок. Вода из баков подается по трубопроводу к форсункам и увлажняет пыль перед машиной и в зоне действия лотковых щеток. Гидравлическая система управления рабочими органами служит для подъема и опускания щеток, выгрузки контейнеров, а также для вращения лотковых щеток. В состав элементов гидравлической системы входят два гидронасоса, два бака 4 с рабочей жидкостью (индустриальным маслом), гидрораспределители, трубопровод и гидроцилиндры. Изменение положения щеток осуществляется водителем из кабины, а загрузка и выгрузка контейнеров – с помощью рычагов, расположенных в кузовной части. Привод 5 цилиндрической щетки, скребкового конвейера и шнекового питателя, гидравлического и водяного насосов осуществляется от двигателя автомобиля с помощью механической передачи, состоящей из коробки отбора мощности, предохранительной муфты, раздаточного и конического зубчатых редукторов. Раму 6 цилиндрической щетки в транспортном положении поднимают гидроцилиндром.

**Подметально-уборочные машины с вакуумно-пневматической системой обеспыливания и транспортирования смета**, иначе называемые **вакуумно-уборочными**, обеспечивают более высокое

качество обеспыливания покрытий и применяются на дорогах и на аэродромах. Оборудование этих машин состоит из щеточного устройства, системы увлажнения, системы пневматического транспортирования смета, привода рабочего оборудования и гидросистемы (рис. 11.5).

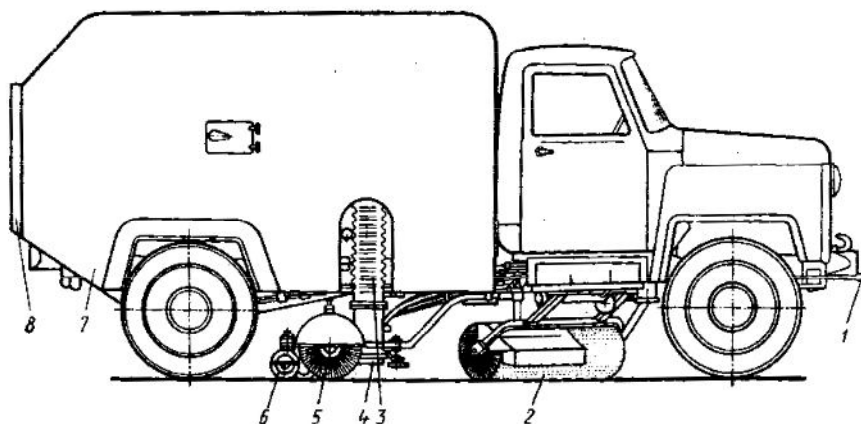


Рис. 11.5. Вакуумно-уборочная машина:

- 1 – разбрызгивающая форсунка; 2 – цилиндрическая щетка; 3 – всасывающий рукав;  
 4 – заборное сопло; 5 – лотковая щетка; 6 – опорное устройство; 7 – кузов;  
 8 – задняя крышка

Передняя из двух цилиндрических горизонтальных щеток установлена под кабиной водителя под углом  $50...60^\circ$  к оси машины. С помощью этой щетки смет при движении машины сдвигается в зону действия лотковой цилиндрической щетки, перед которой установлено заборное сопло вакуумно-пневматической системы. Смет, отделяемый с покрытия лотковой щеткой, всасывается через заборное сопло и по гофрированному резиновому рукаву поступает в бункер. Всасывание смета происходит вследствие разрежения, создаваемого в бункере вентилятором (рис. 11.6).

Для очистки воздуха от взвешенного в нем смета служат отбойный лист и металлическая сетка. Взвесь смета в воздухе поступает в бункер в виде вихревого потока и отражается от днища бункера в сторону выхлопного патрубка. Отбойный лист установлен для от-

деления наиболее крупных частиц смета. Окончательная очистка воздуха происходит через металлические сетки, расположенные на входе в вентилятор, из которого обеспыленный воздух через выхлопной патрубок поступает в атмосферу.

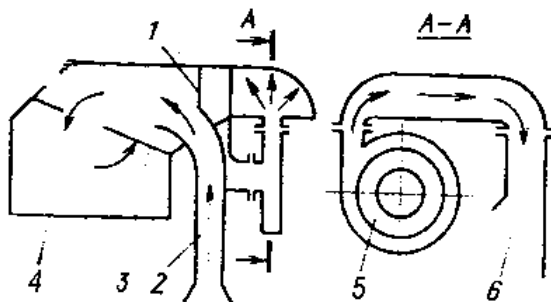


Рис. 11.6. Пневматическая схема вакуумно-уборочной машины:  
1 – сетка; 2 – всасывающий рукав; 3 – отбойный лист; 4 – бункер;  
5 – вентилятор; 6 – выхлопной патрубок

Для повышения эффективности процесса обеспыливания смет увлажняется. Для этого под буфером машины установлены форсунки, разбрызгивающие воду и увлажняющие полосу покрытия. В зоне действия лотковой щетки и в заборном сопле смет дополнительно увлажняется. Система увлажнения вакуумно-уборочной машины состоит из бака для воды, насоса, трубопровода и разбрызгивающих форсунок. Вода из бака под давлением подается по трубопроводу к форсункам и увлажняет пыль. Привод рабочего оборудования вакуумно-уборочной машины осуществляется от двигателя базового автомобиля с помощью механической передачи. Крутящий момент от вала двигателя через раздаточную коробку (зубчатый редуктор) передается щеткам. Вентилятор, водяной и масляный насосы также приводятся в действие от основного двигателя автомобиля через коробку отбора мощности. Гидросистема машины служит для подъема и опускания щеток, а также для разгрузки бункера.

Малогобаритная подметально-уборочная машина SK-120 фирмы «Шмидт» представлена на рис. 11.7.



Рис. 11.7. Подметально-уборочная машина SK-120

Для мойки дорожных знаков и барьерного ограждения используют специальное оборудование, навешиваемое на манипулятор, устанавливаемый на навесной системе или на прицепе базовой машины (рис. 11.8).

Эксплуатационная часовая производительность подметально-уборочной машины (в м<sup>2</sup>/ч)

$$I_o = 60 (B - b)vE_a,$$

где  $B$  – ширина полосы захвата, м,  $B = 2,0 \dots 2,8$  м;

$b$  – ширина перекрытия полос при смежных проходах, м;

$v$  – рабочая скорость движения машины, м/мин,  $v = 83,3 \dots 383,3$  м/мин;

$K_g$  – коэффициент использования машины по времени.

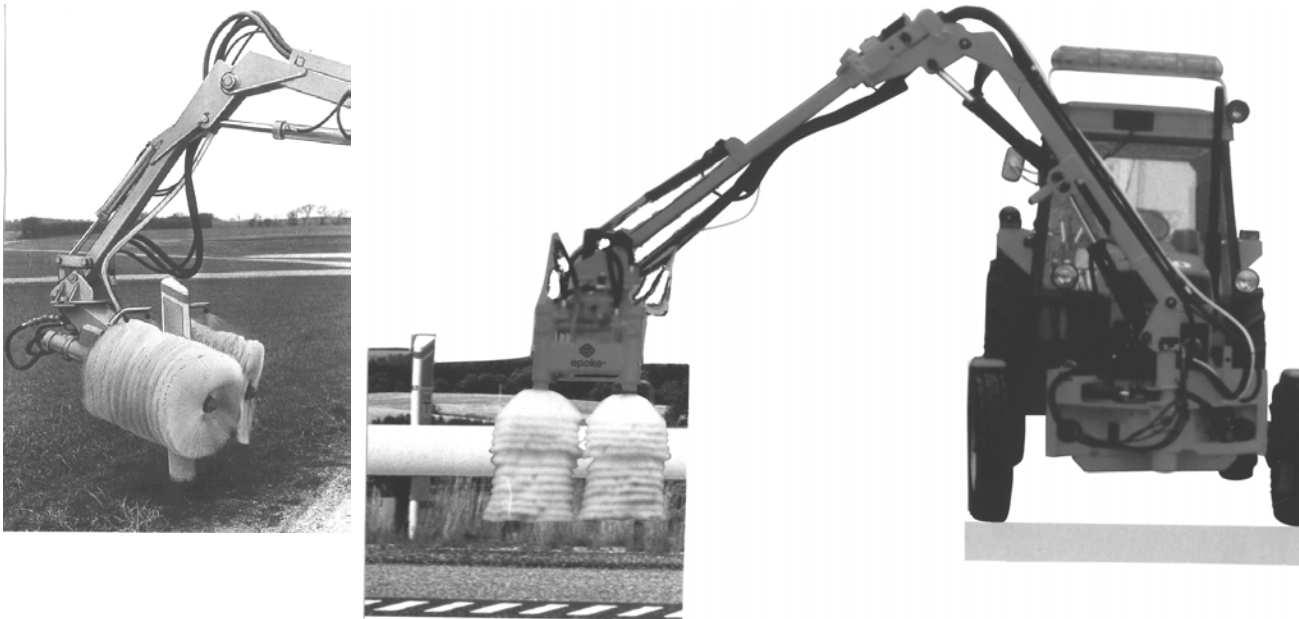


Рис. 11.8. Оборудование для мойки дорожных знаков, барьерных ограждений, боковых дорожных столбиков, тоннелей



#### 11.1.4. Маркировочные машины

*Машины для маркировки покрытий и обстановки (маркировочные машины)* предназначены для нанесения линий разметки дорожных и аэродромных покрытий, а также для окраски элементов обстановки. Их применяют для разметки предварительно очищенных, сухих асфальто- и цементобетонных покрытий при температуре воздуха от 5 до 40 °С.

По типу разметочных материалов и способу нанесения разметки наиболее распространены машины, работающие на лакокрасочных и термопластичных материалах. Основной принцип действия таких машин (рис. 11.9 а) заключается в распылении красящего материала форсункой (краскораспылителем) под действием сжатого воздуха.

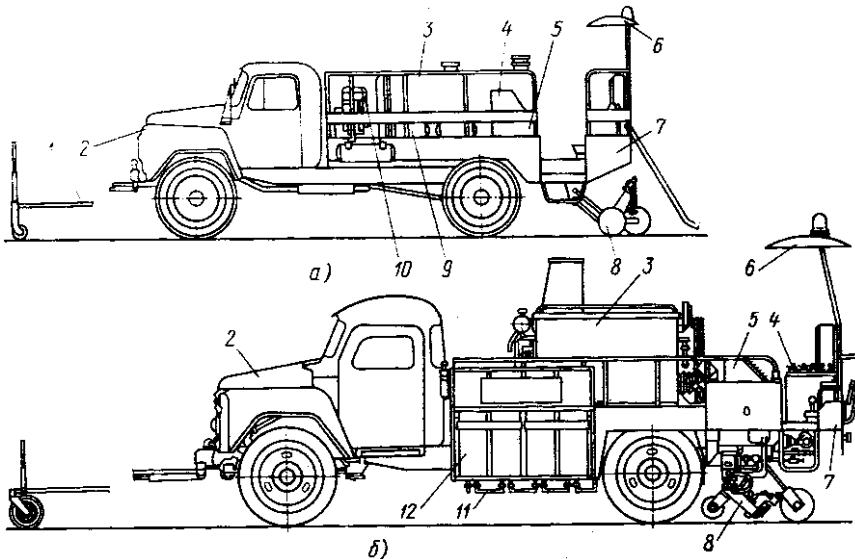


Рис. 11.9. Машины для нанесения разметки:

- а – лакокрасочными составами; б – термопластичной массой; 1 – визирное устройство; 2 – базовый автомобиль; 3 – резервуар для разметочного материала; 4 – пульт управления; 5 – программный блок; 6 – тент; 7 – платформа; 8 – рабочий орган; 9 – ресивер; 10 – компрессор; 11 – система теплоносителя; 12 – ящик с газовыми баллонами

Сжатый воздух подается компрессором в ресивер, из которого поступает в бак для краски, в бак для растворителя, к форсунке, а также к выносному пистолету-краскораспределителю.

Машины для нанесения разметки термопластичной массой (рис. 11.9 б) работают следующим образом. Материал для нанесения разметочных линий разогревается в специальных котлах до температуры текучести и самотеком поступает к рабочему органу – маркеру, расположенному под платформой машины с левой стороны, предназначенному для нанесения термопластика на покрытия. Он представляет собой небольшую емкость с заслонкой, открываемой гидроцилиндром. Для обеспечения установленной температуры термопластика в полых стенках маркера циркулирует промышленное масло, разогретое в котлах газовой системой подогрева.

Для ориентирования маркировочной машины при движении ее по заранее размеченной линии служит устанавливаемое на бампере автомобиля визирное устройство, состоящее из двух телескопических штанг, опорного колеса и визира. Телескопическое соединение штанг позволяет устанавливать опорное колесо с визиром в любой точке, удобной для водителя. В транспортном положении визирное устройство поднимают и закрепляют на бампере. Обслуживающий персонал самоходных маркировочных машин состоит из двух человек – водителя и оператора.

Процесс разметки осуществляется автоматически. Подъем рабочего оборудования в транспортное и опускание в рабочее положение происходит с помощью гидро- или пневмоцилиндра, укрепленного на раме автомобиля.

Производительность маркировочных машин определяется рабочей скоростью движения автомобиля при нанесении разметочных линий (0,556...6,944 м/с).

## **11.2. Машины для зимнего содержания покрытий**

### **11.2.1. Снегоочистители**

Машины, применяемые при зимнем содержании покрытий дорог и аэродромов, – снегоочистители – предназначены для удаления свежеснежавшего и уплотненного снега. Специальное оборудование снегоочистителей монтируют на базе автомобилей или колесных тракторов, а также на специальных шасси.

Снегоочистители в зависимости от типа рабочего органа бывают плужные – с пассивным и роторные – с активным рабочим органом (рис. 11.10).

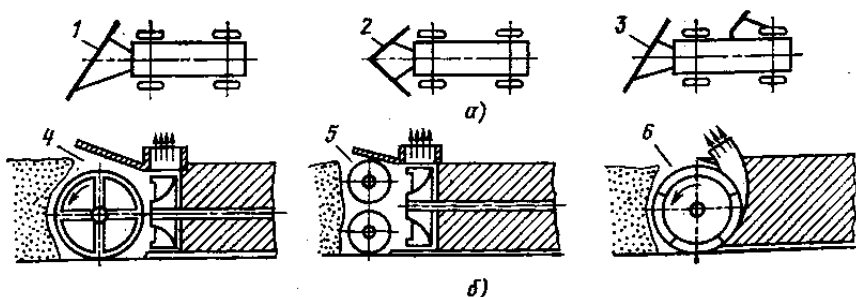


Рис. 11.10. Схемы снегоочистителей:

а – с пассивным рабочим органом; б – с активным рабочим органом; 1 – одноотвальный; 2 – двухотвальный; 3 – одноотвальный с боковым крылом; 4 – фрезернороторный; 5 – шнекороторный; 6 – комбинированный

**Плужные снегоочистители** используют при расчистке покрытия от свежесвыпавшего или малоуплотненного снега при толщине снежного покрова до 0,3 м и плотности до  $0,35 \text{ г/см}^3$ . По типу рабочего органа различаются **одноотвальные** и **двухотвальные** плужные снегоочистители. Специальное оборудование плужного снегоочистителя состоит из одно- или двухотвального рабочего органа, рамы, опорного устройства и механизма подъема и опускания плуга. Рабочий орган плужного снегоочистителя представляет собой отвальную поверхность, выполненную из стального листа, с ножами-лемехами, укрепленными в нижней части. Рабочий орган навешивается на раму, укрепляемую на бампере базовой машины. Рама одноотвального снегоочистителя обеспечивает возможность поворота рабочего органа на угол  $35...40^\circ$  к оси машины.

У некоторых моделей плужных снегоочистителей рабочий орган во время работы опирается на ролики (или лыжи) опорного устройства (рис. 11.11), регулируемые по высоте и обеспечивающие необходимый зазор между ножом плуга и покрытием.

**Роторные снегоочистители** предназначены для расчистки твердых покрытий от больших масс уплотненного снега и удаления снежных валов с погрузкой снега в транспортные средства. В отличие от плужных роторные снегоочистители имеют активный рабочий орган, с помощью которого вырезают снег из общего массива и отбрасывают его в сторону на большое расстояние. Высота слоя снега, убираемого роторным снегоочистителем, составляет  $1,3...1,5$  м при плотности снега до  $0,5 \text{ г/см}^3$ . В зависимости от конструкции

рабочего органа различают шнекороторные и фрезерно-роторные снегоочистители.

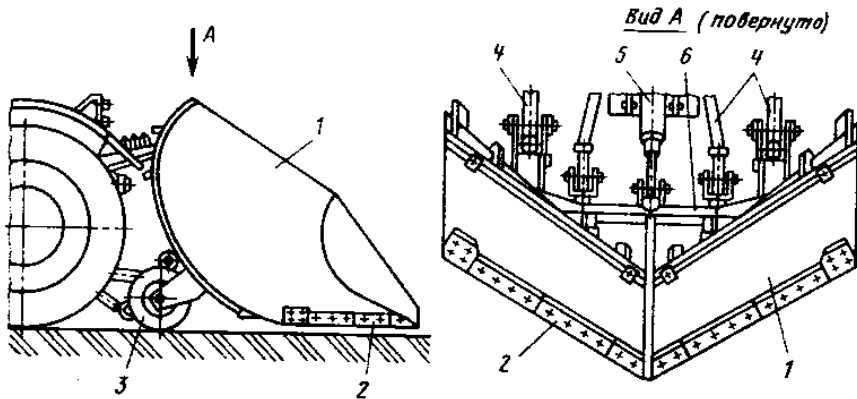


Рис. 11.11. Рабочий орган плужного двухотвального снегоочистителя:  
 1 – отвальная поверхность; 2 – нож; 3 – опорный ролик; 4 – элементы подвески;  
 5 – гидроцилиндр подъема рабочего органа; 6 – рама

Специальное оборудование *шнекороторного снегоочистителя* состоит из рабочего органа, его привода, механизма подъема и опускания рабочего органа, опорного устройства (рис. 11.12), смонтированного на шасси автомобиля.

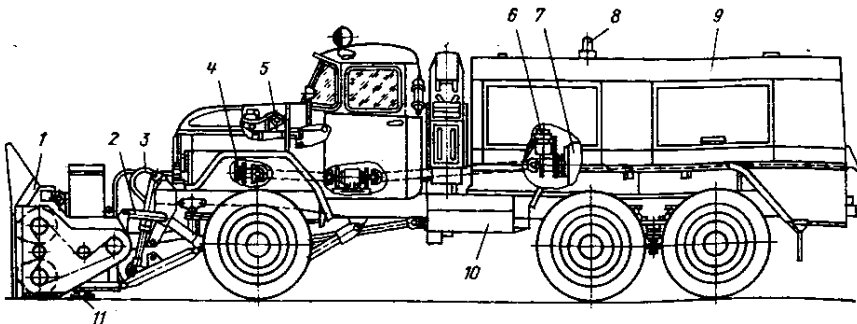


Рис. 11.12. Шнекороторный снегоочиститель Амкодор-9531 (ДЗ-226):  
 1 – рабочий орган; 2 – подвеска рабочего органа; 3 – гидросистема; 4 – привод рабочего органа; 5 – система обогрева кабины; 6 – система пневмотормозов; 7 – силовая установка; 8 – светосигнальный фонарь; 9 – капот; 10 – аккумуляторы; 11 – опорное устройство

Технические характеристики шнекороторного снегоочистителя  
Амкодор-9531:

Тип снегоочистителя –	шнекороторный
Тип и марка шасси –	автомобильное шасси высокой проходимости Урал-4320
Производительность техническая, т/ч –	1500
Максимальная ширина полосы, очищаемой за один проход, мм –	2810
Максимальная толщина снега, очищаемого за один проход, мм –	1600
Максимальная дальность отброса основной массы снега, м –	30
Максимальная дальность отброса отдельных кусков снега, м –	50
Максимальная плотность убираемого снега, т/м <sup>3</sup> –	0,7
Скорости передвижения, км/ч:	
при включенном ходоуменьшителе –	0,334-6,74
при выключенном ходоуменьшителе –	2,5-52
Минимальный радиус поворота, замеряемый по боковым ножам рабочего органа, мм –	13500
Привод рабочего органа –	механический
Управление рабочим органом –	гидравлическое
Тип, марка и мощность двигателя для привода рабочего органа –	1Д12БМС1 мощностью 294 кВт (400 л.с.) при 1600 об/мин или ЯМЗ-240НМ2 мощностью 368 кВт (500 л.с.) при 2100 об/мин
Максимальная мощность, используемая на привод рабочего органа –	294 кВт (400 л.с.) при 1600 об/мин

### Габаритные размеры:

В транспортном положении, мм:

длина –	10050
ширина –	2810
высота (по средней фаре) –	3000
Дорожный просвет под рамой подвески –	275
Угол переднего свеса, град –	12
Угол заднего свеса, град –	15
Масса:	
конструктивная, кг –	14000
снаряженного снегоочистителя, кг –	15150

Известны конструкции шнекороторных снегоочистителей, агрегируемых с тракторами МТЗ. Снегоочиститель модели ШРДС-2,5 производства МОУП «Дорвектор» предназначен для очистки дорог от свежеснежавшего и слабо слежавшегося снега. Может использоваться для удаления снежных валов, образованных бульдозерами и плужными снегоочистителями.

### Технические характеристики ШРДС-2,5:

Тип снегоочистителя –	навесной
Базовое шасси –	МТЗ-80/82
Производительность, т/ч –	300
Дальность отбрасывания основной массы снега, м –	20
Максимальная плотность очищаемого снега, т/м <sup>3</sup> –	0,5
Ширина полосы, очищаемой за один проход, мм –	2500
Толщина очищаемого снега, мм –	800
Скорость, км/ч:	
транспортная –	40
рабочая –	1,89
Диаметр ротора, мм –	660
Частота вращения ротора, мин <sup>-1</sup> –	420
Количество шнеков, шт. –	2
Частота вращения шнеков, мин <sup>-1</sup> –	310

Тип привода рабочего органа –	гидравлический
Масса навесного снегоочистительного оборудования, кг –	1000

Специальное оборудование *фрезерно-роторного снегоочистителя* монтируется на специальном шасси (рис. 11.13) или на тракторе (рис. 11.14).



Рис. 11.13. Снегоочиститель фрезерно-роторный Амкодор-9511

#### Технические характеристики фрезерно-роторного снегоочистителя Амкодор-9511

Тип снегоочистителя –	фрезерно-роторный
Базовое шасси –	спецшасси
Производительность техническая, т/ч –	1500
Максимальная ширина полосы, очищаемой за один проход, мм –	2700
Максимальная толщина снега, очищаемого за один проход, мм –	1600
Максимальная дальность отброса основной массы снега, м –	25, 35
Максимальная плотность убираемого снега, т/м <sup>3</sup> –	0,6
Минимальный радиус поворота по наружной кромке рабочего органа, мм –	8000
Двигатель:	
тип –	ЯМЗ-238Д

мощность эксплуатационная, кВт (л.с.) –	224 (305) при 1750 об/мин
Трансмиссия привода хода: тип –	гидрообъемная, замкнутая, с регулируе- мыми гидронасосом и гидромотором
Коробка передач –	механическая
Количество передач –	2
Скорость передвижения, вперед/назад, км/ч:	
I передача –	0–15
II передача –	0–45
Ведущие мосты:	
передний –	ведущий, управляемый
задний –	ведущий, неуправ- ляемый
Шины –	14.00-20
Подвеска: тип –	зависимая на рессорах с телескопическими амортизаторами
Рулевое управление: тип –	управляемый передний мост с гидравлическим усилителем и объемным рулевым механизмом
Тормоза: рабочая тормозная система –	барабанного типа с отдельным пневма- тическим приводом по мостам
стояночная и аварийная тормозные системы –	тормозные механизмы заднего моста и пружин- ные энергоаккумулято- ры с пневматическим растормаживанием
Рабочий орган: Тип –	фрезерно-роторный



Диаметр ротора, мм –	1220
Число лопастей ротора –	5
Угол наклона выбросного патрубка ротора относительно горизонтальной оси, град:	
вправо –	40
влево –	10
Диаметр фрезы, мм –	1150
Число заходов спирали фрезы –	4
Привод рабочего органа –	механический
Управление рабочим органом –	гидравлическое
Габаритные размеры:	
в транспортном положении, мм:	
длина –	7000
ширина –	2700
высота (по кабине)	3100
Дорожный просвет –	300
Угол переднего свеса, град	14
Угол заднего свеса, град –	25
Масса:	
снаряженного снегоочистителя, кг –	13000



Рис. 11.14. Снегоочиститель фрезерно-роторный Амкодор-9211 (СНФ-200)

Технические характеристики снегоочистителя  
Амкодор-9211:

Тип снегоочистителя –	фрезерно-роторный
Базовое шасси –	МТЗ-82.1 «Беларус»
Мощность номинальная, кВт (л.с.) –	60 (81)
Производительность техническая без погрузочного желоба, т/ч –	200
Максимальная ширина полосы, очищаемой за один проход, мм –	2000
Максимальная толщина снега, очищаемого за один проход, мм –	1100
Максимальная дальность отброса основной массы снега, м –	20
Максимальная плотность убираемого снега, т/м <sup>3</sup> –	0,7
Максимальная высота погрузки погрузочным желобом, мм –	3000
Скорости передвижения, км/ч:	
рабочая:	
на I диапазоне гидроходоуменьшителя –	0...0,44
на I передаче шасси –	0,31...0,75
на II передаче шасси –	0,8...1,75
транспортная –	20
Минимальный радиус поворота, мм –	7250
Привод рабочего органа –	механический от заднего ВОМ шасси
Управление рабочим органом –	гидравлическое
Габаритные размеры:	
в транспортном положении, мм:	
длина –	5200
ширина –	2000
высота (по погрузочному желобу) –	3580
Масса эксплуатационная, кг –	5300

Рабочий орган фрезерно-роторного снегоочистителя представляет собой комбинацию питателя шнекового или фрезерного типа и ротора-метателя, устанавливаемых в общем корпусе. Корпус состо-

ит из лобового стального листа и полых боковин, в которых размещена цепная передача, приводящая в движение питатель. Для подрезания уплотненного снега по всему периметру корпуса установлены стальные ножи.

Питатель шнекового типа состоит из двух шнеков, расположенных параллельно в корпусе рабочего органа. Витки левой половины шнеков имеют правое направление, правой половины – левое для обеспечения перемещения снега при вращении шнеков к центру корпуса, где установлен ротор. Питатель фрезерного типа обычно состоит из двух фрез, закрепленных на одной горизонтальной оси. Фрезы обычно изготавливают трех- или четырехзаходными с углом подъема винтовой линии до  $30^\circ$ . Для улучшения режущей способности края фрезерной ленты снабжены насечками, что обеспечивает разрушение снежного покрова плотностью до  $0,7 \text{ г/см}^3$ .

Ротор рабочего органа снегоочистителя выполнен в виде диска с расположенными на нем лопастями или в виде ступицы с лопастями. Конструкция лопастей при вращении ротора обеспечивает подачу снега в расположенный в верхней части кожуха ротора патрубок, направляющий поток снега, выбрасываемого ротором, в нужную сторону. Поворот кожуха с патрубком осуществляется гидроцилиндром, укрепленным в задней части корпуса рабочего органа. Дальность отбрасывания снежной массы – до 30 м.

Привод рабочего органа роторного снегоочистителя может быть одно- или двухдвигательным. В снегоочистителях *с однодвигательным приводом* движение к рабочему органу передается от мощного дизеля, установленного на раме автомобиля, через коробку отбора мощности, карданную передачу, редуктор рабочего органа и цепную передачу. Дизель работает одновременно на ходовое и на рабочее оборудование. При *двухдвигательной схеме* привод ходовой части машины осуществляется от собственного автомобильного двигателя, а рабочего органа – от второго дизеля, установленного в кузове машины. Однако необходимо учитывать, что роторные снегоочистители (особенно двухдвигательные) весьма дороги в эксплуатации из-за большого расхода топлива, поэтому их целесообразно использовать только при больших объемах работ.

Объемная производительность снегоочистителей ( $\text{в м}^3/\text{ч}$ )

$$P_{\text{э}} = 60 V \nu H K_{\text{э}},$$

где  $B$  – ширина расчищаемой полосы,  $B = 2,81$  м;

$H$  – средняя высота убираемого вала или слоя снега, м,  $H = 1...1,5$  м;

$v$  – рабочая скорость движения, м/мин,  $v = 6,67...166,67$  м/мин;

$K_g$  – коэффициент использования машины по времени,  $K_g = 0,75...0,85$ .

При зимнем содержании аэродромных покрытий большое распространение получили *газоструйные снегоочистители с физико-термическим воздействием* на гололед и так называемые *ветровые машины* – самоходные агрегаты с авиационным турбореактивным двигателем, отработавшим летный ресурс (рис. 11.15).

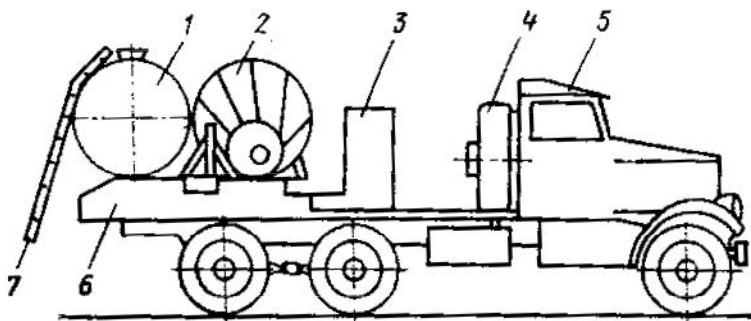


Рис. 11.15. Ветровая машина:

- 1 – резервуар для топлива; 2 – турбореактивный двигатель; 3 – конвейер автоматики пуска; 4 – запасное колесо; 5 – базовый автомобиль; 6 – монтажная рама; 7 – лестница

Авиационный турбореактивный двигатель используется в качестве генератора потока газа с высокой кинетической энергией. В зимнее время ветровые машины применяются при устойчивой отрицательной температуре (не ниже  $-7$  °С) для сдува сухого снега при небольшой интенсивности и продолжительности снегопада, без гололеда и снежно-ледяного наката. При толщине слоя снега до 3 см ветровые машины превосходят по производительности плужно-щеточные снегоочистители. При температуре воздуха выше  $-7$  °С применение ветровых машин для удаления снега нецелесообразно, так как высокотемпературная струя от авиационного турбореактивного двигателя, установленного на сравнительно большом расстоя-

нии от покрытия, оплавляет снег, в результате чего образуется так называемый «наведенный гололед». Ветровые машины могут быть использованы при летнем содержании аэродромных покрытий для удаления с них пыли и мелкого мусора.

*Специальные аэродромные уборочные машины* (рис. 11.16) – газоструйные снегоочистители – предназначены для удаления снега и гололеда с твердого покрытия путем термического и динамического воздействия на них газовой струи.

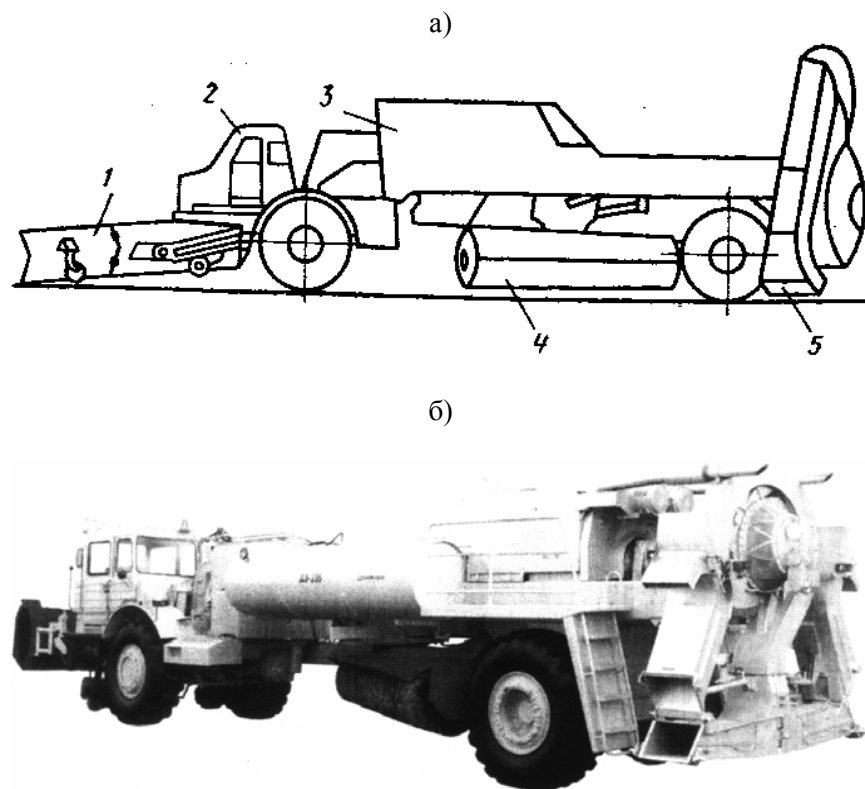


Рис. 11.16. Аэродромная уборочная машина Амкодор-9561 (ДЗ-235):  
а – схема; б – общий вид; 1 – трехсекционный отвал; 2 – базовое шасси;  
3 – турбореактивный двигатель; 4 – щетка; 5 – газопровод

Технические характеристики аэродромной уборочной машины  
Амкодор-9561 (ДЗ-235):

Производительность по первому проходу, га/ч: при очистке от сухого свежеснегавпавшего снега и мокрого снега высотой 1...4 см с использованием отвала, щеточного ротора и генератора воздушного потока –	до 16
при очистке от сухого свежеснегавпавшего снега высотой 1 см с использованием съемного рабочего органа в ветровом режиме –	до 200
при удалении гололедных образований толщиной до 5 мм и просушке покрытий с использованием съемного рабочего органа в тепловом режиме –	до 1,5
Скорости, км/ч:	
транспортная –	44
рабочая:	
при использовании газоструйной установки: в тепловом режиме –	4
в ветровом режиме –	44
при использовании отвала, щетки и генератора воздушного потока –	25
Базовое шасси:	
модель –	тягач МоА3-6442
мощность двигателя, кВт (л.с.) –	165 (225)
Отвал снегоуборочный:	
ширина захвата, мм –	4520
ширина отвала в транспортном положении, мм –	3200
высота отвала, мм –	1250
Щеточный ротор:	
ширина захвата, мм –	4000
диаметр щетки, мм –	850–900
Генератор воздушного потока:	
Тип –	компрессор авиадвигателя ВК-1А
Двигатель для привода генератора воздушного потока и щеточного ротора –	1Д12БМС1
Мощность, кВт (л.с.) –	294 (400)

Съемный рабочий орган:

тип – газоструйная  
установка  
с авиадвигате-  
лем Д-30

Габаритные размеры:

длина, мм – 15520

ширина, мм – 3200

высота, мм – 3550

Масса конструктивная:

без съемного рабочего органа, кг – 27800

со съемным рабочим органом – 31900

**Оборудование газоструйных снегоочистителей** состоит из отвала, цилиндрической щетки, привода щетки, авиационного турбореактивного двигателя, газопровода, гидросистемы и прочего вспомогательного оборудования, обеспечивающего работу основных агрегатов. В качестве базового шасси этих машин используются одноосные колесные тягачи МоАЗ-6442 и др. Снежный плуг аэродромных уборочных машин имеет трехсекционный отвал, на средней части которого шарнирно закреплены две боковые секции, в транспортном положении накладывающиеся на среднюю. Цилиндрическая щетка с механическим приводом и гидросистемой управления по своему устройству тоже не отличается от соответствующих элементов подметально-уборочных машин.

Поток газа из двигателя поступает в газопровод, имеющий в верхней части колено с переходником, соединяющим его с выхлопным патрубком двигателя. В нижней части газопровод оканчивается тремя соплами.

Для получения максимальной эффективности очистки покрытия угол наклона сопла к горизонтальной плоскости  $\alpha_2$  устанавливают в  $15^\circ$ . Высоту сопла над покрытием регулируют путем изменения положения трубопровода с помощью гидросистемы. Скорость истечения газа из сопла – около 460 м/с, температура газовой струи – до  $400^\circ\text{C}$ , расход топлива (керосина) – 500...700 кг/ч.

При работе машины на уплотненный снег и гололед воздействуют последовательно отвал, щетка и газовая струя. Отвал снимает с покрытия основную массу снега перед машиной, щетка очищает покрытие от налипшего снега (или пыли), а струя воздуха сдувает оставшийся снег (пыль), плавит лед и подсушивает покрытие. Про-

изводительность газового потока составляет до 20 кг/с при скорости движения машины до 44 км/ч.

Для современных снегоочистителей техническая производительность составляет 20...80 тыс. м<sup>2</sup>/ч.

### 11.2.2. Снегопогрузчики

**Снегопогрузчики** применяются при зимнем содержании дорог и аэродромов. Они предназначены для погрузки снега из валов и куч в транспортные средства, для укладки снега в отвал.

Снегопогрузчик (рис. 11.17) – самоходная машина непрерывного действия, рабочее оборудование которой смонтировано на базе специального или автомобильного шасси.

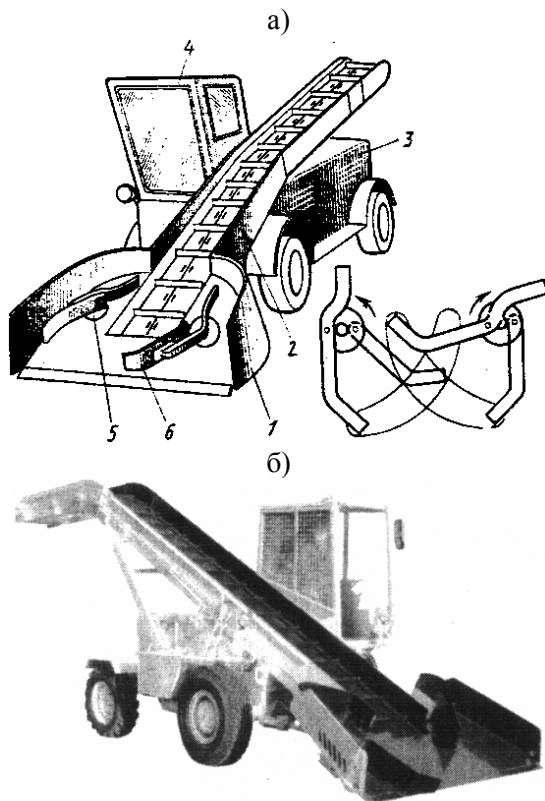


Рис. 11.17. Снегопогрузчик Амкодор-37 (МПУ-1) с лаповым питателем:  
а – схема; б – общий вид: 1 – лаповый питатель; 2 – скребковый конвейер;  
3 – силовая установка; 4 – кабина; 5 – диск питателя; 6 – лапа



## Технические характеристики снегопогрузчика Амкодор-37:

Производительность техническая, м <sup>3</sup> /ч –	300
Максимальная высота транспортного средства, используемого в технологической цепи, мм –	3060
Масса эксплуатационная, кг –	5500
Рабочие органы:	
Транспортер	
тип –	скребковый
ширина, мм –	780
скорость скребковой цепи, м/с –	1,55
привод –	гидрообъемный
Лаповый питатель:	
ширина захвата, мм –	2500
частота колебаний лап, мин <sup>-1</sup> –	53–56,5
привод –	гидрообъемный
Шнековый питатель:	
ширина захвата, мм –	2810
диаметр шнека, мм –	550
привод –	гидрообъемный
Двигатель:	
модель –	Д-243
мощность эксплуатационная, кВт (л.с.) –	57,4 (78) при 2200 об/мин
Трансмиссия:	
тип –	гидрообъемная
скорости движения, км/ч:	
рабочая –	0–4
транспортная –	0–16
Мосты:	
передний –	ведущий неуправляемый
задний –	ведущий управляемый
Тормоза:	
рабочая тормозная система –	барабанные тормозные механизмы в ступицах передних колес с пневматическим приводом

стояночная тормозная система –	тормозные механизмы переднего моста и пружинные энергоаккумуляторы с пневматическим растормаживанием
Шины:	
передние –	12.00–20
задние –	11.20–20
Рулевое управление:	
тип –	задний управляемый мост с гидравлическим приводом и гидравлической обратной связью
Габаритные размеры:	
в транспортном положении, мм:	
длина –	9700
ширина:	
лаповый питатель –	2750
шнековый питатель –	2935
высота (в рабочем положении транспортера) –	3660

Как и роторный снегоочиститель, снегопогрузчик – машина сезонного использования и в летнее время подлежит консервации. Специальное оборудование снегопогрузчика состоит из питателя и скребкового конвейера. В зависимости от конструкции рабочего органа различают снегопогрузчики *с лаповым* и *фрезерным питателями*, предназначенными для отделения снега от массива и подачи его к конвейеру.

Лаповый питатель представляет собой лопату овальной формы с двумя подгребающими лапами, установленными на его рабочей поверхности. На режущей кромке лопаты закреплены сменные ножи, служащие для разрушения уплотненного снега. Подгребающие лапы установлены эксцентрично на двух дисках, расположенных симметрично оси лопаты на ее рабочей поверхности. При вращении дисков лапы совершают круговое захватывающее движение, загребая снег с обеих сторон, и подают его в скребковый конвейер для погрузки в транспортное средство со скоростью 1...1,9 м/с.

Скребковый конвейер представляет собой роliko-втулочную цепь с закрепленными на ней металлическими скребками. Стрела конвейера длиной до 2,36 м шарнирно соединена с лопатой и на общей оси закреплена на кронштейне рамы шасси, что позволяет поднимать стрелу в зависимости от высоты кузова транспортного средства. Скорость цепи конвейера – 1...1,9 м/с.

Привод питателя и конвейера, подъем и опускание лопаты и стрелы производится с помощью гидросистемы.

Техническая производительность снегопогрузочных машин – 250...300 м<sup>3</sup>/ч.

### 11.2.3. Машины для борьбы с гололедом

*Машины для борьбы с гололедом* бывают с *механическим, физико-термическим и химическим способом воздействия на гололед*. При содержании дорожных покрытий применяются, в основном, ***распределители противогололедных материалов с химическим воздействием на гололед*** – песка и сухих хлоридов.

Специальное оборудование этих машин состоит из кузова для технологических материалов, скребкового конвейера, распределительного устройства, привода и гидросистемы. Распределители часто оснащаются дополнительным оборудованием – щеточным устройством и снежным плугом, конструкция которых аналогична оборудованию подметально-уборочных машин.

Рабочее оборудование распределителя монтируется на базе грузовых автомобилей (рис. 11.18).

На автомобиль устанавливается специальный кузов-бункер сварной конструкции объемом 2,2...3,0 м<sup>3</sup>. Боковые, передняя, а иногда – задняя стенки кузова расположены под углом для лучшего перемещения песка вниз к конвейеру и далее к распределительному устройству. В днище кузова расположен скребковый конвейер, служащий для подачи материала к распределительному устройству, установленному в задней части кузова. Задний борт машины имеет отверстие для выхода скребкового конвейера, с которого материал поступает в направляющую воронку, а из нее – в распределительное устройство, как правило, дискового типа. Диск вращается с частотой 1,7...8 об/мин, и под действием центробежных сил материал веером рассеивается по покрытию. Ширина полосы распределения материала составляет 4...8 м.

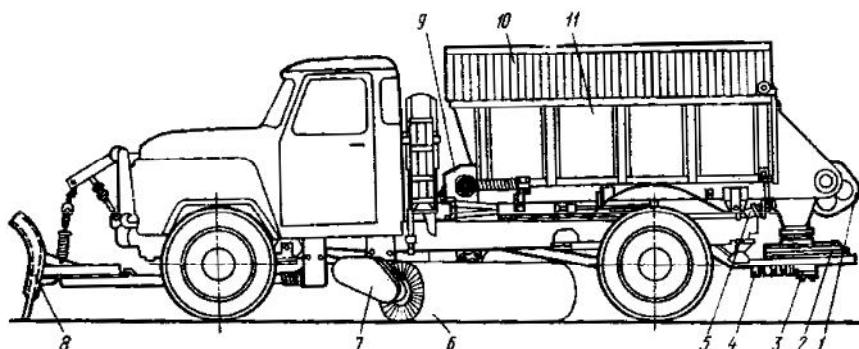


Рис. 11.18. Распределитель противогололедных материалов (пескоразбрасыватель):

- 1 – редуктор привода конвейера; 2 – разбрасывающий диск; 3 – редуктор диска;
- 4 – гидромотор привода диска; 5 – гидромотор привода конвейера; 6 – щетка;
- 7 – цепная передача; 8 – плуг; 9 – конвейер; 10 – решетка; 11 – кузов

Гидропривод рабочего оборудования обеспечивает возможность плавного бесступенчатого изменения скорости скребкового конвейера и частоты вращения распределительного диска, что позволяет устанавливать необходимую плотность распределения материалов ( $30...500 \text{ г/м}^2$ ) и ширину обработки покрытия без изменения скорости движения автомобиля.

В последнее время для борьбы с гололедом все более широкое применение находят жидкие противогололедные материалы, для распределения которых могут быть использованы поливочно-мочные машины или специальные распределители.

Средняя производительность машин для распределения противогололедных материалов составляет  $20...90 \text{ тыс. м}^2/\text{ч}$ . Промышленные предприятия регионов выпускают аналогичные машины.

**Пескосолеразбрасывающее оборудование ДМ-12 для зимнего содержания дорог**, устанавливаемое на самосвальный кузов к автомобилям МАЗ-509, МАЗ-509А (рис. 11.19), изготавливает Петрозаводский РМЗ.

Оно предназначено для посыпки песком автомобильных дорог при гололеде. Привод пескоразбрасывающего устройства осуществляется от раздаточной коробки (фланец привода лебедки) через карданный вал, вращение которого преобразуется в возвратно-поступательное движение штанг со скребками, подающих песок из кузова на дорогу.

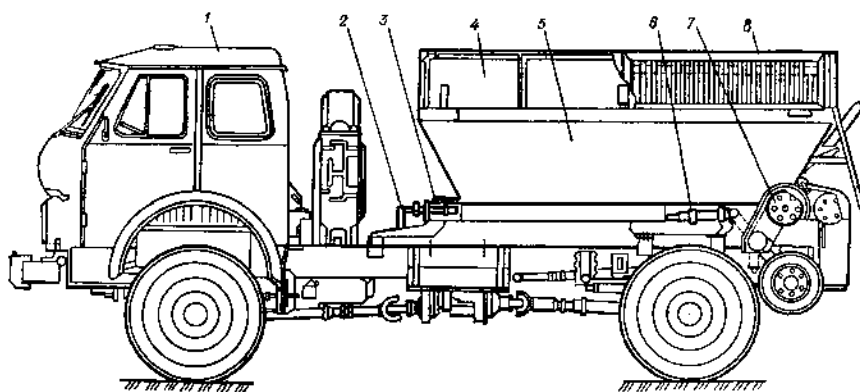


Рис. 11.19. Пескосолеразбрасыватель ДМ-12:

- 1 – автомобиль МАЗ-509А; 2 – газоподводящий металлорукав; 3 – транспортер;  
 4 – съемный борт; 5 – кузов; 6 – пневмосистема; 7 – привод транспортера;  
 8 – предохранительная решетка

Технические характеристики  
 пескосолеразбрасывающего оборудования ДМ-12:

Вместимость кузова, м <sup>3</sup> –	5
Расход песка на посыпку 1 км дороги, м <sup>3</sup> –	0,8–1
Производительность, км/ч –	до 20
Масса навесного пескосолеразбрасывающего оборудования, кг –	560

**Пескосолераспределители ОРС-04, ОРС-08 РУП «Дорстрой-индустрия»** предназначены для распределения противогололедных смесей (соль, песок и т.п.) по поверхности автомобильных дорог. Их конструкция позволяет использовать солевые растворы для борьбы с гололедом.

Таблица 11.1

Технические характеристики пескосолераспределителей

Базовая машина	ОРС-04 МАЗ-5551	ОРС-08 МАЗ-5516
1	2	3
Крупность фракций, мм	4–6	
Объем бункера, м <sup>3</sup>	4	8

1	2	3
Ширина распределения по обрабатываемой поверхности, м	2...13	
Плотность посыпки, г/м <sup>3</sup> : песчано-соляной смесью	60...240	
чистой солью	15...25	
Объем навесных баков, дм <sup>3</sup>	1200	1600
Норма распределения, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	0,005...0,04	
Тип привода рабочих органов	гидравлический	
Подверженность рабочих органов коррозии при условии соблюдения правил эксплуатации, лет	5	
Габаритные размеры, мм:		
длина	4600	5600
ширина	2010	
высота	1500	1700
Обслуживающий персонал, чел	1	

При строительстве и содержании зимних дорог, имеющих распространение в северных районах Европы, используется *машина для строительства и содержания зимних дорог ДМ-15* (рис. 11.20).

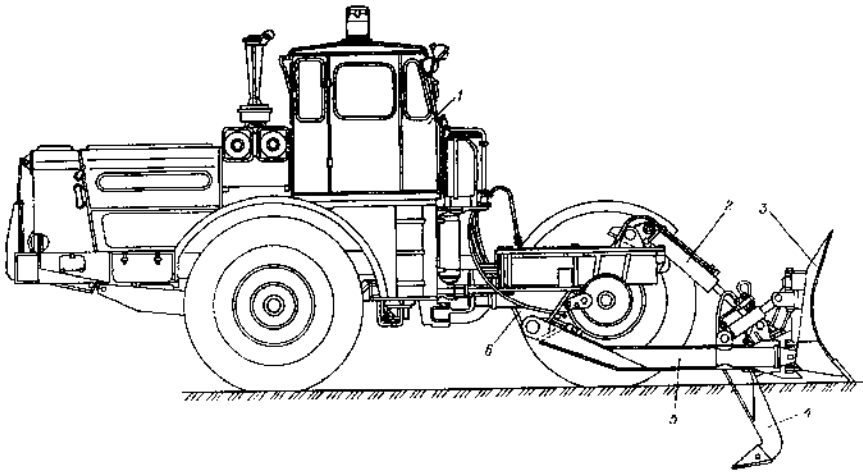


Рис. 11.20. Машина для строительства и содержания зимних дорог ДМ-15:  
1 – трактор; 2 – гидроцилиндр подъема рамы; 3 – отвал; 4 – рыхлительный зуб;  
5 – толкающая рама; 6 – кронштейн

Для удаления гололедной пленки и снежно-ледяного наката, образующихся на поверхности аэродромных покрытий, применяются так называемые *тепловые машины* (рис. 11.21).

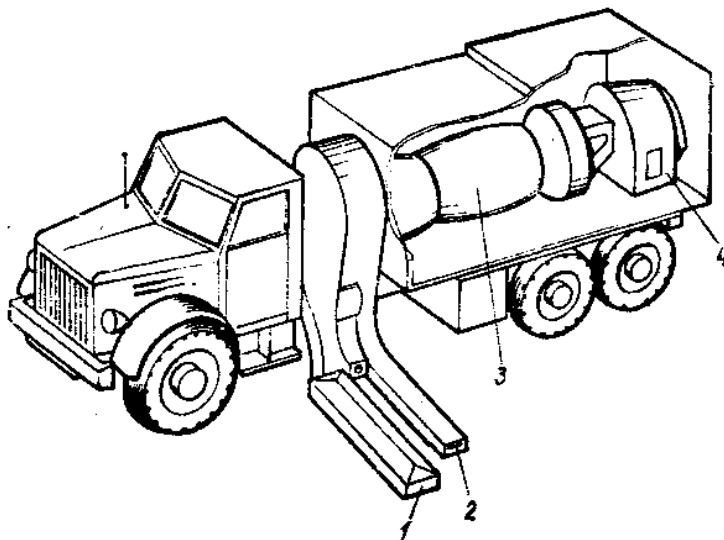


Рис. 11.21. Аэродромная льдоуборочная машина с инфракрасным излучением:  
1 – излучатель; 2 – сопло; 3 – турбореактивный двигатель; 4 – электрогенератор

Принцип работы таких машин заключается в воздействии на обледенелое покрытие с помощью высокотемпературного скоростного потока продуктов сгорания топливовоздушной смеси, поступающей из турбореактивного двигателя, установленного на специальной раме автомобиля.

Для повышения эффективности процесса удаления льда с покрытия на ряде тепловых машин устанавливаются дополнительные источники инфракрасного излучения. Лед прозрачен для инфракрасных лучей, поэтому инфракрасное излучение, генерируемое излучателем, свободно проходит через слой льда к граничной поверхности покрытия, которая, будучи непрозрачной, поглощает лучи и нагревается. Тепло от поверхности покрытия, в свою очередь, передается пограничному слою льда, что приводит к его подплавлению и уменьшению сил, связывающих лед с покрытием. Газовоздушная струя вследствие аэродинамического напора взламывает подтаявший лед и уносит его за пределы покрытия.

### 11.3. Машины для окашивания травы и удаления кустарника при содержании автомобильных дорог

В процессе эксплуатации автомобильных дорог возникает необходимость производить окашивание травы на обочинах и откосах земляного полотна, удалять древесно-кустарниковую растительность в пределах полосы отвода. Для выполнения этих работ обычно используются косилки, пилы и другие машины. По принципу работы, устройству рабочих органов и базовым машинам они весьма разнообразны.

**Косилка ЭД-107.2 «Росдормаш»** предназначена для окашивания травы по обочинам и кюветам автомобильных дорог с твердым покрытием при их содержании в весенне-летний и осенний период. Она представляет собой навесное оборудование на базе трактора и состоит из навески, стрелы в сборе, рабочего органа и его привода, рычага управления, предохранительного устройства, гидравлической системы.

Технические характеристики косилки ЭД-107.2:

Базовое шасси –	трактор МТЗ-80/82
Тип привода рабочего органа –	гидравлический
Тип рабочего органа –	роторный
Производительность (при скорости 4,3 км/ч), м <sup>2</sup> /ч –	не менее 5700
Максимальная высота окашиваемого травостоя, м –	1,0
Ширина захвата рабочего органа, мм –	1340
Частота вращения рабочего органа, мин <sup>-1</sup> –	не менее 2000
Максимальный вылет рабочего органа, м –	4,2
Масса, кг –	720 ± 25

**Косилки дорожные навесные КДД-3 и КДД-5А (МОУП «Дор-вектор»)** предназначены для окашивания травы на обочинах и откосах дорог (рис. 11.22) с углом уклона до 60 градусов относительно горизонта.



а)



б)



Рис. 11.22. Косилки КДД-3 (а) и КДД-5А (б) на базе трактора МТЗ

Косилки агрегируются с тракторами класса 0,9–1,4, оборудованными трехточечной задней навесной системой, имеющими ВОМ с частотой вращения 540 об/мин. Срезание стеблей осуществляется с помощью пластинчатых ножей, шарнирно закрепленных на парно вращающихся навстречу друг другу роторах, которые срезают траву по принципу бесподпорного среза, подхватывают ее и переносят из зоны резания над режущим брусом. Траектории движения ножей соседних роторов перекрываются, что обеспечивает качественный прокос. Благодаря повышенной частоте вращения роторов (3000 об/мин) рабочая скорость движения трактора увеличивается до 20 км/ч.

Таблица 11.2

Технические характеристики косилок КДД-3 и КДД-5А

Марка	КДД-3	КДД-5А
Тип	навесная правосторонняя	
Характеристика рабочих органов	3 диска	5 дисков
	с двумя скашивающими ножами	
Частота вращения рабочего органа, об/мин	3000	
Ширина захвата конструктивная, м	1,3	2
Расчетная производительность, га/ч	0,6...2,5	0,9...3,8
Потребляемая мощность, кВт	16...20	
Скорость движения рабочая, не более км/ч	20	
Скорость движения транспортная, не более км/ч	30	
Высота среза растений, мм	3...10	
Габаритные размеры в агрегате с трактором МТЗ, мм, не более:		
длина	5150	
ширина	2500	
высота	2200	2800
Частота вращения ВОМ трактора, об/мин	540	

**Косилка КДМ-3 (МОУП «Дорвектор»)** является сменным навесным оборудованием (рис. 11.23).



Рис. 11.23. Косилка КДМ-3 на манипуляторе МДС-1

Косилка предназначена для окашивания травы и мелкого кустарника диаметром до 5 мм на обочинах дорог, в кюветах и откосах. Ею можно окашивать горизонтальные участки обочин, откосы и насыпи, расположенные практически вертикально. Косилка устанавливается на манипулятор МДС, имеющий вылет стрелы порядка шести метров.

#### Технические характеристики:

Характеристика рабочих органов –	три ротора с двумя скашивающими ножами
Привод вращения рабочих органов –	гидромотор с приводом от гидросистемы трактора
Давление в гидросистеме, МПа –	200

Ширина захвата, м –	1,3
Частота вращения роторов, об/мин –	2000
Рабочая скорость, км/ч –	5...20
Масса, кг –	140
Габаритные размеры, мм:	
длина –	1520
ширина –	750
высота –	350

***РУП «Белдортехника» выпускает навесное оборудование НО-82 к трактору МТЗ 80/82 в виде косилки и кустореза, также широко используемое при содержании автомобильных дорог.***

***Пила ПДМ-4 (МОУП «Дорвектор») предназначена для обрезки нависающих над дорогой веток, сучьев деревьев, верхушек снегозащитных полос (елочек) вдоль дорог, кустарника и небольших деревьев, диаметром до 80 мм на обочинах, в кюветах и откосах (рис. 11.24). Монтируется на манипулятор МДС-1А.***



Рис. 11.24. Пила ПДМ-4 на манипуляторе МДС-1А

### Технические характеристики пилы ПДМ-4:

Тип –	навесной
Количество пил, шт. –	4
Диаметр пилы, мм –	560
Ширина захвата, мм –	2000
Частота вращения пил, об/мин –	2000
Привод –	гидравлический
Масса, кг –	250
Габаритные размеры, мм:	
длина –	2100
ширина –	640
высота –	700

**Косилка КДЦ-2 (МОУП «Дорвектор»)** (рис. 11.25) укомплектована сменными рабочими органами – цепями для окашивания травы, бурьяна и мелкого кустарника диаметром до 5 мм и ротор-пилами для обрезки кустарника и деревьев диаметром до 50 мм на обочинах дорог, насыпях и откосах. Она агрегируется с тракторами тягового класса 1,4 (МТЗ-80, МТЗ-82). Косилкой можно окашивать горизонтальные участки обочин, откосы с уклоном до 45° и насыпи, расположенные практически вертикально.



Рис. 11.25. Косилка КДЦ-2

## Технические характеристики косилки КДЦ-2:

Характеристика рабочих органов –	два ротора
Привод вращения рабочих органов –	гидромотор
Давление в гидросистеме, МПа, номинальное –	16
Рабочая скорость, км/ч –	2–4
Частота вращения роторов номинальная, об/мин –	1900
Масса, кг, не более –	380
Габаритные размеры в транспортном положении, мм, не более:	
длина –	2000
ширина –	1200
высота –	2200

## 12. МАШИНЫ ДЛЯ РЕМОНТА ПОКРЫТИЙ

### 12.1. Классификация и назначение машин, применяемых для ремонта покрытий

Под понятием *ремонт покрытий* подразумевают комплекс работ по неотложному и предупредительному устранению остаточных деформаций, исправлению мелких разрушений, восстановлению покрытия, улучшению эксплуатационных свойств всех его элементов и сооружений.

В области регулярного текущего ремонта покрытий автомобильных дорог во многих странах широко применяются:

1. Технология скоростного устройства поверхностной обработки с использованием битумных эмульсий, мелкого щебня узких фракций на базе комплексных агрегатов для одновременного нанесения вяжущего и щебня.

2. Технология ремонта (заполнения) трещин мастикой в покрытии с разделкой (формированием паза), очисткой и прогревом паза трещины перед заливкой.

3. Технология ямочного ремонта выбоин и мест выкрашивания, распределения и уплотнения смеси.

4. Технология срочного ямочного ремонта выбоин и мест выкрашивания покрытия методом пневмонабрызга битумной эмульсии и мелкого щебня.

В области объемного ремонта и усиления покрытий автомобильных дорог в последние годы получили применение:

1. Метод выравнивания старого покрытия перед его перекрытием с целью обновления и усиления с использованием холодных фрез.

2. Технология восстановления трещиноватых (растрескавшихся) дорожных одежд с переработкой их на полную глубину и обработкой полученного материала цементом и битумной эмульсией с использованием мощных фрез (ресайклеров).

3. Устройство тонких (1,5...2,5 см) слоев из мастичного асфальтобетона для выравнивания, восстановления поперечного профиля и повышения шероховатости поверхности покрытия.

4. Различные (холодные и горячие) методы использования старого асфальтобетона, удаленного с покрытия отбойными молотками (кускового) и фрезами (мелкокускового – фрезажа).

Машины и оборудование, предназначенные для выполнения всего комплекса работ, связанных с ремонтом покрытий автомобильных дорог и восстановлением асфальтобетонных покрытий, выполняют работы по разрушению покрытий, транспортированию и распределению битума, разогреву асфальтобетонных покрытий и их восстановлению, заделке трещин, ремонту швов, текущему и ямочному ремонту покрытий и др. С помощью машин для восстановления и ремонта асфальтобетонных покрытий выполняются операции по фрезерованию покрытия, удалению старого материала, созданию нового слоя поверхности покрытия.

Асфальтобетонные покрытия восстанавливают, в основном, двумя методами:

1. Полная замена старого материала покрытия новым с полным удалением старого материала. Метод предусматривает выполнение следующих операций:

- 1) разогрев покрытия;
- 2) фрезерование поверхности;
- 3) удаление изношенной части покрытия;
- 4) восстановление поверхности путем укладки новой порции асфальтобетонной смеси;
- 5) уплотнение.

Материал, удаляемый с ремонтируемого участка, после соответствующей переработки используется повторно при ремонте дорог местного значения.

2. Обогащении старого материала покрытия новым. Метод предусматривает выполнение следующих операций:

- 1) разогрев покрытия;
- 2) рыхление ремонтируемого слоя (фрезерование);
- 3) добавление новой порции смеси;
- 4) при необходимости – перемешивание старой и новой смеси;
- 5) планировка и уплотнение поверхности покрытия. Этот метод имеет наибольшее распространение.

Метод регенерации асфальтобетонной смеси путем перемешивания применяется тогда, когда технология допускает использование материала старого покрытия повторно с обогащением его новым материалом.

В группу машин для восстановления асфальтобетонных покрытий входят разогреватели, фрезерные машины, разогреватели-планировщики и разогреватели-терморемонтеры. По типу нагревателя машины разделяются на жидкотопливные, газотопливные и электрические, они могут быть ручными, прицепными и самоходными. Самоходные машины монтируются на базе колесных тракторов или автомобилей.

При ремонте цементно-бетонных покрытий применяются силовые установки с набором пневмоинструмента, нарезчики и заливщики швов, моторные катки, подъемные краны, автопогрузчики и т. д.

## **12.2. Оборудование для устройства поверхностной обработки**

Широкое применение при ремонте дорожных покрытий находит технология поверхностной обработки.

**Поверхностная обработка дорожных покрытий** – это верхний слой дорожных одежд небольшой толщины, состоящий из наложенных друг на друга слоев вяжущего и щебня. Структура покрытия, количество материала на единицу площади и искомые качества зависят от условий обработки.

Цели поверхностной обработки могут быть следующими:

- 1) создание верхнего слоя;
- 2) обновление дороги после износа;
- 3) восстановление водонепроницаемости дорожного покрытия.



Поверхностная обработка покрытий используется как профилактический слой, закрывающий и предохраняющий в плохую погоду конструктивные слои дорожных одежд от преждевременного разрушения, либо как слой износа, подверженный стиранию в процессе движения, предохраняющий структуру дороги. Такому слою требуется только периодическое обновление для придания структуре дороги ее первоначальных качеств. Поверхностная обработка является также верхним слоем дорожного покрытия с характеристиками шероховатости, обеспечивающими сцепление и хорошее дренирование поверхностных вод, который приводит к значительному понижению порога аквапланирования и создает благодаря повышенному удельному давлению хорошее сопротивление формированию гололеда.

В зависимости от сочетания щебня и вяжущего различаются следующие способы поверхностной обработки:

1) одиночная обработка, при которой на покрытие разливают органическое вяжущее с последующим распределением щебня определенных фракций и его укаткой;

2) одиночная обработка с двукратным распределением щебня; при этом вяжущее наносят в большем количестве, чем в первом случае, и по нему распределяют сначала щебень размером 15...25 мм с укаткой его катками, а затем – щебень фракции 5...10 мм, который укатывают за 4...5 проходов катка по каждому следу со скоростью 2...3 км/ч;

3) двойная обработка покрытия с розливом вяжущего в два приема, распределением после каждого розлива щебня и его укаткой;

3) однослойная поверхностная обработка типа «сэндвич», при которой слой вяжущего расположен между двумя слоями щебня (нижний слой – из щебня размером зерен 10...14 мм, верхний – размером 4...6 мм); может быть устроена на неоднородной основе.

Технологический процесс устройства поверхностной обработки включает:

- 1) розлив органического вяжущего;
- 2) россыпь фракционированного щебня;
- 3) уплотнение слоя поверхностной обработки в период формирования;
- 4) удаление незакрепившегося щебня.

Основной операцией при этом является распределение материалов по поверхности дороги.

Нормы расхода органического вяжущего и каменного материала при поверхностных обработках приведены в табл. 12.1.

Таблица 12.1

Нормы расхода щебня и вяжущего для поверхностной обработки  
асфальтобетонных покрытий

Фракции щебня, мм	Расход щебня		Расход вязкого битума, л/м <sup>2</sup> , при использовании щебня		Расход модифицированного битума, л/м <sup>2</sup> , при использовании щебня	
	кг/м <sup>2</sup>	м <sup>3</sup> /1000 м <sup>2</sup>	обработанныго	необработанныго	обработанныго	необработанныго
Одиночная поверхностная обработка						
5...10	10...13	0,7...0,9	0,6...0,8	0,7...1	0,9...1,1	1,1...1,3
10...15	13...18	0,9...1,2	0,7...0,9	0,8...1,1	1...1,2	1,1...1,4
15...20	18...22	1,2...1,5	0,8...1	1...1,2	1...1,2	–
10...20	16...20	1,1...1,4	0,7...1	0,8...1,2	–	–
Одиночная обработка с двукратной россыпью щебня						
15...20 первая	15...20	1...1,4	1,2...1,4	1,4...1,6	–	–
5...10 вторая	8...11	0,6...0,8	–	–	–	–
20...25 первая	20...24	1,3...1,6	1,3...1,5	1,5...1,8	–	–
10...15 вторая	11...16	0,8...1,1	–	–	–	–
Двойная поверхностная обработка						
15...20 первая	18...22	1,2...1,5	1...1,2	1,2...1,4	–	–
5...10 вторая	10...13	0,7...0,9	0,7...0,9	0,9...1,1	–	–
20...25 первая	22...26	1,5...1,7	1,1...1,3	1,3...1,6	–	–
10...15 вторая	13...18	0,9...1,2	0,9...1,1	1,1...1,3	–	–

При устройстве поверхностной обработки на автомобильных дорогах с асфальтобетонным и цементобетонным покрытиями применяют установки, совмещающие на одной платформе оборудование для розлива вяжущего, распределения щебня и уплотнения образованного покрытия. Оборудование монтируется на базе автомобильного шасси или автоприцепа.

*Установка «Чипсилер 40» фирмы «Секмер», (Франция) (рис. 12.1) обеспечивает синхронное распределение вяжущего и каменного мате-*

риала. Оборудование смонтировано на полуприцепе к автомобилю МАЗ. При распределении всего запаса вяжущего либо каменного материала машина уходит с захватки на склад для заправки материалами.



Рис. 12.1. Машина для скоростной поверхностной обработки «Чипсилер 40»

Технические характеристики машины для скоростной  
поверхностной обработки «Чипсилер 40»

Оборудование для вяжущего –	гудронатор с самыми высокими техническими характеристиками
Цистерна для вяжущего:	
объем, л –	6000
толщина изоляции, мм –	100
обогрев –	жидким теплоносителем с помощью автоматической горелки, работающей на дизельном топливе
Гребенка:	
ширина розлива, м –	4
количество форсунок –	40
розлив вяжущего –	тройное перекрытие струй
горизонтальное и вертикальное перемещение –	гидросистемой
раскрытие гребенки и уширителей –	гидравлическое
Регулировка дозирования:	битумным насосом, скорость которого регулируется компьютером типа «Пласид»
Компьютер «Секмер» –	
точность дозирования, кг/м <sup>2</sup> –	0,05
параметры регулирования –	дозирование, рабочая скорость, рабочая ширина распределения
Оборудование для щебня –	щебнераспределитель «Секмер»
Кузов для щебня:	
объем, м <sup>3</sup> –	12
Щебнераспределитель:	
ширина распределения, м –	3,8
количество раздельно управляемых заслонок –	14

Обеспечение дозирования –	барабаном с изменяемой скоростью вращения
Индикатор угла наклона кузова: точность дозирования, л/м <sup>2</sup> –	1
раскрыв расширителей –	пневматический
Управление оборудованием: задняя рабочая платформа оператора –	сопряжена с шасси прицепа для обеспечения безопасности оператора
пульт управления различными механизмами и узлами –	приводы для несинхронного распределения вяжущего и щебня; приводы для синхронного распределения вяжущего и щебня
ширина распределения –	0,25...3,7 м
Прицеп, отвечающий нормам ADR (перевозки легковоспламеняющихся грузов):	
количество осей –	2
собственный вес оборудования, т –	10
общий вес (тягач + «Чипсилер»), т –	40
полезная нагрузка (вяжущее + щебень), т –	24
Независимая силовая установка: дизельный двигатель, мощность, л. с. –	50
гидравлический насос –	с изменяемой производительностью
корпус –	звукопоглощающий
Тягач:	
марка –	все типы тягачей
минимальная мощность, л. с. –	250
скорость при проведении поверхностной обработки, км/ч –	3...5

Наряду с машинами, совмещающими на одной платформе автомобиля либо полуприцепа оборудование для распределения вяжущего и щебня, находят широкое применение комплекты машин, состоящие из автогудронатора и щебнераспределителя, установленного на задний борт кузова автомобиля или прицепного. На рынок

Беларуси поставляется оборудование фирм «Секмер» (Франция) и «Брайнинг» (ФРГ), а также оборудование, создаваемое предприятиями Беларуси в рамках сотрудничества с указанными фирмами.

Предприятие МОУП «Дорвектор» производит *щебнераспределитель ЩРДС-1400*, навешиваемый на задний борт автомобиля-самосвала, и *ЩРД-3,5*, сцепляемый со ступицами задних колес автомобиля-самосвала. Прицепной щебнераспределитель фирмы «Брайнинг» показан на рис. 12.2.



Рис. 12.2. Прицепной распределитель фирмы «Брайнинг»

#### Технические характеристики щебнераспределителя ЩРДС-1400

Базовый автомобиль –	МАЗ-5551, КамАЗ
Устройство –	распределитель навесной
Направление рабочего движения –	задний ход
Привод исполнительных органов –	от гидро- и пневмосистем автомобиля
Рабочее давление, МПа:	
в гидросистеме щебнераспределителя –	13
в пневмосистеме щебнераспределителя –	0,7
Габаритные размеры, мм:	
в рабочем положении (с откинутой площадкой оператора) –	3180×1800×1500

в транспортном положении (с опущенной площадкой оператора, раскрытыми закрылками отражателя потока) –	2420×1800×1350
Масса, кг –	810
Рабочая скорость, км/ч –	3...5
Рабочая ширина распределения, мм –	160...3180
Применяемые материалы –	щебень кубовидной формы фракциями, мм: 1...5; 5...10; 10...15; 15...20
Скорость вращения распределительного барабана, об/с –	1
Дозирование щебня –	ручное с пульта
Обслуживающий персонал, чел. –	1

#### Технические характеристики щебнераспределителя ЩРД-3,5:

Базовый автомобиль –	МАЗ-5551, КамАЗ-5511
Устройство –	распределитель прицепной
Направление рабочего движения –	задний ход
Привод исполнительных органов –	механический от опор- ных и задних колес
Габаритные размеры, мм: в рабочем положении (с откинутой площадкой оператора) –	3900×2100×1600
в транспортном положении (площадка оператора запрокинута в бункер) –	2420×1800×1350
Объем бункера, м <sup>3</sup> –	2,1
Масса, кг –	2100
Рабочая скорость, км/ч –	3...5
Рабочая ширина распределения, мм –	250...3500
Размер шин, мм:	
наружный диаметр –	480...570
ширина –	170
диаметр обода –	250

Колея, мм –	2060
Эффективность удержания щебнераспределителя ручным тормозом на месте на испытательном участке с уклоном –	10 %
Скорость вращения распределительного барабана, об/с –	1
Дозирование щебня –	ручное
Обслуживающий персонал, чел. –	2

Прицепные и навесные щебнераспределители распределяют щебень при движении самосвала задним ходом с поднятым кузовом вслед за гудронатором по распределенному вяжущему. После окончания запаса материала в кузове самосвала со щебнераспределителем ЩРДС-1400 машина уходит с захватки на промежуточный склад для заправки щебнем.

После окончания запаса материала в кузове самосвала со щебнераспределителем ЩРД-3,5 обслуживающий персонал перецепляет щебнераспределитель к ступицам колес следующего самосвала.

После окончания распределения вяжущего и щебня производится уплотнение образованного покрытия катками.

### **12.3. Машины и оборудование для заделки трещин, ремонта швов, разрушения покрытий, ремонтеры**

Температурные трещины восстанавливаются с разделкой (созданием камеры и ее заполнением минераломасличной смесью с большой проникающей способностью) или без их разделки. Проникающий герметик специально изготавливается для ремонта асфальта и надежно герметизирует трещины. За счет большого содержания полимера он способен воспринимать большие деформации; благодаря минеральной составляющей хорошо заполняет трещины, удерживается в них и обладает высокой склеивающей способностью для ослабления кромок асфальта.

В технологию работ по заделке трещин входят следующие операции:

- 1) разделка трещины с созданием камеры определенного размера;
- 2) очистка щеточными машинами, продувка, сушка и разогрев трещины;



- 3) герметизация;
- 4) посыпка загерметизированной поверхности фракционированным песком.

Щеточные машины мощностью 16 л.с. укомплектованы износостойкими дисками с металлическим ворсом. Для очистки разных по ширине трещин применяются диски различных диаметров и толщин.

Продувка и сушка выполняются с помощью специальных газодинамических установок струей разогретого до температуры 600...800° воздуха под давлением 0,6 МПа.

Разогрев мастики и герметизация трещин осуществляются с помощью специальных котлов с непрямым нагревом (посредством масляной рубашки) и принудительным перемешиванием заливочной массы. Система автоматического контроля позволяет сохранить высокие качества герметика, вести контроль за температурой смеси, не пережигать ее.

Посыпка, выполняемая фракционированным песком в завершение технологического процесса, предотвращает прилипание герметика к колесам автотранспорта.

При ремонте отраженных и силовых трещин принимается во внимание постоянная подвижка их кромок. В связи с этим перед герметизацией применяются трещинопрерывающие прослойки из уплотнительного шнура, битумоминерализованного песка, резиновой крошки и др.

Отраженные и силовые трещины разделяются (расширяются) с помощью специальных машин для разделки трещин CRF-60 с алмазными дисками. Алмазный инструмент в отличие от холодных фрез не нарушает структуру ремонтируемого материала, не создает микротрещин, не ослабляет «здоровый» асфальтобетон. Малый диаметр и переменная ширина рабочего органа делает возможным точное повторение контура трещины при ее обработке.

Для герметизации применяются минераломастичные композиции на основе битумоминеральных герметиков, выпускаемых для различных видов покрытий из асфальтобетона и цементобетона и для разных климатических условий.

Перед герметизацией трещина обрабатывается специально подобранным праймером (синтетическим клеем). Полимерный праймер на основе толуола «приклеивает» мастику к стенкам трещины, увеличивает адгезионную прочность.

Таким образом, для отраженных и силовых трещин реализуется следующая технология: разделка трещины, очистка щеточными машинами, продувка и сушка горячим воздухом, укладка трещинопрерывающей прослойки, обработка праймером, герметизация, посыпка фракционированным песком.

По предложенным схемам можно герметизировать трещины сразу после их образования в местах стыков полос укладки, примыкания старого и нового покрытий, фрезерования и ремонта асфальтобетонными смесями и др.

При значительном раскрытии трещин и разрушении их кромок (более 25 мм) устраиваются минераломастичные вставки по следующей технологии:

- 1) оконтуривание трещин и дефектных мест нарезчиком швов на всю толщину слоя асфальтобетона;
- 2) выборка разрушенного материала;
- 3) устройство трещинопрерывающей прослойки;
- 4) послойная укладка минераломастичной смеси подобранного состава;
- 5) заключительное распределение мастики;
- 6) посыпка минеральным материалом.

Наиболее предпочтительным для выполнения ремонтных работ является осенне-весенний период, когда трещины имеют значительное раскрытие. Именно в этот период эффективно проведение диагностики, а ремонтные работы наиболее технологичны, что приводит к увеличению сроков службы отремонтированных участков.

Деформационные швы наиболее подвержены воздействию динамических нагрузок и деформаций, агрессивных вод, солей и пр. Эти причины приводят к потере несущей способности и разрушению конструкции деформационного шва. Устройство температурного деформационного шва из специального эластомермодифицированного битума и минерального заполнителя является проверенным решением указанной проблемы.

Современные технологии устройства деформационных швов по сравнению с традиционными конструкциями обладают следующими преимуществами:

- 1) полная водонепроницаемость покрытия;

2) гибкость во всех направлениях, обеспечивающая горизонтальные перемещения до  $\pm 35$  мм и вертикальные –  $\pm 3$  мм без устройства сложных систем металлических закладных деталей;

3) обеспечение мягкого, бесшумного движения транспорта;

4) обладание высокой износостойкостью, несущей способностью и шероховатостью;

5) высокая скорость устройства, позволяющая уменьшать время перекрытия движения;

6) возможность устройства на существующих и временных мостах;

7) высокая ремонтпригодность;

8) способность воспринимать нагрузки вскоре после устройства.

В технологию производства работ по устройству деформационного шва входят следующие операции:

1) разметка;

2) вырезка;

3) удаление покрытия в месте устройства шва;

4) тщательная просушка шва;

5) грунтовка и нанесение на дно и стенки широкой части шва мастики;

6) укладка стальных полос;

7) определение ширины и толщины шва;

8) обработка мастикой;

9) приклеивание на мастику разъединительной алюминиевой фольги;

10) послойная засыпка щебня с заполнением мастикой до уровня 5...10 мм от поверхности покрытия;

11) заливка слоем мастики с укладкой черного щебня до уровня покрытия с разравниванием и уплотнением (рис. 12.3).

При проведении ремонтных работ для оконтуривания разрушенных участков покрытий, нарезки швов, удаления дефектных плит применяются *нарезчики швов серии CF* мощностью от 5 до 150 л.с. (рис. 12.4). Они могут быть оснащены гидравлическим управлением глубиной резания, приводом движения с бесступенчатым регулированием, лазерным наведением и т.д.

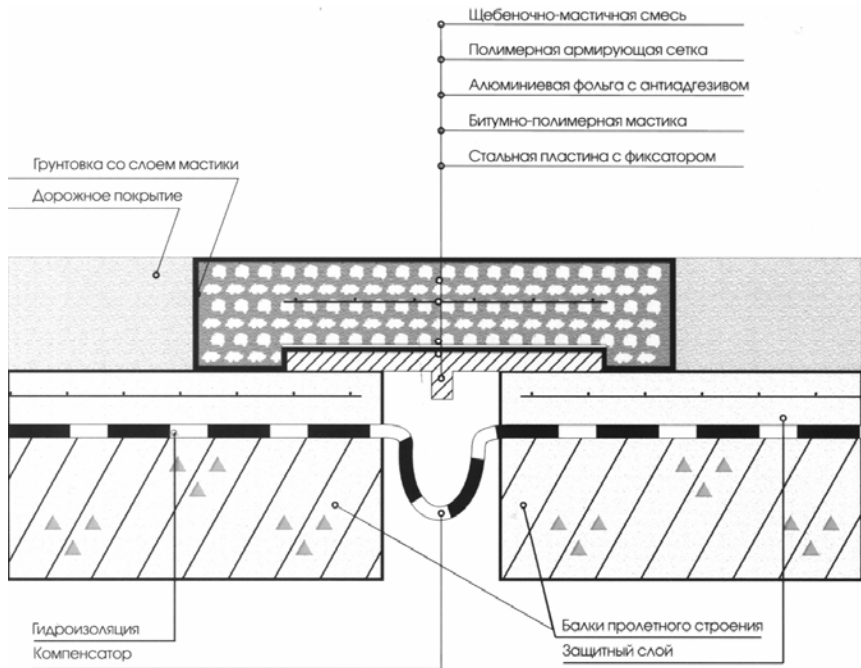


Рис. 12.3. Схема устройства деформационного минераломастичного шва



Рис. 12.4. Нарезчики швов серии CF

**Машина по разделке трещин МРТ-200** (рис. 12.5) предназначена для разделки трещин в цементобетонных и асфальтобетонных покрытиях перед заполнением их герметиком и обрабатывает швы любой конфигурации.

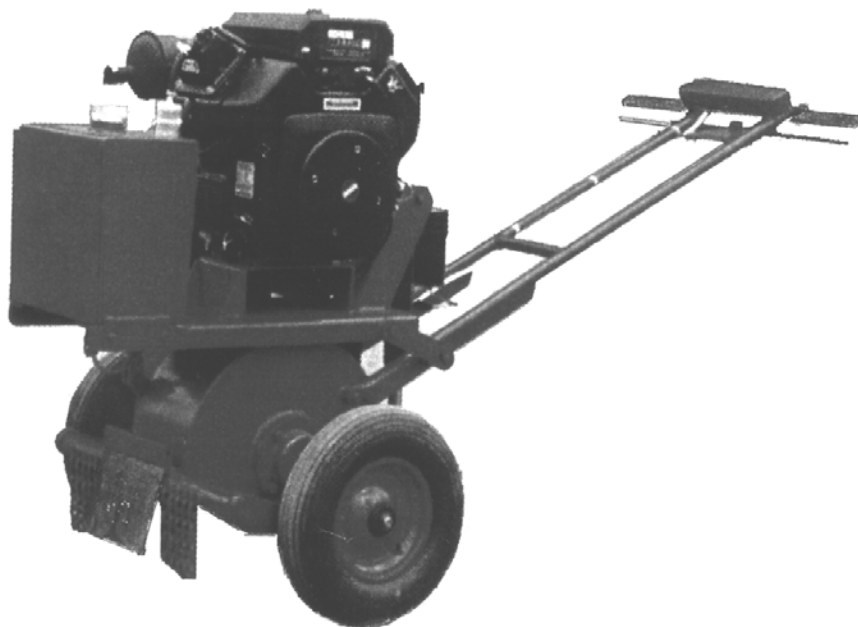


Рис. 12.5. Машина для разделки трещин МРТ-200

#### Технические характеристики:

Производительность, пог. м/ч –	500
Ширина разделки, мм –	14...50
Глубина разделки, мм –	до 50
Мощность двигателя, л.с. –	25
Масса, кг –	150

**Щеточная машина ЩМ-1** (рис. 12.6) предназначена для очистки швов и трещин перед их заливкой герметиком. Оборудована двигателем внутреннего сгорания (карбюраторным или дизельным). Рабочий орган – проволочная щетка – имеет диаметр ворса 8 мм. Производительность машины – 2000 пог. м/ч; масса – 80 кг.

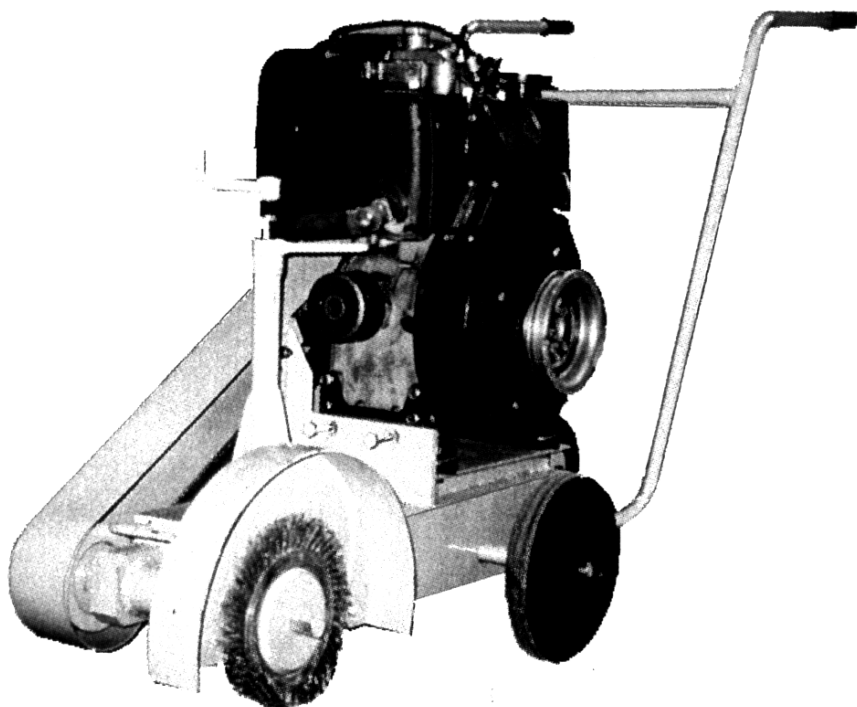


Рис. 12.6. Щеточная машина ЦМ-1

*Машина шарошечная Ш-2* (рис. 12.7) предназначена для снятия поверхностного шелушения, неровностей и дорожной разметки с цементобетонных или асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог и аэродромов при их ремонте. Машина оборудована двигателем внутреннего сгорания.

Технические характеристики:

Мощность, л.с. –	16
Глубина снятия за один проход, мм –	5
Ширина захвата, мм –	300
Стойкость инструмента, м <sup>2</sup> обработанной площади –	до 3000
Масса, кг –	250

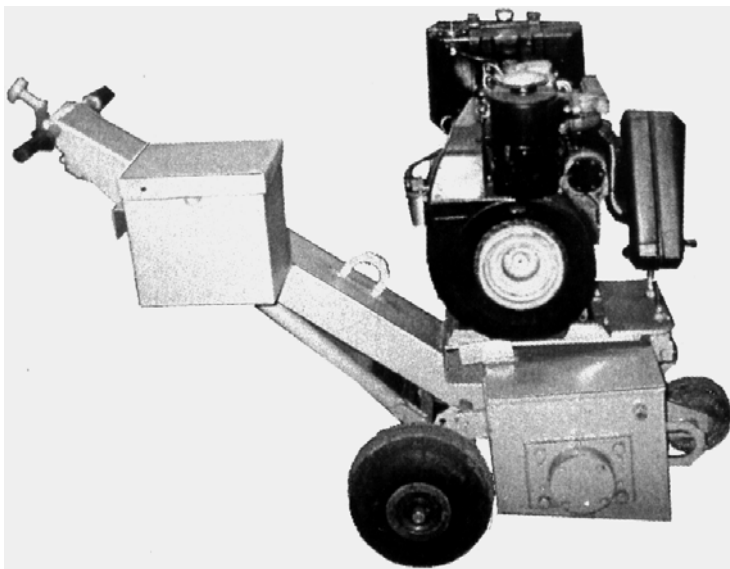


Рис. 12.7. Машина шарошечная Ш-2

*Котел постоянного действия серии LS* объемом от 100 до 1600 л производятся в самоходном или прицепном исполнении (рис. 12.8); снабжен системой принудительного перемешивания заливочной массы, газовой или дизельной системами непрямого нагрева заливочной массы, различными специальными устройствами для заливки швов и трещин.

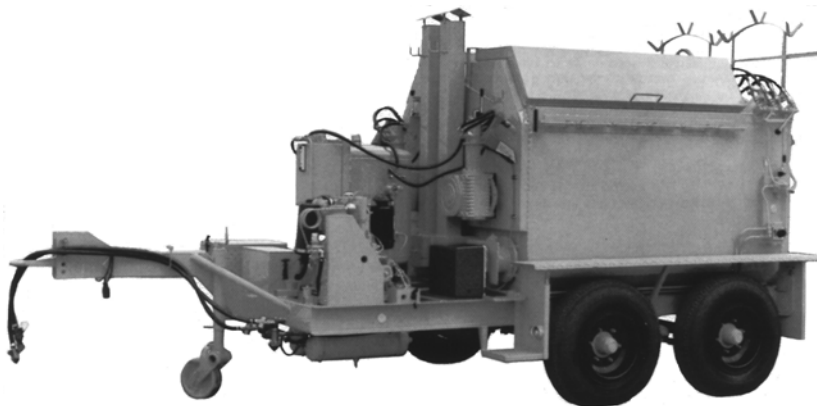


Рис. 12.8. Котел серии LS

**Автономный самоходный котел-заливщик ЗШ-5Д** объемом 300 л (рис. 12.9) предназначен для заливки герметиками трещин, деформационных швов и швов расширения автомобильных дорог с асфальтобетонным и цементобетонным покрытиями, а также при ремонте взлетно-посадочных полос аэродромов. Котел-заливщик полностью автономный, снабжен масляной рубашкой, быстро разогревает и перемешивает герметики, позволяет резать бухты материала прямо в ванне.

Цикл работы котла – непрерывный; температурный режим поддерживается автоматически. Расход дизельного топлива – 4,5 л в час. Подача герметика – регулируемая, производится по гибким шлангам через специальную удочку. Очистка шлангов производится в горячем шкафу сжатым воздухом. Котел – самоходный; управление производится со стороны заливки. Производительность – 10 плит за 15 минут



Рис. 12.9. Котел-заливщик ЗШ-5Д

**Передвижной прицепной котел К-1000 А** объемом 1000 л предназначен для разогрева битумно-полимерных мастик при ремонте аэродромов и автомобильных дорог.

Котел позволяет производить: мягкий разогрев материала без пережога (т.к. отсутствует прямой контакт материала с горячими газами), перемешивание материала; имеет автоматический режим разогрева. Расход дизельного топлива – 9 л в час; выгрузка – самотеком.



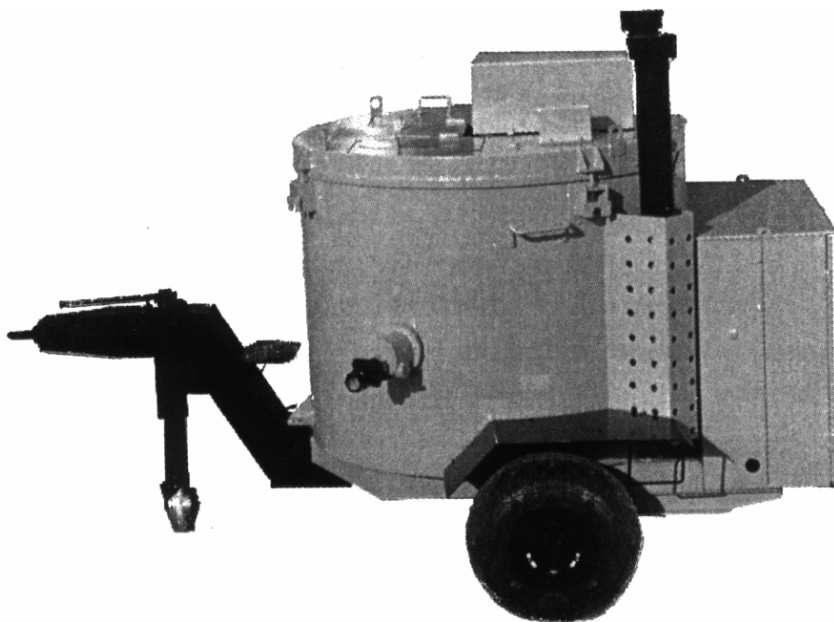


Рис. 12.10. Прицепной котел К-1000 А

ОМЗ РУП «Дорстройиндустрия» выпускает *котел битумоварочный ОРС-10*, предназначенный для разогрева битумных мастик, который используется для ремонта автомобильных дорог при незначительном объеме работ.

Технические характеристики:

Габаритные размеры изделия, мм:

котел без прицепа:

длина – 2150

ширина – 1100

высота с трубой – 1800

котел на прицепе:

длина – 3200

ширина – 1800

высота с трубой – 2590

Вместимость, м<sup>3</sup> – 0,75

Масса котла, кг:	
не заполненного битумом –	540
заполненного битумом –	1240
Способ подогрева	стационарной горелкой через жаровую трубу
Вид топлива –	дизтопливо
Подача топлива к горелке –	сжатым воздухом от стороннего компрессора-насоса
Расход топлива горелкой при давлении 0,45 МПа, л/ч –	9
Вместимость топливного бака, м <sup>3</sup> –	0,2

**Самоходная машина для очистки швов цементобетонных покрытий** (рис. 12.11), смонтированная на самоходном шасси, представляет собой силовой агрегат, с помощью которого приводятся в действие рабочие органы и ручные машины.

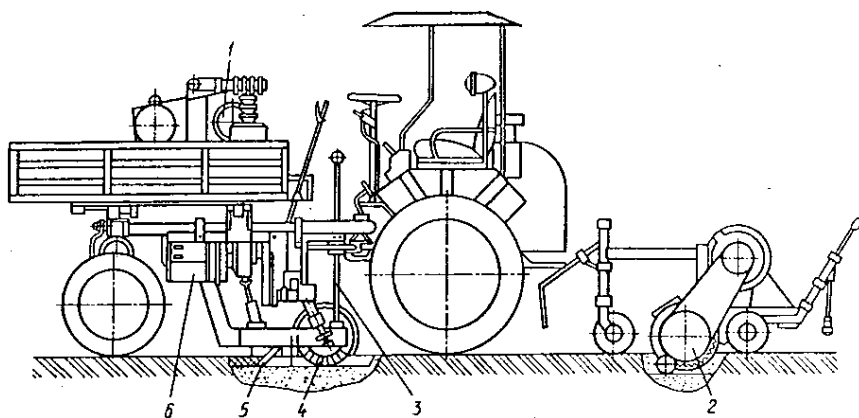


Рис. 12.11. Машина для очистки швов цементобетонных покрытий:  
 1 – компрессор; 2 – электрическая фреза; 3 – рычаг управления рабочим органом;  
 4 – щетка; 5 – нож; 6 – генератор

Навесное оборудование, установленное на специальном кронштейне между колесами, состоит из ножа и щетки. Машина осна-

щена комплектом сменных ножей различных размеров, очищающих швы шириной 8, 12 и 15 мм. Цилиндрическая щетка со стальным проволочным ворсом, установленная сзади ножа и вращающаяся в направлении, противоположном направлению движения машины, удаляет из шва грязь, мусор и посторонние предметы. Подъем и опускание рамы с рабочими органами выполняется гидросистемой. В качестве прицепного рабочего оборудования используется электрофреза, предназначенная для удаления из швов деревянных предметов. Питание электрофрезы – от генератора, установленного под кузовом машины.

Компрессор, размещенный на платформе шасси, подает сжатый воздух под давлением 0,12...0,4 МПа для продувки швов и привода пневмоинструмента. Сжатый воздух используется также при заполнении швов мастикой.

Для очистки трещин асфальтобетонных покрытий применяется **бензовоздушный газоструйный термоинструмент**, приводимый в действие сжатым воздухом от компрессора. Горючая бензовоздушная смесь вырывается из горелки со сверхзвуковой скоростью и благодаря высокой температуре сгорания режет одно- и двухслойные асфальтобетонные покрытия. Одновременно разрез очищается от мелкого мусора, пыли и продуктов разрушения асфальтобетона. Кромки разреза, трещины при этом оплавляются, что способствует лучшему сцеплению асфальтобетона с мастикой, заливаемой в них.

Рабочая скорость машин для заделки трещин и швов в твердых покрытиях составляет 0,32...1,03 м/с, что обеспечивает производительность 700...970 м/ч.

Для предварительного разрушения поврежденных участков применяются **ручные машины ударного действия, рыхлители, бетоноломы**.

Ручные пневмо- и электромашины для разрушения покрытий входят в комплект серийно выпускаемых промышленностью силовых установок, которые бывают самоходными (смонтированными на базе самоходного шасси) и прицепными.

**Самоходная установка для ремонта покрытий** изображена на рис. 12.12. Специальное оборудование силовой установки включает сварную платформу, устанавливаемую на раме базового шасси, ресивер, компрессор, генератор и ящик с ручными машинами и инструментом.

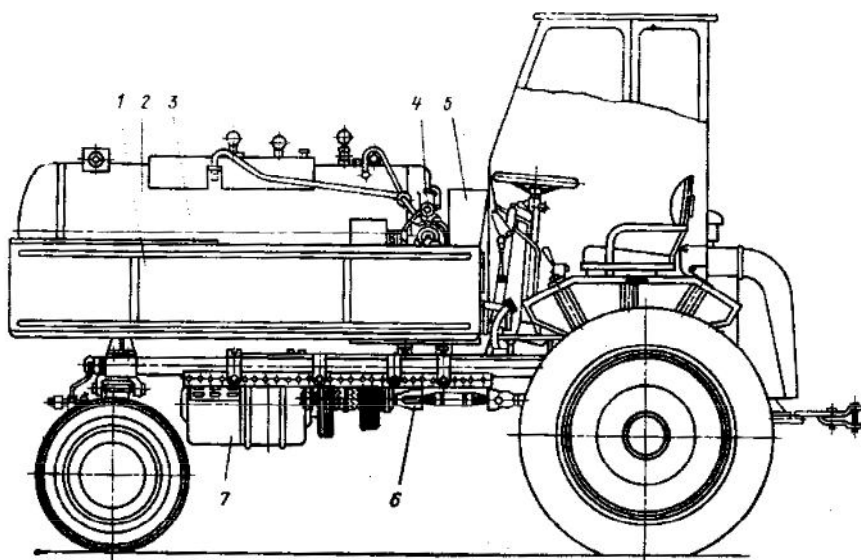


Рис. 12.12. Самоходная установка для ремонта покрытий:  
 1 – платформа самоходного шасси; 2 – ресивер; 3 – ящик для ручных машин и инструмента; 4 – компрессор; 5 – пульт управления; 6 – трансмиссия; 7 – генератор

Компрессор, установленный внутри платформы и соединенный с ресивером, подает сжатый воздух в пневмоинструмент. Снизу под платформой к раме шасси на кронштейнах прикреплен генератор. Привод генератора и компрессора – от основного двигателя. В инструментальном ящике размещены рукава и ручные машины: отбойный пневматический молоток (или пневматический лом), поверхностный вибратор, сверлильная электрическая машина и др.

ЗАО «Бецема» (Россия) выпустило **комплект оборудования БЦМ-24 для ямочного ремонта дорожных асфальтобетонных покрытий**, предназначенного для заделки трещин, ремонта настилов тротуаров и пешеходных дорожек методом впрыскивания. Оборудование смонтировано на прицепе и работает в сцепке с самосвалом. Система подачи материала через задний борт подходит любому типу самосвала.

Работа с данным комплектом оборудования имеет следующие преимущества:

- 1) более экономичный ремонт;
- 2) больший срок службы отремонтированного участка дороги;

- 3) не требуется предварительной подготовки или укатки участка;
- 4) сокращение потерь материала благодаря новой системе подачи;
- 5) использование для поддержания рабочей температуры битумной эмульсии охлаждающей жидкости двигателя;
- 6) поддержание температуры эмульсии с помощью подогревателя (напряжением 220 В), подключаемого к любому источнику электроэнергии (ток 12,5 А);
- 7) возможность проводить ремонт при любой погоде.

#### Технические характеристики машины БЦМ-24:

Тип прицепа –	двухосный тандем
Максимальная скорость транспортирования, км/ч –	80
Эксплуатационная масса, т –	4,5
Двигатель –	четырёхцилиндровый дизельный
Вместимость цистерны, л –	1000
Диаметр загрузочного люка, мм –	203
Производительность битумного насоса, л/мин –	42
Габаритные размеры, м –	4,22×2,44×2,08

МОУП «Дорвектор» выпускает *установку для ямочного ремонта УДВ-2000-01* (рис. 12.13), предназначенную для заделки дефектов (ям, трещин, выбоин и т.д.) дорожного покрытия в условиях ремонта автомобильных дорог и аэродромов. Оборудование может быть размещено на шасси автомобиля ЗИЛ-131 или на тракторном прицепе ПСЕ-Ф-12,5 Б. Установка обеспечивает выполнение следующих операций:

- 1) подготовка кромок;
- 2) продувка;
- 3) заливка битумной эмульсией;
- 4) засыпка щебнем;
- 5) уплотнение;
- 6) подогрев битумной эмульсии в емкости до рабочей температуры;
- 7) противозероизное покрытие эмульсией откосов.

Установка может снабжаться оборудованием для покрасочных работ.



Рис. 12.13. Установка для ямочного ремонта УДВ–2000-01 на базе ЗИЛ-131

#### Технические характеристики установки УДВ–2000-01:

Тип –	самоходная
Применяемые материалы:	
вяжущие –	битумная эмульсия
наполнитель –	щебень
Базовое шасси –	автомобиль ЗИЛ-131, прицеп ПСЕ-Ф-12,5 Б
Вместимость, м:	
емкости битума –	0,8
кузова –	1,5
Привод исполнительных органов –	гидравлический
Скорость подогрева битумной эмульсии в емкости, град/ч –	10
Контроль температуры битумной эмульсии –	термометром
Максимальная температура битумной эмульсии, град –	80
Способ подогрева –	стационарной горелкой (через жаровую трубу с масляной рубашкой)
Топливо –	дизельное
Емкость топливного бака, л –	25

Емкость масляной рубашки –	40
Тип используемого масла для подогрева –	индустриальное И-20А
Объем ресивера, л –	100
Контроль уровня вязущего в емкости –	поплачковым указателем
Обслуживающий персонал, чел. – –	2

Для разрушения твердых покрытий небольшой толщины и на относительно малых по площади участках применяются **пневматический молоток** и **пневматический лом**. При больших объемах работ для разрушения покрытий используются специализированные машины – **бетоноломы** и **рыхлители**.

Отбойный пневматический молоток имеет ударную мощность до 1,2 кВт. Устройство и принцип действия пневмомолотка и пневмомола аналогичны, но пневматический лом обладает более высокими ударной мощностью и энергией удара.

Наиболее широкое применение при разрушении старых покрытий нашли машины, рабочий орган которых представляет собой мощный пневматический или гидравлический молот-ударник, совершающий возвратно-поступательное движение по специальным направляющим. Сварную раму с направляющими и молот-ударник выпускают в качестве навесного оборудования к колесным тракторам, автомобилям, экскаваторам.

Для снятия верхнего поврежденного слоя дорожного покрытия широкое распространение получили также **холодные фрезы**, навешиваемые на навесную систему тракторов и выполненные на самоходном колесном либо гусеничном шасси. Они применяются для ямочного ремонта при относительно небольшой ширине фрезерования и при снятии дорожных покрытий на заданную глубину.

Технические характеристики холодной фрезы Амкодор-8047А:

Базовое шасси:

Модель –	МТЗ-82.1 «Беларус», МТЗ-920 «Беларус»
Мощность номинальная, кВт (л.с.) –	60 (81)
Скорость транспортная, км/ч –	18
Габаритные размеры:	

Амкодор-8047А в транспортном положении с основным ковшом/Амкодор-8047В, мм:	
длина –	5880/5180
ширина –	2275/2500
высота –	2725
Фрезерное оборудование:	
Производительность, м <sup>3</sup> –	до 2000 в смену
Привод –	от заднего ВОМ шасси
Ширина фрезерования, мм –	400
Глубина фрезерования, мм –	65
Охлаждение резцов рабочего органа –	водяное с принудительной подачей воды
Погрузочное оборудование:	
Амкодор-8047А в базовом исполнении с быстросменным основным ковшом и бульдозерным неповоротным отвалом:	
Грузоподъемность, кг –	750
Вместимость основного ковша, м <sup>3</sup> :	
геометрическая –	0,38
номинальная –	0,44
Ширина режущей кромки, мм –	1600
Высота разгрузки, мм –	2600
Вылет кромки ковша, мм –	585
Ширина бульдозерного отвала, мм:	
с уширителями –	2550
без уширителей –	2100
Холодная фреза Амкодор-8047В с несъемным бульдозерным оборудованием:	
Ширина бульдозерного отвала, мм:	
с уширителями –	2550
без уширителей –	2100
Эксплуатационная масса:	
Амкодор-8047А с основным ковшом, кг –	5500
Амкодор-8047В, отвал с уширителями, кг –	5135

**Фрезерная дорожная установка ФУД-0,4 производства МОУП «Дорвектор»** предназначена для проведения ремонтных работ на асфальтобетонных покрытиях дорожного полотна. Агрегатируется с



трактором МТЗ и самоходным шасси ШУ-406. Конструктивные особенности фрезы позволяют производить обработку дорожного покрытия в пределах 1500 мм без изменения направления движения трактора. Для снижения пылеобразования и улучшения условий работы режущего инструмента имеется водооросительная система. Регулировка глубины фрезерования осуществляется с помощью опорных колес.

Технические характеристики фрезерной дорожной установки  
ФУД-0,4:

Ширина фрезерования, мм –	400
Глубина фрезерования, мм –	0...50
Диаметр фрезерного барабана, мм –	600
Количество режущих инструментов, шт. –	27
Частота вращения фрезы, об/мин –	160
Емкость бака для воды, л –	185
Вес установки, кг –	800
Габаритные размеры, мм:	
длина –	1450
ширина –	1500
высота –	540

Широкое распространение получили *холодные фрезы производства фирмы Виртген*. Область их применения весьма широка – от полного удаления дорожной одежды, частичного ее ремонта до фрезерования траншей (табл. 12.2).

Таблица 12.2

Технические характеристики холодных фрез фирмы Виртген

Модель	Рабочая ширина, м	Рабочая глубина, мм	Мощность двигателя, кВт/л.с.	Рабочая масса, кг
1	2	3	4	5
W 350 E	0,35	0...100	29,5/40	4400
W 350	0,35	0...100	37/50	4400
W 500	0,50	0...160	79/107	7300

1	2	3	4	5
W 600 DC	0,60	0...300	123/167	12030
W 1000 L	1,00	0...250	123/167	13830
W 1000	1,00	0...250	154/209	16600
W 1000 F	1,00	0...315	190/258	17450
W 1200 F	1,20	0...315	190/258	18400
W 1300 F	1,32	0...315	190/258	18750
W 1500	1,50	0...300	320/435	25380
W 1900	2,00	0...300	320/435	26700
W 2000	2,00	0...320	421/573	30000
W 2100	2,00	0...320	470/640	36300
W 2200	2,20	0...350	597/811	43700

В настоящее время широко распространена *технология срочного ямочного ремонта выбоин и мест выкрашивания покрытия методом пневмонабрызга битумной эмульсии и мелкого щебня*, для которой применяется установка на базе автомобильного шасси «Савалко 8К800» (рис. 12.14, 12.15).

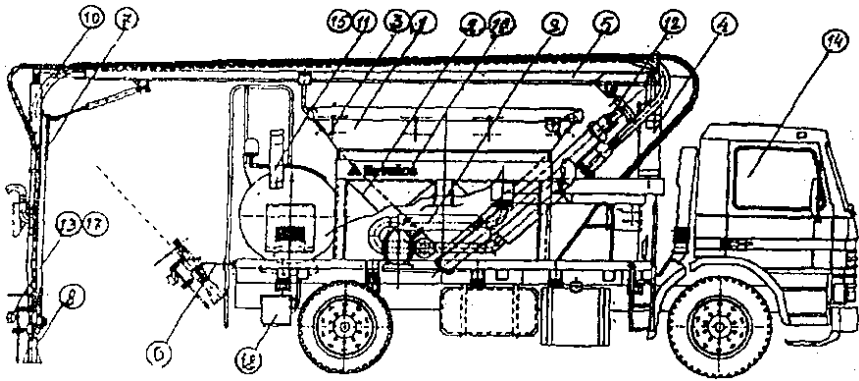


Рис. 12.14. Общий вид установки «Савалко 8К800»:

1 – рама и емкость для щебня; 2 – люки, стремянка и платформа; 3 – загрузочное окно для щебня; 4 – поворотная штанга; 5 – поворотная стрела; 6 – подвеска (в транспортном положении); 7 – запорное устройство подвески при транспортировке; 8 – распределяющее устройство; 9 – устройство подачи щебня; 10 – шланг для подачи щебня; 11 – система подачи вяжущего; 12 – гидросистема; 13 – пневмосистема; 14 – кабина; 15 – оборудование для жидкого газа; 16 – обозначение; 17 – дополнительное оборудование; 18 – дополнительное оборудование для специальных автомобилей

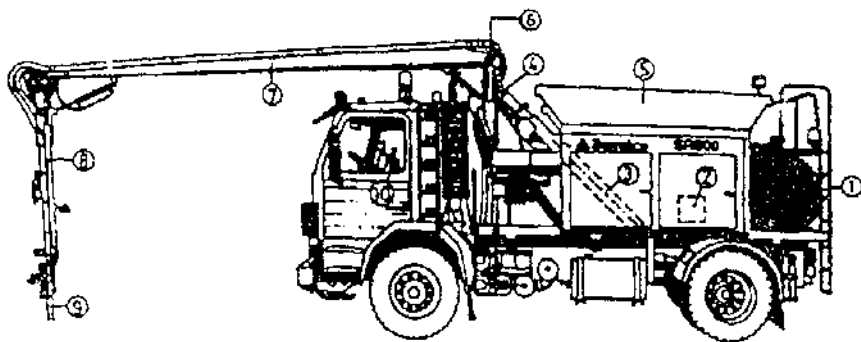


Рис. 12.15. Установка «Савалко 8К800» в рабочем положении:

1 – бак для вяжущего; 2 – воздушный компрессор; 3 – шнек подачи щебня; 4 – гидромотор привода шнека; 5 – емкость для щебня, 4 м<sup>3</sup>; 6 – кронштейн для поворотной выдвигной стрелы; 7 – стрела; 8 – штанга; 9 – распределительный насадок; 10 – кабина водителя

«Савалко 8К800» – самоходная установка с емкостью для эмульсии 800 л – управляется водителем-оператором и предназначена для высококачественной заделки выбоин, трещин и других локальных повреждений дорожного асфальтобетонного покрытия битумной эмульсией со щебневым наполнителем.

Установка выполняет следующие функции:

- 1) подогрев эмульсии до заданной температуры;
- 2) очистку ремонтируемой поверхности сжатым воздухом, удаление мусора из выбоины, трещины;
- 3) добавку эмульсии в струю сжатого воздуха для подгрунтовки ремонтируемой поверхности;
- 4) подачу щебня, который орошается эмульсией при прохождении через насадок;
- 5) подачу чистого щебня на ремонтируемый участок покрытия.

При смене рабочего оборудования может использоваться асфальтовый раствор, битумная эмульсия, а также асфальт, нагретый до 200°С.

Управление стрелой и штангой осуществляется с помощью рычагов в кабине водителя, на которых установлены кнопки управления подачей воздуха, эмульсии и щебня. С помощью левой рукоятки управления осуществляется перемещение стрелы, с помощью правой – штанги стрелы.

Бак для эмульсии емкостью 800 л имеет регулируемую систему подогрева с его автоматическим выключением при низком уровне

эмульсии в баке. При заполнении бака должен быть включен сигнализатор переполнения. В баке должно быть всегда не менее 300 л эмульсии при использовании газового подогревателя (при меньшем количестве подогреватель автоматически отключается).

Щебень насыпается в емкость установки с помощью ковшового погрузчика. Максимальный объем загрузки – 5,42 м<sup>3</sup>.

Заполнение ям и выбоин в асфальтобетонном покрытии осуществляется эмульсионно-минеральной смесью, которая приготавливается установкой непосредственно при восстановлении разрушенного объема покрытия.

Запас эмульсии и щебня в емкостях установки позволяет работать подряд 5 часов, запас газа – 40 часов.

#### **12.4. Машины для регенерации асфальтобетонных покрытий**

В процессе службы дорожных покрытий происходит старение асфальтобетона. Поэтому важной задачей является восстановление свойств вяжущих материалов и соответственно – асфальтобетонных смесей, что позволяет повторно использовать асфальтобетон дорожных покрытий и, в конечном счете, экономить дорожно-строительные материалы.

Восстановление асфальтобетона может производиться:

- 1) в стационарных условиях (на асфальтобетонных заводах);
- 2) непосредственно на месте проведения работ с использованием специальных машин, выполняющих ремонт покрытий.

В первом случае производится частичное или полное снятие слоя старого асфальтобетона, его измельчение, горячая обработка в специальных асфальтобетонных установках с добавлением новых необходимых материалов. Использование специальных установок целесообразно, когда объемы поступающего материала значительны, обеспечивается его непрерывная подача, расстояние возки не превышает допустимого.

В связи с увеличением цен на энергоресурсы в европейских странах начали активно разрабатываться новые технологии ремонта асфальтобетонных покрытий, основанные на работах без наращивания или с незначительным наращиванием слоев дорожной одежды: *регенерация, рециркулирование в зоне верхнего слоя старого по-*

**крытия с обогащением его добавками нового материала и укладкой на месте** соответственно проектному профилю.

Эти технологии позволяют максимально использовать материал существующего покрытия, существенно сократить транспортные расходы, улучшить характеристики верхнего слоя.

Более рационально применение передвижных установок, позволяющих выполнять малые объемы рассредоточенных работ.

Существует большое количество методов регенерации и повторного использования материалов, которые можно объединить в несколько групп:

1) методы горячей регенерации на месте (на дороге) с использованием различных способов разогрева, разрыхления и улучшения свойств старого асфальтобетона с последующей укладкой его в покрытие;

2) методы холодной регенерации на месте (на дороге), когда материал старого покрытия снимается холодным фрезерованием; производится обработка битумной эмульсией и укладка в нижний слой нового покрытия;

3) методы холодно-горячей регенерации, когда материал старого покрытия снимается холодной фрезой, перерабатывается в смесительной установке с подогревом, добавлением нового щебня и битума, а затем укладывается в новое.

При ремонте асфальтобетонных покрытий все большее распространение получают **методы регенерации** – восстановления их первоначальных эксплуатационных свойств (прочности, ровности и шероховатости).

Методы регенерации можно разделить на три группы:

1) пропитка покрытия «омолаживающими» составами, т.е. пластификаторами, восстанавливающими свойства битума;

2) восстановление свойств асфальтобетонного покрытия на месте с использованием различных методов разогрева, разрыхления и улучшения свойств старого асфальтобетона (сюда можно отнести метод холодного фрезерования старого асфальтобетона с переработкой его на месте в передвижной асфальтосмесительной установке и укладкой в дорожную одежду);

3) снятие старого асфальтобетона холодным или горячим способом и переработка его на стационарных АБЗ.

На загородных автомобильных дорогах применяется метод **термогенерации, или термопрофилирования на месте**.

Способы термопрофилирования имеют разновидности: *термопланирование* (за рубежом этот способ называется реформинг), *термогомогенизация*, *термоукладка*, *термосмещение* (ремикс), *термопластификация*.

**Термопланирование**, или выравнивание при нагреве без добавления новой смеси, состоит в том, что асфальтобетонное покрытие нагревают горелками инфракрасного излучения до 120...180 °С на глубину 2...5 см, затем разрыхляют, перераспределяют (разравнивают) материал и уплотняют.

Способ применяется при восстановлении ровности и поперечного профиля покрытия, если просвет под трехметровой рейкой не превышает 20 мм. В режиме термопланирования ремонтируются покрытия из песчаного асфальтобетона, водонасыщение которых не превышает 3 % по объему. Можно ремонтировать покрытия из мелкозернистого или песчаного асфальтобетона с водонасыщением, не превышающим 4 %, при условии устройства после этого защитного слоя в виде поверхностной обработки или коврика износа. Для этого используются термопрофилировщики, схема работы которых приведена на рис. 12.16.

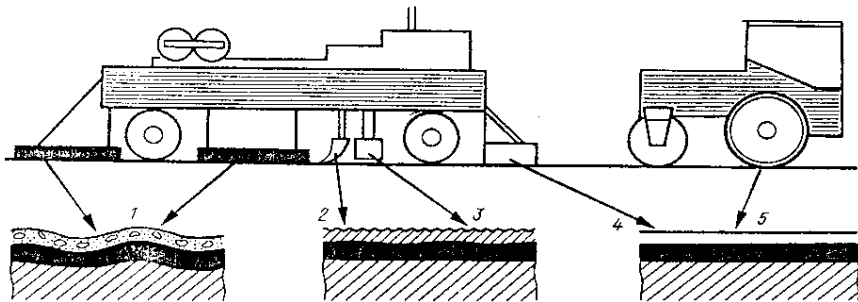


Рис. 12.16. Схема работы термопрофилировщика:

- 1 - нагрев; 2 - рыхление; 3 - разравнивание; 4 - предварительное уплотнение;  
5 - окончательное уплотнение

Нагрев покрытия производится до 200 °С для асфальтобетона и 120 °С – для дегтебетона. Средняя температура асфальтобетона (80...120°С) при толщине слоя 40 мм и температуре воздуха 20 °С достигается за 8 мин. Теплообмен в слое протекает неравномерно. Вначале поверхность нагревается быстрее, чем нижние слои; к моменту рыхления верхние слои остывают, но нижние за счет теплопроводности

сти аккумулированного тепла продолжают набирать температуру. Это обеспечивает при перемешивании среднюю стабильную температуру 80...100 °С. Нагретая смесь рыхлится, разравнивается в поперечном и продольном направлениях и предварительно уплотняется трамбуемым брусом; окончательное уплотнение производится катками. Рабочая скорость термопрофилирования – 3 м/мин, производительность – 1100...2200 м<sup>2</sup>/смену при ширине обрабатываемой полосы до 3...3,5 м.

С помощью термопланировщика можно восстанавливать не только ровность неизношенных покрытий, но и их сцепные качества **методом втапливания**. В этом случае в отряд включаются термопланировщик, распределитель щебня и катки. После термопланирования на покрытии обычно устраивают защитный слой в виде поверхностной обработки или путем укладки новой асфальтобетонной смеси. При этом асфальтоукладчик движется на расстоянии 15...20 мм от термопрофилировщика.

**Термогомогенизация** отличается от термопланирования тем, что, кроме основных операций, производится перемешивание старой разрыхленной асфальтобетонной смеси, в результате чего повышается однородность асфальтобетона и улучшается уплотняемость. Этим способом ремонтируют покрытия с водонасыщением, не превышающим 4 %. Термогомогенизация осуществляется с применением термопрофилировщиков, оснащенных мешалкой, в виде одной машины или комплекта машин.

Ремонт асфальтобетонных дорожных покрытий с помощью **дорожно-ремонтной машины «Репавер» фирмы «Виртген»** (ФРГ) основан на использовании старого асфальтобетона, пригодного по своим свойствам и характеристикам к повторному применению. Методом «репаве» устраняют колейность, следы износа, деформации и трещины поверхностного слоя покрытия. Он заключается в профилировании заново ремонтируемого дорожного покрытия с добавлением (или без добавления) новой асфальтобетонной смеси.

Машина «Репавер» (рис. 12.17) представляет собой самоходный агрегат длиной до 13 м и массой около 30 т, рабочее оборудование которого состоит из: бункера для новой асфальтобетонной смеси; трех нагревательных блоков инфракрасного излучения (один из которых с 80 горелками общей тепловой мощностью 832200 ккал/ч расположен перед передней ведущей осью, второй – со 112 горелками общей тепловой мощностью 1117200 ккал/ч расположен сзади

передней ведущей оси, третий – с 36 горелками общей тепловой мощностью 306000 ккал/ч расположен перед задней ведущей осью); вскрышного и распределительного устройств. На задней приводной оси расположено оборудование для приготовления новой асфальтобетонной смеси, состоящее из двух распределительных шнеков, трамбуемого бруса и вибрационной (заглаживающей) плиты.

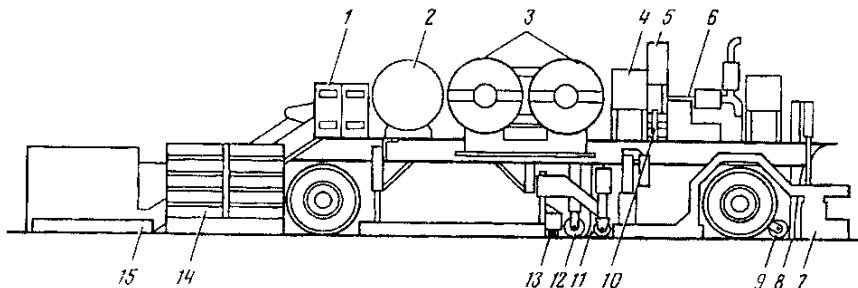


Рис. 12.17. Дорожно-ремонтная машина «Репавер»:

1 - испаритель; 2 - топливный бак; 3 - резервуары для сжиженного газа; 4 - гидробак; 5 - теплообменник для охлаждения рабочей жидкости; 6 - двигатель; 7 - вибрационная плита; 8 - трамбовочный брус; 9 - шнековый распределитель новой смеси; 10 - приводной редуктор с насосами; 11 - отвал; 12 - шнековый распределитель старой смеси; 13 - взрыхляющая плита; 14 - нагревательный блок в транспортном положении; 15 - бункер

Расположенный в передней части машины бункер соединен отопляемым конвейером с исполнительными органами.

Двигатель машины вместе с распределительным редуктором установлен на шасси агрегата над его задней осью. От распределительного редуктора осуществляется привод конвейеров, шнекового распределителя, трамбуемого бруса, вибрационной плиты, механизма передвижения, систем охлаждения рабочей жидкости и управления рабочими органами. Передвижение машины обеспечивается гидрообъемной трансмиссией, подъем и опускание рабочих органов – гидроцилиндрами. Вскрышное устройство состоит из взрыхляющей асфальтобетонное покрытие плиты, разделенной на четыре сегмента шириной 62,5 см, в каждом из которых расположено 5 рядов взрыхляющих ножей с резцами из твердого сплава. Ножи установлены с интервалом 13 см и сдвинуты один по отношению к другому. Высота установки каждого из сегментов и высота установки дополнительных сегментов (шириной 25 и 50 см), которые вместе с основными составляют общую максимальную ширину агрегата 4,25 м, регулируется с помощью гидроцилиндра.



Разогретое дорожное покрытие взрыхляется ножами с наконечниками из твердого сплава, привинчиваемыми к вскрышной плите стальными разъемами. Форма наконечников ножей обеспечивает сохранение структуры (зерен) асфальтобетонной смеси при ее взрыхлении. Глубина внедрения ножей в покрытие регулируется бесступенчато. Сзади взрыхляющей плиты установлены распределительный шнек и отвал.

С помощью первых двух блоков инфракрасного излучения старое покрытие разогревается, причем интенсивность и степень нагрева регулируются в зависимости от скорости движения машины и неровностей поверхности дороги. Регулирование температуры обеспечивается подъемом и опусканием блоков, а также включением или выключением отдельных рядов горелок. Температура разогрева старого асфальтобетона должна соответствовать его пластическому состоянию, что позволяет при взрыхлении не допускать дробления зерен асфальтобетона. Взрыхляющая плита ножами взрыхляет разогретый слой покрытия, который перемешивается и укладывается равномерно по всей ширине участка расположенным за ней шнековым распределителем. Излишки снятого материала отбрасываются в сторону рядом с машиной. Отвал заглубляет старую асфальтобетонную смесь в дорожное покрытие и одновременно планирует поверхность покрытия перед нанесением на него нового слоя асфальтобетонной смеси.

Третий блок инфракрасного излучения разогревает спланированную поверхность и выравнивает температуру старого взрыхленного материала перед укладкой нового слоя смеси.

Наклонным конвейером новая смесь из бункера подается на высоту рамы ходовой части агрегата, где следующий конвейер транспортирует ее в продольном направлении к шнековому распределителю, расположенному за задней осью машины. Управление подачей смеси на распределитель – автоматическое. Окончательная заделка материала в покрытие производится трамбовочно-вибрационным рабочим органом. Смесь материалов подвергается высокому предварительному уплотнению посредством трамбовки и с помощью нагреваемого корпуса вибрационной плиты выравнивается и заглаживается.

При движении смеси от бункера к распределителю обеспечивается ее постоянный нагрев встроенными нагревательными элементами (горелками) инфракрасного излучения. Пропан подается во все нагревательные устройства из двух резервуаров вместимостью

2500 л. Для преобразования сжиженного пропана в газ над правым передним колесом машины располагается испаритель. Ремонтруемое покрытие взрывается на глубину до 4 см, а получаемый при этом старый асфальтобетон частично или полностью используется при ремонте. Глубина разработки покрытия может быть изменена перестановкой отвала (во время движения машины). Уложенный слой асфальтобетона образует с нижележащими слоями однородное покрытие с достаточно высокими физико-механическими свойствами. Производительность машины «Репавер» достигает 300 м<sup>2</sup>/ч.

При ремонте дорожных покрытий в настоящее время применяются две системы работы: метод «репаве» (рис. 12.18) с помощью машины «Репавер», обеспечивающей все рабочие процессы одним агрегатом, и с помощью комплекса из двух ремонтных машин, одна из которых разогревает, взрывает, распределяет и предварительно уплотняет старый асфальтобетон, а другая внедряет новый материал при повторном рабочем процессе. Этот комплекс во время работы сопровождают грузовые автомобили с асфальтобетонной смесью, перемещающиеся по новому, предварительно уплотненному покрытию.

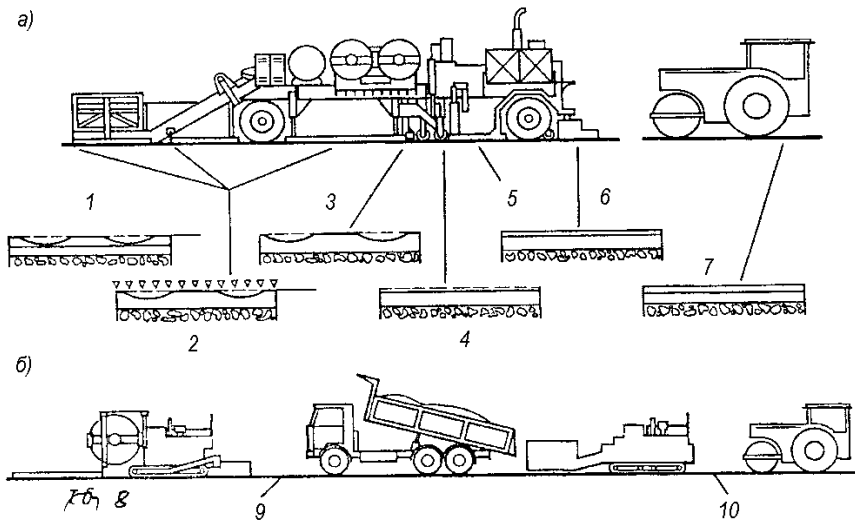


Рис. 12.18. Схема работы методом «репаве»:

а – с помощью машины «Репавер»; б – помощью двух специальных машин; 1, 8 – состояние до ремонта; 2 – нагревание; 3 – взрывление; 4 – планировка; 5 – нагревание; 6 – добавка смеси и вделка ее в покрытие; 7 – готовое уплотненное дорожное покрытие; 9 – уплотненное покрытие; 10 – регенерированное покрытие

Первая система работы (см. рис. 12.18 а) более экономична по сравнению со второй, так как вследствие предварительного уплотнения старой асфальтобетонной смеси первой машиной второй требуется большее количество новой смеси для достижения эффективного уплотнения покрытия. Она позволяет уменьшить расход новой асфальтобетонной смеси с 40 до 10 кг/м<sup>2</sup>. Кроме того, при ремонте дороги с помощью двух машин (рис. 12.18 б) температура старого покрытия перед укладкой на него новой смеси ниже, чем при ремонте с помощью машины «Репавер», а распределение температуры по глубине покрытия менее равномерное, что снижает качество окончательного уплотнения смеси.

Машина «Репавер» повторно разогревает попавшие на поверхность при взрывлении и планировании холодные частицы старого асфальтобетона вместе с остальной массой до определенной и равномерной температуры, соответствующей практически той температуре, при которой она была первоначально уложена при устройстве покрытия, обеспечивая равномерное уплотнение покрытия после укладки новой асфальтобетонной смеси. «Репавер» уплотняет оба слоя в горячем состоянии во время одного рабочего процесса, тогда как в двухмашинной системе два тонких слоя покрытия, состоящие из повторно сформированного, предварительно уплотненного слоя и свежей массы, накладываются последовательно один на другой, что является менее предпочтительным.

**Термоукладка** представляет собой выравнивание покрытия при нагреве с добавлением новой смеси, но без перемешивания со старой. При больших колеях, неровностях, деформациях покрытия разогретого асфальтобетона не хватает для ликвидации неровностей, и добавляется небольшое количество новой смеси, затем покрытие разравнивается и уплотняется. Этот способ в зарубежной практике называют репайвингом, а машину для его реализации – репавером. Термоукладка осуществляется с применением термопрофилировщика, оснащенного оборудованием для приема и распределения новой смеси. Можно также использовать комплект оборудования, включающий асфальтоукладчик.

Для регенерации асфальтобетонных покрытий выпускается **термосмеситель ДЭ-232**, смонтированный на самоходном шасси и состоящий из четырех панелей-горелок инфракрасного излучения, рыхлителя, шнеков, мешалки, отвала, трамбующего бруса, выгла-

живающей плиты, емкости для газа и приемного бункера для новой смеси. Производительность машины – 720 м<sup>3</sup>/ч, ширина обработки – 3...4 м, рабочая скорость – до 3 м/мин, максимальная глубина обработки – 50 мм, расход новой смеси – до 45 кг/м<sup>2</sup>. Термосмеситель может выполнять все виды термопрофилирования.

Работы по термопрофилированию способом термопланирования и термоукладки выполняются при температуре воздуха не ниже 15 °С, а способом термогомогенизации и термосмешения – при температуре не ниже 20 °С. Скорость ветра во всех случаях не должна превышать 7 м/с. Для лучшего и более равномерного по глубине покрытия прогрева в комплекте с термопрофилировщиком или термосмесителем применяется асфальторазогреватель ДЭ-234, который представляет собой агрегат на колесном ходу, имеющий три панели горелок и обеспечивающий предварительный нагрев покрытия. В этом случае работы по термопрофилированию можно выполнять при температуре воздуха не ниже 5 °С.

Способом термоукладки можно ремонтировать покрытия с водонасыщением до 6 %. Объем добавляемой новой смеси зависит от ровности ремонтируемого покрытия, степени его износа и обычно назначается в пределах 25...50 кг/м<sup>2</sup>. После очистки дорожного полотна от пыли и грязи с помощью разогревателя производят нагрев покрытия на глубину до 40 мм. Вначале в течение 6...7 мин оно прогревается, затем при рабочей скорости 1,2...1,3 м/мин его прогревают еще 10...20 мин (в зависимости от температуры воздуха). После этого выходят на стационарный режим движения 2,5...3 м/мин и температуры нагрева 110 °С.

Дальнейший нагрев, рыхление и разравнивание старой смеси выполняется термосмесителем ДЭ-232. На уложенный слой старой смеси этой же машиной укладывается и предварительно уплотняется новая смесь, доставленная в приемный бункер автомобилями-самосвалами, а затем уплотняется катками на пневматических шинах и катками с металлическими вальцами массой 12...18 т общим числом проходов по одному следу 8...12. Уплотнение выполняется в диапазоне температур смеси от 70 до 110 °С.

При ремонте *способом термосмешения* производится разогрев, рыхление старой смеси, добавление новой, перемешивание и выравнивание. Весь процесс протекает в едином технологическом цикле на дороге (рис. 2.19).

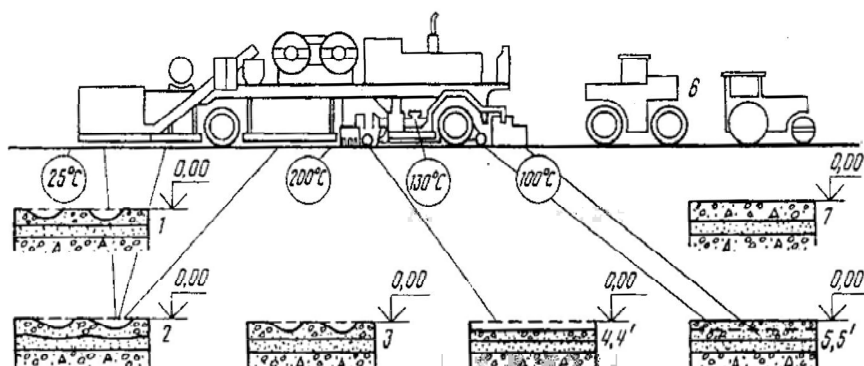


Рис. 12.19. Последовательность технологических операций, выполняемых термосмесителем в режимах термоукладки и термосмешения:

1 – покрытие до ремонта; 2 – нагрев; 3 – рыхление; 4 – разравнивание материала (при работе в режиме термоукладки); 4 – сбор разрыхленной смеси, добавление новой, перемешивание (при работе в режиме термосмешения); 5 – добавление новой смеси, разравнивание, предварительное уплотнение (при работе в режиме термоукладки); 5 – разравнивание, предварительное уплотнение (при работе в режиме термосмешения); 6 – окончательное уплотнение; 7 – отремонтированное покрытие

Термосмешение применяется при ремонте дорог, когда на покрытии имеется множество выбоин, волн, наплывов, а также при необходимости улучшить свойства асфальтобетонной смеси верхнего слоя старого покрытия. Для выбора нового состава смеси с учетом свойств старого асфальтобетона из покрытия берут керны, исследуют смесь и проектируют требуемый состав с учетом имеющихся материалов и вяжущих. Расход новой смеси – 25...50 кг/м<sup>2</sup>.

За рубежом выпускается большое количество различных модификаций ремиксеров, реализующих технологию регенерации дорожных покрытий. В Российской Федерации и Республике Беларусь наибольшее распространение получили *ремиксеры фирмы «Виртген»*, разработавшей ряд машин для регенерации покрытий с добавлением новой асфальтобетонной смеси, которая укладывается на предварительно разрыхленный и спланированный слой или перемешивается с ним.

Регенерация с помощью комплекса оборудования «Ремикс» позволяет выполнять следующие виды работ:

- 1) восстановление ровности покрытия без добавления новой смеси;

2) восстановление ровности покрытия с добавлением новой смеси и укладкой тонкого слоя износа;

3) усиление покрытия путем терморегенерации с добавлением новых материалов (битума, щебня или асфальтобетона);

4) усиление покрытия путем терморегенерации с добавлением нового материала и укладки за один проход комплексы нового дополнительного слоя на модифицированном или улучшенном битуме.

Оборудование для проведения работ по этому методу состоит из установки для предварительного разогрева дорожного покрытия и ремиксера (рис. 2.20).

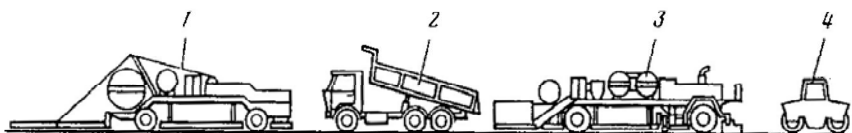


Рис. 12.20. Комплекс машин системы «Ремикс»:

1 – установка предварительного разогрева дорожного покрытия; 2 – машина с дополнительной асфальтобетонной смесью; 3 – ремиксер; 4 – каток

Ремиксер – это машина для ремонта покрытий способом термо-смещения, дополнительно оборудованная дозирующей и смесительной установками. Разогретое старое асфальтобетонное покрытие взрыхляется ножами, а затем шнековым распределителем и расположенным за ним отвалом подается в смесительную установку, оснащенную двумя валами. Свежая смесь из бункера на конвейере поступает в дозирующую установку, направляющую ее в смеситель, где старая и новая массы перемешиваются, и полученная смесь подается к рабочим органам, которые ее распределяют и заглубляют в старое покрытие при одновременном высококачественном предварительном уплотнении.

Для реализации технологии «Ремикс» машиной типа «Ремиксер-4500» фирмы «Виртген» разработана технологическая карта.

«Ремиксер-4500» представляет собой самоходный агрегат, в котором для разогрева покрытия имеется блок разогревателя, состоящий из горелок инфракрасного излучения с металлической излучающей поверхностью. Работу блока горелок обеспечивает газовое оборудование. В головной части ремиксера находится приемный бункер для новой асфальтобетонной смеси.

**Способ «Ремикс»** включает технологические операции по введению новой асфальтобетонной смеси или ее отдельных компонентов в покрытие и перемешивание их со старой смесью. Для выполнения работ необходимы установка предварительного разогрева покрытия, грузовик, подвозящий новую асфальтобетонную смесь, ремиксер и каток. Материал асфальтобетонного покрытия предварительно прогревается нагревательными элементами до температуры 90...100 °С, а затем инфракрасными излучателями – до температуры 120...140 °С. Вращающийся вал ремиксера разрыхляет подогреваемый слой, не повреждая зерен минерального материала. По винтовому конвейеру разрыхленный материал подается в двухвальный подогреваемый смеситель принудительного действия, где перемешивается с новой смесью и из загрузочного ковша через транспортер поступает в накопительный бункер, откуда необходимое его количество при помощи объемного дозирующего устройства через горизонтальный транспортер (скорость которого зависит от скорости перемещения ремиксера), поступает в смеситель. Готовая смесь при температуре 130 °С укладывается при помощи выглаживающей плиты. Окончательное уплотнение выполняется катком.

Смесь, выложенная на нагретое полотно, укладывается с помощью плавно регулируемого смесеукладочного бруса в соответствии с профилем полотна. Раздельный нагрев полотна обеспечивает хорошее сцепление слоев за счет укладки «горячего по горячему».

Слой из новой смеси накладывается на предварительно уложенный слой из регенерированного материала с помощью распределительного шнека, расположенного за первым шнеком. Подача новой смеси ко второму распределительному шнеку производится с помощью транспортера.

Ремонт асфальтобетонных покрытий следует производить в сухую погоду, весной и летом – при температуре не ниже +5 °С, осенью – не ниже +10 °С; при отсутствии дополнительного асфальто-разогревателя – при температуре не ниже +15 °С.

Скорость движения ремиксера выбирается в зависимости от температуры воздуха, глубины рыхления, типа асфальтобетона, характеристик оборудования. Работы по ремонту покрытия способом «ремикс» и «ремикс плюс» выполняются на одной захватке, длина которой принимается из условия выполнения работ на половине проезжей части дороги, равной сменной производительности

«Ремиксера-4500». Машины-автосамосвалы для подвоза асфальтобетонной смеси принимаются по потребности в зависимости от объема асфальтобетона и дальности возки.

Последнее усовершенствование термосмесителя позволило в процессе термопрофилирования усиливать дорожную одежду. Способ получил название «**ремикс плюс**», или по нашей терминологии – **способ термоусиления**. Он включает разогрев, фрезерование, перемешивание асфальтогранулята с добавляемым битумом пониженной вязкости, распределение по проезжей части, укладывание сверху дополнительного слоя новой асфальтобетонной смеси и уплотнение одновременно обоих слоев. Все операции, кроме окончательной укатки, осуществляются термопрофилировочным комплектом за один проход.

При термопластификации в старую смесь добавляют пластификатор в количестве 0,1...0,6 % массы смеси, а новый материал не добавляют, поскольку при этом способе хорошо восстанавливаются свойства старого асфальтобетона. Термопластификацию осуществляют теми же машинами, что и термогомогенизацию, оснастив их узлом для введения пластификатора. Толщина обновляемого слоя получается до 50 мм. В качестве пластификатора используют масла нефтяного происхождения с содержанием ароматических углеводородов не менее 25 % по массе. Наиболее доступным является пластификатор ренобит; можно применять и экстракты селективной очистки масляных фракций нефти, моторную нефть, зеленое масло.

Во всех случаях минимальная толщина регенерируемого слоя выбирается исходя из крупности зерен асфальтобетона: 20 мм – для песчаных смесей; 25 мм – для щебеночных смесей при крупности зерен до 15 мм; 35 мм – при крупности зерен до 20 мм.

Существует три варианта технологии регенерации покрытий со снятием старого асфальтобетона:

1. **Снятие асфальтобетона и горячее перемешивание в смесителе**. Снятие асфальтобетона осуществляется различными способами, наиболее распространенные из которых:

1) способ холодного снятия и размельчения (холодного фрезерования);

2) способ нагрева, размельчения и погрузки в транспорт (горячего фрезерования).

Холодное фрезерование производят специальными машинами – холодными фрезами, – которые снимают асфальтобетон без подогрева и



размельчают его на требуемые фракции, горячее фрезерование – горячими фрезами, впереди которых имеется разогреватель инфракрасного излучения длиной от 1 до 9 м. Снятая холодным или горячим фрезерованием смесь доставляется на АБЗ для повторной горячей переработки.

**2. Снятие асфальтобетона и холодное перемешивание в установках.** Снятие осуществляется холодными фрезами. Смесь грувится и доставляется к передвижному смесителю или на АБЗ. Перемешивание производится с добавкой эмульсии. Приготовленная смесь доставляется к месту укладки.

**3. Снятие асфальтобетона и холодное перемешивание на дороге.** Размельченная холодными фрезами асфальтобетонная смесь собирается в вал или непосредственно на измельченную смесь разливается катионная эмульсия из расчета  $1,5 \dots 3,5$  л/м<sup>2</sup> и перемешивается фрезами или автогрейдерами, а затем планируется и уплотняется. Холодной технологии регенерации покрытий в последнее время уделяют все большее внимание.

Способы холодной регенерации отличаются между собой, в первую очередь, используемым для укрепления асфальтогранулята (АГ) вяжущим: органическим, минеральным, комплексным. Перемешивание АГ осуществляется как на дороге, так и на притрассовой базе.

Выбор того или иного способа регенерации диктуется состоянием конструктивных слоев дорожных одежд. За рубежом чаще применяется способ переукладки, при котором растрескавшиеся слои удаляются фрезерованием, а на их место укладываются новые. Стоимость ремонта при этом ниже благодаря частичной компенсации затрат путем реализации «добытого» АГ.

Технология холодной регенерации предназначена, главным образом, для повышения прочности дорожной одежды путем омоложения растрескавшихся асфальтобетонных слоев. Она заключается в холодном фрезеровании покрытия (в некоторых случаях – с захватом несвязного слоя основания), перемешивании АГ с вяжущим и другими добавками, включая новый скелетный материал, распределении полученной асфальтогранулобетонной смеси и ее уплотнении. В результате образуется асфальтогранулобетон (АГБ). Эта технология позволяет одновременно исправлять искаженный поперечный профиль проезжей части.

АГБ-слой следует рассматривать в качестве верхнего монолитного слоя или нижнего слоя покрытия. На него укладывают защитный слой или устраивают поверхностную обработку.

За рубежом все большее распространение получает технология холодной регенерации дорожных одежд нежесткого типа, позволяющая усилить их при минимальном использовании новых материалов. В процессе холодной регенерации появляется возможность одновременного выравнивания проезжей части как в поперечном, так и в продольном направлениях.

Машины для разогрева покрытий называют **асфальторазогревателями**. Их применяют также для просушивания в сырую погоду ремонтируемых участков.

Асфальторазогреватели классифицируются по способу перемещения, типу источника излучения и конструкции. По способу перемещения различают *самоходные разогреватели*, монтируемые на базе автомобилей или колесных тракторов, *прицепные* и *ручные*, применяемые при малых объемах ремонтных работ. По типу источника излучения различают *разогреватели*, работающие на *жидком* и *газообразном топливе*, а также с *электрическими источниками инфракрасного излучения*.

**Специальное оборудование самоходного асфальторазогревателя с газовым излучателем** (рис. 12.21) включает комплект баллонов со сжиженным газом, газопровод, блок горелок и гидросистему управления.

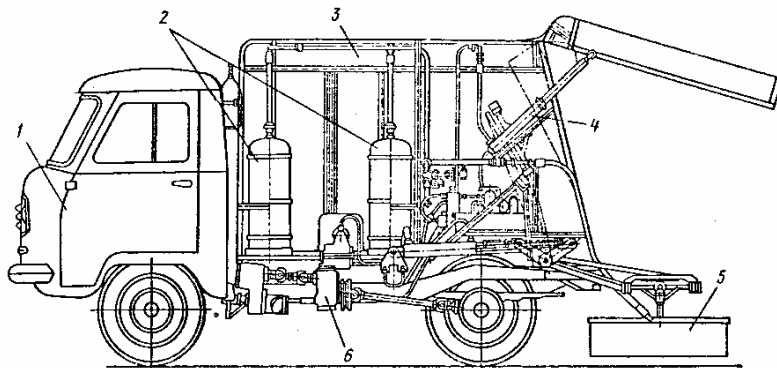


Рис. 12.21. Самоходный асфальторазогреватель:  
1 – кабина; 2 – газовые баллоны; 3 – кузов; 4 – гидроцилиндр подъема  
задней крышки; 5 – блок горелок; 6 – трансмиссия

Баллоны со сжиженным газом установлены в кузове машины. Из них газ по газопроводу из стальных бесшовных труб поступает к блоку горелок, расположенному в задней части машины. Трубчатая рама блока горелок служит для подвода газа к закрепленным на ней горелкам инфракрасного излучения. Секционное устройство блока горелок с независимым подводом газа к каждой секции обеспечивает возможность отключения любой секции.

Газовая горелка (рис. 12.22), входящая в блок асфальтозагретителя, работает следующим образом.

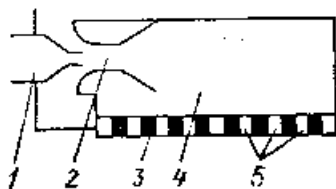


Рис. 12.22. Принципиальная схема горелки инфракрасного излучения:  
1 – форсунка; 2 – инжектор-смеситель; 3 – керамический насадок;  
4 – распределительная коробка; 5 – каналы насадка

Газ, поступающий из форсунки в инжектор-смеситель, перемешивается с воздухом и в составе горючей смеси поступает в распределительную коробку; в нижней ее части установлен керамический насадок, в каналы которого поступает газоздушная смесь со скоростью 0,1...0,14 м/с. Горючая смесь, сгорая на поверхности насадка, разогревает его до температуры 850...900 °С. Таким образом, насадок становится источником инфракрасного (теплового) излучения, воздействующего на поверхность покрытия.

Производительность асфальтозагретителей  $\Pi = 15 \dots 34 \text{ м}^2/\text{ч}$ .

## 12.5. Ремонтеры

Для механизации работ по текущему ремонту твердых покрытий применяют машины, получившие название *ремонтеров*.

По назначению различают *ремонтеры для комплексного ремонта покрытий* и *специализированные*, предназначенные для выполнения ремонтных работ определенного вида. Специализированные ремонтеры обладают большей производительностью и легче

поддаются автоматизации, чем машины для комплексного ремонта, однако из-за узкой специализации их можно применять только при больших объемах работ определенного вида. Для проведения ремонтных работ в полном объеме используются ремонтеры, комплектуемые из отдельных машин и оборудования на базе стандартных тяговых средств (как правило, грузовых автомобилей), и универсальные комбинированные ремонтеры. Ремонтеры, комплектуемые из отдельных машин, малопроизводительны и имеют низкий коэффициент использования оборудования вследствие больших потерь времени на его подготовку к работе и малой загрузки.

При ремонте покрытий дорог наиболее широкое распространение получили *универсальные комбинированные дорожные ремонтеры на базе автомобиля* (рис. 12.23) *или колесного трактора*.

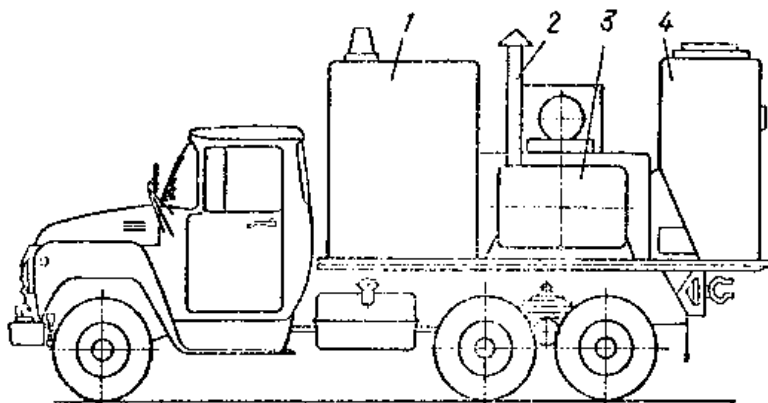


Рис. 12.23. Дорожный ремонтер:

- 1 – кабина для бригады; 2 – бункер-термос; 3 – битумный котел;
- 4 – кассета с дорожными знаками и ограждением

В переднем закрытом отсеке машины установлены: компрессор, одна или две передвижные тележки для распределения асфальтобетона и щебня, ручной виброток с электрическим приводом вибровозбудителя, электротрамбовка, переносные блоки с горелками инфракрасного излучения, набор ручных машин с пневмо- и электроприводом, ремонтный инструмент и ограждающие знаки. В заднем открытом отсеке размещены: двоянный бункер-термос, предназна-

ченный для загрузки асфальтобетонной смесью или щебнем, битумный котел, кассета с дорожными знаками и другое оборудование.

Для перевозки бригады рабочих из четырех человек машина оборудована дополнительной кабиной, в ней же размещены: генератор переменного тока, бак с технической водой, шкаф для запасных частей, слесарного инструмента и технической документации, электрощит управления генератором, щиток освещения и связи с водителем, рация. Для выгрузки и погрузки рабочего оборудования на стенке переднего отсека смонтировано грузоподъемное устройство, состоящее из лебедки, выносной стрелы и грузозахватного механизма. Бункер-термос представляет собой емкость с двойными стенками, между которыми уложен слой теплоизоляционного материала толщиной до 50 мм. Он загружается через верхний люк с крышкой; для выгрузки материалов в нижней его части установлены затворы. Компрессор и генератор приводятся в действие от основного двигателя автомобиля.

Рабочее оборудование ремонтников такого типа обеспечивает:

- 1) ремонт отдельных повреждений покрытия в виде выбоин, бугров, наплывов, выкрашивания кромок;
- 2) заливку трещин шириной до 5 мм;
- 3) локальную поверхностную обработку покрытий.

При необходимости выполнения каких-то иных видов работ в состав рабочего оборудования могут быть дополнительно введены соответствующие средства механизации.

При выполнении больших объемов работ по ремонту цементобетонных покрытий применяются ремонтники, состоящие из трех машин: полустационарной установки для приготовления бетона; передвижной установки для приготовления и нанесения на ремонтируемую поверхность цементного коллоидного клея; самоходного бетоноукладчика. Такой комплект машин обеспечивает приготовление жесткого песчаного бетона, предварительную обработку поверхности, подготовку участков покрытий к ремонту, приготовление коллоидного клея и нанесение его на обработанную поверхность покрытия, укладку бетона, его разравнивание и уплотнение, отделку отремонтированной поверхности.

## **13. КАЧЕСТВО МАШИН И СОВОКУПНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЕГО**

### **13.1. Эксплуатационные свойства и показатели технического уровня машин**

*Качество* – это совокупность свойств, обуславливающих пригодность изделия для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с их назначением. Поскольку свойства машины проявляются в процессе ее эксплуатации, их называют *эксплуатационными свойствами*. Эти свойства объединяются в группы по функциональным показателям. Наиболее характерными являются:

- 1) энергетические показатели (номинальная мощность силовой установки, выходная мощность и т.п.),
- 2) тягово-динамические показатели (скорость, тяговое усилие, проходимость и т.п.),
- 3) социально-бытовые показатели (экологические, эргономические, технико-эстетические и т.п.);
- 4) показатели надежности (безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность) и т. д.

Эксплуатационные показатели, наиболее существенно влияющие на производительность машин, входят в технические характеристики машины.

Для сравнения машин различных типоразмеров и конструктивных решений служат их выходные характеристики, являющиеся показателями технического уровня, к которым можно отнести КПД, энергонасыщенность, энергоемкость рабочего органа, топливную экономичность и т. д.

В последнее время при оценке технического уровня машин большое внимание уделяется эргономическим показателям.

### **13.2. Основные технико-эксплуатационные и технико-экономические показатели машин**

Различают три вида производительности машин:

- 1) расчетно-теоретическую  $P_p$ ;

- 2) техническую  $\Pi_m$  ;
- 3) эксплуатационную  $\Pi_э$  .

**Расчетно-теоретическая производительность** определяет максимально возможную выработку машины в единицу времени. Для машин циклического действия (в ед. изм. продукции/ч)

$$\Pi_p = Wn ,$$

где  $W$  – выработка машины за цикл (т, м, м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup> и т.п.);

$n$  – число циклов за 1 ч,  $n = 3600/T_u$ , где  $T_u$  – продолжительность работы цикла машин, с,  $T_u = \sum t_i$ , где  $t_i$  – продолжительность отдельной операции, с.

Для машин непрерывного действия расчетно-теоретическая производительность (в м<sup>3</sup>/ч)

$$\Pi_p = Fv_p ,$$

где  $F$  – площадь сечения потока материала (вырезаемого грунта или снимаемого снега, сыпучего материала на ленте конвейера), м<sup>2</sup>;

$v_p$  – расчетная скорость потока, м/ч.

**Техническая производительность** дополнительно учитывает конкретные условия эксплуатации машины. Ее определяют по формуле расчетной производительности с введением коэффициентов, учитывающих степень использования показателей технической характеристики машины, свойства конкретных материалов, навыки и состояние оператора.

**Эксплуатационная производительность** учитывает перерывы в работе машины по организационным, технологическим и техническим причинам. Для ее определения в формулу технической производительности вводят коэффициент  $K_э$  использования машины по времени:

$$\Pi_э = \Pi_m K_э .$$

Коэффициент использования машины по времени

$$K_{\theta} = \left[ T_{\text{см}} - (t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} + t_{\text{мо}} + t_{\text{отк}}) \right] / T_{\text{см}},$$

где  $T_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч;

$t_{\text{тех}}, t_{\text{орг}}, t_{\text{мо}}, t_{\text{отк}}$  – продолжительность простоев по техническим и организационным причинам, на проведение технического обслуживания и устранение отказов (текущие ремонты), ч.

Для машин циклического действия обычно  $K_{\theta} = 0,80 \dots 0,95$ ; для машин непрерывного действия  $K_{\theta} = 0,85 \dots 0,95$ .

Из-за перерывов в работе эксплуатационную производительность следует определять за смену:

$$P_{\text{э см}} = P_m K_{\theta} T_{\text{см}},$$

где  $P_{\text{э см}}$  – эксплуатационная производительность за смену (например, м<sup>3</sup>/смену);

$T_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч.

Экономическая оценка эксплуатации машины в различных условиях выражается себестоимостью единицы продукции:

$$C_e = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{P_{\text{э см}}} = \frac{C_{\text{м см}}}{P_{\text{э см}}},$$

где  $C_{\text{м см}}$  – сумма среднесменных затрат, т.е. себестоимость машино-смены, руб./смену;

$C_1$  – затраты 1-й группы, зависящие от годового режима работы и отнесенные к смене;

$C_2$  – затраты 2-й группы, зависящие от внутрисменного режима работы;

$C_3$  – затраты 3-й группы, связанные с заработной платой операторов, работающих на данной машине, руб./смену.



Затраты 1-й группы

$$C_1 = S_{рен} + S_{кр} + S_{тр} + S_{м\delta},$$

где  $S_{рен}$  – отчисления на реновацию;

$S_{кр}$  – отчисления на проведение капитальных ремонтов;

$S_{тр}$  – расходы на транспортирование машин внутри объекта и с одного объекта на другой;

$S_{м\delta}$  – расходы на монтаж и демонтаж машин при транспортировании.

Отчисления  $S_{рен} + S_{кр}$  составляют амортизационные отчисления; отчисления  $S_{тр} + S_{м\delta}$  иногда называют единовременными затратами.

Затраты 2-й группы

$$C_2 = S_{изн} + S_{то} + S_{топл},$$

где  $S_{изн}$  – расходы, связанные с износом быстроизнашивающихся деталей, резины и сменной оснастки;

$S_{то}$  – расходы на техническое обслуживание и текущий ремонт машины;

$S_{топл}$  – расходы на топливо, смазочные и обтирочные материалы.

Для оценки эффективности эксплуатации машин используют удельные приведенные затраты

$$Z_{y\delta} = C_e + E_n K_{y\delta},$$

где  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности;

$K_{y\delta}$  – удельные капитальные затраты, отнесенные к единице продукции.

Условие оптимальности:

$$Z_{y\delta} \rightarrow \min .$$

Удельные капитальные затраты (капиталовложения)

$$K_{oa} = O_i a / (n_{ni} I_{yni}),$$

где  $C_o$  – оптово-отпускная цена машины;

$a$  – коэффициент, учитывающий расходы по первоначальной доставке машины с завода-изготовителя к потребителю;

$n_{cm}$  – число смен работы машины в году.

## 14. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН

### 14.1. Причины снижения работоспособности машин в процессе эксплуатации

В процессе эксплуатации машина может находиться в одном из следующих состояний:

- 1) работоспособном;
- 2) неисправном;
- 3) отказа.

**Работоспособным** называют состояние машины, при котором значения всех параметров, характеризующих ее способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

**Неисправным** называют состояние машины, при котором она не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической или конструкторской документации.

Различают неисправности, не приводящие к отказам, и неисправности, ведущие к возникновению отказа.

**Отказ** – это событие, заключающееся в нарушении работоспособности машины. По характеру возникновения различают отказы *внезапные* и *постепенные*.

В число процессов, сопровождающих работу машин, входят усталость и старение материалов деталей, коррозионные процессы, процессы трения и изнашивания деталей.

Основной причиной нарушения работоспособности и возникновения отказов элементов дорожных машин является изнашивание.

**Изнашивание деталей машин** – это процесс разрушения поверхности твердого тела, отделения от него материала и (или) накопления остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров тела и (или) его формы.

Наиболее тяжелые условия взаимодействия поверхностей возникают при трении без смазочного материала.

По типу разделения поверхностей трения слоем жидкого или пластичного смазочного материала различают граничную и жидкостную смазку.

**Граничной** называют смазку, при которой трение поверхностей, находящихся в относительном движении, и их изнашивание определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочных материалов, отличными от объемных.

**Жидкостной** называют смазку, при которой полное разделение поверхностей трения деталей осуществляется жидким смазочным материалом.

Жидкостная смазка обеспечивает наиболее благоприятные условия работы сопряжений.

В начальный период работы машины происходит *приработка* деталей, которая выражается в быстром их изнашивании с уменьшающейся скоростью (рис. 14.1, участок 0 – А).

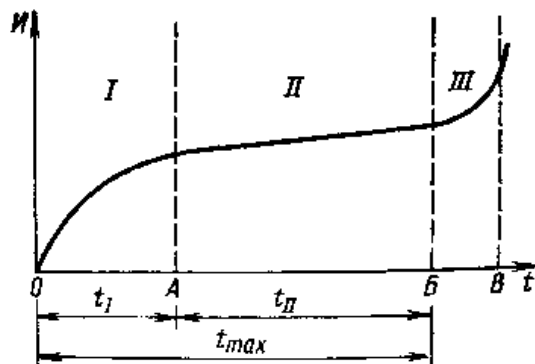


Рис. 14.1. Модель изнашивания деталей машин

Постепенно устанавливается *период нормального изнашивания* (рис. 14.1, участок А – Б), характеризующийся небольшой постоянной скоростью изнашивания. Вследствие увеличения зазоров в трущихся парах повышаются динамические нагрузки, в результате

чего постепенно наступает *период прогрессивного или аварийного изнашивания* (рис. 14.1, участок Б – В). Граница В определяет полный выход из строя детали – ее износ или поломку.

Различают три вида изнашивания:

- 1) механическое;
- 2) коррозионно-механическое;
- 3) изнашивание при действии электрического тока.

**Механическим** называют изнашивание в результате механических воздействий. К нему относят абразивное, усталостное изнашивание (питтинг), изнашивание при заедании.

**Абразивным** называют механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего воздействия на него твердых частиц, находящихся в свободном или закрепленном состоянии.

**Усталостным** называют механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя.

**Изнашивание при заедании** возникает в результате схватывания, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности трения на другую и воздействия возникших неровностей на сопряженную поверхность.

**Коррозионно-механическое изнашивание** возникает в результате механического воздействия, сопровождаемого химическим и (или) электрическим взаимодействием материала со средой.

Основным методом снижения скорости любого из перечисленных видов изнашивания является применение соответствующих смазочных материалов и их своевременная замена.

Под **усталостью материалов** понимают процесс постепенного накопления их повреждений под действием переменных напряжений, приводящих к изменению свойств, образованию трещин, их развитию и разрушению.

Механические свойства материалов деталей (резины, пластмассы и др.) ухудшаются также в результате их **старения**. Старение состоит в изменении их физико-механических свойств под влиянием факторов окружающей среды и условий эксплуатации. В результате старения появляются трещины, снижается эластичность и прочность деталей. Явления старения вызывают значительное снижение надежности машин в эксплуатации.

Одной из основных причин поверхностного разрушения является **коррозия**. Можно установить два доминирующих типа коррозии:

химическая и электрохимическая. *Химическая коррозия* объединяет широкий диапазон процессов химического взаимодействия металлов с различными составами агрессивных сред. *Электрохимическая коррозия* может быть рассмотрена как результат работы коррозионных гальванических элементов, возникающих при взаимодействии металла с электролитом.

Для защиты металлических поверхностей от коррозии применяются металлические, химические, электрохимические, полимерные, лакокрасочные покрытия и химико-термическая обработка. Для защиты деталей, работающих в среде смазочных материалов, применяются фосфатирование и воронение. Оба эти вида защитных покрытий наносятся на металлические поверхности, предварительно очищенные от окислов и ржавчины.

В процессе хранения детали машин предохраняются от коррозии нанесением консервационных пластичных смазочных материалов.

## 14.2. Обеспечение работоспособности машин

Ухудшение технического состояния вызывает снижение производительности машины и отрицательно сказывается на эффективности ее использования.

Характер изменения работоспособности машины в эксплуатации графически показан на рис. 14.2.

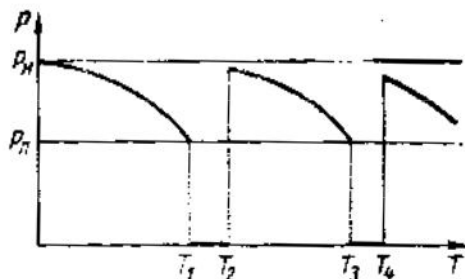


Рис. 14.2. Характер изменения работоспособности машины  $P$  во время эксплуатации:

$P_n$  – начальная работоспособность новой машины;

$P_M$  – работоспособность на пределе отказа;

$(O_1 - O_2), (O_2 - O_3), \dots, (O_n - O_{n+1})$  – граничные сроки начала и конца проведения мероприятий системы ППР

При вводе новой машины в эксплуатацию уровень ее работоспособности достигает наибольшего номинального значения  $P_n$ . В процессе работы из-за ухудшения технического состояния показатель работоспособности постепенно уменьшается, пока не достигнет  $P_n$ , при котором наступает отказ или возникает необходимость ремонта машины вследствие недопустимо низкой эффективности ее использования. При достижении предельного уровня работоспособности машину снимают с эксплуатации для проведения ремонтных воздействий (рис. 14.2, периоды  $(O_1 - O_2)$ ,  $(O_2 - O_3)$ , ...,  $(O_n - O_{n+1})$  и т.д.). Отремонтированную машину вновь вводят в эксплуатацию.

Мероприятия, направленные на поддержание работоспособности машин, можно разделить на две группы:

- 1) профилактические мероприятия, проводимые для снижения интенсивности разрушающих процессов;
- 2) восстановительные мероприятия, целью которых является устранение отказов и неисправностей машины.

К мероприятиям первой группы относят крепежные, моечные, регулировочные и смазочные операции. Совокупность этих операций называется **техническим обслуживанием машины** (ТО).

В состав крепежных операций входят работы по проверке и восстановлению надежности основных разъемных соединений машины: затяжка до номинального усилия гаек крепления ступиц колес, фланцев и др. Регулировочные операции проводят для компенсации зазоров между деталями, возникших вследствие изнашивания рабочих поверхностей. Моечные операции включают работы по удалению грязи с поверхности машины, слива отстоя масел и топлив из соответствующих емкостей, промывку емкостей специальными растворами. В состав смазочных операций входят работы по очистке от примесей и обогащению масел, удалению старых масел, утративших свою работоспособность, замене их свежими маслами соответствующих марок.

В мероприятия второй группы входят операции, связанные с ремонтом или заменой отказавших деталей и сборочных единиц.

Действует **единая система плано-предупредительного технического обслуживания и ремонта автомобилей и строительных машин** – система ППР.

Эта система предусматривает проведение следующих видов технического обслуживания и ремонтов:

- 1) ежесменное техническое обслуживание (ЕО);
- 2) техническое обслуживание № 1 (ТО-1);
- 3) техническое обслуживание № 2 (ТО-2);
- 4) сезонное техническое обслуживание (СТО);
- 5) текущий (ТР) и капитальный (КР) ремонты.

Наименьшие повторяющиеся интервалы времени, или наработка машины, в течение которых выполняются все установленные виды ремонта в определенной последовательности в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, называются **ремонтным циклом**. Его оценивают наработкой машины в машино-часах с момента ввода ее в эксплуатацию до первого капитального ремонта и между двумя капитальными ремонтами.

Число, периодичность и последовательность выполнения всех видов технического обслуживания и ремонта в течение ремонтного цикла называют **структурой ремонтного цикла**. На рис. 14.3 показан пример технологической структуры ремонтного цикла дорожно-строительных машин средней сложности (бульдозеров, автогрейдеров, скреперов).

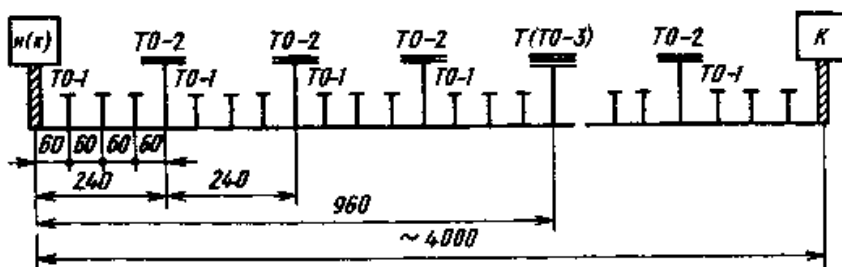


Рис. 14.3. Структура ремонтного цикла дорожно-строительных машин: н, к – новая или из капитального ремонта; ТО-1, ТО-2, ТО-3 – техническое обслуживание 1-го, 2-го и 3-го вида

Общее время простоев машин, связанное с проведением мероприятий техобслуживания и ремонта, составляет значительную долю годового фонда ее рабочего времени – 3...5 % и более.

В состав операций **ежесменного технического обслуживания** (ЕО) входят: мойка машины; дозаправка топливом и при необходи-

мости – смазочными материалами; внешний осмотр и проведение контрольно-диагностических операций. При необходимости проводят крепежные и регулировочные работы для предупреждения отказов и неисправностей, обеспечения безопасности использования машины. ЕО выполняется после окончания или перед началом рабочей смены. Все операции проводит машинист.

Назначением *номерных видов технического обслуживания* (ТО-1, ТО-2, ТО-3), является оценка технического состояния машины с помощью контрольно-диагностических приборов; предупреждение, выявление и устранение отказов и неисправностей основных сборочных единиц машины; обеспечение благоприятных условий работы деталей и сопряжений путем проведения крепежных, регулировочных и смазочных операций. В случае обнаружения отказа заменяют неисправный элемент машины. В состав операций каждого вида ТО входят работы, выполняемые при проведении ТО низших порядков.

**ТО-1** проводится, как правило, непосредственно на объекте машинистом в течение 2...6 ч в зависимости от сложности машины. Для проведения операций **ТО-2** и **ТО-3** кроме машиниста привлекают рабочие службы технической эксплуатации. ТО-2 проводят в течение 1...1,5 смены в специализированных цехах эксплуатационного предприятия или непосредственно на объекте с помощью передвижных станций технического обслуживания. Для проведения ТО-3 требуется 2...3 смены, при этом все работы обычно выполняются в цехах эксплуатационного предприятия.

**Сезонное техническое обслуживание (СТО)** проводят для подготовки машины к эксплуатации в иных погодных условиях при изменении времени года. Проведение СТО обычно совмещается с одним из видов номерного обслуживания.

В состав работ по ремонту машины входят профилактические и восстановительные мероприятия. При ремонте доля восстановительных мероприятий является преобладающей.

В ремонтные работы входят:

- 1) разборка машины;
- 2) очистка и мойка деталей;
- 3) дефектация деталей и сопряжений;
- 4) восстановление или замена изношенных деталей и сопряжений;
- 5) сборка;
- 6) регулирование;



7) стендовые и ходовые испытания отремонтированных сборочных единиц и машины в целом;

8) окраска машины.

При *текущем ремонте (ТР)* машины устраняются отказы и неисправности, возникающие в процессе эксплуатации, и обеспечивается работоспособность машины до следующего планового ремонта. Во время текущего ремонта машину частично разбирают, восстанавливают отдельные сборочные единицы или заменяют их. Для машин средней сложности текущий ремонт часто совмещается с плановым ТО-3. Он выполняется в ремонтных цехах эксплуатационных предприятий силами специализированных ремонтных бригад с привлечением машинистов.

В *капитальный ремонт (КР)* направляются машины, для восстановления работоспособности которых требуется разборка 60...70 % сборочных единиц. Капитальный ремонт проводится на специализированных ремонтных заводах.

В процессе эксплуатации зачастую возникают отказы, требующие внепланового проведения ремонтных работ. В таких случаях проводятся так называемые *заявочные ремонты*, выполняемые по заявкам передвижными ремонтными станциями непосредственно на объекте или в цехах эксплуатационного предприятия.

### **14.3. Топлива и смазочные материалы, применяемые при эксплуатации строительных и дорожных машин**

В двигателях строительных, дорожных и транспортных машин используется топливо двух типов: *дизельное* – в дизельных и *бензин* – в карбюраторных двигателях.

Для дизельных двигателей, работающих в различных климатических условиях, создано топливо следующих марок: *Л (летнее)* – для эксплуатации при температуре окружающего воздуха не ниже 0°С; *З (зимнее)* – при температуре -20° С и выше (температура застывания топлива – не выше -35° С) и -30° С и выше (температура застывания топлива – не выше -45° С); *А (арктическое)* – для эксплуатации при температуре окружающего воздуха не ниже -50°С.

Для карбюраторных двигателей выпускают бензин следующих марок: *А-76, АИ-93, АИ-98*. Двигатель рассчитан на топливо определенной марки, и применение топлива других марок приведет к снижению его долговечности и может даже вызвать аварию.

В строительных и дорожных машинах применяются более 15 марок смазочных материалов. Наиболее широкое применение нашли **жидкие и пластичные смазочные материалы**.

Смазочные материалы (масла) классифицируются как моторные, трансмиссионные и индустриальные общего назначения. **Моторные масла** применяются в двигателях внутреннего сгорания (М-6Б, М-8Б, М-8В, М-10Б и др.). **Трансмиссионные масла** применяются для смазывания агрегатов трансмиссии (ТАД-17И, ТАП-15В и др.). Для обеспечения смазочных свойств в трансмиссионные масла добавляют антифрикционные, противоизносные и противозадирные присадки. **Индустриальные масла общего назначения** применяются для смазывания различного промышленного оборудования, а также в качестве рабочих жидкостей гидросистем строительных машин (И-12А, ИС-30А, ВМГЗ, АМГ-10 и др.). Эти масла так же, как моторные, в зависимости от вязкости разделяются на летние и зимние.

Пластичные смазочные материалы применяются для защиты металлических поверхностей от вредных воздействий окружающей среды, а также для снижения сил трения в открытых сопряжениях и в механизмах, работающих в условиях высоких нагрузок и скоростей. В автомобилях и дорожно-строительных машинах применяется более десяти марок пластичных смазочных материалов.

#### **14.4. Влияние технического состояния парка машин на эффективность его использования**

При эксплуатации строительной техники повышение эффективности использования машин может быть достигнуто путем:

- 1) совершенствования организации использования машин;
- 2) комплексной механизации работ;
- 3) организации технического обслуживания и ремонта машин.

Первое направление предусматривает совершенствование технологии производства работ и снижение простоев машин вследствие отсутствия фронта работ, необходимых строительных материалов и т. д.

Значительный резерв повышения эффективности использования машин находится в сфере технической эксплуатации, поскольку простой техники, связанные с проведением технического обслуживания и ремонтов, составляют существенную долю от общего фонда рабочего времени. Кроме того, велики затраты, связанные с устранением отказов и неисправностей машины за срок ее службы.

Для оценки эффективности работы служб технической эксплуатации пользуются двумя показателями: коэффициентом готовности парка машин и коэффициентом технического использования его.

**Коэффициент готовности парка машин** определяется как отношение числа технически исправных машин  $n_u$  к общему числу машин  $n_o$ , имеющихся в данном хозяйстве:

$$K_z = n_u / n_o.$$

Этот коэффициент используют при оценке надежности машины. Он характеризует вероятность того, что машина окажется работоспособной в произвольный момент времени. Коэффициент готовности в этом случае определяется отношением суммарного времени пребывания группы одноименных машин в работоспособном состоянии к произведению числа этих машин на продолжительность эксплуатации (за исключением простоев на проведение плановых ремонтов и технического обслуживания):

$$K_z = \sum_{i=1}^n t_i / (nT_{\text{э}1}),$$

где  $t_i$  – суммарное время пребывания  $i$ -й машины в работоспособном состоянии,  $i = 1, 2, \dots, n$ )

$T_{\text{э}1}$  – продолжительность эксплуатации, состоящая из последовательно чередующихся интервалов времени работы и восстановления.

При оценке надежности машин в качестве комплексного показателя применяется **коэффициент технического использования**, который определяется отношением суммарного времени пребывания одноименных машин в работоспособном состоянии к произведению числа этих машин на продолжительность эксплуатации:

$$K_{mu} = \sum_{i=1}^n t_i / (nT_{\text{э}2}),$$

где  $T_{\text{э}2}$  – продолжительность эксплуатации, состоящая из интервалов времени работы, технического обслуживания и ремонтов машин.

Это выражение справедливо тогда, когда продолжительность эксплуатации всех машин одинакова. Если же  $T_{32}$  у машин различна, то

$$K_{mu} = \sum_{i=1}^n t_i / \left( \sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_{ip} + \sum_{i=1}^n t_{io} \right),$$

где  $t_i$  – наработка  $i$ -го объекта (машины);

$t_{ip}$  – время простоев  $i$ -й машины из-за плановых и внеплановых ремонтов;

$t_{io}$  – время простоев  $i$ -й машины из-за планового в внепланового ТО.

Разница между  $K_z$  и  $K_{mu}$  заключается в том, что коэффициент готовности позволяет оценить потери рабочего времени машины на устранение отказов и неисправностей, в то время как коэффициент технического использования служит для оценки потерь рабочего времени на техническое обслуживание и ремонт машины. В совокупности эти два показателя позволяют оценить уровень организации технического обслуживания и эксплуатации машин на предприятии.

Еще одним показателем, косвенно учитывающим влияние технического состояния машин на эффективность их использования, является *коэффициент использования машины по времени* ( $K_g$ ):

$$K_g = t_{\phi} / t_p,$$

где  $t_{\phi}$  – действительное (фактическое) время, в течение которого машина выполняет полезную работу в установленном календарном периоде;

$t_p$  – расчетное время работы машины в том же календарном периоде.

Коэффициент  $K_g$  характеризует интенсивность использования машин по времени в течение определенного периода и рекомендуется в пределах 0,8...0,95 в зависимости от назначения машины, ее сложности и т.д.

Для оценки эффективности использования парка машин применяют **коэффициент использования парка**  $K_{ин}$ . Он определяется как отношение числа  $n_{ф}$  фактически отработанных машино-смен за рассматриваемый период времени к календарному числу  $n_{к}$  машино-смен за тот же период для одноименных машин:

$$K_{ин} = n_{ф} / n_{к}.$$

Коэффициент использования парка машин характеризует уровни организации строительного производства и технической эксплуатации средств механизации. Обычно для средних условий эксплуатации он составляет 0,8...0,85.

#### 14.5. Подготовка машин к эксплуатации

При приеме машины в эксплуатацию проверяют наличие технической документации (паспорта, инструкции по эксплуатации и др.), комплектность и техническое состояние машины. По результатам проверки составляется **приемосдаточный акт**. Каждой дорожно-строительной машине присваивается инвентарный номер; грузо-подъемные машины регистрируются в органах Госгортехнадзора; транспортные и самоходные машины, скорость перемещения которых превышает 30 км/ч, – в Государственной автоинспекции (ГАИ).

Новая или капитально отремонтированная машина при вводе в эксплуатацию должна пройти обкатку, в процессе которой она должна работать с пониженными нагрузками и на малых скоростях. Машины, не прошедшие обкатку, запрещается вводить в эксплуатацию.

В процессе эксплуатации различают межсменное, кратковременное и длительное хранение.

**Межсменное хранение** (до 10 дней) организуется непосредственно на объекте и предусматривает проведение мероприятий по предохранению машины и отдельных ее сборочных единиц от порчи и повреждений.

Если продолжительность нерабочего периода машины превышает 10 дней (но не более 2 мес.), организовывается **кратковременное хранение**, при подготовке к которому производят ряд мероприятий, рекомендованных инструкцией по эксплуатации.

Если машина не работает 2 месяца и более, необходимо обеспечить ее *длительное хранение* на базе предприятия, для чего проводят частичный демонтаж и консервацию машины. При подготовке машин к длительному хранению проводят операции технического обслуживания. Машины, находящиеся на длительном хранении, необходимо периодически осматривать. При снятии машины с длительного хранения проводят ее расконсервацию и техническое обслуживание.

Машины транспортируют своим ходом, на буксире или на трейлерах. Гусеничные машины разрешается транспортировать своим ходом на расстояния не более 20 км. Строительные машины на пневмоколесном ходу можно перебазировать своим ходом на расстояния до 25...30 км, а на буксире – до 150 км.

При подготовке к работе ряда крупногабаритных строительных машин возникает необходимость в сооружении специальных площадок и проведении монтажных работ. Это характерно для оборудования технологических комплексов.

В состав монтажных работ входят:

- 1) подготовительные операции;
- 2) устройство фундаментов;
- 3) сборка конструктивных элементов и оборудования;
- 4) пусконаладочные работы.

По окончании монтажных работ проводится пробный пуск машины без нагрузки в шалящем и рабочем режимах, проверяется исправность оборудования, проводится его регулировка, устраняются обнаруженные неисправности.

Общим правилом соблюдения безопасности для всех типов средств механизации является недопустимость работы на неисправных машинах или в условиях, не предусмотренных инструкцией по эксплуатации.

Большое внимание при эксплуатации строительных машин необходимо уделять охране окружающей среды, а также мерам противопожарной безопасности. Все самоходные машины должны быть снабжены средствами тушения пожара.

## Литература

1. Дорожно-строительные машины / А.В. Вавилов, И.И. Леонович, А.М. Щемелев и др. – Мн.: УП «Технопринт», 2000. – 515 с.
2. Дорожно-строительные машины и комплексы: учебник для вузов по спец. «Строительные и дорожные машины и оборудование» / В.И. Баловнев, А.Б. Ермилов, А.Н. Новиков и др., под общ. ред. В.И. Баловнева. – М.: Машиностроение, 1988. – 384 с.
3. Баловнев В.И. Дорожно-строительные машины с рабочими органами интенсифицирующего действия. – М.: Машиностроение, 1981. – 223 с.
4. Бауман В.А., Клушанцев Б.В., Мартынов В.Д. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. – М.: Машиностроение, 1981. – 324 с.
5. Беркман И.Л., Раннев А.В., Рейш А.К. Универсальные строительные одноковшовые экскаваторы. – М.: Высш. школа, 1981. – 304 с.
6. Вайнсон А.А., Андреев А.Ф. Крановые грузозахватные устройства: справочник. – М.: Машиностроение, 1982. – 304 с.
7. Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины. – М.: Машиностроение, 1975. – 431 с.
8. Васильев А.А. Дорожные машины. – М.: Машиностроение, 1979. – 448 с.
9. Гальперин М.И., Домбровский Н.Г. Строительные машины. – М.: Высш. школа, 1980. – 344 с.
10. Гарнави Н.Г., Аринченков В.И., Карпов В.В. Машины для земляных работ. – М.: Высш. школа, 1982. – 335 с.
11. Добронравов С.С., Сергеев В.П. Строительные машины. – М.: Высш. школа, 1981. – 320 с.
12. Домбровский Н.Г., Картвелишвили Ю.Л., Гальперин М.И. Строительные машины. В 2 ч. Ч. 1. – М.: Машиностроение, 1976. – 390 с.
13. Дорожные машины. В 2 ч. Ч. 1. Машины для земляных работ / Т.В. Алексеева, К.А. Артемьев, Л.А. Бромберг и др. – М.: Машиностроение, 1972. – 504 с.
14. Дорожные машины. В 2 ч. Ч. 2. Машины для устройства дорожных покрытий / К.А. Артемьев, Т.В. Алексеева, В.Г. Белокрылов и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 396 с.

15. Дорожные машины. Теория, конструкция и расчет: учебник для вузов / Н.Я. Хархута, М.И. Капустин, В.П. Семенов, И.М. Эвентов; под общ. ред. Н.Я. Хархуты. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1976. – 471 с.
16. Елифанов С.П., Поляков В.И. Краны стрелочные пневмоколесные и гусеничные. – М.: Высш. школа, 1975. – 344 с.
17. Заленский В.С., Иванов А.И. Строительные машины и оборудование. – М.: Стройиздат, 1979. – 328 с.
18. Зеленин А.Н., Баловнев В.И., Керов И.П. Машины для земляных работ. – М.: Машиностроение, 1975. – 424 с.
19. Строительные машины: справочник. В 2 т. Т. 1: Машины для строительства промышленных, гражданских сооружений и дорог / А.В. Раннев, В.Ф. Корелин, А.В. Жаворонков и др.; под общ. ред. Э.Н. Кузина. – 5-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1991. – 496 с.
20. Завьялов К.И. Конструктивные и эксплуатационные особенности промышленных тракторов. – М.: Машиностроение, 1975. – 174 с.
21. Канторер С.Е. Строительные машины и экономика их применения. – М.: Высш. школа, 1973. – 528 с.
22. Карабан Г.Л., Баловнев В.И., Засов И.А. Машины для содержания и ремонта автомобильных дорог и аэродромов. – М.: Машиностроение, 1975. – 368 с.
23. Машины для строительства и содержания дорог и аэродромов: учебник для вузов по специальностям «Автомобильные дороги» и «Строительство аэродромов» / А.З. Шарц, В.Я. Дворковой, В.С. Заленский и др.; под общ. ред. А.З. Шарца. – М.: Машиностроение, 1985. – 336 с.
24. Кос И.И., Зорин В.А. Основы надежности дорожных машин / Под ред. В.А. Зорина. – М.: Машиностроение, 1978. – 165 с.
25. Марышев Б.С., Петрушин А.К., Шейнин А.М. Скоростное строительство дорожных одежд с цементобетонным покрытием. – М.: Транспорт, 1978. – 216 с.
26. Машины для скоростного строительства автомобильных дорог и аэродромов / Под ред. Ю.Б. Дейнего. – М.: Машиностроение, 1982. – 248 с.
27. Новиков А.Н. Машины для строительства цементобетонных дорожных покрытий. – М.: Высш. школа, 1979. – 256 с.



28. Новиков А.Н. Установки для приготовления асфальтобетонных смесей. – М.: Высш. школа, 1977. – 232 с.
29. Шейнин А.М. Эксплуатация дорожных машин. – М.: Транспорт, 1992. – 328 с.
30. Максименко А.Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин. – Мн.: Выш. школа, 1994. – 221 с.
31. Повышение эффективности использования дорожных машин / А.П. Крившин, А.З. Шарц, Е.Д. Каран и др. – М.: Транспорт, 1980. – 262 с.
32. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. – М.: Металлургия, 1984. – 191 с.
33. Рейш А.К., Борисов С.М., Байдаков Б.Ф. Машины для земляных работ. – М.: Стройиздат, 1981. – 352 с.
34. Справочник конструктора дорожных машин / Под ред. И.П. Бородачева. – М.: Машиностроение, 1973. – 504 с.
35. Строительство аэродромов / Под ред. Л.И. Горецкого. – М.: Транспорт, 1980. – 454 с.
36. Строительство автомобильных дорог. В 2 т. Т. 1 / Под ред. В.К. Некрасова. – М.: Транспорт, 1980. – 416 с.
37. Строительство автомобильных дорог. В 2 т. Т. 2 / Под ред. В.К. Некрасова. – М.: Транспорт, 1980. – 421 с.
38. Теория, конструкция и расчет строительных и дорожных машин / Под ред. Л.А. Гобермана. – М.: Машиностроение, 1979. – 248 с.
39. Фиделев А.С., Чубук Ю.Ф. Строительные машины. – Киев: Вища школа, 1979. – 335 с.
40. Хархута Н.Я. Машины для уплотнения грунтов. – Л.: Машиностроение, 1973. – 176 с.
41. Шмаков А.Т. Эксплуатация и техническое обслуживание дорожно-строительных машин. – М.: Транспорт, 1979. – 375 с.
42. Шкундин Б.М. Машины для гидромеханизации земляных работ. – М.: Стройиздат, 1982. – 183 с.
43. Эксплуатация специальных автомобилей для содержания и ремонта городских дорог / Под ред. Л.Л. Афанасьева. – М.: Транспорт, 1980. – 363 с.
44. Эргономика. Проблемы приспособления условий труда к человеку / Под ред. В.Ф. Венда. – М.: Мир, 1971. – 421 с.
45. Леонович И.И. Содержание и ремонт автомобильных дорог: учебное пособие. В 2 ч. – Мн.: БНТУ, 2003.

## Содержание

Предисловие.....	3
Введение.....	8
1. ОСНОВНЫЕ ДЕТАЛИ, УЗЛЫ И АГРЕГАТЫ ДОРОЖНЫХ МАШИН.....	9
1.1. Детали машин.....	9
1.2. Привод.....	27
1.3. Ходовая часть.....	47
1.4. Механизмы управления.....	56
2. АВТОМОБИЛИ, КОЛЕСНЫЕ ТЯГАЧИ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТРАКТОРЫ.....	60
2.1. Классификация автомобилей, используемых в строительстве.....	60
2.2. Компоновочная схема грузового автомобиля.....	65
2.3. Колесные тягачи.....	68
2.4. Промышленные тракторы.....	71
2.5. Основы тягово-динамических расчетов самоходных машин.....	81
3. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ.....	86
3.1. Грузоподъемные машины.....	86
3.2. Транспортирующие машины.....	116
3.3. Погрузочно-разгрузочные машины.....	127
4. МАШИНЫ ДЛЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ.....	157
4.1. Кусторезы, древовалы, корчеватели и рыхлители.....	157
4.2. Машины для водоотлива и водопонижения.....	170
5. МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ.....	174
5.1. Физико-механические свойства грунтов.....	174
5.2. Бульдозеры.....	180
5.3. Скреперы.....	200
5.4. Грейдер-элеваторы.....	211
5.5. Автогрейдеры, грейдеры и длиннобазовые планировщики.....	212
5.6. Экскаваторы.....	232
5.7. Машины для разработки мерзлых грунтов.....	255
5.8. Оборудование для гидромеханизации земляных работ....	260
6. МАШИНЫ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ И МАТЕРИАЛОВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД.....	265
6.1. Грунтоуплотняющие машины.....	265

6.2. Машины для уплотнения асфальтобетонных смесей. . . . .	279
7. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БУРОВЗРЫВНЫХ И СВАЙНЫХ РАБОТ. . . . .	285
8. МАШИНЫ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ И СОРТИРОВКИ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ. . . . .	295
8.1. Дробильное и помольное оборудование. . . . .	295
8.2. Сортировочные и сортировочно-моечные машины. . . . .	302
8.3. Дробильно-сортировочные установки. . . . .	309
9. МАШИНЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СМЕСЕЙ И РАСТВОРОВ. . . . .	312
9.1. Смесители цементобетонных смесей и растворов. . . . .	312
9.2. Дозирующие устройства. . . . .	321
9.3. Смесительные установки. . . . .	324
9.4. Оборудование для транспортирования бетонных смесей и растворов. . . . .	331
9.5. Оборудование для уплотнения бетонных смесей. . . . .	338
9.6. Оборудование для изготовления железобетонных изделий. . . . .	342
9.7. Машины и установки для приготовления асфальтобетонных смесей. . . . .	355
10. МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД. . . . .	380
10.1. Машины для распределения дорожно-строительных материалов и стабилизации грунтов вяжущими материалами. . . . .	380
10.2. Машины для устройства асфальтобетонных покрытий. . . . .	410
10.3. Машины для устройства цементобетонных покрытий. . . . .	413
11. МАШИНЫ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ. . . . .	441
11.1. Машины для летнего содержания покрытий. . . . .	441
11.2. Машины для зимнего содержания покрытий. . . . .	453
11.3. Машины для окашивания травы и удаления кустарника при содержании автомобильных дорог. . . . .	475

12. МАШИНЫ ДЛЯ РЕМОНТА ПОКРЫТИЙ. . . . .	481
12.1. Классификация и назначение машин, применяемых для ремонта покрытий. . . . .	481
12.2. Оборудование для устройства поверхностной обработки. . . . .	483
12.3. Машины и оборудование для заделки трещин, ремонта швов, разрушения покрытий, ремонтёры. . . . .	491
12.4. Машины для регенерации асфальтобетонных покрытий. . . . .	511
12.5. Ремонтёры. . . . .	526
13. КАЧЕСТВО МАШИН И СОВОКУПНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЕГО. . . . .	529
13.1. Эксплуатационные свойства и показатели технического уровня машин. . . . .	529
13.2. Основные технико-эксплуатационные и технико-экономические показатели машин. . . . .	529
14. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН. . . . .	533
14.1. Причины снижения работоспособности машин в процессе эксплуатации. . . . .	533
14.2. Обеспечение работоспособности машин. . . . .	536
14.3. Топлива и смазочные материалы, применяемые при эксплуатации строительных и дорожных машин. . . . .	540
14.4. Влияние технического состояния парка машин на эффективность его использования. . . . .	541
14.5. Подготовка машин к эксплуатации. . . . .	544
Л и т е р а т у р а . . . . .	546

Учебное издание

ЛЕОНОВИЧ Иван Иосифович  
КОТЛОБАЙ Анатолий Яковлевич

МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕМОНТА  
И СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Учебник

Редактор Т.А.Палилова

Компьютерная верстка Н.А.Школьниковой

---

Подписано в печать 03.03.2005.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 32,3. Уч.-изд. л. 25,1. Тираж 500. Заказ 112.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0056957 от 01.04.2004.

220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.