

**Кульгильдинов М.С.
Козбагаров Р.А.
Таран М.В.
Даулеткулова А.У.
Камзанов Н.С.**

Строительные машины

Учебно-методическое пособие

Алматы – 2014

Министерство образования и науки Республики Казахстан

**Казахская академия транспорта и коммуникаций
имени М. Тынышпаева**

**Кульгильдинов М.С.
Козбагаров Р.А.
Таран М.В.
Даулеткулова А.У.
Камзанов Н.С.**

Строительные машины

Учебно-методическое пособие

Алматы – 2014

УДК 69.86/87 (075.8)

ББК 38.6-5 я 73

С 83

Рецензенты:

Телтаев Б.Б. - д. т. н., профессор, президент Казахстанского дорожного научно-исследовательского института;

Кульгильдинов М.С. - д. т. н., профессор Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева;

Мауленов Ж.К. - д.т.н., академический профессор Казахской головной архитектурно-строительной академии.

Кульгильдинов М.С., Козбагаров Р.А., Таран М.В., Даулеткулова А.У., Камзанов Н.С.

С 83 Строительные машины: Учебно-методическое пособие/ М.С. Кульгильдинов, Р.А.Козбагаров, М.В. Таран, А.У. Даулеткулова, Н.С. Камзанов – Алматы: КазАТК, 2012. – 143 с.

ISBN 978-601-207-942-5

В учебно-методическом пособии изложены основные сведения о назначении, области применения, устройстве, рабочих процессах и технологических возможностях используемых в строительстве машин и оборудования. В отдельные главы выделены сведения о приводах и ходовых устройствах, общие для всех изучаемых машин.

УДК 69.86/87 (075.8)

ББК 38.6-5 я 73

Рекомендовано УМС академии (протокол №8 от 25.09. 2014 г.) к изданию в открытой печати и использованию в учебном процессе в качестве учебно-методического пособия для обучающихся по специальностям 5В071300 – «Транспорт, транспортная техника и технологии»

ISBN 978-601-207-874-9

© КазАТК, 2014

© Кульгильдинов М.С. и др., 2014

ВВЕДЕНИЕ

Современное строительство – одна из наиболее механизированных сфер человеческой деятельности. Строительные машины участвуют на всех этапах строительного производства: в карьерной добыче строительных материалов (песка, гравия, глины, мела и т.п.); в изготовлении железобетонных, металлических, деревянных и других строительных элементов заводским способом; при погрузке, разгрузке и транспортировании материалов и строительных конструкций; в технологических процессах возведения зданий и сооружений, строительстве дорог, подземных коммуникаций, объектов гидротехнического, энергетического и других видов строительства – от работ освоения строительных площадок и нулевого цикла до завершающих стадий отделочных и других работ. Строительные машины являются также средствами механизации ремонтных и восстановительных работ.

Если в первой половине прошлого столетия внедрением в строительное производство машин решалась задача замены трудоемких ручных строительных процессов машинными, а впоследствии – вытеснения ручного труда широким внедрением средств малой механизации, то в настоящее время в области механизации строительства решаются проблемы более высокого уровня, к которым относятся:

- в сфере повышения эффективности машинного строительного производства – создание комплексов машин, обеспечивающих наиболее высокую выработку строительной продукции при минимальных затратах на ее создание;
- в социальной сфере – обеспечение комфортных условий персоналу, обслуживающему машины, широкое внедрение автоматических систем управления для облегчения труда человека-оператора и повышения качества строительных работ.

Если прежде строительные машины создавались под уже существующие технологии как средства, облегчающие труд строителей, то в дальнейшем сама возможность механизации определенных строительных процессов в ряде случаев явилась побудителем создания более совершенных строительных технологий. Пример тому – индустриальный метод строительства с использованием элементов сооружений или полуфабрикатов заводского изготовления, который немалозначим без применения машин.

Из изложенного следует, что весь строительный цикл от создания проекта строительного объекта до его реализации представляет собой комплекс взаимно увязанных составных частей, включая механизированную технологию и строительные машины, как средства ее обеспечения. Для эффективного решения строительных задач каждый участник строительного процесса должен быть специалистом в своей узкой области, а также быть способным оценивать влияние на нее смежных частей указанного комплекса. Например, специалист-строитель должен ориентироваться в технологических возможностях различных моделей строительных машин определенного назначения

для оптимального комплектования ими (по номенклатуре и численному составу) технологических процессов в заданных производственных условиях.

Его познания не должны ограничиваться только производственной составляющей эксплуатации машины. Как всякий другой объект, сопутствующий деятельности человека, машина требует постоянной заботы и ухода. Понимание этой части взаимоотношений строителя и машины нужно не только для того, чтобы учитывать при планировании работ возможные простои машин при их техническом обслуживании, ремонтах, перебазировании и т.п., но и для правильного формирования технической политики строительной организации в отношении обеспечения работоспособности машин.

Предлагаемое учебное пособие написано в соответствии рабочим учебным планам одноименной учебной дисциплины специальности бакалавриата 5В072900 – «Строительство» и 5В074500 – «Транспортное строительство». В первой главе освещены общие сведения о строительных машинах и оборудовании, включая их трансмиссии и ходовое оборудование. Во второй главе рассмотрены транспортные и подъемно-транспортные машины. В третьей главе описана группа машин, относящихся к машинам для подготовительных и земляных работ, в том числе и одноковшовые экскаваторы. В четвертой главе представлено оборудование предприятий производства строительных материалов. Пятая глава посвящена изучению машин и оборудования для отделочных работ, а шестая – ручным машинам. Шестая глава посвящена эксплуатации и ремонту строительных машин.

В учебно-методическом пособии приведено назначение описываемых объектов, их устройство, основные параметры, рабочий процесс, эксплуатационные расчеты, преимущественно – формулы для расчета производительности. Авторы желают студентам, изучающим строительные машины, успешного освоения изложенного в учебнике материала.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ И ОБОРУДОВАНИИ

1.1 Введение в дисциплину

1.1.1 Основные понятия и определения

Строительной машиной называют устройство, которое посредством механических движений преобразует размеры, форму, свойства или положение в пространстве строительных материалов, изделий и конструкций.

Например, станок для нарезки арматурных стержней в производстве железобетонных изделий превращает исходные стальные прутки в арматурные стержни определенной длины без изменения других их размеров; формовочная машина в том же производстве укладывает бетонную смесь в опалубку, придавая будущему бетонному или железобетонному изделию определенную форму; поверхностные или глубинные вибраторы уплотняют уложенную в инженерное сооружение бетонную смесь, преобразуя ее плотность; башенный кран перемещает строительное изделие или груз (железобетонную плиту перекрытия, металлоконструкцию арки, контейнер и т.п.) из одного пространственного положения в другое. Изменяемые факторы (размеры, форма, свойства, положение в пространстве) необязательно должны быть целевыми, как это имеет место в приведенных примерах. Многие машины преобразуют отдельные из этих факторов попутно при преобразовании других факторов. Например, разрабатывая грунтовую выемку, одноковшовый экскаватор отделяет часть грунта от массива, переносит его в ковше и отсыпает в кузов автосамосвала или в отвал. Для строительного материала (части грунта) – это, по существу, изменение его положения в пространстве. Однако, попутно исходный материал – массив грунта – претерпевает также изменения по форме (измельченные куски грунта в процессе его разработки) и по свойству (изменение объема пор, плотности).

В соответствии с приведенным выше определением машины, изменяющие только положение строительных материалов в пространстве, следует отнести к *транспортным*, а все остальные – к *технологическим*. В инженерной практике первый термин относят только к таким машинам как автомобили, тракторы, тягачи и т.п. Все другие машины этой группы получили название, более конкретно определяющее их назначение, например, грузоподъемные машины для перемещения грузов по пространственным траекториям, транспортирующие машины для перемещения грузов по постоянным траекториям и др. Основой рабочих процессов большинства технологических машин являются транспортные операции или их отдельные части – рабочие движения.

Состояние функционирования машины, в процессе которого она вырабатывает продукцию, называют *производственной эксплуатацией*. Она включает выбор типов машин, их расстановку, определение технологических

схем комплексной механизации и их реализацию. Выработку (производство) продукции здесь следует понимать в широком смысле, распространяя это понятие также на изменение (преобразование) положения строительных материалов в пространстве. Мероприятия, обеспечивающие поддержание качества машин при их эксплуатации (приемка и сдача машин, их обкатка, монтаж и демонтаж, транспортирование, хранение и консервация, техническое обслуживание и ремонт, снабжение эксплуатационными материалами и запасными частями, обеспечение безопасной эксплуатации и др.), составляют содержание *технической эксплуатации*.

В процессе эксплуатации вследствие деформирования, поломок и износа элементов машины, обрывов и коротких замыканий в электрических цепях, нарушения регулировок, залипания и забивания рабочих органов обрабатываемой средой, засорения гидравлических систем, образования течей в местах соединения шлангов, загрязнения или ослабления контактов электропроводки, ослабления креплений вследствие вибраций, встречи рабочего органа с непреодолимым препятствием и другими причинами машина частично или полностью теряет свою работоспособность и не может выполнять заданные функции с изначально установленными параметрами. Невозможность дальнейшей эксплуатации машины из-за нарушения требований безопасности или выхода заданных параметров за установленные пределы, снижения эффективности эксплуатации ниже допустимой определяет *предельное состояние* машины.

Календарную продолжительность эксплуатации машины от ее начала или возобновления после ремонта до наступления предельного состояния называют *сроком службы*. Подобный показатель, но измеренный либо в часах чистой работы машины, либо в единицах ее продукции до наступления предельного состояния, называют *техническим ресурсом*. Срок службы и технический ресурс – обязательные характеристики, которые должны указываться в технической документации на конкретные виды и модели машин. Если техническим ресурсом определяется временной или наработочный (по суммарному объему продукции, выработанной с начала эксплуатации машины или ее возобновления после ремонта) интервал работоспособности машины, то срок службы в большей мере является оценочным критерием эффективности использования машины в зависимости от времени, истекшего от начала выпуска машин данной модели, поскольку, кроме прочих факторов, он учитывает так называемый *моральный износ* машины, характеризующийся соответствием конструктивного решения машины современному уровню развития техники, поскольку со временем прежде новые модели машин устаревают и уступают по своим выходным параметрам (производительности, стоимости вырабатываемой продукции, безопасности, комфортным условиям для обслуживающего персонала, экологическим показателям и т.п.) пришедшим на смену им новым моделям.

1.1.2 Параметры машины. Типоразмер и модель. Индекс машины

Параметром машины называют количественную, реже, качественную характеристику какого-либо существенного ее признака. Различают главные, основные и вспомогательные параметры.

Главными называют такие параметры, которые в наибольшей мере определяют технологические возможности машины. Для большинства машин к таким параметрам относят: массу машины, мощность силовой установки или суммарную мощность основных двигателей в электроприводе, производительность и др.

К *основным* параметрам, включающим также главные, относят такие, которые необходимы для выбора машин в определенных условиях их эксплуатации. Кроме перечисленных, к этим параметрам относятся характеристики проходимости (удельное давление на грунт в рабочих и транспортных режимах и др.), маневренность машины (радиусы разворотов) и другие ходовые свойства (скорость передвижения, предельные углы подъема и др.), усилия на рабочих органах, размеры рабочей зоны, габаритные размеры машины и др.

К *вспомогательным* относят все остальные параметры, характеризующие, например, условия технического обслуживания, ремонта и перебазирования.

В пределах каждой функциональной группы машины объединяются по типоразмерам, характеризуемым единым главным параметром. Одному типоразмеру могут соответствовать несколько моделей, каждая из которых объединяет машины, имеющие идентичные параметры, конструктивные решения и изготовленные по единой рабочей документации. Так, например, типоразмером моделей роторных траншеекопателей ЭТР 250, характеризуемым главным параметром – максимальной глубиной траншеи в 2,5 м, объединяются модели ЭТР 253 и ЭТР 254, отличающиеся как назначением, так и конструктивными решениями. Первая модель – ЭТР 253 – предназначена для работы в районах с сезонным промерзанием грунтов. Вторая модель – ЭТР 254 – способна разрабатывать грунты с промерзанием на всю глубину траншеи, включая вечномерзлые.

В технической документации каждую модель машины обозначают *индексом*, в котором в кодированной форме заключено полное название машины с ее главными параметрами. Например, в соответствии с индексацией кранов, выпускаемых заводами Минстройдормаша, индекс КС–8362ХЛ обозначает: кран стреловой самоходный (КС) грузоподъемностью 100 т (8 – восьмая размерная группа), пневмоколесный (3 – шифр ходового устройства) с гибкой (канатной) подвеской (6 – шифр гибкой подвески стрелового оборудования), второй модели (2), в северном исполнении (ХЛ). Существуют также другие системы индексации, как, например, приведенные выше для экскаваторов траншейных роторных (ЭТР).

1.1.3 Общая классификация строительных машин и оборудования

Наиболее общим признаком классификации строительных машин является их назначение или виды выполняемых работ. По этому признаку классификация машин представляется иерархической схемой, на первом уровне которой все машины разбиты на следующие основные классы: транспортные, транспортирующие, погрузочно-разгрузочные, грузоподъемные, для земляных работ, для свайных работ, для дробления, сортировки и мойки каменных материалов, для приготовления, транспортирования бетонных смесей и растворов и уплотнения бетонной смеси, для отделочных работ, ручной механизированный инструмент и другие средства малой механизации. Каждый класс делится на группы (второй уровень), например, строительные краны из класса грузоподъемных машин. Группы, в свою очередь, делятся на подгруппы или типы в зависимости от порядка иерархической схемы (третий уровень), например, стреловые самоходные краны из группы строительных кранов и т.д. На предпоследнем уровне машины определенного типа делятся на типоразмеры, а на последнем – на модели (смотрите, например, расшифровку приведенного выше индекса стрелового самоходного крана КС–8362ХЛ).

Чем глубже иерархия машин, тем уже их специализация. Для сравнения по этому признаку вводят понятия *универсальных* и *специальных* машин. Так, траншейный роторный или цепной экскаватор, не способный выполнять другие земляные работы, кроме отрывки траншей, можно считать специальным по сравнению с одноковшовым экскаватором с рабочим оборудованием обратная лопата, способным отрывать любые выемки, включая траншеи. Специальные машины более производительны по сравнению с универсальными. Однако их применение эффективно только в случае выполнения больших объемов работ, поскольку в противном случае неизбежны простои, снижающие их годовую производительность.

В практике механизации строительного производства иногда возникает необходимость на базе уже существующей модели создать модификацию, более приспособленную к конкретным производственным условиям либо для выполнения работ по профилю базовой машины, но с измененными параметрами, например, башенный кран с удлиненной башней или стрелой. В первом случае увеличивается высота подъема груза, а во втором – его вылет. Для таких модифицированных машин сохраняют наименование базовой машины с добавлением характеристики модифицированного исполнения.

Строительные машины классифицируют также по режиму рабочего процесса, по роду используемой энергии, а также по способности передвигаться и типу ходовых устройств.

По режиму рабочего процесса различают машины *циклического* и *непрерывного* действия. Технологические операции машины циклического действия выполняются последовательно, образуя в совокупности ее рабочий цикл, по завершении которого выдается одна порция продукции. Например, одноковшовый экскаватор отделяет грунт от массива, загружая его в ковш

(операция копания грунта), переносит грунт в ковше к месту выгрузки (транспортная операция), выгружает в отвал или транспортное средство (операция выгрузки) и возвращает рабочее оборудование на позицию начала следующего рабочего цикла (заключительная операция рабочего цикла). За каждый рабочий цикл экскаватор выдает порцию продукции в объеме вместимости ковша.

Операции машин непрерывного действия совмещены во времени, а в пределах каждой операции строительный материал находится на разных этапах преобразования. Эти машины выдают продукцию непрерывно. Например, рабочий орган траншейного роторного экскаватора выполнен в виде вращающегося колеса с расположенными с одинаковым шагом по его периферии ковшами. В процессе вращения ротора и его поступательного движения вместе с тягачом ковша поочередно заполняются отделяемым от массива грунтом (сравните с работой ковша одноковшового экскаватора), выносят его над уровнем траншеи и разгружают на ленточный конвейер, установленный поперек ротора, которым грунт непрерывно отбрасывается в сторону от траншеи. В процессе выполнения технологических операций копания и перемещения грунта к месту выгрузки в каждый момент времени ковши занимают различные положения в пространстве, а материал – загруженный в ковши грунт – находится на разных этапах его перемещения (преобразования). Машин непрерывного действия имеют более высокую производительность по сравнению с циклическими машинами, обусловленную совмещением технологических операций во времени, но являются обычно узко специализированными в то время как машины циклического действия являются более универсальными.

Некоторые машины, в зависимости от вида выполняемых работ, могут работать как в циклическом, так и в непрерывном режимах. Например, бульдозер, оборудованный неповоротным в плане отвалом для послойной разработки грунта, работает в циклическом режиме, выдавая за каждый рабочий цикл продукцию в объеме накопленной перед отвалом призмы грунта. Тот же бульдозер, оборудованный поворотным в плане отвалом, на расчистке земляных или дорожных поверхностей от мусора, снега работает в непрерывном режиме.

По роду используемой энергии различают машины, *работающие от собственного двигателя* внутреннего сгорания (дизеля или карбюраторного двигателя), и *от внешних источников* с питанием от внешней сети (электрической, пневматической, реже гидравлической). Первые обладают автономностью, что предопределило их преимущественное использование при частых межобъектных передвижках, вторые – высокой готовностью к работе, но с ограниченной областью применения. Они используются в пределах объектов с большими объемами работ, рассчитанными на длительное время. Например, карьерные одноковшовые экскаваторы, применяемые на добыче песка, глины, гравия и других строительных материалов, питаются электрической энергией от внешнего источника.

От пневмосети питаются, в основном, ручные машины. Если сжатый воздух вырабатывается компрессором, спаренным с приводимой им в движение машиной, то последнюю вместе с компрессором называют *агрегатом*. В составе агрегата может быть несколько технологических машин.

По способности передвигаться различают машины *стационарные* и *передвижные*. Первые работают на одном постоянном месте. Это, прежде всего, машины предприятий стройиндустрии (дробильные, сортировочные, моечные, смесительные и другие машины и оборудование). Большинство строительных машин являются передвижными, оборудованными ходовыми устройствами, обеспечивающими им передвижение либо от собственной силовой установки (*самоходные машины*), либо буксируемые за другим транспортным средством (трактором, автомобилем, тягачом).

По типу ходовых устройств различают *гусеничные, пневмоколесные, рельсоколесные* и *специальные машины*. Гусеничные машины обладают высокой проходимостью, благодаря чему их используют преимущественно на объектах нулевого цикла и в условиях низкой несущей способности грунта как поверхности передвижения. Пневмоколесные машины имеют сравнительно высокие скорости передвижения, что предопределило область их применения на объектах с рассредоточенными объемами работ при частых и длительных межобъектных передвижках. Рельсоколесные машины работают длительное время на объектах с весьма ограниченной рабочей зоной, что связано с высокими затратами на устройство рельсового пути.

К специальным ходовым устройствам относятся шагающие, применяемые в конструкциях машин большой массы, например, в шагающих драглайнах, когда другие виды (гусеничные, пневмоколесные) не обеспечивают допустимых нормативных давлений на грунт или оказываются весьма громоздкими. Для работы в особых условиях (при передвижениях по снегу, болотам и т.п.) машины оборудуют специальными вездеходными устройствами различных конструкций. Реже в качестве опорных (и ходовых) устройств применяют салазки для передвижения машины буксированием.

Вопросы для самопроверки:

1. Дайте определение строительной машины. Приведите примеры машин для различных категорий преобразования строительных материалов.
2. Какие машины относятся к группе технологических? Приведите примеры.
3. Что такое производственная и техническая эксплуатация строительной машины, каков их состав?
4. Какими факторами определяется предельное состояние машины? Что такое срок службы и технический ресурс машины? Что такое моральный износ машины, чем он характеризуется?
5. Что такое параметр машины? Перечислите категории параметров и охарактеризуйте их состав.

6. Что такое типоразмер машины, каким фактором он характеризуется? Что такое модель машины? Приведите примеры моделей одного типоразмера.

7. Что такое индекс машины? Приведите пример и расшифруйте его составляющие.

8. Перечислите классы строительных машин по виду выполняемых работ. Изложите существо иерархической схемы классификации строительных машин по видам выполняемых работ. Приведите примеры.

9. На какие группы делятся строительные машины по режиму рабочего процесса, роду используемой энергии, способности передвигаться и типу ходовых устройств? Какими факторами определяется принадлежность машин к определенным группам по указанным признакам?

1.2 Общие сведения о строительных машинах и оборудовании

1.2.1 Структура строительных машин и оборудования

Обязательными составными частями любой технологической, транспортирующей и грузоподъемной машины являются: *привод*, состоящий из силовой установки, передаточных устройств (*трансмиссии*) и *системы управления*; один или несколько *рабочих органов* и рама (*несущие конструкции*). У передвижных машин имеется, кроме того, ходовое устройство, соединенное с рамой машины, называемой в ряде случаев *шасси*.

Преобразование строительных материалов названными машинами происходит в результате движения их рабочих органов, которое сообщается им от силовой установки через трансмиссию. Иногда конечное звено трансмиссии входит в состав сборочной единицы машины вместе с ее рабочим органом. Например, рабочим органом ленточного конвейера служит конвейерная лента, которая приводится в движение от приводного барабана, по существу являющегося конечным звеном трансмиссии, но входящего в состав собственно конвейера (без привода). В подобных случаях конечное звено трансмиссии называют *исполнительным механизмом*.

Движения рабочего органа могут быть *простыми*, как, например, вращение лопастного вала растворосмесителя при перемешивании компонентов приготавливаемого строительного раствора, и *сложными*, как, например, движения ковша гидравлического одноковшового экскаватора на разных операциях экскавационного рабочего цикла (поворот ковша относительно неподвижной рукояти, поворот рукояти с фиксированным на ней ковшом, одновременный поворот ковша и рукояти и т.д.). Сложное движение рабочего органа есть результат сложения *относительного* (поворот ковша относительно рукояти) и *переносного* (поворот рукояти, стрелы, поворотной платформы) движений. Механизмы, обеспечивающие переносные движения, кинематически связаны с рабочим органом и по существу относятся к трансмиссии, но по указанной выше причине их принадлежности к одной с рабочим органом

сборочной единице (в данном случае – группе сборочных единиц) они являются исполнительными механизмами. Таким образом, движение рабочему органу может передаваться непосредственно от силовой установки через трансмиссию или через исполнительные механизмы в форме переносных движений.

Примером машины с несколькими рабочими органами может служить траншейный роторный экскаватор, у которого землеройный рабочий орган – ротор приводится в движение от силовой установки через трансмиссию непосредственно, а конвейерная лента транспортирующего рабочего органа – отвалообразователя, кроме того, через исполнительный механизм – приводной барабан.

Для включения в действие машины и ее отдельных механизмов, включая силовую установку, а также для их остановки служит *система управления*. Структурные схемы машин приведены на рисунке 1.

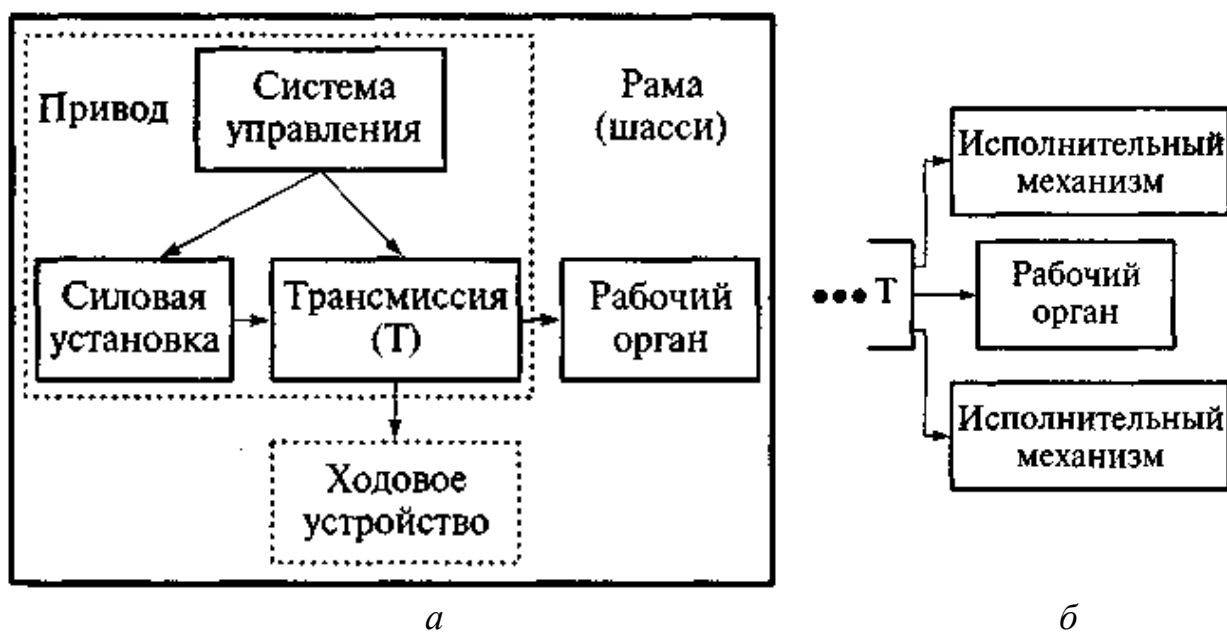


Рисунок 1. Структурная схема технологической, транспортирующей и грузоподъемной машин при передаче движения рабочему органу через трансмиссию непосредственно (а) и с помощью исполнительных механизмов (б)

Транспортные машины, как правило, не имеют рабочих органов. Взаимодействующие с транспортируемым материалом кузова и платформы этих машин пассивны, а груз перемещается только за счет движения ходовых устройств (рисунок 2).

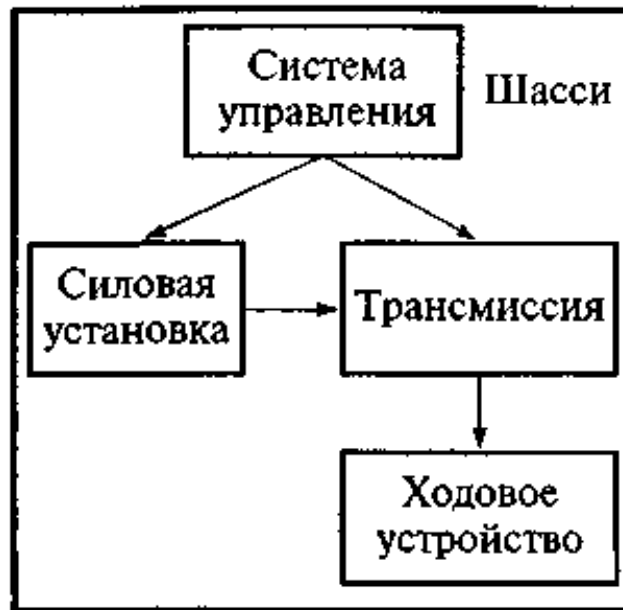


Рисунок 2. Структурная схема транспортной машины

Кроме перечисленных обязательных составных частей на машинах могут быть установлены дополнительные (вспомогательные) устройства, например, выносные опоры в конструкциях пневмоколесных кранов, экскаваторов и т.п.

Приводы строительных машин, включающие силовую установку, передаточные устройства и систему управления, а также ходовые устройства обладают конструктивной и функциональной общностью, что позволяет изучать их независимо от видов машин.

1.2.2 Производительность строительных машин

Производительность является важнейшей выходной характеристикой строительной машины. Ее определяют количеством продукции, произведенной машиной в единицу времени. Различают расчетную (она же теоретическая или конструктивная), техническую и эксплуатационную производительность.

Под *расчетной (теоретической, конструктивной) производительностью* P_p понимают производительность за 1 ч непрерывной работы при расчетных скоростях рабочих движений, расчетных нагрузках на рабочем органе и расчетных условиях работы. Для машин циклического действия с порционной выдачей продукции:

$$P_p = \frac{3600 \cdot Q}{t_u},$$

где P_p – расчетная производительность, м/ч, м²/ч, м³/ч, т/ч, шт./ч и т.п.; Q –

расчетное количество продукции в одной порции, м, м², м³, т, шт. и т.п.; $t_{ц}$ – расчетная продолжительность рабочего цикла, с.

Для машин непрерывного действия:

$$P_p = 3600 \cdot F \cdot \mathcal{V},$$

где F – расчетное количество продукции на 1 м длины ее потока, м/м, м²/м, м³/м, т/м, шт./м и т. п.; \mathcal{V} – расчетная скорость потока, м/с.

Расчетные скорости должны соответствовать максимальной мощности установленного на машине двигателя, расчетные нагрузки – нормальному режиму работы машины, а расчетные условия отражать наиболее характерные для данной машины условия работы. Теоретическую производительность рассчитывают на стадии разработки конструкторской документации на машину, используя для этого нормативные значения расчетных параметров и расчетных условий.

Для определения производительности машины в конкретных производственных условиях вводят две новые категории этого показателя – техническую и эксплуатационную производительность.

Под *технической производительностью* P_m понимают максимально возможную в данных производственных условиях производительность при непрерывной работе машины. Эту категорию производительности применяют, в основном, для оценки максимальных технологических возможностей машин при комплектовании комплектов и комплексов. В случае отсутствия данных, отражающих условия работы на конкретном объекте используют выработанные практикой и зафиксированные в нормативных документах коэффициенты, устанавливающие зависимость между расчетной и технической производительностью для различных производственных условий:

$$k_m = \frac{P_m}{P_p}.$$

Наконец, под *эксплуатационной производительностью* $P_э$ понимают фактическую производительность машины в данных производственных условиях с учетом ее простоев и неполного использования ее технологических возможностей. Эту категорию производительности определяют как частное от деления фактического объема произведенной продукции Q_{Σ} на продолжительность нахождения машины на рабочей площадке (чистого времени работы машины, сложенного с временем всех простоев) $T_{общ}$ (ч), в течение которого эта продукция производилась:

$$P_э = \frac{Q_{\Sigma}}{T_{общ}}.$$

Эксплуатационную производительность обычно используют для взаиморасчетов заказчика с подрядчиками. Для анализа эффективности работы машины в конкретных производственных условиях пользуются коэффициентами использования машины во времени k_g и использования технологической возможности (или технической производительности) машины k_n :

$$k_g = \frac{T_m}{T_{общ}}; \quad k_n = \frac{П_э}{П_m} \cdot k_g = k_m \cdot k_g,$$

где T_m – продолжительность чистой работы машины (за вычетом простоев), ч.

В качестве примера определим все перечисленные выше категории производительности и коэффициенты k_m , k_g и k_n за смену для башенного крана грузоподъемностью 12 т при расчетной продолжительности рабочего цикла 60 с, если в течение смены (8 ч) он поднял грузы суммарной массой 800 т. Средняя продолжительность рабочего цикла в конкретных условиях составила 90 с, а суммарная продолжительность всех простоев – 3,5 ч.

Башенный кран является машиной циклического действия, поэтому его расчетную производительность определим по формуле:

$$П_p = \frac{3600 \cdot Q}{t_{ц}} = \frac{3600 \cdot 12}{60} = 720 \quad \frac{\text{т}}{\text{ч}}.$$

Техническая и эксплуатационная производительность соответственно:

$$П_m = \frac{3600 \cdot 12}{90} = 480 \quad \frac{\text{т}}{\text{ч}};$$

$$П_э = \frac{800}{8} = 100 \quad \frac{\text{т}}{\text{ч}}.$$

Коэффициенты можно определить следующим образом:

$$k_m = \frac{480}{720} = 0,67;$$

$$k_g = \frac{8 - 3,5}{8} = 0,56;$$

$$k_n = \frac{100}{480 \cdot 0,56} = 0,37.$$

1.2.3 Общие требования к машинам, машинным комплектам и структуре парков машин

Общие требования к машинам, машинным комплектам и структуре парков машин вытекают из необходимости обеспечения высокой эффективности их использования в строительстве, т.е. получения наибольшей производительности при наименьших затратах. До начала 1990-х г.г., когда парки

строительных машин управлений механизации комплектовались преимущественно на основе государственного распределения строительной техники, основным критерием для оценки указанной эффективности служили удельные приведенные затраты. В последнее время отечественный рынок строительных машин пополнился машинами зарубежных производителей, вместе с которыми к нам импортировались новые тенденции во взаимоотношениях поставщиков с потребителями. Рыночная конкуренция заставила зарубежных поставщиков строительной техники вместе с машинами продавать серию услуг, включая предпродажную подготовку, снабжение запасными частями и гарантийное техническое обслуживание. В этих условиях прежний показатель – удельные приведенные затраты оказался недостаточным для оценки эффективности использования машин в строительном производстве. Методы оценки предлагаемых товаров и услуг относятся к компетенции менеджмента.

Требования, предъявляемые к подбору комплектов машин вытекают из определения понятия комплексной механизации. Решение этого вопроса непосредственно связано со структурой парка машин. Чем шире номенклатура типоразмеров основных видов машин, из которых могут создаваться комплекты, тем эффективнее могут решаться задачи комплексной механизации. В то же время расширение типоразмерных рядов этих машин ведет к уменьшению серийности их производства и соответственно к увеличению их стоимости. Рациональный набор типоразмеров выпускаемых машин определяют методами оптимизации.

Важнейшими требованиями, предъявляемыми к строительным машинам, являются требования обеспечения благоприятных условий работы машинистов и обслуживающего персонала. Эти требования определяют содержание социальной приспособленности машин, основой которой являются их эксплуатационные, эргономические, эстетические и экологические свойства.

К эксплуатационным свойствам, способствующим предотвращению аварийных ситуаций, относят: динамические и тормозные качества; устойчивость против опрокидывания и заносов; обзорность; обеспеченность сигнализацией и приборами для предупреждения возможных критических ситуаций, а также для взаимодействия с другими участниками сооружения объекта; надежность элементов, разрушение которых может привести к аварии; обеспеченность автоматическими устройствами безопасности и блокировки.

Эргономические свойства машины заключаются в соответствии ее конструкции гигиеническим условиям жизнедеятельности и работоспособности человека, его антропометрическим, физиологическим и психофизическим требованиям, нормированным действующими стандартами.

Антропометрические требования предполагают положение тела машиниста в кабине, близком к состоянию функционального покоя при равномерном распределении его веса по площади опорных поверхностей. При этом повышается точность и скорость моторных действий, обеспечивается возможность длительной непрерывной работы без значительного утомления.

Физиологические требования сводятся к обеспечению оптимальных условий на рабочем месте машиниста (температуры, влажности, скорости обдува воздухом и его химического состава, уровней шума и вибрации). Этими требованиями обеспечивается необходимый уровень работоспособности и внимания машиниста, поддержание высокого уровня производительности машины. Согласно действующим стандартам температура в кабине машиниста должна находиться в пределах 16...25°C, влажность – 40...60%, скорость воздуха – 0,2...0,5 м/с, содержание СО не более 20 мг/м³, а SiO₂ – не более 10 мг/м³, предельный уровень шума на месте машиниста не должен превышать 85 дБА.

Вопросы для самопроверки:

1. Перечислите основные составные части строительных технологических, транспортирующих и грузоподъемных машин. Каково их назначение? Что такое исполнительный механизм? Что такое рабочее движение рабочего органа? Назовите и охарактеризуйте его формы. Приведите примеры. Чем различаются между собой структуры технологической (транспортирующей, грузоподъемной) и транспортной машин?

2. Что такое производительность строительной машины? Перечислите и дайте определение ее категориям. Что такое расчетные условия? Приведите примеры.

3. Чем определяется коэффициент использования машины во времени и коэффициент использования технологической возможности машины? Приведите примеры.

4. Какими основными факторами обусловлены требования, предъявляемые к машинам, машинным комплектам и паркам машин?

5. Как связаны между собой номенклатура парков машин и их стоимость?

6. Перечислите и охарактеризуйте основные свойства машин, определяющие их социальную приспособленность.

1.3 Трансмиссии строительных машин и оборудования

1.3.1 Общие сведения о трансмиссии

Трансмиссией называется система, кинематически связывающая отдельные узлы машины, при помощи которой передается движение от двигателя к исполнительным механизмам и редуцируются передаваемые скорости и усилия.

В трансмиссии включаются элементы, ограничивающие перегрузки, позволяющие регулировать скорости, предохранительные устройства. В современных машинах применяются механические, гидравлические, электрические и смешанные трансмиссии.

1.3.2 Механические трансмиссии

Основными элементами механических трансмиссий являются муфты сцепления, предохранительные муфты, коробки передач и распределительные коробки, служащие для изменения числа оборотов, крутящих моментов и направления движения.

Рассмотрим основные элементы механической трансмиссии.

1.3.2.1 Передачи

Привод рабочих органов, ходовой части и других узлов машин осуществляется с помощью силовых передач, которые не только передают движение, но изменяют скорость, а иногда характер и направление движения. Передачи бывают механические, гидравлические, электрические и смешанные.

Механические передачи разделяются на передачи трением (ременные и фрикционные) и передачи зацеплением (зубчатые, червячные и цепные).

Передача характеризуется входными (на *ведущем* звене, приводимым двигателем или предшествующей передачей), выходными (на *ведомом* звене) и внутренними параметрами (рисунок 3). Для двух первых это форма движения (вращательное или поступательное), его скорости (линейные \mathcal{G}_1 и \mathcal{G}_2 или угловые ω_1 и ω_2), в общем случае являющиеся векторными величинами, и силовые факторы (усилия F_1 и F_2 – при поступательном или крутящие моменты T_1 и T_2 – при вращательном движении). Подстрочными индексами обозначены соответственно входные и выходные параметры.

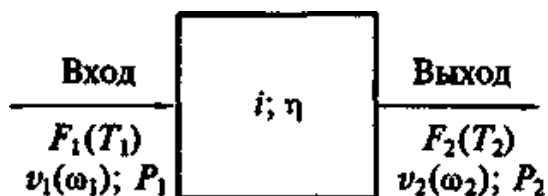


Рисунок 3. Структурная схема параметров передачи

В каждой передаче элемент, который передает мощность, называется ведущим, а элемент, которому передается эта мощность – ведомым. Чаще всего число оборотов ведущего элемента n_1 и ведомого элемента n_2 различно. Отношение этих чисел оборотов называется передаточным числом

$$i = \frac{n_1}{n_2}.$$

Передачи могут быть понижающие, когда $i > 1$, и повышающие, если $i < 1$. Понижающие передачи имеют наибольшее применение, так как число оборотов привода чаще бывает больше числа оборотов исполнительного органа.

Для ряда расчетов приходится определять мощность

$$N = \frac{P \cdot \vartheta}{75},$$

где P – действующая сила; ϑ – скорость.

Фрикционные передачи

Передачи, у которых движение от одного элемента к другому передается силами трения, называются фрикционными (рисунок 4).

Фрикционные передачи применяются в случаях, когда передаточное число должно быть переменным, а также для передачи средних и малых мощностей.

Достоинством таких передач является простота конструкции и смягчение динамических нагрузок, возможность плавного изменения передаточного числа. К недостаткам следует отнести проскальзывание дисков, в результате чего не обеспечивается заданное передаточное число. В строительных машинах фрикционные передачи применяются редко и то во вспомогательных механизмах.

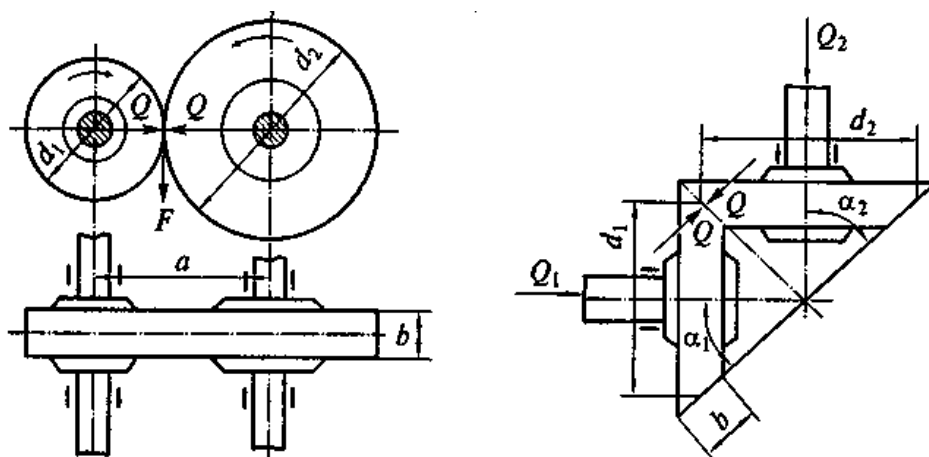


Рисунок 4. Фрикционные передачи с цилиндрическими (а) и коническими (б) катками

Фрикционные передачи применяют в приводах небольшой мощности, в частности, в конструкциях *вариаторов* – устройствах для бесступенчатого изменения скорости вращения ведомого катка, одна из конструктивных схем которого представлена на рисунке 5. Вариатор представляет собой двухступенчатую фрикционную передачу, в которой промежуточный каток является одновременно ведомым для первой ступени и ведущим – для второй.

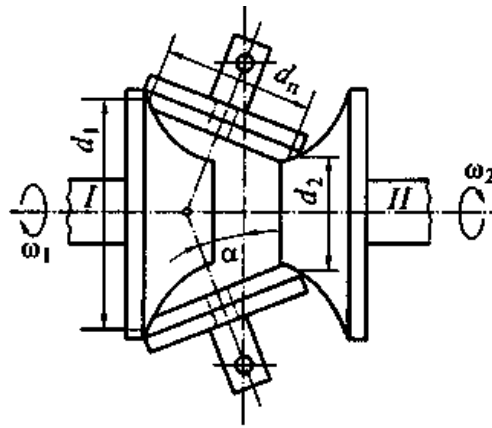
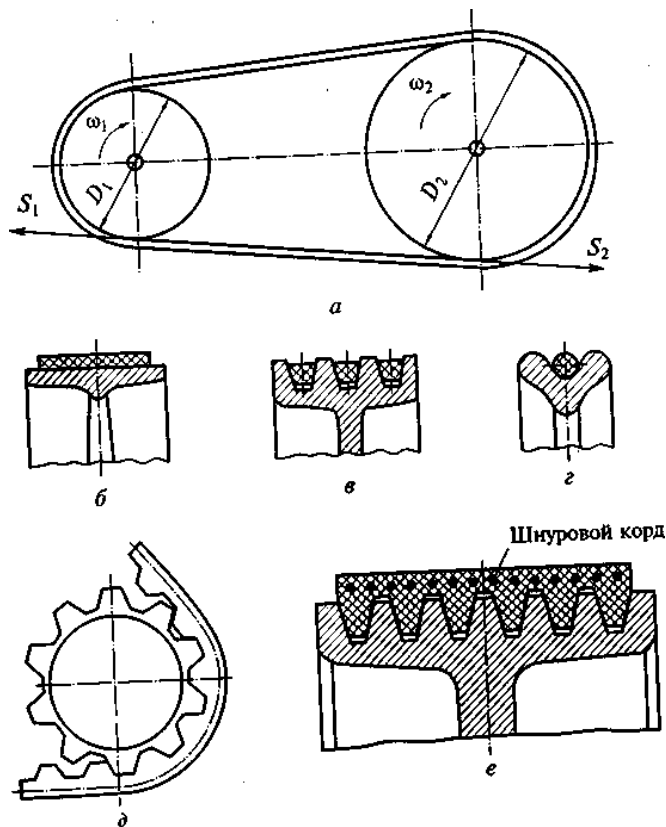


Рисунок 5. Конструктивная схема вариатора

Ременные передачи

Для передачи вращения от одного вала к другому, находящемуся на значительном расстоянии, применяются ременные передачи. Они состоят из двух шкивов, на которые надет бесконечный ремень (рисунок 6).



б – плоские; в – клиновые; г – круглого сечения; д – зубчатые; е – поликлиновые

Рисунок 6. Ременная передача (а) и типы ремней

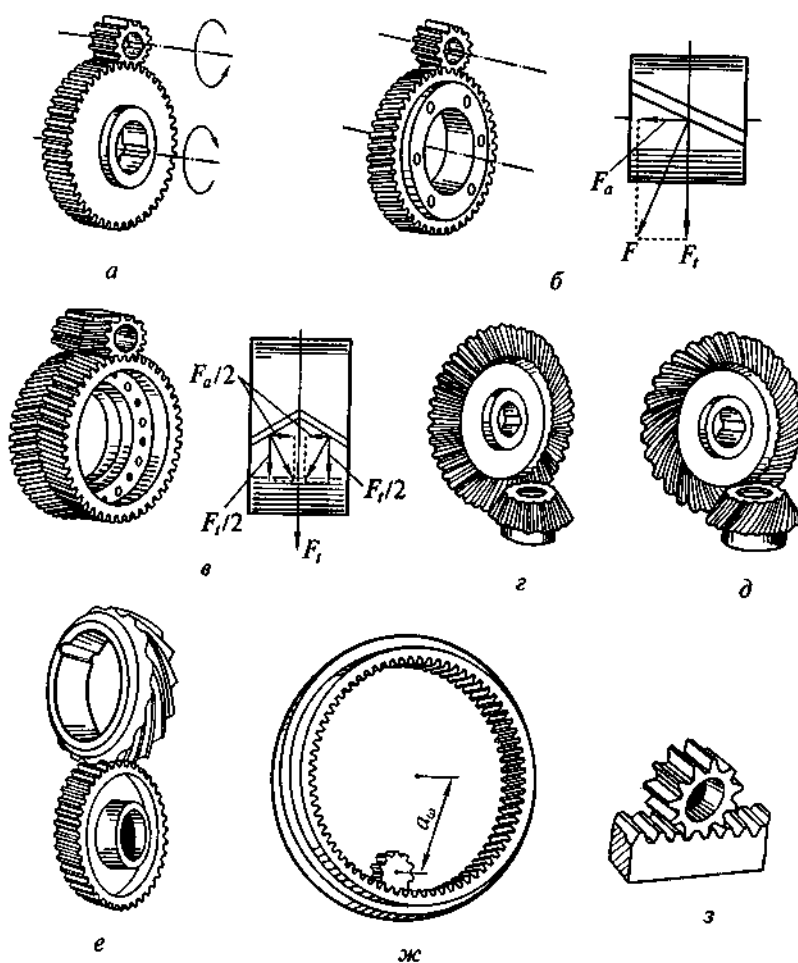
Достоинством ременной передачи является простота конструкции и передача движения на сравнительно большие расстояния; эта передача смягчает толчки, ограничивает возникновение значительных перегрузок, так как при перегрузках ремень начинает проскальзывать.

К недостаткам передачи надо отнести большие габариты и невозможность получения точного передаточного числа из-за проскальзывания ремня.

В строительных машинах ременные передачи применяются нечасто для привода дробилок, очень редко с клиновыми ремнями для других машин, чаще для вспомогательных механизмов.

Зубчатые передачи

Наибольшее применение в машиностроении имеют зубчатые передачи (рисунок 7). Меньшее колесо обычно является ведущим и называется шестерней, большее, ведомое – колесом.



а, б, в – цилиндрические колеса с прямыми, косыми и шевронными зубьями соответственно; г, д – конические колеса с прямыми и круговыми зубьями; е – винтовые колеса; ж – передача внутреннего зацепления; з – зубчато-реечная передача

Рисунок 7. Виды зубчатых передач

Передача может происходить между параллельными, перекрещивающимися и пересекающимися осями. В первом случае применяются

цилиндрические зубчатые колеса; во втором и третьем чаще конические, реже винтовые и червячные.

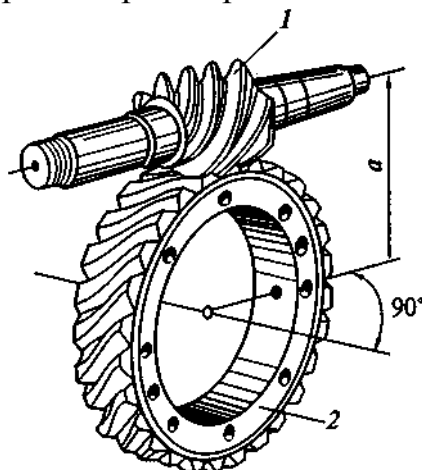
Достоинствами зубчатых передач являются малые габариты, высокий К.П.Д. (до 0,96 ... 0,98), большая надежность и долговечность, постоянство передаточных чисел и применимость в широком диапазоне мощностей и скоростей.

Недостатками являются значительная сложность изготовления инструментов для фрезерования зубьев и высокая чувствительность зацепления к изменению межцентрового расстояния.

Червячные передачи

Эти передачи представляют собой винт (червяк) обычно с трапециевидной резьбой, находящийся в зацеплении с зубчатым колесом (рисунок 8). Для увеличения контакта наружная поверхность червячного колеса делается вогнутой.

В строительных машинах червячные передачи применяются обычно как самотормозящиеся для привода редко работающих механизмов.



1 – винт; 2 – червячное колесо с зубьями на ободе

Рисунок 8. Червячная передача и ее колеса

Цепные передачи

Для передачи вращения между двумя параллельными валами, при большом расстоянии между ними (до 8 м) применяются передачи, состоящие из двух цепных звездочек и бесконечной цепи (рисунок 9).

К достоинствам цепных передач относятся: применимость в широком диапазоне межцентровых расстояний, малые габариты и вес, простота замены и высокий к. п. д.

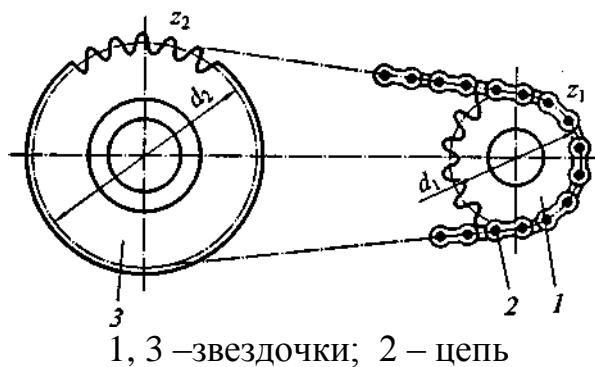


Рисунок 9. Схема цепной передачи

К недостаткам – возможность внезапного обрыва, удлинение вследствие износа и необходимость натяжных устройств, неравномерность скорости, особенно при малом числе зубьев звездочки.

В строительных машинах цепи широко применяются для привода от двигателя (обычно многорядные) и приводов отдельных механизмов (одно-рядные). Для эффективности применения цепи требуют качественного изготовления.

1.3.2.2 Валы и оси. Их соединения и опоры

Валы и оси

Вращающиеся детали машин устанавливаются на осях или валах. Валы всегда вращаются вместе с деталями и передают крутящий момент; оси же, вращаются ли они вместе с деталями или остаются неподвижны, момента не передают и только поддерживают детали. Поэтому оси нагружены только изгибающими усилиями, а валы, кроме них, и крутящими моментами.

Валы бывают прямые, коленчатые и гибкие (рисунок 10). Когда диаметр червяка или шестерни близок к диаметру вала, их изготавливают как одно целое, например, вал с червяком, вал с зубчатой шестерней.

Валы и вращающиеся оси устанавливаются опорами (цапфами) в подшипниках. Цапфы, воспринимающие осевую нагрузку, называются пятами.

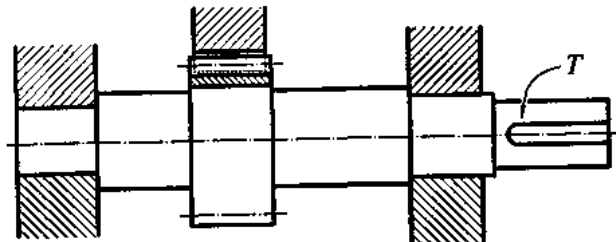
Подшипники

Валы и детали, вращающиеся вокруг них, поддерживаются на подшипниках. Различают подшипники скольжения и качения.

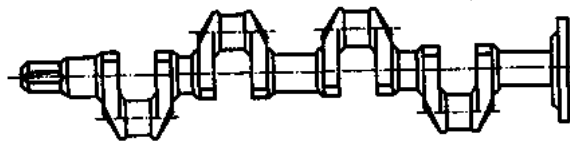
Подшипники скольжения (рисунок 11). В зависимости от величины и направления нагрузок, возникающих на валах, поддерживаемых подшипниками скольжения, различают подшипники радиальные, которые могут воспринимать нагрузки, направленные радиально, и упорные подшипники, которые могут воспринимать усилия как направленные вдоль оси, так и радиальные.

Поверхность цапфы в радиальных подшипниках скользит относительно

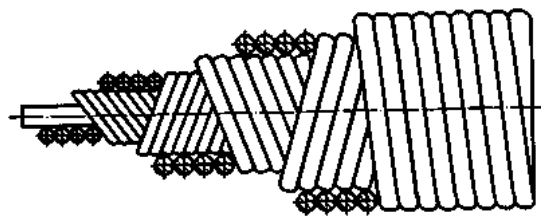
его внутренней поверхности. Уменьшение сил трения между трущимися поверхностями создается слоем смазки. При работе цапфа занимает в подшипнике эксцентричное положение, и поэтому смазка между поверхностями подшипника и цапфы принимает форму клина. Цапфа, вращаясь, увлекает смазку в узкий зазор, где создается масляная подушка, поддерживающая цапфу. Слой масла, разделяющий цапфу и подшипник, создается также, если в зазор подается масло при помощи масляного насоса.



а



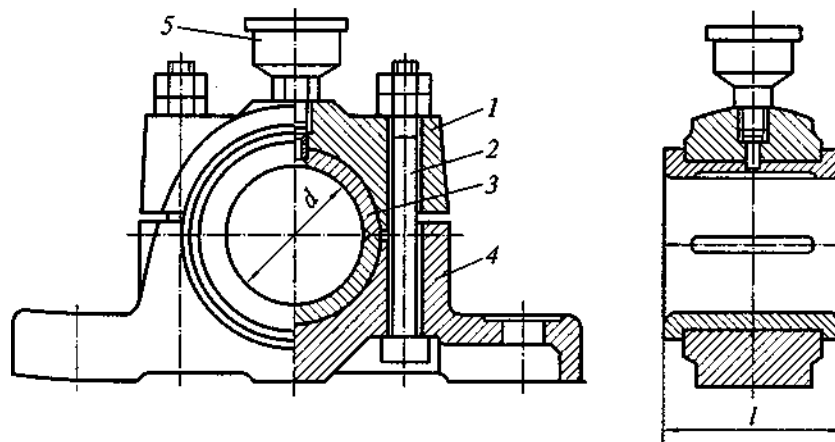
б



в

а – прямые; б – коленчатые; в – гибкие

Рисунок 10. Валы



1 – крышка; 2 – болты; 3 – вкладыши; 4 – корпус; 5 – масленка колпачковая

Рисунок 11. Подшипник скольжения с разъемным корпусом

Подшипники скольжения устанавливаются для валов большого веса, когда требуется разборка подшипника, либо когда последний работает в агрессивных средах или при большом загрязнении.

Подшипник качения (рисунок 12) состоит из наружного и внутреннего колец с дорожками качения. Между кольцами в дорожках качения устанавливаются шарики или ролики, которые катятся по дорожкам. Чтобы ролики или шарики находились на одинаковом расстоянии один от другого, в подшипниках предусмотрены сепараторы, представляющие собой штампованные кольца с отверстиями для роликов или шариков.

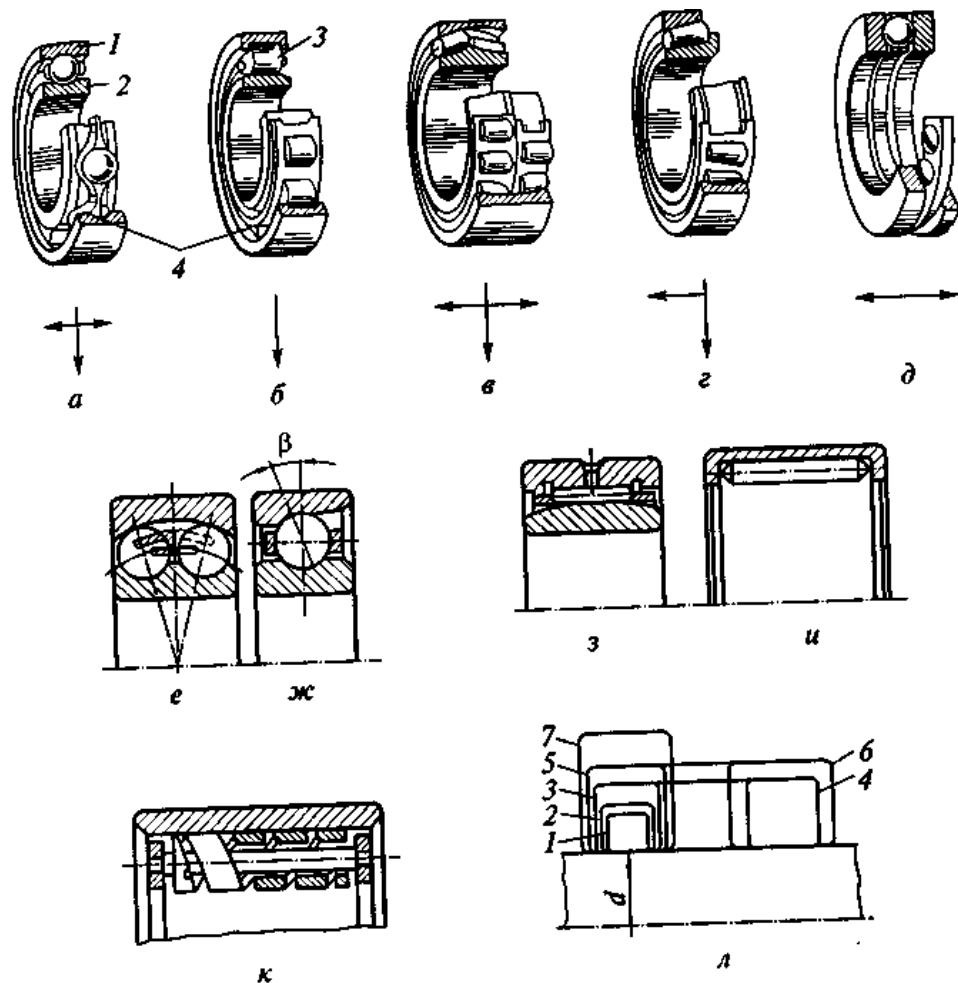


Рисунок 12. Основные типы подшипников качения

Широко используются роликовые подшипники (при малых диаметрах роликов они называются игольчатыми).

Подшипники качения можно разделить на три типа: радиальные, воспринимающие радиальные нагрузки и допускающие небольшие осевые нагрузки; радиально-упорные, воспринимающие как радиальные, так и осевые нагрузки, но величина последних не должна превышать 0,7 от разности между допустимой и действующей радиальными нагрузками; упорные, воспри-

нимающие только осевые нагрузки.

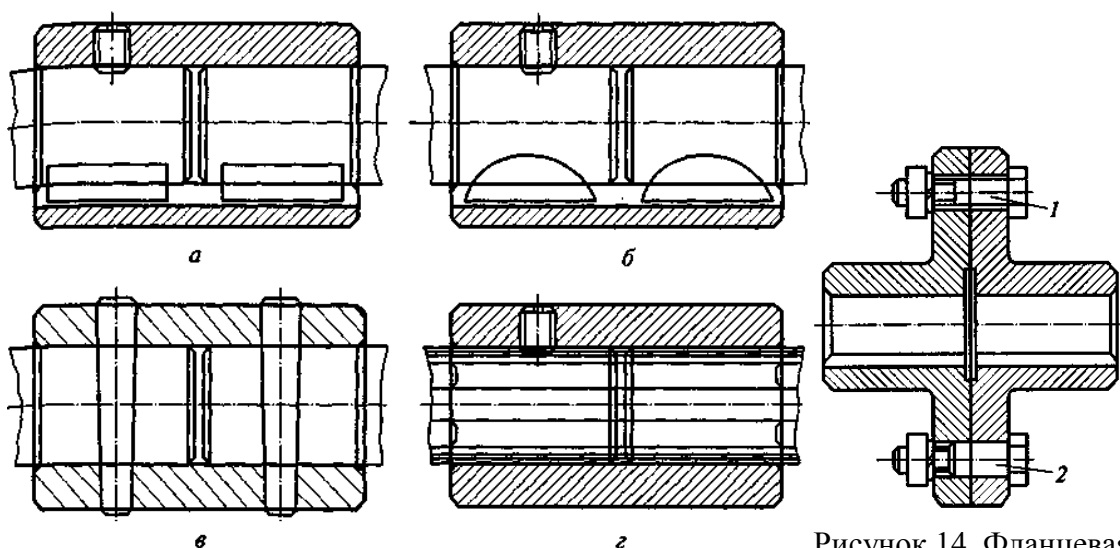
Муфты

Для соединения валов, являющихся продолжением один другого, или расположенных под углом, а также для передачи крутящего момента между валом и сидящими на нем деталями применяют муфты.

По назначению они разделяются на муфты постоянного действия (неуправляемые) и муфты сцепные (управляемые).

Муфты, соединяющие валы жестко, различают следующих видов:

– *Втулочные муфты* просты по конструкции, малы по габариту (рисунок 13). Недостатком их является то, что для соединения валов последние необходимо раздвигать. Муфты применяют для диаметров валов, не превышающих 120 мм.



а – с призматическими шпонками; б – с сегментными шпонками; в – с штифтами; г – с шлицами

Рисунок 13. Втулочные муфты

– *Фланцевые муфты* (рисунок 14) обычно состоят из двух полумуфт и бывают двух типов. В одном типе муфт болты устанавливают без зазора при этом болты работают на срез. В другом типе муфт болты устанавливают с зазором. В этом случае крутящий момент передается под действием момента трения, создаваемого затяжкой болтов.

Муфты, соединяющие валы при некотором их взаимном смещении или перекосе в результате неточности изготовления, монтажа или деформации во времени работы, называются **компенсирующими**.

Имеется несколько типов компенсирующих муфт:

– Наиболее простая муфта представляет собой две полумуфты, такие же, как у жестких муфт, только болт в одной из полумуфт упирается в резиновые прокладки, что позволяет компенсировать неточности в положении

валов.

– *Крестовые муфты* применяются для соединения валов, когда могут быть большие смещения осей. Они состоят из двух полумуфт, на торцах которых имеются пазы. Между полумуфтами помещается диск, на торцах которого предусмотрены выступы, перпендикулярно расположенные по отношению один к другому. Недостатком этих муфт является большой износ пазов, так как во время работы средний диск движется относительно полумуфт. Между диском и полумуфтами возникают силы трения, вызывающие радиальные усилия, которые передаются на вал.

– *Шарнирные муфты* (рисунок 15) применяют для передачи движения между валами, расположенными под углом. Возможность передачи вращения под углом до 45° обеспечивается тем, что муфта имеет два шарнира, расположенные взаимно перпендикулярно.

– *Сцепные муфты*. Такие муфты применяют в приводах, когда необходимо при работе часто соединять или разъединять валы.

– *Кулачковая муфта* (рисунок 16) состоит из двух полумуфт, на торцевых поверхностях которых имеются кулачки (зубья) треугольного, трапецеидального или прямоугольного профиля. Включаются и выключаются такие муфты при осевом перемещении одной из полумуфт.

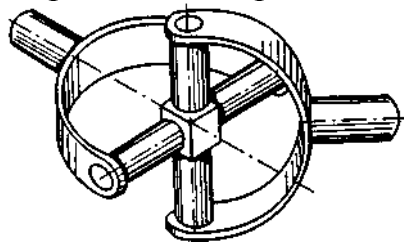


Рисунок 15. Принципиальная схема шарнирной муфты

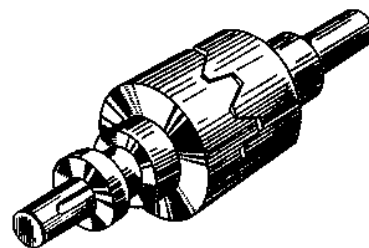
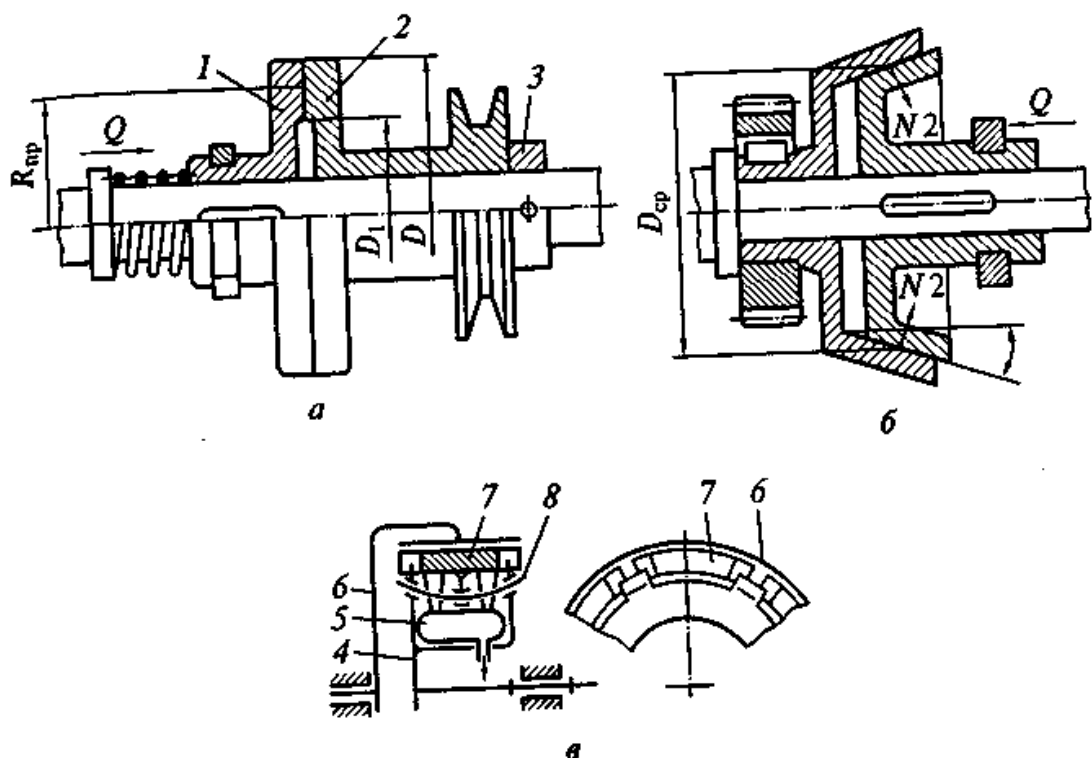


Рисунок 16. Кулачковая муфта

– *Фрикционные муфты* (рисунок 17) позволяют осуществлять плавное включение. Они бывают ленточные, дисковые, конусные, а также пневмокамерные.



а — дисковая; б — коническая фрикционная; в — пневмокамерная

Рисунок 17. Фрикционные муфты

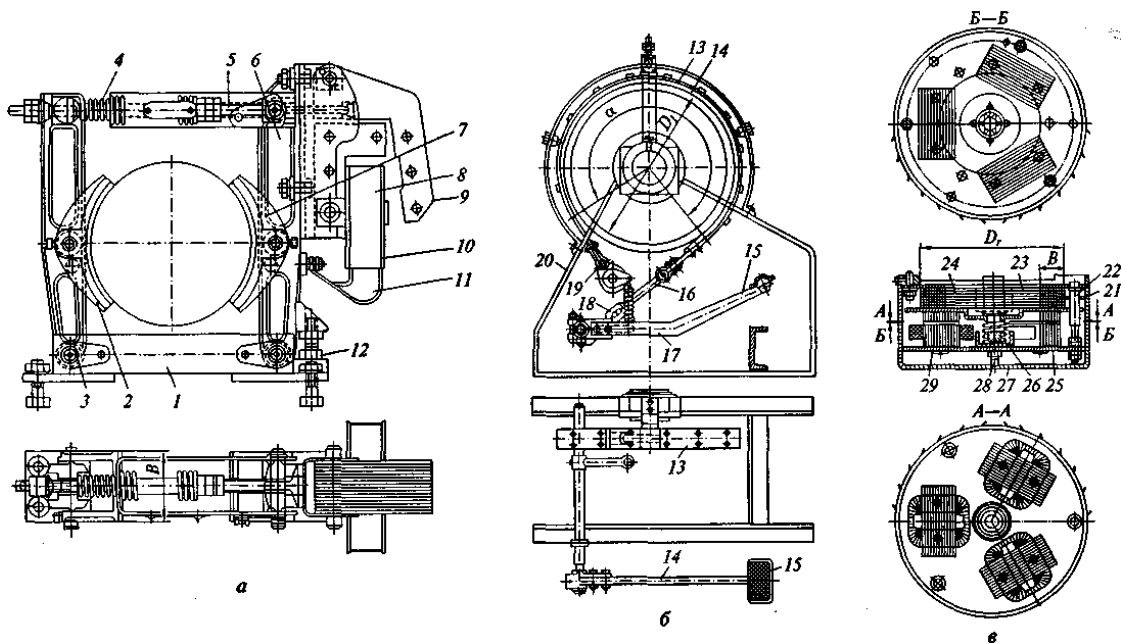
1.3.2.3 Тормозные устройства

Тормозные устройства (рисунок 18) бывают колодочные, ленточные, конические, пластинчатые, центробежные. Они применяются для регулирования скорости опускания груза или удержания груза на весу, для поглощения инерции движущихся масс (тележек, кранов, грузов), для изменения скорости отдельных узлов машин.

Торможение *колодочного тормоза* осуществляется нажатием колодок на тормозной шкив, надетый на вал, который необходимо затормаживать. Величина силы трения, создаваемая каждой колодкой, равна произведению нормальной силы N на коэффициент трения μ между колодками и тормозным шкивом.

Торможение *ленточным тормозом* достигается при обхвате тормозного шкива стальной лентой, трущаяся поверхность которой покрывается обкладками из фрикционных материалов. Один конец ленты закреплен неподвижно, другой натягивается грузом через систему рычагов. Растормаживается тормоз электромагнитом.

Применяются также тормоза с ручным управлением.



а – колодочный; б – ленточный; в – дисковый

Рисунок 18. Тормоза

1.3.3 Гидравлические трансмиссии

Трансмиссии этого вида бывают двух типов: гидрообъемные (гидростатические) и гидродинамические.

Гидрообъемные трансмиссии (рисунок 19) широко применяют в системах управления строительных машин, в приводах, а также для передачи усилий исполнительным органам машин. Эти трансмиссии состоят из насоса, трубопроводов, емкости, золотникового или клапанного управления и либо исполнительных гидроцилиндров, либо гидромоторов. Движение в таких трансмиссиях передается в результате использования энергии давления (статического напора) движущейся жидкости.

Насос, работающий от электродвигателя или непосредственно от двигателя внутреннего сгорания, подает жидкость в гидродвигатель, который приводится в движение этой жидкостью.

В таких передачах усилие может передаваться только гидроцилиндрами, действующими непосредственно на рабочий орган или на рычажную систему, соединенную с ним, поэтому применение этих передач ограничивается случаями, когда ход поршня в цилиндре не превышает 1 ... 1,5 м. Выбирая место установки цилиндра и применяя рычажную систему, можно получить необходимую траекторию рабочего органа.

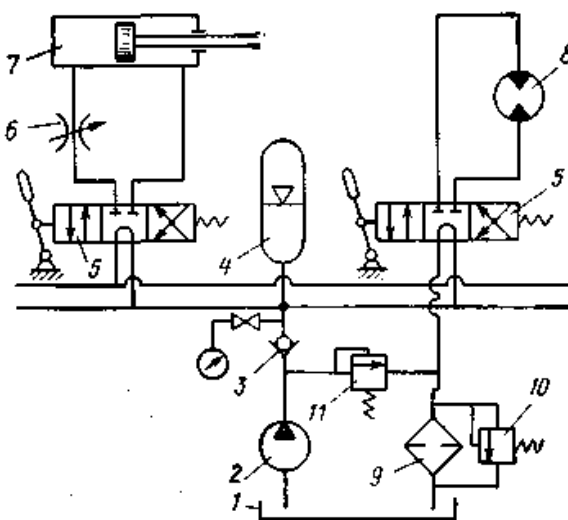
Их достоинство заключается в возможности регулировать большие передаточные числа без изнашивающихся механических передач, обеспечивая высокий К.П.Д., отсутствие необходимости в смазывающих приспособлениях, высокую надежность. Недостаток – необходимость высокой точности изготовления.

Величина мощности, отдаваемой насосом, выражается формулой:

$$N_n = Q \cdot p,$$

где Q – производительность насоса; p – давление.

В последнее время все шире применяются объемные гидротрансмиссии для привода ведущих колес транспортных машин, ведущих звездочек гусениц, ведущих шестерен различных механизмов.



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

Рисунок 19. Схема объемного гидропривода

Гидродинамические передачи (рисунок 20) представляют собой гидротрансформатор или гидромуфту, которые устанавливаются на валу двигателя внутреннего сгорания или электродвигателя и служат для его защиты при нагрузках и смягчения жесткой характеристики двигателя; в отличие от гидрообъемных передач они работают при относительно небольших давлениях.

Гидродинамические трансмиссии в отличие от гидрообъемных передают энергию в основном в результате использования кинетической энергии жидкости при сравнительно невысоких давлениях.

Центробежный насос приводится в движение от электродвигателя или от двигателя внутреннего сгорания. Жидкость, засасываемая насосом, подается к специальному аппарату, где изменяется направление ее движения, а скорость увеличивается. Струя жидкости ударяет по лопаткам турбины, в результате чего на ее валу создается крутящий момент.

Различают два вида гидродинамических передач: гидромуфты и гидротрансформаторы.

Гидромуфта состоит из насосного колеса и турбины, помещенных в общий кожух, заполненный жидкостью (обычно маслом). Колесо насоса закреплено на ведущем валу и приводится в движение электрическим или ди-

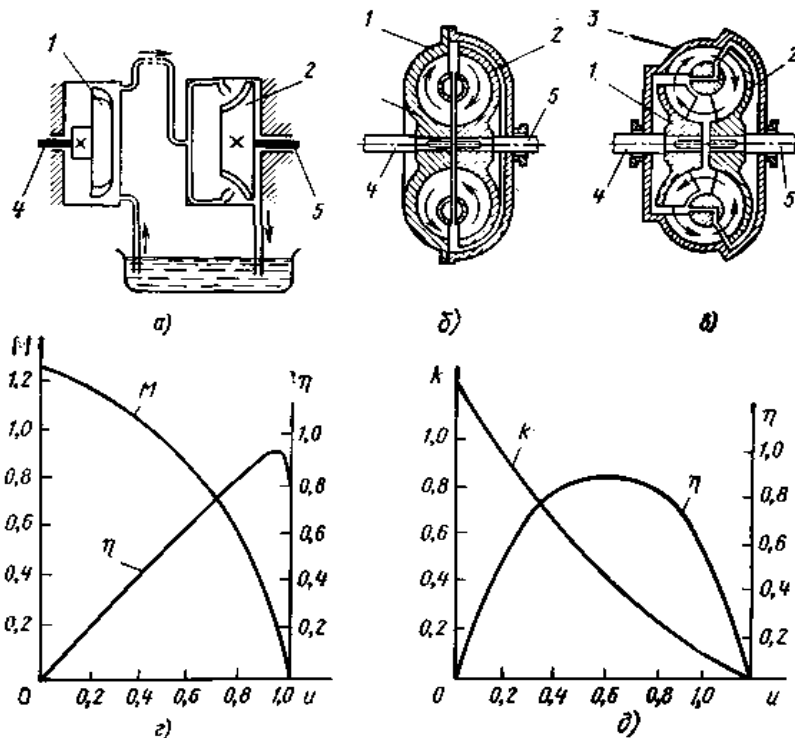
зельным двигателем. Колесо турбины насажено на ведомый вал. Между валом насоса и валом турбины имеется зазор. При вращении насоса жидкость подается на лопатки и приводит турбину в движение.

В гидромуфтах число оборотов насоса всегда больше, чем турбины, т.е. имеет место скольжение между обоими колесами. Отставание колеса турбины от колеса насоса характеризуется величиной скольжения

$$s = \frac{n_n - n_m}{n_n},$$

где n_n – число оборотов колеса насоса; n_m – число оборотов колеса турбины.

Силовые установки с гидромуфтами обеспечивают запуск двигателя и остановку машины при включенной передаче, снижают динамические нагрузки в системе, защищают двигатель от перегрузок и гасят крутильные колебания.



а – принципиальная схема; б – гидромуфта; в – гидротрансформатор; г – внешняя характеристика гидромуфты; д – внешняя характеристика гидротрансформатора; 1 – насосное колесо; 2 – турбинное колесо; 3 – неподвижный направляющий аппарат (реактор); 4 – входной вал; 5 – выходной вал

Рисунок 20. Гидродинамические передачи

Недостатком гидромуфт является значительное снижение К.П.Д. при увеличении скольжения (так как при этом большая часть энергии расходуется на нагрев), а работа машин с тяжелым режимом при К.П.Д. гидромуфты

выше 0,7 ... 0,75 невозможна вследствие чрезмерного повышения нагрузки при стопорении турбинного колеса.

Чтобы получить автоматическое регулирование крутящего момента и числа оборотов ведомого вала в зависимости от нагрузки, в широких пределах, применяют гидротрансформаторы.

Гидротрансформатор отличается от гидромуфты тем, что в последнюю масло подается непосредственно из гидронасоса на гидротурбину, а в гидротрансформаторе масло из насоса поступает к гидротурбине через промежуточное колесо – так называемый направляющий аппарат.

Направляющий аппарат увеличивает скорость жидкости, поступающей из насоса в турбину; изменяет направление движения жидкости, в результате чего изменяется величина момента на турбине.

В направляющем аппарате запас энергии жидкости, полученный ею в насосе от двигателя, не увеличивается, энергия только перераспределяется: кинетическая энергия (динамический напор) возрастает в результате уменьшения энергии давления (статического напора) движущейся жидкости.

К недостаткам гидротрансформатора надо отнести сравнительно низкий К.П.Д. (наибольший К.П.Д. равен 0,85), необходимость применять устройства для охлаждения, усложняющие конструкцию, невозможность изменять направление движения, для чего необходимо дополнительно устанавливать реверсивные устройства.

1.3.4 Электрические трансмиссии

Основными элементами таких трансмиссий являются электромагнитные муфты скольжения, а также электромагнитные порошковые муфты. Они могут использоваться на реверсивных механизмах, обеспечивая значительно более плавное включение, чем фрикционные муфты.

Недостатком электромагнитных муфт является сильный нагрев, а также большие потери мощности при увеличении скольжения. Зато применение их не связано с использованием масла, возможными утечками и другими недостатками, свойственными гидropередачам.

1.3.5 Трансмиссии с комбинированным приводом

Гидромуфты и гидротрансформаторы целесообразно устанавливать в системе привода и трансмиссии на машинах, режимы работы двигателей которых и их внешние характеристики не соответствуют режимам работы рабочих органов машин. Например, для тягача-толкача характерен третий режим работы.

Однако выходная характеристика при работе двигателя совместно с гидромуфтой или гидротрансформатором, так называемая «тяговая характеристика», не соответствует в отдельности внешней характеристике двигателя или внешним характеристикам гидротрансформатора и гидромуфты.

Эта тяговая характеристика получается в результате сочетаний характеристик двигателя вместе с гидротрансформатором или с гидромуфтой.

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое трансмиссия, передача? Приведите примеры. Какими параметрами характеризуется передача? Как они связаны между собой?

2. Что такое передаточное отношение, как его определяют при одинаковых формах движения на входном и выходном звеньях передачи?

3. Перечислите виды механических передач. Какие из них относятся к передачам движения трением? зацеплением? Какие передачи имеют в своем составе гибкие связи?

4. Опишите устройство и принцип работы фрикционной передачи. Что такое упругое проскальзывание, на какие параметры передачи оно влияет? Как определяют передаточное отношение фрикционной передачи, коэффициент полезного действия передачи? При каком условии обеспечивается функционирование фрикционной передачи? Как определяют передаточное отношение конической фрикционной передачи?

5. Для чего применяют вариаторы?

6. Опишите устройство и принцип работы ременной передачи. Что такое угол обхвата? Какой функциональной зависимостью связаны между собой усилия в набегающей и сбегавшей ветвях ременной передачи? Как определяют передаточное отношение ременной передачи? Чем отличается упругое скольжение от буксования? Какие виды ремней применяют в ременных передачах? Каковы области их применения? Какими преимуществами и недостатками обладают клиновые ремни (в т. ч. многорядные) по сравнению с плоскими? Каково оптимальное значение межосевого расстояния для плоскоремной передачи? Каковы минимальное и максимальное значения межосевого расстояния для клиноремной передачи? Для чего и какими способами осуществляют натяжение ременной передачи? Что такое приведенный коэффициент трения в клиноремной передаче? Какими преимуществами и недостатками обладают ременные передачи?

7. Опишите устройство и принцип работы зубчатой передачи. Как называют сопрягаемые колеса зубчатой передачи? Перечислите виды зубчатых колес и охарактеризуйте их устройство и области применения. Что такое передача внутреннего зацепления, чем она отличается от передачи внешнего зацепления? Какими основными факторами предопределено преимущественное применение зубчатых передач в трансмиссиях строительных машин?

8. Опишите устройство и принцип работы червячной передачи. Как определяют диаметр делительного цилиндра червяка? Назовите виды червяков. Чем они характеризуются? Каковы их преимущества и недостатки? Опишите устройство червячного колеса. Какими параметрами оно характеризуется? Как определяют межосевое расстояние червячной передачи? Что такое угол подъема винтовой линии червяка, как он влияет на работу переда-

чи? Что такое многозаходный червяк, как определяют число заходов, чем отличается многозаходный червяк от однозаходного конструктивно и функционально? Что такое самотормозящийся червяк? Как определяют передаточное число червячной передачи? Какими достоинствами и недостатками обладают червячные передачи?

9. Опишите устройство и принцип работы цепной передачи. Какие типы приводных цепей применяют в цепных передачах? Каковы особенности их работы и области применения? Каким главным параметром характеризуются приводные цепи? Чем ограничено минимальное число зубьев звездочек? Как определяют диаметр делительной окружности звездочки? Каковы минимальные, максимальные и оптимальные значения межосевых расстояний в цепных передачах? Чем обусловлено непостоянство линейной скорости движения цепи? Как определяют передаточное число цепной передачи? Дайте сравнительную оценку цепных и ременных передач.

10. Для чего предназначены валы и оси? Чем они различаются? Как соединены с валами и осями посаженные на них колеса, шкивы и т.п.? Перечислите конструктивные формы валов. Приведите примеры их применения. Что такое цапфа? Перечислите виды цапф в зависимости от их назначения.

11. Для чего служат подшипники? Что такое подпятник? Перечислите типы подшипников по способу передачи нагрузок. Каковы их функциональные и конструктивные различия?

12. Опишите устройство и принцип работы подшипника скольжения. Из каких материалов изготавливают антифрикционные вкладыши? Для чего нужно смазывать подшипники?

13. Как устроен подшипник качения? Приведите классификацию подшипников качения. Чем объясняется большая нагрузочная способность роликовых подшипников по сравнению с шариковыми? В каких случаях применяют игольчатые подшипники, игольчатые подшипники без внутренних колец? Каковы их достоинства и недостатки? Что такое самоустанавливающийся подшипник? Дайте сравнительную оценку подшипников качения и скольжения.

14. Для чего в трансмиссиях машин применяют муфты? Приведите их классификацию. Какие виды нерасцепляющихся муфт применяют в трансмиссиях строительных машин? Опишите устройство каждого вида, их достоинства и недостатки и особенности, определяющие области их применения.

15. Для чего служат сцепные муфты? Перечислите основные типы сцепных муфт. Перечислите типы фрикционных муфт. Как устроены дисковые, конические и пневмокамерные муфты. Опишите принцип их действия. Как устроены кулачковые и зубчатые муфты сцепления? Перечислите виды самоуправляемых сцепных муфт.

16. Для чего в строительных машинах применяют тормоза? Каковы их основные типы? Как устроены и как работают колодочные, ленточные и дисковые тормоза? Какие тормоза называют нормально замкнутыми и нормально разомкнутыми?

17. Что такое гидропередача? Перечислите ее составные элементы. Каково их назначение? Каков порядок преобразования энергии в гидропередачах?

18. Изложите принцип действия гидромуфты и гидротрансформатора. Для чего используют эти устройства в приводах строительных машин? Что такое коэффициент трансформации? Как изменяется КПД гидротрансформатора в функции угловой скорости турбинного колеса? Какая точка на механической характеристике гидротрансформатора является оптимальной? Для чего реакторное колесо устанавливают на обгонной муфте?

1.4 Ходовое оборудование

1.4.1 Общие сведения о ходовом оборудовании

Ход самоходных строительных машин состоит из движителя и подвески. У прицепных машин движителя нет.

Движителем называется устройство, сообщаемое машине движение и передающее на грунт силу тяжести машины.

Подвеской называются детали, соединяющие движитель с корпусом машины.

Существует множество конструктивных схем ходовых частей самоходных и прицепных машин. Для строительных машин характерными являются рельсовые, гусеничные, пневмоколесные и шагающие.

1.4.2 Рельсовое ходовое оборудование

Рельсовые ходовые части (рисунок 21) отличаются простотой конструкций, надежностью и долговечностью, но требуют железнодорожных путей. Рельсовый путь применяют для различных кранов (башенных, мостовых, козловых и др.), внутризаводского транспорта и комплекта машин для укладки цементно-бетонных покрытий, где рельсы одновременно выполняют функции опалубки, почему их и называют рельс-формами. 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 (см. рисунок 21, д) с несущим канатом.

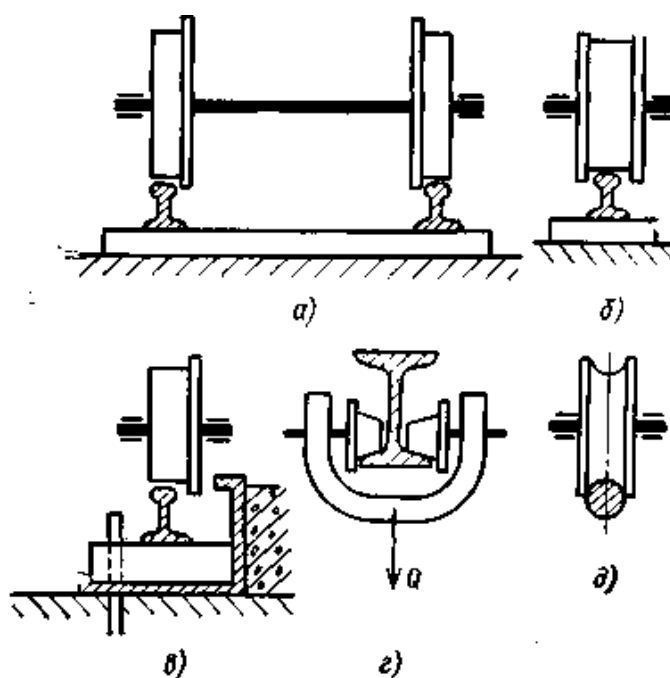
Недостатками рельсовых ходовых частей являются малая маневренность, ограничение уклона пути, необходимость укладки рельсовых путей.

1.4.3 Гусеничное ходовое оборудование

Гусеничный движитель (рисунок 22) состоит из замкнутых гусеничных цепей, имеющих отдельные звенья (траки), шарнирно соединенные между

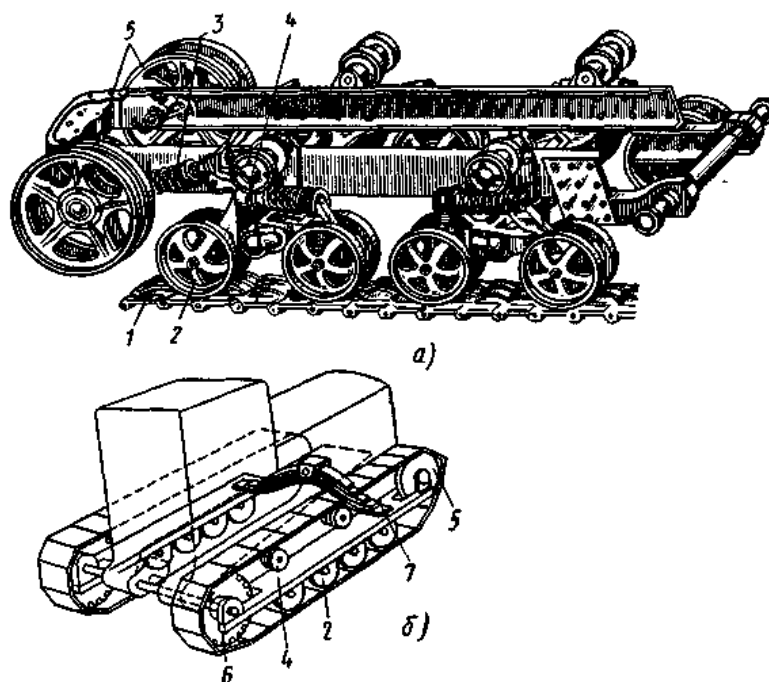
собой пальцами. Гусеница приводится в движение ведущим колесом. Ведущая ветвь опирается на грунт. Натягивается гусеница обычно натяжным колесом, а ведомая ветвь предохраняется от провисания поддерживающими катками.

Гусеничные движители имеют большую поверхность опоры, что снижает удельное давление на грунт. Это повышает проходимость машины. Машины на гусеничном ходу имеют значительно большую силу тяги, чем колесные, поэтому тяговое усилие гусеничных машин обеспечивает преодоление подъемов до 50%. Коэффициент сцепления, т.е. отношение силы тяги гусеницы, которая может быть реализована без значительного проскальзывания гусениц (буксования) по грунту, к весу машины, с грунтом гусеничного движителя при наличии шпор на звеньях равен 1 и сравнительно мало изменяется при увлажнении поверхности грунта.



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

Рисунок 21. Рельсовые ходовые части



а – общий вид рамы с гусеничным движителем; б – схема расположения полужесткой подвески; 1 – гусеничная цепь; 2 – опорные катки; 3– упругая подвеска; 4 – поддерживающие катки; 5 – натяжное колесо; 6 – ведущая звездочка; 7 – полужесткая подвеска

Рисунок 22. Гусеничный движитель

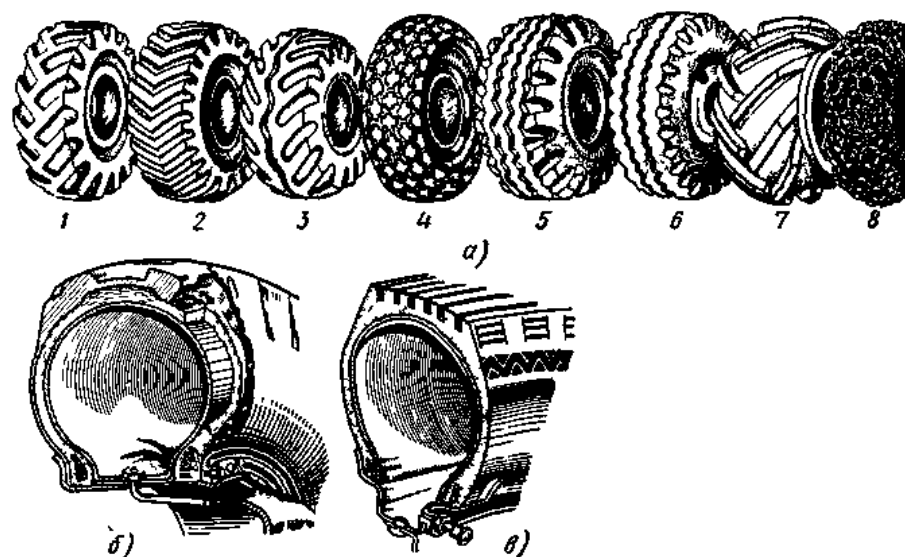
Гусеницы применяются жесткие и мягкие, с малым шагом $t \left(\frac{b}{t} > 2,5 \right)$ и большим шагом $\left(\frac{b}{t} < 2,5 \right)$, где b – ширина звена.

У жестких гусениц оси катков неподвижно закреплены в рамках, у мягких – оси катков могут перемещаться с помощью балансиров или пружин.

Недостатками гусеничного хода являются его большой вес, сложность конструкции, низкий К.П.Д., быстрый износ деталей, а также малая скорость перемещения, необходимость перевозки тягачами на специальных прицепах-тяжеловозах при транспортировании даже на небольшие расстояния.

1.4.4 Колесное ходовое оборудование

Колесный движитель легче гусеничного, имеет больший ресурс работы, позволяет машине перемещаться на больших скоростях и имеет более высокий К.П.Д. Колесный движитель состоит из колес с пневматическими шинами различной конструкции (рисунок 23), установленных на полуоси. Колеса приводятся в движение ходовой трансмиссией.



а – разные типы шин; б – разрез камерной шины; в – разрез бескамерной шины; 1 – для рыхлого грунта; 2 – для плотного грунта, 3 – для взорванной скалы; 4 – для хороших дорог; 5 и 6 – универсальные; 7 – арочные; 8 – цепи противоскольжения

Рисунок 23. Шины

Пневматическая камерная шина (рисунок 23,б) состоит из покрышки, камеры, в которую накачивается воздух, ободной ленты и вентиля для накачки воздуха. Применяются и бескамерные баллоны, представляющие собой покрышки, герметически прилегающие к ободьям (рисунок 23,в). Существуют два основных вида шин: высокого давления и низкого давления.

В колесном движителе различают ведущие и ведомые колеса (или оси). Применяются схемы привода колес, в которых ведущими колесами могут быть передние, задние или те и другие.

Недостатками этого типа движителя являются: большое удельное давление на грунт в связи с малой площадью контакта колес с грунтом, сравнительно малый коэффициент сцепления. Для повышения сцепления колес с грунтом на колеса надевают специальные цепи.

Получают также применение машины, в которых каждое колесо приводится в движение от отдельного электродвигателя (мотор-колесо) и, следовательно, является ведущим. Электродвигатели питаются от дизель-генератора, устанавливаемого на машине.

1.4.5 Шагающее ходовое оборудование

Для машин значительного веса, в частности, экскаваторов с ковшами большой емкости, гусеничный, а тем более колесные ходы, не могут обеспечить максимальных удельных давлений на грунт. Поэтому применяют шагающее ходовое устройство, позволяющее иметь большие опорные поверхности. Оно представляет собой металлоконструкции в виде коробчатых плит,

которые перемещаются при помощи кривошипно-шатунных механизмов или мощных домкратов, а также комбинаций домкратных и рельсовых устройств. Скорость передвижения шагающего хода очень малы.

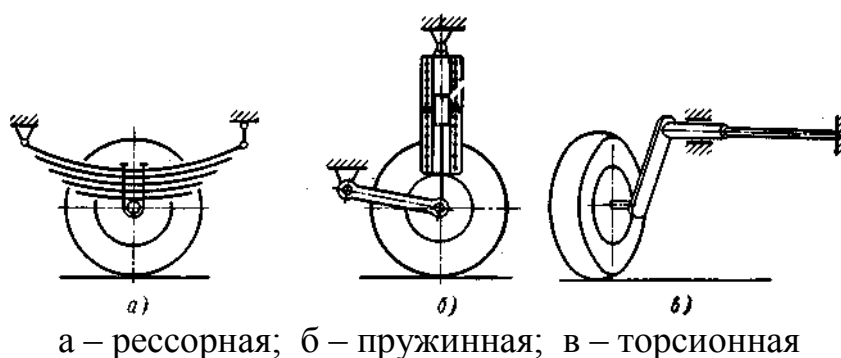
Преимуществом шагающего ходового оборудования, кроме низкого удельного давления на грунт, является высокая маневренность: для поворота требуется только повернуть вращающуюся часть машины с поднятыми лыжами в нужном направлении и включить движитель.

1.4.6 Подвески

Подвески бывают жесткие, полужесткие и упругие. Жесткие подвески могут быть двух типов: индивидуальные и балансирные.

При полужесткой подвеске гусеничных машин часть корпуса подрессорена, остальная часть опирается на ходовое устройство.

При упругой подвеске корпус машины соединяется с ходовой частью через рессоры. Упругие подвески могут быть рессорными, пружинными и торсионными (рисунок 24).



а – рессорная; б – пружинная; в – торсионная

Рисунок 24. Упругие подвески

В конструкции упругих подвесок вводятся амортизаторы, предназначенные для гашения колебаний корпуса машины, а также стабилизаторы, выключатели подвесок и подрессорники.

Стабилизаторы предназначены для выравнивания деформаций рессор, что необходимо для избежания крена машин.

При полужесткой подвеске гусеничных машин передние концы гусеничных рам укреплены на поперечном балансира, а задние концы шарнирно установлены на ведущих осях

При упругой подвеске корпус машины соединяется с ходовой частью через демпфирующие устройства. В автомобилях малой и средней грузоподъемности они выполняются обычно в виде листовых рессор, в тракторах небольшой мощности – в виде пружин, на которые опираются одиночные катки или балансиры. В тракторах средней и большой мощности упругая подвеска применяется при больших скоростях движения обычно в виде торсионных валов.

1.4.7 Тяговый расчет машины

Привод ходового механизма должен преодолевать внутренние сопротивления ходовых механизмов $W_{вн}$, сопротивление от сил инерции при трогании с места W_u , сопротивление подъему W_n , сопротивление качению колес или гусениц по грунту или дороге W_k , сопротивление повороту при движении по кривой $W_{кр}$.

Землеройно-транспортные машины, траншеекопатели, многоковшовые цепные экскаваторы дополнительно преодолевают сопротивления, возникающие на рабочих органах $W_{кон}$.

Тогда наибольшее усилие тяги:

$$S_{T. \max} \geq W_{вн} + W_u + W_n + W_k + W_{кон}.$$

Как показали исследования, наибольшие внутренние сопротивления в движителях составляют в % от веса машины при гусеницах – 6 ... 9%, при колесах – 4 ... 6%.

Сопротивление от сил инерции при трогании с места:

$$W_u = \frac{G \cdot g_x}{g \cdot t_p},$$

где G – вес машины; g – ускорение силы тяжести; g_x – скорость машины на 1-й передаче; t_p – время разгона.

Сопротивление подъему:

$$W_n = G \cdot \sin \alpha,$$

где α – угол подъема, рисунок 25.

Сопротивление качению для гусеничного движителя:

$$W_k = \frac{k \cdot n \cdot b \cdot p_\phi^2 \cdot \sqrt{D}}{p_0 \cdot \sqrt{D-h}},$$

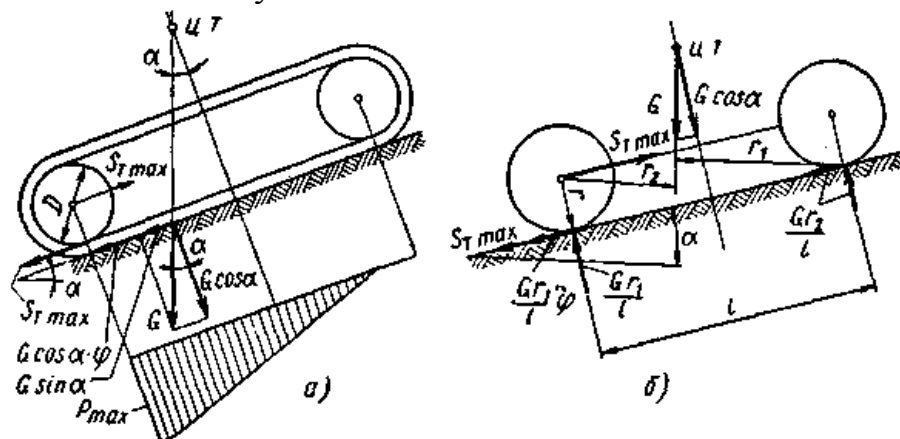
где k – коэффициент конструкции гусеницы; n – число гусениц; p_ϕ – фактическое удельное давление на грунт; D – диаметр направляющего колеса гусеницы плюс две высоты ее звена; h – глубина просадки гусеницы в грунт; b – ширина гусеницы; p коэффициент сопротивления грунта смятию.

Для рельсового хода сопротивление качению

$$W_k \approx 0,09 \cdot G.$$

Сопротивление качению колесного движителя определяется по таблицам.

Чтобы развить потребное тяговое усилие, необходимы два условия: двигатель должен иметь мощность достаточную, чтобы реализовать ее при минимальной рабочей скорости машины и сцепление с грунтом должно быть больше потребного тягового усилия.



а – гусеничного хода; б – колесного хода

Рисунок 25. Схемы расчета тяговых усилий

Чтобы проверить это определяют так называемую силу тяги по двигателю $S_{T.д}$, которая должна быть немного больше, чем $S_{T.max}$:

$$S_{T.д} = \frac{2 \cdot M_д \cdot \eta_x \cdot i_x}{D},$$

где $M_д$ – момент, развиваемый двигателем; η_x – К.П.Д. ходового механизма и движителя; i_x – передаточное число ходового механизма до ведущего колеса; D – диаметр ведущего колеса.

Силы сцепления реализуются за счет трения движителя о грунт или рельсы и за счет специальных устройств, врезающихся в грунт.

Силу сцепления выражают в частях веса машины или составляющей веса $G \cdot \cos \alpha$, перпендикулярной плоскости подъема (уклона). Тогда предельную величину силы тяги по сцеплению движителя с дорогой (или рельсом) можно выразить как:

$$S_{T.сч} = \varphi \cdot G \cdot \cos \alpha,$$

где φ – коэффициент сцепления с грунтом.

Таким образом, для обеспечения наиболее правильного выбора силы тяги должно иметь место условие:

$$S_{T.д} > S_{T.сч} > S_{T.max}.$$

Вопросы для самопроверки:

1. Для чего предназначено ходовое оборудование строительных машин? Что такое активное и пассивное ходовое оборудование? Из каких составных частей состоит ходовое оборудование?

2. Перечислите виды ходового оборудования по типу движителя. Дайте краткую характеристику каждого вида (назначение, особенности эксплуатации).

3. Что собой представляют гусеничные и шинноколесные движители? Как их соединяют с верхней рамой машины? Перечислите виды подвесок и охарактеризуйте их.

4. Назовите основные технико-эксплуатационные показатели ходового оборудования машин. Какими показателями они характеризуются? Что такое дорожный коридор?

5. Изложите устройство гусеничного ходового оборудования. Чем отличаются мягкие гусеницы от жестких? Какими мерами повышают сцепление гусеничного движителя с грунтом? Какие виды трансмиссий применяют в приводах гусеничного ходового оборудования?

6. Что такое удельное давление? Как связаны между собой глубина погружения гусениц в грунт и удельное давление на его поверхности? Что такое коэффициент постели, каков его физический смысл?

7. Каковы преимущества и недостатки шинноколесного ходового оборудования? Какие типы шин применяют в шинноколесных движителях? Как устроены покрышки шин? Для чего применяют широкопрофильные и арочные шины? Каковы особенности их эксплуатации? Для чего и как регулируют давление воздуха в шинах?

8. Что такое приводное колесо, управляемое колесо? Приведите классификацию шинноколесного ходового оборудования по числу осей. Что такое колесная формула? Для чего применяют многоосные ходовые устройства?

9. Какие виды трансмиссий применяют в приводах шинноколесного ходового оборудования? Опишите привод с механической трансмиссией. Как устроен и как работает дифференциал? Каковы его свойства? В каких случаях блокируют дифференциал?

10. Что такое мотор-колесо? Из чего оно состоит? На какие характеристики передвижения оно оказывает влияние?

11. Перечислите преимущества и недостатки рельсоколесного ходового оборудования?

12. Какие задачи решаются в тяговых расчетах строительных машин? Охарактеризуйте внешние сопротивления передвижению машины. Объясните основное условие движения машины. Чем ограничено тяговое усилие? Что на практике означает невыполнение условия движения?

2. ТРАНСПОРТНЫЕ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

2.1 Транспортные машины

2.1.1 Общая характеристика видов транспорта

Для перемещения грузов в строительстве используют наземный, водный и воздушный виды транспорта, из которых наиболее массовым (более 90% всех перевозок) является наземный (автомобильный, тракторный, железнодорожный и трубопроводный).

На долю **автомобильного** транспорта приходится более 80% перевозок строительных материалов, машин и оборудования. Расходы только на автомобильный транспорт составляют 12...15% стоимости строительно-монтажных работ. Грузовыми автомобилями, тракторами, пневмоколесными тягачами и созданными на их базе прицепными и полуприцепными транспортными средствами общего и специального назначения осуществляются основные перевозки грузов в строительстве.

Тракторный транспорт применяют реже, чем автомобильный, в тех случаях, когда экономически нецелесообразно устраивать автомобильные дороги или когда по техническим причинам применение автомобилей затруднено или невозможно.

Прицепы и полуприцепы являются несамоходными транспортными средствами. Их перемещают за тягачом.

По трубам в строительстве перемещают насыпные грузы непосредственно в потоке воздуха (*пневмотранспортные установки*) и в *контейнерах* – емкостях обычно цилиндрической формы, перемещаемых на колесах по рельсам внутри трубы воздушным напором. Так же в контейнерах перемещают штучные грузы. Из-за высоких капитальных вложений и жесткой привязки к месту станций погрузки и разгрузки контейнеров этот вид транспорта еще не нашел широкого применения в строительстве.

Все другие виды транспорта не являются сугубо строительными, но также используются для перевозки строительных грузов. Так, **железнодорожным** транспортом перевозят грузы в условиях сосредоточенного строительства крупных объектов при расстояниях перевозок свыше 200 км. Этот вид транспорта используют также для внутрикарьерных и технологических перевозок.

Водный транспорт, которым строительные грузы перевозят на речных и морских судах используют для тех же целей.

Воздушный транспорт является наиболее дорогим видом транспорта, из-за чего его используют лишь при строительстве в труднодоступных районах при отсутствии наземного и водного транспорта, в том числе при невозможности их использования по климатическим условиям.

2.1.2 Грузовые автомобили

Грузовые автомобили обладают сравнительно большой скоростью передвижения, маневренностью, малым радиусом поворота могут преодолевать довольно крутые подъемы и спуски, приспособлены для работы с прицепами, полуприцепами общего и специального назначения, а также могут быть оснащены погрузочно-разгрузочными механизмами.

Различают грузовые автомобили общего назначения, специализированные и специальные.

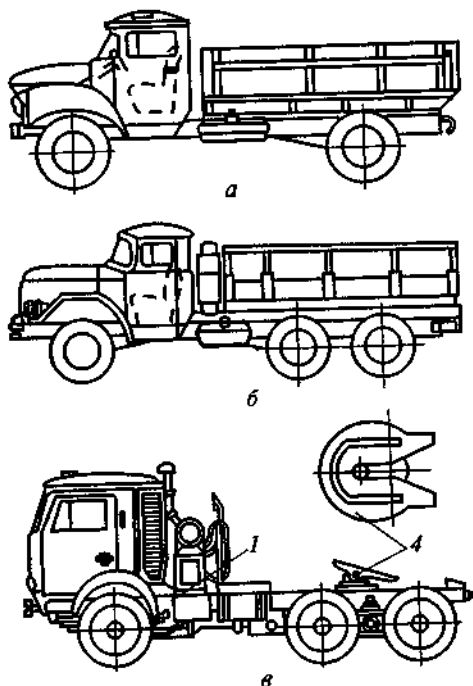


Рисунок 26. Грузовые автомобили общего назначения

К автомобилям общего назначения (рисунок 26) относятся автомобили с крытой платформой и откидными бортами для перевозки любых видов грузов (см. рисунок 26,а) в том числе автомобили повышенной проходимости (см. рисунок 26,б) со всеми ведущими колесами, а также дованные сцепным седельным устройством 1 (см. рисунок 26,в) для буксировки прицепов и полуприцепов. Вместе с прицепом или полуприцепом автомобиль образует *автопоезд*.

Специализированные автомобили (автопоезда) предназначены для перевозки одного или нескольких однородных видов грузов (сыпучих материалов, труб, ферм, железобетонных изделий и т.п.). Отдельные виды специализированных транспортных средств оборудуют грузоподъемными роюствами для автономной погрузки и

грузки грузов.

К специальным автотранспортным средствам относятся машины, предназначенные для транспортирования определенных видов грузов и оборудованные специальными устройствами для выполнения дополнительных нетранспортных операций (смешивание, подогрев и т.п.) для обеспечения сохранности перевозимых грузов.

Грузовые автомобили массового производства имеют единую конструктивную схему и состоят из трех основных частей: двигателя, шасси и кузова для груза. Кузова бортовых автомобилей представляют собой деревянную или металлическую платформу с откидными бортами и предназначаются для перевозки преимущественно штучных грузов. Вместе с одноосными прицепами бортовые автомобили применяют для перевозки длинномерных грузов – труб, свай, бревен, проката металлов и т.д.

На базе стандартных шасси с укороченной базой и укороченным задним свесом рамы промышленностью выпускаются автомобильные тягачи седельного типа, работающие в сцепе с одно- и двухосными полуприцепами.

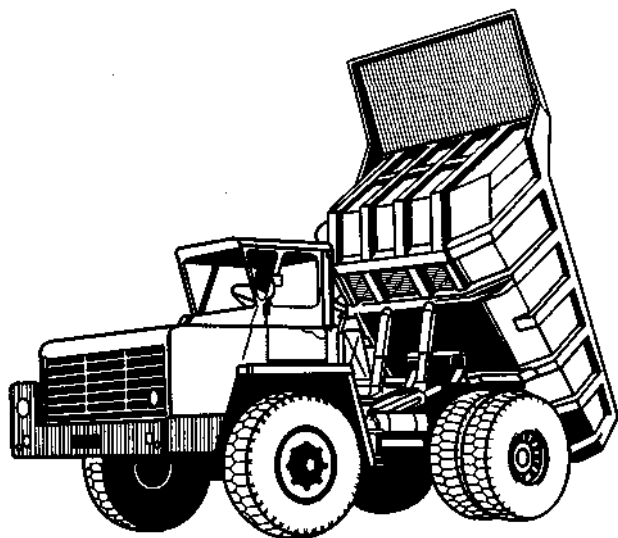


Рисунок 27. Карьерный автосамосвал

На раме шасси такого тягача крепится опорная плита и седельно-сцепное устройство, воспринимающее силу тяжести груженого полуприцепа и служащее для передачи ему тягового усилия, развиваемого автомобилем. Применение автомобильных тягачей седельного типа с полуприцепами позволяет лучше использовать мощность двигателя и значительно увеличить грузоподъемность автомобиля.

На грузовых автомобилях применяются двигатели внутреннего сгорания – карбюраторные и дизели. Шасси состоит из гидромеханической или механической трансмиссии, ходовой части и механизмов управления машиной.

На грузовых автомобилях применяются двигатели внутреннего сгорания – карбюраторные и дизели.

Трансмиссия передает крутящий момент от вала двигателя к ведущим колесам, а также приводит в действие различное оборудование, установленное на автомобиле.

Грузовые автомобили обозначаются колесной формулой А×Б, где А – общее число колес, Б – число ведущих колес, причем сдвоенные скаты задних мостов считаются за одно колесо. Отечественная промышленность выпускает бортовые автомобили и седельные тягачи: двухосные с колесной формулой 4×2 и 4×4, трехосные с колесной формулой 6×4 и 6×6. Автомобили с колесной формулой 4×2 и 6×4 относятся к машинам ограниченной проходимости и предназначены для эксплуатации по усовершенствованным и грунтовым дорогам. Автомобили с колесной формулой 4×4 и 6×6 относятся к машинам повышенной и высокой проходимости и могут эксплуатироваться в условиях пересеченной местности и бездорожья.

В трансмиссии автомобилей, работающих с автономным погрузочно-разгрузочным оборудованием, самосвальными прицепами и полуприцепами, а также используемых в качестве базы строительных машин, дополнительно включена коробка отбора мощности для привода насосов гидросистемы подъемных механизмов и навесного рабочего оборудования. Ходовая часть автомобиля состоит из несущей рамы, на которой монтируются все агрегаты, кузов и кабина водителя, переднего и заднего мостов с пневмоколесами и упругой подвески, соединяющей несущую раму с мостами. Колеса автомобилей нормальной проходимости имеют пневматические шины высокого давления, а автомобилей повышенной проходимости – шины низкого давления с уве-

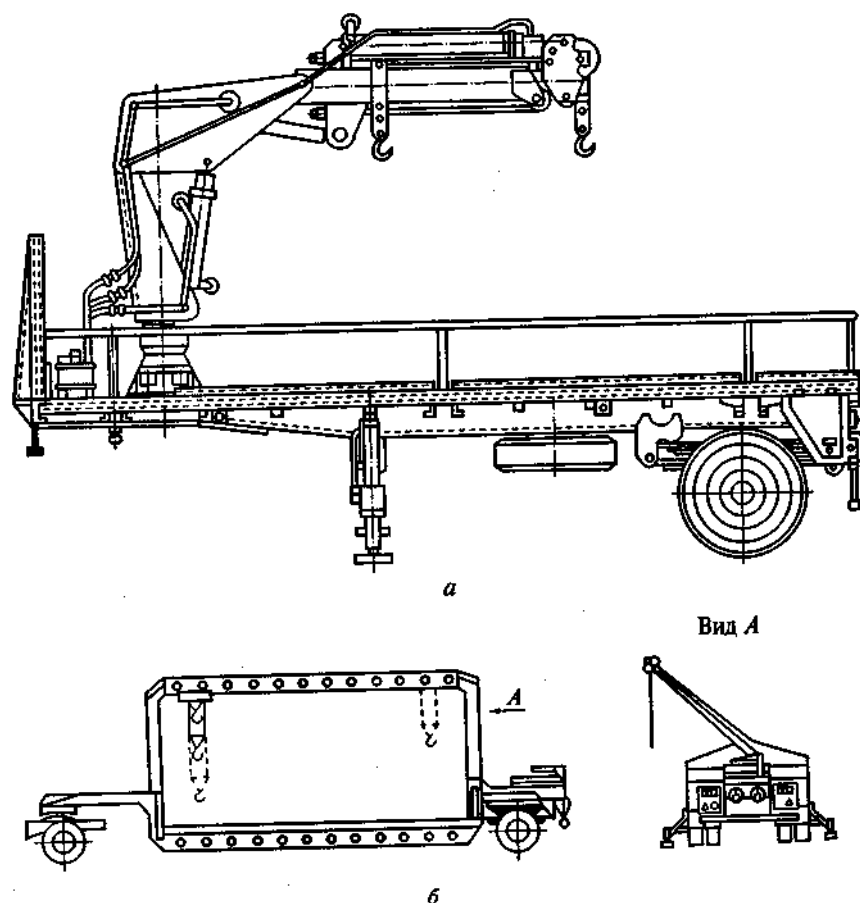
личенной опорной поверхностью. Механизмы управления объединены в две независимые системы: рулевую – для изменения направления движения автомобиля посредством поворота передних управляемых колес и тормозную – для снижения скорости и быстрой остановки машины.

К **специализированным транспортным средствам** относятся автомобили-самосвалы и керамзитовозы – для перевозки грунта и сыпучих грузов; панелевозы, фермовозы, плитовозы, сантехка-биновозы и т.п. – для перевозки строительных конструкций; трубовозы, плетевозы, металловозы – для перевозки длинномерных грузов; контейнеровозы – для перевозки строительных грузов в контейнерах; тяжеловозы – для перевозки технологического оборудования и строительных машин.

Автомобили-самосвалы (рисунок 27) перевозят строительные грузы в металлических кузовах с корытообразной, трапециевидной и прямоугольной формой поперечного сечения, принудительно наклоняемых при разгрузке с помощью подъемного (опрокидного) механизма назад, на боковые (одну или обе) стороны, на стороны и назад. По назначению различают специальные, карьерные и универсальные общестроительные самосвалы. В условиях строительства применяются универсальные самосвалы, предназначенные для перевозки грунта, гравия, щебня, песка, асфальта, бетонной смеси, строительного раствора и т.п. Современные универсальные самосвалы выпускаются на шасси грузовых бортовых автомобилей общего назначения и оборудуются однотипными гидравлическими подъемными механизмами, обеспечивающими быстрый подъем и опускание кузова, высокую надежность и безопасность работы.

Для перевозки керамзита и других сыпучих материалов с небольшой плотностью применяют специализированные прицепы и полуприцепы – *керамзитовозы*, представляющие собой самосвалы с увеличенной вместимостью кузова.

При перевозках на строительные объекты мелкоштучных и тарных грузов (санитарно-технической и вентиляционной аппаратуры, отделочных, изоляционных и кровельных материалов, кирпича, оконных и дверных блоков, небольших по массе и размерам сборных железобетонных конструкций и т.п.) все шире используется контейнеризация и пакетирование. Для доставки контейнеров и пакетов используются бортовые автомобили, прицепы и полуприцепы общего назначения и специализированные транспортные средства – *автомобили-самопозвучики* и *контейнеровозы* (рисунок 28).



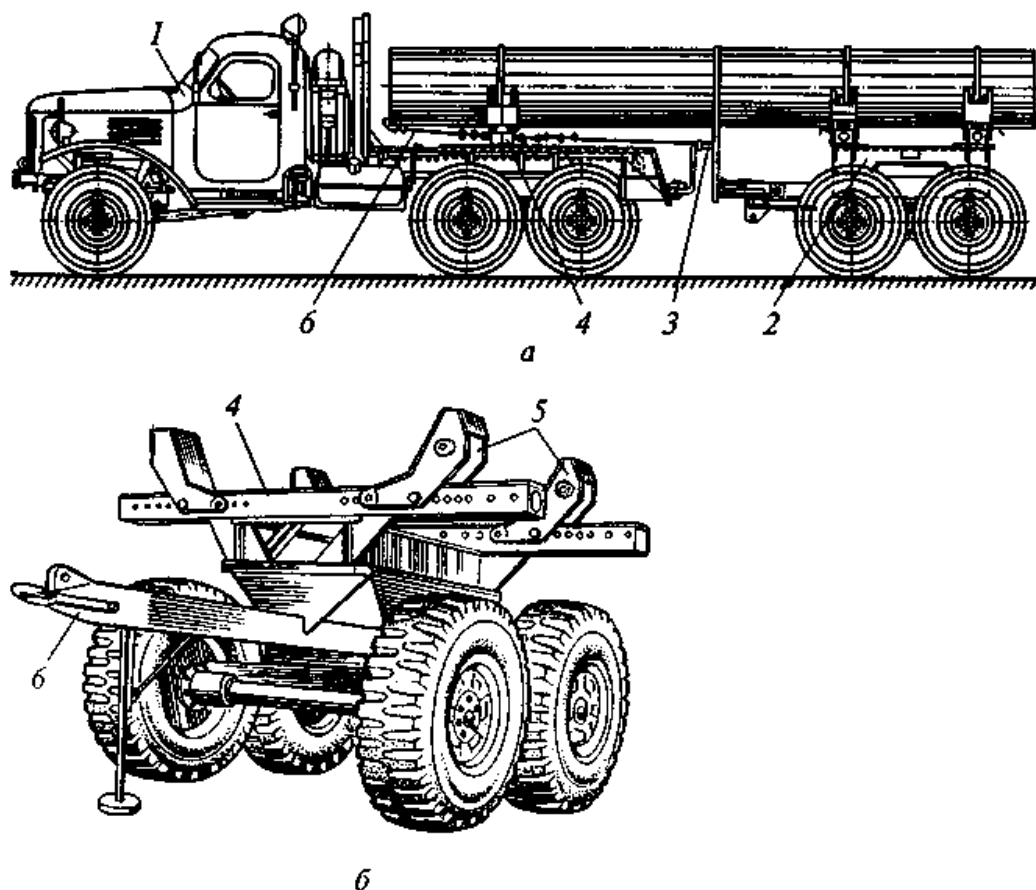
а – с шарнирно-сочлененной телескопической стрелой; б – с грузоподъемным устройством в виде качающегося портала

Рисунок 28. Полуприцепы-контейнеровозы

Трубо- и плетевозы (рисунок 29) предназначены для перевозки труб длиной до 12 м и плетей (секций, сваренных из труб) длиной до 36 м по дорогам с твердым покрытием, грунтовым дорогам, а также вне дорог вдоль трассы строительства трубопроводов. Трубо- или плетевоз состоит из тягача 1 (см. рисунок 5.4,а) и прицепа-ропуски 2. Тягач и прицеп оборудуют кониками 4 для укладки труб (плетей), на которых имеются переставные стойки-упоры 5 с устройствами для увязки труб. Трубы (плети) при транспортировании выполняют функцию жесткой связи между тягачом и прицепом-ропуском. Последний оснащен сцепным устройством 6 для соединения его с тягачом при движении без груза, а также страховочным канатом 3. Грузоподъемность автопоезда составляет 9...36 т.

Полуприцепы-панелевозы, фермовозы, сантехкабиновозы и тяжеловозы имеют сходные конструктивные схемы. Передней частью они опираются на седельный тягач, для чего их чаще оборудуют автоматической сцепкой, задняя часть опирается на одно- или двухосную, реже на трех- и четырехосную (например, у тяжеловозов большой грузоподъемности) тележку, которую иногда выполняют поворотной для повышения маневренности автопоезда. Полуприцепы агрегируются с тягачом только для их транспортирования, а при погрузочно-разгрузочных операциях они опираются на установ-

ленные в передней части гидравлические опоры. Полуприцепы имеют малую погрузочную высоту, удобны для погрузочно-разгрузочных работ. Для погрузки машин на тяжеловозы собственным ходом полуприцепы оборудуют откидными трапами, устанавливаемыми в их задней части. У некоторых тяжеловозов грузовая платформа может подниматься и опускаться в пределах погрузочной высоты 0,5...0,9 м с помощью объемного гидропривода. Все полуприцепы оборудуют тормозными устройствами и средствами для надежного крепления перевозимых грузов.



а – общий вид; б – прицеп - роспуск

Рисунок 29. Трубоплетевоз

Полуприцепы различают по конструкции несущего каркаса, соответствующего форме и размерам перевозимых грузов. Так, полуприцепы-панелевозы (рисунок 30) имеют каркасы хребтового и рамного кассетного типов. У хребтовых панелевозов каркас имеет вид фермы трапецеидального поперечного сечения (см. рисунок 30,б). Панели устанавливают наклонно по обеим сторонам под углом 8...10°. Рамные полуприцепы имеют каркас в виде кассеты из двух продольных вертикальных плоских ферм и поперечных связей (см. рисунок 30,в) или в виде несущей рамы (см. рисунок 30,д). Перевозимые грузы устанавливают вертикально и удерживают разделителями и боковыми держателями. Иногда их дооборудуют дополнительными боковы-

ми кассетами (см. рисунок 30,з). Однако они требуют симметричной загрузки, что трудно выполнимо при перевозке нечетного числа панелей или панелей различной массы. У панелевозов хребтового типа, кроме того, при наклонном положении панелей не исключены их повреждения в виде трещин, сколов и т.п.

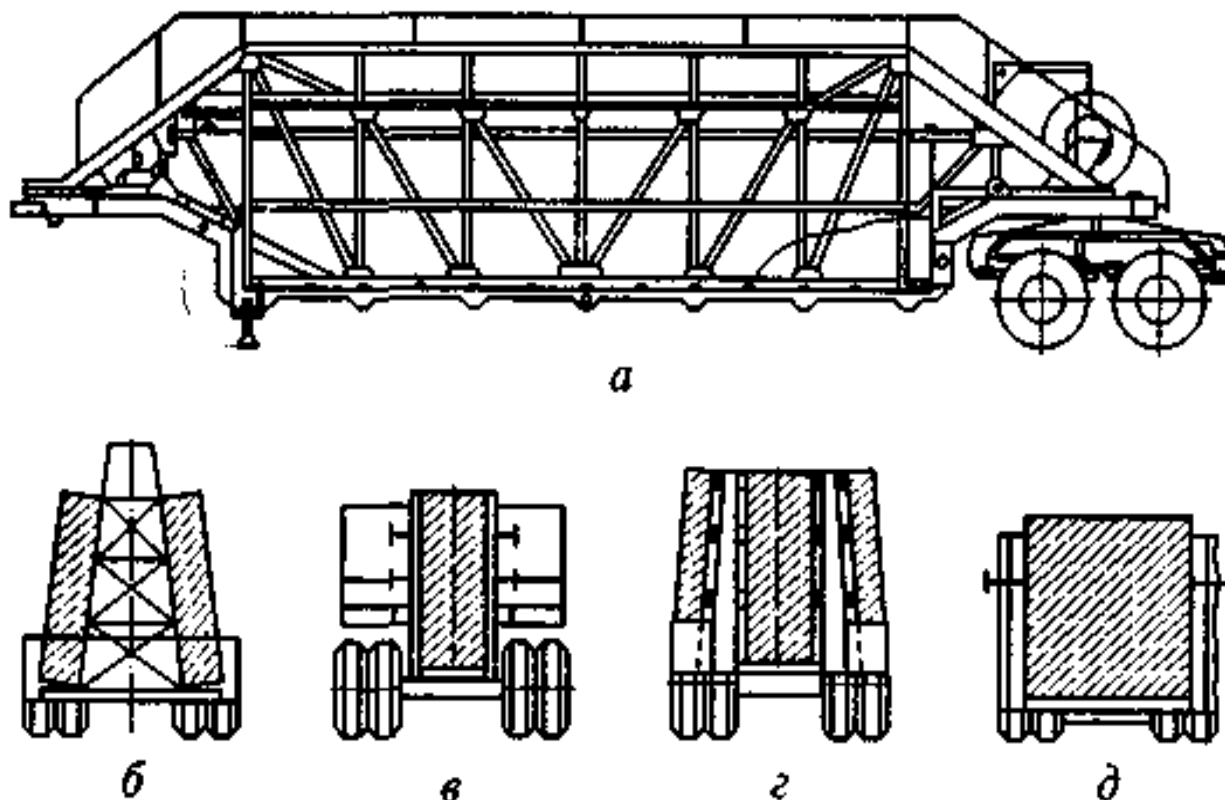
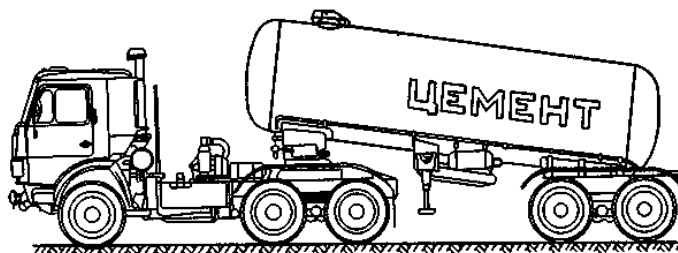


Рисунок 30. Полуприцеп-панелевоз (а) и расположение панелей на полуприцепах различных типов (б – д)

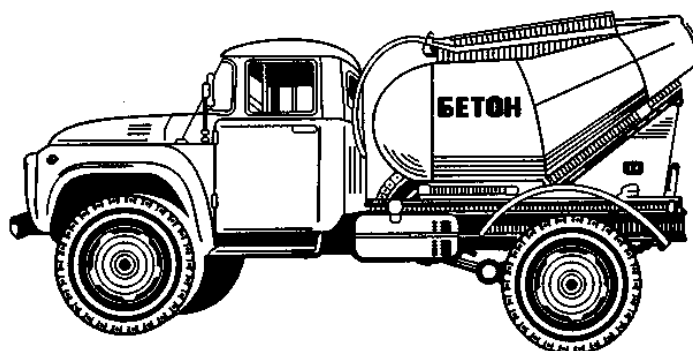
Из специальных транспортных средств наиболее широкое применение в строительстве нашли специальные автомобили для перевозки жидкотекучих (растворов и бетонов, расплавленного битума, жидкого топлива) и псевдожидких грузов (цемента, извести-пушенки, алебаstra, гипса, молотого известняка, сухой золы, минеральных порошков, сухих смесей растворов, мелкозернистых бетонов, их компонентов и других вяжущих веществ). Эти грузы характеризуются повышенной подвижностью при перевозках, вследствие чего снижается безопасность движения в отношении управляемости, устойчивости и тормозных свойств транспортного средства при движении, особенно при частичном заполнении емкости.

Специальные автомобили для перевозки жидкотекучих и псевдожидких грузов оборудуют емкостями ковшового или бункерного типов (рисунок 31, б и в) или цистернами (рисунок 31, а, з, д), а также устройствами для выполнения операций, непосредственно не связанных с транспортированием (дозированной или непрерывной загрузки и разгрузки материалов, их подог-

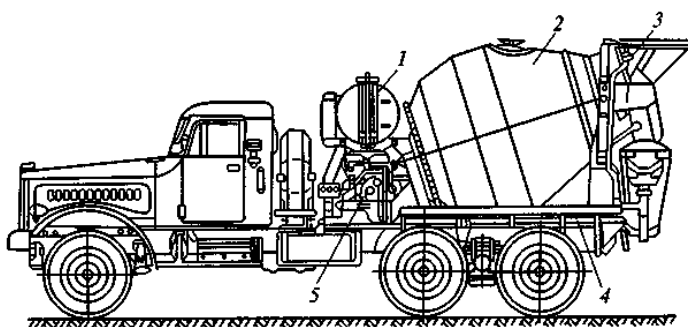
рева и охлаждения, побуждения, поддержания температуры, смешивания и т.п.). Емкости располагают в задней части автомобиля.



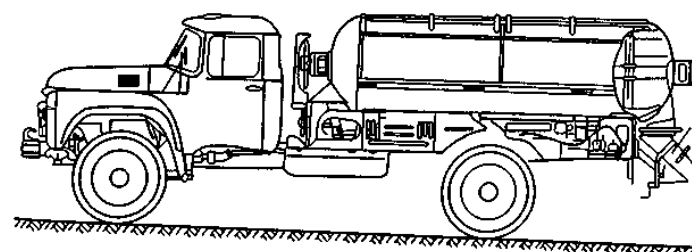
а



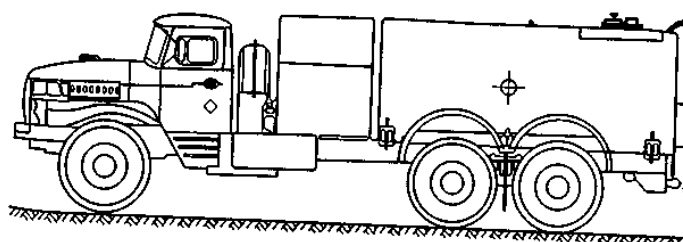
б



в



г



д

а – цементовоз; б – бетоновоз; в – автобетоносмеситель; г – авто-

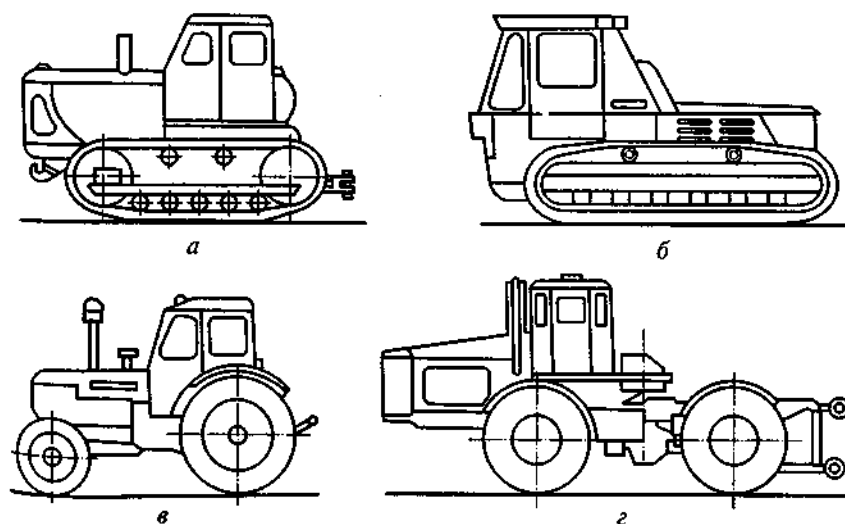
растворовоз;
д – автотопливозаправщик

Рисунок 31. Транспортные средства для перевозки жидкотекучих и псевдожидких грузов

2.1.3 Тракторы

Тракторы (рисунок 32) применяют для транспортирования на прицепах строительных грузов и оборудования по грунтовым и временным дорогам, вне дорог, в стесненных условиях, а также передвижения и работы навесных и прицепных строительных машин. Они разделяются на сельскохозяйственные, промышленные и специальные. По конструкции ходового оборудования различают гусеничные и колесные тракторы. Главным параметром тракторов является максимальное тяговое усилие на крюке, по величине которого их относят к различным классам тяги. В строительстве используют тракторы сельскохозяйственного типа классов тяги и промышленного типа классов тяги. Тракторы промышленного типа по своим конструктивно-эксплуатационным параметрам наиболее полно соответствуют требованиям, предъявляемым к тяговым средствам и базовым машинам в строительстве. Класс тяги по промышленной классификации означает максимальную силу тяги без догрузки навесным оборудованием, обеспечивающей эффективную работу с землеройным оборудованием.

Пневмоколесные тракторы обладают сравнительно большими скоростями передвижения, высокой мобильностью и маневренностью; их используют как транспортные машины и как базу для установки различного навесного оборудования (погрузочного, кранового, бульдозерного и землеройного), применяемого при производстве землеройных и строительномонтажных работ небольших объемов на рассредоточенных объектах. Наиболее эффективно пневмоколесные тракторы используются на дорогах с твердым покрытием. Сравнительно высокое удельное давление на грунт снижает проходимость машин. Гусеничные тракторы характеризуются значительным тяговым усилием на крюке, надежным сцеплением гусеничного хода с грунтом, малым удельным давлением на грунт и высокой проходимостью.



гусеничные с передним (а) и задним (б) расположением двигателя; пневмоколесные с передними управляемыми колесами (в) и шарнирно-сочлененной рамой (г)

Рисунок 32. Тракторы

Основные узлы пневмоколесных и гусеничных тракторов – двигатель, силовая передача, осто́в, ходовое устройство, система управления, вспомогательное и рабочее оборудование. Рабочее оборудование предназначено для использования полезной мощности двигателя при работе трактора с навесными и прицепными машинами. К рабочему оборудованию относятся прицепное устройство, валы отбора мощности, приводные шкивы и гидравлическая навесная система.

Гусеничные тракторы оснащаются дизелями, механическими, гидромеханическими и электромеханическими трансмиссиями. Расположение двигателя может быть передним, средним и задним. Наибольшее распространение получили гусеничные тракторы с передним расположением двигателя и механическими трансмиссиями. Трансмиссия служит для передачи крутящего момента от вала двигателя к ведущим звездочкам гусеничных лент, плавного трогания и остановки машины, изменения тягового усилия трактора в соответствии с условиями движения, изменения скорости и направления его движения, а также привода рабочего

Пневмоколесные тракторы оснащаются дизелями и карбюраторными двигателями, механическими и гидромеханическими трансмиссиями. По типу системы поворота различают тракторы с передними управляемыми колесами, со всеми управляемыми колесами и с шарнирно сочлененной рамой. Наиболее распространены пневмоколесные тракторы с дизелями, механической трансмиссией и передними управляемыми колесами.

2.1.4 Пневмокоесные тягачи

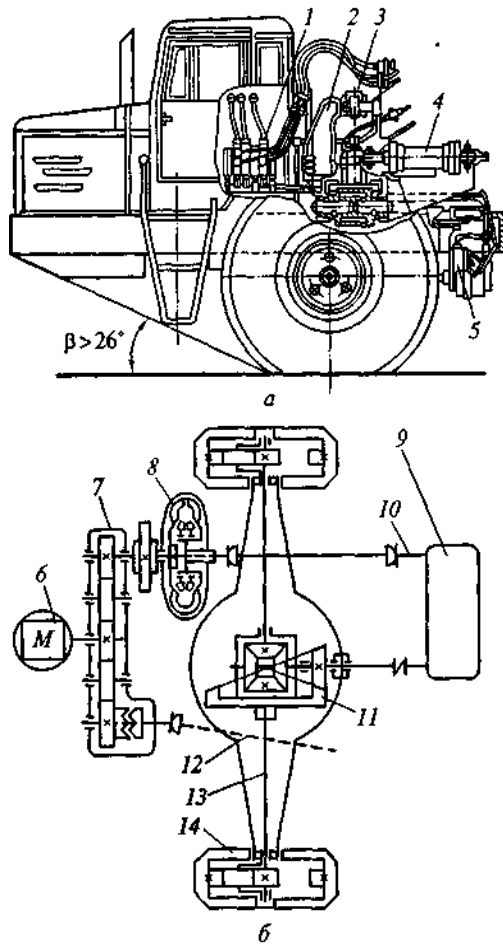


Рисунок 33. Одноосный тягач (а)
и его кинематическая схема (б)

Пневмоколесные тягачи предназначены для работы с различными видами сменного навесного и прицепного строительного оборудования. По сравнению с гусеничными тракторами они более просты по конструкции, имеют меньшую массу, большую долговечность, дешевле в изготовлении и эксплуатации. Большие скорости тягачей, хорошая маневренность в значительной мере способствуют повышению производительности агрегатированных с ними строительных машин.

Различают одно- и двухосные тягачи, на которых применяют дизели, и два вида трансмиссий – механическую и гидромеханическую. Наиболее распространены тягачи с гидромеханической трансмиссией.

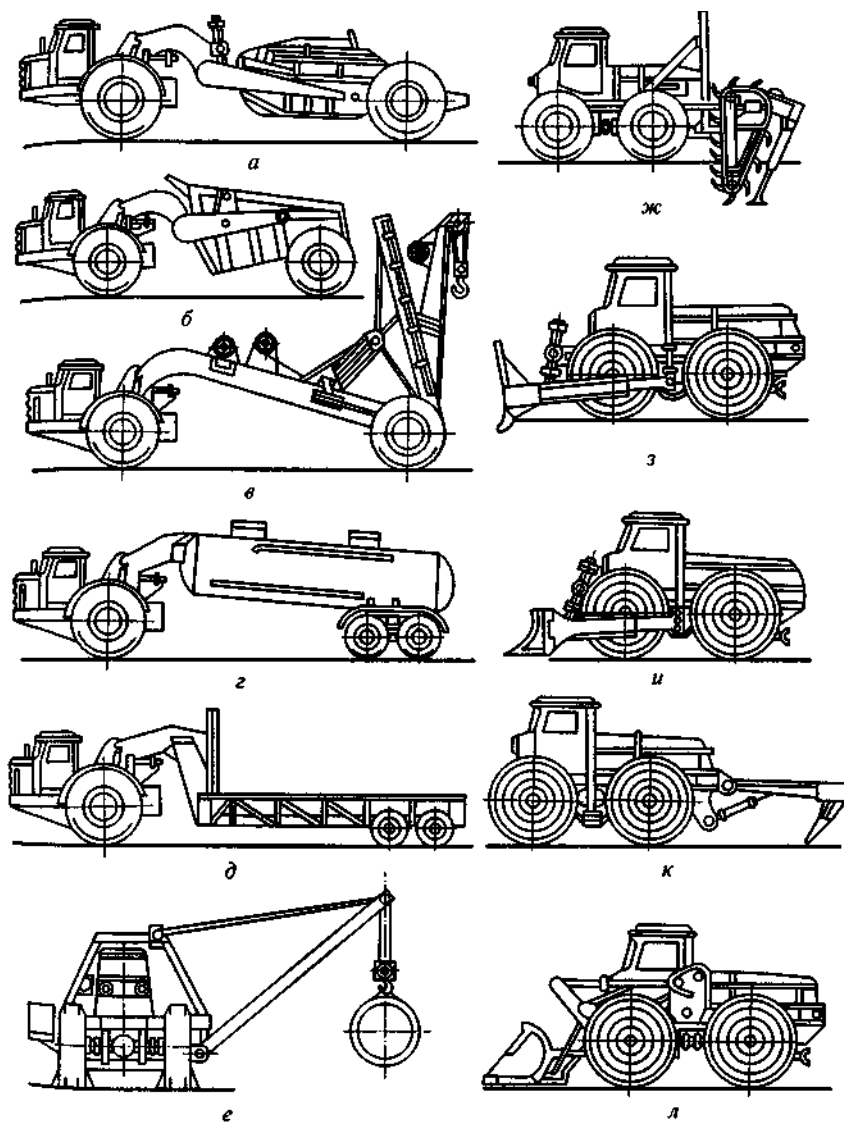
Одноосный тягач состоит из шасси, на котором установлен двигатель 6 (рисунок 33), силовая передача, два ведущих колеса, кабина и опорно-сцепное устройство, состоящее из стойки 2, которая может качаться относительно продольной горизонтальной оси, закрепленной на раме тягача, что позволяет полу-

прицепу перекашиваться относительно тягача в вертикальной плоскости, и вертикального шкворня 3 для соединения тягача с полуприцепом. Поворот тягача относительно полуприцепа на 90° в каждую сторону обеспечивается двумя гидроцилиндрами 4. Гидромеханическая силовая передача состоит из раздаточной коробки 7, гидротрансформатора 8, коробки перемены передач 9, карданных валов 10 и 12, моста с главной передачей и дифференциалом 11, полуосей 13 и планетарных редукторов 14, встроенных в ступицы колес. От раздаточной коробки через вал 12 приводятся один или несколько насосов 5 для обеспечения работы исполнительных органов прицепного орудия. Управляют тягачом и рабочим оборудованием с помощью блока.

Двухосный пневмоколесный тягач конструктивно сходен с пневмоколесным трактором с шарнирно сочлененной рамой. В трансмиссию тягача обычно включена трехступенчатая коробка передач, обеспечивающая одинаковые скорости движения передним и задним ходом.

На базе колесных тягачей, используя различное сменное рабочее оборудование, возможно создание многих строительных и дорожных машин

(рисунок 34).



а – скрепер; б – землевоз; в – кран; г – цистерна для цемента и жидкостей; д – тяжеловоз; е – кран-трубоукладчик; ж – траншейный экскаватор; з – корчеватель; и – бульдозер; к – рыхлитель; л – погрузчик

Рисунок 34. Прицепное и навесное рабочее оборудование пневмоколесных тягачей

2.1.5 Основы тягово-динамических расчетов строительных машин

Для выявления возможностей самоходных машин развивать скорость и преодолевать подъемы, а также определения свободной силы тяги, используемой при работе с прицепным и навесным оборудованием, проводятся тяговые расчеты.

Основа тягового расчета автомобиля заключается в решении двух задач: выявлении максимального преодолеваемого подъема и определении скорости движения в зависимости от характера опорной поверхности.

$$\frac{T}{G} = (f \pm i).$$

Это отношение называют динамическим фактором автомобиля и обозначают D , т.е. $D = \frac{T}{G}$.

Необходимое условие движения автопоезда:

$$G_{cy} \cdot \varphi \geq (n \cdot G' + G) \cdot (f \pm i),$$

где n – число прицепов; G' – вес груженого прицепа, Н.

Тогда динамический фактор:

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

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

Необходимым условием движения является:

$$T_{cy} \geq T \geq W_{\Sigma}.$$

Наибольшее тяговое усилие трактора, реализуемое по сцеплению:

$$T_{cy} = G \cdot \varphi,$$

где G – вес трактора, Н; φ – коэффициент сцепления.

Сила тяги, развиваемая трактором в зависимости от мощности двигателя:

$$T = 1000 \cdot \frac{N_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{мех}}}{\mathcal{G}_\partial},$$

где $N_{\text{дв}}$ – номинальная мощность двигателя, кВт; \mathcal{G}_∂ – скорость движения, м/с; $\eta_{\text{мех}}$ – КПД трансмиссии.

Суммарное сопротивление W_{Σ} состоит из сопротивлений, преодолеваемых самим трактором, а также навесным или прицепным оборудованием как в рабочем, так и в транспортном режимах.

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

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

В первом случае усилие, развиваемое двигателем, не превышает сил сцепления движителя с грунтом, но оно 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. Это может быть на мокром глинистом грунте или на обледенелой дороге и приводит к буксованию.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие виды транспорта используют в строительстве? Приведите то характеристику каждого из них, особенности их использования.
2. Чем отличаются прицепы от полуприцепов?
3. Какие виды грузов перемещают по трубам? Изложите принципы работы трубопроводного транспорта.
4. Какие виды работ, кроме транспортных, выполняют с помощью вертолетов?
5. Для чего применяют в строительстве грузовые автомобили? Как их классифицируют по назначению, проходимости, грузоподъемности? Что такое автопоезд?
6. Как устроен грузовой автомобиль общего назначения?
7. Какие транспортные средства относятся к специализированным? Приведите краткую характеристику каждого из них (назначение, устройство, особенности эксплуатации).
8. Какие транспортные средства относятся к специальным? В чем заключается их принципиальное отличие от других автотранспортных средств? Приведите краткую характеристику каждого вида.
9. Для чего предназначены тракторы? Приведите их классификацию и дайте краткую характеристику каждого типа тракторов. Назовите основной показатель трактора. Чем он ограничен?
10. Для чего предназначены пневмокошесные тягачи? Приведите их краткую технико-эксплуатационную характеристику. Как устроены одноосные и двухосные тягачи?

2.2 Погрузочно-разгрузочные машины

2.2.1 Общие сведения о погрузочно-разгрузочных машинах

Погрузочно-разгрузочные машины разделяют на две основные группы: **самоходные погрузчики и 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 применяют для выгрузки из железнодорожных вагонов и с железнодорожных платформ сыпучих материалов (песок, щебень, гравий) и порошкообразных материалов (цемент, минеральный порошок, гипс, известь и т.п.). Разгрузчики являются узкоспециализированными машинами. К ним относятся механические разгрузчики железнодорожных вагонов, а также установки и оборудование пневматического действия. Вспомогательным оборудованием к основным погрузочно-разгрузочным машинам являются ленточные, ковшовые и винтовые конвейеры, штабелеукладчики и др.

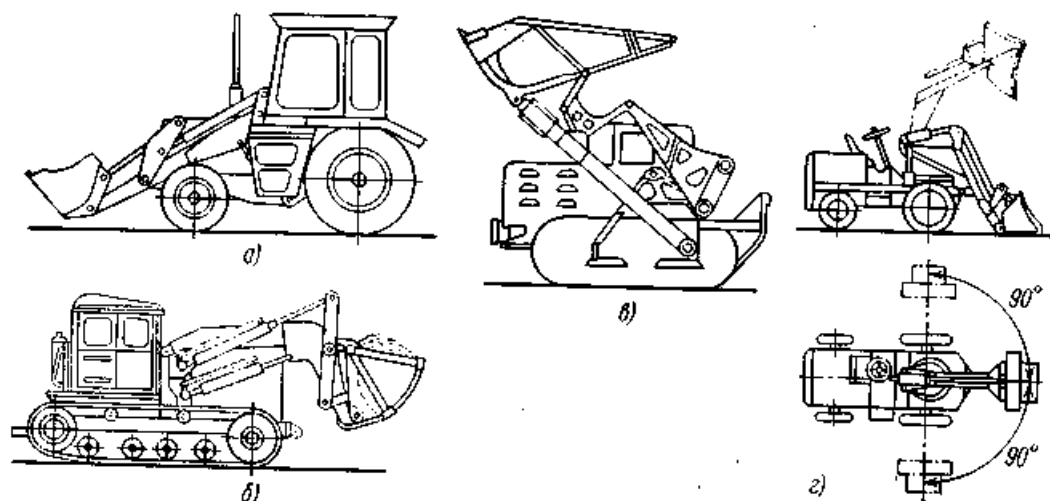
2.2.2 Одноковшовые погрузчики

Одноковшовый погрузчик представляет собой самоходную машину циклического действия, состоящую из специального шасси или серийного трактора с навесным оборудованием в виде стрелы и ковша. Одноковшовые погрузчики применяют для погрузки, транспортирования и штабелирования сыпучих материалов и штучных грузов, разработки гравийно-песчаных карьеров, послонной 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, для планировки, засыпки траншей и др. На всех видах работ погрузчики могут транспортировать материалы и грузы в пределах строительной площадки на расстояние до 150 м. Отдельные же штучные грузы погрузчики при необходимости могут перевозить на большие расстояния.

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

По основному параметру (грузоподъемности) их разделяют на 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 (рисунок 36). 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° в обе стороны. Наличие поворотной платформы у этих погрузчиков усложняет их конструкцию по сравнению с погрузчиками фронтальными.



а – фронтальный с жесткой рамой на пневоколесном шасси; б – фронтальный гусеничный с двухчелюстным ковшом; в – гусеничный с разгрузкой назад; г – полуповоротный на пневмошасси

Рисунок 36. Основные типы одноковшовых погрузчиков

Погрузочное оборудование монтируют на колесных или гусеничных тракторах. Но чаще всего одноковшовые погрузчики имеют собственное специальное пневмоколесное шасси, обеспечивающее рациональную компоновку узлов и развеску машины. Гусеничный ход реализует значительные тяговые усилия, способствует хорошей проходимости и устойчивости, пневмоколесный же движитель придает погрузчику высокую мобильность и маневренность. Пневмоколесные погрузчики в зависимости от конструкции рамы могут быть с цельной (жесткой) или шарнирно-сочлененной рамой.

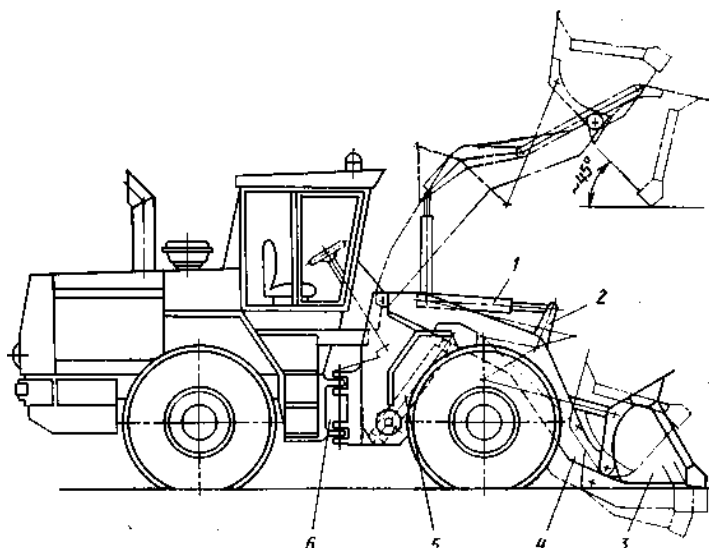
Наибольшее распространение нашли одноковшовые фронтальные погрузчики на пневмоколесном ходу с шарнирно-сочлененной рамой (рисунок 37). Универсальность погрузчику придает широкая номенклатура сменного рабочего оборудования (рисунок 38): ковши различных типов и вместимости, вилочные и челюстные захваты, крюковые подвески, бульдозерные отвалы, кирковщики, корчеватели, кусторезы, снегоочистители и др. Основным рабочим оборудованием являются опрокидные ковши для черпания и погрузки материалов различной вместимости: нормальной, увеличенной и уменьшенной. Погрузчики с двухчелюстными ковшами выполняют как погрузочные, так и бульдозерные (т.е. разработку и перемещение грунта) работы, так как 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 применяют в карьерах и на складах с большими

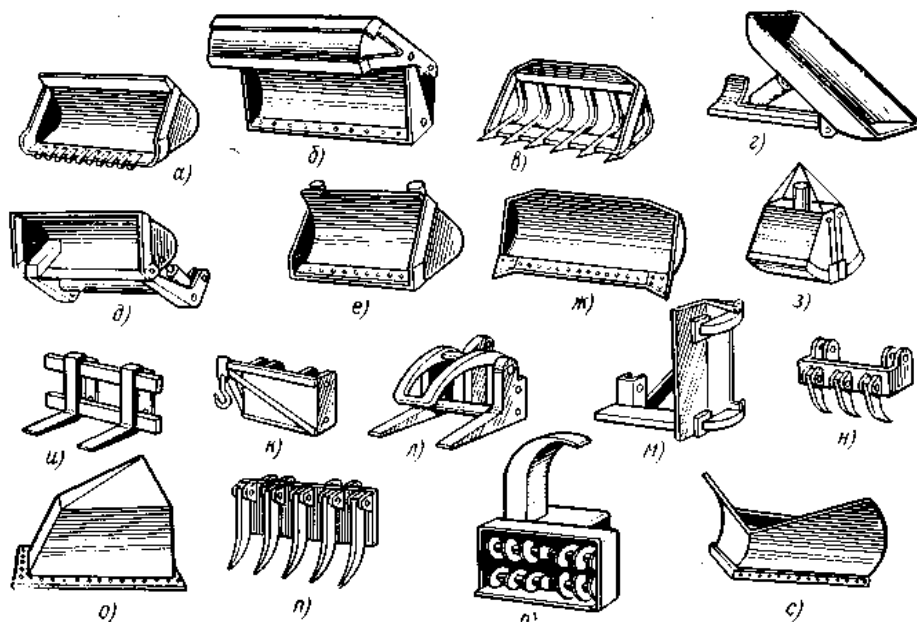
объемами работ.

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.



1 – гидроцилиндр управления ковшом; 2 – шарнирно-рычажная система поворота ковша; 3 – ковш; 4 – стрела; 5 – гидроцилиндр подъема стрелы; 6 – шарнирное сочленение рамы

Рисунок 37. Одноковшовый фронтальный погрузчик с шарнирно-сочлененной рамой

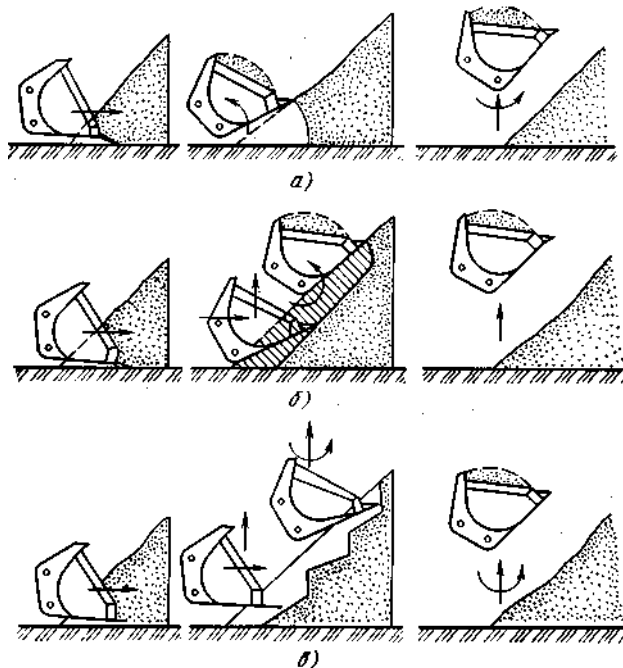


а – ковш с зубьями; б – двухчелюстной ковш; в – скелетный ковш; г – ковш с боковой разгрузкой; д – ковш с увеличенной высотой разгрузки; е – с передвижной задней стенкой для принудительной разгрузки; ж – бульдозерный отвал; з – греферный ковш; и – вилочный захват; к – крюковая подвес-

ка; л – челюстной захват; м – поворотный захват для монтажа опор и свай; н – кирковщик; о – кусторез; п – корчеватель-собиратель; р – роторный снегоочиститель; с – плужный снегоочиститель

Рисунок 38. Сменное рабочее оборудование одноковшового погрузчика

От способа набора (зачерпывания) материала зависит коэффициент наполнения ковша и продолжительность набора, которые, в свою очередь, существенно влияют на производительность. Различают несколько способов набора сыпучих и мелкокусковых материалов (рисунок 39): отдельный, совмещенный, ступенчатый и частично совмещенный.



а – отдельный; б – совмещенный; в — ступенчато-совмещенный

Рисунок 39. Способы зачерпывания материала одноковшовым погрузчиком

При отдельном способе зачерпывания с однократным внедрением вначале под действием напорного усилия машины ковш внедряют до упора задней его стенки в материал и остановки погрузчика. Затем ковш поворачивают и поднимают стрелой. Этот простой способ применяется на легких сыпучих материалах. Тяжелые материалы набирать этим способом нецелесообразно, так как в них однократное внедрение 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; оно 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.

Современные погрузчики оснащены, как правило, гидромеханическими трансмиссиями, которые улучшают тягово-скоростные характеристики, облегчают управление и сокращают время рабочих операций. Ведущими, обычно, являются все колеса пневмоколесного погрузчика.

Производительность одноковшовых погрузчиков при работе с сыпучими и кусковыми материалами (в м³/ч)

$$П = \frac{3600 \cdot q \cdot K_n \cdot K_c}{T_{ц}};$$

при работе со штучными грузами (в т/ч)

$$П = \frac{3600 \cdot Q \cdot K_Q \cdot K_c}{T_{ц}};$$

где q – геометрическая вместимость ковша, м³; K_n – коэффициент наполнения ковша; 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.

2.2.3 Автопогрузчики

Автопогрузчик – универсальные самоходные погрузочные машины, изготовленные с использованием агрегатов грузовых автомобилей и предназначенные для штабелирования и перегрузки штучных и пакетированных грузов с перемещением их на небольшие расстояния. Они работают на ровных площадках с твердым или усовершенствованным покрытием.

Автопогрузчики (рисунок 40) выпускают грузоподъемностью 2; 3,2; 5 и 10 т. Скорость передвижения погрузчиков с грузом 6...15 км/ч, без груза – до 25 км/ч. Основным рабочим органом автопогрузчика является вилочный захват, который при загрузке подводится под штучный груз, установленный на подкладках.

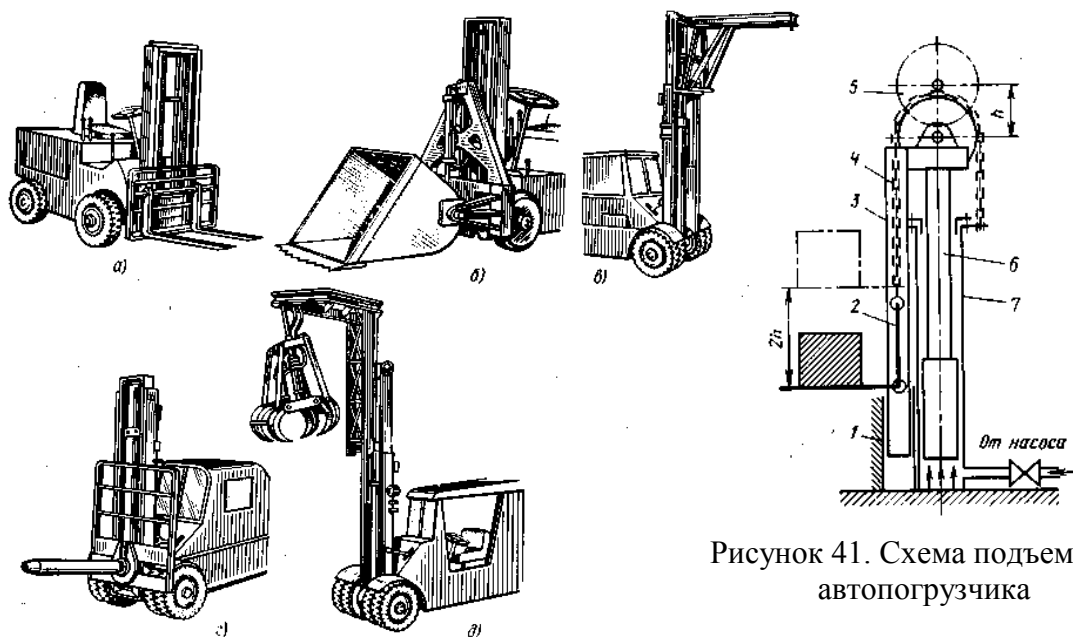


Рисунок 41. Схема подъемника автопогрузчика

а – вилочный захват; б – ковш; в – гусек; г – штырь; д – грейферным захват

Рисунок 40. Сменное рабочее оборудование автопогрузчиков

Все сменное грузозахватное оборудование быстросъемное. Его закрепляют на каретке 2 (рисунок 41), перемещаемой по подвижной раме 3, которая, в свою очередь, передвигается относительно основной рамы 1. 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. Высота подъема груза на вилочном захвате в зависимости от типоразмера автопогрузчика равна 3...7 м.

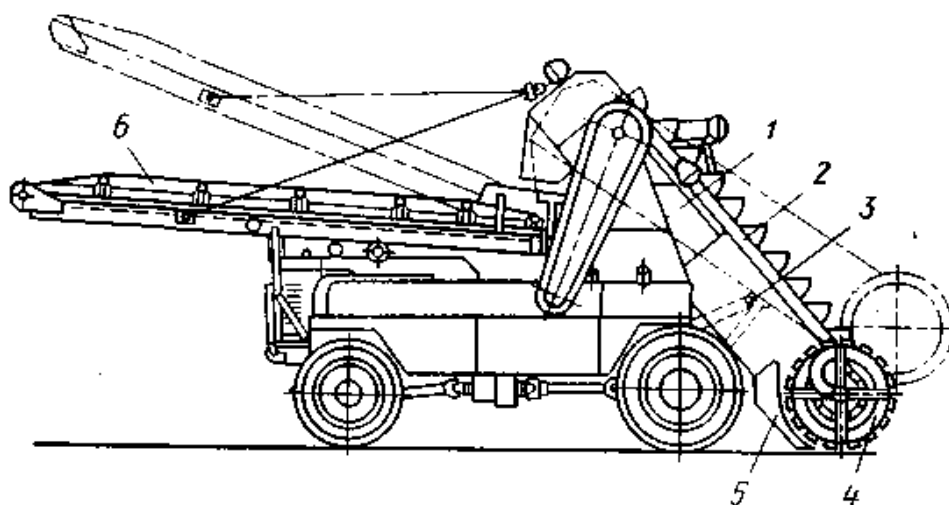
Грузоподъемная рама может с помощью гидроцилиндров наклоняться вперед на 3...4° и назад на 12...15°. Наклон рамы вперед облегчает захват груза; назад – увеличивает устойчивость машины и предотвращает падение груза. По расположению грузоподъемной рамы автопогрузчики разделяют на фронтальные и боковые. Боковые погрузчики применяют для работы с длинномерными грузами (трубами, пиломатериалами, сваями).

Для работы в закрытых складских помещениях используют электропогрузчики. Они аналогичны автопогрузчикам с вилочным захватом, но у них привод от аккумуляторных батарей. Эти погрузчики являются мобильными и маневренными машинами с минимальным радиусом поворота 1,1...1,4 м.

2.2.4 Многоковшовые погрузчики

К самоходным погрузчикам относятся также *многоковшовые погрузчи-*

ки. Они предназначены для погрузки непрерывным потоком сыпучих и мелкокусковых материалов из штабелей и валов в транспортные средства или в приемные бункера. Производительность многоковшовых погрузчиков больше, чем одноковшовых погрузчиков той же мощности, но циклического действия. Однако многоковшовые погрузчики как большинство машин непрерывного действия не являются универсальными. У самоходного ковшового погрузчика (рисунок 42) рабочий орган – питатель шнекового типа – навешивается впереди машины. При движении погрузчика шнек с правыми и левыми заходами спиралей подгребают материал к середине, где он подхватывается ковшами наклонного элеватора и через лоток подается на ленточный конвейер, который подает материал к месту разгрузки. Поворот конвейера в плане достигает порядка 70° в каждую сторону.



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

Рисунок 42. Многоковшовый погрузчик

Многоковшовые погрузчики используют на строительных и железнодорожных складах, на заводах строительных изделий. На строительстве дорог и аэродромов эти погрузчики применяют для загрузки несвязных грунтов и гравийно-щебеночных материалов в смесители при укреплении их вяжущими, а также в сушильные барабаны передвижных асфальтобетонных установок. При оснащении специальными виброгрохотами многоковшовые погрузчики можно использовать для разделения сыпучих материалов на фракции.

Производительность многоковшового погрузчика рассчитывают по формуле (т/ч):

$$\Pi = \frac{3600 \cdot q \cdot K_n \cdot \rho}{1000 \cdot t \cdot g},$$

где q – геометрическая вместимость ковша, л; K_n – коэффициент наполнения ковша; t – расстояние между ковшами, м; \mathcal{Q} – скорость движения ковшей, м/с; ρ – плотность материала, т/м³.

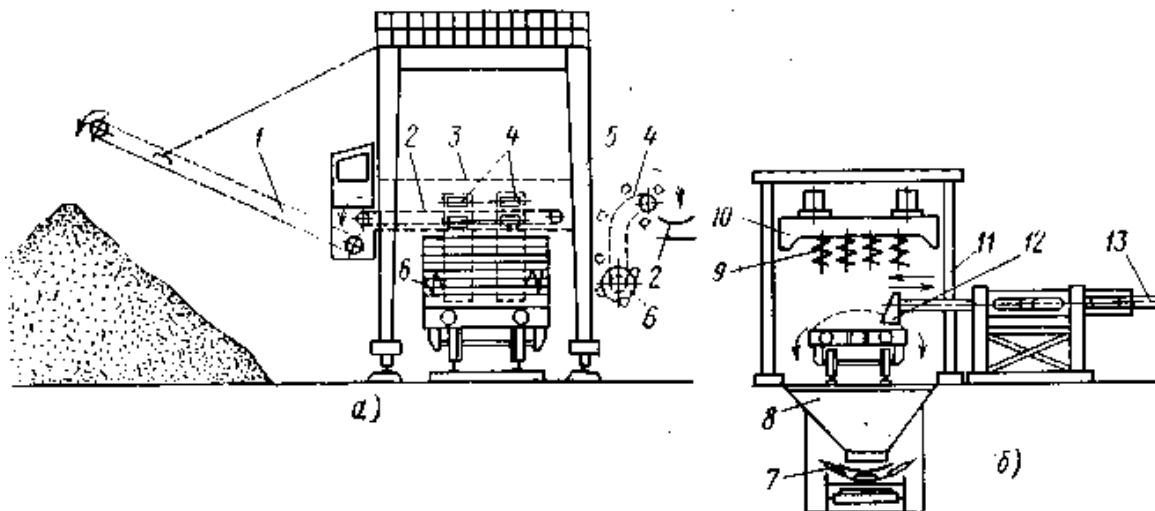
Снегопогрузчики непрерывного действия включены в группу машин для зимнего содержания дорожных и аэродромных покрытий.

2.2.5 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 (рисунок 43,а). 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. Последний 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 материалов, т.е. до пяти-шести 60-тонных полувагонов.

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



а – элеваторного; б – скребкового

Рисунок 43. Схемы разгрузчиков железнодорожных вагонов и платформ

В скребковом стационарном разгрузчике (рисунок 43,б) скребок 12 совершает вместе с рукоятью 13 с помощью цепи и специального поводка 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 по-

ложение скребка относительно платформы может изменяться в диапазоне 500 мм. Состав относительно разгрузчика передвигается маневровой лебедкой, канат которой закрепляют 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 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 (рисунок 44) выпускают производительностью 50 и 90 т/ч. 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 этого разгрузчика, 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 3, 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.

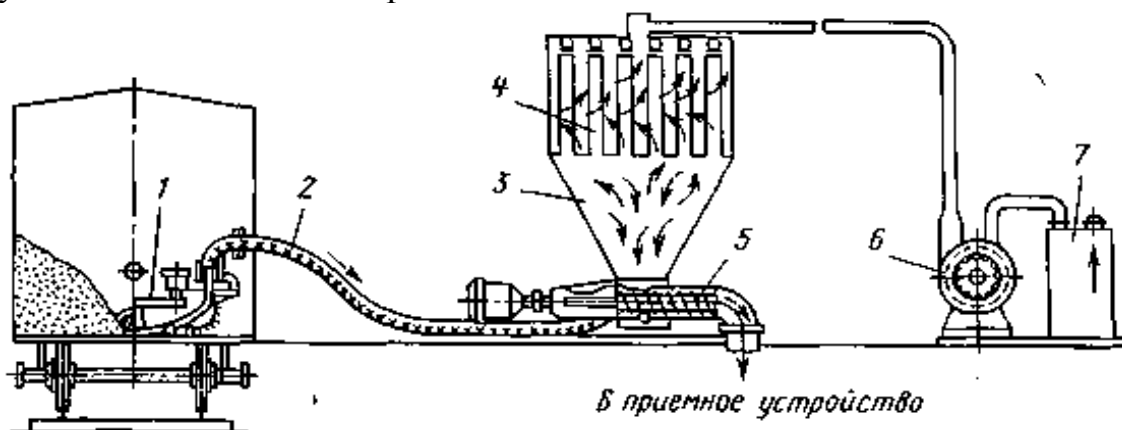


Рисунок 44. Схема пневморазгрузчика всасывающего действия

При необходимости дальнейшего перемещения материала в силосные емкости можно использовать пневматические винтовые подъемники и насосы, пневматические камерные насосы, ковшовые элеваторы и т.п.

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.

Вопросы для самопроверки:

1. Для чего предназначены погрузочно-разгрузочные машины? Приведите их общую классификацию.

2. Для чего предназначены вилочные погрузчики? Перечислите виды сменных рабочих органов. Приведите краткую классификацию вилочных погрузчиков.

3. Опишите устройство и рабочий процесс фронтального автопогрузчика.

4. Что такое кран-манипулятор? Каково его назначение?

5. Какие машины используют для погрузки сыпучих материалов?

6. Для чего предназначены одноковшовые погрузчики? Приведите их краткую классификацию.

7. Опишите устройство и рабочий процесс фронтальных погрузчиков. Приведите их основные параметры. Перечислите виды сменного и навесного оборудования фронтальных погрузчиков.

8. Как определяют производительность одноковшовых погрузчиков при работе с сыпучими и штучными грузами?

9. Какова структура погрузочной машины непрерывного действия? Опишите назначение, устройство и рабочие процессы передвижных ленточных конвейеров, погрузочных машин с винтовым и черпаковым загрузочными устройствами, с загребающими лапами.

2.3 Самоходные краны

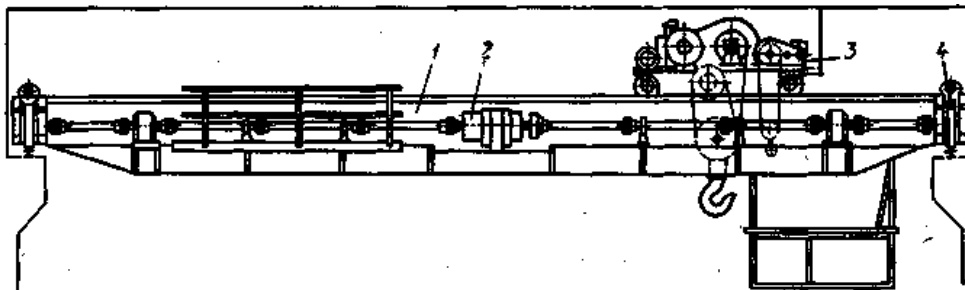
2.3.1 Общие сведения о грузоподъемных кранах

Грузоподъемными кранами называют машины циклического действия, предназначенные для подъема и перемещения в пространстве груза, удерживаемого грузозахватным органом. Краны применяют в цехах, на строительстве, транспорте и в других областях народного хозяйства. Грузоподъемные краны состоят из несущих конструкций (моста, башни, фермы, мачты, стрелы), силовой установки, подъемного механизма (лебедки, электротали), поддерживающих элементов (канатных и цепных полиспастов), грузозахватных приспособлений, а также механизмов передвижения и управления.

По конструкции краны разделяют на мостовые, козловые, башенные, порталные, стреловые, кабельные. Рассмотрим краны, наиболее часто используемые в строительстве.

2.3.2 Мостовые краны

Мостовой кран (рисунок 45) 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



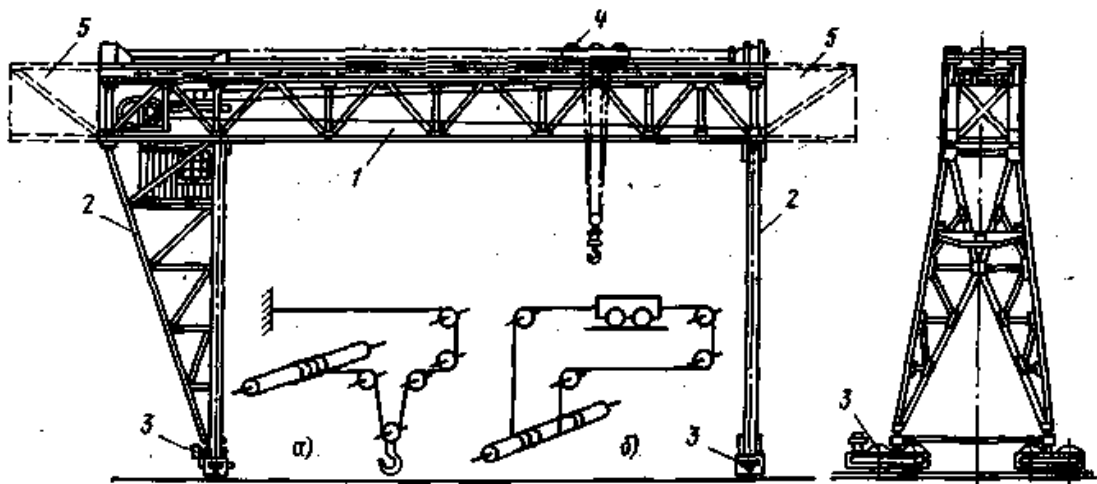
1 – пролетное строение (мост); 2 – механизм передвижения крана; 3 – грузовая тележка с механизмами подъема груза и передвижения тележки; 4 – ходовые колеса моста

Рисунок 45. Мостовой кран

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 механических, сборочных, литейных и других цехах промышленных предприятий и предприятий строительной индустрии, а также на складах готовых изделий.

2.3.3 Козловые краны

Козловой кран (рисунок 46) имеет мост, который опирается на крановый путь с помощью двух опорных стоек. 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.



а – схема запасовки грузового каната; б – схема запасовки каната передвижения грузовой тележки

Рисунок 46. Козловой кран

Для увеличения жесткости всей конструкции, по крайней мере, одну из ног крана выполняют в виде фермы. Козловые краны обычно устанавливают на открытых складских и монтажных площадках, реже используют как средство внутризаводского транспорта. 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.

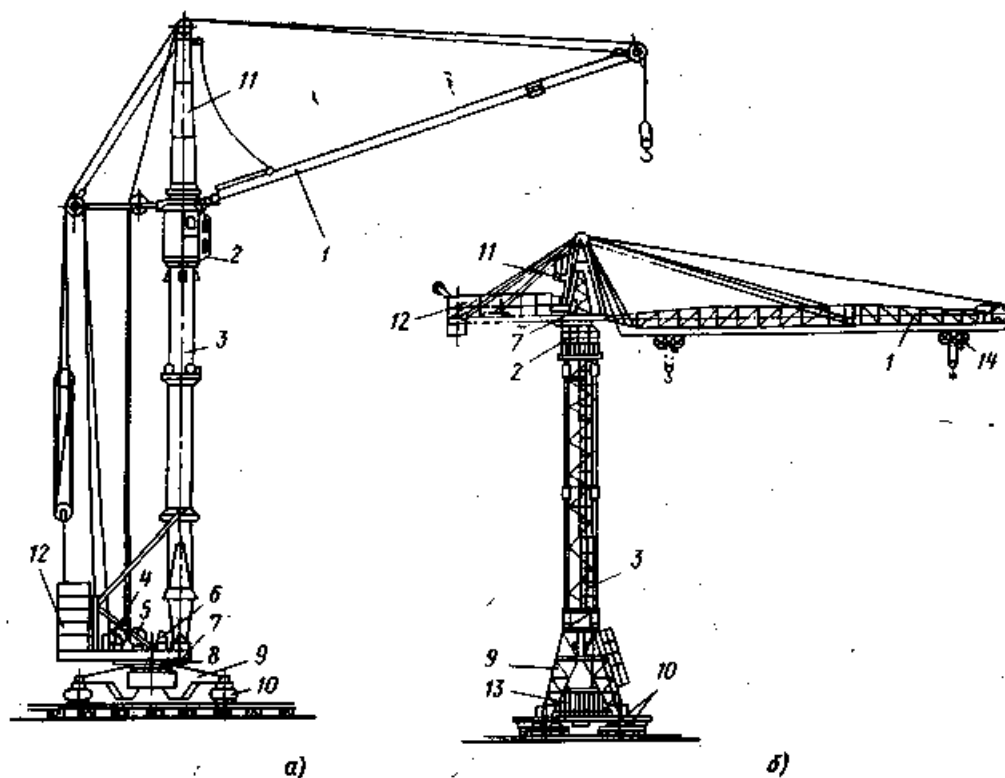
2.3.4 Башенные краны

Башенные краны – это краны стрелового типа со стрелой, закрепленной в верхней части вертикально расположенной башни. 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, а 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 (рисунок 47,а), и с верхним поворотом – с поворотной стрелой и неповоротной

башней (рисунок 47,б). Башни кранов представляют собой трубчатые или пространственные конструкции различного сечения.



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

Рисунок 47. Башенные краны

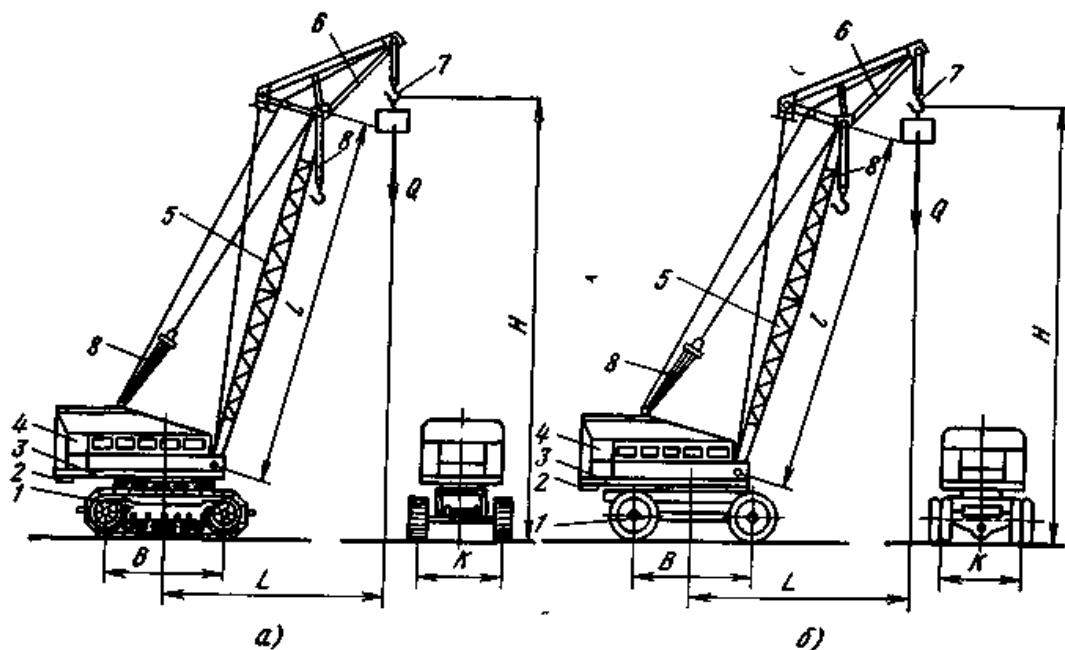
Стрелы башенных кранов выполняют пространственными из уголкового профиля или труб малого диаметра. Применяют также стрелы из труб большого диаметра и стрелы коробчатого сечения. Для уравновешивания массы стрелы и массы груза в башенных кранах применяют противовесы.

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.

2.3.5 Стреловые самоходные краны

Стреловые самоходные краны (рисунок 48) имеют консольную стрелу, установленную на полноповоротной раме. 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 и на шасси серийно выпускаемых автомобилей. Благодаря универсальности и высокой маневренности стреловые самоходные краны получили широкое распространение на строительных и складских работах.



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

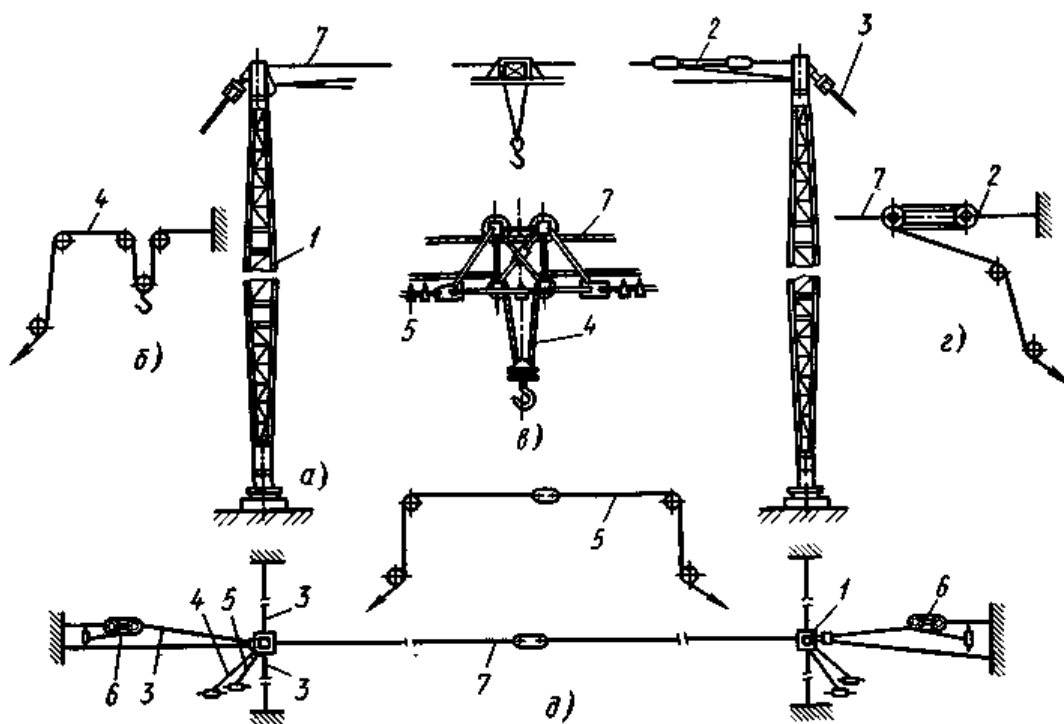
Рисунок 48. Стреловые самоходные краны

В зависимости от выполняемой работы конструкции стрел могут быть прямолинейными, изогнутыми с оголовком, телескопическими, с гуськом, 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. Башенно-стреловое оборудование значительно расширяет область применения стреловых кранов и в ряде случаев позволяет успешно заменять башенные рельсовые краны. 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.

2.3.6 Кабельные краны

Кабельные краны (рисунок 49) – это краны с несущими канатами, закрепленными на верхних концах мачт опорных стоек. Эти краны применяют при сооружении мостов и для обслуживания строительства на сильно пересяченной местности (реки, горы). Наиболее широко используют 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 используют и другие конструкции кабельных кранов: качающиеся, передвижные и радиальные. У качающихся кабельных кранов в результате натяжения расчалок обе мачты могут наклоняться на угол до 8° , что позволяет создать площадь обслуживания в виде прямоугольника. У передвижных кабельных кранов обе мачты выполнены в виде башен, установленных на ходовые рельсовые тележки, которые движутся по параллельным подкрановым путям. У радиальных кабельных кранов одна башня неподвижная, а другая перемещается по закругленному рельсовому пути. Кран может обслуживать площадку в виде сектора.



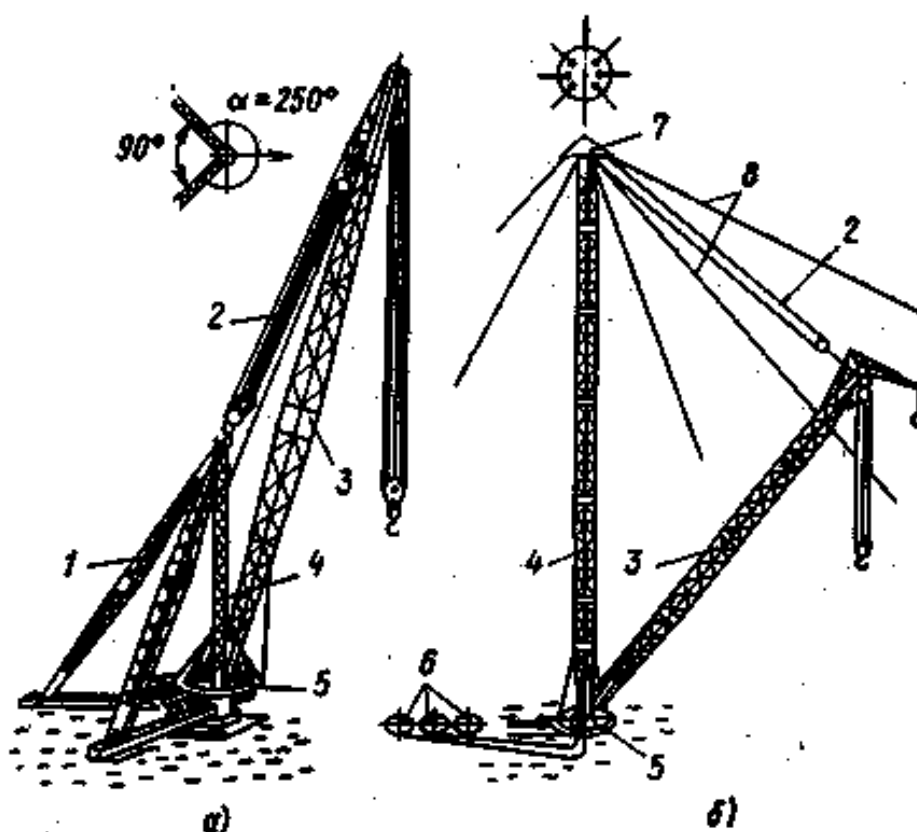
а – схема крана; б и д – схемы запасовок грузового и тягового канатов; в – грузовая тележка; г – схема натяжения несущего каната; 1 – мачты; 2 – механизм натяжения несущего каната; 3 – ванты; 4 – грузовой канат; 5 – тяговый канат; 6 – полиспасты натяжения вант; 7 – несущий канат

Рисунок 49. Кабельный кран

Грузоподъемность кабельных кранов не превышает 25 т (обычно 5...10 т). Пролет кабельного крана (расстояние между опорами) достигает 400 м. Скорость подъема груза 0,5...1,5 м/с, скорость передвижения грузовой тележки 2...4 м/с.

2.3.7 Мачтовые краны

Мачтовые краны – стационарные подъемные краны с независимым расположением металлоконструкций и механизмов. Металлоконструкция таких кранов представляет собой комбинацию мачты, шарнирно соединенной со стрелой (рисунок 50). Краны разделяют на жестконогие и вантовые. У жестконового крана мачта неподвижна. Она 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 вантового крана имеет шарнирные опоры: нижнюю шаровую и верхнюю цилиндрическую (в виде «паука»), расчаленную вантами. Грузоподъемность мачтовых кранов 1...200 т и более. Эти краны используют преимущественно при концентрированных монтажных работах.



а – жестконогий; б – вантовый; 1 – подкосы; 2 – полиспасты подъема стрелы; 3 – стрела; 4 – мачта; 5 – поворотная рама; 6 – лебедки; 7 – оголовок мачты (паук); 8 – ванты

Рисунок 50. Мачтовые краны

2.3.8 Определение основных параметров

Производительность кранов определяют так же, как и производительность машин циклического действия: расчетно-конструктивная (кг/ч):

$$\Pi_p = 3600 \cdot \frac{Q}{T_u};$$

техническая (кг/ч):

$$\Pi_m = 3600 \cdot \frac{Q \cdot K_u}{T_u} = n \cdot Q_{cp};$$

эксплуатационная (кг/смена):

$$\Pi_s = T_{см} \cdot \Pi_m \cdot K_g;$$

где Q – грузоподъемность крана, кг; T_u – время цикла, с; K_u – коэффициент использования грузоподъемности; n – число циклов в 1 ч; Q_{cp} – средняя масса поднимаемого груза, кг; $T_{см}$ – продолжительность смены, ч; K_g – коэффициент использования машины по времени.

Время цикла:

$$T_u = \sum t_m + t_z + t_y + t_g \cdot m,$$

где $\sum t_m$ – суммарное время машинных операций (работы крана), с; t_z – время подвешивания и снятия грузов, с; t_y – время наводки груза при его установке в заданное место, с; t_g – время на каждую вспомогательную машинную операцию, с; m – число машинных операций (подъем, спуск, поворот с грузом и обратный поворот, передвижение и т.д.).

Суммарное время машинных операций:

$$\sum t_m = 120 \cdot \left(\frac{s}{g_1} + \frac{H}{g_2} + \frac{60 \cdot \beta}{360 \cdot n} \right) \cdot K_c,$$

где s – путь передвижения крана или изменения вылета крюка, м; g_1, g_2 – скорости передвижения и подъема, м/с; H – высота подъема (опускания) груза, м; β – угол поворота стрелы, град; n – частота вращения стрелы, об/мин; K_c – коэффициент совмещения операций.

Башенные и стреловые краны работают с грузом, вынесенным вне опорной базы машины, и поэтому должны обладать достаточной устойчиво-

стью при воздействии на них грузовой, инерционной и ветровой нагрузок. Устойчивость этих кранов обеспечивается их собственной массой и увеличивается применением противовесов и выносных опор. Сумма моментов сил, удерживающих кран от опрокидывания, должна с некоторым запасом превышать сумму моментов сил, стремящихся опрокинуть кран. Правилами Госгортехнадзора предусмотрена необходимость обеспечения запаса устойчивости, характеризуемого коэффициентом устойчивости.

Различают два вида устойчивости крана (рисунок 51): грузовую – при возможном опрокидывании крана в сторону поднимаемого груза и собственную – при возможном опрокидывании крана назад, в сторону, противоположную стреле (при отсутствии груза). Коэффициент грузовой устойчивости:

$$k_z = \frac{M_{к.з} - \sum M_{i.д}}{Q \cdot (a - b)} \geq 1,15;$$

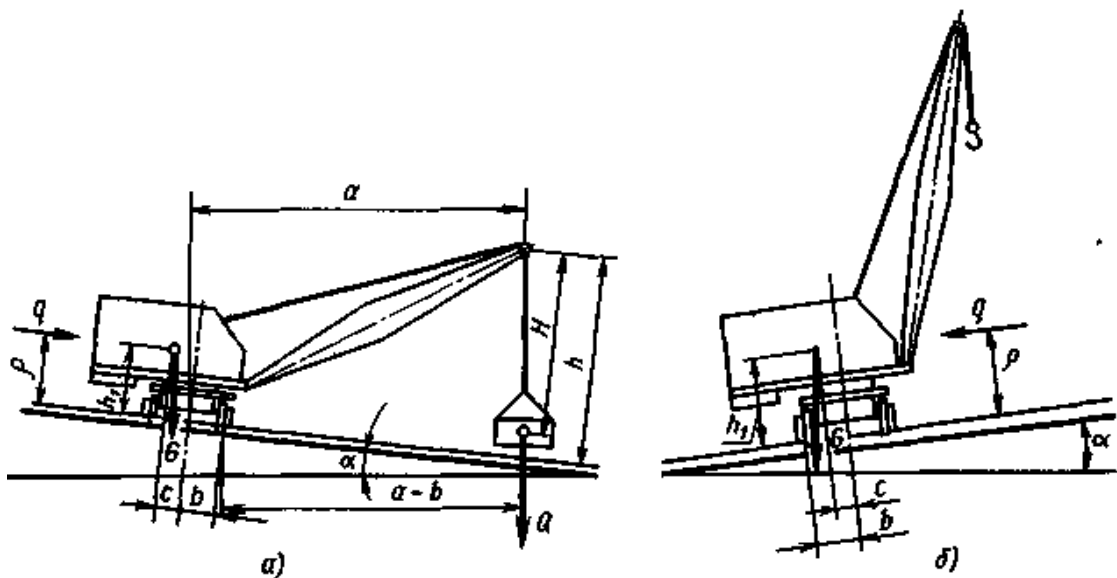
где $M_{к.з}$ – момент, удерживающий кран от опрокидывания в сторону груза; $\sum M_{i.д}$ – сумма всех опрокидывающих моментов от дополнительных нагрузок (ветровых, инерционных и др.); Q – вес груза; $(a - b)$ — плечо опрокидывающего момента.

Коэффициент собственной устойчивости:

$$k_c = \frac{M_{к.с}}{M_в} \geq 1,15;$$

где $M_{к.с}$ – момент, удерживающий кран от опрокидывания в сторону противовеса; $M_в$ – опрокидывающий момент от ветровой нагрузки.

Если при расчете устойчивости влияние уклона, инерционных сил и ветровую нагрузку не учитывают, то 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.



а – грузовой; б – 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; ρ – расстояние от опорной плоскости до центра приложения динамического давления; α – угол наклона крана (опорной поверхности)

Рисунок 51. Схемы определения устойчивости стрелового крана

В связи с тем, что при изменении вылета стрелы центр тяжести системы перемещается, грузоподъемность крана, регламентированная коэффициентом устойчивости, меняется. Грузоподъемность крана также зависит от длины и вылета стрелы и применения выносных опор, увеличивающих опорный контур.

В соответствии с требованиями Госгортехнадзора и в целях соблюдения условий безопасности при эксплуатации грузоподъемных машин все краны допускают к эксплуатации только после их освидетельствования и испытаний.

Вопросы для самопроверки:

1. Для чего в строительстве применяют краны, каковы их основные типы и структура? Назовите основные параметры кранов. Что такое грузовая, высотная и грузовысотная характеристики кранов?

2. Для чего предназначены башенные краны и чем предопределено их широкое распространение в строительстве? Приведите классификацию башенных кранов, структуру их индексации, опишите устройство и рабочие процессы каждого типа. Опишите схему канатоведения грузового полиспаста

с использованием барабана стрелоподъемного механизма. Для чего в конструкциях башенных кранов применяют грузовые каретки? Опишите особенности устройства ходовых тележек и их компоновки на нижней раме. Как устроены опорно-поворотные устройства и где они размещены? Для чего служит противовес?

3. Как устроены и как работают приставные башенные краны? Опишите способы удлинения башни вставками.

4. Опишите принцип вертикального перемещения переставных башенных кранов.

5. Перечислите типы самоходных стреловых кранов, приведите их общие характеристики и перечислите основные составные части и основные параметры. Какими видами рабочего оборудования их комплектуют? Изложите структуру индексации самоходных стреловых кранов.

6. Для чего предназначены, как устроены и как работают гусеничные краны? Для чего некоторые гусеничные краны оборудуют гусеничными тележками с раздвижной колеей? На базе каких гусеничных кранов изготовлены рельсово-колесные краны, какой эффект этим достигается?

7. Чем отличаются пневмоколесные краны от гусеничных? Каковы их параметры? Для чего предназначены короткобазовые пневмоколесные краны? Опишите принципиальное устройство пневмоколесного оборудования.

8. Для чего предназначены, как устроены и как работают автомобильные краны, краны на спецшасси автомобильного типа? Каковы их параметры?

9. Для чего предназначены, как устроены и как работают краны-трубоукладчики? Опишите особенности их рабочего процесса в составе трубоукладочной колонны. Какими такелажными устройствами их комплектуют?

10. Перечислите типы кранов пролетного типа. Какова структура устройства этих кранов? Для чего предназначены, как устроены и как работают козловые, полукозловые и мостовые краны?

11. Для чего свободно стоящие краны проверяют на устойчивость? Каким условием определяется устойчивость крана? Изложите основные принципы проверки устойчивости кранов.

3. МАШИНЫ ДЛЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ И ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

3.1 Машины для земляных работ

3.1.1 Общие сведения о машинах для земляных работ

Значение машин для земляных работ определяется большими масштабами и непрерывным ростом объемов этих работ.

В связи с большими объемами и сосредоточенностью земляных работ

возникла необходимость создать для их производства машины особенно больших размеров и мощности. Например, вместимость ковша одноковшовых экскаваторов доведена до 200 м³ при массе машины 10 тыс. т. Применяются многоковшовые экскаваторы производительностью до 200 тыс. м³ грунта в сутки. Эти машины относятся к самым крупным и мощным сухопутным самодвижущимся машинам. Сейчас выпускаются разнообразнейшие машины для земляных работ – от гигантских экскаваторов до малогабаритных машин для различных вспомогательных земляных работ и работ в стесненных условиях.

3.1.2 Характеристика и условия применения машины для земляных работ.

Общие сведения о земляных работах и сооружениях

Основная цель земляных работ – строительство земляных сооружений и добыча ископаемых строительных материалов.

Земляные сооружения создаются вырезанием их в грунтовом массиве с удалением излишнего грунта или отсыпкой из грунта, добываемого в специальных *резервах* или карьерах, доставляемого на место возведения сооружения и уплотняемого до необходимой степени.

Виды, форма и размеры земляных сооружений определяются их назначением и могут зависеть от рельефа земляной поверхности. К ним относятся спланированные площадки, котлованы, траншеи, дамбы, дорожные выемки и т.д. Например, для нормального движения транспорта подъемы и спуски на дорогах не должны превышать определенных величин, что достигается срезанием грунта в одних местах и возведением насыпи в других.

Для аэродромов необходимо создавать большие горизонтальные площадки. В естественных условиях такие площадки встречаются только в степных зонах, поэтому для достижения горизонтальности нужно срезать бугры и засыпать впадины.

В зависимости от положения земляных сооружений относительно первоначальной поверхности земли различают выемки и насыпи.

Обычно чередование выемок и насыпей позволяет использовать для возведения насыпей грунт, извлекаемый из выемок. Если грунт из выемок непригоден для насыпей или его больше, чем нужно, его укладывают в *отвалы*. Если грунта из выемок недостаточно для возведения насыпей, его доставляют из специально отрываемого карьера или из резервов вдоль насыпей, как это обычно делается в дорожном строительстве.

Во всех случаях проектирования и строительства каналов, дорог и других земляных сооружений стремятся уравновесить (сбалансировать) объемы выемок и смежных с ними насыпей, чтобы сократить расходы на производство работ.

В *выемках* выполняют траншеи для прокладки водопроводов, нефте- и газопроводов, линий связи, русла каналов, земляное полотно для автомо-

бильных и железных дорог, котлованы различного назначения.

Насыпи отсыпают только из грунтов, пригодных для возведения земляных сооружений (песков, супесей, суглинков и др.). Грунты насыпей должны быть хорошо уложены и обладать достаточной несущей способностью.

Насыпи возводят для устройства дорог в пониженной местности, проведения каналов через впадины, сооружения дамб, платин и т.п. В некоторых случаях насыпи достигают большой высоты – несколько десятков метров. По бокам насыпи ограничиваются откосами, придающими им устойчивость и прочность.

Особенности производства земляных работ

Производство земляных работ обычно состоит из трех основных операций: отделение от массива и захват грунта, его перемещение и затем укладка в сооружение или отвал.

3.1.3 Классификация машин для земляных работ

По назначению среди машин для земляных работ различают: землеройные, землеройно-транспортные, для подготовительных и вспомогательных земляных работ, для уплотнения грунтов, специальные, для гидромеханической разработки грунтов.

Землеройные машины предназначены для выполнения преимущественно одной операции – отделения грунта от массива. Поэтому они оснащаются мощным рабочим органом и имеют сравнительно менее развитое ходовое оборудование (например, одноковшовые экскаваторы).

Землеройно-транспортные машины не только отделяют грунт от массива, но и перемещают его. Поэтому они оснащены не только мощным рабочим органом, но и мощным ходовым оборудованием (бульдозеры, скреперы, автогрейдеры, грейдер-элеваторы).

Машины для подготовительных и вспомогательных земляных работ выполняют, например, расчистку территории, на которой должны производиться земляные работы, от кустарника, валунов, пней, предварительное рыхление грунтов повышенной плотности. К этим машинам относятся кусторезы, корчеватели-собиратели, рыхлители и т.д.

При возведении земляных сооружений путем укладки предварительно разработанного грунта (насыпей, дамб, земляных платин) обязательно его уплотнение для придания грунту в сооружении достаточной плотности и прочности, требующихся как для предотвращения деформации земляных сооружений вследствие естественного уплотнения грунта под действием силы тяжести и увлажнения, так и для выдерживания внешних нагрузок. Для этих целей служат *машины для уплотнения грунтов* – катки, трамбовки, виброуплотнители и др.

Развитие технологии производства земляных работ и задачи механиз-

ции всех без исключения операций обусловили создание разнообразных *специальных машин*, в том числе кабелеукладочных, мелиоративных, буровых, для бестраншейной прокладки трубопроводов, для устройства ям под столбы линий связи. Многочисленность типов этих машин выделит их в отдельную группу – группу *машин для специальных земляных работ*.

При соответствующих условиях в строительстве успешно применяют *машины и оборудование для гидромеханизации земляных работ*, например, гидромониторы, землесосные снаряды.

Машины для земляных работ классифицируют также **по виду привода** (электрический, внутреннего сгорания, гидравлический, комбинированный), **по числу двигателей** (однодвигательные, многодвигательные), **по мощности** (малой, средней, большой), **по ходовому оборудованию** (гусеничные, пневмоколесные, шагающие, рельсовые), **в зависимости от климата** (в северном, тропическом, обычном исполнении).

3.1.4 Физико-механические свойства грунтов и классификация грунтов по трудности разработки

Основным способом разработки грунтов машинами для земляных работ (кроме машин для гидромеханизации) является механический способ, при котором часть грунта или породы отделяется ножевым или ковшовым рабочим органом путем резания, откола, отрыва, обрушения под действием статических, динамических, вибрационных нагрузок.

К основным физико-механическим свойствам грунтов, характеризующим их способность сопротивляться внешним нагрузкам, относятся гранулометрический состав, плотность, влажность, пластичность, липкость, разрыхляемость, связность, сопротивление сдвигу.

Плотность характеризуется массой единицы объема грунта, взятой в естественном залегании (в плотном теле).

Влажность определяется содержанием воды в грунте, измеренным в процентах. Грунты, разрабатываемые строительными машинами, обычно имеют влажность 10...20%.

Пластичность – способность грунта изменять, не разрушаясь, свою форму, сохраняемую после снятия нагрузки. Пластичные грунты (глины, суглинки) хорошо уплотняются, хорошо заполняют ковшовые емкости, но налипают на рабочее оборудование.

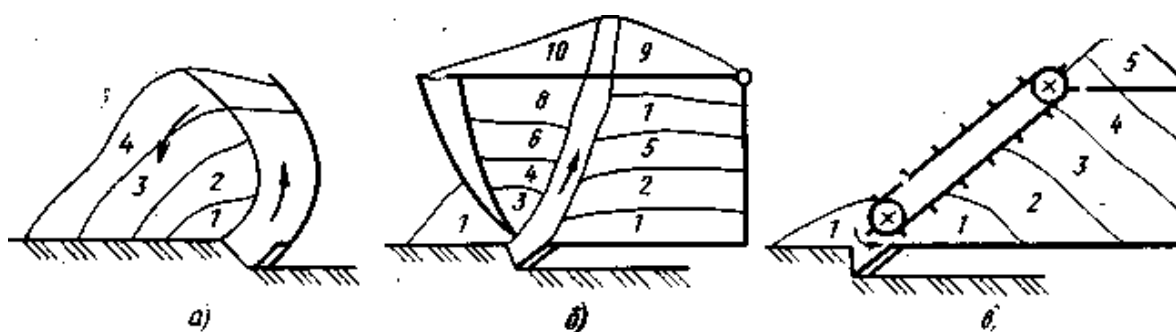
Разрыхляемостью называют способность грунтов, пород, материалов увеличиваться в объеме при разработке. Коэффициент разрыхления K_p представляет собой отношение объема грунта в разрыхленном к объему грунта в естественном состоянии.

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. Трение грунта о металлические поверхности рабочего оборудо-

дования (внешнее) и грунта о грунт (внутреннее) оценивается коэффициентами трения соответственно μ_1 и μ_2 .

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.

Картина процесса копания и набора грунта рабочими органами всех землеройно-транспортных и многих землеройных машин в принципе аналогична (рисунок 52). Режущие ножи в нижней части рабочих органов отделяют грунт от массива (происходит процесс резания). Вырезанный грунт затем захватывается и накапливается рабочими органами. При этом происходят такие явления, как движение грунтовой стружки и образование призмы волочения. Грунтовая стружка поднимается вверх: по поверхности отвалов под призмой волочения – у отвальных рабочих органов или внутри накапливаемых масс грунта – у ковшовых рабочих органов. Совокупность этих процессов, включая и резание, называют копаньем. Цифровые обозначения на рисунке 52 указывают на ориентировочную последовательность заполнения рабочих органов.



а – отвалами бульдозера и автогрейдера; б – ковшом скрепера; в – ковшом скрепера с элеваторной загрузкой

Рисунок 52. Схема копания и набора грунта рабочими органами землеройно-транспортных машин

Удельные сопротивления резанию и копанию зависят не только от физико-механических свойств грунтов, но и от типа и параметров рабочего оборудования, т.е. являются одновременно как прочностными характеристиками грунтов, так и показателями энергоемкости резания и копания. Удельные сопротивления в настоящее время широко используются при расчетах, испытаниях и исследованиях машин, но ввиду трудоемкости их определения в полевых условиях классификация разрабатываемости грунтов по удельным сопротивлениям резанию и копанию затруднена.

В основу принятой классификации грунтов по группам трудности их

разработки, предложенной профессором А.Н. Зелениным, положен более простой показатель – прочность грунтов по числу ударов специального плотномера – ударника ДорНИИ.

Достоинством ударника ДорНИИ является простота оценки прочности грунта. Недостатком классификации грунтов по показаниям ударника ДорНИИ является условность оценки разрабатываемости грунта по одним прочностным показателям независимо от типа рабочего оборудования. Некоторые исследователи на основе обработки и обобщения результатов экспериментов рекомендуют корреляционные зависимости между числом ударов ударника ДорНИИ и удельными сопротивлениями резанию и копанию. Шкала удельных сопротивлений резанию и копанию для отвальных и ковшовых рабочих органов, соотнесенная с показаниями ударника ДорНИИ и группами трудности разработки грунтов, приведена в таблице 1.

В практике строительства используют еще одну классификацию грунтов – так называемую производственную классификацию по группам трудности разработки механическими способами, частично приведенную в таблице 2. Несмотря на качественное описание характеристики грунта в этой классификации, ее применяют при нормировании выработки и расценке строительных работ.

3.1.5 Землеройно-транспортные машины

Землеройно-транспортными называют машины с ножевым рабочим органом, выполняющие одновременно послойное отделение от массива и перемещение грунта к месту укладки при своем поступательном движении. К этой группе машин относятся: бульдозеры, скреперы, автогрейдеры, грейдер-элеваторы. Первые два типа машин, особенно бульдозеры, широко используются в промышленном и гражданском строительстве.

Каждая модель землеройно-транспортной машины имеет индекс, включающий буквенные и цифровые обозначения. Две начальные буквы индекса ДЗ обозначает группу машин, последующие за ними цифры – порядковый номер регистрации модели, буквы после цифровой части индекса – порядковую модернизацию (А, Б, В, ...) и климатическое (северное С и ХЛ) исполнение машины. В индекс модернизированных самоходных скреперов кроме указанных выше букв могут быть включены буквы М и П. В индекс бульдозеров и скреперов с автоматизированной системой управления наличие последней обозначается цифрой 1, следующей через тире за основными цифрами индекса, а у модернизированных машин – после букв, обозначающих модернизацию. В индекс автогрейдеров после указанных выше цифр и букв включаются через тире цифры 1, 2, 4, 6, обозначающие их модификации.

Таблица 1.

Классификация грунтов по группам плотности, определяемым ударником

ДорНИИ, и сопоставление их со значениями удельного сопротивления резанию K и копанию K'

Показатель	Группа трудности разработки грунта			
	I	II	III	IV
Значения числа ударов	$\frac{1...4}{3}$	$\frac{5...8}{6}$	$\frac{9...15}{12}$	$\frac{16...34}{24}$
Удельное сопротивление резанию ножами отвалов и ковшей K , МПа	$\frac{0,11...0,44}{0,33}$	$\frac{0,55...0,88}{0,66}$	$\frac{1,00...1,65}{1,32}$	$\frac{1,76...3,74}{2,64}$
Удельное сопротивление копанию ковшами K' , МПа	$\frac{0,39...1,13}{0,91}$	$\frac{1,35...1,93}{1,55}$	$\frac{2,11...3,12}{2,63}$	$\frac{3,28...5,84}{4,47}$

Примечание. В числителе приводится вероятный диапазон показателей, в знаменателе – их среднее значение.

3.1.6 Бульдозеры

Бульдозер представляет собой самоходную землеройно-транспортную машину в виде гусеничного трактора или колесного тягача с навешенным на него с помощью рамы или брусьев рабочим органом – отвалом. Обычно отвал навешивают спереди трактора вне базы ходовой части (рисунок 53). Бульдозер выполняет послойное копание и перемещение грунтов и других материалов на расстояние до 100...120 м и планировку площадей.

Широко применяют бульдозеры при возведении из резервов насыпей высотой до 2 м, для рытья котлованов и каналов, сооружения плотин, засыпки траншей и ям, разравнивания и профилирования грунта, очистки аэродромов и дорог, при подготовке трасс, для разравнивания и штабелирования сыпучих строительных материалов, на вскрытии грунтовых карьеров и карьеров ископаемых. Их используют также в качестве толкачей для скреперов.

Бульдозеры классифицируются:

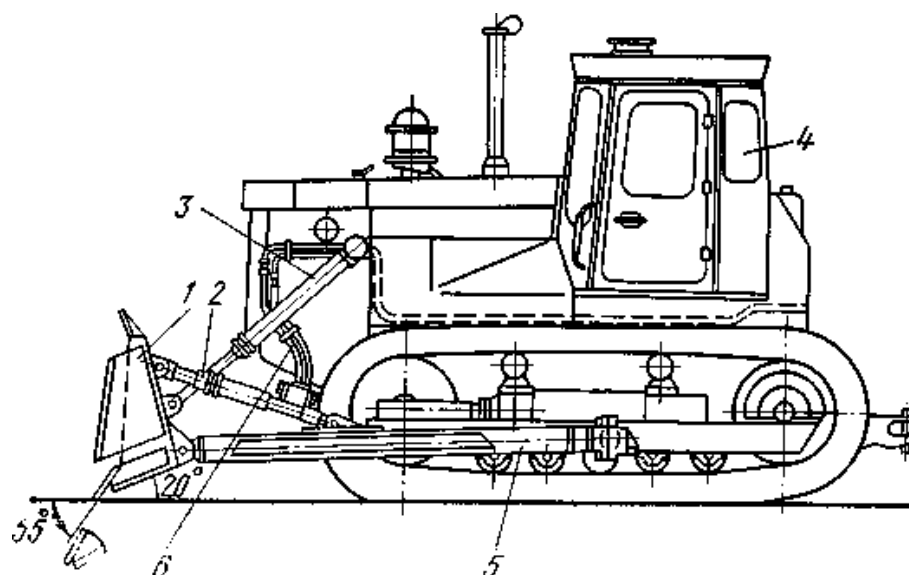
- **по назначению** – общего назначения и специальные;
- **в зависимости от тягового класса** базовых машин – малогабаритные (класс до 0,9), легкие (классов 1,4...4), средние (классов 6...15), тяжелые (классов 25...35) и сверхтяжелые (класса выше 35);
- **по типу ходового устройства** – гусеничные и пневмоколесные;
- **по конструкции рабочего органа** – с неподвижным в плане отвалом и с поворотным отвалом.

Таблица 2.

Классификация грунтов по группам трудности их разработки механическим способом с учетом применяемого оборудования

Грунт	НО Б	Разработка грунта
-------	------	-------------------

		бульдозерами	скреперами	автогрейдерными	грейдер-элеваторами	экскаваторами	
						одноковшовыми	непрерывного действия
Песок всех видов (естественной влажности)	1,6	II	II	II	III	I	II
Супесь без примесей, а также с примесью щебня или гравия до 10 %	1,7	II	II	II	II	I	II
Суглинок: легкий без примесей тяжелый	1,7	II	II	II	II	II	II
	1,75	III	—	—	—	III	—
Глина: жирная мягкая или насыпная, слежавшаяся с примесью щебня или гравия до 10 % то же, с примесью щебня или гравия более 10 % тяжелая ломовая	1,75	II	II	III	III	II	—
	1,9	III	II	III	—	III	—
	2	III	—	—	—	IV	—



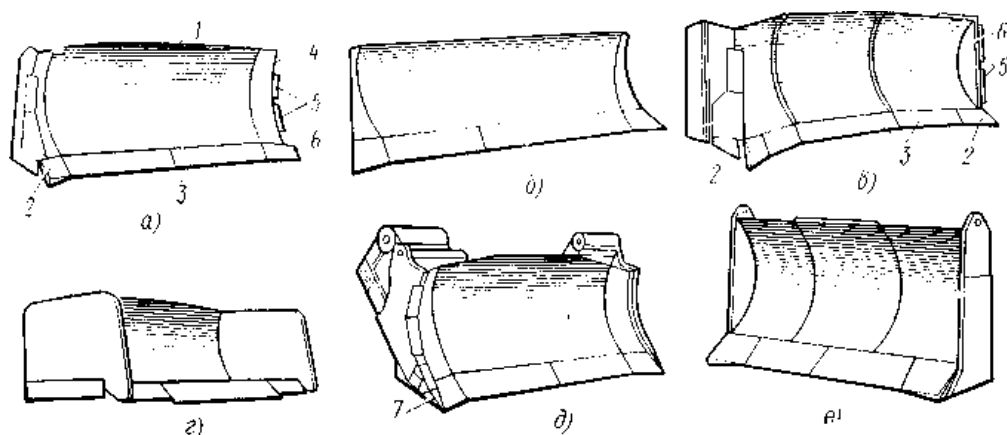
1 – отвал; 2 – гидравлический раскос; 3 – гидроцилиндр подъема отвала; 4 – базовый трактор; 5 – толкающий брус; 6 – гибкие рукава гидросистемы

Рисунок 53. Гусеничный бульдозер с неповоротным отвалом

На толкающих брусках отвал установлен шарнирно и с помощью раскосов можно изменять угол резания в пределах 45...60°. На бульдозерах с гидравлическим управлением иногда один из раскосов выполняют в виде гидроцилиндра, которым машинист, не выходя из кабины, может установить

перекос отвала в поперечной плоскости на угол до $4...12^\circ$ в обе стороны. Поперечный перекос отвала дает возможность бульдозеру разрабатывать прочные и подмороженные грунты, обеспечивая их срезание боковым концом отвала.

Наиболее часто на бульдозерах устанавливают прямые неповоротные и поворотные отвалы (рисунок 54). У бульдозеров с неповоротным отвалом угол в плане между отвалом и осью машины (угол захвата) всегда равен 90° . У бульдозеров с поворотным отвалом (их иногда называют универсальными) положение отвала в горизонтальной плоскости (в плане) изменяется на угол $25...30^\circ$. Поворотный отвал всегда ниже, но длиннее неповоротного, так как в повернутом положении он должен перекрывать ширину базовой машины. Применяют его для планировочных работ с перемещением грунта в сторону (грунт при этом сходит с отстающего конца отвала в виде бокового валика), для засыпки траншей, разравнивания валов, кавальеров и других работ при непрерывном движении машины вдоль фронта работ. Поворотный отвал устанавливают только на гусеничных тракторах, так как колесные тягачи плохо воспринимают боковые нагрузки.



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 – открывки; 7 – выдвижные зубья

Рисунок 54. Основные типы отвалов бульдозера

Сферические отвалы (см. рисунок 54), состоящие из трех или пяти секций, которые установлены под углом $10...15^\circ$ одна к другой, набирают грунта на $15...20\%$ больше, чем прямые отвалы. Сферические отвалы применяют для работы с кусковыми и сыпучими материалами при мощности базовых машин более 130 кВт. Совковый отвал имеет развитые боковые щитки и применяется при перемещении сыпучих и слабопрочных материалов на большие расстояния (до 150 м). Отвал с рыхлящими боковыми зубьями применяют 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 снабжен амортизатором и предназначен для установки на толкачах, помогающих загружать скреперы.

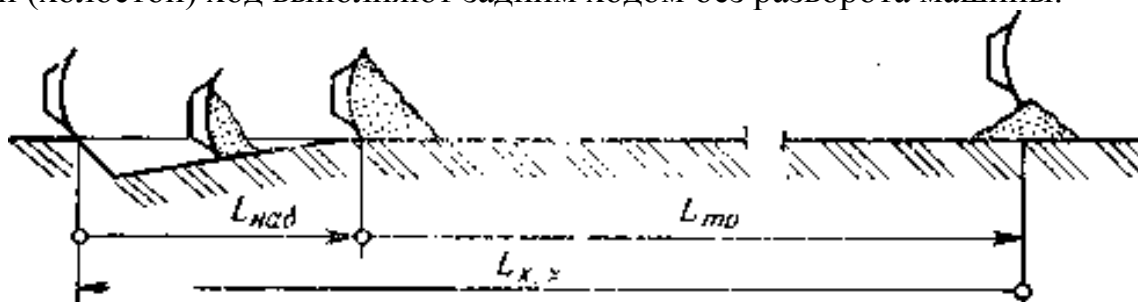
Разнообразие видов работ, выполняемых бульдозерами общего назначения, а также широкая номенклатура сменного рабочего оборудования и приспособлений к ним делают бульдозер универсальной машиной, незаменимой на любой стройке. На земляных работах в настоящее время бульдозеры выполняют 30...40% общего объема.

Главным параметром бульдозера является номинальное тяговое усилие T_n . По номинальному тяговому усилию и мощности двигателя бульдозеры условно разделяют на пять классов:

Бульдозеры	Малогобаритные	Легкие	Средние	Тяжелые	Сверхтяжелые
Тяговое усилие, кН	до 25	25...135	135...200	200...300	св. 300
Мощность двигателя, кВт	до 45	45...120	120...180	180...300	св. 300

Мощность двигателей современных бульдозеров 15...600 кВт при базовой машине гусеничном или колесном тракторе и до 1200 кВт для бульдозеров на специальных тягачах.

Полный цикл работы бульдозера при вырезании и перемещении грунта состоит из следующих этапов: внедрения отвала в грунт и набора призмы волочения, перемещения грунта к месту укладки, укладки (разгрузки) грунта слоями или грудками, возвращения в забой, опускания отвала и установки его в положение внедрения (рисунок 55). Наиболее распространенной схемой циклической работы бульдозера является челночная схема, при которой обратный (холостой) ход выполняют задним ходом без разворота машины.



$L_{наб}$ – длина пути набора призмы волочения; $L_{тр}$ – дальность транспортирования; $L_{х.х}$ – длина холостого хода

Рисунок 55. Элементы рабочего цикла разработки и перемещения грунта бульдозером

Производительность бульдозера при вырезании и перемещении грунта определяется объемом перемещаемого грунта и продолжительностью цикла.

Техническая производительность бульдозера (в м³/ч):

$$P_c = \frac{3600VK_{np}}{T_u K_p},$$

где V – объем призмы волочения (условная вместимость отвала), м³; K_{np} – поправочный коэффициент к объему призмы волочения, зависящий от соотношения ширины B и высоты H отвала, а также физико-механических свойств разрабатываемого грунта; T_u – продолжительность цикла, с; K_p – коэффициент разрыхления.

Объем призмы волочения (в м³) ориентировочно может быть определен по формуле

$$V = 0,5BH^2.$$

Продолжительность цикла (в с)

$$T_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

где t_1, t_2, t_3 – соответственно время, затрачиваемое на набор грунта, его перемещение и холостой ход бульдозера. Дополнительное время t_4 учитывает затраты на переключение передач, манипуляции с отвалом и т. д.

3.1.7 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 группы – с предварительным разрыхлением).

В строительстве скреперы используют для возведения насыпей и разработки выемок, сооружения подходов к искусственным сооружениям, вскрытию грунтовых карьеров и карьеров строительных материалов, а также на различных вспомогательных работах – планировке, зачистке, подсыпке грунта и т.п. В исключительных случаях – в качестве землевозных тележек, загружаемых экскаваторами. Широко применяют скреперы на вскрышных работах, строительстве газо- и нефтепроводов, при рекуперации почвенных слоев, сооружении каналов.

Главным параметром скрепера является геометрическая вместимость (объем) ковша (в м³), положенная в основу типоразмерного ряда скреперов. Вместимость «с шапкой» превышает геометрическую на 20...25%.

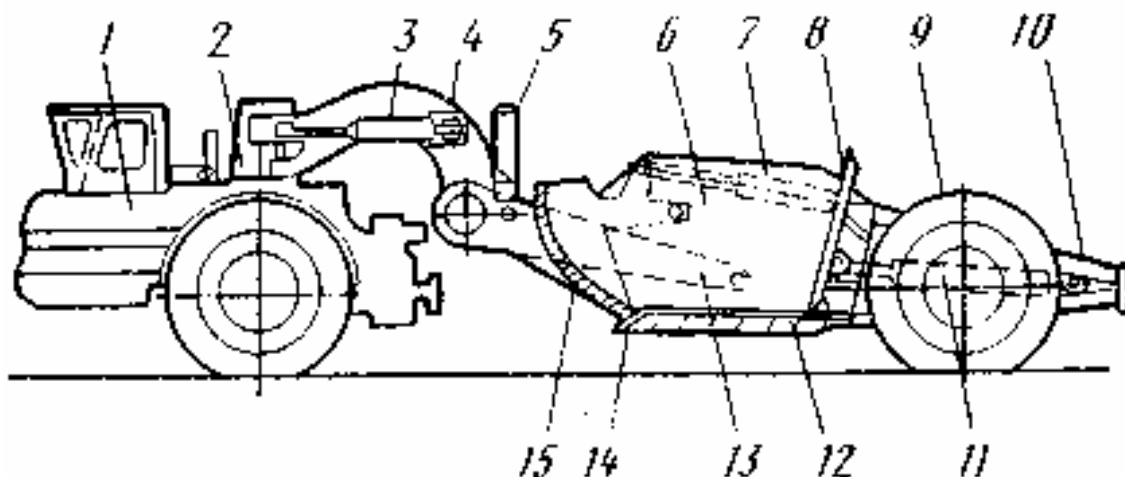
Скреперы классифицируют:

- **по вместимости ковша** – машины малой (до 5 м³), средней (5...15 м³) и большой (свыше 15 м³) вместимости;
- **по способу загрузки ковша** – с пассивной загрузкой движущим усилием срезаемого слоя грунта, с принудительной загрузкой с помощью скребкового элеватора;
- **по способу разгрузки ковша** – с принудительной разгрузкой при выдвижении стенки ковша вперед (основной способ), со свободной (самосвальной) разгрузкой опрокидыванием ковша вперед по ходу машины;
- **по способу агрегатирования с тяговыми средствами** – прицепные к гусеничным тракторам и двухосным колесным тягачам; самоходные, агрегируемые с одноосными и двухосными колесными тягачами;
- **по способу управления рабочим** – с гидравлическим и электрогидравлическим управлением.

Гидравлическая или электрогидравлическая системы управления рабочим органом обеспечивают принудительное опускание, подъем и разгрузку ковша, изменение глубины резания, подъем и опускание передней заслонки ковша с помощью гидроцилиндров двойного действия. Принудительное заглубление ножей ковша в грунт позволяет довольно точно регулировать толщину срезаемой стружки, сокращать время набора грунта и эффективно разрабатывать плотные грунты.

Рабочее оборудование скрепера (рисунок 5б) состоит из ковша *б* с передней заслонкой *15* и задней стенкой *5*, тяговой рамы *13* с дышлом *4* и гидросистемы управления ковшом. Ковш имеет прямые или ступенчатые ножи, срезающие слой грунта во время движения машины на участке набора.

Рабочий процесс скрепера состоит из следующих последовательно выполняемых операций: резание грунта и наполнение ковша, транспортирование грунта в ковше к месту укладки, выгрузка и укладка грунта, обратный (холостой) ход машины в забой. Передняя заслонка при наборе приподнята и образует щель, через которую стружка грунта поступает в ковш. Сзади скрепер оборудован буфером для подталкивания толкачом при заполнении, когда тягового усилия тягача оказывается недостаточно. В транспортном положении ковш приподнят, заслонка закрыта. Разгружается скрепер чаще всего принудительно с помощью выдвижной задней стенки ковша, выталкивающей грунт через щель, образованную между заслонкой и ножом. Далее грунт разравнивается (планируется) ножами ковша и частично уплотняется колесами скрепера. При холостом ходе порожний ковш поднят в транспортное положение, а заслонка опущена.



1 – одноосный тягач; 2 – седельно-цепное устройство; 3 – гидроцилиндр поворота; 4 – дышло (арка-хобот); 5 – гидроцилиндр подъема ковша; 6 – ковш; 7 – гидроцилиндры заслонки; 8 – задняя подвижная стенка; 9 – заднее колесо; 10 – буфер для толкача; 11 – гидроцилиндр выдвижения задней стенки; 12 – днище ковша; 13 – тяговая рама; 14 – нож; 15 – передняя заслонка

Рисунок 56. Схема самоходного скрепера

Техническая производительность скрепера (в м³/ч):

$$P_m = \frac{3600VK_n}{T_u K_p},$$

где V – геометрическая вместимость ковша скрепера, м³; T_u – продолжительность цикла, с; K_n – коэффициент наполнения ковша грунтом в зависимости от типа грунта и способа заполнения; K_p – коэффициент разрыхления грунта.

В соответствии со структурой рабочего цикла его продолжительность (в с) представляет собой сумму продолжительности отдельных операций:

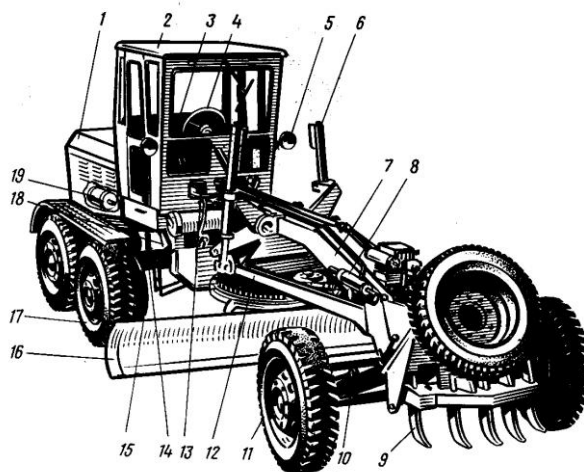
$$T_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5,$$

где t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 – соответственно продолжительность набора грунта в ковш, движения груженого скрепера, разгрузки скрепера, движения порожнего скрепера и дополнительных операций, включающих повороты, переключения передач и другие затраты времени.

3.1.8 Автогрейдеры

Автогрейдер (рисунок 57) – самоходная многофункциональная планировочно-профилировочная машина, основным рабочим органом которой

служит полноповоротный грейдерный отвал с ножами, размещенный между передним и задним мостами пневмоколесного ходового оборудования. С помощью автогрейдеров можно профилировать земляное полотно, возводить насыпи высотой до 0,6 м, планировать откосы, выемки и насыпи, перемещать грунт и дорожно-строительные материалы, устраивать корыта и боковые канавы в дорожном полотне, перемешивать грунт и гравийные материалы с вяжущими материалами и добавками, очищать дороги от снега.



1 – капот; 2 – кабина; 3 – сидение машиниста; 4 – пульт управления; 5 – электросистема; 6, 8 – гидроцилиндры; 7 – основная рама; 9 – дополнительное оборудование; 10 – передняя ось; 11 – управляемые колеса; 12 – тяговая рама; 13 – гидросистема управления отвалом; 14 – задняя тележка; 15 – балансиры; 16 – основной отвал; 17 – ведущие пневмоколеса; 18 – трансмиссия; 19 – двигатель

Рисунок 57. Автогрейдер

Для автогрейдеров характерно разнообразие производимых работ благодаря тому, что отвал может устанавливаться под различным углом в вертикальной и горизонтальной плоскостях и выноситься в сторону, достаточная точность выполнения планировочных и профилировочных работ, возможность установки различного сменного навесного оборудования (до 20 видов), высокая мобильность (транспортная скорость машины достигает 45 км/ч).

Автогрейдеры классифицируют по мощности двигателя и по соответствующему ей весу машины, по количеству осей и типу колесной схемы, по системе управления рабочим органом.

Классификация по мощности и весу приведена в таблице 3. Легкие автогрейдеры предназначены для содержания или мелкого ремонта грунтовых дорог; средние, получившие в настоящее время наибольшее распространение, – для строительства и среднего ремонта дорог, а также для работы в грунтах средних категорий; полутяжелы и тяжелые автогрейдеры предназначены для различных дорожных работ большого объема, для строительства дорог в тяжелых грунтовых условиях, для планирования аэродромов и т.п.

Различают автогрейдеры с двумя и тремя колесными осями.

Конструктивная компоновка автогрейдера характеризуется его колесной схемой, т.е. общим количеством осей, ведущих осей и осей с управляемыми колесами. Колесные схемы условно обозначаются формулой:

$$A \times B \times B,$$

где A – число осей с управляемыми колесами; B – число ведущих осей; B – общее число осей авто грейдера.

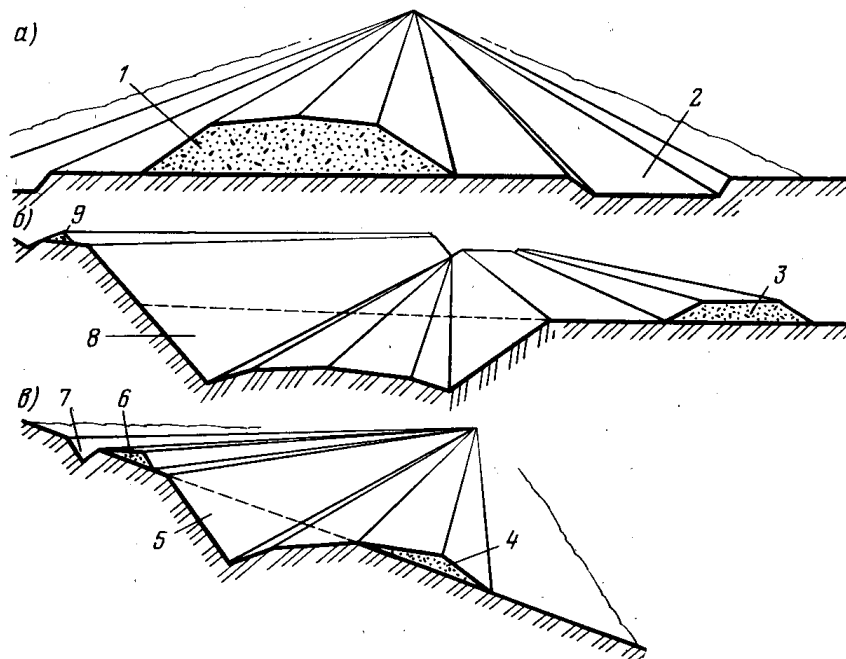
Таблица 3.

Классификация автогрейдеров по мощности и весу

Группы	Вес автогрейдера в т	Мощность двигателя в л.с.
Легкие	7 ... 9	до 75
Средние	10 ... 12	до 110
Полутяжелые	13 ... 18	до 160
Тяжелые	18 ... 24	170 и более

Так, трехосный автогрейдер с двумя задними ведущими осями и передней осью с управляемыми колесами имеет колесную формулу $1 \times 2 \times 3$. Автогрейдеры с такой колесной формулой получили наибольшее распространение (75%), от автогрейдеров, имеющих колесную формулу $2 \times 2 \times 2$, они отличаются более постоянной величиной сцепного веса и силой тяги по сцеплению, лучшей планирующей способностью ножа, лучшей конструктивной развеской по мостам, в связи с чем обеспечивается более устойчивое выдерживание прямолинейного движения. Однако автогрейдеры с колесной схемой $2 \times 2 \times 2$ проще по конструкции и более маневренны, у них меньший радиус поворота, достаточная сила тяги.

Система управления рабочим органом автогрейдера может быть гидравлическая, редукторная, комбинированная (электрогидравлическая, редукторно-гидравлическая, пневмоэлектрическая и др.). Наиболее распространены автогрейдеры с объемным гидроприводом.



а – с насыпью; б – в выемке; в – полувыемка-полунасыпь: 1 – насыпь; 2 – резерв; 3 – кавальеры; 4 – полунасыпь; 5 – полувыемки; 6, 9 – банкеты; 7 – нагорная канава; 8 – выемка

Рисунок 58. Поперечные профили грунтовых дорог

Основной вид работы автогрейдера – профилирование грунтовых дорог с треугольными или трапецидальными кюветами (рисунок 58) в нулевых отметках или в насыпях высотой 0,3...0,4 м, образующихся за счет грунта канав. Профилирование складывается из повторения отдельных циклов рабочих проходов, начальным из которых является зарезание. После каждого прохода – зарезания грунт перемещают одним или несколькими проходами на место укладки. Зарезание является наиболее трудоемким проходом, требующим наибольшего тягового усилия.

Производительность автогрейдера зависит от его основных параметров: размеров ножа, мощности двигателя, тягового усилия на колесах, а также от условий его работы (характера грунта, технологии работ и т.д.).

Производительность автогрейдера выражается в объеме вырезанного и перемещенного грунта за единицу времени, в километрах спрофилированной дороги или в квадратных метрах спланированной площади.

Эксплуатационная производительность автогрейдера ($\text{м}^3/\text{ч}$) при резании и перемещении грунта:

$$П_э = \frac{3600 \cdot B \cdot l \cdot h \cdot k_э}{(t_p + t_n) \cdot n},$$

где B – ширина захвата отвала, м; l – длина участка, м; h – толщина срезаемой стружки, м; $k_э$ – коэффициент использования машины по времени; t_p –

время, затрачиваемое на один проход, с; t_n – то же, на один поворот; n – число проходов по одному участку.

3.1.9 Грейдер-элеватор

Грейдер-элеватор (рисунок 59) разрабатывает (срезает) грунт послойно и отсыпает его в отвал или в транспортные средства.

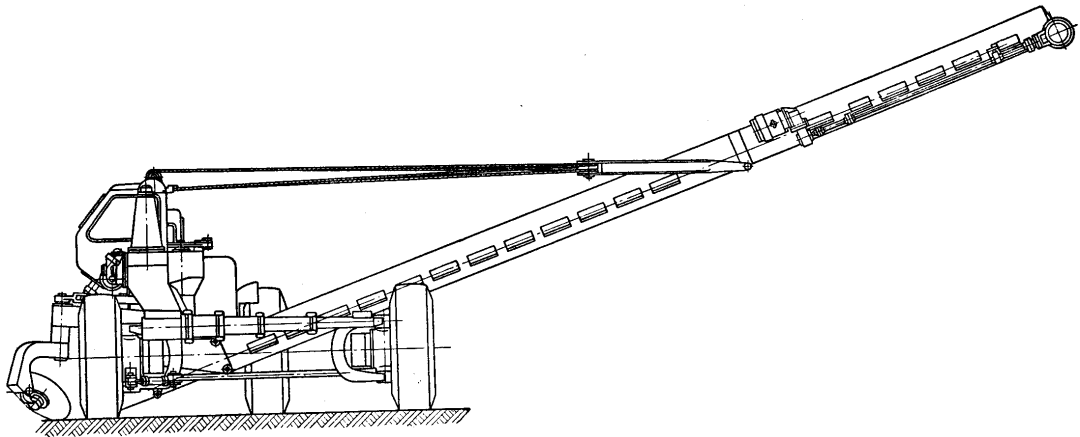
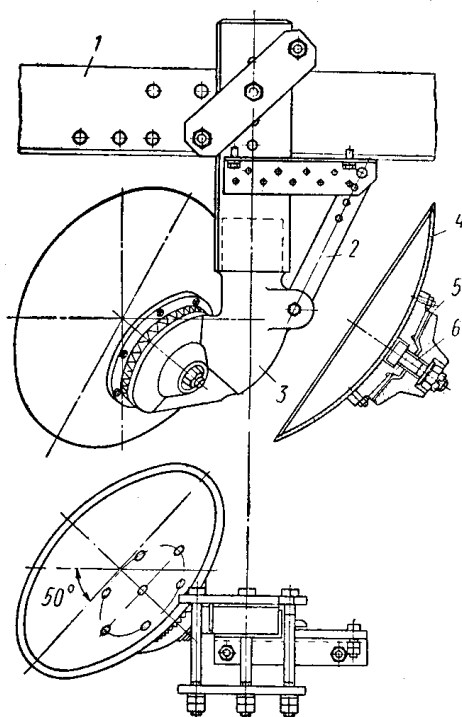


Рисунок 59. Грейдер-элеватор

Принципиальной особенностью этой машины является то, что грунт, отделяемый от массива, попадает на транспортирующее устройство – конвейер, при помощи которого он подается в транспортное средство или в отвал. Это выгодно отличает грейдер-элеваторы от других землеройно-транспортных машин, так как расход энергии на транспортирование грунта конвейером значительно меньше, чем на заполнение грунтом скрепера или бульдозера, где в процессе перемещения грунта значительное количество энергии расходуется на трение грунта о грунт.

Грейдер-элеватор состоит из ходовой части, основной рамы, плужной балки, рабочего органа, ленточного конвейера, трансмиссии, привода конвейера, силовой установки и механизмов управления.

По типу рабочего органа грейдер-элеваторы разделяются на машины с дисковыми ножами, которые могут быть поворотными или неповоротными, с прямыми ножами и с криволинейными (струги). На рисунке 60 приводится конструкция дискового ножа. Диаметры таких ножей составляют от 600 до 1000 мм.



1 – плужная балка; 2 – подкос; 3 – дискодержатель; 4 – режущий диск; 5 – соединительный диск; 6 – центральный болт

Рисунок 60. Дисковый сферический нож грейдер-элеватора

По расположению конвейера грейдер-элеваторы разделяются на машины с поперечным или диагональным расположением конвейера, с одним или двумя поворотными конвейерами и машины с грунтометателем.

В зависимости от ходового оборудования и тягового средства грейдер-элеваторы могут быть прицепные (на пневматическом ходу), полуприцепные к гусеничным тракторам, навесные в виде сменного оборудования к автогрейдерам и самоходные (с собственной ходовой частью с использованием одноосных тягачей).

Грейдер-элеваторы применяются при строительстве дорог, постройке оросительных каналов, возведении дамб, валов, земляных плотин, разработке карьеров в равнинной местности и грунтов без значительных включений. При использовании транспорта с помощью таких машин устраивают высокие насыпи с выемкой грунта из боковых резервов или карьеров, разрабатывают глубокие или широкие выемки.

Наиболее эффективно используют грейдер-элеваторы при разработке связных грунтов. На сыпучих или сырых (с влажностью более 25%) грунтах производительность их невысокая.

Грунты I – III категорий грейдер-элеватор разрабатывает без предварительного рыхления, грунты IV категории должны предварительно разрыхляться. Мерзлые грунты, глубина промерзания которых больше 0,15 м, должны предварительно разрыхляться на всю глубину. При работе в разрыхленном грунте производительность грейдер-элеваторов падает вследствие

ухудшения подачи кусков грунта на конвейер.

Для производительной работы грейдер-элеваторов требуется, чтобы поперечный уклон не превышал 18° .

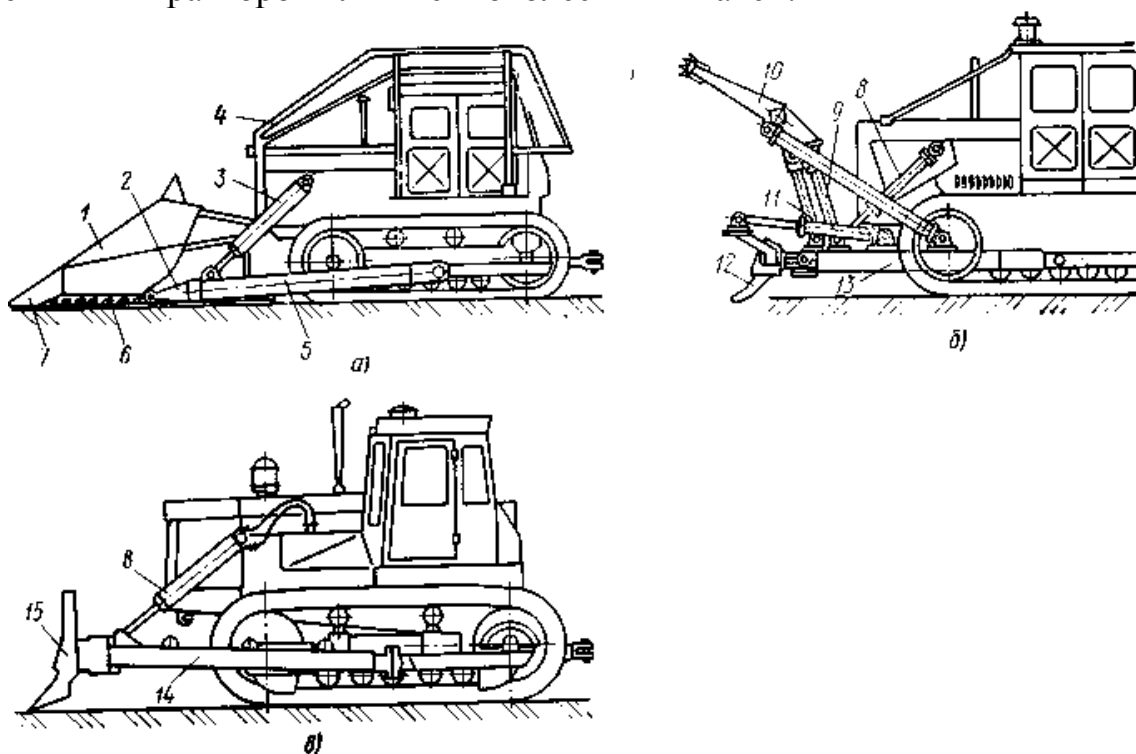
Ввиду отмеченных значительных ограничений применения таких машин, широкого распространения они не получили.

3.1.10 Машины для подготовительных работ

Земляным работам предшествуют подготовительные работы, включающие расчистку территории от леса, кустарника и камней; рыхление грунтов; удаление растительного слоя, снос и перенос строений, перенос подземных коммуникаций. Завершающим этапом подготовительных работ является разбивка земляного сооружения. При выполнении подготовительных работ применяют кусторезы, древовалы, корчеватели, корчеватели-собиратели, рыхлители и другое оборудование.

Кусторезы

Кусторезы служат для расчистки территорий от кустарников и мелколесья при строительстве дорог и аэродромов, прокладке просек, подготовке строительных площадок, а также при проведении мелиоративных работ. Кусторезы представляют собой один из видов навесного сменного оборудования гусеничных тракторов или пневмоколесных тягачей.



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

Рисунок 61. Машины для подготовительных работ

Рабочий орган кустореза (рисунок 61,а) – клинообразный отвал 1, к нижним кромкам которого прикреплены горизонтальные режущие ножи 6. Отвал устанавливают на универсальной подковообразной раме 5, применяемой при агрегатировании тракторов с навесным оборудованием бульдозеров и корчевателей. Для защиты от падающих деревьев и ветвей трактор оснащают 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. Такое крепление отвала к толкающей раме трактора допускает некоторое перемещение отвала в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Отвал опирается на три лыжи, которые ограничивают степень его заглубления.

Величину заглубления и подъема отвала изменяют гидравлическими цилиндрами 3 или канатно-блочным механизмом, включающим канатный полиспаст и лебедку с приводом от вала отбора мощности трактора. Для перевода кустореза в транспортное положение отвал поднимают над опорной поверхностью на 300...400 мм.

Производительность кустореза (площадь, расчищенная от деревьев и кустарников, в м²/ч):

$$П = \frac{3600 \cdot B \cdot \mathcal{G}_p}{n},$$

где B – ширина захвата, м; \mathcal{G}_p – средняя рабочая скорость движения кустореза с учетом потери времени на остановки при поворотах и на снижение скорости при буксовании, м/с; n – число проходов по одному месту.

В зависимости от мощности базовой машины и конструкции навесного оборудования кусторезы могут срезать кустарники и деревья диаметром до 20...30 см. Ширина захвата обычно составляет 3,6 м, а производительность 0,5... 0,8 Га/ч.

Древовалы

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

Различают древовалы, смонтированные на тракторах (рисунок 61,б) и позволяющие совмещать операции валки и корчевания леса, и древовалы с дисковой пилой на базе одноковшового экскаватора или трактора.

Корчеватели и корчеватели-собиратели

Корчеватели являются сменным навесным оборудованием гусеничных тракторов или пневмоколесных тягачей. Корчеватели служат для корчевки пней, расчистки земельных участков от корней и крупных камней, уборки лесных участков от сваленных деревьев и кустарника после прохода кустореза. В ряде случаев корчеватели на мощных тракторах используют как рыхлители для рыхления плотных грунтов перед разработкой их скреперами и бульдозерами. 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 и камней и др.

Корчеватель (см. рисунок 61,в) 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. В отдельных конструкциях каждый из зубьев имеет независимый шарнирный поворот относительно отвала. Эти дополнительные операции производят специально установленные гидроцилиндры.

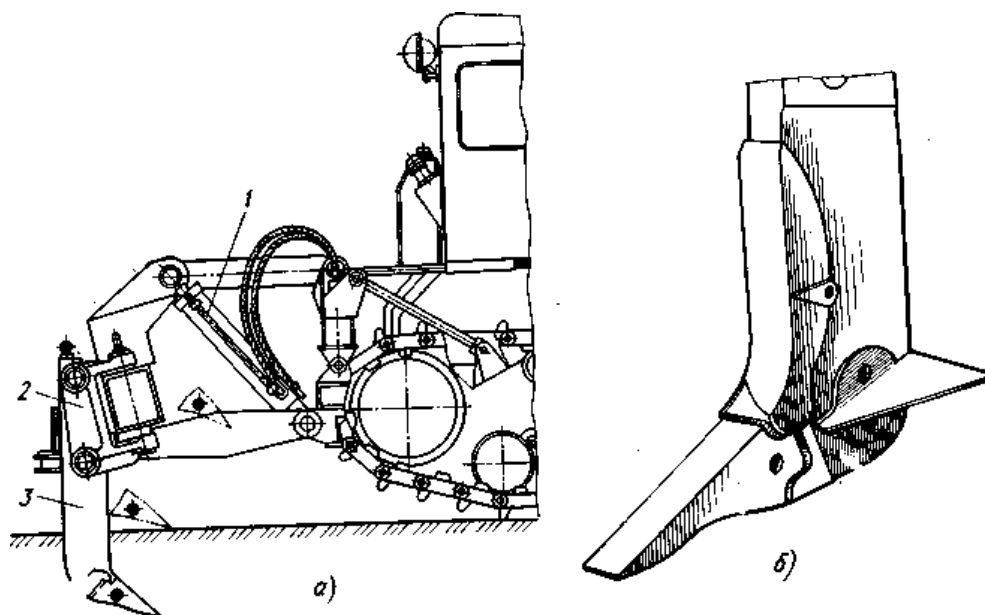
Корчеватель-собиратель имеет прямоугольную корчующую решетчатую раму, обеспечивающую перемещение выкорчеванных пней и кустов.

Ширина захвата корчевателей составляет 0,43...2,09 м, а корчевателей-собирателей 2,7...3,55 м. Наибольшее заглубление зубьев 0,4...0,5 м. В зависимости от тягового усилия базовой машины за 1 ч работы корчеватели выкорчевывают 45...60 пней диаметром до 0,3...0,5 м. На сборе срезанного кустарника, выкорчеванных пней и на удалении остатков корней сменная производительность корчевателей-собирателей составляет 1,6...3,5 Га.

Рыхлители

Рыхлители (рисунок 62) предназначены для рыхления мерзлых грунтов, трещиноватых горных пород, плотных глин, цементированного гравия, песчаника, слежавшегося строительного мусора и др. Рабочее рыхлительное оборудование может быть выполнено по трех- и четырехзвенным схемам. Оно может быть закреплено на корпусе заднего моста базовой машины или на рамах гусеничных тележек. Рыхлители могут иметь постоянный и регулируемый угол рыхления наконечника зуба. Одним из прогрессивных направлений является создание четырехзвенных рыхлителей с изменяемым углом

рыхления. Рыхлительное оборудование устанавливают на гусеничных тракторах, скреперах, автогрейдерах и погрузчиках.



а – общий вид; б – рыхлительный зуб с открывками; 1 – гидроцилиндр подъема; 2 – поворотный кронштейн; 3 – зуб

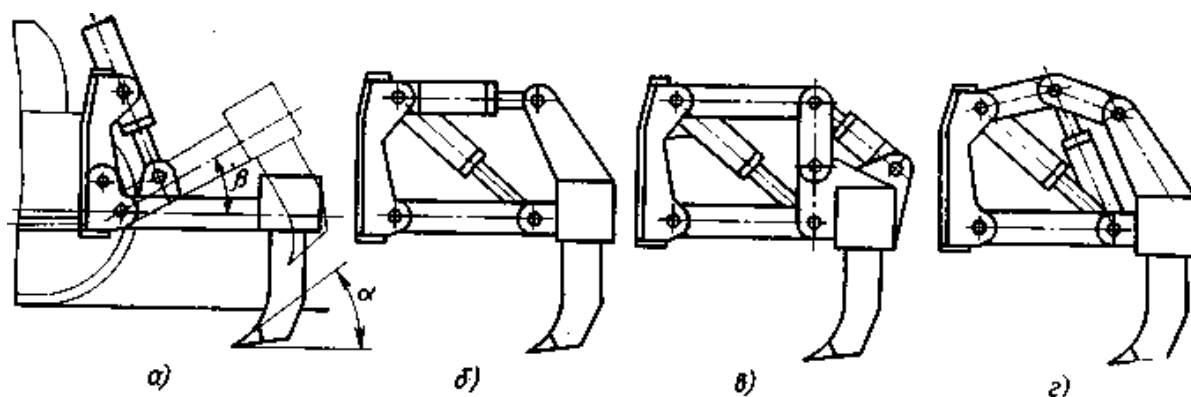
Рисунок 62. Рыхлитель с зубьями в поворотных кронштейнах

Зуб рыхлителя состоит из стойки, наконечника и элементов крепления. Стойка зуба может быть прямой, полуизогнутой и изогнутой. Зубья с прямыми стойками могут хорошо работать на различных горных породах. Зубья с полуизогнутыми и изогнутыми стойками чаще используют на скальных породах пластинчатого строения и на слабых горных породах. При глубине рыхления более 800 мм применяют только прямые стойки. Наконечники зубьев выполняют сменными.

Зубья рыхлителя можно устанавливать на поперечной балке рамы и в поворотных в наклонной плоскости кронштейнах. Крепление зубьев в поворотных кронштейнах позволяет зубьям отклоняться относительно продольной оси рыхлителя в каждую сторону на угол $10...20^\circ$ (см. рисунок 62,а). Шарнирное крепление зубьев обеспечивает прямолинейность движения рыхлителя при работе и уменьшает боковые нагрузки на зубья.

Для рыхления горных пород пластинчатого строения применяют зубья с открывками (см. рисунок 62,б).

Шаг зубьев может измениться при применении рыхлителя с откидными зубьями или рыхлителей, на которых зубья закрепляют в хомутах, переставляемых вдоль поперечной балки рамы. Применение четырехзвенной параллелограммной подвески (рисунок 63) позволяет сохранить заданный угол рыхления при изменении заглубления зубьев.



а – с трехзвенной подвеской; б, в, г – варианты параллелограммной подвески с изменением гидроцилиндром угла α рыхления

Рисунок 63. Конструктивные схемы рыхлительного оборудования

Для управления рыхлителями используют стандартные гидравлические системы бульдозеров. При навешивании рыхлительного оборудования на бульдозер, погрузчик, скрепер или автогрейдер, в существующие гидросистемы встраивают переходный кран, позволяющий поочередно управлять рыхлителем или основным оборудованием.

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

$$\Pi = \frac{1000 \cdot \mathcal{G}_p \cdot b \cdot h_p}{k_1 \cdot m},$$

где \mathcal{G}_p – расчетная скорость движения рыхлителя, км/ч; b – расстояние между резами, м; h_p – расчетная глубина рыхления, м; k_1 – коэффициент, характеризующий число проходов одного направления; m – число проходов по одному и тому же резу.

Производительность рыхлителя, рассчитанная по сечению реза (без учета возможности разработки горной породы между резами другими машинами) (в $\text{м}^3/\text{ч}$):

$$\Pi' = 1000 \cdot \mathcal{G}_p \cdot F,$$

где F – площадь поперечного сечения резов при одном проходе, м^2 .

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

Вопросы для самопроверки:

1. Перечислите виды земляных сооружений и охарактеризуйте их. Как они образуются? Приведите примеры временных земляных сооружений. Чем

они отличаются от сооружений длительного пользования?

2. Перечислите способы разработки грунтов и охарактеризуйте их. Что такое резание грунта? В чем различие статического и динамического разрушения грунтов? Какой из этих способов реализуется в рабочих процессах землеройных и землеройно-транспортных машин?

3. Из каких операций состоит рабочий цикл землеройной машины? Охарактеризуйте эти операции. С помощью каких рабочих органов они выполняются?

4. Приведите основные свойства грунтов. Какими показателями их оценивают?

5. Приведите основные положения классификации грунтов по Зеленину. Как устроен плотномер конструкции ДорНИИ и как с его помощью определяют плотность грунта?

6. Перечислите основные виды рабочих органов землеройных машин. Как они устроены? Назовите основные элементы режущего инструмента землеройного рабочего органа. Обоснуйте большую разрушающую способность ковшей с зубьями по сравнению с ковшами без зубьев.

7. Какими способами повышают износостойкость режущих инструментов? Что такое самозатачивание, какова его природа?

8. Как изменяются во времени сопротивления различных грунтов отделению от массива?

9. Что такое копание грунта, чем оно отличается от резания? Охарактеризуйте силовое взаимодействие землеройного рабочего органа с грунтом. Как определяют составляющие сопротивления грунта копанию резанию (метод Домбровского – Горячкина)? Каков физический смысл удельного сопротивления грунта копанию?

10. Приведите общую классификацию машин и оборудования для разработки грунтов.

11. Для чего предназначены землеройно-транспортные машины? Какими рабочими органами они оборудованы? Каковы особенности рабочих процессов землеройно-транспортных машин?

12. Для чего предназначены скреперы? Из каких операций состоит их рабочий цикл? Какова дальность транспортировки грунта этими машинами? Назовите главный параметр скрепера. Приведите классификацию этих машин.

13. Как устроен и как работает самоходный скрепер? Перечислите способы разгрузки скреперных ковшей. Какими способами разрабатывают грунт скреперами? Охарактеризуйте способы эффективной загрузки ковшей. Какие уклоны могут преодолевать скреперы в режиме транспортировки грунта?

14. Как определяют техническую и эксплуатационную производительность скрепера?

15. Для чего предназначены бульдозеры? Какие виды работ они могут выполнять? Приведите классификацию бульдозеров.

16. Как устроен и как работает бульдозер с неповоротным в плане от-

валом? Какими способами разрабатывают грунт бульдозером? Для чего в качестве одного из рабочих органов бульдозера-рыхлителя используют рыхлительное оборудование? Какими сменными рабочими органами оборудуют бульдозеры?

17. Какими мерами снижают потери грунта при его транспортировании бульдозерами?

18. Как определяют техническую производительность бульдозеров, постоянно разрабатывающих грунт?

19. Как устроен и как работает бульдозер с поворотным в плане отвалом? Как определяют техническую производительность бульдозера, занятого на планировке земляных поверхностей? При каких условиях челночная схема работы бульдозера производительней работы с разворотами на концах захватки?

20. Для чего предназначены автогрейдеры? Какие виды работ они могут выполнять? Приведите классификацию автогрейдеров. Какова структура колесной формулы этих машин? Автогрейдеры с какой колесной формулой наиболее всего распространены в строительстве?

21. Как устроен и как работает автогрейдер? Охарактеризуйте возможные установочные положения отвала автогрейдера. Для чего передние колеса имеют возможность наклоняться в вертикальной плоскости? Чем обеспечивается опирание всех колес машины на поверхность передвижения? Каким образом обеспечиваются лучшие планировочные качества автогрейдеров по сравнению с бульдозерами, работающими в режиме планировки земляных поверхностей? Назовите технологические схемы движения автогрейдеров. При каких условиях они реализуются?

22. Перечислите виды подготовительных работ. Какие машины используют для их выполнения?

23. Для чего предназначены, как устроены и как работают кусторезы? Как определяют их производительность?

24. Для чего предназначены, как устроены и как работают корчеватели-собиратели? Как определяют их производительность?

25. Какие машины и оборудование применяют для предварительного разрушения (разрыхления) мерзлых грунтов?

26. Для чего предназначены рыхлители? Чем отличаются основные рыхлители от вспомогательных? Как устроены и как работают основные рыхлители? В каких случаях выгоднее использовать однозубые рыхлители? Какими другими мерами можно повысить эффективность работы рыхлителей? Как определяют техническую производительность рыхлителей?

3.2 Одноковшовые экскаваторы

3.2.1 Общие сведения об одноковшовых экскаваторах

Экскаваторы – это самоходные землеройные машины с ковшовым ра-

бочим оборудованием. Они предназначены 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.

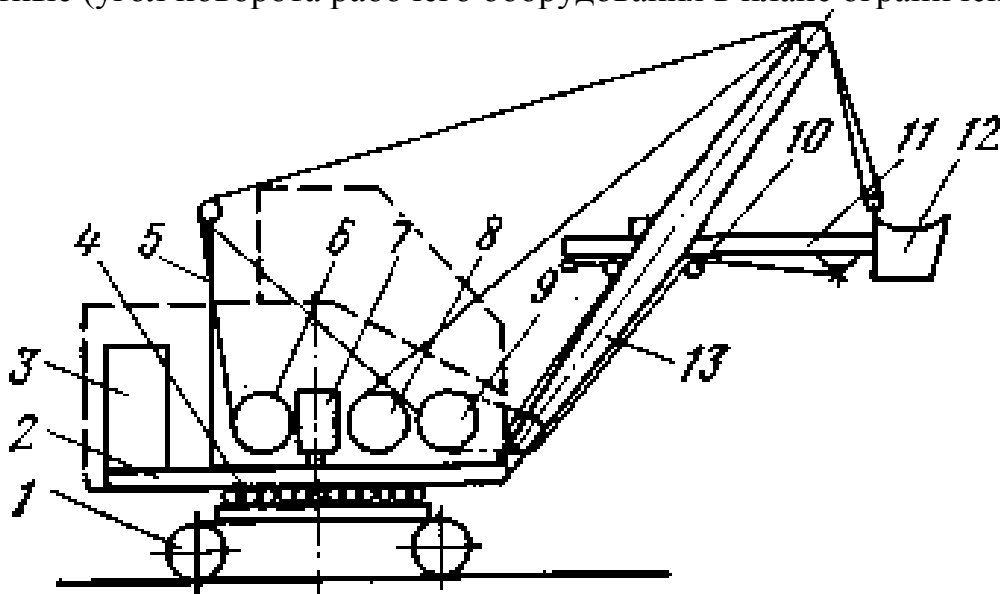
Рабочее оборудование экскаватора (рисунок 64) состоит из ковша, рукояти и стрелы. Смонтировано оно вместе с силовой установкой, приводными механизмами и кабиной машиниста на поворотной платформе, которая с помощью опорно-поворотного устройства опирается на ходовую часть.

Экскаватор имеет следующие механизмы: подъема ковша, напорный для выдвижения рукояти с ковшом относительно стрелы, стрелоподъемный для изменения наклона стрелы, поворотный для поворота рабочего оборудования вместе с платформой и механизм передвижения.

3.2.2 Классификация одноковшовых экскаваторов

Одноковшовые экскаваторы классифицируются по следующим признакам:

- по типу ходового устройства – на гусеничные с нормальной и увеличенной опорной поверхностью гусениц, пневмоколесные, на специальном шасси автомобильного типа, на шасси грузового автомобиля или трактора;
- по типу привода – с одномоторным (механическим и гидромеханическим) и многомоторным (гидравлическим и электрическим) приводом;
- по исполнению опорно-поворотного устройства – на полноповоротные (угол поворота рабочего оборудования в плане не ограничен) и неполноповоротные (угол поворота рабочего оборудования в плане ограничен 270°);



1 – ходовая часть; 2 – поворотная платформа; 3 – силовая установка; 4 – опорно-поворотное устройство; 5 – двуногая стойка; 6 – механизм подъема стрелы; 7 – поворотный механизм; 8 – механизм подъема ковша; 9 – напорный механизм; 10 – канатный напор; 11 – рукоять; 12 – ковш; 13 – стрела

Рисунок 64 . Одноковшовый экскаватор с механическим приводом

- по способу подвески рабочего оборудования – с гибкой подвеской на канатных полиспадах и с жесткой подвеской с помощью гидроцилиндров;
- по виду исполнения рабочего оборудования – с шарнирно-рычажным и телескопическим рабочим оборудованием.

Кроме перечисленных признаков одноковшовые экскаваторы бывают универсальные, полууниверсальные и специальные (карьерные, вскрышные, тоннельные и др.). Универсальными условно называют экскаваторы, работающие со сменным рабочим оборудованием более трех видов, полууниверсальными – двух-трех видов, специальными – работающие с оборудованием одного вида. В дорожном строительстве наибольшее применение находят универсальные одноковшовые экскаваторы на гусеничном ходу с ковшем вместимостью 0,65 ... 2,5 м³.

Главный параметр одноковшовых экскаваторов – эксплуатационная масса в тоннах.

3.2.3 Индексация одноковшовых экскаваторов

Действующая система индексации предусматривает следующую структуру индекса (рисунок 65), дающего более полную характеристику эксплуатационных возможностей машины.

Буквы ЭО означают – экскаватор одноковшовый универсальный. Четыре основные цифры индекса последовательно означают: размерную группу машины, тип ходового устройства, конструктивное исполнение рабочего оборудования (вид подвески) и порядковый номер данной модели.

Восемь размерных групп экскаваторов обозначаются цифрами с 1 по 8. Размер экскаватора характеризуют масса машины (таблица 4) и мощность основного двигателя, а также геометрическая вместимость основного ковша. В настоящее время серийно выпускаются экскаваторы 1...6-й размерных групп. В стандартах на экскаваторы для каждой размерной группы обычно приводятся несколько вместимостей ковшей – основного и сменных повышенной вместимости, для последних предусмотрены меньшие линейные параметры и более слабые грунты, чем при работе с основным ковшом. Вместимость основных ковшей экскаваторов составляет: для 1-й размерной группы – 0,1...0,2 м³; для 2-й – 0,25...0,28 м³; 3-й – 0,40...0,65 м³; 4-й – 0,65...1,00 м³; 5-й – 1,00...1,60 м³; 6-й – 1,60...2,50 м³; 7-й – 2,50...4,00 м³.



Рисунок 65. Структура индексов одноковшовых универсальных экскаваторов

Таблица 4.

Размерные группы универсальных одноковшовых экскаваторов

Группа	Масса экскаватора, т	
	свыше	до
1	–	6,3
2	6,3	10
3	10	18
4	18	32
5	32	50
6	50	71

Тип ходового устройства указывается цифрами с 1 по 9: 1 – гусеничное (Г); 2 – гусеничное уширенное (ГУ); 3 – пневмокошесное (П); 4 – специальное шасси автомобильного типа (СШ); 5 – шасси грузового автомо-

бия (А); 6 – шасси серийного трактора (Тр); 7 — прицепное ходовое устройство (Пр); 8, 9 – резерв.

Конструктивное исполнение рабочего оборудования указывается цифрами: 1 (с гибкой подвеской), 2 (с жесткой подвеской), 3 (телескопическое).

Последняя цифра индекса означает порядковый номер модели экскаватора.

Первая из дополнительных букв после цифрового индекса (А, Б, В и т.д.) означает порядковую модернизацию данной машины, последующие – вид специального климатического исполнения (С или ХЛ – северное, Т – тропическое, ТВ — для работы на влажных тропиках).

Например, индекс ЭО-5123ХЛ расшифровывается так: экскаватор одноковшовый универсальный, 5-й размерной группы, на гусеничном ходовом устройстве, с жесткой подвеской рабочего оборудования, третья модель в северном исполнении. Экскаватор оборудуется основным ковшом вместимостью $1,0 \text{ м}^3$, соответствующим 5-й размерной группе, и сменными вместимостью $1,25$ и $1,6 \text{ м}^3$.

3.2.4 Основные виды рабочего оборудования

В зависимости от вида выполняемых работ экскаваторы могут иметь следующее рабочее оборудование: прямую лопату (рисунок 66,а), обратную лопату (рисунок 66,б), драглайн (рисунок 67,а), грейфер (рисунок 67,б), кран (рисунок 67,з). Реже используют копер (рисунок 67,в), корчеватель, клин-молот, струг и др.

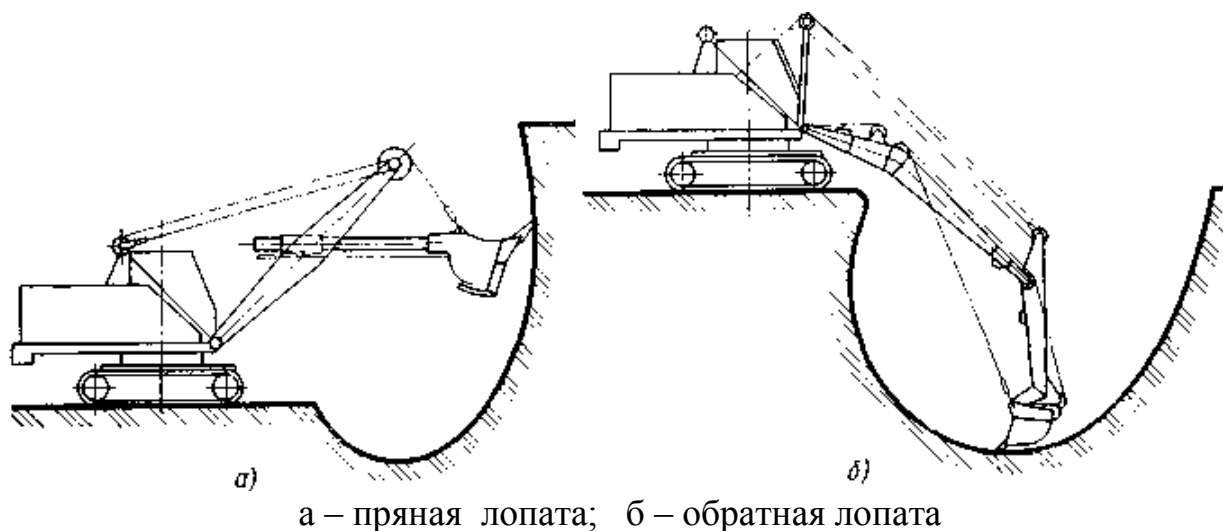
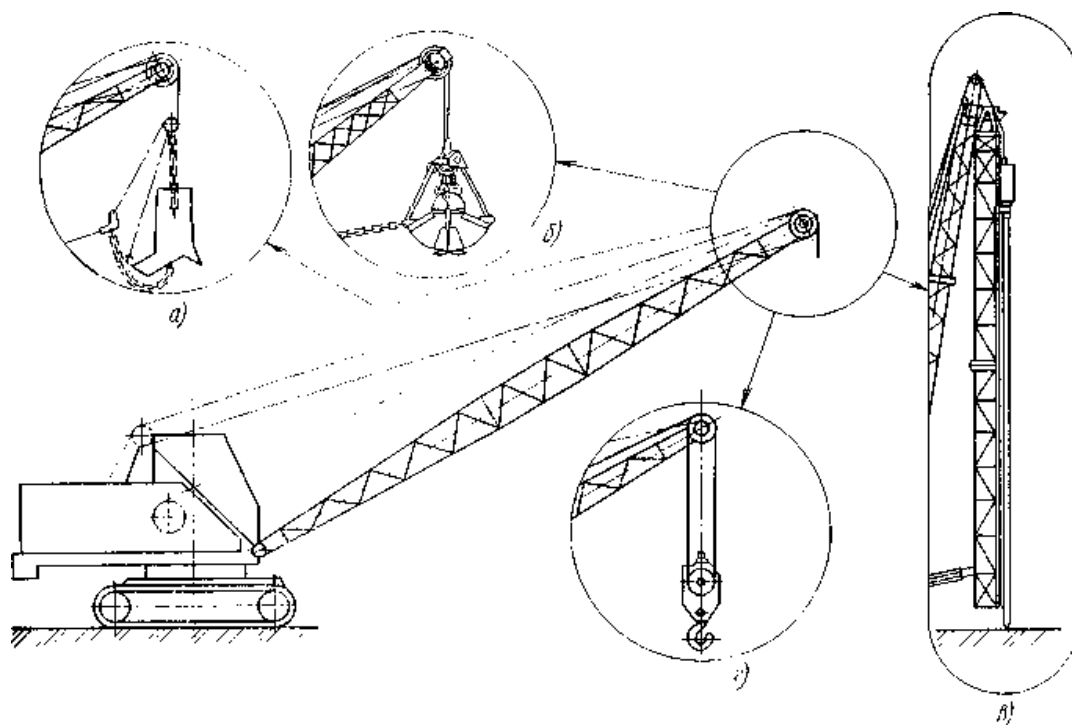


Рисунок 66. Одноковшовые экскаваторы с механическим приводом и рабочим оборудованием

Основными видами рабочего оборудования механических экскаваторов с канатным управлением являются прямая лопата и драглайн. Типоразмер этих экскаваторов определяют по вместимости основного ковша прямой ло-

паты. На гидравлических экскаваторах наиболее часто используют обратную лопату, прямую лопату и грейфер.

Экскаватор с **оборудованием прямой лопаты** (см. рисунок 66,а) 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: копания грунта (выдвижение и подъем рукояти с ковшем); поворота на разгрузку (поворот платформы со всем рабочим оборудованием); разгрузки (открыванием днища ковша или поворотом ковша относительно рукояти); поворота в забой; втягивания рукояти и опускания ковша на подошву забоя. Экскаваторы с канатным управлением при вместимости ковша до $0,4 \text{ м}^3$ не имеют напорного механизма, напорное движение рукоять получает при одновременном подъеме ковша и опускании стрелы.



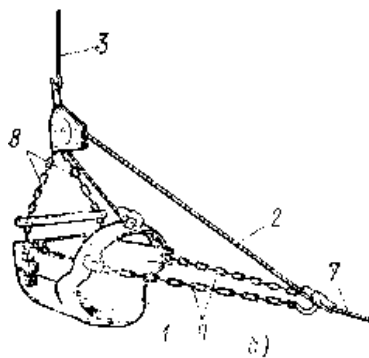
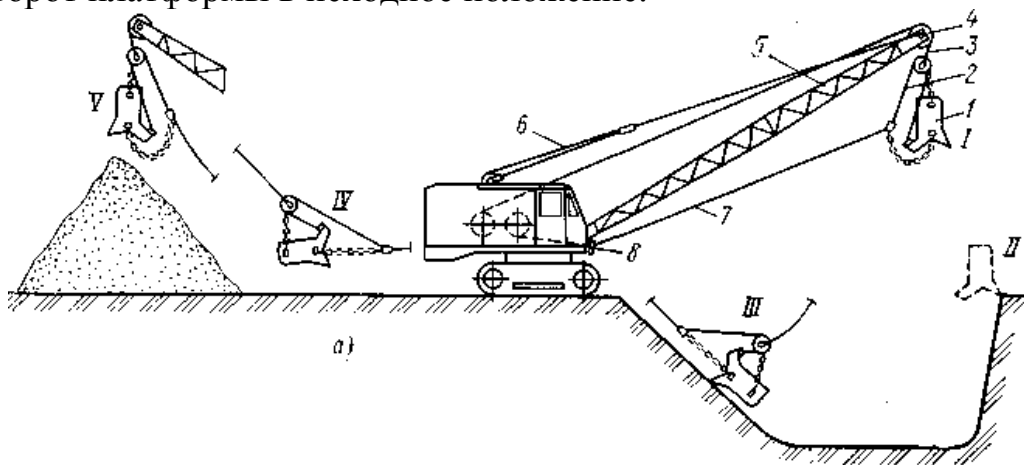
а – драглайн; б – грейфер; в – копер; г – кран

Рисунок 67. Сменное рабочее оборудование универсального одноковшового экскаватора с механическим приводом

Экскаватор с **оборудованием обратной лопаты** (см. рисунок 66,б) 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 ковшем. Напорный механизм отсутствует. При разгрузке рукоять с ковшем выбрасывается вперед.

Отличительной особенностью экскаваторов с **оборудованием драглайнов** (рисунок 68) является наличие удлиненной решетчатой стрелы и гибкой канатной подвески ковша. Копание грунта ковшом драглайна и наполнение его грунтом осуществляется подтягиванием ковша к экскаватору при расположении самой машины выше выемки. По сравнению с прямой и обратной лопатами драглайн имеет большие 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 применяют для извлечения грунта со дна водоемов, сооружения высоких насыпей из боковых резервов, на вскрышных работах и т.д.

Рабочий цикл экскаватора-драглайна включает следующие операции: подъем ковша *1* подъемным канатом *3* к голове стрелы *5* при слегка натянутом тяговом канате *7* (положение *I*); забрасывание ковша в забой с отпусканием тягового, а затем подъемного канатов (положение *II*) (возможно забрасывание ковша одновременно с разворотом поворотной платформы со стрелой); копание грунта подтягиванием ковша тяговым канатом (положение *III*); подъем ковша канатом *3* с одновременным натяжением и притормаживанием тягового каната *7* (положение *IV*), одновременно с подъемом ковша происходит поворот платформы на разгрузку; разгрузка ковша, опрокидывающегося при отпущенном тяговом канате на натянутом подъемном канате (положение *V*), поворот платформы в исходное положение.



а – общий вид и принцип работы; б – подвеска ковша; I – ковш в верхнем положении; II – в исходном положении перед заполнением; III – в процессе заполнения; IV – перед разгрузкой; V – во время разгрузки; 1 – ковш; 2 –

разгрузочный канат; 3 – подъемный канат; 4 – головные блоки; 5 – стрела; 6 – канатная система подъема стрелы; 7 – тяговый канат; 8 – подъемные цепи; 9 – тяговые цепи

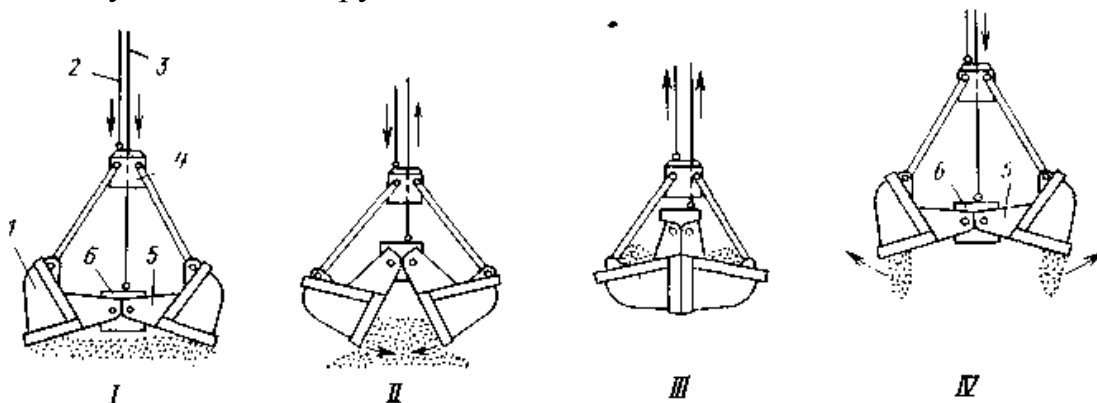
Рисунок 68. Экскаватор с оборудованием драглайна

Грейферное оборудование (см. рисунок 67,б) применяют при погрузке и разгрузке сыпучих и мелкокусковых материалов, для рытья колодцев и узких котлованов в легких грунтах. Допускается разработка грунтов под водой. Грейферное оборудование включает удлиненную решетчатую стрелу, грейферный ковш, подъемный и замыкающий канаты с блоками. Ковш состоит из двух челюстей, шарнирно соединенных между собой. Копание грунта происходит в результате смыкания челюстей ковша. Принцип действия грейферного ковша приведен на рисунке 69.

Крановое оборудование (см. рисунок 67,г) монтируют на экскаваторах с ковшом вместимостью до 8 м³. Предназначено оно для выполнения погрузочно-разгрузочных и строительно-монтажных работ. В качестве стрелового оборудования используют обычные и удлиненные стрелы со вставками и надставками (гуськами).

Навесное копровое оборудование (см. рисунок 67,в) является узкоспециальным, используют его для забивки свай при сооружении путепроводов и эстакад, в промышленном и гражданском строительстве. Копровую мачту вместе со свайей и дизель-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.

В случаях, когда есть возможность на строительной площадке использовать одну машину для выполнения последовательно земляных, свайных и монтажных работ и когда сваи забиваются кустами с одной стоянки экскаватора, сменное копровое оборудование имеет преимущества по сравнению с копрами и установками других типов.



I – исходное положение перед заполнением; II – заполнение; III – подъем; IV – разгрузка; 1 – челюсть; 2 – подъемный канат; 3 – замыкающий канат; 4

– верхняя головка; 5 – тяга; 6 – нижняя головка

Рисунок 69. Схема работы двухканатного грейферного ковша

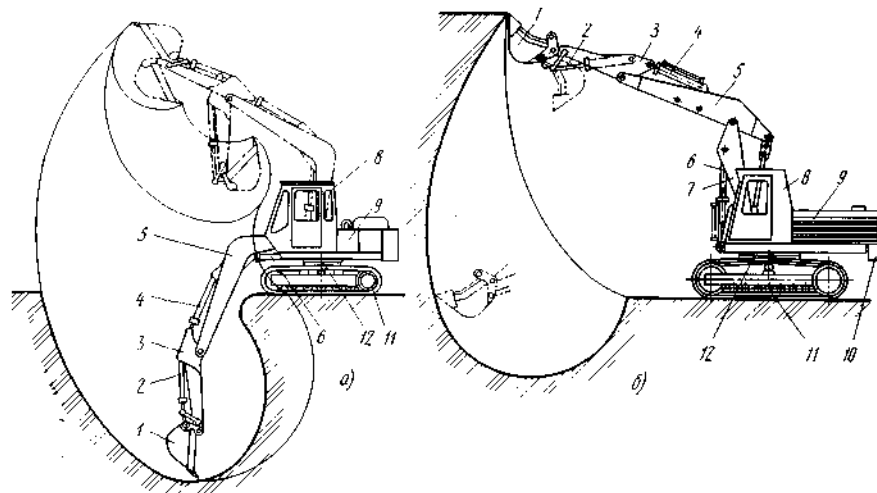
3.2.5 Одноковшовые экскаваторы с гидравлическим приводом

У гидравлических экскаваторов – 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 используют многопоточные гидросистемы с несколькими насосами, позволяющие совмещать отдельные движения рабочего оборудования. Примерно 80% всех строительных универсальных экскаваторов имеют гидравлический привод, и производство гидравлических экскаваторов быстро развивается. Выпускаемые в СНГ гидравлические экскаваторы имеют вместимость ковша (обратной лопаты) 0,25; 0,5; 0,65; 1,0; 1,25; 1,6 и 2,5 м³.

Гидравлический привод позволяет: рационально скомпоновать узлы и агрегаты, упростив кинематику трансмиссии и рабочего оборудования; расширить номенклатуру сменных рабочих органов; полнее использовать мощность силовой установки; рационально совмещать рабочие операции, сокращая общую продолжительность цикла. Такой привод обеспечивает плавное регулирование рабочих скоростей и точную ориентацию рабочего органа; уменьшает утомляемость машиниста. У гидравлических экскаваторов большее усилие на зубьях ковша и лучшее наполнение ковша. Благодаря этим преимуществам производительность гидравлических экскаваторов на 15...30% выше, чем у экскаваторов с механическим приводом.

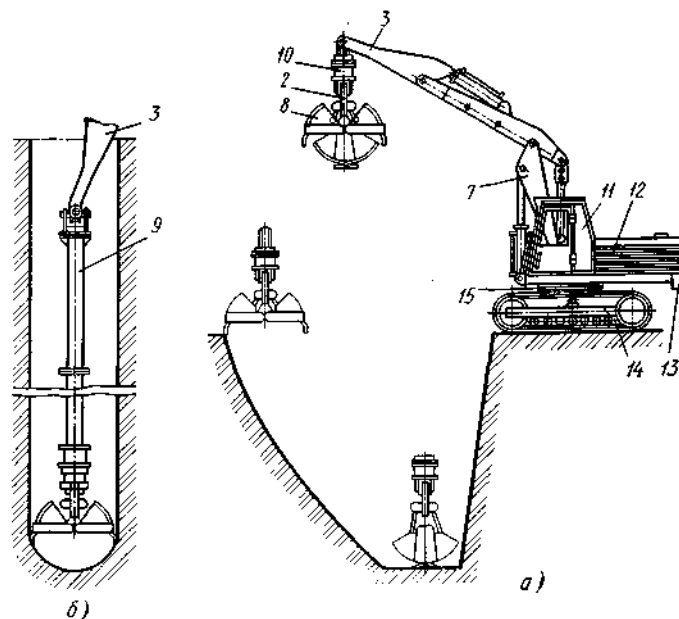
Рабочее оборудование обратной лопаты (рисунок 70,*а*), прямой лопаты (рисунок 70,*б*) и грейфера (рисунок 71) полноповоротных гидравлических экскаваторов выполнено по жесткой шарнирно-рычажной схеме подвески с гидроцилиндрами в качестве жестких связей.

Обратная лопата (см. рисунок 70,*а*) является основным видом рабочего оборудования гидравлических экскаваторов 2...4 размерных групп ($q = 0,25...1,0$ м³). Оборудование обратной лопаты содержит ковш 1 с зубьями, рукоять 3, стрелу 5 и гидроцилиндры 2, 4 и 6 соответственно поворота ковша, подъема стрелы и поворота рукояти. Обратная лопата копает грунт в выемках как поворотом ковша относительно рукояти, а рукояти относительно стрелы, так и подъемом и опусканием стрелы. Разгружается ковш поворотом относительно рукояти с помощью гидроцилиндра 2.



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

Рисунок 70. Полноповоротные гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием



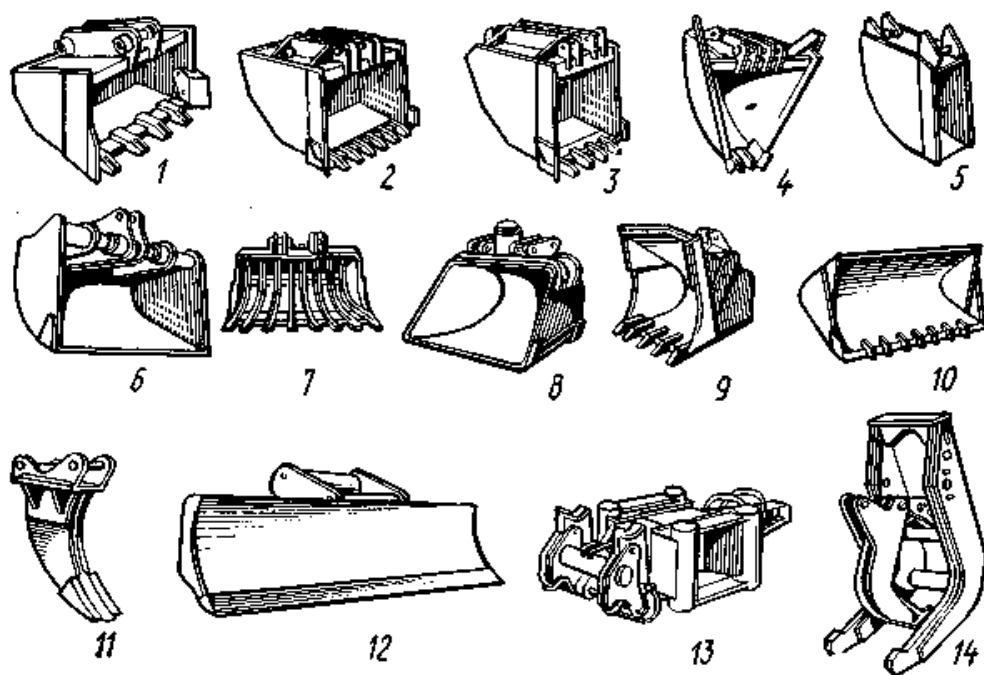
а – общий вид; б – схема установки грейферного ковша на удлиняющей штанге; 2 – гидроцилиндр челюстей ковша грейфера; 3 – рукоять; 7 – дополнительная нижняя часть стрелы; 8 – челюсти грейфера; 9 – удлиняющая промежуточная вставка (штанга); 10 – механизм поворота ковша; 11 – кабина; 12 – силовая установка; 13 – противовес; 14 – ходовая часть; 15 – опорно-поворотный круг

Рисунок 71. Полноповоротный гидравлический экскаватор с грейферным рабочим оборудованием

Прямая лопата состоит из тех же элементов рабочего оборудования, что и обратная лопата, но отличается другим ковшом и положением его установки на рукояти. Ковш разгружается при открывании его днища, как у механического экскаватора, или поворотом относительно рукояти (см. рисунок 70,б). Прямая лопата копает грунт выше уровня стоянки, но если у механического экскаватора с прямой лопатой стрела во время рабочего цикла неподвижна, то у гидравлического – поднимается и опускается. Напорное движение при копании создается движениями рукояти, стрелы и ковша (если ковш поворотный). Эти движения могут совмещаться.

Гидравлические грейферы (см. рисунок 71) шарнирно подвешены к рукояти экскаватора вместо ковша. Челюсти 8 грейфера при зачерпывании материала смыкаются принудительно под действием гидроцилиндра 2. Напор на грунт можно создать опусканием стрелы, а в необходимых случаях и весом машины. Это дает возможность разрабатывать плотные грунты независимо от веса грейферного оборудования. Для копания глубоких колодцев, траншей и котлованов (до 20...30 м) используют удлиняющие промежуточные вставки 9 (см. рисунок 71,б). Для рытья траншей глубиной до 30 м при строительстве сооружений методом «стена в грунте» грейферное оборудование закрепляют на телескопической напорной штанге.

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 рисунке 72.



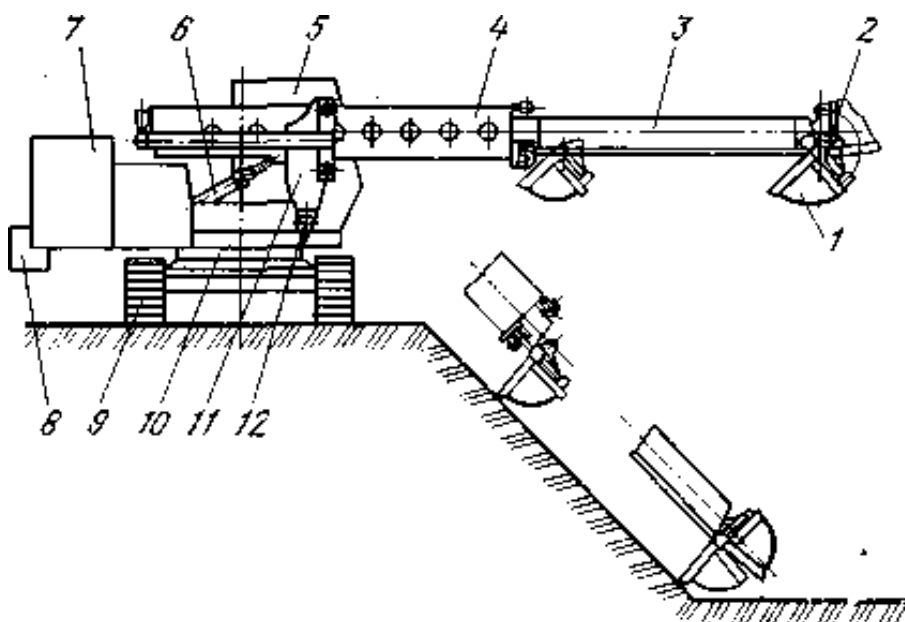
1, 2, 3 – основные ковши обратных лопат; 4 – ковш для дренажных работ; 5

– 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

Рисунок 72. Сменные рабочие органы одноковшовых гидравлических экскаваторов

3.2.6. Экскаваторы-планировщики

Широко распространены экскаваторы-планировщики с телескопической стрелой, изменяющей свою длину с помощью гидроцилиндра (рисунок 73). Рабочее оборудование этих экскаваторов совершает следующие движения: поворот ковша 1 в вертикальной плоскости гидроцилиндром 2; удлинение и втягивание выдвигной части стрелы 3 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.



1 – ковш; 2 – гидроцилиндр ковша; 3 – выдвигная часть стрелы; 4 – стрела; 5 – кабина; 6 – гидроцилиндр наклона стрелы; 7 – силовая установка; 8 – притивовес; 9 – ходовое оборудование; 10 – опорно-поворотный круг; 11 – обойма наклона и вращения стрелы; 12 – шарнир наклона обоймы

Рисунок 73. Экскаватор-планировщик

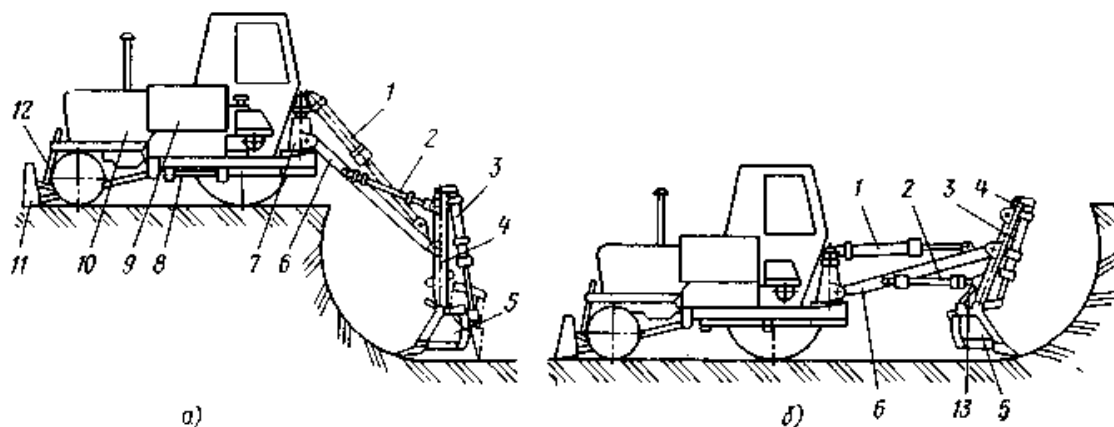
Возможность плавного движения рабочего органа по прямым траекториям (горизонтальным и наклонным) позволяет использовать экскаваторы-планировщики на планировании откосов насыпей, выемок и горизонтальных поверхностей, на зачистке дна траншей и котлованов. Кроме того, их приме-

няют при разработке траншей и небольших котлованов в стесненных условиях, для обратной засыпки, на погрузочно-разгрузочных работах. Экскаваторы-планировщики 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.

3.2.7 Неполноповоротные гидравлические экскаваторы

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 ковшем вместимостью 0,25 м³ на базе колесного трактора мощностью 40 кВт (рисунок 74). Этот экскаватор в настоящее время является одной из наиболее массовых землеройных машин. Его рабочее оборудование навешено на поворотной колонке 7, установленной на усиленной раме колесного трактора. Колонка поворачивается относительно вертикальной оси двумя гидроцилиндрами 8. Кроме экскаваторной машина имеет также бульдозерное оборудование 11, расположенное спереди трактора и служащее одновременно противовесом. Для устойчивости экскаватора при работе предусмотрены две выносные опоры с приводом от гидроцилиндров (на рисунке они не показаны).



а – с обратной лопатой; б – с прямой лопатой; 1 – гидроцилиндр подъема стрелы; 2 – гидроцилиндр поворота рукоятки; 3 – гидроцилиндр ковша; 4 – рукоять; 5 – ковш; 6 – стрела; 7 – поворотная колонка; 8 – гидроцилиндры поворота колонки; 9 – бак для гидравлической жидкости; 10 – трактор; 11 – бульдозерное оборудование; 12 – гидроцилиндр отвала; 13 – оттяжка

Рисунок 74. Неполноповоротный гидравлический экскаватор

Все элементы навесного оборудования экскаватора унифицированы. Для переоборудования с обратной на прямую лопату достаточно перевернуть

на 180° ковш 5, закрепить его жестко на рукояти 4 оттяжкой 13 и переставить оси крепления штоков гидроцилиндров 2 и 3. Гидроцилиндр 3 на обратной лопате поворачивает ковш, а на прямой лопате открывает днище ковша. При работе обратной лопаты днище ковша плотно закрыто. В комплект дополнительного сменного рабочего оборудования этого экскаватора входят грейферный и погрузочный ковши, крановая подвеска и вилы.

3.2.8 Определение производительности и пути ее повышения

Производительность одноковшовых экскаваторов (в м³/ч) определяют так же, как и производительность машин циклического действия:

$$P_m = \frac{3600V}{T_u} \cdot \frac{K_n}{K_p},$$

где V – геометрический объем ковша, м³; T_u – продолжительность рабочего цикла, с; K_p – коэффициент разрыхления грунта; K_n – коэффициент наполнения ковша грунтом в разрыхленном состоянии, $K_n = 0,6 \dots 1,2$.

Продолжительность цикла (в с) включает в себя 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 и опускание ковша t_6 , т.е.

$$T_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6.$$

При достаточной квалификации машиниста груженный ковш можно поднимать во время поворота на разгрузку, а опускать после разгрузки – во время поворота в забой. Особенно благоприятными возможностями для совмещения операций располагают гидравлические экскаваторы благодаря многопоточным схемам гидропривода и уменьшенной массе машины.

По аналогии с грузоподъемными машинами (кранами) и погрузчиками совмещение операций одноковшового экскаватора можно учитывать, вводя в формулу производительности коэффициент совмещения K_c , который в зависимости от конкретных условий эксплуатации и квалификации машиниста колеблется от 1,3 до 1,5. Тогда техническая производительность (в м³/ч):

$$P_m = \frac{3600V}{T_u} \cdot \frac{K_n}{K_p} \cdot K_c.$$

Эксплуатационная производительность экскаваторов учитывает использование машины во времени и утомляемость машиниста:

$$P_o = P_m \cdot K_e \cdot K_y,$$

где K_6 – коэффициент, учитывающий использование рабочего времени, $K_6 = 0,8 \dots 0,85$; K_7 – коэффициент, учитывающий утомляемость машиниста в зависимости от качества системы управления экскаватором, $K_7 = 0,7 \dots 0,95$.

Для повышения производительности экскаваторов необходимо увеличивать наполнение ковша, сокращать продолжительность цикла, рационально организовать работу экскаватора в забое. Наполнение ковша улучшают рациональным подбором его из широкого набора сменных рабочих органов. В легких и средних грунтах необходимо применять ковши увеличенной вместимости, а в плотных грунтах применяют метод подбоя с обрушением. При выгрузке в отвал уменьшение угла поворота стрелы с 90 до 70° сокращает цикл не менее чем на 10% .

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.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие машины называют одноковшовыми экскаваторами? Из каких операций состоит их рабочий цикл? Охарактеризуйте эти операции. Что такое большой цикл? Приведите классификацию одноковшовых экскаваторов. Какие сменные виды рабочего оборудования могут быть установлены на одноковшовых экскаваторах? Чем отличаются специальные экскаваторы от универсальных? Приведите сравнительную оценку гидравлических и канатных экскаваторов.

2. Каковы особенности использования в конструкциях одноковшовых экскаваторов пневмоколесных, гусеничных и шагающих ходовых устройств? Какие виды экскаваторов оборудованы полноповоротными и неполноповоротными устройствами, одномоторной силовой установкой и многомоторным приводом?

3. Назовите главный и основные параметры одноковшовых экскаваторов. Каков принцип построения размерных групп универсальных одноковшовых экскаваторов и их индексов? Приведите примеры.

4. Как определяют техническую и эксплуатационную производительность одноковшовых экскаваторов?

5. Перечислите основные и сменные рабочие органы строительных гидравлических экскаваторов. Назовите их основное рабочее оборудование. Для чего на экскаваторах устанавливают ковши различной ширины?

6. Каковы основные области применения экскаваторов с пневмоколесным и гусеничным ходовыми устройствами? Каковы особенности их работы в режиме экскавации грунта? Как их перевозят при смене строительного объекта?

7. Как устроена базовая часть полноповоротных гидравлических пневмоколесных и гусеничных экскаваторов? Опишите общую структуру гидравлической системы и охарактеризуйте ее составные части.

8. Для чего предназначены гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием обратная лопата? Как они устроены и как работают? Назовите виды стрел. Обоснуйте ломаную конфигурацию стрел. Что такое рабочая зона экскаватора? Каковы ее параметры для рабочего оборудования обратная лопата? Чем ограничена ее подземная часть для практической реализации? Каким условиям должна удовлетворять оптимальная глубина копания? Опишите рабочий процесс гидравлического экскаватора с рабочим оборудованием обратная лопата. Чем отличается разгрузка грунта в транспортное средство от разгрузки в отвал?

9. Для чего предназначены гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием прямая лопата? Как они устроены и как работают? Какие типы ковшей устанавливают на этих экскаваторах, чем они отличаются друг от друга? Опишите рабочий процесс гидравлического экскаватора с рабочим оборудованием прямая лопата. Каковы особенности разработки грунта в высоких забоях?

10. Для чего применяют, как устроено и как работает погрузочное рабочее оборудование?

11. Для чего применяют грейферное рабочее оборудование? Как оно устроено и как работает? Дайте сравнительную оценку работы канатных и гидравлических грейферов.

12. Для чего применяют экскаваторы-планировщики? Как они устроены и как работают? Назовите основные параметры рабочей зоны этих машин.

13. Какое сменное рабочее оборудование применяют для разрыхления прочных грунтов?

14. Для чего предназначены неполноповоротные гидравлические экскаваторы? Как они устроены, каковы их основные параметры и как они работают? Перечислите виды сменных рабочих органов этих машин.

15. Как устроены и как работают канатные экскаваторы с рабочим оборудованием прямая лопата? Назовите виды стрел и рукоятей. Каковы особенности привода независимого и зависимого напорных механизмов? Опишите кинематические схемы группового и индивидуального приводов одноковшовых канатных экскаваторов с рабочим оборудованием прямая лопата.

16. Опишите рабочий процесс канатных прямых лопат. Какими параметрами характеризуется их рабочая зона?

17. Для чего предназначены, как устроены и как работают одноковшовые экскаваторы с рабочим оборудованием драглайна? Чем принципиально отличается процесс копания грунта ковшом драглайна от копания ковшами лопат?

4. ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

4.1 Машины для дробления, сортировки и мойки каменных материалов

4.1.1 Классификация дробильного и помольного оборудования

Применяемые в строительстве каменные материалы являются продуктом дробления, сортирования, классификации и промывки горных пород. Основные виды товарной продукции дробильно-сортировочных предприятий – это 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 называют крупным гравием, а более 150 мм – валунами. Песок состоит из зерен крупностью до 5 мм. Различают, песок природный, образующийся в результате естественного разрушения горных пород, и дробленый. В результате сортировки природных или дробленых песков получают фракционные пески.

В зависимости от крупности зерен готового продукта условно различают следующие виды измельчения, мм:

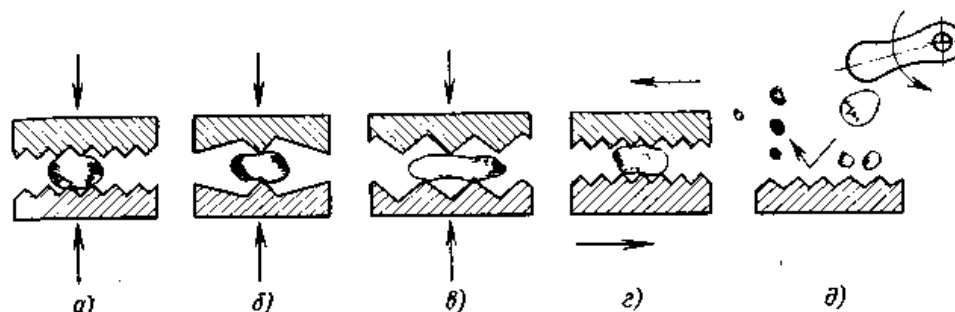
Дробление:

крупное	125...250
среднее	20...70
мелкое	5...20

Помол:

грубый	3...0,1
тонкий	0,1...0,01
сверхтонкий	менее 0,01

Измельчение (дробление) каменных материалов (рисунок 11.1) достигается раздавливанием, раскалыванием, изломом, истиранием, а также действием ударов, наносимых рабочими органами дробильных машин (билами или молотками). Для измельчения каменных материалов применяют: щековые, конусные, валковые, молотковые и ударные дробилки, бегуны сухого и мокрого помола, шаровые и стержневые мельницы, а также вибромельницы тонкого помола.



а – раздавливание; б – раскалывание; в – изгиб; г – истирание; д – удар

Рисунок 75. Методы измельчения (дробления) каменных материалов

4.1.2 Дробилки

В строительстве широкое распространение получили щековые, конусные, валковые дробилки и дробилки ударного действия.

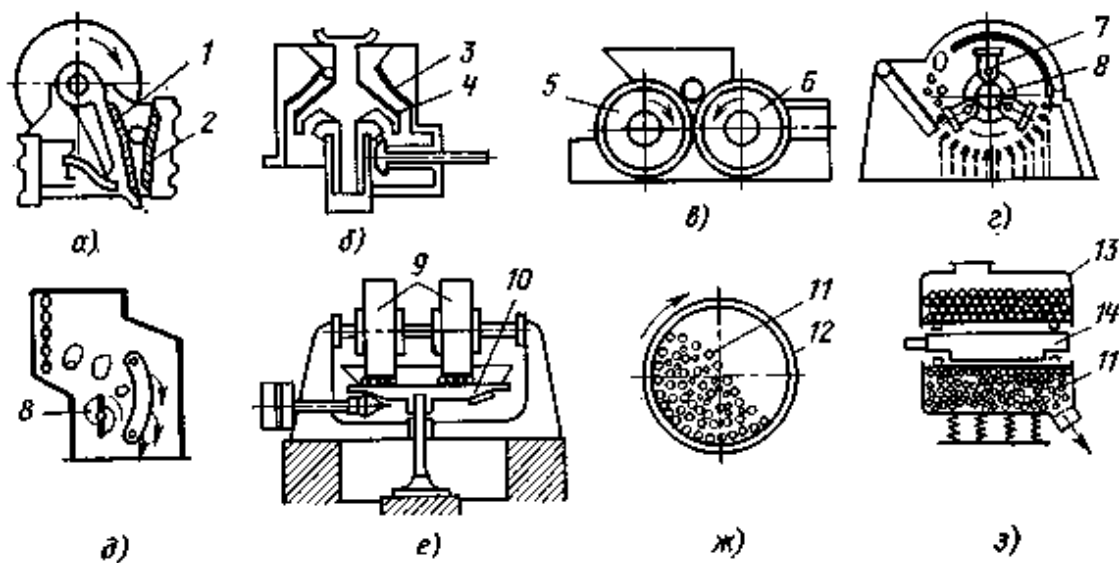
Щековые дробилки служат для измельчения пород средней и большой твердости и в зависимости от размеров приемного отверстия применяются как на первой, так и на последующих ступенях дробления. В щековых дробилках (рисунок 76,а) дробление камня производится раздавливанием, а в некоторых конструкциях частично и истиранием между дробящими плитами подвижной 1 и неподвижной 2 щек.

Различают щековые дробилки с простым (рисунок 77,а) и сложным (см. рисунок 77,б) движением подвижной щеки. Крупность дробления регулируют изменением зазора между дробящими плитами.

Производительность щековых дробилок (в м³/ч)

$$P_m = 60 \cdot V \cdot n \cdot k_p,$$

где n – число качаний подвижной щеки в минуту, V – объем материала, выпадающий из зева дробилки за один оборот эксцентрикового вала (м³), k_p – коэффициент, учитывающий разрыхление дробимого материала.



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

Рисунок 76. Дробильно-размольное оборудование

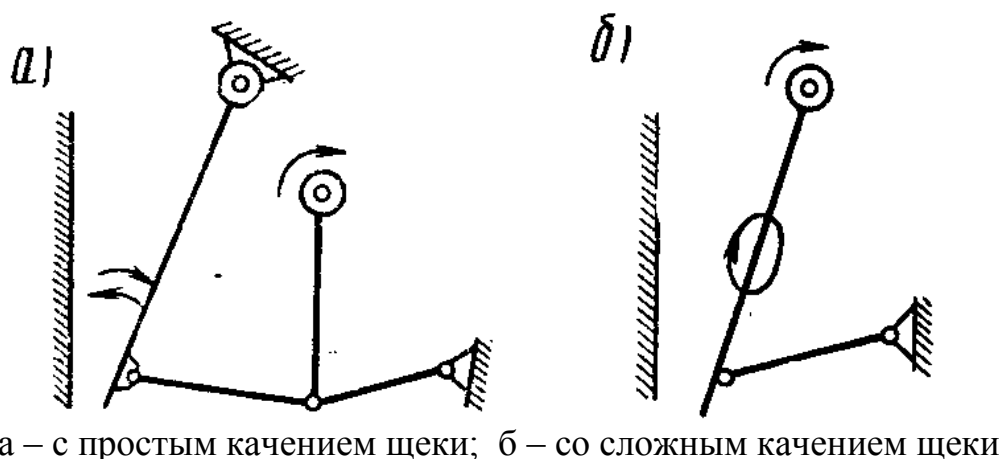


Рисунок 77. Схема щековых дробилок

Конусные дробилки (см. рисунок 76,б) служат для измельчения каменных материалов средней и большой твердости и предназначены для крупного или среднего и мелкого дробления. Процесс дробления в них в отличие от щековых дробилок происходит непрерывно. Обычно дробилки для крупного дробления выполняют с крутым дробящим конусом. Они характеризуются шириной загрузочного кольца. Дробилки для среднего и мелкого дробления выполняют с пологим дробящим конусом. Они характеризуются нижним диаметром внутреннего дробящего конуса. Дробилки с пологим конусом применяют для вторичного дробления.

Загружаемый непрерывным потоком в пространстве между неподвижным и подвижным дробящими конусами материал подвергается раздавливанию, истиранию, а в некоторых случаях – раскалыванию и изгибу. Подвижный конус измельчает камень, обкатываясь без принудительного вращения по внутренней дробящей поверхности неподвижного конуса.

Производительность конусных дробилок (в м³/ч)

$$П = \pi D_{cp} l b \omega \mu ,$$

где μ – коэффициент разрыхления готового продукта; D_{cp} – диаметр окружности, описываемый центром тяжести дробимого материала (м); l – длина параллельной зоны (м); b – ширина параллельной зоны (м); ω – число обкаток эксцентрикового стакана (1/с).

Валковые дробилки служат для измельчения мягких пород а также для вторичного дробления каменных материалов средней и большой твердости. В таких дробилках (см. рисунок 76,в) камень раздавливается и частично истирается в пространстве между вращающимися навстречу один другому валками. Отечественная промышленность выпускает валковые дробилки с гладкими и рифлеными валками.

Производительность валковых дробилок (в м³/ч):

$$P = L\omega 2e \frac{D}{2} k,$$

где k – коэффициент, учитывающий степень использования ширины вала и разрыхление материала; L – длина вала (м); D – диаметр вала (м); $2e$ – расстояние между валами (м); ω – угловая скорость (рад/с).

Ударные роторные дробилки служат для дробления известняков и хрупких каменных материалов. В ударных дробилках (см. рисунок 76,д) камень измельчается силой ударов, наносимых молотками роторов. Такие дробилки отличаются от щековых и конусных меньшими массой и удельным расходом энергии, большей надежностью в работе и высокой производительностью. Дробилки могут быть одно- и двухроторными.

4.1.3 Мельницы

Для помола каменных материалов и получения из них минерального порошка применяют размольное оборудование – **мельницы**. Наиболее часто помол осуществляют в барабанных шаровых и стержневых мельницах, которые обеспечивают высокую тонкость и однородность помола.

В **шаровых** (см. рисунок 76,ж) и **стержневых мельницах** измельчение материала достигается истиранием, раздавливанием и частично ударами мелющих тел (металлических шаров или стержней), загружаемых вместе с измельчаемым материалом внутрь вращающегося барабана.

В зависимости от формы барабанов различают цилиндрические, трубные и конические мельницы; в зависимости от принципа работы они бывают мельницами сухого и мокрого помола, непрерывного и периодического действия. В качестве мелющих тел используют шары или цилиндрические стержни, изготавливаемые из марганцовистой или хромистой стали, а иногда из отбеленного чугуна.

Характер измельчения определяется траекторией движения мелющих тел и измельченного материала. При медленном вращении содержимое барабана поднимается на высоту, при которой угол подъема становится равным углу трения и скатывается вниз. Большая скорость приводит к прижатию материала и мелющих тел инерционными силами к внутренней поверхности барабана и к совместному вращению барабана и его содержимого.

Вибромельницы тонкого помола (см. рисунок 76,з) измельчают материал, попадающий в промежутки между соударяющимися шарами. Шары ударяются один о другой в результате вибрации барабана, установленного на пружинах. Вибрация барабана происходит от вращения дебалансного вала.

4.1.4 Общие сведения о процессе сортировки

Сущность процесса сортировки заключается в разделении смеси сыпучих материалов на отдельные сорта (фракции) по крупности.

В общем технологическом цикле производства строительных материалов сортировка может носить предварительный или промежуточный характер (выделение сверхкрупных или слишком мелких фракций) или окончательный, когда проводится разделение материала на несколько товарных сортов.

В производстве строительных материалов применяются следующие способы сортировки.

1. *Механическая сортировка (грохочение)* производится на машинах, имеющих в качестве рабочих органов просеивающие поверхности: сита, решета или колосники.

2. *Гидравлическая*, основанная на различных скоростях падения частиц разной крупности и массы в жидкости.

3. *Воздушная (сепарация)*, основанная на выделении из воздушного потока частиц разной крупности под действием сил тяжести или в комбинации с центробежными силами.

4. *Магнитная сепарация* применяется для выделения из материала металлических магнитноактивных включений или случайно попавших предметов.

4.1.5. Грохоты

Для механического разделения на фракции каменных материалов применяют сортировочные машины – грохоты с просеивающей поверхностью в виде колосников, решет и сит (рисунок 78). Грохоты разделяют на плоские и барабанные, последние – на цилиндрические и конические.

Грохоты могут иметь одну, две или несколько просеивающих поверхностей. Наиболее часто в грохотах устанавливают три просеивающие поверхности, которые располагают по одной из трех схем (см. рисунок 78,2):

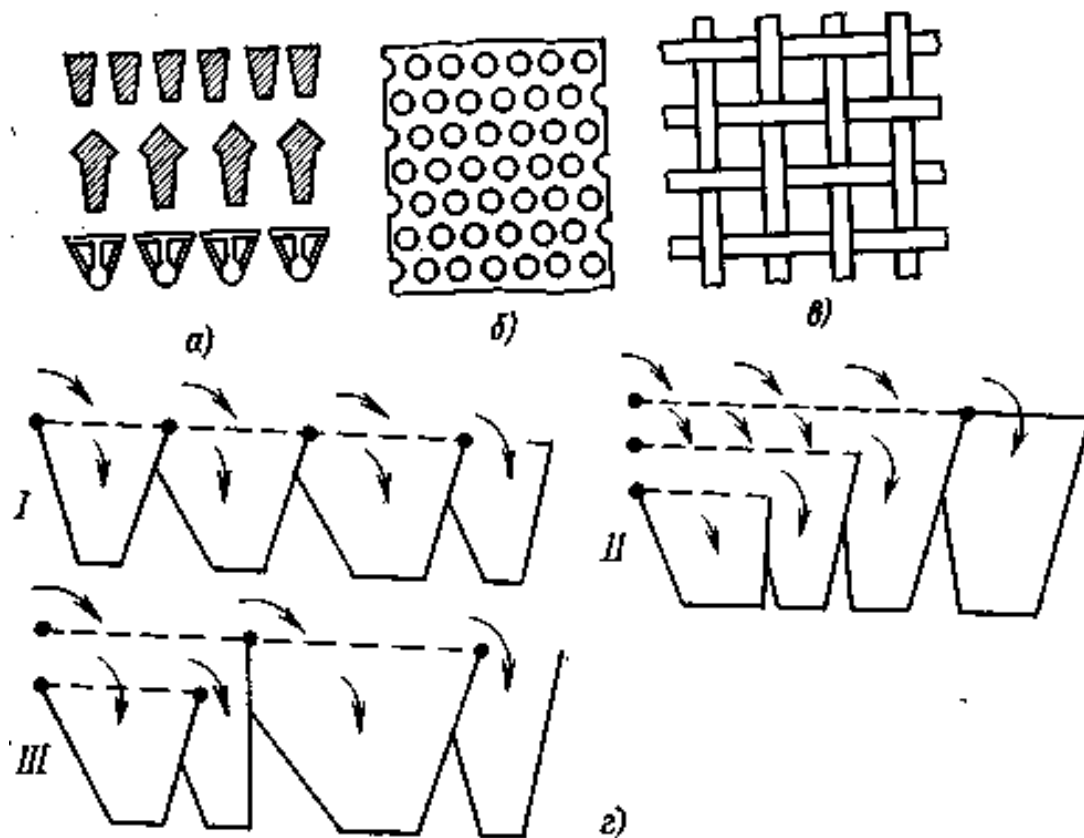
I – Сита расположены в один ряд. Недостатками этой схемы являются быстрое изнашивание первого сита, низкое качество грохочения (мелкие частицы увлекаются более крупными), значительная длина грохота. Достоинства схемы: простота, удобство наблюдения и ремонта сит.

II – Сита расположены ярусами. Недостатки схемы: сложность наблюдения за состоянием сит, затруднения при смене сит, сложность конструкции. Достоинства: высокое качество сортирования, равномерное изнашивание сит.

III – Смешанное расположение сит. Эта схема в сравнении с предыдущими занимает промежуточное положение и является наиболее распространенной.

Плоские грохоты могут быть неподвижными и подвижными. К неподвижным плоским грохотам относятся колосниковые решетки, перекрывающие бункера, а также колосники, устанавливаемые перед дробилками. Колосниковые решетки располагают горизонтально или с углом наклона до 12° для отделения крупных включений, с углом наклона $45...55^\circ$ для отделения

мелких включений.



а – колосники; б – решето; в – сито; г – варианты расположения просеивающих поверхностей плоских грохотов: I – в один ряд; II – трех-
русное; III – смешанное

Рисунок 78. Просеивающие поверхности грохота

Подвижные плоские грохоты делятся на колосниковые, качающиеся с возвратно-поступательным движением, эксцентрикковые качающиеся, инерционные. Подвижные 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. Эти грохоты широко применяются для просеивания песка на растворных узлах.

Эксцентрикковые грохоты также являются качающимися, но характер движения их подвижной рамы круговой. Частота вращения эксцентриккового вала 1000...1200 об/мин. Частота колебания равна частоте вращения вала, а амплитуда – эксцентриситету шеек. Амплитуда колебаний не зависит от загрузки грохота и частоты вращения его вала.

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, соединенных между собой пружинами. На подвижной раме укреплены сита и подшипники вибрационного вала, кото-

рый вместе с неуравновешенными грузами приводится во вращение клиноременной передачей от электродвигателя.

Более эффективное сортирование достигается на грохотах с вибраторами направленного действия. Подвижная и неподвижная рамы такого грохота соединены между собой пружинными стойками, параллельно которым расположена линия центров дебалансных валов вибратора направленного действия.

Эксцентрикковые и инерционные грохоты изготавливают с двумя и тремя ситами. Частота колебаний их 800...1200 Гц. Амплитуда колебаний зависит от конструкции грохота и составляет 4...24 мм, а производительность – от 12...16 до 40...60 м³/ч.

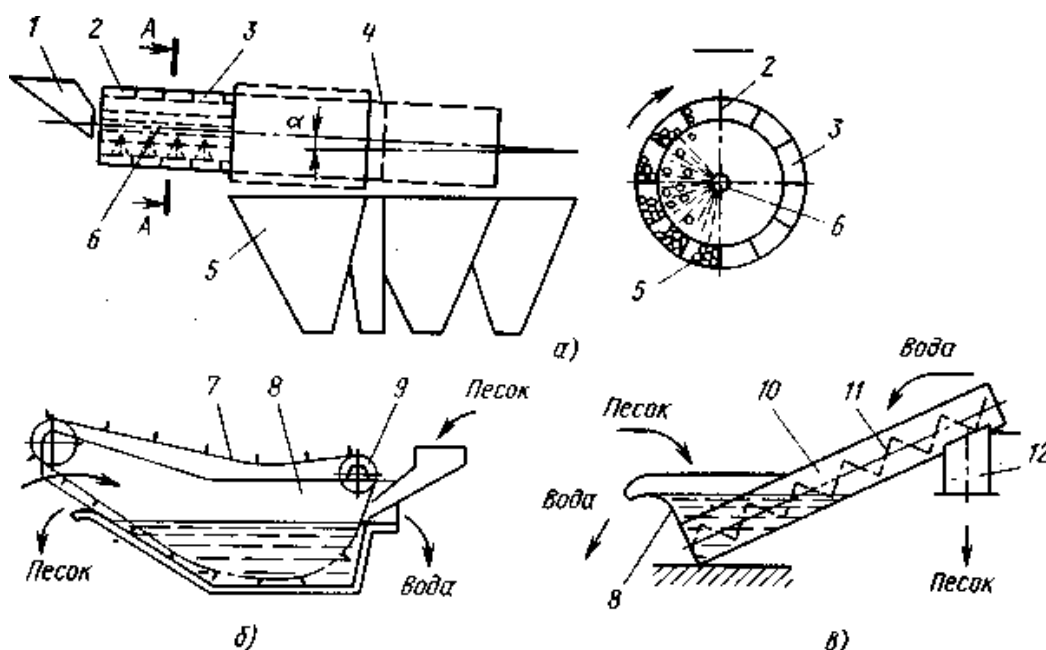
Производительность грохотов (т/ч):

$$P = K \cdot q \cdot F \cdot k_1 \cdot k_2,$$

где K – коэффициент, зависящий от вида сортируемого материала, F – площадь сита, м²; q – удельная производительность 1 м² сита; k_1 – коэффициент, зависящий от содержания зерен нижнего класса в исходном материале; k_2 – коэффициент, зависящий от содержания в нижнем классе зерен, размер которых менее 1/2 размера ячейки сита.

4.1.6 Моечные машины

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 большом содержании примесей и тогда, когда их трудно отделить, применяют моечные машины.



а – гравиемойка-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

Рисунок 79. Схемы моечных машин

Для промывки и сортировки гравийно-песчаных смесей и щебня применяют гравиемойки-сортировки (рисунок 79,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 $\alpha = 5 \dots 7^\circ$, 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 $9 \dots 45 \text{ м}^3/\text{ч}$. На промывку 1 м^3 материала расходуется $3 \dots 5 \text{ м}^3$ воды.

Для промывки гравийно-песчаных смесей и песка от пылевидных, глинистых и органических примесей служат моечные машины. При незначительной загрязненности материала промывку ведут в процессе сортирования. Для этого над ситами грохота установлен замкнутый перфорированный трубопровод, подающий воду по всей просеивающей поверхности. При значительном содержании в материале посторонних примесей применяют: гравиемойки-сортировки, лопастные и барабанные гравиемойки, драговые пескомойки (см. рисунок 79,б) и спиральные (шнековые) классификаторы (см. рисунок 79,в).

Вопросы для самопроверки:

1. Какими параметрами характеризуется качество гравия и щебня? Как классифицируют пески по крупности зерен? Для чего обезвоживают песок и щебень?

2. Что такое степень дробления? Перечислите виды дробления по этому параметру. Какими способами и какими машинами дробят (измельчают) каменные материалы? Перечислите виды дробилок и мельниц. Какими параметрами характеризуются дробилки? Для чего применяют многостадийное дробление?

3. Для чего применяют, как устроены и как работают щековые, конусные, валковые, роторные и молотковые дробилки? Как регулируют размер

разгрузочной щели? Какими мерами предохраняют дробилки от поломок при попадании в камеру дробления недробимых предметов? Назовите основные параметры дробилок. Приведите сравнительную оценку эффективности дробилок различных типов. Как определяют их производительность?

4. Какими способами сортируют каменные материалы? Что такое грохочение? Назовите виды просеивающей поверхности грохотов. Что такое нижний и верхний классы? Что такое эффективность грохочения? Каковы ее значения для применяемых грохотов? Что такое предварительное, промежуточное и товарное грохочение? Перечислите схемы расположения сит (решет) на грохотах и приведите их сравнительную оценку.

5. Приведите классификацию грохотов. В каких случаях их применяют и каков принцип их действия? Приведите сравнительную оценку их эффективности.

6. Для чего применяют и каков принцип работы гидравлических классификаторов и гидроциклонов?

7. Какими способами очищают каменные материалы от засоряющих примесей? Какие машины для этого используют? Изложите схемы их устройства и принцип действия.

4.2 Машины и оборудование для приготовления, транспортирования бетонов и растворов и уплотнения бетонных смесей

4.2.1 Смесители цементобетонных смесей и растворов

Для приготовления цементобетонных смесей и растворов применяют стационарные и передвижные бетоносмесители и растворосмесители.

В зависимости от способа образования смесей смесители бывают гравитационные (перемешивание происходит в результате свободного падения материалов) и с принудительным перемешиванием. Первые смесители применяют 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. В смесительных машинах непрерывного действия главным параметром считается часовая производительность в м³.

Смесительные машины загружаются из бункеров, под которыми установлены машины, и с помощью ковшовых (скиповых) подъемников. Разгружаются машины при опрокидывании и наклоне барабана, с помощью разгрузочного лотка, вводимого внутрь вращающегося барабана, открыванием разгрузочного люка в днище барабана или изменением направления вращения барабана.

Наибольшее распространение в строительстве получили как гравитационные бетоносмесители циклического действия, так и принудительные. В гравитационных смесителях рабочим органом является смесительный барабан с наклонной или горизонтальной осью вращения.

Гравитационный бетоносмеситель с наклонной осью вращения (рисунок 80,а) состоит из установленного на опорных стойках 4 смесительного барабана 1 с лопастями на его внутренней поверхности, приводимого во вращение электродвигателем 2 через систему зубчатых передач с конечной кинематической парой шестерня 5 – зубчатый венец 6 (рисунок 80,б), охватывающий барабан. Для загрузки барабан устанавливают пневмоцилиндром 3 в слегка наклонное положение горловиной вверх. В таком же положении он находится во время смешивания компонентов. Для разгрузки барабана его прокидывают тем же пневмоцилиндром.

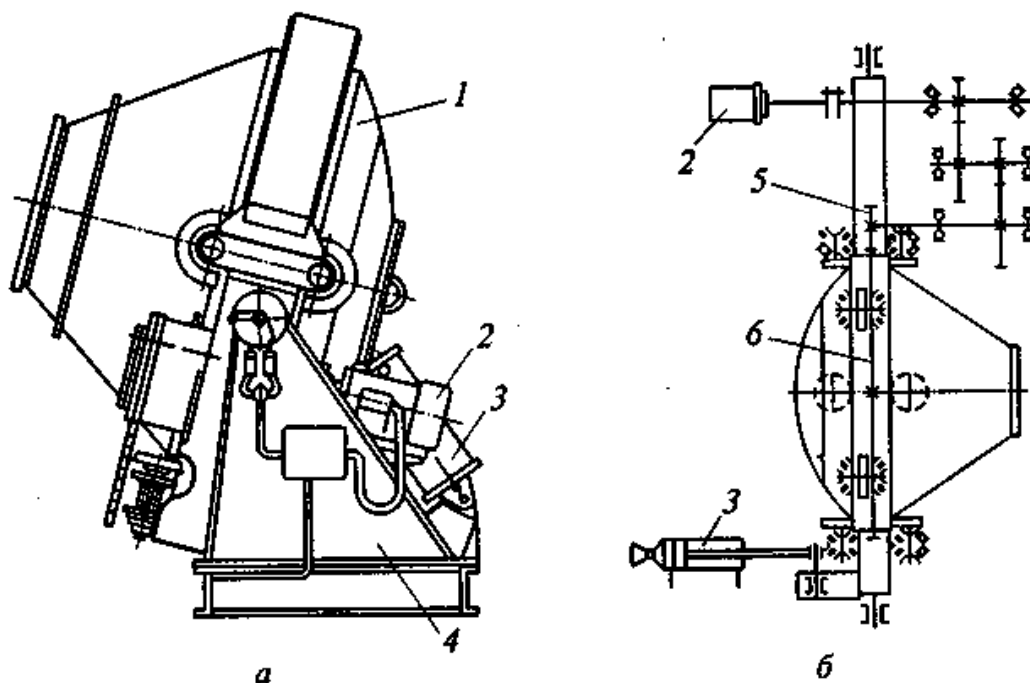


Рисунок 80. Гравитационный бетоносмеситель циклического действия (а) и кинематическая схема его привода (б)

Исходные компоненты, загружаемые в смесительный барабан скиповым подъемником, смешиваются в барабане при его вращении лопастями, которые поднимают смесь на некоторую высоту, откуда она падает вниз, подхватывается другими лопастями и т.д. После перемешивания в течение 60...90 с готовую смесь выгружают из барабана, для чего его опрокидывают без остановки вращения. Продолжительность полного рабочего цикла, включающего загрузку исходных компонентов, их перемешивание и выгрузку готовой смеси, составляет 90...150 с. Гравитационные смесители отличаются простотой устройства и обслуживания, способностью приготавливать смесь с крупными (до 120...150 мм) заполнителями.

Смесители принудительного действия с вращающимися лопастными

валами применяют для приготовления бетонных смесей и растворов практически любой подвижности и жесткости с крупностью заполнителя не более 70 мм. Различают смесители с вертикальными и горизонтальными лопастными валами. В настоящее время широкое распространение получили роторные смесители с вертикальными валами, работающие с повышенными скоростями движения рабочих органов. Эти машины особенно рекомендуется применять для приготовления жестких смесей.

В роторный смеситель (рисунок 81) сухие компоненты подают через загрузочный патрубок 3, а воду – по кольцевой перфорированной трубе 4. Смесь перемешивается лопастями 12, установленными на державках 13 кронштейнов 2, в кольцевом пространстве, ограниченном внешней обечайкой 1 смесительной чаши и внутренним стаканом 10, футерованными сменными износостойкими плитами 11. Несколько таких кронштейнов закреплены на траверсе 9, вращение которой передается от электродвигателя 6 через редуктор 5. Разгружают готовую смесь через секторный затвор 8, управляемый пневмоцилиндром 7.

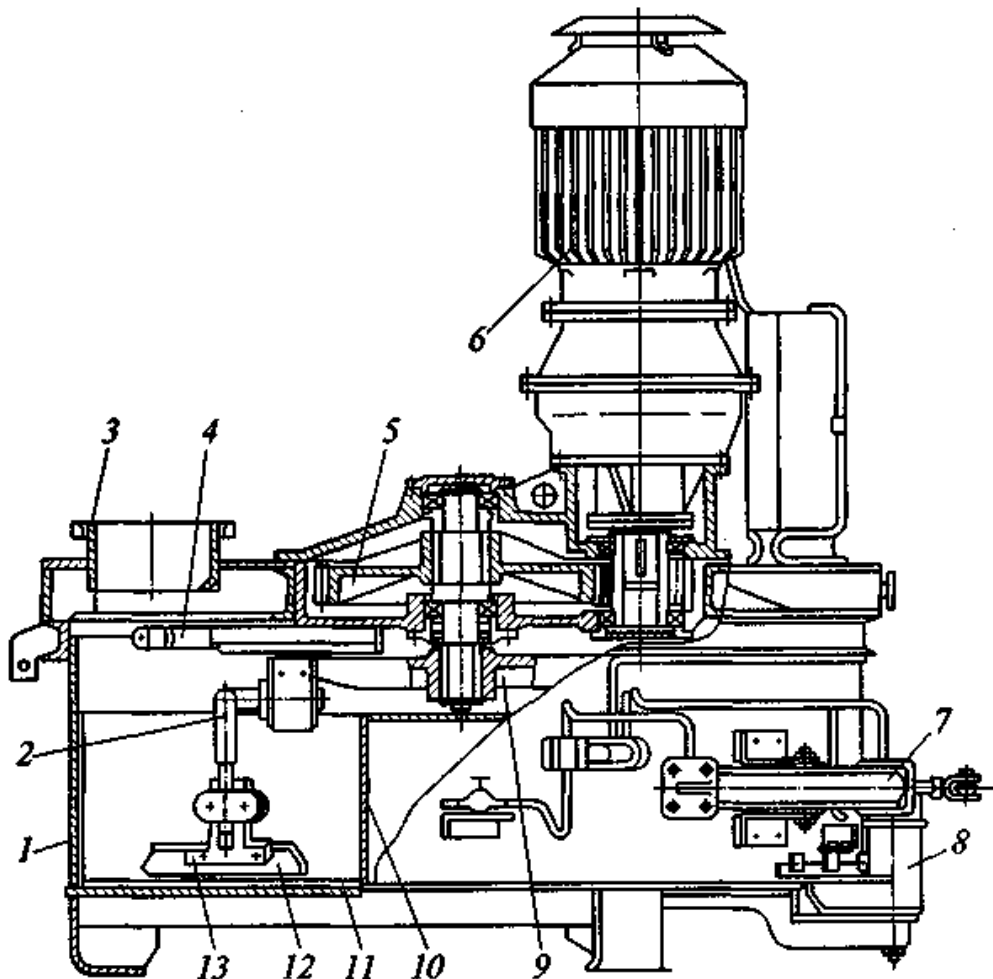


Рисунок 81. Роторный смеситель

Циклические смесители с горизонтальным лопастным валом и тур-

булентные смесители применяют для приготовления строительных растворов. В смесителях первого типа (рисунок 82) смесь перемешивается двумя винтовыми лопастями 3, установленными на валу 4, приводимом в движение от электродвигателя 2 через ременную передачу 1 и редуктор 5. Разгружают готовую смесь через затвор 6, управляемый пневмоцилиндром 7.

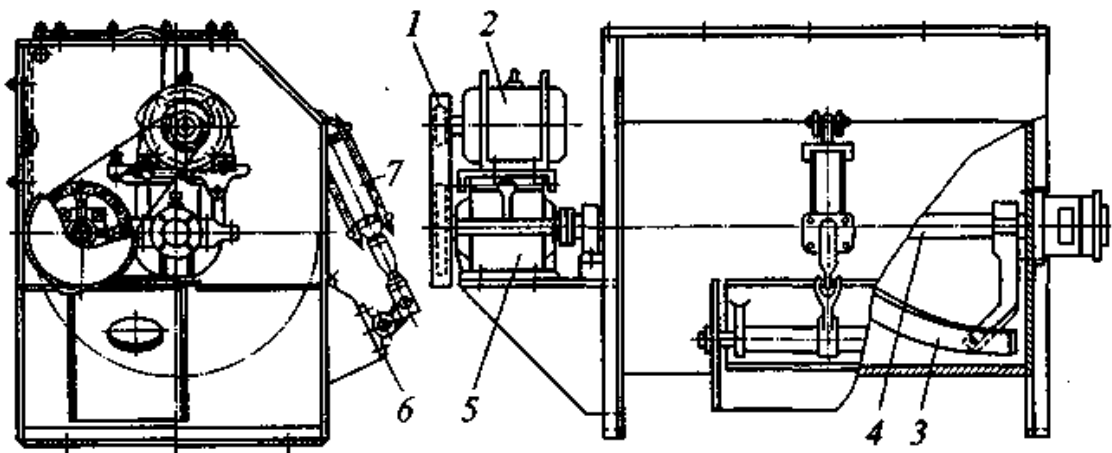


Рисунок 82. Растворосмеситель с винтовыми лопастями

В турбулентный растворосмеситель (рисунок 83) компоненты загружают через горловину в верхней части корпуса 1. При вращении лопастного ротора, приводимого в движение электродвигателем 2, перемешиваемые материалы совершают многократные перемещения в конической периферии корпуса, поднимаясь вверх по ней и оседая в центральной части. Разгружают готовый раствор через люк 3 при открытом затворе 4.

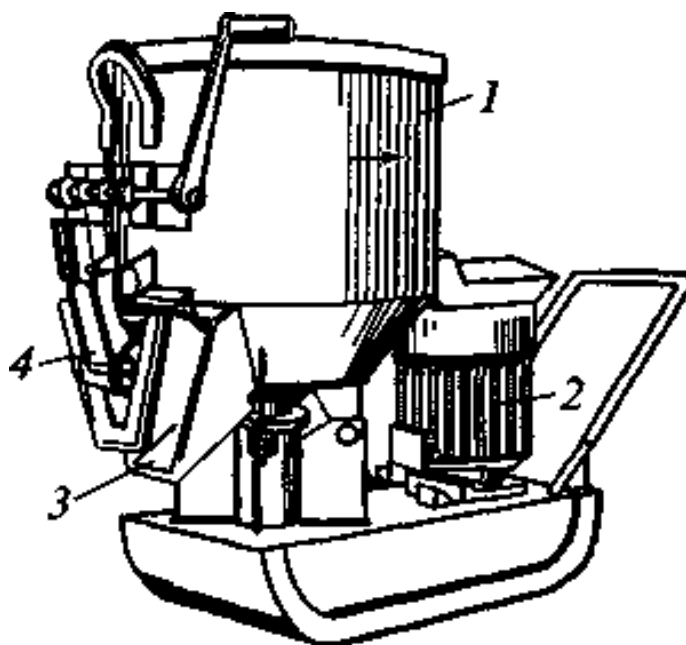


Рисунок 83. Турбулентный растворосмеситель

Смесителями непрерывного действия комплектуют бетоно- и рас-

творосмесительные установки производительностью до 30 м³/ч. В **горизонтальном двухвальном смесителе** (рисунок 84) компоненты смеси непрерывным потоком подают в корыто 8, в котором вращаются навстречу друг другу валы 6 с закрепленными на них лопастями 7, установленными под углом 40...45° к оси вала для перемещения смеси в процессе ее перемешивания к разгрузочному затвору 5. Валы приводятся во вращение электродвигателем 1 через ременную передачу 2, редуктор 3 и зубчатую пару 4. Техническая производительность смесителей непрерывного действия определяется объемом смеси, перемещаемым в единицу времени в осевом направлении, и зависит от размера лопастей, угла их установки и частоты их вращения.

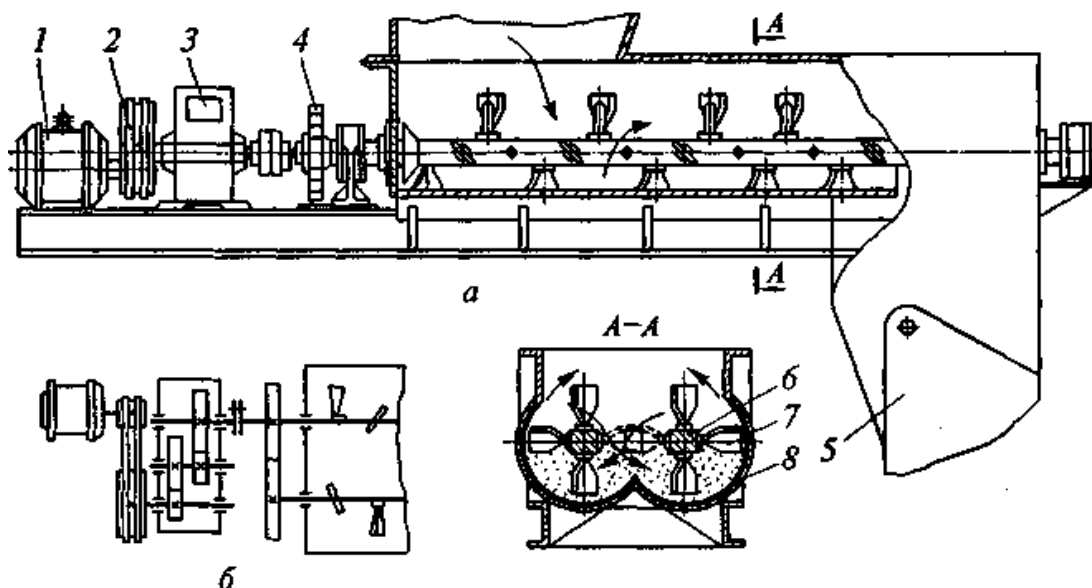


Рисунок 84. Горизонтальный двухвальный смеситель непрерывного действия (а) и кинематическая схема его привода (б)

Производительность смесительных машин периодического действия (в м³/ч):

$$П = \frac{V \cdot n \cdot k}{1000},$$

где V – полезный объем смесительного барабана, л; k – коэффициент, характеризующий выход смеси; n – число замесов за 1 ч работы.

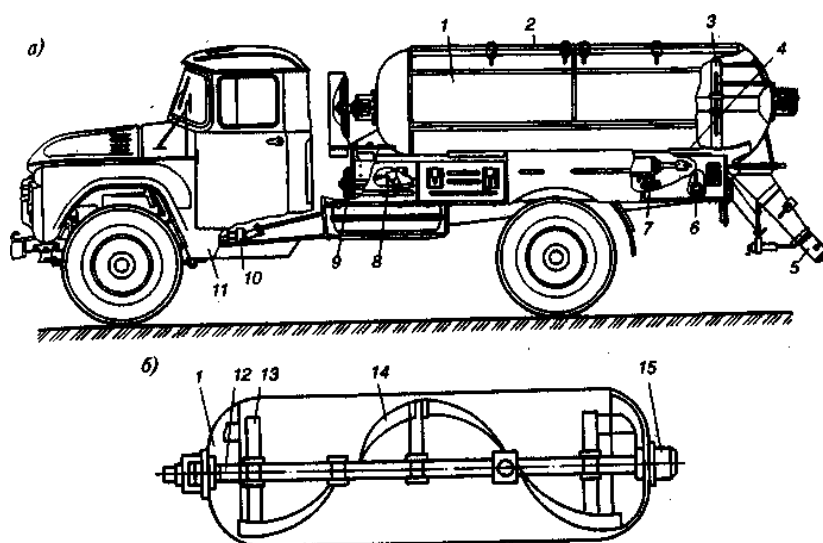
4.2.2 Оборудование для транспортирования бетонных смесей и растворов

Для транспортирования товарных бетонных и растворных смесей на расстояния более 1 км от смесительных установок и заводов на строительные объекты применяют специализированные автотранспортные средства на базе шасси грузовых автомобилей – авторастворовозы, автобетоновозы и автобе-

тоносмесители, оснащенные технологическим оборудованием для предотвращения потерь и сохранения качества смесей в пути следования. В некоторых случаях жесткие смеси перевозят в специально оборудованных автосамосвалах. На крупных стройках смеси перевозят в бункерах, бадьях, контейнерах, установленных в кузовах автомобилей или на железнодорожных платформах. Транспортирование смесей к месту укладки на небольшие расстояния во внутривозрастных условиях осуществляется наиболее эффективно средствами трубного транспорта – бетоно- и растворонасосами, бетоно- и растворонагнетателями. При транспортировании по трубам обеспечивается непрерывность перемещения смеси в горизонтальном и вертикальном направлениях, сохраняется качество смеси и сводятся к минимуму ее потери. Трубный транспорт позволяет доставлять смесь в труднодоступные места и вести работы по их укладке в стесненных условиях.

На качество смесей, перевозимых специализированным автотранспортом, влияют продолжительность перевозки, температура смеси и окружающей среды, состояние дорожного покрытия.

Авторастворовозы (рисунок 85) применяют для транспортирования со скоростью до 65 км/ч качественных строительных растворов различной подвижности с механическим побуждением в пути следования и порционной выдачи смеси на строительных объектах в приемные емкости растворонасосов, штукатурных агрегатов и станций, промежуточные расходные бункера и бадьи. Перемешивание раствора в пути следования обеспечивается шнековыми или лопастными побудителями, порционная выдача раствора – шиберами отсекателями (заслонками). Побудители и отсекатели имеют гидравлический привод. Авторастворовозы оборудуются бортовым устройством промыва цистерны водой, подогреваемой выхлопными газами, что облегчает уход за цистерной и препятствует нарастанию скелетного остатка на ее стенках. Они работают при температуре окружающей среды от -20 до $+40^{\circ}\text{C}$.



а — общий вид; б — цистерна с побудителем

Рисунок 85. Авторастворовоз

Главным параметром авторастворовозов является полезная вместимость цистерны (объем перевозимой смеси) в м³.

Автобетоновозы (рисунок 86) применяют для перевозки товарных бетонных смесей на расстояния до 5...10 км. Рабочим органом автобетоновозов является опрокидной кузов каплеобразной формы с высокими бортами, наклоняемый назад гидроподъемником при разгрузке на угол до 90°. Автобетоновозы оборудуются устройствами для промывки кузова, обогрева кузова выхлопными газами, встряхивания кузова при разгрузке. Главным параметром автобетоновозов является полезная вместимость кузова (объем перевозимой бетонной смеси) в м³. Современные автобетоновозы конструктивно подобны и максимально унифицированы.

Доставляемая автобетоновозами смесь разгружается непосредственно на месте укладки или в промежуточные емкости – бункера, бадьи и др.

Грузоподъемность автобетоновозов 4,0...10 т, объем перевозимой бетонной смеси 2,5...4,0 м³, продолжительность выгрузки бетонной смеси 1,5...2 мин.

Автобетоносмесители (рисунок 87) применяют для приготовления бетонной смеси в пути следования от питающих отдозированными сухими компонентами специализированных установок к месту укладки, приготовления бетонной смеси непосредственно на строительном объекте, а также транспортирования готовой качественной смеси с побуждением ее при перевозке. Они представляют собой гравитационные реверсивные бетоносмесители с индивидуальным приводом, установленные на шасси грузовых автомобилей.

Главным параметром автобетоносмесителей является объем готового замеса (в м³). Технологическое оборудование отечественных автобетоносмесителей имеет одинаковую конструкцию и максимально унифицировано. Автобетоносмесители работают при температуре окружающего воздуха от –30 до +40 °С.

Для транспортирования бетонных смесей под уклон 10...20° на расстояние до 10 м применяют виброжелоба с вибропитателями, на расстояние до 8 м – спускные лотки и трубы и на расстояние до 80 м – виброхоботы.

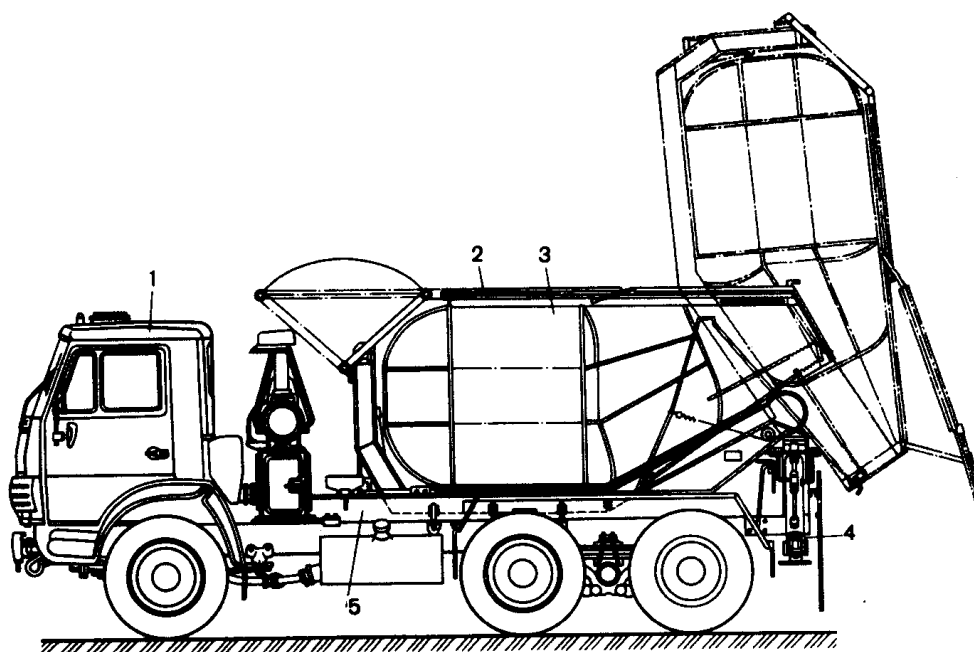


Рисунок 86. Автобетоновоз

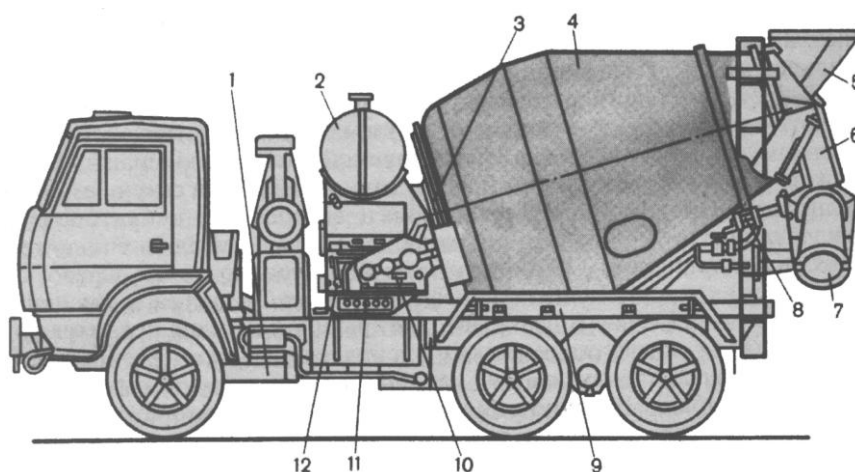


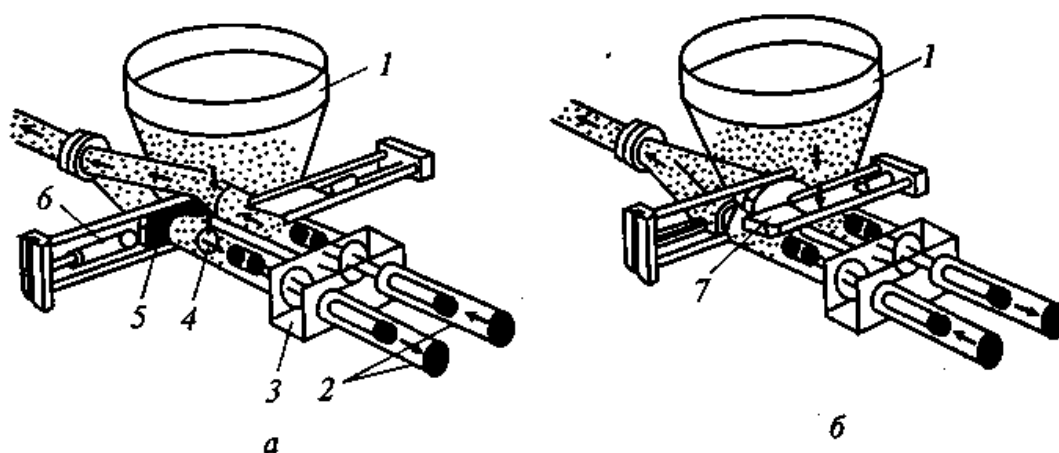
Рисунок 87. Автобетоносмеситель

Виброхобот состоит из загрузочного бункера и шарнирно соединенных труб длиной 1000...1500 мм с внутренним диаметром 250...300 мм. Нижняя труба имеет секторный затвор, управляемый 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 расположено несколько гасителей скорости – двухконусных расширительных секций.

Бетононасосы классифицируют по режиму работы (с периодической и непрерывной подачей смеси), по типу привода (с гидравлическим и режее механическим приводом), по мобильности (стационарные и передвижные).

Бетононасосы с периодической подачей могут быть *одно-* и *двухцилиндровыми*. В последнее время серийно выпускаются преимущественно

двухцилиндровые поршневые бетононасосы с гидравлическим приводом. Принципиальная схема работы таких насосов представлена на рисунке 88. Каждый из двух бетонотранспортных цилиндров 4 спарен с приводным гидроцилиндром 2 так, что их поршни посажены на общий шток. Между гидроцилиндрами 2 и бетонотранспортными цилиндрами 4 установлена промывочная камера 3, заполненная водой для очистки внутренних поверхностей бетонотранспортных цилиндров, работающих поочередно так, что при всасывающем такте одного второй совершает нагнетание. Различные модели двухцилиндровых бетононасосов различаются между собой, в основном, конструкцией распределительных устройств, одно из которых в виде двух шиберных заслонок 5 и 7, управляемых гидроцилиндром 6, показано на рисунке 88. Заслонки поочередно соединяют поршневые полости бетонотранспортных цилиндров с бетоноводом и приемным бункером 1.



а – такт всасывания бетонной смеси в левый цилиндр и нагнетания из правого; б – такт всасывания смеси в правый цилиндр и нагнетания из левого

Рисунок 88. Принципиальная схема работы двухцилиндрового бетононасоса

В бетононасосах непрерывного действия, называемых также *шланговыми* или *перистальтическими* (рисунок 89), рабочий процесс всасывания из бункера 1 и нагнетания бетонной смеси в бетоновод осуществляется за счет упругой деформации гибкого шланга 2, уложенного на жесткий ложемент 4, при перекачивании по нему роликов 6 на цепи 5, приводимой звездочкой 3. При этом бетонная смесь всасывается в шланг вслед за перемещающимся роликом под действием разрежения внутри шланга при его упругом восстановлении после прохода ролика и выталкивается в бетоновод передним фронтом бегущей волны сжатия шланга.

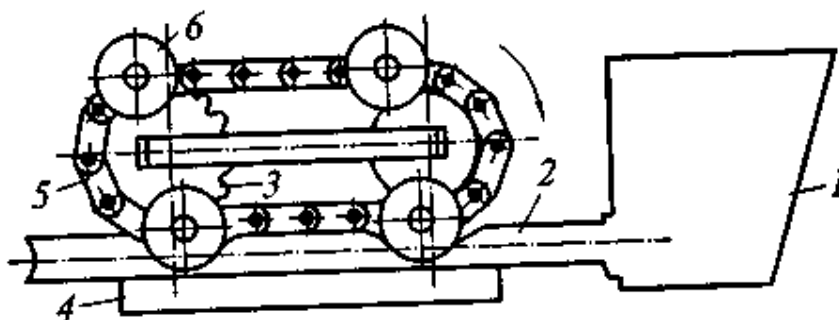


Рисунок 89. Принципиальная схема перистальтического бетононасоса

К достоинствам перистальтических насосов относятся: пониженный расход энергии вследствие равномерной подачи бетонной смеси, простое исполнение и обслуживание. К их недостаткам относятся: высокие требования к составам и подвижности перекачиваемых смесей, небольшое давление, ограничивающее дальность подачи, малый срок службы гибкого шланга на участке рабочей камеры бетононасоса. Обычно шланг заменяют после перекачки 2000...3000 м³ бетонной смеси. Преимущественная область применения перистальтических насосов – перекачивание тощих бетонных смесей, а также смесей с гравийным заполнителем для устройства бетонных стяжек, покрытий и т.п. в гражданском и промышленном строительстве. Они работают с подачей до 60 м³/ч бетонной смеси на высоту до 30 м с давлением до 3,5 МПа по шлангу диаметром 125 мм.

Подают бетонную смесь от бетононасоса к месту ее укладки по бетоноводу из стальных труб, соединенных между собой замками.

Бетононасосы позволяют 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. Широкое распространение получают автобетононасосы – бетононасосы, монтируемые на автомобилях.

Для пневматического транспортирования бетонной смеси применяют пневмонагнетатели вместимостью 400 и 800 л, обеспечивающие производительность соответственно 10 и 20 м³/ч.

Растворонасосы применяют для транспортирования растворов по трубам и рукавам, для нанесения их на оштукатуриваемые поверхности, а также для нагнетания в труднодоступные полости при строительстве и ремонте зданий и сооружений. Растворонасосы выпускают производительностью 2, 4 и 6 м³/ч. Дальность транспортирования раствора по горизонтали до 125 м или по высоте до 40 м. Предельное рабочее давление 15 МПа.

4.2.3 Оборудование для уплотнения бетонных смесей

При укладке бетонную смесь разравнивают и уплотняют для получения бетона с морозостойкой, водонепроницаемой и прочной структурой путем удаления из смеси воздуха, объем которого в пластичных смесях достигает

10...15%, а в жестких – 40...45%. Наиболее универсальным и эффективным способом уплотнения является *вибрирование*, реже применяют *вакуумирование*.

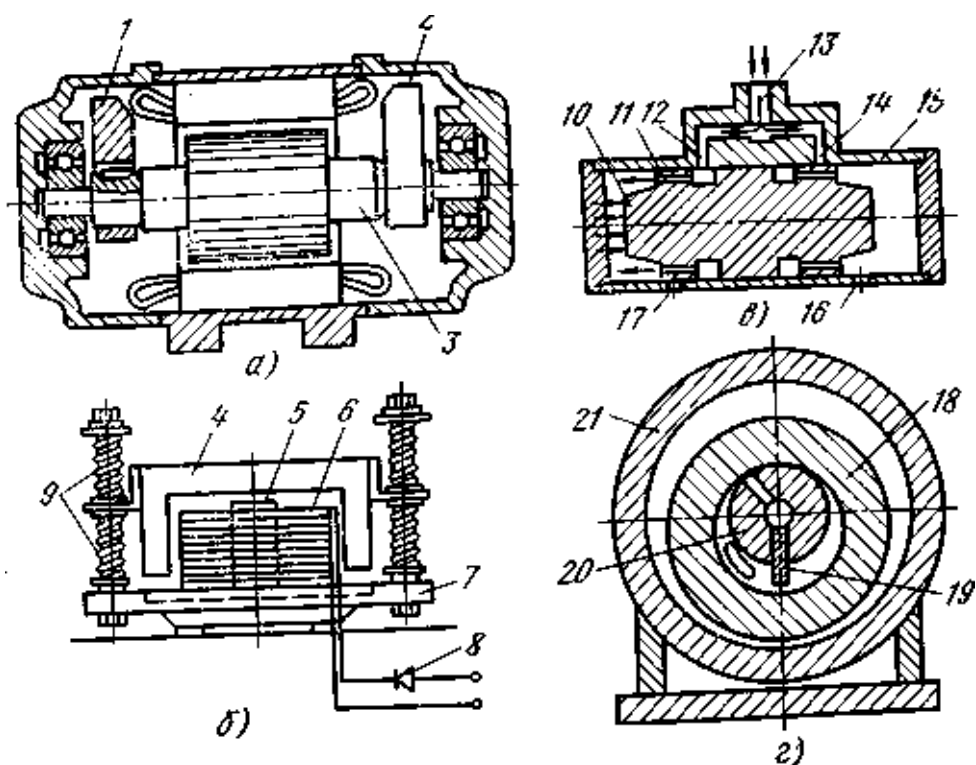
По способу воздействия на бетонную смесь различают *внутренние (глубинные), наружные и поверхностные вибраторы*. Внутренние вибраторы, погруженные в смесь, передают ей колебания вибронаконечником или корпусом, наружные вибраторы прикрепляют болтами или другими способами к опалубке для передачи через нее колебаний бетонной смеси, поверхностные вибраторы, устанавливаемые на уложенную смесь, передают ей колебания через рабочую площадку. Внутреннее вибрирование наиболее выгодно, так как вся энергия вибровозбудителя передается уплотняемой смеси с минимальными потерями. Наружные вибраторы используют в строительстве редко из-за повышенных требований жесткости и прочности опалубки и больших затрат ручного труда на их установку. Их применяют, в частности, при омоноличивании стыков сборных железобетонных колонн и обетонировании их стальных сердечников. Поверхностные вибраторы применяют для послойного уплотнения плоских монолитных конструкций (плит, полов, и т.п.) при глубине прорабатываемого слоя до 20 см.

4.2.4 Вибраторы

Для уплотнения бетонной смеси применяют вибраторы с частотой колебаний обычно до 3000 (иногда до 15 000) в минуту и с амплитудой колебаний 0,1 ...3 мм. Различают вибраторы поверхностные, глубинные (внутренние), наружные и станковые.

Основой вибраторов являются **вибрационные элементы (вибровозбудители)**: электромеханические, электромагнитные и пневматические.

Электромеханические вибрационные элементы могут быть одно- и двухвальными, маятниковыми и планетарными. В одновальном элементе (рисунок 90,а) на валу 3 электродвигателя закреплены противовесы (дебалансы) 1 и 2, вращение которых приводит к вибрации. Рабочее напряжение элемента 36 В.



а – электромеханический; б – электромагнитный; в – пневматический поршневой; г – пневматический планетарный

Рисунок 90. Вибрационные элементы

Электромагнитный вибрационный элемент (см. рисунок 90,б) состоит 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. В поршневом элементе (см. рисунок 90,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 и смещает 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. Регулированием давления в питающем трубопроводе изменяется частота колебаний поршня.

Пневматический планетарный вибрационный элемент (см. рисунок 90,г) состоит из корпуса 21, в торцовых стенках которого закреплена подвижная ось 20 с текстолитовой лопаткой 19 и вращающийся ротор-дебаланс 18. Лопатка разделяет камеру на рабочую и выхлопную полости. Сжатый

Рисунок 91. Вибраторы

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 применяют пакетные глубинные вибраторы, составленные из 8 ... 16 вибраторов (рисунок 92).

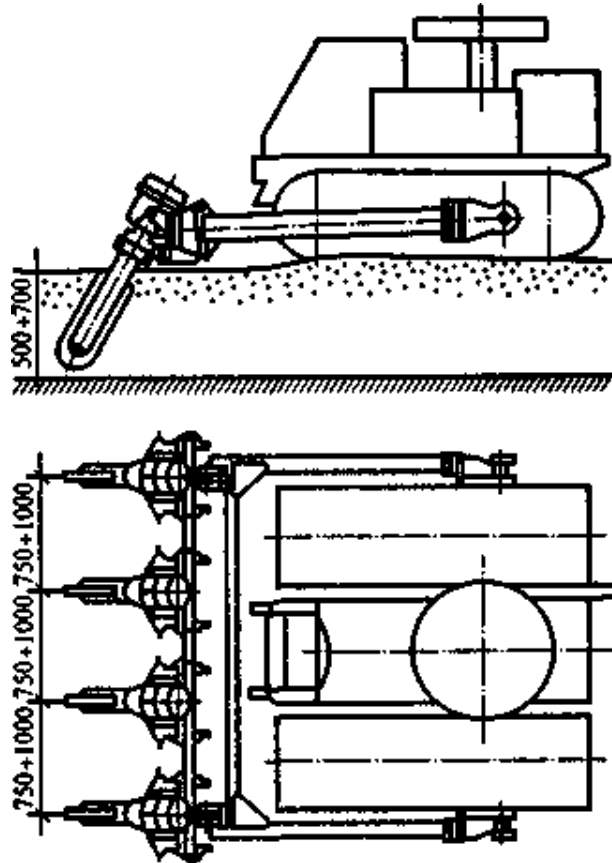


Рисунок 92. Малогабаритный электрический трактор с пакетом вибраторов

Вибробулава (см. рисунок 91,б) состоит из стального закрытого корпуса 10, внутри которого в подшипниках помещен вал 11. На средней части вала установлен противовес (дебаланс) 9, а на консольной – ротор 8 электродвигателя. Статор 7 укреплен в корпусе вибратора, который прикреплен 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 (см. рисунок 91,г) применяют 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 рисунке 91,д. Вращение от вала двигателя передается валу 18 с муфтами 17, позволяющими свободной части вала отклоняться от геометрической оси на угол до 5°. Под действием центробежной силы дебаланс 15 (бегунок) внутренней поверхностью обегает наружную поверхность сердечника 16. Возбуждаемые колебания имеют частоту, достигающую 168...250 Гц.

Наружные вибраторы передают вибрационные колебания бетонной смеси через опалубку, на которой закреплены. Такой вибратор (см рисунок 91,в) состоит из электродвигателя 20 с закрепленными на его валу противовесами. Корпус вибратора снабжен зажимами для крепления на опалубке. В состав зажима 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.

4.2.5 Вакуумирование

Вакуумирование применяют, в основном, для устройства бетонных полов толщиной до 300 мм путем удаления из бетонной смеси части воды с одновременным уплотнением под действием атмосферного давления через отсасывающие плиты. Реализующее этот процесс оборудование (*вакуум-агрегат* и *вакуум-маты*) обычно используют вместе с виброрейкой и затирочными машинами.

Вакуум-агрегат состоит из вакуумного бака и гидробака с вакуум-насосом. Отсасывающий вакуум-мат представляет собой фильтрующее полотно с отверстиями, объемно-профилированной пластмассовой сеткой и верхним герметизирующим матом с рукавом для отвода водовоздушной смеси. Вакуум-матом накрывают обработанный виброрейкой участок пола, после чего включают вакуум-насос. Вследствие разрежения в полости отсасывающего мата водовоздушная смесь по гибкому рукаву отсасывается из бетонного покрытия и поступает в вакуумный бак, где вода фильтром отделяется от воздуха и стекает в гидробак.

Вопросы для самопроверки:

1. Из каких компонентов готовят бетонные смеси и строительные растворы? Какие типы машин и оборудования используют для этого?
2. Приведите классификацию смесителей и назовите предпочтительные объекты их применения.
3. Назовите основные типы смесителей циклического действия, опишите их устройство и принцип действия. Как определяют их производительность?

4. Назовите основные типы и объекты применения смесителей непрерывного действия. Как устроен и как работает горизонтальный двухвальный смеситель?

5. Перечислите работы, сопутствующие приготовлению бетонных и растворных смесей. Назовите основные типы бетоно- и растворосмесительных заводов и установок и виды их продукции. Какая технологическая схема используется при большой удаленности строительного объекта от смесительного предприятия?

6. Назовите виды смесительных предприятий и приведите их классификацию. Каковы особенности высотной и двухступенчатой технологических схем? Какими бетоносмесителями комплектуют бетонные заводы и установки?

7. Назовите состав бетононасосных установок. Какими преимуществами и недостатками обладает способ транспортирования бетонных смесей с применением бетононасосных установок? Приведите классификацию бетононасосов. Какие из них наиболее распространены в строительстве?

8. Как устроены и как работают двухцилиндровые бетононасосы?

9. Как определяют производительность поршневых бетононасосов?

10. Как устроены и как работают перистальтические бетононасосы? Каковы их достоинства и недостатки?

11. Для чего применяют распределительные стрелы? Каков принцип их действия?

12. Какими техническими средствами подают и распределяют бетонную смесь? Охарактеризуйте подачу бетонной смеси с использованием бадей, перегрузочных и накопительных бункеров. Назовите области применения лотков, виброжелобов, звеньевых и вибрационных хоботов, ленточных конвейеров, самоходных стреловых бетоноукладчиков. Охарактеризуйте их рабочие процессы. Как определяют производительность самоходных бетоноукладчиков?

13. Какими способами уплотняют бетонную смесь? Приведите классификацию вибраторов для уплотнения бетонных смесей. Каков принцип их действия?

14. Для чего предназначены, как устроены и как работают глубинные вибраторы? Каковы их достоинства и недостатки?

15. Какое оборудование применяют для поверхностного уплотнения бетонных смесей? Как оно устроено и как работает?

5. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ

5.1 Машины и оборудование для штукатурных работ

Механизация штукатурных работ включает приготовление растворов, доставку их на строительные объекты, подачу к рабочим местам, нанесение на обрабатываемые поверхности и их отделку. При больших объемах штука-

турных работ раствор приготавливают централизованно на специализированных заводах или растворных узлах, откуда его доставляют на строящийся объект специализированными транспортными средствами – авторастворовозами или автотранспортом общего назначения в оборотной или штучной таре. При небольших объемах работ или значительной удаленности растворного узла раствор готовят на строительном объекте в растворосмесителях.

В комплект оборудования для штукатурных работ входят: штукатурные станции или агрегаты, поэтажные станции перекачки и нанесения растворов на поверхности и затирочные машины.

Штукатурные станции применяют для приема раствора, его хранения, перемешивания с введением необходимых добавок, транспортирования к рабочему месту и нанесения на обрабатываемую поверхность. Оборудование монтируют на автоприцепе или на полюзьях.

В составе штукатурных станций применяют объемные *противоточные насосы (одно- и двухцилиндровые и дифференциальные)*, характеризующиеся плавностью подачи, хорошей всасывающей способностью и высоким ресурсом работы цилиндро-поршневой группы (до 2000 маш.-ч).

В отличие от прямоточных насосов, в которых направление движения раствора на входе в рабочую камеру и выходе из нее совпадает с направлением силы тяжести, у противоточных насосов эти направления не совпадают.

Принципиальная схема *одноцилиндрового противоточного поршневого растворонасоса* с подачей 2...4 м³/ч приведена на рисунке 93. Насос приводится в действие электродвигателем 1 через клиноременную передачу 2 и двухскоростной редуктор 4. Возвратно-поступательное движение поршню 14 рабочего цилиндра 16 сообщается соединенным с его штоком 6 шатуном 5 от кривошипа выходного вала редуктора. Рабочая камера 15 перекрывается от всасывающего патрубка 8 шаровым клапаном 9, а от нагнетательного трубопровода (растворовода) 10 – клапаном 13. При движении поршня вправо в рабочей камере создается разрежение, вследствие чего нагнетательный клапан 13 прижимается к своему седлу, а всасывающий клапан 9 приподнимается, пропуская в рабочую камеру раствор через всасывающий патрубок. При движении поршня влево в рабочей камере создается избыточное давление, вследствие чего клапан 9 закрывается под действием собственной силы тяжести, а клапан 13 приподнимается, пропуская раствор в растворовод. Для снижения пульсации движения раствора служит воздушный ресивер 11, в который систематически подкачивают воздух, контролируя его давление манометром 12. Рабочий цилиндр охлаждается водой в охватывающей его камере 7. Подачу насоса изменяют дискретно переключением передач в редукторе 4. Для предохранения насоса от поломок, например, при образовании в раствороводе пробок, в трансмиссию привода включена предохранительная муфта 3, которая срабатывает в экстремальных случаях, отключая насос от двигателя.

Двухцилиндровые растворонасосы отличаются от одноцилиндровых числом рабочих цилиндров со своими рабочими камерами, работающими по-

очередно на один растворовод, благодаря чему повышается плавность подачи раствора.

У *двухцилиндровых дифференциальных растворонасосов* рабочие камеры соединены последовательно так, что раствор, поступивший в первую рабочую камеру нагнетается во вторую камеру, а из нее – в растворовод. Они обеспечивают подачу раствора на высоту до 100 м или на 300 м по горизонтали при давлении до 4 МПа.

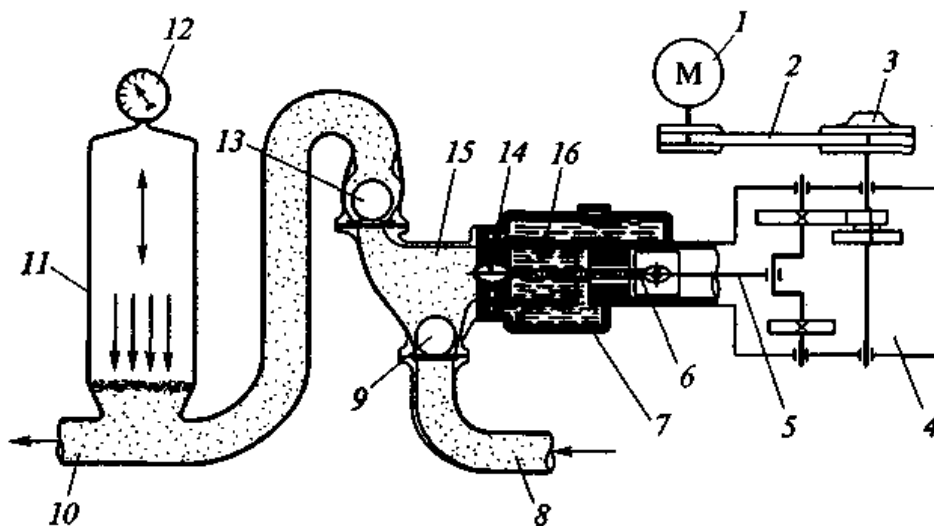


Рисунок 93. Принципиальная схема одноцилиндрового противоточного поршневого растворонасоса

Подача поршневых противоточных растворонасосов

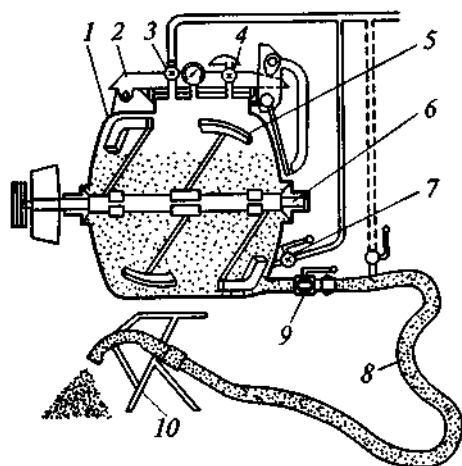


Рисунок 94. Пневматический растворонагнетатель

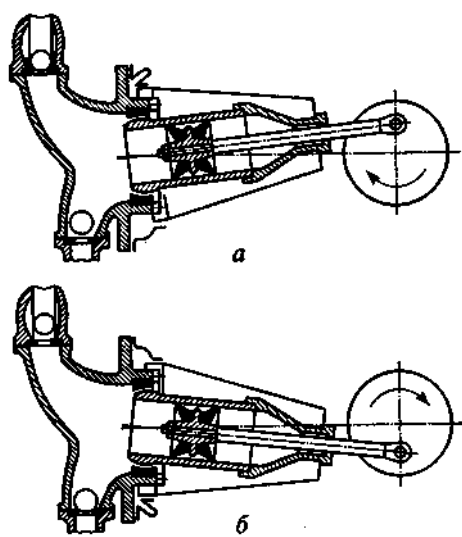
$$Q = 15\pi d^2 snk_n,$$

где Q – подача поршневых противоточных растворонасосов, м³/ч; d и s – диаметр поршня, м и его ход, м; n – число ходов поршня в минуту; k_n – коэффициент объемного наполнения ($k_n = 0,7 \dots 0,85$).

Для подачи жестких растворов штукатурные станции оборудуют *пневматическими нагнетателями* (рисунок 94). Рабочую емкость 1, представляющую собой лопастной смеситель принудительного действия, заполняют сухими компонентами (вяжущим и песком) и водой, после чего ее закрывают крышкой 2, через краны 3 и 7 нагнетают внутрь сжатый воздух и приводят во вращение вал 6 с лопастями 5. Готовую смесь вместе с воздухом выпускают в растворовод 8 через кран 9. На выходе из растворовода скоростной напор смеси уменьшается посредством гасителя 10. При превышении давления в емкости более 0,7 МПа воздух стравливается в атмосферу через

предохранительный клапан 4. Пневматические нагнетатели обеспечивают подачу раствора $2,5 \dots 8 \text{ м}^3/\text{ч}$ на высоту до 80 м или на расстояние до 200 м по горизонтали. В состав штукатурной станции включен также компрессор для подачи сжатого воздуха к пневмораспылительным форсункам при нанесении раствора на оштукатуриваемую поверхность.

Передвижные агрегаты циклических смесителей принудительного перемешивания с опрокидными барабанами применяют для приготовления растворов из местных компонентов непосредственно на строительном объекте. Для транспортирования составов и их нанесения на обрабатываемые поверхности применяют *объемные поршневые противоточные* (рисунок 95) (с подачей до $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ при дальности до 100 м по горизонтали и до 30 м по вертикали) и *винтовые* (с подачей до $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ при дальности до 100 м по горизонтали и до 50 м по вертикали) растворонасосы.



а — всасывание; б — нагнетание

Рисунок 95. Растворонасос с качающимся цилиндром

Винтовые растворонасосы (рисунок 96) используют для перекачивания как штукатурных растворов на гипсовых вяжущих, так и разного рода замазочных, шпатлевочных, мастичных и малярных составов. Рабочим органом растворонасоса является винт 3, вращающийся в резиновой обойме 2 от электродвигателя 1 через редуктор 6. Материал загружают в бункер 1, где он подается шнековым питателем 5 к винтовой паре и далее — в растворовод. При изнашивании внутренней рабочей полости обоймы ее поджимают стяжным хомутом 4.

Поэтажные штукатурные агрегаты (рисунок 97) применяют при небольших объемах штукатурных работ. Агрегат состоит из двух основных сборочных единиц: растворонасоса 1 и приемного бункера 5, смонтированных на колесах и соединенных резиноканевым рукавом 6. Растворонасос, обычно противоточный, с непосредственным воздействием поршня на раствор, укомплектован ресивером 3 и пультом управления 2. Готовый раствор загружают на вибросито 4, установленное в верхней части приемного бункера. Агрегат обеспечивает подачу до $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ раствора на расстояние до 15 м по вертикали или до 50 м по горизонтали.

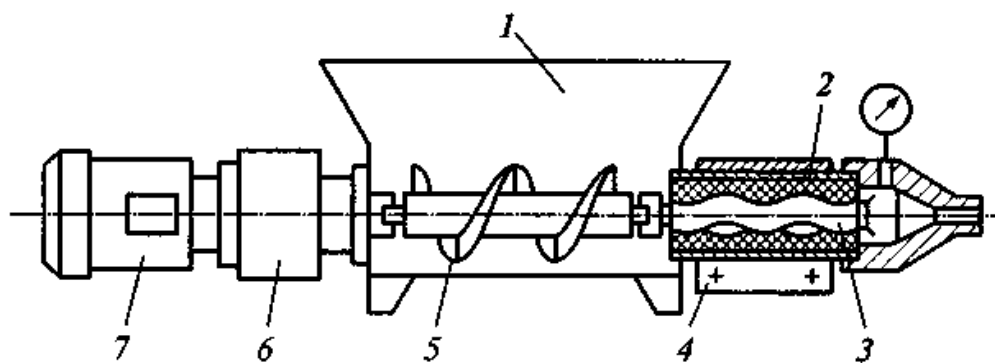


Рисунок 96. Винтовой растворонасос

Для нанесения штукатурных растворов на поверхность применяют *воздушные (компрессорные) и безвоздушные (бескомпрессорные) форсунки* (рисунок 98). В полость наконечника-сопла воздушной форсунки (см. рисунок 98,а) по двум каналам одновременно подается раствор (по каналу 3) и сжатый воздух (по трубке 2). Последний при выходе из сопла 1 распыляет раствор, образуя факел, что способствует равномерному нанесению раствора на поверхность. Размеры факела регулируют изменением расхода сжатого воздуха или изменением расстояния между воздушной трубкой 2 и выходным отверстием сопла. Воздушные форсунки применяют для нанесения на оштукатуриваемую поверхность растворов подвижностью 6...12 см при крупности песка до 2,5 мм.

Бескомпрессорные форсунки (см. рисунок 98,б) используют для работы с более подвижными растворами. По сравнению с воздушными форсунками они более просты, но не обеспечивают стабильного факела, что приводит к неравномерному нанесению раствора и частому засорению сопел.

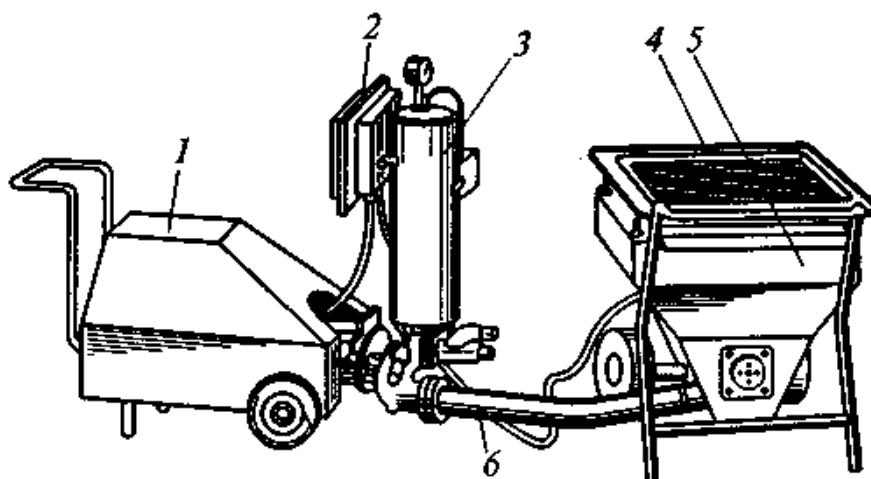
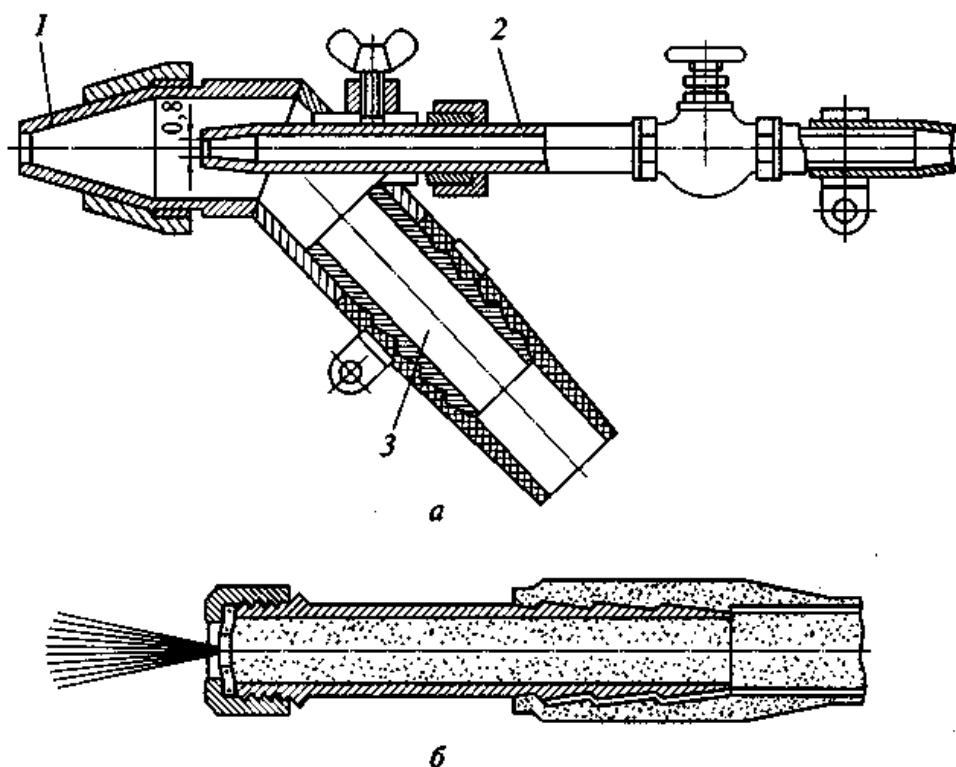


Рисунок 97. Поэтажный штукатурный агрегат



а – компрессорная с центральной подачей сжатого воздуха; б – бескомпрессорная

Рисунок 98. Штукатурные форсунки

Нанесенный на оштукатуриваемую поверхность раствор разравнивают вручную, после чего наносят накрывочный слой, который разравнивают **ручными штукатурно-затирачными машинами** – пневматическими и электрическими (рисунок 99).

Рабочим органом электрической затирачной машины является вращающийся диск, к которому через штуцер в одной из рукояток подводится вода для смачивания затираемой поверхности. При повышенных требованиях к оштукатуренным поверхностям в отношении водо- и газонепроницаемости, жаростойкости и кислотоупорности, а также повышенной механической прочности применяют **торкретные установки**. В состав установки входят: цемент-пушка, компрессор, бак для воды, гибкие шланги для сухой смеси, воды, воздуха и сопла.

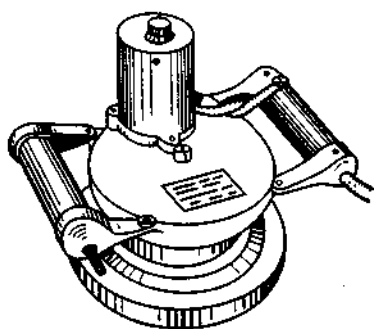


Рисунок 99. Штукатурно-затирачная машина с электроприводом

Компоненты поступают в рабочую камеру сопла раздельно, где они смешиваются и под действием сжатого воздуха выбрасываются из сопла, с силой ударяясь о покрываемую поверхность. Обычно поверхности оштукатуривают послойно, нанося каждый последующий слой после начала схватывания предыдущего. Торкретные установки обеспечивают подачу 1,5...4 м³/ч сухой смеси на расстояние до 200

м по горизонтали и до 80 м по вертикали при рабочем давлении сжатого воздуха 0,4 МПа.

5.2 Машины и оборудование для малярных работ

Малярные работы включают подготовку поверхностей под окраску (ее очистку, снятие наплывов, расшивку трещин и подмазку отдельных мест, проолифку, нанесение слоя шпатлевки с ее разравниванием и шлифованием), приготовление шпатлевочных и малярных составов, огрунтовку и собственно окраску.

Подлежащие окраске поверхности очищают от пыли сжатым воздухом или щетками, а сильно загрязненные поверхности – шлифовальными машинами или металлическими электрощетками.

Наплывы снимают ручными электрическими или пневматическими молотками. При необходимости на бетонных поверхностях делают насечку для лучшего сцепления наносимого на них слоя шпатлевки.

Малярные составы приготавливают в централизованных цехах производственных предприятий строительных организаций, приобъектных *колерных* мастерских и на передвижных малярных станциях.

Централизованное предприятие оснащено, в основном, стационарным оборудованием. В состав оборудования приобъектных колерных мастерских и передвижных малярных станций входят: мелотерки, краскотерки, смесители, насосы-эмульгаторы, электроклееварки, вибросита, а также средства механизации для транспортирования и нанесения составов.

При больших объемах работ и централизованной доставке шпатлевки в полиэтиленовой таре для шпатлевочных работ применяют **малярные агрегаты**, состоящие из размещенного в технологической последовательности оборудования для дозирования, транспортирования и нанесения отделочных материалов на обрабатываемые поверхности пневматическими или безвоздушными распылителями.

Агрегаты изготовлены на базе винтовых насосов и комплектуются применительно к конкретным условиям работы для определенных объемов и отделочных материалов. Они обеспечивают подачу до 0,4 м³/ч при дальности до 80 м по горизонтали или до 50 м по вертикали.

При небольших объемах работ применяют **шпатлевочные установки** (рисунок 100) передвижные (на колесах). Установка состоит из двух герметично закрываемых баков 2 с распределительными аппаратами 1, удочки 7, соединяющего их материального рукава 5 и воздушных шлангов 3 и 6, соединяющих баки и удочку с компрессором, который не входит в состав установки. Шпатлевку наносят на обрабатываемую поверхность поочередно, сначала расходуя материал из одного бака, а после переключения рукояткой 4 распределителя – из другого бака. После загрузки бака жидкой шпатлевкой и его герметизации в него подают сжатый воздух, под давлением которого шпатлевка поступает через распределительное устройство к головке 8 удоч-

ки, где она увлекается воздухом, подаваемым через шланг б, и в распыленном состоянии наносится на обрабатываемую поверхность. Производительность установки составляет до $200 \text{ м}^3/\text{ч}$ обработанной поверхности при рабочем давлении сжатого воздуха $0,7 \text{ МПа}$ и расходе $0,5 \text{ м}^3/\text{мин}$. Установка может быть также применена для нанесения на обрабатываемые поверхности синтетических, водно-меловых и водно-известковых окрасочных составов.

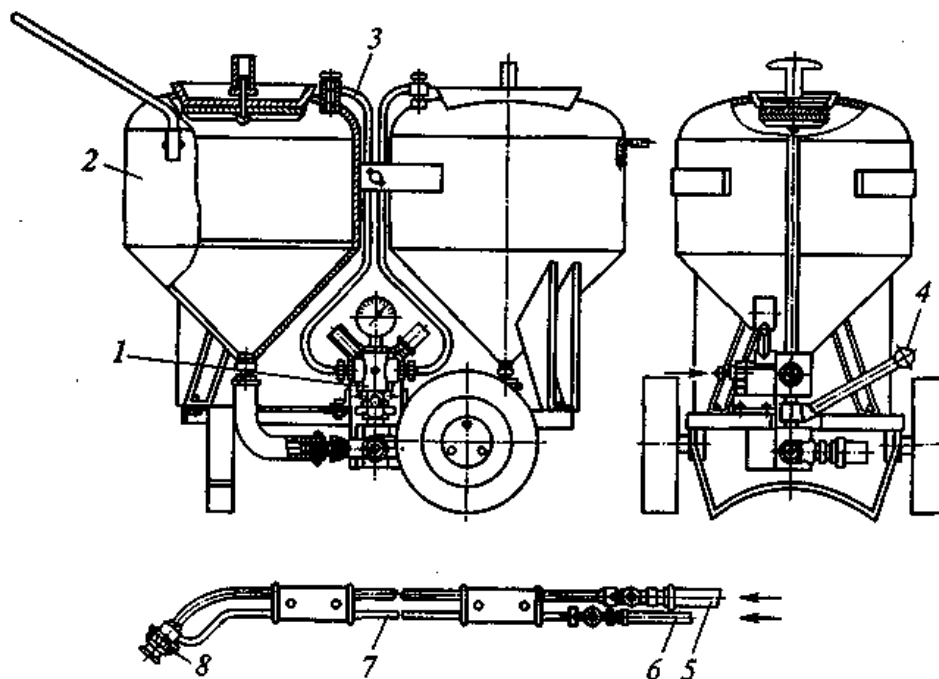


Рисунок 100. Установка для нанесения жидкой шпатлевки

Для поэтажной подачи и нанесения на обрабатываемые поверхности шпатлевок подвижностью от 7 см и более, а также грунтовых и водоклеевых красочных составов применяют **передвижные шпатлевочные агрегаты** на базе винтовых насосов. Шпатлевку наносят распылением с помощью сжатого воздуха, подаваемого к удочке от компрессора под давлением $0,5 \dots 0,7 \text{ МПа}$. При нанесении грунтовок и водных красочных составов сжатый воздух не используют, так как для распыления достаточно давления, развиваемого насосом (2 МПа).

Для окраски поверхностей применяют **окрасочные агрегаты** с распылением окрасочных составов и нанесением их на окрашиваемые поверхности краскораспылителями или удочками. Различают переносные и передвижные, пневматические и безвоздушного распыления окрасочные агрегаты. Все агрегаты отечественного производства имеют, как правило, электрический привод.

Передвижной окрасочный агрегат по устройству и принципу действия сходен с передвижной шпатлевочной установкой. Передвижные окрасочные агрегаты работают от воздушных компрессоров с подачей воздуха до $0,5 \text{ м}^3/\text{мин}$ и рабочим давлением $0,4 \text{ МПа}$. Вместимость красконагнетательного бака $16 \dots 100 \text{ л}$. Производительность агрегата достигает $500 \text{ м}^2/\text{ч}$ окрашенной

поверхности.

При небольших объемах окрасочных работ применяют *переносные окрасочные агрегаты* производительностью до $50 \text{ м}^2/\text{ч}$ окрашенной поверхности, работающие от диафрагменного компрессора с подачей воздуха до $0,05 \text{ м}^3/\text{мин}$ при рабочем давлении $0,4 \text{ МПа}$. Вместимость бачка для краски составляет $0,7 \text{ л}$.

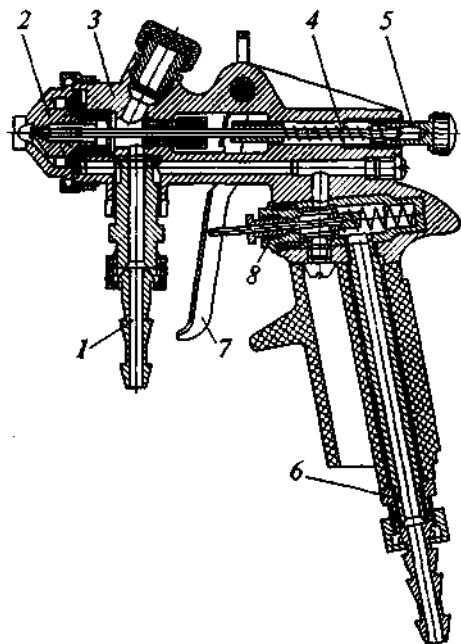


Рисунок 101. Пневматический краскораспылитель

Рабочими органами окрасочных агрегатов являются *пневматические краскораспылители* низкого (до $0,1 \text{ МПа}$) и высокого (более $0,1 \text{ МПа}$) давления. Пневматические краскораспылители различного назначения (для окраски фасадов домов, стен промышленных зданий, крупных металлоконструкций; для окрашивания приборов отопления, панелей в кухнях и санузлах, а также во всех других случаях при небольших объемах работ; для художественных работ) различаются между собой размерами и формой отпечатка факела. Конструктивно их выполняют по сходным схемам (рисунок 101). Краска поступает к головке 2 распылителя по каналу 1 в передней части корпуса 3, а воздух – по каналу 6 в рукоятке. Подачу краски регулируют винтом 5, соединенным с иглой 4, а подачу воздуха – устройством 8, приводимым в движение курком 7.

При нажатии на курок сначала к головке подается воздух и только после этого игла открывает канал для прохода краски. При отпуске курка сначала прекращается подача краски и только потом воздуха. Этим обеспечивается предварительный обдув воздухом окрашиваемой поверхности, исключается выброс крупных капель краски на нее при отпуске курка.

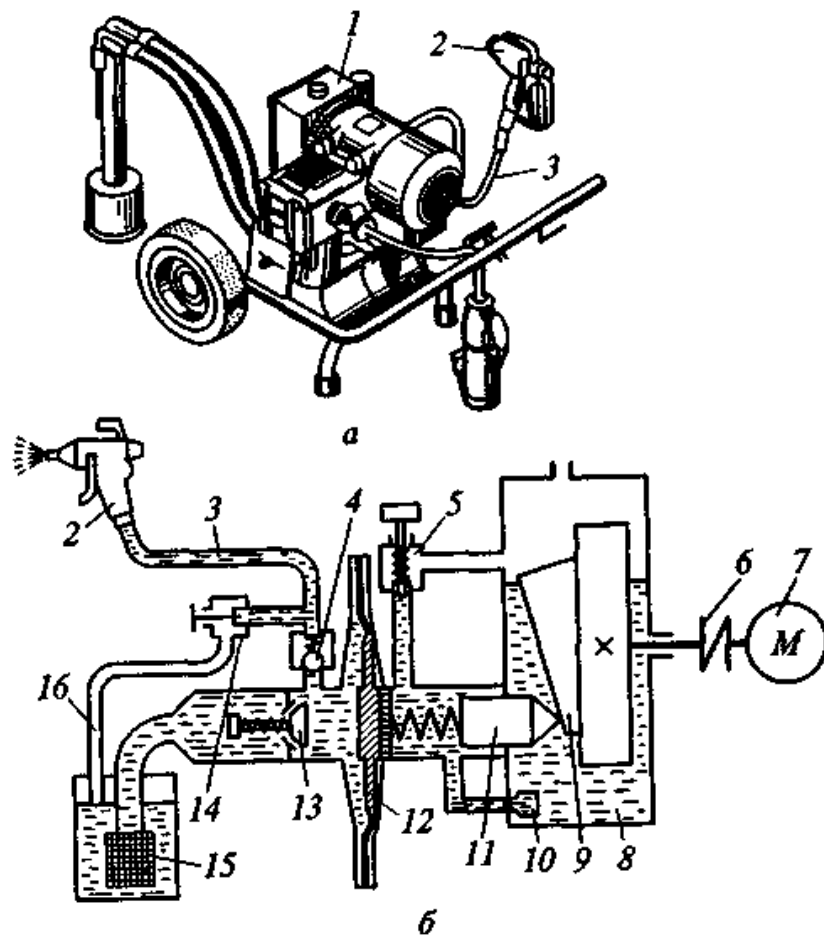
Пневматические краскораспылители обеспечивают высокое качество окрашивания, надежны и просты в работе и обслуживании. Их существенным недостатком являются значительные потери (до 30%) краски на так называемое *туманообразование*. Эта краска, не достигая окрашиваемой поверхности, уносится сжатым воздухом, резко ухудшая условия работы в закрытых помещениях. Некоторое улучшение условий работы достигается за счет применения пневматических краскораспылителей низкого давления.

В настоящее время наиболее эффективно применение в строительстве *безвоздушного способа окрашивания*, при котором потери краски могут быть снижены до 2%, а оператор может работать без применения каких-либо защитных средств.

Окрасочный агрегат (рисунок 102,а) состоит из насоса 1 высокого давления (до 30 МПа) мембранного или поршневого типа, краскораспылите-

ля 2 и соединяющего их материального шланга 3. На рисунке 102,б представлена кинематическая схема агрегата с насосом мембранного типа. Насос приводится в движение электродвигателем 7 через упругую муфту 6. При вращении маховика 9 наклонной рабочей поверхностью плунжер 11 совершает возвратно-поступательное движение, сообщая колебательное движение мембране 12 через буферную жидкость, которая поступает в буферную зону из корпуса 8 через сетчатый фильтр 10. Соответственно колебаниям мембраны происходит всасывание краски из расходной емкости через фильтр 15 и клапан 13 и ее нагнетание через клапан 4 по материальному шлангу 3 к краскораспылителю 2. Давление нагнетания регулируют устройством 5, перепускающим часть рабочей жидкости из буферной зоны в корпус 8. При перекрытом канале краскораспылителя и работающем насосе красочный состав возвращается в расходную емкость по трубопроводу 16 через перепускной клапан 14. Один насос может обслуживать несколько краскораспылителей. Особенно эффективно применять окрасочные агрегаты безвоздушного распыления при больших объемах работ с расходом краски до 7 л/мин и дальности подачи по вертикали до 100 м. В этом случае их производительность превышает 600 м²/ч.

Для работы с водно-меловыми и водно-известковыми составами небольшой вязкости применяют *краскопульты* – ручные или приводные насосы, от которых по материальному шлангу состав поступает к *краскораспылителю (форсунке)* (рисунок 103) под давлением 0,4 МПа, касательно к ее внутренней полости, вследствие чего закручивается и вылетает из форсунки, образуя факел в виде полого конуса.



а – общий вид; б – кинематическая схема

Рисунок 102. Окрасочный агрегат безвоздушного распыливания

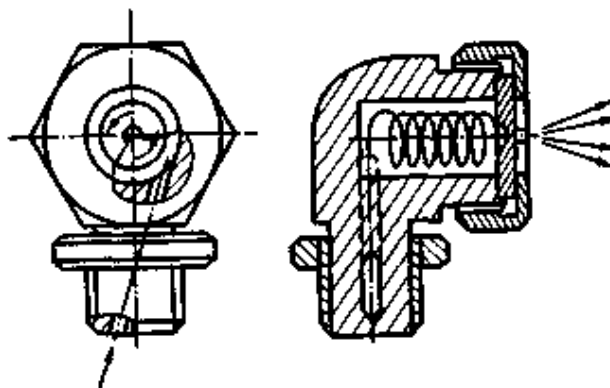


Рисунок 103. Форсунка краскопульты

5.3 Машины и оборудование для отделки полов

Бетонные полы затирают сразу же после вакуумной обработки. Для грубого заглаживания поверхностей бетонных и мозаичных полов применяют трех- и четырехлопастные машины со сменными лопастями различной ширины. Широкие лопасти используют для затирки, а узкие – для железне-

ния поверхности бетона.

Для более качественной отделки полов применяют **дисковые затирочные машины** (рисунок 104) с двумя вращающимися навстречу друг другу рабочими дисками 4 и 7 из древесно-стружечных плит. Для самоустановки дисков в плоскости вращения они соединены с валами 1 и 8 редуктора 2 резиновыми мембранами 5 и 6. Рабочие диски приводятся в движение от асинхронного электродвигателя 3 через редуктор. Пульт управления с пакетным выключателем и краном для подачи воды в зону обработки установлены на рукоятке, закрепленной на корпусе машины.

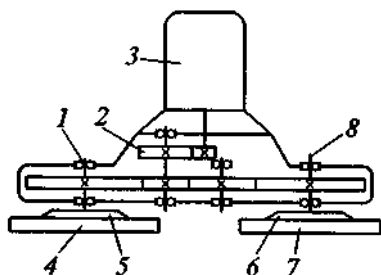


Рисунок 104. Кинематическая схема дисковой затирочной машины

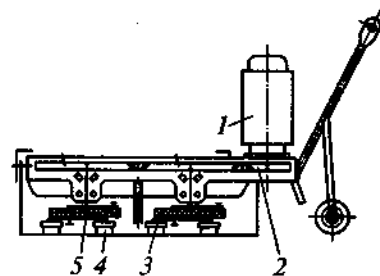


Рисунок 105. Мозаично-шлифовальная машина

Для шлифования и полирования полов из мозаики, мрамора, гранита и т.п. материалов применяют **мозаично-шлифовальные машины** (рисунок 105). Они приводятся в движение электродвигателем 1 или, реже, – двигателем внутреннего сгорания через зубчатый редуктор 2. Принципиальные схемы устройства и работы этих машин сходны с таковыми для дисковых затирочных машин и отличаются от последних рабочим инструментом, в качестве которого применяют трехгранные *абразивные камни* 4, закрепленные в державках 3 на планшайбах 5. Частота вращения рабочих органов составляет 250...750 об/мин. Меньшие скорости используют при грубой обдирке поверхностей, а большие при тонком шлифовании и полировании. Для улучшения процесса шлифования в рабочую зону подают воду.

Для строжки деревянных полов применяют **строгальные машины** (рисунок 106). Их рабочим органом является вращающийся барабан 10, на периферийной поверхности которого установлены ножи 9. Барабан приводится во вращение либо обращенным электродвигателем с неподвижным ротором и вращающимся статором, выполненным заодно с барабаном, либо вынесенным на корпус машины электродвигателем через ременную передачу. Копирная плоскость отслеживается одним передним 1 и двумя задними 8 роликами. Последние свободно установлены на оси 7 траверсы 6, положение которой регулируют рукояткой 3 через подпружиненную тягу 5, чем достигается требуемая глубина строгания. Стружка выносятся из зоны строгания воздушным потоком, создаваемым крыльчаткой вентилятора, установленного на валу ножевого барабана. Запускают и останавливают электродвигатель

магнитным пускателем 2, установленным на стойке 4. Строжку выполняют в два прохода: продольным при глубине строгания 2...2,5 мм и поперечным (чистовым) – 0,5...1 мм. Производительность машины составляет до 40 м²/ч.

Для шлифования дощатых и паркетных полов применяют шлифовальные машины барабанного и дискового типов.

Шлифовальная машина барабанного типа (рисунок 107) по устройству и принципу работы сходна с рассмотренной выше строгальной машиной с вынесенным на корпус машины приводным электродвигателем. Отличия заключаются в следующем. Копирная поверхность отслеживается двумя передними 3, регулируемые по высоте, и одним задним 4 рояльного типа роликами. Рабочим инструментом служит шлифовальная шкурка, закрепляемая на шлифовальном барабане 2 по слою резины. Барабан установлен перед передними роликами, высотным положением которых регулируют глубину шлифования. Продукты шлифования выносятся потоком воздуха, создаваемым крыльчаткой вентилятора, приводимого общим электродвигателем 1, и оседают в сборном мешке 5. Шлифуют полы в два приема – продольной и поперечной проходкой. Производительность машины достигает 60 м²/ч обработанной поверхности.

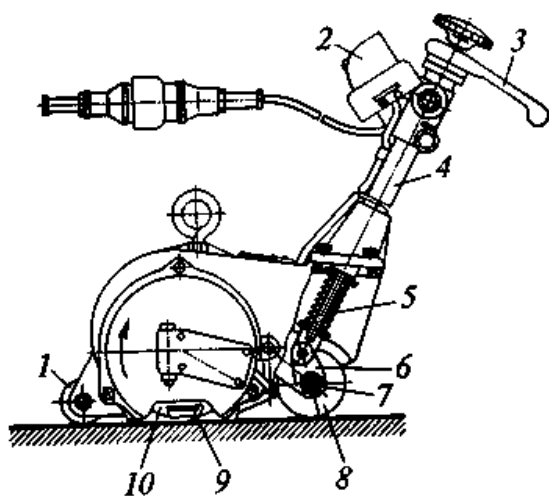


Рисунок 106. Машина для строгания деревянных полов

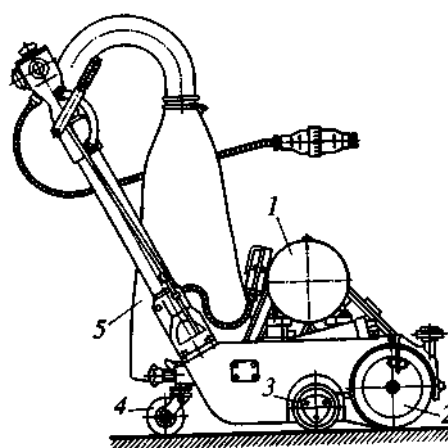


Рисунок 107. Машина барабанного типа для шлифования дощатых и паркетных полов

Шлифовальные машины дискового типа применяют для шлифования полов в стесненных условиях (под приборами отопления, в углах помещений). Их рабочим органом служит вращающийся диск с закрепленной на нем абразивной шкуркой. Рабочая поверхность диска наклонена к обрабатываемой поверхности под углом 10...15°. Производительность дискошлифовальных машин достигает 5 м²/ч.

При устройстве полов из рулонных материалов раскраивают и сваривают полотнища в централизованных подсобных предприятиях, а их прикат-

ку, прирезку и подварку отдельных мест выполняют непосредственно на строительном объекте. Линолеум сваривают посредством инфракрасного излучения, токами высокой частоты и горячим воздухом с нагревом кромок и сварочного шнура до температуры 220...270°С. Размягченный сварочный шнур вплавляют в стык свариваемых полотнищ, вдавливая его прижимным роликом.

Для сварки отдельных мест на объекте применяют **переносную сварочную установку**. Она состоит из воздуходувки или переносного диафрагменного компрессора и сварочной головки со спиралью для нагрева воздуха и прижимным роликом. Сваривают линолеумные стыки описанным выше способом. Скорость сварки составляет 8...10 м/ч.

5.4 Машины и оборудование для устройства кровель

Удельный вес кровельных работ в общем комплексе городского строительства составляет по трудоемкости около 14%. Основными видами кровельных покрытий в настоящее время являются рулонные и безрулонные (мастичные) кровли.

Технологический цикл устройства рулонной кровли включает подготовку основания, очистку рулонных материалов от минеральной посыпки, подъем доставленной на объект мастики на крышу, наклейку рулонных материалов и их прикатку.

Подготовка основания заключается в удалении с него пыли, воды, наледи и снега, а также сушке основания. Пыль удаляют пылесосами и передвижными компрессорами, а воду передвижными вакуум-насосами и переносными насосами. Для сушки основания, а также для таяния наледи и снега используют передвижные огневые установки с керосиновыми горелками и трубами для направления потока горячих газов; передвижные воздухоподогреватели для сушки больших площадей с одной или двумя горелками, центробежным вентилятором и диффузором для смешивания горячей газовой смеси с холодным воздухом; воздуходувки с электрическими нагревательными элементами; передвижные установки с вентилятором для сушки оснований совместным действием инфракрасного излучения раскаленного поддона, горячих газов и конвекционного обмена.

Очищают рулонные материалы от минеральной посыпки перед укладкой и наклейкой на основание протяжкой полотнища между валками, смачивающими его растворителем, и механической очисткой полотнищ одной или двумя вращающимися круглыми капроновыми щетками.

Для перекачивания битумных мастик с пылевидными, волокнистыми и комбинированными наполнителями и приклейки на кровле рулонных материалов применяют смонтированные на прицепе агрегаты, состоящие из термоса с электронагревателем, смесителя и насосной станции с мастикопроводами. Температурный режим контролируется и поддерживается автоматически. Агрегат обеспечивает подачу 6 м³/ч мастики на кровлю на высоту до 50

м при давлении 1,5 МПа.

Для выполнения массовых кровельных работ битум доставляют на объект **автогудронаторами**, оборудованными горелками для подогрева мастики и насосом для наполнения цистерны, перемешивания и выдачи мастики. Горячую мастику из гудронатора подают на крышу, где ее направляют на поверхности наклейки рулонных материалов, или сливают в котлы-термосы, из которых ее перекачивают шестеренными насосами по трубопроводу к месту производства работ.

Битумоварочные котлы (рисунок 108) применяют для приготовления битумных мастик непосредственно на объекте и подачи ее к месту производства работ. Оборудование, состоящее из бака 7 с крышкой 4, жаровой системы 2, системы подачи 6 и шестеренного насоса 1 с приводом от электродвигателя монтируют на одноосном прицепе 3. Битумоварочные котлы являются объектами повышенной пожароопасности, в связи с чем их комплектуют противопожарными средствами, а при работе неукоснительно соблюдают требования пожарной безопасности, общие и предписанные инструкцией по эксплуатации оборудования. Загруженный в бак битум (не более 3/4 объема бака) расплавляют передачей тепла через стенки жаровой системы, топочная камера которой работает на дизельном топливе. Во избежание обильного пенообразования при варке битума наполнитель должен быть сухим. Мастику подают на крышу по мастикопроводу 5 на высоту до 50 м при давлении 1,5 МПа. Производительность битумных котлов составляет около 5 м³/ч.

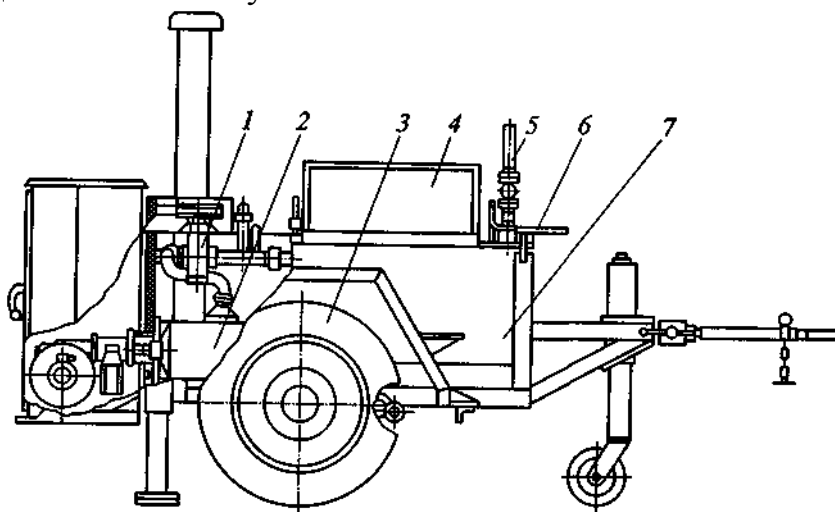


Рисунок 108. Битумоварочный котел

При устройстве кровель из рубероида с наплавленным в заводских условиях слоем мастики после раскатки рулонов на крыше их разогревают *горелками* до температуры 140...160° и прикатывают специальными устройствами на обрешеченных колесах.

Для устройства безрулонных кровель из мастичных материалов на полимерной основе используют **передвижные станции**, с помощью которых мастичные материалы разгружают, разжижают, подают к месту производства работ и наносят на поверхность распыливанием. Производительность стан-

ции составляет до 800 м²/ч, дальность подачи по вертикали до 50 м, по горизонтали до 80 м.

Вопросы для самопроверки:

1. Перечислите виды механизированных работ при оштукатуривании поверхностей. Как организовано приготовление штукатурных растворов при больших и небольших объемах работ? Перечислите оборудование штукатурного комплекта.

2. Для чего предназначены, как устроены и как работают штукатурные станции? Какие типы растворонасосов используют в составе штукатурных станций? Чем отличаются противоточные насосы от прямоточных?

3. Опишите принцип работы одноцилиндрового противоточного поршневого растворонасоса. Чем отличается от него двухцилиндровый дифференциальный растворонасос? Как определяют производительность поршневых противоточных растворонасосов?

4. Для чего предназначены, как устроены и как работают пневмонагнетатели?

5. Для чего предназначены, как устроены и как работают передвижные агрегаты циклических смесителей принудительного перемешивания? Какими насосами их комплектуют? Каковы их выходные параметры?

6. Для чего применяют, как устроены и как работают винтовые растворонасосы?

7. Для чего применяют, как устроены и как работают поэтажные штукатурные агрегаты?

8. Для чего применяют, как устроены и как работают воздушные и безвоздушные форсунки?

9. Для чего применяют ручные затирочные машины? Какой вид привода они используют?

10. Для чего применяют торкретные установки? Перечислите состав входящего в них оборудования. Охарактеризуйте принцип действия торкретной установки. Каковы ее выходные параметры?

11. Перечислите состав малярных работ. Какими способами и с использованием каких технических средств подготавливают поверхности к окраске? Как организовано приготовление малярных составов? Какое оборудование используют для этого? Для чего применяют малярные агрегаты? Каким оборудованием их комплектуют? Каковы их выходные параметры?

12. Для чего применяют, как устроены и как работают шпатлевочные установки? Каковы их выходные параметры?

13. Для чего применяют передвижные шпатлевочные агрегаты? Каковы их выходные параметры?

14. Для чего применяют окрасочные агрегаты? Перечислите их виды. Каковы выходные параметры передвижных и переносных окрасочных агрегатов?

15. Для чего применяют пневматические краскораспылители, каковы их типы, как они устроены и как работают? Каковы их достоинства и недостатки?

16. Как устроены и как работают безвоздушные распылители? Каковы их выходные параметры? Приведите сравнительную оценку с пневматическими распылителями.

17. Для чего применяют краскопульты? Каков принцип работы их краскораспылителей?

18. Для чего применяют, как устроены и как работают дисковые затирочные машины, мозаично-шлифовальные машины?

19. Какие машины применяют для строжки полов? Как они устроены и как работают? Каковы их выходные параметры?

20. Какие машины применяют для шлифования и полирования дощатых и паркетных полов? Как они устроены и как работают? Каковы их выходные параметры? Для чего применяют шлифовальные машины дискового типа, каковы их выходные параметры?

21. Каким способом сваривают полотнища линолеума? Какое оборудование применяют для сварки отдельных мест?

22. Перечислите виды работ при устройстве кровель из рулонных материалов. Какими способами и с использованием каких технических средств подготавливают основание для наклейки рулонных материалов? Как очищают рулонные материалы от минеральной посыпки?

23. Какое оборудование используют для перекачивания битумных мастик и подачи их к местам производства кровельных работ? Каковы выходные параметры этого оборудования? Для чего применяют автогудронаторы?

24. Для чего применяют, как устроены и как работают битумоварочные котлы? Какие меры противопожарной безопасности применяют при их эксплуатации?

25. Каким способом и с использованием каких технических средств устраивают кровли из рубероида с наплавленной в заводских условиях мастикой?

26. Какое оборудование используют для устройства безрулонных кровель? Каковы его выходные параметры?

6. РУЧНЫЕ МАШИНЫ

6.1 Общие сведения о ручных машинах

Ручной называют технологическую машину, снабженную встроенным двигателем, при работе которой масса машины полностью или частично воспринимается руками оператора. От двигателя осуществляется главное движение рабочего органа, а все вспомогательные движения (подача, управление, установление режима и длительности операции) выполняются вручную.

Наибольшее распространение ручные машины получили в строитель-

стве при выполнении санитарно-технических, отделочных, монтажных и ремонтных работ. Применение ручных машин позволяет в 5...10 раз увеличить производительность труда (по сравнению с работой вручную), значительно снизить трудоемкость и повысить качество выполняемых технологических операций, а также улучшить условия труда рабочего.

Ручные машины классифицируют по следующим признакам:

- *по назначению* – машины для обработки металлов, дерева и камня, для сборочных, отделочных, монтажных, земляных и буровых работ;

- *по виду привода* – электрические, пневматические, моторизованные (с приводом от двигателя внутреннего сгорания), гидравлические и пороховые машины;

- *по способу преобразования энергии питания* – фугальные, механические, компрессионно-вакуумные и пружинные;

- *по исполнению и регулированию скорости* – прямые (оси рабочего органа и привода параллельны), угловые (оси рабочего органа и привода расположены под углом), реверсивные и неревверсивные, односкоростные и многоскоростные;

- *по характеру движения рабочего органа* – машины с вращательным, возвратно-поступательным и сложным движением. У вращательных машин силовое воздействие рабочего органа на обрабатываемый объект осуществляется непрерывно.

Рабочие органы, совершающие возвратно-поступательное и сложное движения, оказывают силовое воздействие на обрабатываемый объект импульсами.

В строительстве преимущественное распространение получили пневматические и электрические ручные машины. Электрические ручные машины выгоднее применять при выполнении работ сравнительно небольших объемов, пневматические – при работах средних и больших объемов на объектах, обслуживаемых передвижной компрессорной установкой или располагающих централизованной сетью сжатого воздуха. По сравнению с пневматическими электрические машины имеют значительно больший коэффициент полезного действия. Многие виды ручных машин, выпускаются только с электрическим приводом.

6.2 Пневматические ручные машины

Довольно широкое распространение при производстве строительномонтажных и отделочных работ получили пневматические ручные машины, источником энергии которых служит атмосферный воздух, сжатый до 0,5...0,7 МПа в компрессорах. По сравнению с электрическими пневматические машины легче, портативнее, проще по конструкции, нечувствительны к перегрузкам, обладают большей удельной мощностью, более надежны и безопасны в эксплуатации. Однако пневматические машины имеют низкий КПД и расходуют больше электроэнергии, а также требуют дополнительных

эксплуатационных расходов на сооружение трубопроводов – воздухопроводов с приборами для очистки воздуха и на обслуживание компрессорной установки. Кроме того, пневматические машины при работе создают большой шум.

По принципу действия различают вращательные, ударные и ударно-вращательные пневмомашины. К вращательным пневмомашинам относятся сверлильные, шлифовальные, резьбонарезные пневмомашины, пневможницы и пневмогайковерты. Для привода вращательных пневмомашин применяют поршневые, турбинные и ротационные пневмодвигатели. По сравнению с поршневыми турбинные и ротационные пневмодвигатели проще по конструкции, портативны, быстроходны, легко реверсируются и могут выдерживать значительные перегрузки.

Турбинные двигатели применяются в высокоскоростных шлифовальных машинах с абразивными борголовками. Основными недостатками таких двигателей являются быстрый износ лопаток и значительный шум при работе.

Ротационные пневмодвигатели изготавливают реверсивными и нереверсивными с правым или левым вращением ротора.

Для снижения шума до уровня санитарных норм машины с ротационными пневмодвигателями снабжаются глушителями. Основные узлы пневматической машины вращательного действия (двигатель, редуктор, рукоятка с пусковым устройством) изготавливаются в виде отдельных унифицированных узлов, заменяемых при выходе их из строя.

К ручным пневмомашинам ударного действия относятся *молотки* различного назначения и *ломы*. Эти машины аналогичны по конструкции и принцип их действия основан на преобразовании энергии сжатого воздуха в механическую работу поршня-бойка 3 (рисунок 109), движущегося возвратно-поступательно в цилиндре ствола 2 машины и наносящего периодические удары по хвостовику 1 рабочего инструмента. Возвратно-поступательное движение поршня-бойка обеспечивается с помощью воздухораспределительного устройства 4 клапанного или золотникового типа, приводимого в действие сжатым воздухом. Воздухораспределительное устройство осуществляет выпуск сжатого воздуха в цилиндр ствола поочередно в камеры прямого (рабочего) А и обратного В хода поршня-бойка и выпуск отработанного воздуха в атмосферу. Сжатый воздух к воздухораспределителю подается через пусковое устройство.

Современные пневмомолотки комплексно виброзащищенные машины, у которых ударный узел отделен от корпуса, удерживаемого оператором, упругими элементами. Они оснащены глушителями для снижения уровня шума. Основными параметрами являются энергия единичного удара и частота ударов.

Отбойные молотки применяют для рыхления твердых и мерзлых грунтов при производстве земляных работ небольшого объема, для пробивки углублений, борозд, отверстий и проемов в стенах и перекрытиях, а также для разборки бетонной кладки и дорожных покрытий.

Рубильные молотки (рисунок 110) предназначены для чеканки швов, обрубки кромок под сварку, вырубки пазов и пробивки отверстий в металле, заделки стыков водопроводных и канализационных чугунных труб, а при соответствующей замене рабочего наконечника – для пробивки углублений, отверстий и проемов в перекрытиях, кирпичных и бетонных стенах, отделки плит из натурального камня, а также для клепки в горячем состоянии заклепок и разборки заклепочных соединений.

В пневматическом рубильном молотке (см. рисунок 110) поступательное движение рабочего органа 1, закрепленного во втулке подвижного ствола 2, обеспечивается за счет ударов по его хвостовику бойком 3, перемещаемым в цилиндрической части 4 ствола путем попеременной подачи в нижнюю и верхнюю полости цилиндра сжатого воздуха. Клапанный механизм 7 воздухораспределения расположен в верхней части ствола. Рукоятка 5 молотка вместе с корпусом 10 виброизолирована пружиной 8, поступающим в камеру 9 сжатым воздухом и буфером 6.

Отечественной промышленностью выпускаются молотки с энергией удара 8...56 Дж с частотой соответственно 40...100 Гц и массой 5,5...11 кг.

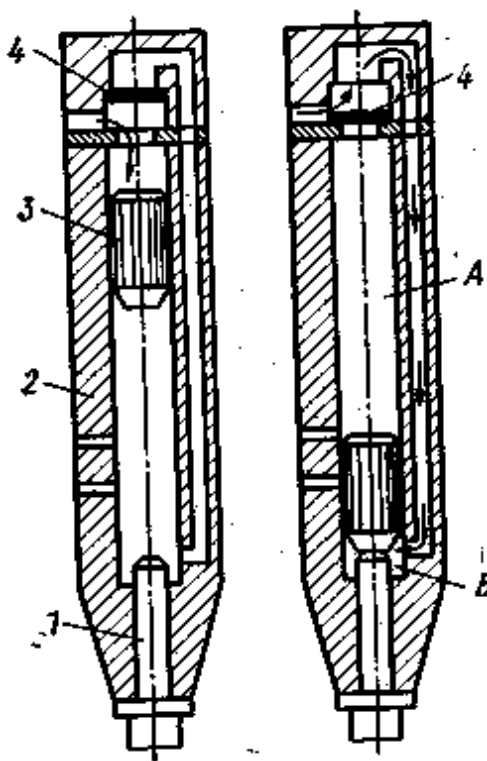


Рисунок 109. Принципиальная схема пневматической машины ударного действия

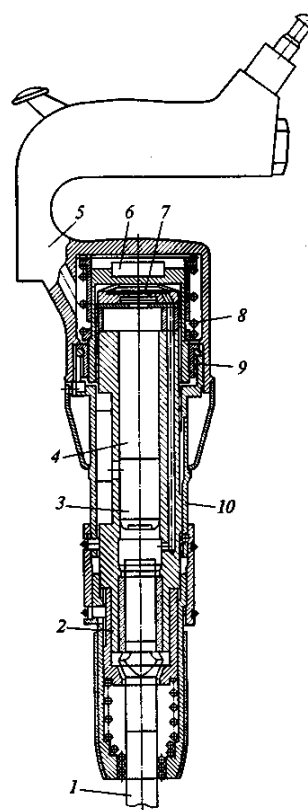


Рисунок 110. Рубильный молоток

Ломы применяют для разрушения фундаментов, вскрытия бетонных и асфальтобетонных дорожных покрытий, пробивки углублений, отверстий и проемов в бетонных и железобетонных перекрытиях, для разработки твердых

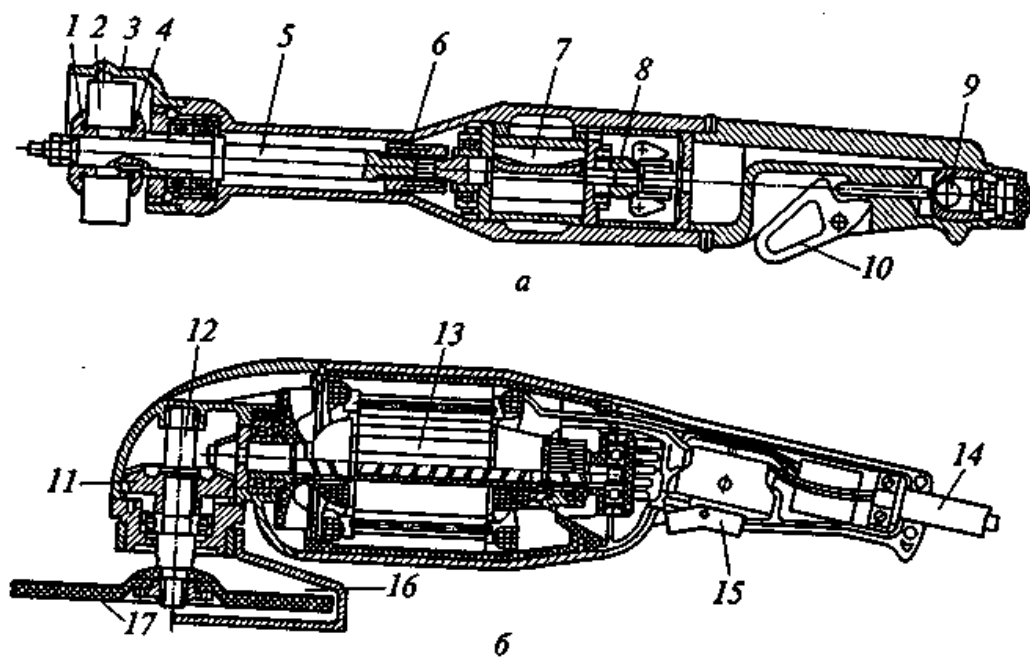
и мерзлых грунтов при рытье котлованов, траншей и проходке туннелей.

Пневматические сверлильные ручные машины выпускаются прямыми и угловыми. Прямые сверлильные ручные машины имеют корпус пистолетного типа и в их кинематическую схему включен одно- или двухступенчатый планетарный редуктор. У угловых машин планетарный редуктор работает совместно с конической или цилиндрической передачей.

Шлифовальные пневмомашины выполняются прямыми, угловыми и торцовыми. Торцовая шлифовальная машина применяется в основном для шлифования и полирования металлических, цементных, гранитных и мраморных поверхностей.

Ротационный пневмодвигатель 7 (рисунок 111,а) пневматической шлифовальной машины с прямым вращением рабочего органа – шпинделя 5 приводится в движение сжатым воздухом, поступающим от компрессора через пусковое устройство и центробежный регулятор частоты вращения после открывания впускного клапана 9 нажатием на курок 10. Вращательное движение шпинделю передается непосредственно от вала пневмодвигателя через муфту 6. Абразивный круг 2 закрепляют на конце шпинделя, зажимая его между двумя фланцами 1 и 4. Для защиты от поражения осколками абразивного круга в случае его возможного разрушения абразивный круг закрывают кожухом 3 на половину его диаметра.

Пневмогайковерты выполняются прямыми и угловыми, частоударными и редкоударными. Частоударные гайковерты конструктивно однотипны, оборудованы реверсивным ротационным пневмодвигателем и унифицированным вибробезопасным ударно-импульсным механизмом. Прямые частоударные гайковерты выполнены по безредукторной схеме.



а – прямая пневматическая; б – угловая электрическая

Рисунок 111. Ручные шлифовальные машины

В пневматическом редкоударном гайковерте (рисунок 112) ведущая часть 4 ударного механизма приводится во вращение от пневматического ротационного двигателя 5. Ведомая часть (ударник) 3 посажена свободно на валик 7 и может перемещаться по нему в осевом направлении. В нерабочем состоянии ударник, отжимаемый пружиной 2, занимает крайнее правое положение. При включенном двигателе контактирующие с ведомой частью шарики (центробежные грузы) 6 приходят во вращение и за счет возникающих при этом центробежных сил перемещаются центробежно в радиальном направлении, отжимая ударник, который кулачками на его торцевой поверхности ударом входит в зацепление с кулачками шпинделя 1. В начале процесса, когда сопротивление вращению шпинделя невелико, деталь резьбового соединения завинчивается без отключения шпинделя от ударника. В конце затяжки, с возрастанием сопротивления вращению, скорость шпинделя и ударника уменьшается, вследствие чего снижаются также окружная скорость центробежных грузов и действующие на них центробежные силы, и грузы перемещаются центростремительно. При этом пружина 2 перемещает ударник вправо, выводя его кулачки из зацепления с кулачками шпинделя. Освободившись от внешней нагрузки, ударник приходит в ускоренное вращение, и процесс ударного включения и отключения кулачкового соединения повторяется.

6.3 Электрические ручные машины

Электрическая ручная машина представляет собой электро-, вибро- и шумобезопасный переносной агрегат, состоящий из корпуса, встроенных в корпус электропривода, передаточного механизма, рабочего органа и пусковой аппаратуры.

По методу защиты оператора от поражения электрическим током электрические ручные машины подразделяют на три класса. К классу I относятся машины, работающие от сети напряжением свыше 42 В, у которых хотя бы одна металлическая деталь, доступная для прикосновения, отделена от частей, находящихся под напряжением, только одной рабочей изоляцией. На строительном-монтажных работах ручные машины класса I не применяются. К классу II относятся ручные машины, работающие при напряжении свыше 42 В, у которых все металлические детали, доступные для прикосновения, отделены от частей, находящихся под напряжением, двойной или усиленной изоляцией. К классу III относятся ручные машины, работающие при низком, безопасном для человека напряжении до 42 В, получающие питание от автономного источника тока или через преобразователи тока.

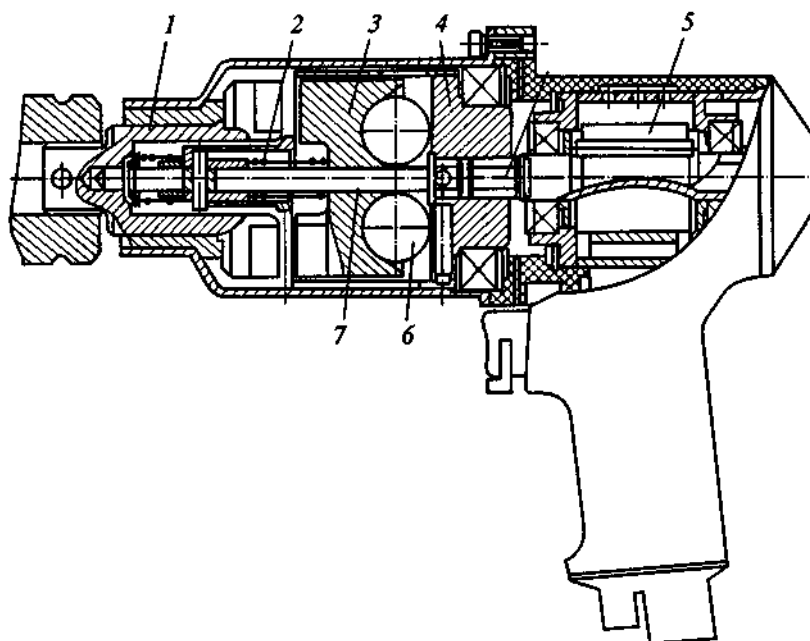


Рисунок 112. Пневматический редкоударный гайковерт

К настоящему времени созданы полностью электробезопасные ручные машины, снабженные не только двойной, но и так называемой полной электрической изоляцией. Такие машины имеют цельный пластмассовый корпус и не содержат, кроме рабочего органа, наружных металлических частей.

По типу привода различают: электромеханические ручные машины – с двигателем вращательного действия, движение которого сообщается рабочему органу через передаточное устройство; компрессионно-вакуумные машины, у которых передача энергии на рабочий орган осуществляется ударником, пневматически связанным с промежуточным преобразовательным механизмом; электрофугальные – с линейным электромагнитным двигателем возвратно-поступательного действия, сообщаемым движением рабочему инструменту непосредственно.

На монтажных и слесарно-сборочных работах широко распространены машины с вращательным движением рабочего органа: сверлильные, резьбо-нарезные, развальцовочные, шуруповерты, гайковерты, шлифовальные.

Сверлильные машины предназначены для сверления отверстий в стали, цветных металлах, пластмассах, бетоне, железобетоне, кирпиче, дереве и др.

Основными сборочными единицами ручной сверлильной машины являются заключенные в корпус двигатель, редуктор, рабочий орган – шпиндель и пусковое устройство. На рисунке 113 показана электрическая ручная сверлильная машина. Статор 4 и ротор 5 электродвигателя встроены в корпус 2. Движение шпинделю 1 передается через двухступенчатый зубчатый редуктор 3. Электродвигатель, охлаждаемый крыльчаткой 8 вентилятора, посаженной на вал ротора, питается от внешней электросети, с которой он соединен кабелем 7. Его запускают выключателем 6. Чаще выключатель находится во включенном положении, будучи прижатым пальцем руки оператора. При отпуске пальца он размыкает электрическую цепь. При необходимости длительное

время удерживать выключатель во включенном положении его фиксируют специальной кнопкой.

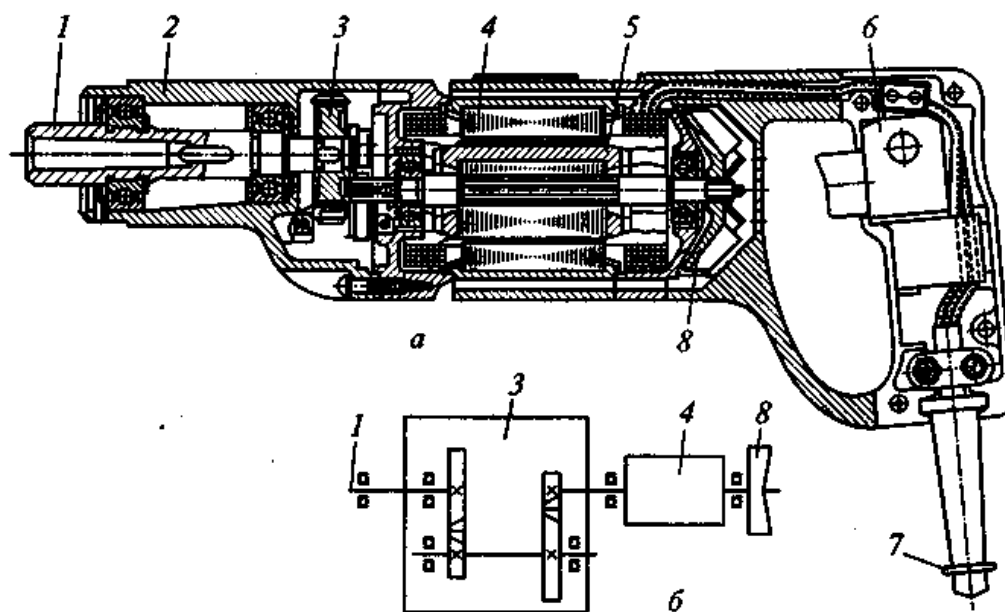


Рисунок 113. Электрическая ручная сверлильная машина (а) и кинематическая схема ее привода (б)

Для сверления отверстий в труднодоступных и глубоко расположенных местах на близком расстоянии от стен применяют угловые сверлильные ручные машины с цилиндроконическим редуктором, у которых оси рабочего органа и двигателя расположены под углом 30 и 90°. В некоторых случаях вместо угловой ручной машины применяют специальные угловые насадки к прямой машине.

Резьбонарезные ручные машины применяют для нарезания внутренних резьб вновь, а также для прогонки забитых и проржавленных резьб в стали, чугуне и алюминии при сборке металлоконструкций, монтаже воздухопроводов, трубопроводов и т.д. Рабочим органом резьбонарезателя служит метчик, закрепляемый в специальном патроне, установленном на шпинделе машины. В отличие от сверлильных ручных машин редуктор резьбонарезных машин выполнен реверсивным для ускоренного вывинчивания метчика из нарезного отверстия. Резьбонарезные ручные машины комплектуются набором метчиков для нарезания резьб.

Шлифовальные ручные машины с прямой и угловой головками применяют для подгонки деталей при сборке, шлифования и полирования различных поверхностей, обдирки и зачистки сварных швов, снятия фасок у труб под сварку, а также для резания труб, листового металла, профильной и угловой стали. Основным рабочим органом таких машин служат плоские или чашечные абразивные шлифовальные круги, закрепленные на шпинделе машины с помощью двух фланцев и гаек.

В угловой шлифовальной машине (см. рисунок 111,б) встроенный в ее

корпус электродвигатель 13 питается электроэнергией от внешнего источника, с которым он соединен кабелем 14. Включают двигатель выключателем 15. Вращение шпинделю 12 с закрепленным на его конце рабочим инструментом 17 передается от электродвигателя через одноступенчатый конический редуктор 11. Как и в случае прямой машины, рабочий инструмент защищен на половину его диаметра кожухом 16.

На базе угловых электрических шлифовальных машин разработаны ручные труборезы, в качестве режущего органа которых применяют армированные абразивные круги.

Гайковерты применяют для механизированной сборки, затяжки и разборки резьбовых соединений при монтаже и демонтаже строительных конструкций, трубопроводов и оборудования. Рабочим органом гайковертов служит сменный наконечник с внутренним шестигранником, надеваемый на гайку или головку болта. Ключ соединяется со шпинделем жестко или шарнирно. Гайковерты с шарнирным ключом предназначены для ведения сборочных работ в стесненных и труднодоступных местах.

Вращение шпинделю 7 электрического гайковерта (рисунок 114) с закрепленным на нем ключом 9 передается от электродвигателя, вмонтированного в корпус 4, через редуктор 3 и ударно-импульсный механизм в виде винтовой пары выходной вал редуктора 5 – втулка 2, соединенных между собой винтовыми пазами на валу и входящими в них и в лунки на внутренней поверхности втулки шариками 7. Шпиндель может свободно перемещаться в осевом направлении в корпусе и в нерабочем состоянии, отжимаемый пружиной 8, занимает в нем крайнее левое положение. Для начала работы ключ надевают на навинчиваемую гайку или головку болта (винта) и прижимают корпус в осевом направлении. Преодолевая сопротивление пружины 8, шпиндель перемещается относительно корпуса вправо, зацепляется своими кулачками на его торцевой поверхности с кулачками втулки 2 и приходит во вращательное движение. С увеличением сопротивления вращению шпинделя его скорость замедляется, и втулка 2, преодолевая сопротивление пружины 6 и навинчиваясь на вал 5, отходит от шпинделя вправо, выводя кулачки из зацепления со шпинделем. Втулка, освобожденная от этого зацепления, получает ускоренное вращение от вала 5 и под действием пружины 6 перемещается влево, ударом входя в зацепление с кулачками шпинделя. Эти движения продолжают до тех пор, пока шпиндель не займет свое левое нерабочее положение.

Момент затяжки ограничивают муфтами предельного момента или временем действия ударного механизма. Эти меры не обеспечивают необходимой точности параметров затяжки резьбовых соединений, в связи с чем частоударные гайковерты применяют только для сборки неответственных соединений.

К электрическим машинам ударного действия с возвратно-поступательным движением рабочего органа относятся электроломки, электроножницы, электрокромкорезы и электротрамбовки.

Электромолотки применяют для пробивки проемов, отверстий и долбления канавок в перекрытиях, кирпичных и бетонных стенах при прокладке кабелей, газовых, водопроводных и канализационных труб, а также рыхления твердых слежавшихся и мерзлых грунтов, взламывания дорожных покрытий, разрушения фундаментов при устройстве котлованов, колодцев, траншей и ремонте коммуникаций. В молотках используется энергия движущегося возвратно-поступательного бойка (ударника), наносящего с определенной частотой удары по хвостовику рабочего инструмента. Различают фугальные (электромагнитные) и компрессионно-вакуумные молотки. В фугальном молотке боек движется под воздействием переменного магнитного поля. В компрессионно-вакуумных молотках движение бойка обеспечивается последовательной работой пружины и воздушной подушки.

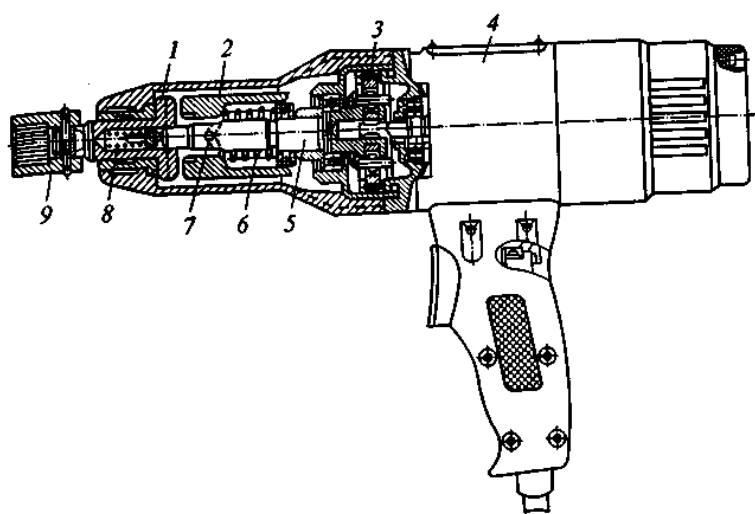


Рисунок 114. Электрогайковерт

Электроломы, предназначенные для разрушения бетона, железобетона, кирпичной кладки, асфальтобетона и мерзлого грунта, отличаются от компрессионно-вакуумных молотков энергией удара бойка и мощностью приводного электродвигателя.

Электроножницы предназначены для резки и раскроя листового металла, а также вырубки в нем отверстий и окон различной конфигурации при выполнении санитарно-технических, гидроизоляционных и кровельных работ. Основным параметром ножниц является толщина разрезаемого материала. Различают ножницы ножевые и вырубные.

Электротрамбовки представляют собой высокоманевренные малогабаритные уплотняющие машины, предназначенные для искусственного уплотнения связных и несвязных грунтов в труднодоступных и стесненных местах, при засыпке траншей после укладки подземных коммуникаций, утрамбовки щебня и гравия при устройстве полов и искусственных оснований под трубопроводы, уплотнении бетонных смесей, а также для планировочных работ небольшого объема.

Электроперфораторы относятся к машинам со сложным движением рабочего органа и используются в основном для бурения вертикальных, наклонных и горизонтальных шпуров в скальных, мерзлых и вечномёрзлых грунтах при разработке траншей, котлованов и колодцев буровзрывным способом, строительстве гидротехнических сооружений, геологической разведке. Кроме того, перфораторы применяют для прорезки отверстий и проемов в междуэтажных перекрытиях и перегородках зданий при монтаже трубопроводов и вентиляционных систем, а также для пробивки борозд и очистки поверхностей в конструкциях из искусственных и естественных строительных материалов.

Дисковые пилы (рисунок 115) предназначены для продольной и поперечной распиловки древесины хвойных и мягколиственных пород толщиной до 65 мм при изготовлении элементов деревянных конструкций.

Рабочий инструмент дисковой пилы – стальной пильный диск 5 с зубьями на его периферии – закреплен на выходном валу одноступенчатого цилиндрического редуктора, приводимого во вращение электродвигателем 1. Двигатель, редуктор и пильный диск закреплены на опорной плите 7 в кронштейнах 3, позволяющих устанавливать пильную головку под углом 45... 90° к плите. Глубину пропила регулируют винтом 2. Для безопасности работ диск огражден подпружиненным кожухом 4. Для более точного реза служит направляющая линейка 6. Для предотвращения заклинивания пильного диска при продольной распиловке позади него устанавливают клин, своим нижним концом расширяющим пропил.

Ручные рубанки (рисунок 116) предназначены для строгания изделий из дерева и применяются на плотнично-опалубочных и столярных работах, а также при устройстве полов.

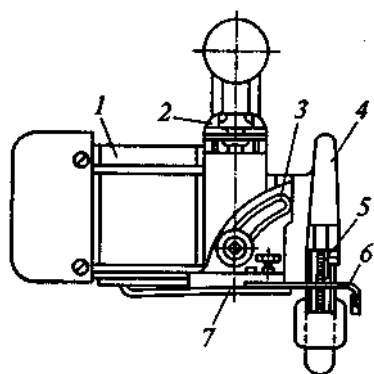


Рисунок 115. Дисковая пила

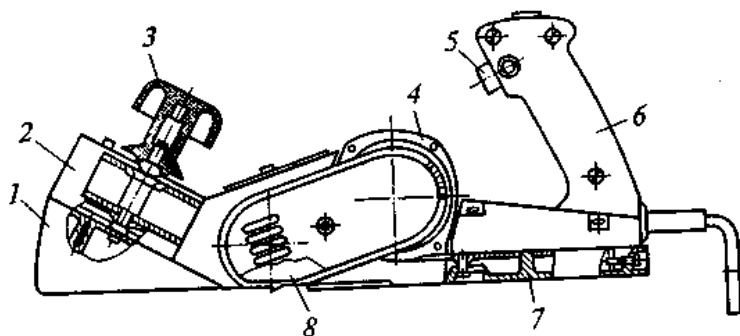


Рисунок 116. Электрорубанок

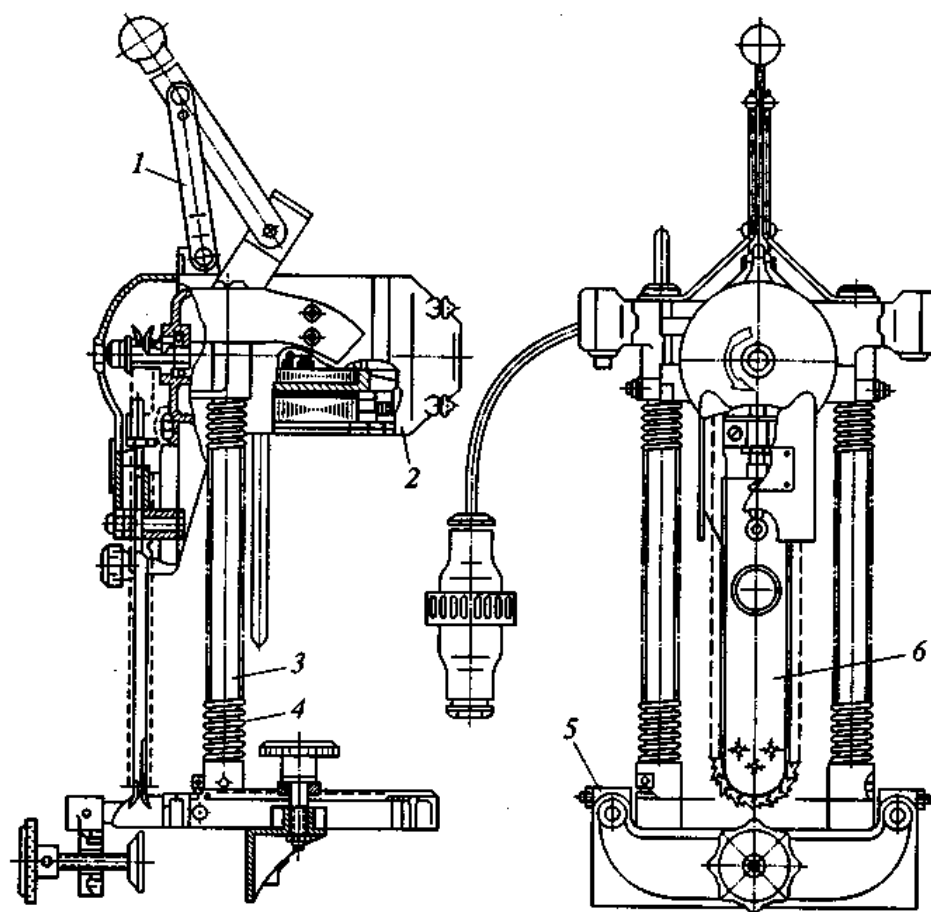


Рисунок 117. Долбежник

Рабочим органом служит вращающийся барабан 8 с закрепленными на его периферии двумя ножами, приводимый в движение электродвигателем 4 через клиноременную передачу или зубчатый редуктор. Корпус 2 рубанка с рукояткой 6 и пусковым устройством 5 в задней части опирается на заднюю плиту 7 и переднюю опору 1. Толщину снимаемой стружки регулируют винтом 3, изменяющим высотное положение опоры 1.

Ручные долбежники (рисунок 117) служат для выборки в деревянных изделиях отверстий, пазов и гнезд прямоугольной формы при выполнении столярных работ.

Долбежник представляет собой разновидность цепной пилы, установленной на опорных стойках 3 с возможностью вертикальной подачи вниз оператором с помощью рычажной рукоятки 1. В исходное положение машина возвращается пружинами 4. В приводах долбежников чаще всего используют электрические асинхронные двигатели 2. Машину закрепляют на обрабатываемой детали (изделии) крепежными устройствами 5. В рабочем режиме рабочая шина 6 с долбежной цепью своим торцом врезается в обрабатываемую деталь, оставляя после ее возврата в исходное положение готовый паз (гнездо), по форме и размерам соответствующий поперечному контуру торцевой части рабочей шины. Для образования пазов большой ширины применяют шины с многорядными цепями.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие машины относятся к ручным? Приведите их классификацию по принципу действия, характеру движения рабочего органа, режиму работы, назначению и области применения, виду привода, конструктивному исполнению. Как индексируют ручные машины?

2. Охарактеризуйте классы защиты ручных электрических машин. Каким требованиям должна отвечать ручная машина?

3. Какие машины применяют для образования отверстий в различных материалах? Как устроены, как работают и каковы основные параметры ручных сверлильных машин вращательного и ударно-вращательного действия; ручных электромеханических, электромагнитных и пневматических перфораторов. Перечислите виды сверл, используемых при работе сверлильных машин и охарактеризуйте их. Каким рабочим инструментом оснащают перфораторы?

4. Какие машины применяют для крепления изделий и сборки конструкций? Как устроены, как работают и каковы основные параметры частоударных и редкоударных гайковертов, шуруповертов, резьбонарезных машин; пороховых, пневматических гвоздезабивных, электромагнитных и клепальных молотков?

5. Какие машины применяют для разрушения прочных материалов? Как они устроены, как работают и каковы их основные параметры? Какими рабочими инструментами их комплектуют?

6. Какие машины применяют для работы по грунту? Как устроены, как работают и каковы основные параметры пневматических пробойников, раскатчика грунта?

7. Какие машины применяют для шлифования материалов? Как устроены, как работают и каковы основные параметры пневматических и электрических шлифовальных машин, машин с гибким валом, плоскошлифовальных и ленточно-шлифовальных машин? Для чего и как стабилизируют частоту вращения рабочего органа шлифовальной машины? Какими рабочими инструментами комплектуют шлифовальные машины? Охарактеризуйте их.

8. Какие машины применяют для резки, зачистки поверхностей и обработки кромок материалов? Как устроены, как работают и каковы основные параметры вырубных и ножевых ножниц, труборезов, зачистных молотков? Какими рабочими инструментами комплектуют эти машины?

9. Какие машины применяют для распиловки, долбежки и строжки материалов? Как устроены, как работают и каковы основные параметры дисковых, цепных и ножовочных пил, долбежников, фрезерных машин, бороздоделов и рубанков? Какими рабочими инструментами комплектуют эти машины?

10. Каковы особенности управления деревообрабатывающими машинами, связанные с обеспечением их безопасной работы?

7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

7.1 Основные положения системы технического обслуживания и ремонта строительных машин

Высокий уровень организации технической эксплуатации и ремонта строительных машин позволяет содержать парк машин в исправном состоянии, обеспечивает повышение их работоспособности и восстановление ресурса.

У нас в стране принята планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта строительных машин (система ППР). Эта система представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий, проводимых в плановом порядке. В соответствии с ГОСТ 18322–78 все работы, предусмотренные системой ППР, подразделяются на техническое обслуживание и ремонт.

Техническое обслуживание представляет собой комплекс операций по поддержанию работоспособности машины при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании. Техническое обслуживание предусматривает обязательный, периодически выполняемый по плану объем работ, заранее установленный для данного типа и модели машины. Несмотря на плановость проведения работ по техническому обслуживанию, при известной степени изнашивания дальнейшее использование машины становится технически и экономически нецелесообразным или даже опасным (аварийным). В этом случае возникает необходимость в ремонтных работах.

Ремонт – это комплекс операций по восстановлению работоспособности машины и восстановлению ресурса машины и ее составных частей. Объем работ по ремонту машин зависит от качества технического обслуживания, условий использования машины, квалификации машиниста, в большинстве случаев он не регламентирован и устанавливается на основании фактической потребности.

В соответствии со строительными правилами (СНиП 111–1–76) и нормативными документами предусматривается проведение ежесменного технического обслуживания (ЕО), периодического технического обслуживания (ТО), сезонного технического обслуживания (СО) и плановых ремонтов: текущего (Т) и капитального (К).

Ежесменное техническое обслуживание должно обеспечить работоспособность машины на протяжении всей рабочей смены. Его выполняют перед началом, в течение или после окончания рабочей смены. В состав этого вида обслуживания входят смазка узлов и деталей машины и подготовка ее к передаче при смене бригад, а также контрольный осмотр перед работой.

Периодическое техническое обслуживание выполняется через установленные в эксплуатационной документации значения наработки или интервала времени. Этот вид обслуживания предупреждает интенсивность изнаши-

вания сопряженных деталей машин за счет проведения профилактических мероприятий. Для машин, смонтированных на базе автомобиля, предусмотрено проведение двух технических обслуживания (ТО-1 и ТО-2), а для машин, смонтированных на базе трактора или с тракторным двигателем, – трех технических обслуживания (ТО-1, ТО-2 и ТО-3). В состав периодических технических обслуживания входят: внешний уход, диагностирование, крепежные и регулировочные работы, а также смазывание машины.

Сезонное техническое обслуживание проводят для подготовки машин к осенне-зимней и весенне-летней эксплуатации, а также перед их хранением. Обычно этот вид обслуживания осуществляют два раза в год. При сезонном обслуживании производят замену масел, топлива и охлаждающей жидкости при переходе к соответствующему периоду эксплуатации.

Текущий ремонт выполняют для обеспечения работоспособности машины; он состоит из операции по восстановлению и замене деталей и сборочных единиц при частичной разборке машины.

Капитальный ремонт проводят для устранения неисправностей и восстановления полного или близкого к полному ресурса машины, включая любые ее части и даже базовые.

В системе ППР предусматривается выполнение в машине необходимых воздействий после отработки ею определенного количества часов. В соответствии с этим для каждой машины разрабатывается план-график периодичности выполнения технических обслуживания и ремонтов (на время жизненного цикла машины, определенный год, месяц). Основопологающим для разработки является ремонтный цикл, т.е. время работы машины (в ч) между очередным капитальными (К) ремонтами. Он устанавливается для каждой машины в зависимости от ее назначения и основных параметров. Ремонтный цикл рассчитывается так, чтобы каждая остановка машины на ремонт соответствовала времени достижения предельного износа определенной группы деталей и сборочных единиц. Например, для землеройной машины продолжительность ремонтного цикла (Π) составляет 5760 ч. За это время необходимо провести четыре текущих (Т) ремонта через каждые 960 ч. В каждом цикле текущего ремонта Π_t проводится три ТО-2 со временем цикла $\Pi_{\text{ТО-2}} = 240$ ч, а в каждом $\Pi_{\text{ТО-2}}$ – три ТО-1 со временем цикла $\Pi_{\text{ТО-1}} = 60$ ч. Интервалы между отдельными видами воздействий всегда являются величиной кратной и для приведенной периодичности представлены соотношением 1:4:16:96 или в часах как 60:240:960:5760. Для башенных кранов 5...9 размерных групп ($M = 250 \dots 1400$ т-м) это отношение составит 1:3:6:72 или в часах – 200:600:1200:14400, т.е. проведение двух ТО-1 и одного ТО-2 до текущего ремонта и одиннадцати текущих ремонтов в полном ремонтном цикле.

Технологический процесс технического обслуживания машин состоит из совокупности операций, каждая из которых составляет часть процесса, осуществляемого одним или несколькими рабочими. Операция представляет собой комплекс последовательных действий по обслуживанию сборочной единицы (узла или агрегата) или группы сборочных единиц. Так, операциями

технического обслуживания являются: замена масла в поддоне картера двигателя, регулирование тормозов, регулирование фрикционной муфты и т.п. Техническое обслуживание машины состоит из большого числа операций, которые по своему характеру и условиям выполнения могут быть объединены в определенные группы, охватывающие цикл работ. Практика показывает, что техническое обслуживание независимо от его вида можно подразделить на следующие основные работы: уборочно-моечные, диагностические, крепежные, регулировочные, смазочные и заправочные. Такое подразделение обуславливается, во-первых, необходимостью использования рабочих соответствующих специальностей и квалификации при выполнении каждой работы и, во-вторых, применением специального оборудования, приборов и инструмента на месте выполнения работ.

Перечисленные группы работ характеризуются определенной значимостью. Уборочно-моечные работы (внешний уход), которые предшествуют всем остальным видам работ, позволяют установить наличие внешних неисправностей строительных машин, а также определяют качество последующих работ, их производительность и культуру выполнения.

Диагностирование строительных машин, которое заключается в определении их технического состояния без предварительной разборки, позволяет предусмотреть появление неисправностей и принять соответствующие меры, предупреждающие нарастание износов сопряженных деталей. Существенно важным является также то обстоятельство, что в результате проведения диагностирования представляется возможным установить остаточный ресурс машины и сборочных единиц, т.е. определить время нормальной работы машины до ее капитального ремонта.

В процессе выполнения практической работы строительная машина систематически подвергается воздействию динамических нагрузок, которые приводят к нарушению затяжки резьбовых соединений. Это обстоятельство вызывает необходимость в периодической затяжке резьбовых соединений, что требует выполнения крепежных работ. Несвоевременное проведение крепежных работ может вызвать аварийный дефект.

Сопряженные детали сборочных единиц характеризуются определенным расположением в пространстве и возникновением между деталями зазоров определенной величины. В процессе работы машин величины этих зазоров изменяются и после определенного промежутка времени их размер достигает предельных значений. С целью восстановления первоначальных зазоров и возникает необходимость в выполнении регулировочных работ.

Во время работы машины между трущимися поверхностями сопряженных деталей образуются силы трения, приводящие к повышению температуры обеих деталей и к их заеданию. Чтобы уменьшить трение, а, следовательно, нагрев и износ, между этими деталями вводят смазочные материалы, позволяющие перейти от трения без смазки к трению граничному, а в отдельных случаях и к жидкостному.

Места смазывания, вид смазочного материала, периодичность смазы-

вания и требования к нему указываются в заводской инструкции по эксплуатации для каждой машины. Система смазывания делится на индивидуальную и централизованную. В первом случае смазочные материалы подводятся к трущимся поверхностям индивидуально с помощью смазочного устройства, расположенного рядом с сопрягаемыми деталями. Во втором случае одно смазочное устройство обслуживает ряд сопряженных деталей, расположенных в различных местах машины.

Заправочные работы выполняются с целью заполнения систем строительных машин эксплуатационными материалами и специальными жидкостями: топливом, маслом, тормозной и гидравлическими жидкостями.

Наряду с плановыми ремонтами возможен и аварийный (не планируемый) ремонт (мелкий, средний), который выполняют эксплуатационные и ремонтные участки строительных организаций (управлений механизации).

7.2 Организация технического обслуживания и ремонта строительных машин

Работы по техническому обслуживанию и ремонту строительных машин выполняют централизованно, частично централизованно и децентрализованно.

Централизованная форма технического обслуживания заключается в том, что все технологические операции технического обслуживания и текущего ремонта выполняют бригады рабочих высокой квалификации под руководством инженерно-технического персонала. Таким образом, при этой форме обслуживания машинисты машин полностью освобождены от этих работ. Централизованное обслуживание относится к числу наиболее прогрессивных форм. Оно направлено на выполнение всех элементов планово-предупредительной системы в соответствии с техническими условиями и при наименьших затратах. Особенностью этой формы обслуживания является специализация отдельных операций, что позволяет решать следующие задачи: увеличить объем механизированных работ применительно к отдельным элементам технического обслуживания; повысить производительность машин в процессе эксплуатации за счет сокращения простоев в результате увеличения количества рабочих и механизации работ; улучшить качество обслуживания благодаря высокой квалификации рабочих. Разновидностью централизованного обслуживания является проведение работ специализированными звеньями.

Сущность специализации заключается в том, что звенья осуществляют работы только по техническому обслуживанию определенных видов или марок машин, а каждый из членов звена при этом выполняет с помощью выделенных ему средств механизации установленные однотипные виды работ, сложность которых соответствует присвоенному ему разряду. Специализированные звенья целесообразно создавать для выполнения периодических технических обслуживаний (ТО-1, ТО-2 и ТО-3). В эксплуатационных орга-

низациях, характеризующихся наличием смешанных парков машин, звенья целесообразно специализировать на обслуживании отдельных видов машин (землеройные, стреловые краны и т.д.).

Частично централизованная форма организации технического обслуживания характеризуется тем, что ежедневное обслуживание выполняют машинисты, которые закреплены за данными машинами, а периодические ТО и текущий ремонт – специализированные бригады рабочих. Недостатками этой формы организации технического обслуживания являются снижение эффективности системы ППР; уменьшение рабочего времени машины в результате ее простоя при техническом обслуживании; значительное, против плановых норм, повышение трудовых затрат на рабочие операции из-за немеханизированного их выполнения; трудность осуществления должного контроля за работами по техническому обслуживанию и текущему ремонту.

Децентрализованная форма технического обслуживания характеризуется тем, что все виды работ выполняют машинисты машин. Специализированные бригады осуществляют лишь текущий ремонт машин. Недостатки этой формы организации технического обслуживания те же, что и при частично централизованной форме. Кроме того, при этой форме организации значительно увеличиваются простои машин при обслуживании.

Выше указывалось, что организацию технического обслуживания и ремонта строительных машин осуществляют эксплуатационные предприятия (управления механизации), в состав которых входят стационарные и передвижные мастерские. В зависимости от состава парка машин стационарные мастерские развиты в большей или меньшей степени. Так, при наличии в управлении механизации большого количества мобильных строительных машин основной объем работ по техническому обслуживанию и ремонту выполняется в условиях стационарных мастерских, которые в этом случае оснащены всем необходимым оборудованием для выполнения работ. При эксплуатации машин малой мобильности (экскаваторы, бульдозеры и др.), рассредоточенных на значительном расстоянии друг от друга, существенно важным является использование передвижных мастерских, входящих в состав управления механизации.

В настоящее время был создан ряд типовых автомастерских на шасси автомобилей ЗИЛ-130, ЗИЛ-131, КрАЗ-255, КамАЗ-5320 для ТО и Р строительных машин. Мастерские характеризуются наличием в одной конструкции высокопроизводительного технологического оборудования, размещенного в кузовах-фургонах, и поворотным гидравлическим грузоподъемным устройством.

Мастерская на шасси КамАЗ (рисунок 118) состоит из кузова-фургона и гидравлического крана. Грузоподъемность крана на вылете 3600 мм составляет 800 кг, на вылете 1800 мм – 1600 кг и на вылете 2300 мм – 1250 кг, что обеспечивает выполнение грузоподъемных операций при ТО и Р машин.

Кузов-фургон, в котором размещено оборудование мастерской, каркасного типа, разделен шумоизолирующей перегородкой на два отделения: агре-

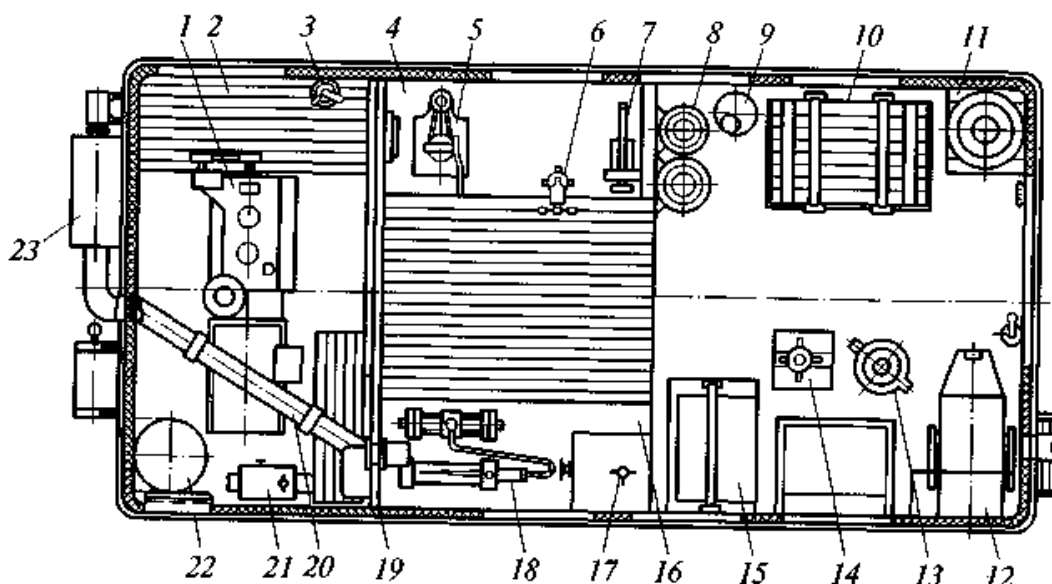
гатный отсек, где установлен дизель-электрический агрегат, и отделение слесарно-диагностических работ.

В рабочем салоне отделения размещены слесарные верстаки с ящиками для инструментов и диагностических приборов, на которых смонтированы штатив сверлильного станка, гидропресс, прибор для испытания и регулировки форсунок, тиски слесарные, электроточило и другое оборудование. Расположение оборудования в кузове-фургоне автомастерской приведено на рисунке 119.

Энергоснабжение технологического оборудования и электрифицированного инструмента сконструировано с учетом применения автономного источника электроэнергии. Такая система значительно экономнее, чем привод генератора от двигателя автомобиля.



Рисунок 118. Мастерская технического обслуживания на шасси КамАЗ-5320



1 – агрегат дизель-электрический; 2 – дорожка резиновая; 3 – огнетушитель; 4 – верстак правый; 5 – сверлильный станок; 6 – тиски; 7 – электрошлифовальная машина; 8 – контейнер с кислородными баллонами; 9 – бачок для питьевой воды; 10 – съемник; 11 – стеллаж; 12 – преобразователь сварочный; 13 – генератор ацетиленовый; 14 – электровулканизатор; 15 – рундук с оборудованием; 16 – верстак левый; 17 – гидротестер; 18 – пресс гидравлический; 19 – кузов; 20 – воздухопровод отопительной установки; 21 – зарядно-разрядное устройство; 22 – преобразователь частоты тока; 23 – отопительно-вентиляционная установка.

Рисунок 119. Расположение оборудования в кузове-фургоне автомастерской на шасси КамАЗ-5320

Источником электроэнергии является агрегат дизель-генераторный 2ДГ-7 или внешняя трехфазная сеть 380 В, 50 Гц. В агрегатном отсеке расположены силовой шкаф электрооборудования и блок ввода и вывода.

Для проведения работ по техническому обслуживанию промышленностью выпускаются универсальные и специальные передвижные мастерские. Последние характеризуются значительным разнообразием и могут предназначаться для технического обслуживания одного типа машин: башенных кранов, экскаваторов и т.п. Для технического диагностирования строительных машин используют передвижные диагностические станции КИ-4070А, КИ-5164 и КИ-13905, смонтированные на базе автомобиля. Станции оснащены комплексом приборов и инструментов, наличие которых позволяет осуществлять диагностирование машин с определением 60...130 параметров диагностирования.

Текущий ремонт строительных машин выполняется в стационарных мастерских управлений механизации и передвижными мастерскими в условиях строительной площадки.

Капитальный ремонт осуществляется ремонтными заводами. В на-

стоящее время используют два метода капитального ремонта: *индивидуальный* и *агрегатно-узловой*. При индивидуальном методе ремонта отремонтированные сборочные единицы устанавливают на ту же машину, с которой они были сняты. При агрегатно-узловом методе ремонта сборочные единицы обезличиваются. Снятые с машины сборочные единицы направляют в ремонт, а взамен их устанавливают на машины сборочные единицы из оборотного фонда, которые заранее отремонтированы. Агрегатно-узловой метод ремонта характеризуется рядом преимуществ. В частности, исключается необходимость транспортирования машин от эксплуатационного предприятия на ремонтный завод, кроме этого значительно сокращается время на выполнение собственно ремонта машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков Д.П., Крикун В.Я. Строительные машины и средства малой механизации. – М.: Академия, 2006. – 480 с.
2. Баловнев В.И. и др. Дорожно-строительные машины и комплексы. – М.: Машиностроение, 1988. – 384 с.
3. Добронравов С.С, Дронов В.Г. Строительные машины и основы автоматизации. – М.: Высшая школа, 2003. – 575 с.
4. Строительные машины и оборудование: Справочник / С.С. Добронравов, М.С. Добронравов. – М.: Высшая школа, 2006. – 445 с.
5. Кабашев Р.А. Дорожные и строительные машины: абразивный износ рабочих органов землеройных машин. – Алматы, Гылым, 1997. – 434 с.
6. Бекбулатов Ш.Х. и др. Средства механизации ремонта и содержания автомобильных дорог. Часть 1. – Алматы, РИК, 1996. – 189 с.
7. Бекбулатов Ш.Х. и др. Средства механизации ремонта и содержания автомобильных дорог. Часть 2. – Алматы, РИК, 1997. – 221 с.
8. Таран М.В. Скреперы, бульдозеры, автогрейдеры: Примеры расчета ЗТМ: Учебное пособие. – Алматы, КазАТК, 2007 – 172 с.
9. Гудович М.И., Кульгильдинов М.С., Козбагаров Р.А. Грузоподъемные краны стрелового типа. Учебное пособие.- Алматы, 2007. - 171 с.
10. Таран М.В., Козбагаров Р.А. Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Строительные машины и оборудование».- Алматы, 2008 г. -22 с.
11. Таран М.В., Козбагаров Р.А. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Строительные машины и оборудование».- Алматы, 2008 г. -78 с.
12. Козбагаров Р.А., Таран М.В. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Строительные машины и оборудование».- Алматы, 2010 г. -56 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Общие сведения о строительных машинах и оборудовании	5
1.1 Введение в дисциплину.....	5
1.2 Общие сведения о строительных машинах и оборудовании	9
1.3 Трансмиссии строительных машин и оборудования	14
1.4 Ходовое оборудование	29
2. Транспортные и подъемно-транспортные машины	35
2.1 Транспортные машины.....	35
2.2 Погрузочно-разгрузочные машины	47
2.3 Самоходные краны	55
3. Машины для подготовительных и земляных работ	63
3.1 Машины для земляных работ	63
3.2 Одноковшовые экскаваторы.....	82
4. Оборудование предприятий производства строительных материалов ⁹⁴	
4.1 Машины для дробления, сортировки и мойки каменных материа- лов 94	
4.2 Машины и оборудование для приготовления, транспортирования бетонов и растворов и уплотнения бетонных смесей.....	101
5. Машины и оборудование для отделочных работ	114
5.1 Машины и оборудование для штукатурных работ	114
5.2 Машины и оборудование для малярных работ.....	118
5.3 Машины и оборудование для отделки полов	121
5.4 Машины и оборудование для устройства кровель.....	123
6. Ручные машины.....	126
6.1 Общие сведения о ручных машинах.....	126
6.2 Пневматические ручные машины	127
6.3 Электрические ручные машины.....	130
7. эксплуатация и ремонт строительных машин.....	135
7.1 Основные положения системы технического обслуживания и ремонта строительных машин	135
7.2 Организация технического обслуживания и ремонта строительных машин 138	
Литература	143