

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ-  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

***В.И. БАЛАБАНОВ, Н.К. УСМАНОВ, И.Ж. ХУДАЕВ,  
Н.Б. МАРТЫНОВА, Х.А. АБДУЛМАЖИДОВ***

## **МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**



**Москва-Ташкент, 2023**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ-  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

---

***БАЛАБАНОВ ВИКТОР ИВАНОВИЧ  
УСМАНОВ НАИЛЬ КАЮМОВИЧ  
ХУДАЕВ ИБРОХИМ ЖУМАКУЛОВИЧ  
МАРТЫНОВА НАТАЛЬЯ БОРИСОВНА  
АБДУЛМАЖИДОВ ХАМЗАТ АРСЛАНБЕКОВИЧ***

# **МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ**

***/ УЧЕБНИК /***

Рекомендовано научным Советом Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» в качестве учебника для студентов по специальности 60812300 (5450200) – Мелиорация и водного хозяйства и 60730900 (5340701) – Гидротехническое строительство

**Москва-Ташкент, 2023**

*Рекомендовано научным Советом Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» в качестве учебника для студентов по специальности 60812300 (5450200) – Мелиорация и водного хозяйства и 60730900 (5340701) – Гидротехническое строительство.  
(Протокол № 4 от 24 ноября 2022 года).*

**ББК 40.723  
УДК 631.311:631.6(075.8)**

Учебник составлен на основании учебной программы «Мелиоративные и строительные машины». Изучение дисциплины предусмотрено учебными планами направлений 60812300 (5450200) – Мелиорация и водного хозяйства и 60730900 (5340701) – Гидротехническое строительство.

Рассмотрены конструкции мелиоративных и строительных машин, применяемых в мелиорации, возможности и область их использования. Приведены общие параметры основных типов машин, расчет их производительности и сведения по эксплуатации.

**Рецензенты:**

**Б. Худаяров** - профессор кафедры «Сельскохозяйственных машин» НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», доктор технических наук;

**Р. Саитканов** - заместитель директора ООО «O‘zmaxsussuvqurilish» Акционерного общества «O‘zsuvqurilish»

---

**В.И. БАЛАБАНОВ, Н.К. УСМАНОВ, И.Ж. ХУДАЕВ,  
Н.Б. МАРТЫНОВА, Х.А. АБДУЛМАЖИДОВ**

**/ МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ/  
Учебник, Москва-Ташкент, 2023 г., 276 стр.**

---

**© РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ-МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева), 2023 г.  
© НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ  
И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА» (НИУ «ТИИИМСХ»), 2023 г.**

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных факторов, повышающих производительность труда в строительном комплексе, является уровень механизации технологических процессов.

Особое значение этот показатель имеет при использовании машин для строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов. Трудоемкость процессов в этой области весьма высока, поскольку машины и оборудование для проведения работ по строительству и эксплуатации водохозяйственных объектов связаны с землеройно-транспортными операциями, удалением различных типов кустарников и другими мероприятиями.

К машинам для культуртехнических работ наряду с машинами для удаления кустарников относят технические средства для сбора и транспортировки камней, а землеройная техника включает высокопроизводительные экскаваторы, бульдозеры, грейдеры, скреперы. Они способны проводить мероприятия по перемещению грунтов как в пределах работы самой машины, так и на достаточно большие расстояния. Машины для подготовки полей к поливу способны выполнять планировку полей, нарезать каналы различного сечения, а так же укладывать с помощью дренаукладчиков закрытые горизонтальные дрены.

В Постановлении Президента Республики Узбекистан от 24 мая 2017 года № ПП–3003 «О мерах по коренному совершенствованию системы подготовки инженерно-технических кадров для отраслей сельского и водного хозяйства» особо отмечено необходимость осуществления подготовки высоко квалифицированных, востребованных инженерно-технических кадров в сфере сельского и водного хозяйства, способных эффективно решать стратегические задачи по внедрению и широкому использованию в аграрном секторе современной сельскохозяйственной и мелиоративной техники, машин и механизмов, водосберегающих технологий.

Задачи руководителя мелиоративного строительства зависит от знания принципов действия и устройства машин и оборудования в заданных производственных условиях и правильного применения современных строительных и мелиоративных машин.

Учебник написан в соответствии с программой учебной дисциплины по специальности 60812300 «Сельскохозяйственная мелиорация», 60730900 «Гидротехнические сооружения» и 60812500 «Гидротехнические сооружения и эксплуатация насосных станции» В учебнике приведены сведения о назначении машин, область применения, рабочие параметры, схемы рабочего процесса, расчет производительности. При написании учебного пособия использованы методические и научные работы Б.А.Васильева, Б.М. Кизяева, И.И. Мера, Ю.Г. Ревина, В.И. Поддубного, Е.И. Мажугина и других авторов.



# Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МАШИНАХ

## 1.1. Общие сведения о мелиоративных и строительных машинах

**Мелиорация** состоит из двух этапов строительного и этапа эксплуатации. Строительный этап заключается в проектировании и строительстве мелиоративной сети с использованием специализированных мелиоративных машин. На этапе эксплуатации проводится постоянная оценка состояния мелиоративных сооружений и их соответствия изменяющимся условиям эксплуатации, а также поддержание мелиоративных систем в работоспособном состоянии, их адаптации к изменяющимся условиям.

Строительные процессы выполняют преимущественно с помощью машин, обеспечивающих следующие показатели:

- высокая производительность труда;
- низкая стоимость строительной продукции;
- сокращение сроков строительства;
- снижение общих затрат.

Современное строительство является одной из наиболее механизированных сфер человеческой деятельности. Строительные машины используются 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; на погрузке, разгрузке и транспортировке 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 т.п. работ.

Применение при мелиоративных работах общестроительных машин возможно, когда технологический процесс работ незначительно отличаются от общестроительных. В мелиоративном строительстве имеются специфичные работы, которые не могут быть выполнены общестроительными машинами по причине их низкой производительности, а также большого объема доделочных работ.

К таким процессам, которые выполняются специальными машинами, относятся: строительство и очистка от наносов и растительности оросительных каналов глубиной до 3 м, планировка и уплотнение откосов и дна каналов, разравнивание кавальеров и стабилизация откосов каналов, противофильтрационная облицовка оросительных каналов, устройство температурных швов, строительство дренажа, очистка дрен, удаление растительности различных видов при освоении земель и проведении лесопосадочных работ очистка от камней, первичная обработка мелиоративных земель, планировка и выравнивание отведенных площадей, подготовка к поливам, устройство и выравнивание оросительной и осушительной сети, орошение и др.

*По назначению* технические средства делятся на следующие группы:

1. мобильные, транспортные и погрузочные (тракторы, автомобили, автомобильные и тракторные прицепы и полуприцепы, погрузочные средства);

2. машины для земляных работ (экскаваторы, бульдозеры, скреперы и грейдеры);

3. машины гидромеханизации (земснаряды);

4. машины для строительства и эксплуатации мелиоративных систем (каналокопатели, бетоноукладчики, дренажные машины, машины для ремонта каналов, планировщики и бороздоделатели);

5. машины для культуртехнических работ (кусторезы, корчеватели, камнеуборочные машины);

6. механизмы для первичной обработки земель;

7. техника для полива сельскохозяйственных культур.

### **В чем разница между мелиоративной и строительной техникой?**

Она заключается не в конструктивных признаках, а в принципиальных особенностях рабочего органа оборудования.

Техника для мелиорации имеет следующие признаки: многопроходность; нет связи между формой рабочего органа и профилем сооружения; использование почти на всех стадиях работ по повышению эффективности земель; универсальность техники.

## **1.2. Общие признаки машин**

**Машина** – устройство, выполняющее механическое движение для преобразования материалов, энергии или информации с целью замены или облегчения физического или умственного труда.

Несмотря на большое разнообразие эксплуатируемых машин при строительстве и эксплуатации водохозяйственных объектов в каждой из них можно выделить следующие общие **конструкционные составляющие**:

**Силовые установки** (двигатели) – энергетический комплекс, предназначенный для получения механической энергии

**Рабочее оборудование** – комплект составных частей, монтируемых на базовую машину для обеспечения выполнения ее основной функции в соответствии с назначением.

**Ходовое оборудование** – предназначено для передачи нагрузок на опорное основание и передвижения машин.

**Передаточные механизмы** – устройства, предназначенные для передачи на расстояние механической энергии.

**Система управления** – комплекс устройств машины, предназначенный для передачи и преобразования команд машиниста

**Рама машины** – несущая система для размещения силового оборудования и рабочих органов.

### 1.3. Конструкционно-эксплуатационные показатели машин

**Главный параметр машин** – показатели, характеризующие эксплуатационные характеристики машин: емкость ковша; грузоподъемность; тяговое усилие, производительность.

**Основные параметры машины** – показатели, по количественному значению можно рассчитать: массу; мощность; габариты; рабочие параметры; скорости при различных режимах работы; давление и др.

Главные и основные параметры машин регламентируются ГОСТ. Важнейшая характеристика машин является их **производительность**. Различают три категории производительности машин: теоретическая (конструкторская), техническая, эксплуатационная (эффективная).

*Теоретическая производительность (расчетная, конструкторская)*  
 $P_m$  – максимальная производительность машины, в единицу времени при условии, что полностью используются конструктивные параметры и расчетные теоретические скорости передвижения, а так же отсутствия потери времени при выполнении рабочего процесса.

Для большинства машин рассчитывается по формуле

$$P_m = V / T,$$

где  $P_m$  – теоретическая производительность машины;  $V$ –объем грунта в естественном состоянии, перемещенный к месту укладки;  $T$ –время выполнения процесса.

Для одноковшовых экскаваторов циклического действия

$$V = q n,$$

где  $q$  – геометрическая вместимость ковша;  $n$ –число разгрузок ковша за рассматриваемое время.

Для многоковшовых экскаваторов непрерывного действия вводится понятие частоты разгрузок  $z_p$ , и определяется по формуле

$$z_p = n / t,$$

тогда

$$P_T = q z_p.$$

Объем вынутого грунта при разработке траншей, дрен, каналов и т. п. можно рассчитать, используя формулу расчета объема призмы (для примера показан трапециевидальный канал постоянной глубины рис.1.):

$$V = S L,$$

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

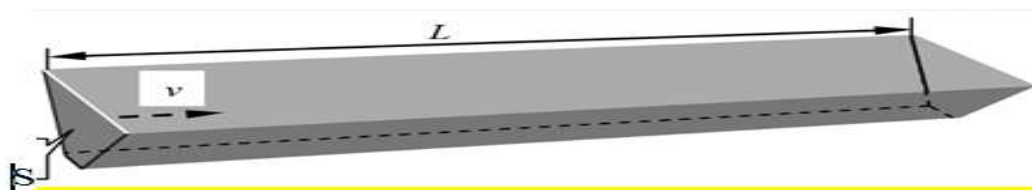


Рис. 1. Схема к расчету объема грунта

Тогда из формулы получим

$$\Pi_T = (S L) / T = A v_T$$

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

Для машин, работающих в движении непрерывно и количество продукции, т.е. объем работы, измеряется в единицах площади:

$$\Pi_T = A / T = (B_3 L) / T = B_3 v_0,$$

где  $A$  – обработанная площадь (рис. 2);  $B_3$  – конструктивная ширина захвата рабочего органа машины;  $L$  – расчетная длина обработанной площади за рассматриваемое время.



**Рис. 2. Схема к расчету количества продукции при ее измерении в единицах площади**

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

$$\Pi_T = L / T = V_T.$$

Для машин, у которых количество продукции измеряется в штуках,

$$\Pi_T = N / T = z_0,$$

где  $N$  – расчетное количество выполненных работ;  $z_0$  – расчетная частота выполнения работ.

*Техническая производительность*  $\Pi_T$  вычисляется при постоянной непрерывной работе машины в определенных реальных условиях с учетом конкретных скоростей рабочих органов.

Для многоковшовых экскаваторов непрерывного действия

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

где  $k_n$  – коэффициент наполнения ковша;  $k_p$  – коэффициент разрыхления грунта.

Для многоковшовых экскаваторов непрерывного действия, разрабатывающих протяженные сооружения,

$$\Pi_T = A v_T \eta_6,$$

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

Для машин, для которых выполненная работа измеряется в единицах площади:

$$\Pi_T = B_3 v_0 \eta_6.$$

Для машин, для которых количество выполненной работы измеряется в единицах длины,

$$\Pi_T = v_T \eta_6.$$

*Эксплуатационная производительность*  $\Pi_3$  – фактическая производительность, которая определяется реальными условиями использования машины в течение определенного промежутка времени с учетом перерывов в работе, связанных с технологическим процессом, естественными надобностями, обслуживанием машины.

Для машин, у которых выполненная работа измеряется в единицах площади,

$$\Pi_3 = B_3 \cdot v_p \cdot \eta_6 k_{и.в} / (n k_{п}),$$

где  $k_{и.в}$  – коэффициент использования по времени;  $n$  – число проходов согласно производства работ;  $k_{п}$  – коэффициент перекрытия.

Для остальных машин

$$\Pi_3 = \Pi_T k_{и.в}.$$

Производительность выражают в следующих единицах:

$$m^3/ч, m^3/смену; п.м/ч; га/ч; и т. п.$$

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

$$q_T = N_{дв} k_{им} t q_{уд} / (V \cdot k_{и.в}),$$

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

Разделив числитель и знаменатель на  $t$ , получим

$$q_T = N_{дв} k_{им} q_{уд} / \Pi_T.$$

*Удельная материалоемкость* машины рассчитывается как отношение конструктивной массы машины  $M_k$  к эксплуатационной производительности:

$$m = M_k / \Pi_3.$$

*Энергоемкость удельная* ( $кВт \cdot ч / м^3$  – отношение мощности двигателя к эксплуатационной производительности машины:

$$N_{уд} = N_{дв} / \Pi_3$$

Показателем экономичности машины являются *себестоимость единицы продукции*  $C_{пр}$ , рассчитывается как отношение стоимости машино-часа  $C_{м-ч}$  к часовой эксплуатационной производительности машины:

$$C_{пр} = C_{м-ч} / \Pi_3.$$

## Глава 2. КОНСТРУКЦИОННЫЕ ЕДИНИЦЫ МЕХАНИЗМОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

### 2.1. Соединения деталей машин

Каждая часть машины состоит из отдельных агрегатов, механизмов, узлов и деталей, представляющих собой конструктивно обособленные единицы, которые могут изготавливаться на разных заводах.

**Механизм** – система узлов, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких звеньев в требуемое движение других звеньев.

**Узел** – часть машины, механизма, оборудования, состоящий из нескольких более простых деталей.

Узлы и звенья конструируют так, чтобы они удовлетворяли следующим требованиям: могли легко сниматься и устанавливаться, а также легко разбираться для удобной замены деталей, из которых они составлены.

**Деталь** – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. Детали могут быть простыми (шпонка, болт, гайка и т.д.) или сложными (корпус редуктора, станина станка, коленчатый вал и т.д.). Детали (частично или полностью) объединяют в узлы. Взаимодействие это определяет виды соединения деталей. Соединения позволяют собрать из отдельных деталей машину. Соединения деталей делят на разъемные и неразъемные.

#### 2.1.1. Разъемные соединения

Разъемными называют соединения, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждения их составных частей. Такими соединениями являются резьбовые соединения, шпоночные, шлицевые, штифтовые, шплинтовые и др. Разъемные соединения можно разделить на подвижные и неподвижные.

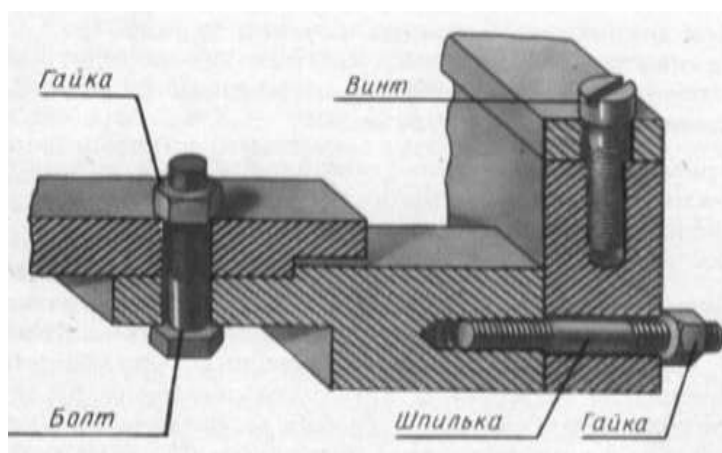
Подвижные разъемные соединения — соединения, в которых одна деталь может перемещаться относительно другой.

Разъемные соединения получили широкое применение там, где необходима периодическая замена одной детали на другую в связи с регламентным обслуживанием или ремонтом механизма, смены какого-либо рабочего элемента машины (приспособление, инструмент), для постоянной или временной фиксации детали, периодическим взаимодействием деталей механизмов друг на друга в процессе их работы. Соединения деталей, выполняемые по резьбе, называются **резьбовыми соединениями**.

Резьбовым называют соединение составных частей изделия с применением детали, имеющей резьбу. Резьба представляет собой чередующиеся выступы и впадины на поверхности тела вращения, расположенные по винтовой линии. Основные определения, относящиеся к резьбам общего назначения, стандартизированы.

Резьбовые соединения являются самым распространенным видом соединений вообще и разъемных в частности. В современных машинах детали, имеющие резьбу, составляют свыше 60 % от общего количества деталей. Широкое применение резьбовых соединений в машиностроении объясняется их достоинствами: универсальностью, высокой надежностью, малыми габаритами и весом крепежных резьбовых деталей, способностью создавать и воспринимать большие осевые усилия, технологичностью и возможностью точного изготовления. Недостатками резьбовых деталей являются значительная концентрация напряжений в местах резкого изменения поперечного сечения и низкий КПД подвижных резьбовых соединений.

В резьбовых соединениях применяются болты, винты и шпильки (рис.3).



**Рис. 3. Резьбовое соединение**

**Болтовой комплект** состоит из болта, гайки и шайбы.

**Болт (рис 3)** – цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой (шестигранной, квадратной, прямоугольной или полукруглой) на другом.

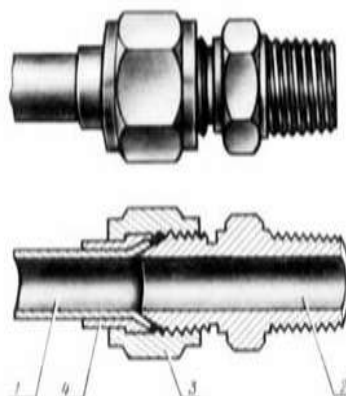
**Гайка (рис 3)** имеет форму правильной призмы (шестиугольной или четырехугольной) или цилиндра с отверстием по оси, в котором сделана резьбовая нарезка.

**Шайба (рис. 3)** предохраняет поверхность детали от повреждения при завинчивании гайки и способствует более равномерному распределению давления от болта на соединяемые детали.

**Винт (рис 3)** – цилиндрический стержень с метрической или дюймовой резьбой на одном конце и головкой под ключ (шестигранной или квадратной) или под отвертку (полукруглой, потайной, полупотайной или цилиндрической).

**Шуруп-винт** для дерева имеет конический стержень с резьбой и головку под отвертку. Для предотвращения самооткручивания гаек применяют **контргайки, пружинные и стопорные шайбы, шплинты, штифты и накладки.**

**Шпилька** – резьбовое изделие цилиндрической формы, имеющее с обоих концов резьбы, один конец которой (головка) ввинчивается в деталь, для чего имеет с этой стороны тугую нарезку, а на другой навинчивается гайка. Болтовое соединение применяют в тех случаях, когда в соединяемых деталях по условию прочности нельзя нарезать резьбу.



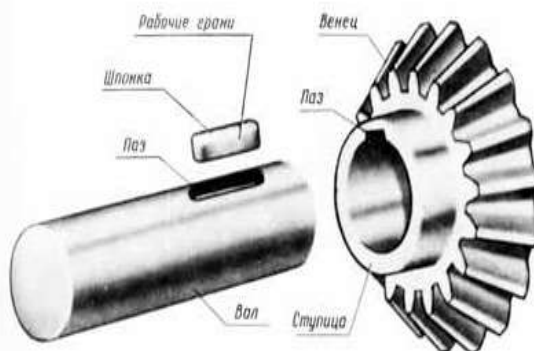
**Рис. 4. Пример резьбового соединения трубы:**  
*1 – труба; 2 – штуцер; 3 – гайка; 4 – втулка*

Достоинства резьбовых соединений: возможность создания больших осевых сил, благодаря клиновому действию резьбы; возможность фиксирования зажима в любом положении, благодаря самоторможению; небольшие габариты и простота изготовления; надежность и удобство сборки и разборки; допускают точную установку соединяемых деталей и любую степень затяжки крепежными деталями.

**Недостатки резьбовых соединений:** значительная концентрация напряжений в местах резкого изменения поперечного сечения; низкий КПД подвижных резьбовых соединений.

**Шлицевыми и шпоночными соединениями** также называют разъемные, где соединения посредством шпонок или шлицов.

Шпоночным называют соединение охватывающей (втулка) и охватываемой (вал) деталей для передачи крутящего момента с помощью шпонки (рис. 3). Шпонкой называют деталь, устанавливаемую в разъем двух соединяемых деталей и препятствующую их взаимному перемещению



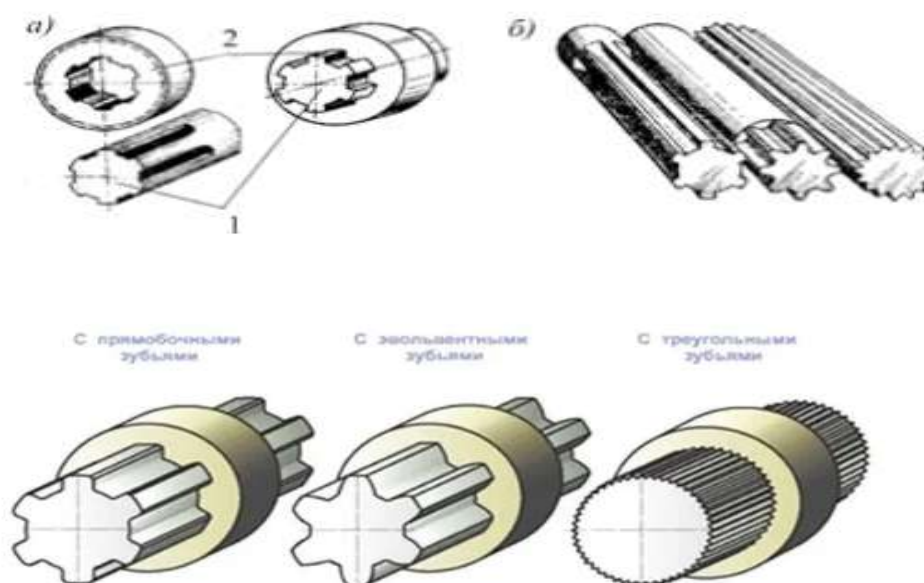
**Рис. 5. Шпоночное соединение**



**Шпонки** служат для крепления на валах и осях вращающихся деталей. Различают шпонки: **клиновые** (удерживают детали на валах или осях силами трения) и **призматические** (удерживают детали боковыми узкими гранями, работающими на срез).

Достоинства шпоночных соединений: простота и надежность конструкции, сравнительно низкая стоимость простота. Недостатки шпоночных соединений: ослабление прочности вала и ступицы детали сравнительно глубокими шпоночными пазами, трудность обеспечения их взаимозаменяемости.

Шлицевые (зубчатые) соединения. Шлицевое соединение условно можно рассматривать как многошпоночное, у которого шпонки, называемые шлицами (зубьями), выполнены как единое целое с валом 1 и они входят в соответствующие пазы ступицы 2 (рис. 6.). Преимущества шлицевых соединения по сравнению со шпоночными следующие: возможность передачи больших вращающих моментов в связи с большей поверхностью контакта соединяемых деталей; лучшее центрирование ступицы на валу; удобство сборки и разборки; большая усталостная прочность вала.



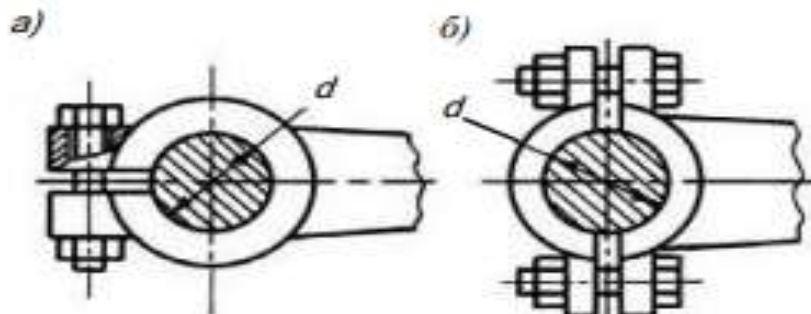
**Рис. 6. Шлицевые соединения:**

*а) схема соединения; б) валы с прямоугольными, эвольвентными и треугольными зубьями; 1 – вал; 2 – ступица.*

Шлицы позволяют перемещать установленную деталь вдоль вала.

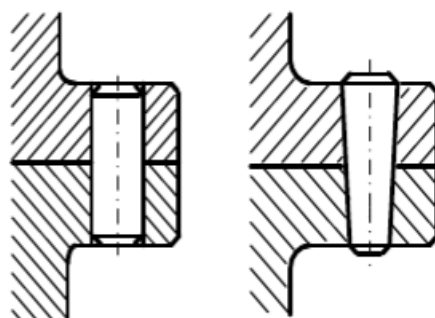
Достоинства шлицевых соединений по сравнению со шпоночными: передача больших нагрузок (благодаря большой площади контакта зубьев); лучшее центрирование соединяемых деталей (вала и ступицы); возможность работы при больших скоростях; меньшее число деталей соединения (две детали), меньшая длина ступицы и меньшие радиальные размеры. Недостатки более сложная технология изготовления, а следовательно, и более высокая стоимость. Клепанные соединения (рис. 7) представляют

собой фрикционные соединения, в которых необходимое нормальное давление создается затяжкой болтов (винтов). Соединение обеспечивается силами трения, отличие от шпоночного и шлицевого клеммовое соединение позволяет закреплять деталь на валу под любым углом и в любом месте по его длине. Клеммовые соединения применяют для закрепления на валах и на других деталях при необходимости последующих перестановок.

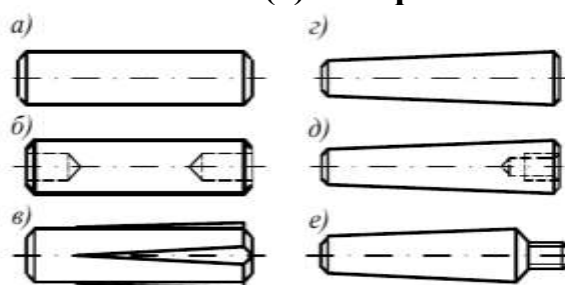


**Рис. 7. Клеммовые соединения:**  
*а) с неразъемной ступицей; б) с разъемной ступицей*

Соединение выполняют с неразъемной ступицей, имеющей прорезь (см. рис.7а), или с разъемной (см. рис. 7б).



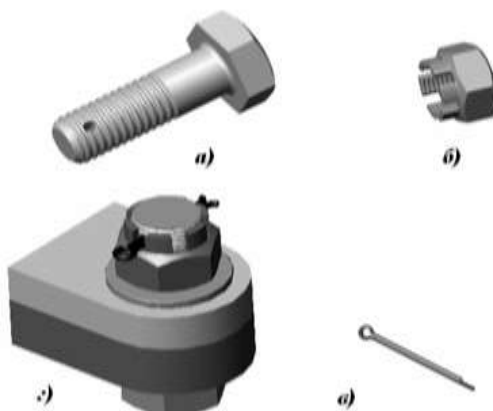
**Рис. 8. Штифтовое соединение с цилиндрическими (а) и коническими (б) штифтами.**



**Рис. 9. Основные типы штифтов:**  
*а) цилиндрические; б) цилиндрические заклепочные;*  
*в) цилиндрические насечные с коническими насечками; г) конические; д)*  
*конические с внутренней резьбой; е) конические с резьбовой цапфой*

Назначение штифтовых соединений, фиксация взаимного положения деталей установочными штифтами, а также для передачи малых крутящих моментов с вала на ступицу колеса (полумуфты, шкива и др.) крепежными штифтами. По форме различают цилиндрические (рис. 8а) и конические (рис. 8б) штифты.

**Шпинты** применяются для стопорения прорезных и корончатых гаек.

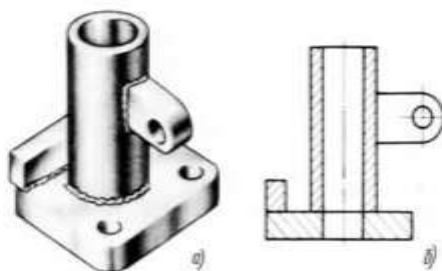


**Рис. 10. Шпинтовое соединение**

### **2.1.2. Неразъемные соединения**

Неразъемные соединения – соединения двух или нескольких деталей, которые нельзя разъединить без их разрушения или без разрушения связывающих их элементов. Существует несколько видов неразъемных соединений, это склейка, сварка, спайка стыков, фиксация деталей с помощью клепок или в процессе формовки, запрессовки, вальцовки, кернения.

**Сварка** – процесс термического или пластического воздействия для получения надежного сцепления заготовок. Сварные соединения образуются путем сплавления материалов деталей в зоне стыка (рис. 11.).



**Рис. 11. Соединение деталей при помощи сварки**

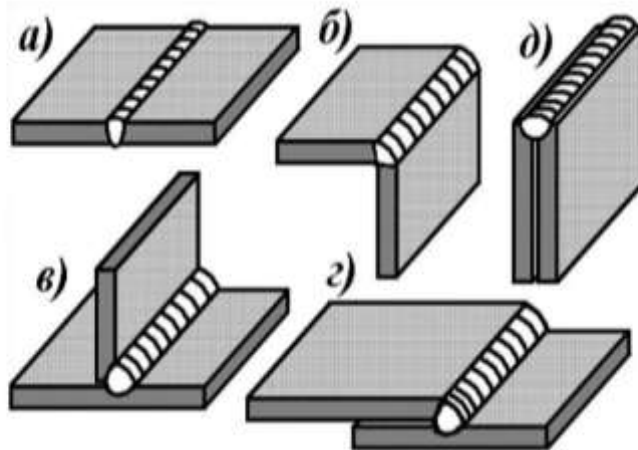
Наиболее распространенными способами сварки являются электрическая и газовая. По конструктивному исполнению сварные соединения бывают встык, внахлестку и в тавр (Рис. 12).

Соединение встык (рис. 12а) наиболее простое и надежное. При соединении элементов малой толщины сварной шов накладывается без разделки кромок, при большой толщине – стыкуемые кромки предварительно обрабатывают.

Соединение внахлестку (рис. 12г) выполняется с помощью угловых швов. В зависимости от расположения угловые швы делят на лобовые, фланговые и косые. Лобовой шов расположен перпендикулярно, а

фланговый параллельно линии действия силы. Лобовые, фланговые и косые швы рассчитывают на срез.

Соединение втавр (впритык) (рис. 12в) обеспечивает сваривание деталей во взаимно перпендикулярных плоскостях. Данное соединение может выполняться стыковым швом с разделкой кромок или угловыми швами без разделки кромок.



**Рис. 12. Типы сварных соединений:**

*а) стыковое; б) угловое; в) тавровое; г) нахлесточное; д) торцевое*

Достоинства сварных соединений: простота конструкции сварного шва и меньшая трудоемкость; снижение массы конструкции; возможность соединения деталей любых форм; герметичность соединения; сварное соединение дешевле заклепочного.

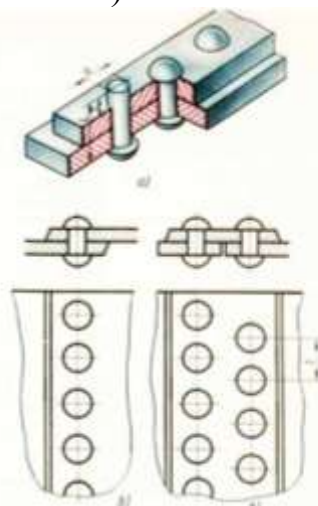
Недостатки сварных соединений: возникновение остаточных напряжений в свариваемых элементах; коробление деталей; недостаточная надежность при значительных вибрационных и ударных нагрузках.

**Плюсы** паяных неразъемных соединений: можно соединять элементы из разных сплавов; не возникает внутренних напряжений в соединяемых элементах; тонкостенные заготовки не успевают деформироваться от термовоздействия; расплавленный припой легко проникает в труднодоступные места; швы устойчивы к коррозии; получаются герметичные соединения. **Недостатки** пайки: невысокая прочность; поверхность необходимо тщательно очищать, в ряде случаев протравливать.

**Соединения при помощи клёпки.** Неразборные соединения, получаемые посредством соединения при сборке деталей заклепками, называют **заклепочными**. Разборка их обычно сопровождается разрушением деталей соединения. Заклепка представляет собой стержень круглого сечения, на конце которого имеется закладная головка. Заклепочное соединение образуют постановкой заклепок в совмещенные отверстия соединяемых элементов так, чтобы закладная головка плотно прижималась к детали и поддержке. Клепальным молотком из свободной длины стержня образуют замыкающую головку. Для придания замыкающей головке правильной формы ее отделяют обжимкой. В процессе клепки стержень головки осаживается и плотно заполняет отверстие. Заклепочные

соединения обычно применяют для листового крепления. Работу производят двумя разными способами: горячим или холодным. Последний способ, используют для стальных заклепок диаметром не более 10 мм, а также из латуни, меди и других легких сплавов. Трубочатые заклепки служат для применения в деталях с малой нагрузкой. Они носят название пистоны. Такие детали могут быть металлическими или пластмассовыми, все зависит от материала, который они будут скреплять.

Заклепочное соединение двух деталей при помощи полукруглой (сферической) головкой показано рисунке 11а. Заклепочное соединение могут выполняться внахлестку (рис.13б) или встык с накладками (рис.13в).



**Рис. 13. Виды заклёпочных соединений:**

*а) соединение деталей; б) в нахлестку; в) в накладку*

По расположению заклепок в соединениях различают однорядные (рис.13б) и многорядные (рис.13в) заклепочные швы. Расположение заклепок в рядах может быть шахматное и параллельное. Шагом размещения заклепок называется расстояние между осями двух соседних заклепок, измеренное параллельно кромке шва. **Преимущества** заклепочных соединений: высокая стабильность; надежность; можно проверять клепки методами неразрушающего контроля; рассчитаны на различные виды нагрузки.

**Недостатки:** повышается расход металла; увеличивается время обработки (возрастают трудозатраты); необходимость делать отверстия, которые снижают прочность соединяемых деталей; плотность швов со временем ослабевает.

## 2.2. Передачи и детали передачи в машинах

Между валами двигателя и рабочей машины, а также между органами самой машины устанавливают механизмы для включения и выключения, изменения скорости и направления движения, носящие общее название – передачи. Передачи вращательного движения широко применяются в механизмах и машинах. Они служат для изменения частоты и направления вращения, обеспечивают непрерывное и равномерное движение.

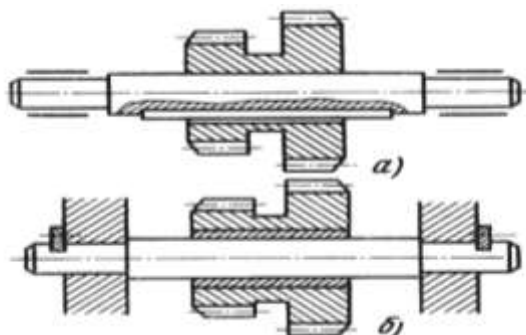
### 2.2.1. Детали передач

Детали, входящие в передачи, служат для передачи энергии с преобразованием скоростей и моментов. Основными элементами, обеспечивающими работу передач, являются валы, оси, подшипники и муфты.

Наиболее распространенным видом передачи энергии (движения) в технике являются вращательные. Вращающиеся детали имеются в любой машине. Вращательное движение получило наибольшее распространение в механизмах и машинах, так как обладает следующими достоинствами: обеспечивает непрерывное и равномерное движение при небольших потерях на трение; позволяет иметь простую и компактную конструкцию передаточного механизма. Детали вращательного движения делятся на детали для поддержания и соединения вращающихся частей машин (оси, валы, цапфы, подшипники, муфты, пяты.).

**Осью** называют деталь, которая лишь поддерживает насаженные на неё детали. Ось не испытывает кручения, поскольку нагрузку на неё идёт от расположенных на ней деталей. Она работает на изгиб и не передаёт вращающий момент.

Оси (рис. 14) бывают **вращающиеся** (а) и **неподвижные** (б). Вращающаяся ось устанавливается в подшипниках.



**Рис. 14. Примеры установки осей:**  
*а) вращающиеся; б) неподвижные*

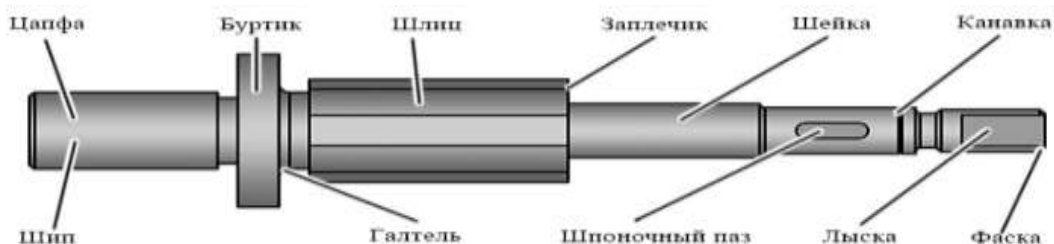


**Рис. 15. Примеры видов осей**

При создании различных механизмов, имеющих в своём составе вращающиеся детали, часто используют валы.

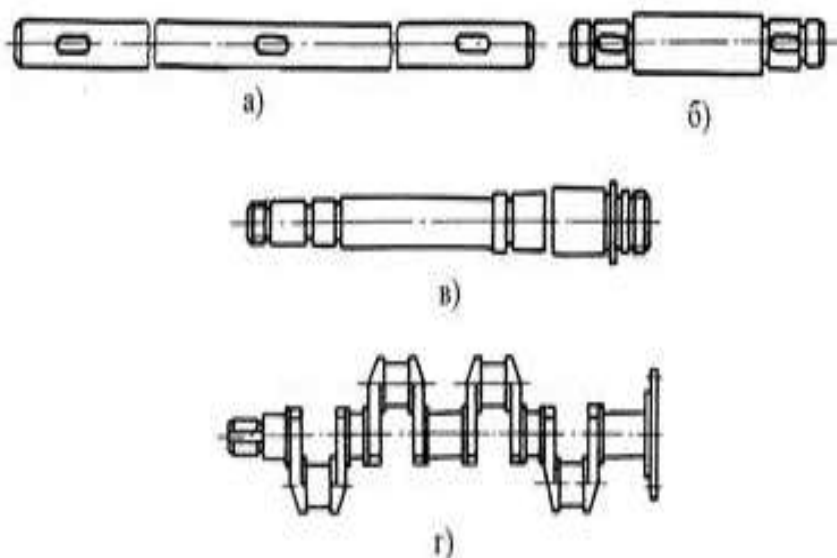
Вал-деталь (рис.16.), служит для поддержания деталей машин и передачи крутящих моментов от силовой установки исполнительным механизмам и рабочим органам машины. Во всех случаях вал вращается вместе с поддерживаемыми им звеньями. Например: коробка скоростей, несущий на себе шестерни, передает с их помощью вращение мотора.

Обычно вал представляет собой цельную деталь, однако он может быть и составным, состоящим из нескольких частей.



**Рис. 16. Основные элементы конструкции валов**

По назначению валы подразделяют на **передаточные** (рис. 17, а, б), несущие только различные детали механических передач (зубчатые колеса, звездочки цепных передач, шкивы ременных передач, муфты и т.д.), в большинстве своём снабжены концевыми частями, выступающими за габариты корпуса механизма

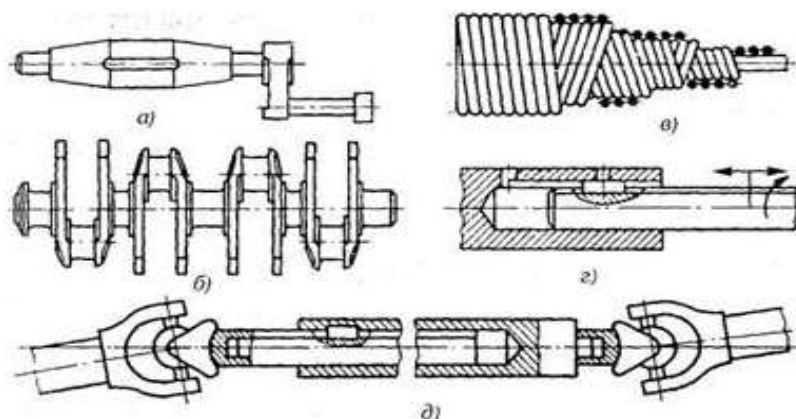


**Рис. 17. Типы валов:**

- а) гладкий трансмиссионный вал; б) ступенчатый передаточный вал; в) шпиндель станка; г) коленчатый вал*

По форме валы бывают: прямые (см. рис.17; кривошипные (рис.17а); коленчатые (рис.17б); гибкие (рис.17в); телескопические (рис.17г); карданные (рис.17д).





**Рис. 18. Типы валов:**

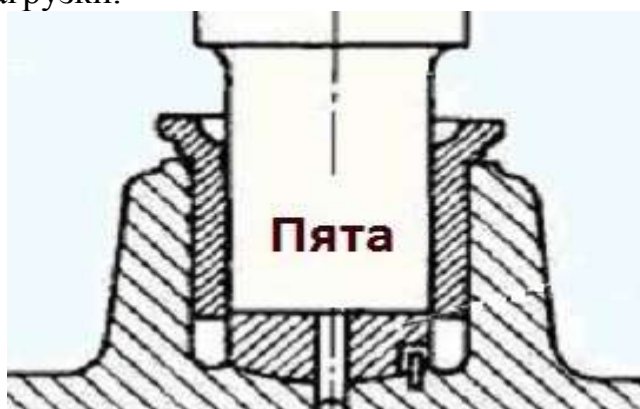
*а) кривошипный вал; б) коленчатый вал; в) гибкий вал; г) телескопический вал; д) карданный вал*

Часть вала, которая опирается на опору, когда нагрузка направлена перпендикулярно его оси, называется **цапфой** (рис. 19), а та часть вала, которой он опирается на опору, когда нагрузка направлена вдоль его оси, называется **пятой** (рис. 20). Если цапфа расположена на конце вала, ее называют концевой, если посередине – называют шейкой.



**Рис. 19. Общий вид цапфы**

**Пята** – цапфа, расположенная на конце вала, и предназначенная для восприятия осевой нагрузки.



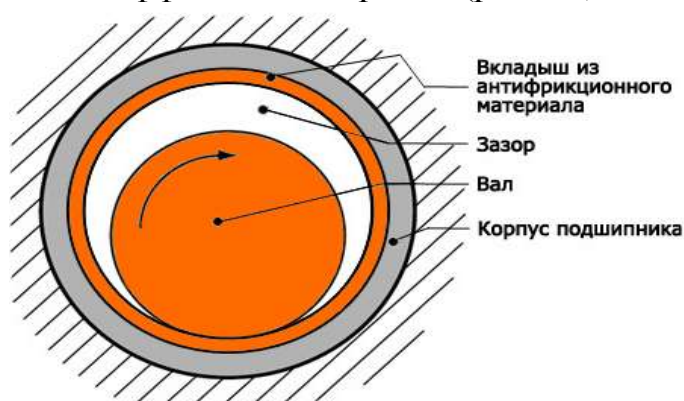
**Рис. 20. Пята вала**

**Подшипники** служат опорами валов и вращающихся осей, а также вращающихся деталей на неподвижных осях. Они воспринимают и передают на корпус или раму машины радиальные и осевые нагрузки. Все



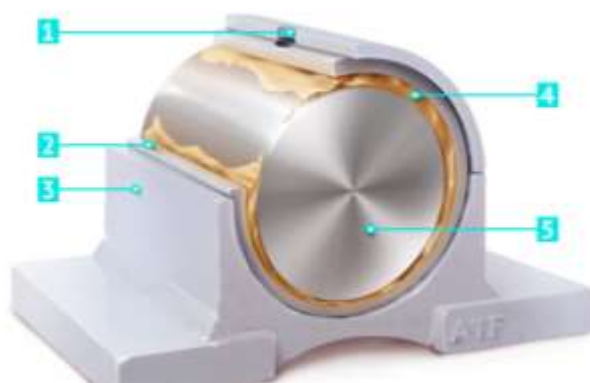
подшипники могут быть разделены на две основные группы-подшипники качения и скольжения. Задача, которую призваны решать подшипники любой группы – снижение трения между вращающимся и стационарными узлами агрегата. Это необходимо для снижения потерь энергии, нагрева и износа деталей, вызываемыми силой трения.

**Подшипник скольжения** – самый простой тип подшипника. Подшипники скольжения – механические компоненты, несущие нагрузку и обеспечивающие скольжение или вращательное движение между двумя частями машины. Их основное назначение – предотвращение износа точек опоры машины, который мог бы возникнуть, если бы валы катились непосредственно по конструкции. Обычно он состоит только из опорной поверхности. Основными элементами подшипников скольжения являются корпус (цельный или разъемный) и втулка из антифрикционного материала, обладающего низким коэффициентом трения (рис. 21).



**Рис. 21. Схема подшипника скольжения**

Подшипник представляет собой вкладыш (втулка), установленным на валу и вставленным в отверстие (рис. 22.).



**Рис. 22. Подшипник скольжения:**

*1 – отверстие; 2 – вкладыш антифрикционный; 3 – корпус установки;  
4 – слой смазки; 5 – вал*

В этих подшипниках цапфа (опорный участок вала или оси вращающегося вала или оси) взаимодействует непосредственно с рабочей поверхностью втулки неподвижно установленного подшипника. Для

изготовления втулок применяют следующие материалы: баббиты-сплавы на основе олова и свинца; бронзы-сплавы на основе меди; железографиты, бронзографиты, алюминиевые графиты, порошковые материалы на основе железа, бронзы и алюминия, пропитанные графитом. Для снижения коэффициента трения, потерь энергии в подшипниковых узлах и предохранения их от коррозии к контактирующим поверхностям подводят смазку, это приводит к тому, что вал отделяется от втулки пленкой маслянистой жидкости.

Чаще всего используют бронзовые втулки скольжения (рис. 23). Они выдерживают удельную нагрузку и хорошо работают при окружной скорости валов до десяти м/с.



**Рис. 23. Бронзовые втулки**

Подшипники скольжения недорогие, компактные и легкие. Обладают высокой грузоподъемностью. Подшипники скольжения используются для вращательного, скользящего, возвратно-поступательного или колебательного движения. Этот подшипник может выдерживать некоторые перекосы, разнонаправленные движения и подходит как для статических, так и для динамических нагрузок. Он широко используется в механизмах мелиоративных и строительных машинах, автомобилестроении.

**Преимущества:** они требуют меньше радиального пространства, так как построены с тонкими стенками; их установка проще; при использовании самосмазывающихся подшипников процедуры смазки не требуются.

**Недостатки:** повышенное трение во время переходных процессов (особенно при запуске); им требуется больше осевого пространства; незаменимо использование при их производстве материалов, устойчивых к трению; более высокий износ по сравнению с подшипниками качения, так как между втулкой и валом возникает прямое трение.

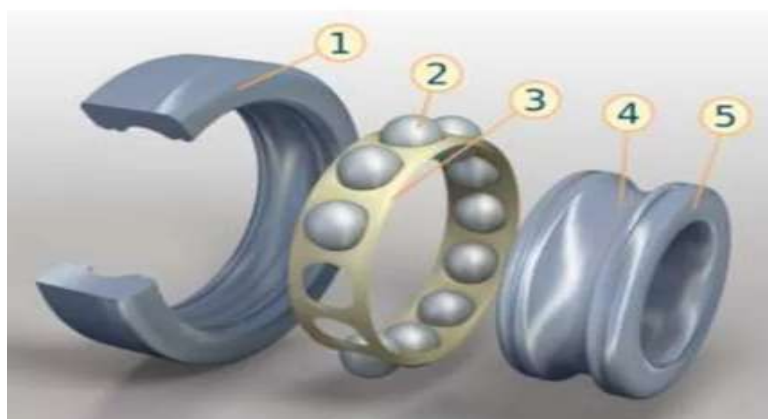
**Подшипники качения** предназначены для поддержки вращающихся валов. Они нашли свое применение в машинах, разного типа, например, в подъемно-транспортных устройствах, технике, применяемой в строительстве водохозяйственных объектов. Подшипники качения являются основными видами опор в машинах, их устанавливают на концах вала. Все подшипники качения неразъемные. Они стандартизированы в мировом масштабе.

В подшипниках качения трение скольжение подменяется трением качения (рис. 24). Благодаря такому решению происходит существенное снижение трения и износа.



**Рис. 24. Схема устройства подшипника качения**

Подшипники качения имеют разнообразные конструкции и размер. В качестве тел качения могут быть использованы шарики, ролики, иголки. Шарикоподшипники являются самым распространенным типом подшипников (рис. 25). Он состоит из двух колец, между которыми устанавливают сепаратор с предустановленными шариками определенного размера, шарики перемещаются по канавкам. Сепаратор, в который устанавливают шарики, обеспечивает их точное положение и исключает какой-либо контакт между ними.



**Рис. 25. Устройство однорядного шарикоподшипника:**  
*1 – внешнее кольцо; 2 – шарик (тело качения); 3 – сепаратор;  
 4 – дорожка качения; 5 – внутреннее кольцо*

По форме тел качения различают шариковые (рис. 26а) и роликовые (рис. 26в) подшипники. У первых контакт тел качения с кольцами точечный, у вторых – линейный.



**Рис. 26. Типы подшипников качения:**  
*а) шариковые; б) игольчатые; в) роликовые*

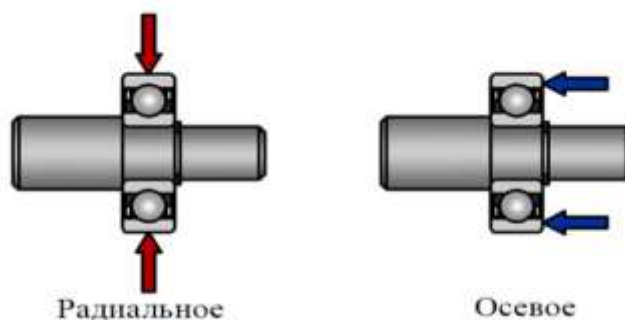
Подшипники с длинными по сравнению с диаметром роликами, называются игольчатыми (рис. 26б).

Тела качения могут быть расположены в один или два ряда со смещением относительно друг друга на полшага. Соответственно подшипники называются **однорядными** (рис 26) и **двухрядными** (рис. 27).



**Рис. 27. Двухрядный подшипник качения**

По направлению воспринимаемой нагрузки подшипники качения делят (рис.28) на радиальные (воспринимающие радиальные нагрузки), упорные (воспринимающие осевые нагрузки), радиально-упорные (воспринимающие радиальные и осевые нагрузки).



**Рис. 28. Схема направление действия нагрузки на подшипники**

Достоинства подшипников качения: высокий КПД; малый нагрев; малый расход смазочных материалов; не требуют повышенного ухода.

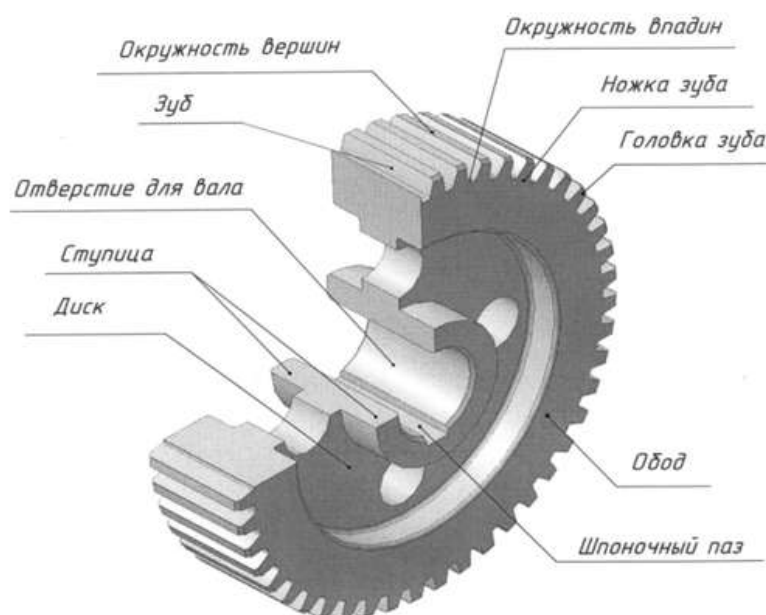
Недостатки: большие диаметральные габаритные размеры.

### **2.2.2. Зубчатые колеса**

**Зубчатое колесо** – деталь зубчатой передачи в виде диска с зубьями, входящими в зацепление с зубьями другого колеса. В зацеплении двух зубчатых колес одно из колес называется шестерней (ведущее), другое – зубчатым колесом (ведомое). Существует множество различных типов шестерен и зубчатых колес. Служат зубчатые колеса для передачи и

преобразования механической энергии между силовыми агрегатами и далее для исполнительных механизмов машин.

Конструкционные элементы цилиндрического прямозубого зубчатого колеса показаны на рис. 29.



**Рис. 29. Конструкционные элементы зубчатого колеса**

Существует множество различных типов шестерен и зубчатых колес: цилиндрические прямозубые колеса, косозубые колёса, конические зубчатые колеса, тангенциальные конические колеса, червячные колеса, звездочки и другие.

Цилиндрические зубчатые колеса (рис. 30) самый простой тип шестерни.



**Рис. 30. Цилиндрические прямозубые колеса**

**Прямозубые колёса** – самый распространённый вид зубчатых колёс.

Зубчатые шестерни используются для того, чтобы перенести движение от одного вала к параллельному валу. Зубья расположены параллельно оси



вращения. Когда два соседних зубчатых колеса сцепляются, они вращаются в противоположных направлениях. Эти шестерни наиболее часто используются, потому что они легко и быстро изготавливаются по сравнению с другими типами. Они отлично работают при умеренной нагрузке и умеренной скорости и обычно используются там, где шум и вибрация не являются проблемой. Одним из его преимуществ является обеспечение высокого КПД трансмиссии при отсутствии осевой нагрузки на вал. К некоторым недостаткам можно отнести высокий уровень шума и вибрации при работе на высоких скоростях, а также большую нагрузку на зубья в этой простой конструкции. Применяются во всех отраслях машиностроения: станкостроение, тяжелое оборудование, автомобильное производство, производство редукторов и др.

**Косозубые колеса** (рис. 31). Они работают так же, как цилиндрические прямозубые, для передачи момента между параллельными валами, но у такой передачи более плавно происходит зацепление. Вследствие этого они создают меньше шума при работе и имеют меньшие габариты. У них большая нагрузочная способность. К сожалению, из-за сложной формы зубьев они, как правило, более дорогие.



**Рис. 31. Косозубые колеса**

Косозубые колёса являются усовершенствованным вариантом прямозубых. Их зубья располагаются под углом к оси вращения, а по форме образуют часть винтовой линии.

Достоинства косозубых колёс:

зацепление таких колёс происходит более плавно, чем у прямозубых, и с меньшим шумом. Площадь контакта увеличена по сравнению с прямозубой передачей, таким образом, предельный крутящий момент, передаваемый зубчатой парой, тоже больше.

Недостатки косозубых колёс:

при работе косозубого колеса возникает механическая сила, направленная вдоль оси, что вызывает необходимость применения для установки вала упорных подшипников;

увеличение площади трения зубьев (что вызывает дополнительные потери мощности на нагрев), которое компенсируется применением специальных смазок.

В целом, косозубые колёса применяются в механизмах, требующих передачи большого крутящего момента на высоких скоростях, либо имеющих жёсткие ограничения по шумности.

**Конические зубчатые колеса** (рис. 32). Во многих машинах осуществление требуемых движений механизма связано с необходимостью передать вращение с одного вала на другой при условии, что оси этих валов пересекаются (обычно под 90 градусов). В таких случаях применяют конические зубчатые колеса.



**Рис. 32. Конические зубчатые колеса с прямыми зубьями**

Различают виды конических колёс, отличающихся по форме линий зубьев: с прямыми, тангенциальными, круговыми и криволинейными зубьями.

**Тангенциальные конические колеса** (рис. 33). Зубья конических колес прямые, но идут не по радиусам, они называются тангенциальными и могут работать с окружной скоростью до 12 м/с. Прямые конические шестерни обычно используются на низких оборотах (менее 500 об/мин или окружная скорость 2 м/с).



**Рис. 33. Конические зубчатые колеса с тангенциальными зубьями**

**Червячные колеса** (рис. 34). Червячное колесо представляет собой зубчатое колесо. В технологических целях червячное колесо, как правило, изготавливают составленным из двух материалов: венец из дорогого антифрикционного материала (например, из бронзы), а сердечник из более дешёвых и прочных сталей или чугунов, обладают низким уровнем шума, плавностью хода, обусловленные особенностями механического зацепления червяка и червячного колеса.

Только у червячных колес есть эффект «самоторможения» для передач с передаточным числом свыше 1:35. При остановке электродвигателя выходной вал невозможно повернуть. Поэтому червячные колеса применяют в редукторах там, где важна техника безопасности, сохранность грузов при перегрузке: подъемники, наклонные транспортеры. При определённых требованиях это позволяет сэкономить на дополнительном тормозном устройстве.

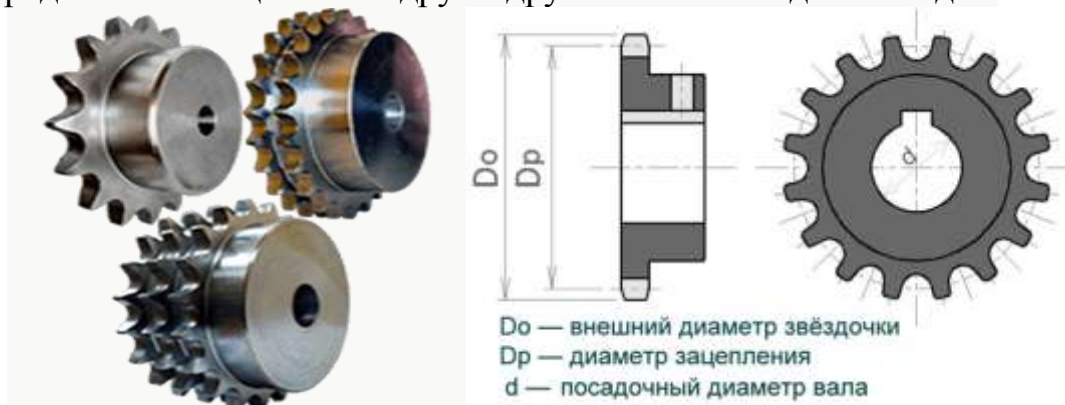


**Рис. 34. Червячное зубчатое колесо**

Основные достоинства зубчатых червячных колес следующие:  
 компактные размеры, удобная сборка;  
 высокий уровень передаточных чисел, 8-80, иногда до 100;  
 бесшумная работа узла;  
 плавный ход;  
 система самоторможения.

К недостаткам червячных зубчатых колес в редукторах относят следующие минусы: высокое трение вызывающее низкий КПД из-за повышенных параметров передаточного соотношения, энергетические потери; при избытке кинетической энергии и невозможности ее полной передачи возникает перегрев узла; относительно недолгий срок эксплуатации, в среднем до 10 тыс. часов.

**Звездочки** (рис. 35) – базовая деталь цепных передач. Звездочки для приводных цепей представлены профилированными колесами, которые на поверхности имеют зубья. Основное их отличие состоит в том, что в непосредственное зацепление друг с другом они никогда не входят.



**Рис. 35. Общий вид звездочек**



Звездочки используют в составе цепной передачи. Звездочки применяются во многих сферах машиностроения, вооружения, авиации, сельского хозяйства и др. Редкие механические устройства могут обойтись в своей конструкции без пар шестерня – зубчатое колесо.

### 2.3. Муфты

В технике **муфты** – соединительные устройства для тех валов, концы которых подходят один к другому вплотную или же удалены на небольшое расстояние. Соединение валов муфтами обеспечивает передачу вращающего момента от одного вала к другому. Валы, как правило, расположены так, что геометрическая ось одного вала составляет продолжение геометрической оси другого вала. С помощью муфт можно также передать вращение с валов на зубчатые колеса, шкивы, свободно насаженные на эти валы.

Муфты не изменяют вращающего момента и направления вращения. Некоторые типы муфт поглощают вибрации и толчки, предохраняют машину от аварий при перегрузках.

Муфты в машиностроении предназначены:

- соединять соосные валы отдельных узлов и механизмов, а также разнообразные детали (зубчатые колеса, звездочки, шкивы и т.п.) с валами с целью передачи между ними крутящего момента;

- компенсировать не соосность соединяемых валов;

- снижать ударные динамические нагрузки, интенсивность вибрации, устранять опасность резонансных явлений;

- управлять работой машин;

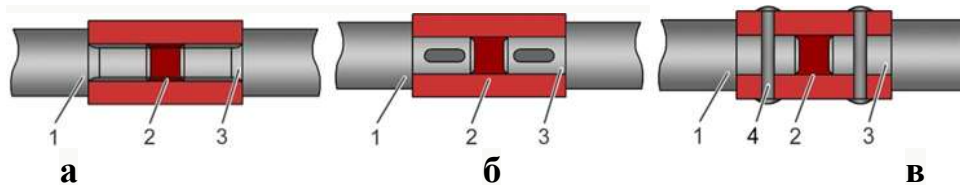
- придать валам некоторой относительной подвижности во время работы (малые смещения и перекося геометрии осей валов);

Применяемые в современном машиностроении муфты по конструкции, назначению и принципу действия разнообразны и многочисленны. Многообразие существующих конструкций муфт затрудняет проведение точного рассмотрения всех их типов. В данной работе рассматривают наиболее распространенные в машиностроении муфты.

#### 2.3.1. Муфты глухие

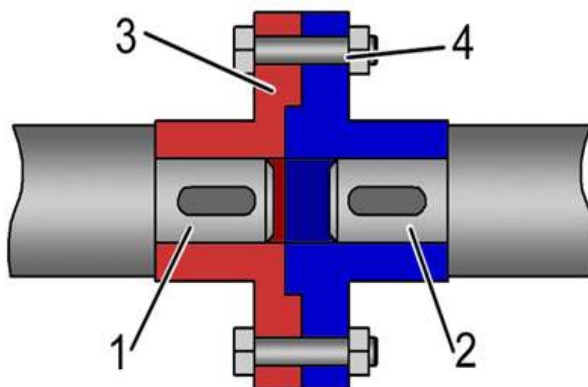
**Глухие (жесткие) муфты** применяют для постоянного жесткого соединения соосных валов в приводах и передачах, где требуется жесткое и надежное соединение отдельных валов в длинный составной вал.

**Муфты втулочные** (по ГОСТ 24246-96) (рис. 36). Втулочные муфты – наиболее простой вид глухих муфт. Достоинствами их являются простота конструкции и изготовления, малые габаритные размеры и низкая стоимость. Недостатками втулочных муфт можно назвать отсутствие демпфирования и компенсации зазоров, а также неудобный монтаж. Применяются эти муфты преимущественно в легких машинах для соединения валов диаметром до 100 мм.



**Рис. 36. Муфты глухие (жесткие) втулочные:**  
*а) штифтовая, б) шпоночная, в) шлицевая*

**Муфты (фланцевые).** Наиболее распространённая из глухих (жестких) муфт, разъёмные в плоскости, перпендикулярная оси вала, состоит из двух полумуфт, насаживаемых на концы валов и соединенных между собой болтами (рис.37) Достоинствами этих муфт являются: удобный монтаж и демонтаж; точное, жесткое, надежное соединение валов; способность передавать большие крутящие моменты.



**Рис. 37. Фланцевая муфта**  
*1,2 – валы; 3 – фланец; 4 – болт с гайкой*

Эта жесткая, некомпенсирующая муфта состоит из двух фланцев 3 соединенных болтом 4, надетых на валы 1 и 2.

Применяют фланцевые муфты для диаметров валов до 250 мм и частоте вращения  $1000 \text{ мин}^{-1}$  и более для муфт малых диаметров.

**Муфта разъемная (продольно свернутая)** (рис. 38) применяется, как и втулочная, для соединения валов одинакового диаметра. Полумуфты стягиваются болтами так, чтобы силы трения обеспечили передачу крутящего момента. Достоинствами муфты являются удобный монтаж и демонтаж без смещения валов. Недостатки: трудность балансировки и сложность изготовления, непригодность их при ударных нагрузках.

Для облегчения сборки втулку муфты разделили на две части. Две половины втулки удерживаются на месте шпильками или болтами. Как и втулочные муфты, эти муфты передают мощность через шпонку и шлицы, при передаче крутящего момента от 125 до 12500 Нм без смягчения динамических нагрузок и компенсации смещений. Муфты с разъемной муфтой используются в тяжелых условиях эксплуатации. Допускаемая несоосность валов, соединяемых муфтами, – не более 0,05 мм.



**Рис. 38. Муфта разъемная**

Применяются, как и втулочные, для соединения валов одинакового диаметра. Полумуфты стягиваются болтами так, чтобы силы трения обеспечили передачу крутящего момента. Достоинствами муфты являются удобный монтаж и демонтаж без смещения валов. Недостатки: трудность балансировки и сложность изготовления, непригодность их при ударных нагрузках.

### 2.3.2. Муфты компенсирующие

При соединении двух валов муфтой могут иметь место различные отклонения от номинального расположения валов. Компенсирующие муфты предназначены для соединения валов с небольшими взаимными смещениями осей, вызываемые неточностью изготовления деталей муфты и монтажа.

**Крестовые компенсирующие муфты** (рис. 39) – муфты изготавливают двух типов: кулачковая дисковая и муфты с вкладышем. Достоинство крестовых муфт (с диском и вкладышем): способность компенсировать радиальные смещения валов. Недостаток муфт: значительный износ рабочих поверхностей, наличие центробежной силы на диск или вкладыш.

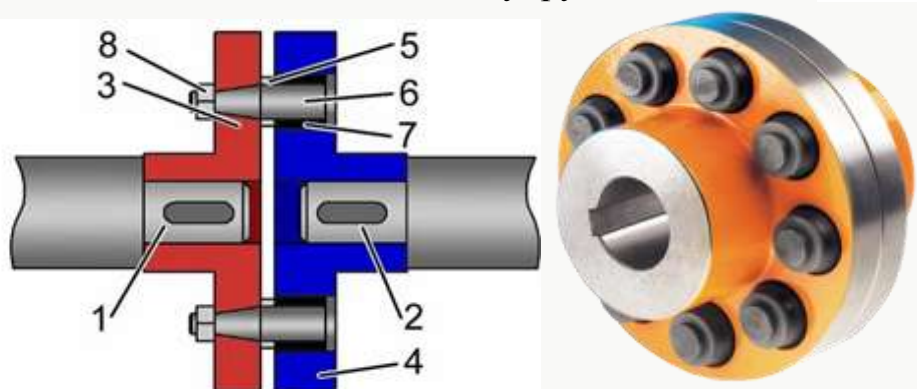


**Рис. 39. Крестовые компенсирующие муфты**

**Муфты кулачково-дисковые** применяются для соединения валов со значительным радиальным смещением, допускают также незначительные угловые отклонения и осевые смещения.

### 2.3.3. Муфты компенсирующие упругие

**Муфты компенсирующие упругие** служат для уменьшения динамических нагрузок и предохраняют соединения валов от резонансных колебаний и позволяют несколько компенсировать не соосность валов. Основные характеристики упругих муфт: податливость и демпфирующая способность за счет использования в них упругих элементов.



**Рис. 40. Муфта упругая втулочно-пальцевая:**

1,2 – валы; 3, 4 – полумуфты; 5 – кольцо; 6 – палец; 7 – упругий элемент;  
8 – гайка

**Муфты упругие втулочно-пальцевые** типа МУВП широко применяются в машиностроении для соединения валов диаметром (рис. 40).

Втулочно-пальцевые муфты обладают низкими компенсационными свойствами. Даже при небольших смещениях валов резиновые втулки быстро изнашиваются. Широкое применение этой муфты в приводах машин объясняется такими достоинствами, как легкость изготовления, простота упругих элементов и удобство их замены

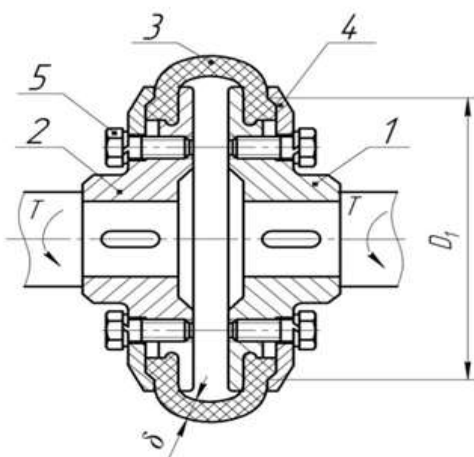
**Муфты упругие со звездочкой** (рис. 41). Между кулачками ведущей 1 и ведомой 2 муфты установлена резиновая звезда 3. Диаметральные размеры муфты со звездой меньше, чем муфты втулочно-пальцевой. Муфты со звездой обладают посредственными компенсирующими и демпфирующими свойствами.



**Рис. 41. Муфта упругая со звездочкой**

Применяемые для диаметров валов  $d = 12...45$  мм. Допускается неодинаковость валов до 20 %. Достоинства муфты: легкость сборки и разборки; компенсация не соосности валов; надежность работы при эксплуатации. Недостатки: небольшие диаметры валов; небольшой передаваемый момент; необходимость сдвига валов или полумуфт при монтаже.

**Муфта с торообразными оболочками** (рис 42). Муфта состоит из двух полумуфт 1 и 2, торообразной оболочки 3, двух колец 4, которые с помощью винтов 5 закрепляют оболочку на полумуфтах.



**Рис. 42. Муфта с торообразной оболочкой**

Муфта с торообразной оболочкой используется для передачи вращающего момента от 20 до 40000 Нм между валами механизмов которые подвергаются активному влиянию вибрационных, ударных и динамических нагрузок. Муфты с торообразным элементом позволяют компенсировать значительные неточности монтажа (угловые, радиальное и осевые смещения) валов. Достоинства: высокая компенсирующая способность (радиальное и угловое смещение валов. Недостаток: большие диаметральные размеры.

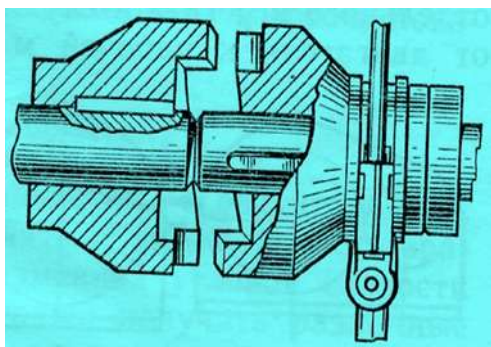
#### **2.3.4. Муфты управляемые сцепные**

**Муфты управляемые** позволяют соединять или разъединять валы в подвижном или неподвижном состоянии с помощью специальных механизмов. Их используют в коробках передач и других механизмах при необходимости изменения режима работы. Передача вращающего момента может быть за счет зацепления (кулачковые и зубчатые муфты) либо за счет сил трения (фрикционные муфты)

**Муфты кулачковые односторонние** (рис. 43). Кулачковая муфта – управляемая или сцепная муфта, которая состоит из двух полумуфт, расположенных на концах валов. В рабочем положении выступы одной полумуфты входят во впадины другой, при этом одна из полумуфт является подвижной при помощи механизма управления муфтой. В этих муфтах



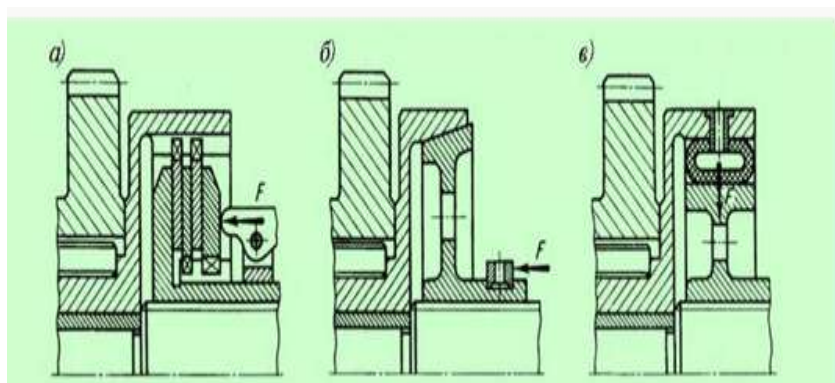
вращающий момент передается за счет взаимного зацепления посредством выступов (кулачков).



**Рис. 43. Муфта кулачковая односторонняя**

Достоинства: малые габаритные размеры и отсутствие относительного поворота соединяемых валов. Недостатки: отсутствие плавности включения и выключения (включение и выключение муфты при относительном вращении валов вызывают удары); точное центрирование валов.

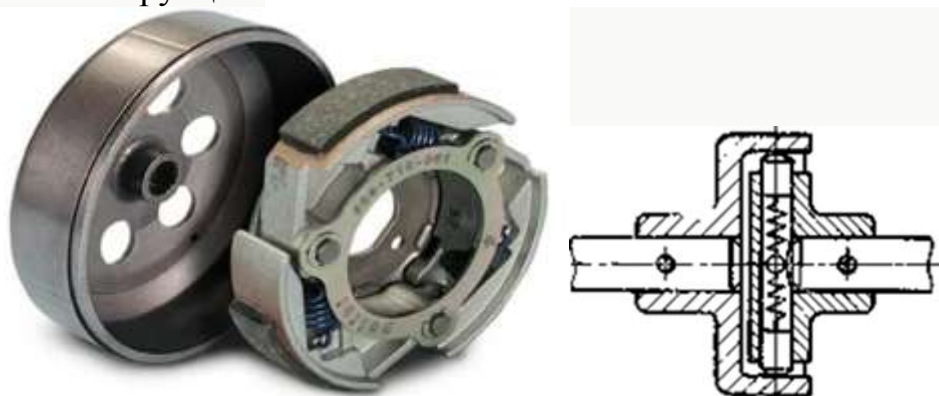
**Муфты фрикционные управляемые.** В муфтах фрикционных передача крутящего момента от одного вала к другому происходит за счет сил трения. Из управляемых механических муфт они наиболее распространённые. По форме рабочих поверхностей различают цилиндрические, конические, дисковые, пневмокамерные (рис. 44). Основное назначение: передача вращающего момента без изменения его модуля и направления. Функции, выполняемые муфтами: предохранение механизма от перегрузок, компенсирование не соосности валов, разъединение или соединение валов во время работы и др.



**Рис. 44. Муфты фрикционные управляемые:**  
*а) многодисковая; б) коническая; в) пневмокамерная*

Достоинства: плавное включение и выключение; предохранительные свойства. Недостатки: непригодность в тех случаях, когда требуется строгое совпадение угловых скоростей соединяемых валов.

**Муфты центробежные.** Центробежные муфты служат для автоматического включения (выключения) муфты при определенных угловых скоростях за счет действия центробежных сил. В технике встречаются муфты различной конструкции. На рис. 45 представлена муфта простейшей конструкции.



**Рис. 45. Конструкция простейшей центробежной муфты**

Муфты эти автоматически соединяют валы, когда угловая скорость превысит некоторое заданное значение. Поэтому они являются самоуправляемые по угловой скорости. При достижении ведущим валом определенной частоты вращения центробежные силы, действуют на колодку, преодолевают силы тяжести и прижимают эти колодки к другой полумуфте; в результате чего полумуфты и соединяемые ими валы сцепляются и передают крутящий момент.

## 2.4. Передатчи

Передатчей называется устройство, предназначенное для передачи энергии на расстояние. В зависимости от способа передачи энергии различают передачи механические, электрические, гидравлические, пневматические и комбинированные. В строительных, дорожных и мелиоративных машинах наиболее распространенными являются механические и гидравлические передачи.

Применение передач вызвано тем, что:

1. Источники энергии – двигатели, работают в режиме высоких угловых скоростей, значительно отличающихся от угловых скоростей рабочей машины;
2. Изменение угловой скорости (уменьшение). Путем введения передач, позволяет повысить значения вращающих (крутящих) моментов на валах рабочей машины;
3. Часто возникает необходимость передачи энергии от одного двигателя к нескольким рабочим машинам, валы которых вращаются с неодинаковыми угловыми скоростями;
4. Двигатели обычно передают вращательное движение, а рабочие органы машин иногда требуют возвратно-поступательного, качательного, винтового и других видов движения.

Передача характеризуется входными, выходными и внутренними параметрами.

Внутренние параметры: передаточное отношение и коэффициент полезного действия (КПД).

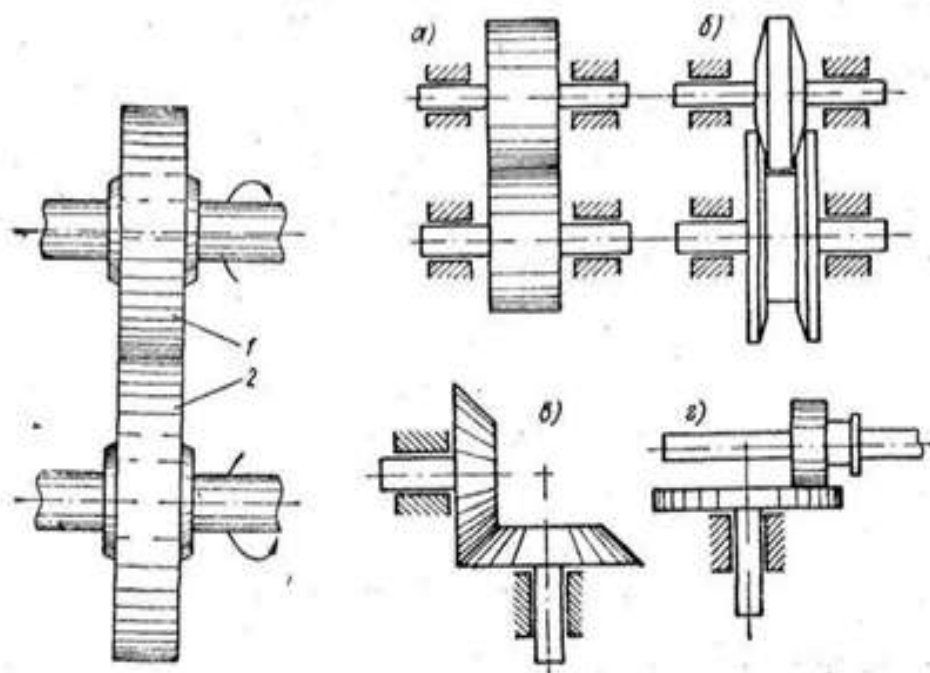
КПД может быть определен отношением мощностей по формуле  $\eta = N_2 / N_1$ , где  $N_1$  – мощность на ведущем валу;  $N_2$  – мощность на ведомом валу.

Передаточным отношением передачи  $i$  называется отношение угловых скоростей ведущего и ведомого валов и определяется по формуле

$$i = \omega_1 / \omega_2$$

где  $\omega_1$  – угловая скорость ведущего вала;  $\omega_2$  – угловая скорость ведомого вала.

Передачи могут быть: механические, электрические, гидравлические, пневматические.



**Рис. 46. Схема фрикционных передач:**

*а) цилиндрические (при параллельных осях); б) конические с клинчатыми катками (при параллельных осях); в) конические (при пересекающихся осях); г) лобовые (при перекрещивающихся осях)*

Механические передачи по конструктивному исполнению их элементов делят на две группы:

передачи непосредственным соприкосновением;  
передачи гибкой связью.

Передачами непосредственным соприкосновением являются передачи трением (фрикционные);  
передачи зацеплением (зубчатые, червячные).

Передачами с гибкой связью являются ременные и цепные передачи.

В каждой передаче вал, передающий движение, называется ведущим, а воспринимающий движение – ведомым.



Фрикционные передачи основаны на использовании сил трения, возникающих между гладкими поверхностями цилиндрических или конических катков, жестко посаженных на вращающихся в подшипниках и прижатых друг к другу.

При вращении ведущего катка, приводимого двигателем или предшествующей передачей, ведомому катку сообщается вращение за счет возникающих на поверхности сил трения. Нормальное функционирование фрикционной передачи определяется условием

$$F < F_{\text{пред}},$$

где  $F$  – окружное усилие на ведущем катке;

$F_{\text{пред}}$  – предельное значение силы трения на контактирующих поверхностях.

Невыполнение данного условия приводит к проскальзыванию (буксованию) ведущего катка относительно ведомого без вращения последнего.

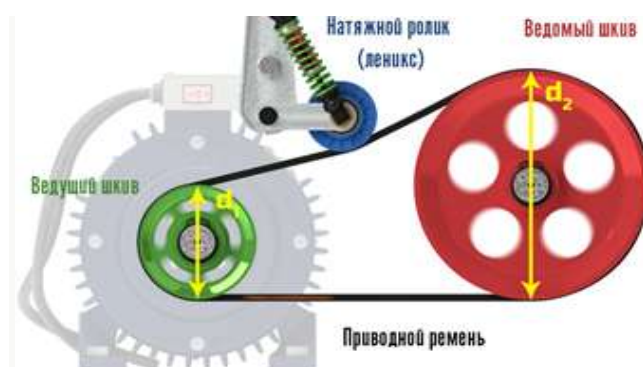
К достоинствам фрикционных передач относят простоту конструкции, плавность и бесшумность работы, возможность бесступенчатого изменения передаточного числа.

Недостатком фрикционных передач является необходимость создания больших прижимных усилий, что ведет к повышенным нагрузкам на валах и подшипниках.

Этих недостатков лишены передачи с клинчатыми катками (рис. 46.б), рабочие поверхности одного из которых своими клиновыми выступами входят в канавки такой же формы другого.

Фрикционные передачи применяются в приводах большой мощности.

Ременные передачи служат для передачи вращения на расстояние до 10-15 метров, иногда до 25-40 метров. Они состоят из двух закрепленных на валах шкивов и охватывающего их ремня, надетого на шкивы с натяжением. Движение передается за счет сил трения в парах ведущий шкив-ремень и ремень-ведомый шкив.



**Рис. 47. Ременная передача**

Существуют следующие ременные передачи:

прямая (открытая) – предназначена для передачи вращения между параллельно расположенными валами, вращающимися в одну сторону;

перекрестная – ведущий и ведомый валы вращаются в разные стороны;

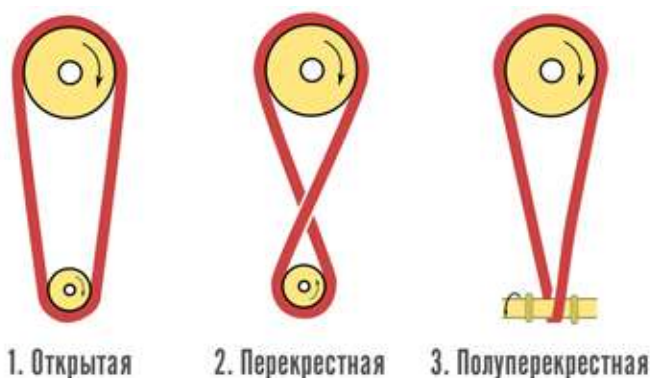
полуперекрестная – используется для вращения перекрещивающихся валов;

угловая – применяется для вращения валов, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях;

со ступенчатыми шкивами – обеспечивает изменение частоты вращения ведомого вала при постоянной частоте вращения ведущего;

клиновыми ремнями – применяется для вращения близко расположенных шкивов.

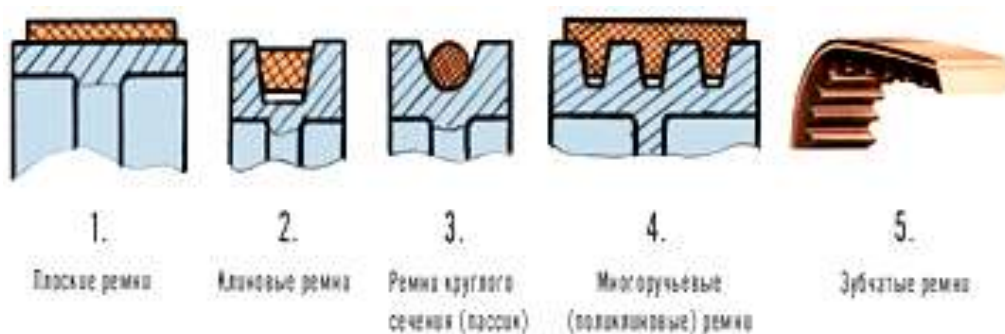
Данная передача позволяет передавать большие мощности.



**Рис. 48. Открытая, перекрестная и полуперекрестная передача**

Для функционирования ременной передачи необходимо, чтобы силы трения, возникающие между ремнем и поверхностями шкивов, были больше, чем передаваемое усилие.

В ременных передачах применяются следующие типы ремней: плоские, клиновые, круглого сечения, зубчатые и поликлиновые.



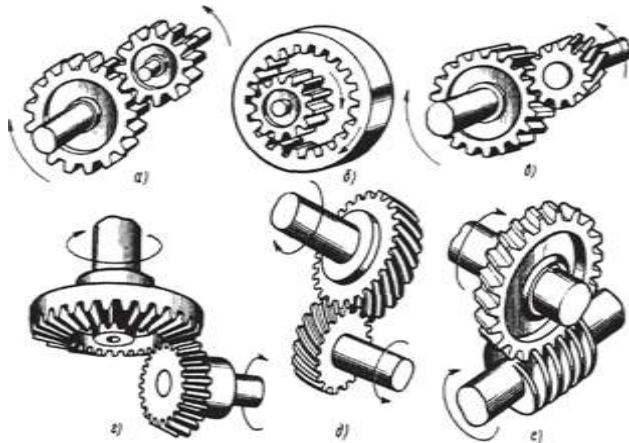
**Рис. 49. Виды приводных ремней**

Наибольшее распространение в приводах строительных машин получили передачи с плоскими и клиновыми ремнями. Достоинства ременных передач: простота устройства и незначительная изнашиваемость.

Недостатки: непостоянство передаточного числа (проскальзывание ремня) и громоздкость передач.

Зубчатые передачи позволяют передавать вращения на незначительные расстояния при постоянном передаточном числе. Такая передача состоит из

двух посаженных на валы зубчатых колес, меньшее из которых – ведущее, называется шестерней, а большее – ведомое – колесом.



**Рис. 50. Зубчатые передачи (а-е) для вращательных движений**

Зубчатые передачи выполняют с внутренним (рис. 50б) и внешним зацеплением (рис. 50,а,в,г,д,е).

Зубчато-реечная передача служит для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот (рис. 51).

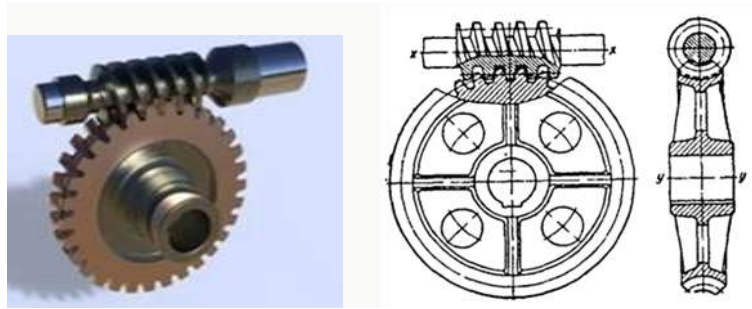


**Рис. 51. Вид зубчатой рейки и шестерни**

Зубчато-реечная передача представляет собой особый вариант зубчатой передачи, в котором вместо второго зубчатого колеса используется косозубая либо прямозубая зубчатая рейка. Устройства такого типа нашли широкое применение в механизмах и станках, где необходима передача вращательного движения с его преобразованием в поступательное (преобразование крутящего момента и угловых скоростей в линейные величины)

Зубчатые передачи, работающие в закрытых масляных ваннах, называются редукторными передачами. Они служат для увеличения крутящего момента на валу и снижения частоты вращения вала.

Червячные передачи (рис.52), передают вращение между близко расположенными валами при большом значении передаточного числа. Передача состоит из винта (червяка) и червячного колеса с зубьями на своем ободе. Ведущее звено – червяк.



**Рис. 52. Червячная передача**

Червячная передача, в большинстве случаев, применяется для передачи от червяка к червячному колесу, т.е. для замедления. Передаточное число червячной передачи  $i$  определяется не только как отношение частоты вращения ведущего вала к частоте вращения ведомого, но и по формуле:

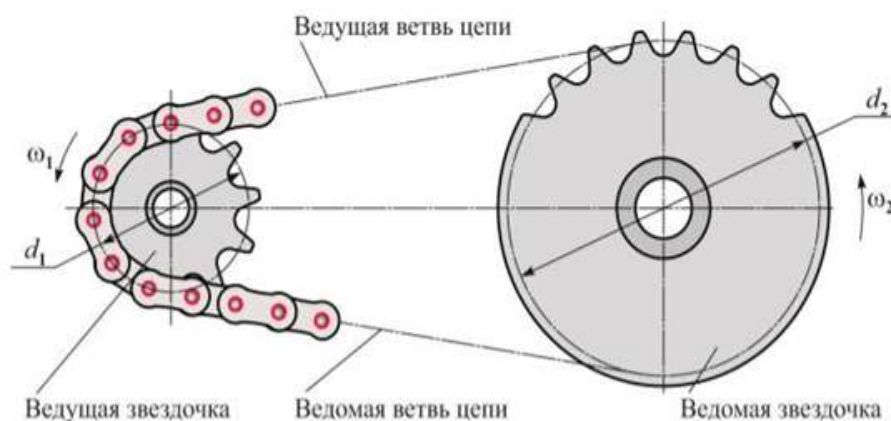
$i = z_2 / z_1$ , где  $z_2$  – число зубьев червячного колеса;  $z_1$  – число заходов (параллельно идущих винтовых нарезок) червяка (обычно на  $z_1 = 1 \dots 4$ ).

Модуль червячных передач определяют и проверяют расчетами на прочность, износ и нагревание. Часто червячные передачи выполняют редукторными.

Достоинства червячных передач: бесшумность работы, возможность получения больших передаточных отношений при малых габаритных размерах передачи, высокая точность перемещений, возможность обеспечения самоторможения.

Недостатки: низкий КПД, небольшие (до 70 кВт) передаточные мощности, повышенный износ витков червяка и зубьев колеса, необходимость применения дорогостоящих материалов для уменьшения коэффициента трения контактирующих поверхностей.

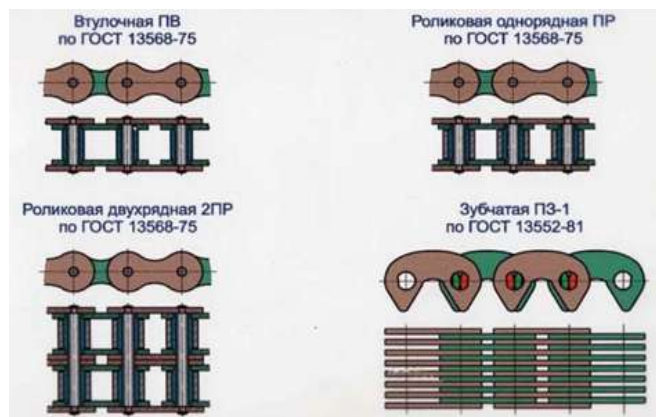
Цепная передача – передача механической энергии при помощи гибкого элемента – цепи, за счёт сил зацепления, служат для передачи вращательного движения между двумя параллельными валами при значительном расстоянии между ними и постоянном значении передаточного числа.



**Рис. 53. Цепная передача**

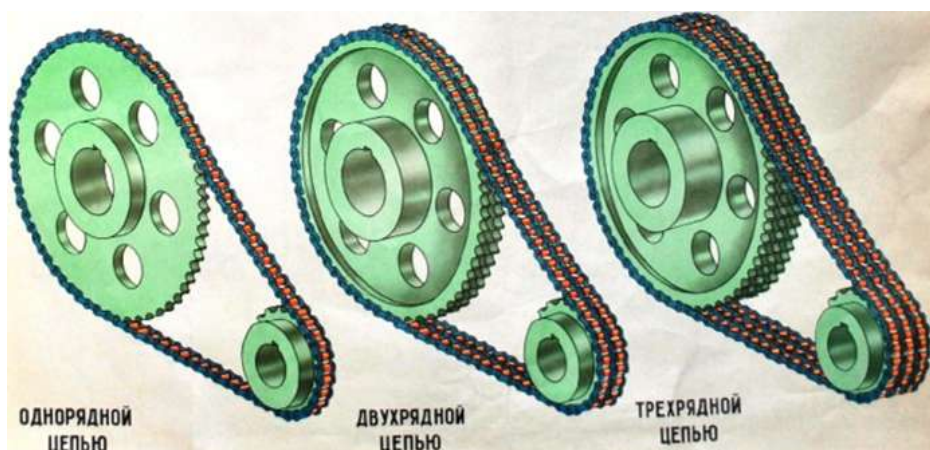


Цепные передачи состоят из ведущей и ведомой звездочек и соединяющей их цепи. В строительных машинах в качестве приводных цепей применяют втулочно-роликовые и зубчатые цепи(Рис.54).



**Рис. 54. Типы цепей**

Оба вида могут быть однорядными и многорядными (рис.55).



**Рис. 55. Виды рядности цепной передачи**

Втулочно-роликовые цепи применяют при скоростях до 20 м/с, а зубчатые – до 25 м/с. Последние работают с меньшей вибрацией и шумом, в связи с чем их называют бесшумными.

Основными параметрами приводных цепей являются шаг и разрушающая нагрузка. Форма зубьев звездочек зависит от типа размеров цепи.

Достоинства цепных передач: компактность, малая нагрузка на валы, высокий (0,96...0,98) КПД.

Недостатки: вытягивание цепей вследствие износа шарниров, чувствительность к перекосам валов, непостоянство передаточного отношения.

## Глава 3. ПРИВОДЫ МАШИН

### 3.1. Общие понятия и определения

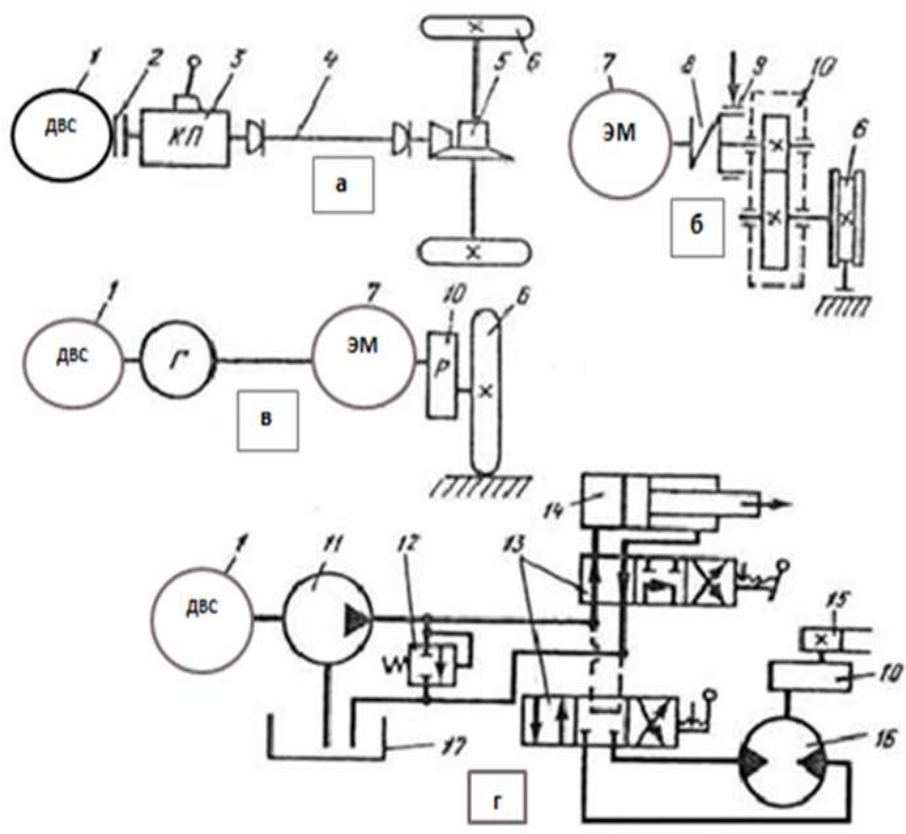
**Приводом** называют энергосиловое устройство, приводящее в движение машину.

Привод состоит из источника энергии (силовой установки), передаточного устройства (трансмиссии) и системы управления для приведения в действие механизмов машины и рабочих органов, а также для их отключения.

Источником механической энергии, необходимой для работы машины, служит силовая установка.

Силовой установкой называют комплект, состоящий из двигателя и обслуживающих его устройств.

Передача механического движения от двигателя (приводного устройства) осуществляется передаточным механизмом-трансмиссией. Трансмиссия позволяет изменять по величине и направлению скорости, крутящие моменты и усилия. Приводы бывают одномоторные, многомоторные и комбинированные (рис. 56).



**Рис. 56. Схемы приводов:**

1 – двигатель (ДВС), 2 – сцепление, 3 – коробка передач, 4 – карданная передача, 5 – дифференциал, 6 – ведущее колесо, 7 – электродвигатель (ЭМ), 8 – упругая муфта, 9 – тормоз, 10 – редуктор, 11 – гидронасос, 12 – предохранительный клапан, 13 – распределительное устройство, 14 – гидроцилиндр, 15 – шестерня, 16 – гидродвигатель, 17 – бак

При одномоторном, приводе (рис. 56 а,б) и нескольких исполнительных механизмов, энергия от двигателя 1 к каждому из них передается через механическую трансмиссию, состоящую из нескольких передач.

При многомоторном приводе каждый механизм и рабочий орган машины приводятся в действие индивидуальным двигателем, что упрощает кинематическую схему машины, улучшает ее экономические показатели, позволяет автоматизировать управление машиной.

При комбинированном приводе основной двигатель ДВС 1 (рис. 56 в, г) приводит в действие генератор, который питает ток электродвигатель 7, или гидронасосом 11, нагнетающим рабочую жидкость в гидродвигатель 16, или компрессор, который подает сжатый воздух пневматическим двигателем.

Наибольшее распространение в строительных машинах средней и малой мощности приобрел гидропривод с первичным двигателем внутреннего сгорания (ДВС), насосным оборудованием и гидродвигателями для приведения в действие рабочих органов. В таком приводе (рис. 56г), гидронасос 11, приводимый в действие первичным дизельным двигателем 1, забирает масло из бака 17 через распределительное устройство 13 направляет в гидроцилиндр 14 или гидродвигатель 16 реверсивного действия, который через редуктор 10 вращает шестерню 15. При возникновении непредвиденных сопротивлений поток масла возвращается в бак 17 через предохранительный клапан 12.

### **3.2. Силовые оборудования**

На строительных и мелиоративных машинах применяют следующие типы силового оборудования:

- а) двигатели внутреннего сгорания (ДВС);
- б) электрические двигатели переменного и постоянного токов;
- в) пневматические;
- г) комбинированные: дизель-электрический, дизель-пневматический, дизель- или электро-гидравлический;

Двигатели внутреннего сгорания (рис. 57) являются основным видом силового оборудования для передвижных строительных и мелиоративных машин. Наиболее широкое применение нашли дизели, работающие на тяжелом жидком топливе. Они имеют по сравнению с карбюраторными двигателями более высокий к. п. д. (0,4...0,6), меньший расход топлива (на 40...50 %) и потому более экономичны. Независимость двигателя внутреннего сгорания от внешних источников энергии обеспечивает работу машин в любых условиях. В современной практике мощность дизеля, установленного на строительной машине (бульдозере, скрепере), достигает 1215 кВт (1650 л. с).

Двигатели внутреннего сгорания характеризуются малой удельной массой, постоянной готовностью к работе и широкими пределами регулирования скорости. Недостатки этих двигателей: невозможность



непосредственного реверсирования, необходимость коробки перемены передач для регулирования величины крутящего момента, развиваемого двигателем, так как этот момент практически не зависит от числа оборотов вала.



**Рис. 57. Классификация двигателей внутреннего сгорания (ДВС)**

Двигатели внутреннего сгорания, применяемые в приводах, относятся к группе тепловых двигателей. В двигателях внутреннего сгорания химическая энергия топлива, сгорающего в рабочих полостях цилиндров, преобразуется в механическую энергию. Двигатели внутреннего сгорания являются сложным механическим устройством, состоящим из корпуса, кривошипно-шатунного механизма, механизма газораспределения, систем смазки, охлаждения, питания, зажигания (для бензиновых двигателей), пуска, впуска и выпуска.

По типу потребляемого топлива и способу его воспламенения различают двигатели внутреннего сгорания:

бензиновые двигатели, работающие на бензине или газе с воспламенением топливовоздушной смеси, электрической искрой;

дизели, работающие на дизтопливе с воспламенением топливовоздушной смеси в результате ее нагрева при сжатии в цилиндре.

По количеству цилиндров двигатели внутреннего сгорания различают: одноцилиндровые;

многоцилиндровыми (2, 3, 4, 5, 6, 8, 12 и т.д. цилиндров) с общим коленчатым валом.

По количеству тактов двигатели внутреннего сгорания различают:

двухтактные;

четырёхтактные.

По расположению цилиндров двигатели внутреннего сгорания различают:

однорядные с вертикальным, горизонтальным и наклонным расположением цилиндров;

двухрядные (V-образные с различным углом развала цилиндровых блоков).

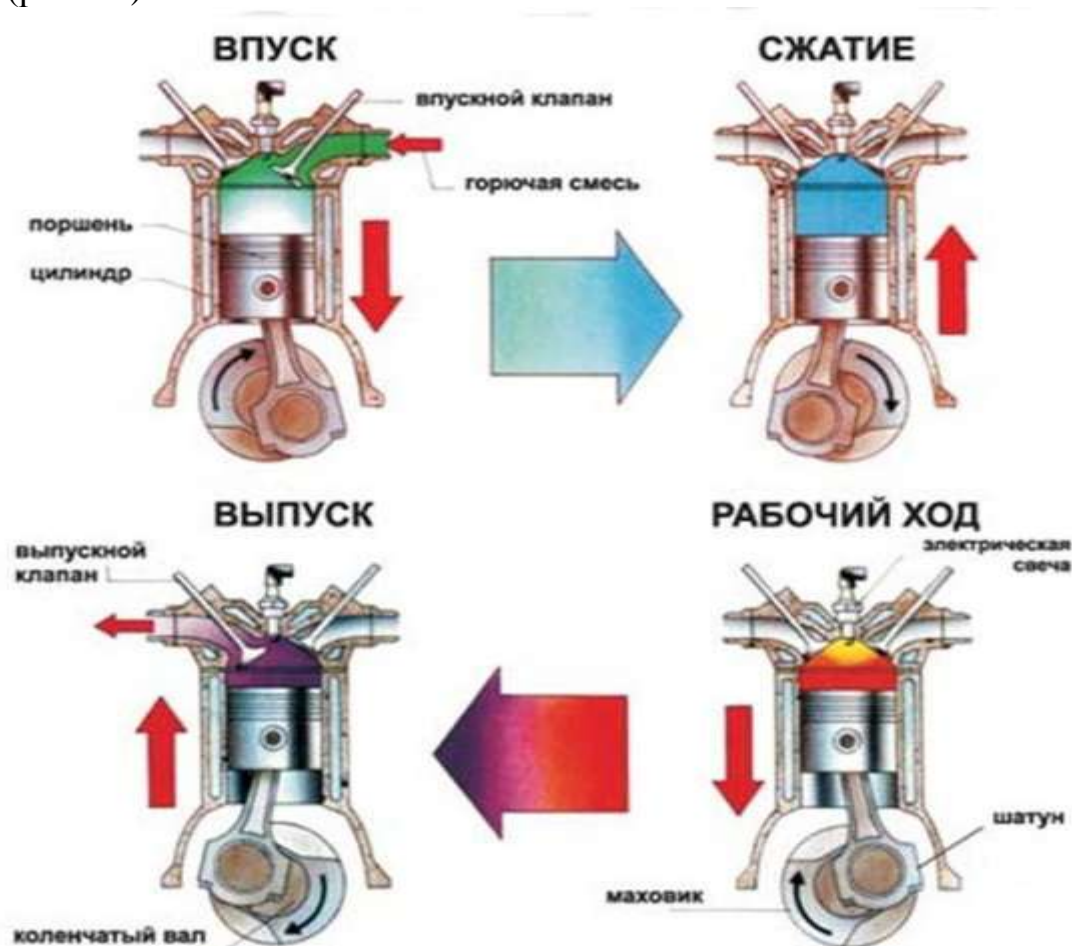
Рабочим циклом называется совокупность рабочих процессов, последовательно происходящих в цилиндре. Таких процессов четыре: впуск, сжатие, сгорание (рабочий ход) и выпуск.

**Поршень** – деталь двигателя, воспринимающая давление газов, образовавшихся при сгорании топлива, и передающая это давление через поршневой палец и шатун на коленчатый вал.

**Цилиндр** – деталь, внутри которой перемещается поршень. Внутренняя поверхность цилиндра является для поршня направляющей, наружная служит для отвода тепла.

Верхняя мертвая точка (ВМТ) – крайнее верхнее положение поршня. Нижняя мертвая точка (НМТ) – крайнее нижнее положение поршня.

Часть рабочего цикла, совершаемого за ход поршня в одном направлении, называют тактом. В приводах строительных машин, кроме малых машин, применяют обычно четырехтактные двигатели, у которых рабочий цикл совершается за четыре такта или за два оборота коленчатого вала (рис. 58).



**Рис. 58. Принцип работы бензинового двигателя**

В течение первого такта приводимый коленчатым валом через шатун поршень перемещается вниз, всасывая в рабочую полость цилиндра через открытый впускной клапан топливно-воздушную смесь из паров бензина и воздуха, поступающую из карбюратора – специального устройства для ее приготовления. На втором такте поршень, также приводимый коленчатым

валом, перемещается снизу вверх, сжимая находящуюся в цилиндре рабочую смесь при закрытых впускном и выпускном клапанах. Вследствие сжатия рабочей смеси, ее давление и температура повышаются, чем создаются хорошие условия для ее сгорания. В конце такта смесь воспламеняется электрической искрой от свечи. Образовавшиеся в результате сгорания рабочей смеси газы, увеличиваясь в объеме, создают повышенное давление в рабочей камере, воздействуя на поршень, который вследствие этого совершает рабочий ход-движение вниз, передавая усилие через палец и шатун коленчатому валу, заставляя его вращаться. На четвертом, заключительном такте поршень перемещается коленчатым валом вверх, выталкивая отработавшие газы из рабочей полости цилиндра через открытый выпускной клапан в атмосферу.

**Дизельный двигатель.** У дизеля (рис. 59), топливовоздушная смесь образуется непосредственно в рабочей полости цилиндра из впрыскиваемого через форсунку распыленного дизельного топлива и всасываемого из атмосферы через клапан воздуха. Порядок движений поршня и клапанов на всех четырех тактах рабочего цикла такой же, как и у карбюраторного двигателя. Воздух поступает в рабочую полость через открытый клапан в течение первого такта. Топливо впрыскивается топливным насосом через форсунку в конце второго такта сжатия при закрытых клапанах. Смешиваясь с воздухом, при дальнейшем сжатии топливо прогревается, частично испаряется и самовоспламеняется. В дальнейшем работа дизеля аналогична работе карбюраторного двигателя.



**Рис. 59. Принцип работы дизельного двигателя**

Чем больше цилиндров установлено на двигателе, тем более равномерно вращение коленчатого вала. С той же целью на коленчатом валу устанавливают маховик, накапливающий энергию на интервалах ускоренного вращения коленчатого вала и отдающий ее в движущуюся механическую систему при замедлениях. Как следует из описанных рабочих процессов ДВС, теплота сгорающего в рабочей полости топлива преобразуется в механическое движение только на третьем такте, которому

должны предшествовать такты впуска и сжатия. Это означает, что для начала работы двигателя внутреннего сгорания его коленчатый вал следует привести во вращение внешней силой. Запустить карбюраторный двигатель небольшой мощности можно от руки вращением коленчатого вала рукояткой, палец которого сцепляется с храповиком на переднем конце вала. Более мощные двигатели внутреннего сгорания запускают установленным на машине электродвигателем постоянного тока, называемым стартером и питаемым от аккумуляторной батареи. Дизели средней и большой мощности запускают с помощью вспомогательного карбюраторного двигателя, обычно одноцилиндрового двухтактного, установленного на основном дизеле и запускаемого в свою очередь стартером.

Пуск двигателя внутреннего сгорания при низкой температуре окружающего воздуха затруднен из-за повышенной вязкости смазочного масла, повышенного сопротивления при проворачивании коленчатого вала, а также из-за низкой температуры горючей смеси или воздуха в конце сжатия. Для облегчения и ускорения пуска применяют пусковые подогреватели с целью нагрева охлаждающей жидкости и смазочного масла, устройства для облегчения воспламенения топлива или горючей смеси (электрофакельные подогреватели воздуха и электрические свечи накаливания) и устройства для облегчения проворачивания вала (декомпрессионные механизмы для открывания впускных, иногда выпускных клапанов и снижения тем самым давления воздуха в цилиндрах при вращении коленчатого вала). Достоинствами их являются: независимость от внешнего источника энергии, постоянная готовность к работе, и небольшая масса, приходящаяся на единицу мощности.

К недостаткам двигателей внутреннего сгорания относятся: невозможность реверсирования (изменение направления вращения вала) и значительного изменения величины крутящего момента без применения сложных дополнительных механизмов реверса, сравнительно малый срок службы, отсутствие перегрузок, т. к. двигатели внутреннего сгорания не могут создавать вращающий момент больше номинального.

Для привода строительных машин служат электродвигатели переменного или постоянного тока.

Асинхронные электродвигатели трехфазного тока частотой 60 Гц с короткозамкнутым ротором просты в управлении, но имеют недостатки:

- большой пусковой ток,
- малый пусковой момент,
- малую перегрузочную способность,
- дополнительные устройства для регулировки скорости.

Их применяют в машинах с длительно-непрерывным режимом работы (конвейерах, сортировках).

Для привода машин с поворотной-кратковременным режимом работы (строительных кранов, карьерных экскаваторов) применяют крановые асинхронные двигатели короткозамкнутые и с контактными кольцами.

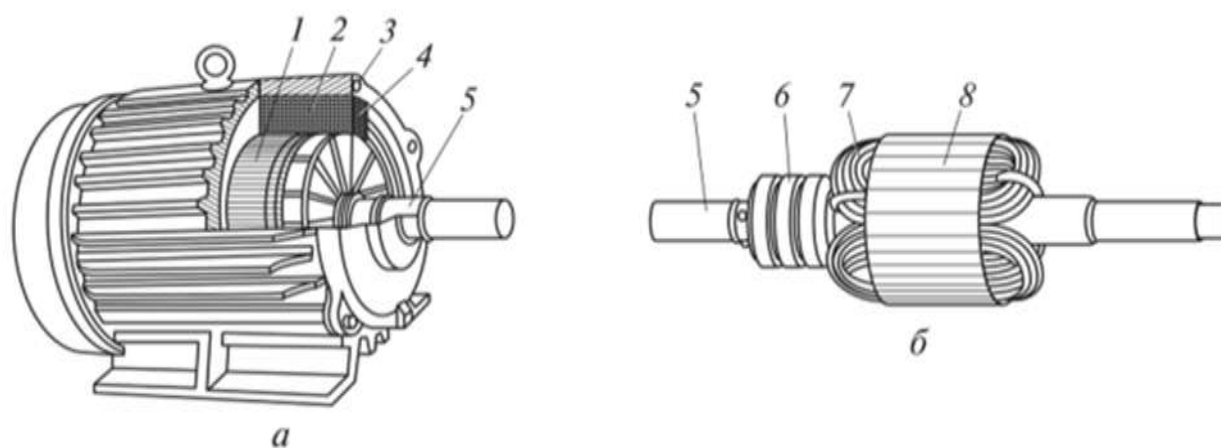
На башенных, козловых и мостовых кранах применяют многомоторный электропривод переменного тока с использованием асинхронных крановых двигателей с контактными кольцами.

Электродвигатели постоянного тока используют в комбинированных дизель-электрических приводах экскаваторов большой мощности.

Питание каждого из двигателей осуществляется от генератора постоянного тока, смонтированного на самой машине и приводимого во вращение двигателем внутреннего сгорания (дизелем) или сетевым электродвигателем переменного тока.

Для привода ручных электрических машин применяют встроенные асинхронные коллекторные электродвигатели однофазного или трехфазного тока

Электродвигатели переменного или постоянного тока используют в качестве силового оборудования в машинах, не требующих автономности от внешнего источника энергии.



**Рис. 60. Электродвигатели переменного тока:**  
*асинхронный с короткозамкнутым ротором (а) и с фазным ротором (б)*

Наибольшее распространение получили общепромышленные асинхронные электродвигатели трехфазного тока, питающиеся от электросети напряжением 220...380 В с нормальной частотой 50 Гц. В зависимости от номинальной мощности общепромышленные асинхронные электродвигатели имеют либо короткозамкнутый ротор – при мощности до 10 кВт (рис. 60, а), либо ротор с контактными кольцами (фазный)-при мощности до 150 кВт (рис. 60, б).

Общепромышленные асинхронные двигатели получили широкое распространение из-за простоты их конструкции. Их используют в машинах с непрерывным режимом работы (питатели, конвейеры, сортировки и т.п.). Эти электродвигатели допускают кратковременную перегрузку, просты в управлении, однако скорость их не регулируется, а при пуске создаются значительные пусковые моменты, что приводит к повышенным динамическим нагрузкам в механизмах.

Электродвигатели постоянного тока обеспечивают большую плавность пуска и торможения механизмов по сравнению с двигателями переменного тока. Они применяются, в частности, на экскаваторах средней мощности.

Электрические двигатели обладают рядом существенных достоинств: 1) возможностью установки индивидуальных двигателей для каждого механизма (многодвигательный привод), что исключает сложные трансмиссии;

2) удобством управления отдельными механизмами, возможностью дистанционного управления и автоматизации;

3) значительной перегрузочной способностью, что особенно важно для машин периодического действия, выполняющих тяжелые работы;

4) независимостью от температурных и атмосферных условий;

5) постоянной готовностью к работе;

6) чистотой рабочего места;

Недостаток их заключается в необходимости питающей сети.

К силовому гидравлическому оборудованию относятся:

гидронасосы;

гидроцилиндры;

гидромоторы.

Гидравлическим насосом называется машина, преобразующая механическую энергию, сообщаемую первичным двигателем в энергию движения рабочей жидкости. На строительных машинах широко применяются насосы: поршневые, шестеренные и аксиально-поршневые.

Шестеренные (шестеренчатые) насосы. Различают шестеренные насосы с внешним и внутренним зацеплением. Насосы с внешним зацеплением являются наиболее распространенными. Максимальное давление развиваемое этими насосами до 150 МПа. Они компактны и не очень чувствительны к загрязнению масла. Состоит насос (рис.61) из пары сцепляющихся шестерен, установленных во втулках, помещенных в плотно обхватывающий их корпус, закрытый крышкой и имеющий каналы в местах входа шестерен в зацепление и выхода из него. При вращении ведущего вала шестерни, благодаря зубчатому зацеплению приводится во вращение ведомая шестерня. При этом жидкость во впадинах шестерен переносится из полости всасывания в полость нагнетания и затем в напорную линию.

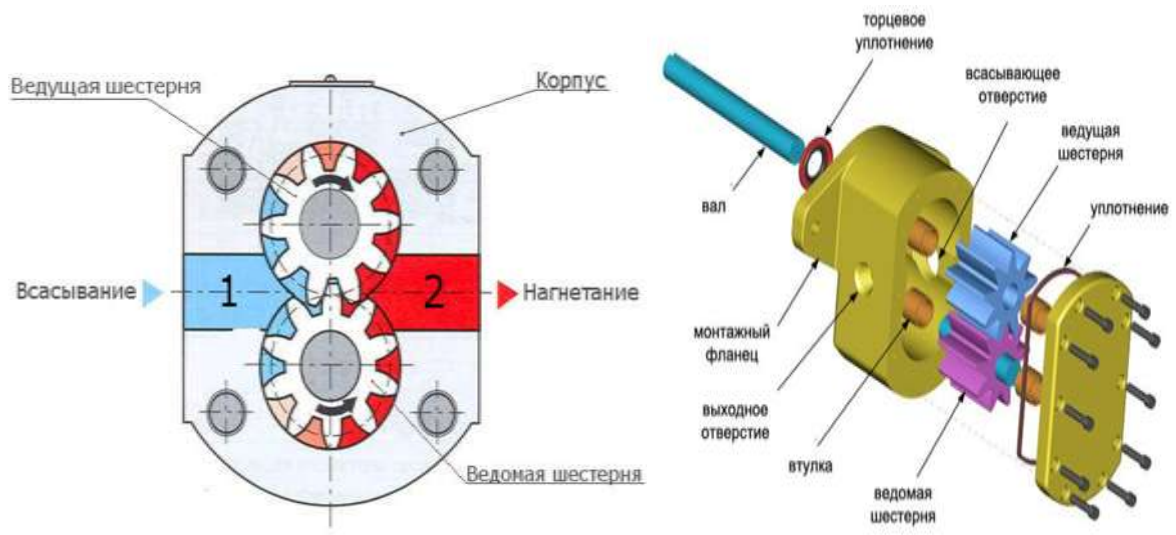
Достоинства насосов:

Самые простые по устройству, в результате чего самые дешевые объемные насосы; Очень компактны; Высокая надежность; Минимальные требования к очистке рабочей жидкости; Не нужна смазка, ее роль выполняет рабочая жидкость.

Недостатки: Низкий КПД, в большинстве случаев его значение не больше 0,6-0,75, этот показатель является самым маленьким, относительно иных типов;

Гидроцилиндром называется гидравлический двигатель, выходное звено которого совершает возвратно-поступательные движения. При этом выходным звеном могут быть как шток или плунжер цилиндра, так и его корпус.

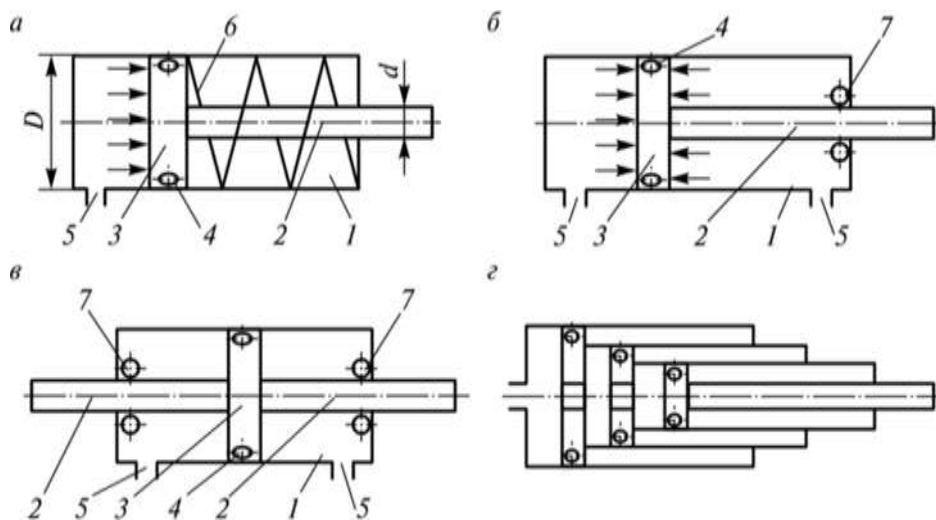




**Рис. 61. Насос шестеренный типа НШ:**  
*а) схема работы; б) конструкция*

Гидроцилиндры делятся на:

- плунжерные и поршневые;
- одностороннего и двухстороннего действия;
- телескопические;
- одноштоковые и двухштоковые.



**Рис. 62. Схемы гидроцилиндров:**

а) схема цилиндра одностороннего действия; б) схема цилиндра двухстороннего действия; в) схема цилиндра двухстороннего действия с двусторонним штоком; г) схема телескопического цилиндра; 1 – корпус; 2 – шток; 3 – поршень; 4, 7 – уплотнение; 5 – штуцер для подвода рабочей жидкости; 6 – возвратная пружина

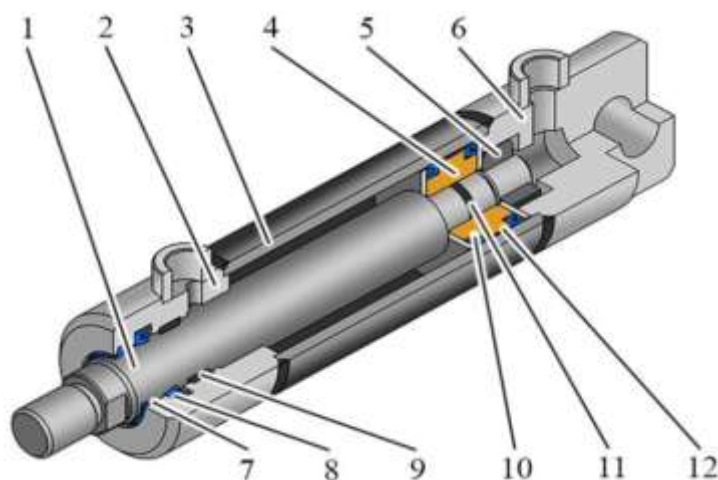
Гидроцилиндр одностороннего действия (см. рис. 62 а,г) создает усилие на выходном звене, направленное только в одну сторону (рабочий

ход). В противоположном направлении выходное звено перемещается под воздействием возвратной пружины или другой внешней силы, например силы тяжести. Такие цилиндры имеют одну рабочую полость.

Гидроцилиндры двустороннего действия (см. рис. 62. б, в) имеют две рабочие полости, поэтому они могут создавать рабочие усилия на выходном звене, направленные в обе стороны. Для обеспечения возвратно-поступательного движения выходного звена жидкость под давлением подается поочередно в одну из полостей цилиндра. При этом противоположная полость соединена со сливом. Полость гидроцилиндра, в которой расположен шток, называется штоковой, а противоположная полость – поршневой.

Размеры и сечения манжет для гидроцилиндров регламентированы стандартами.

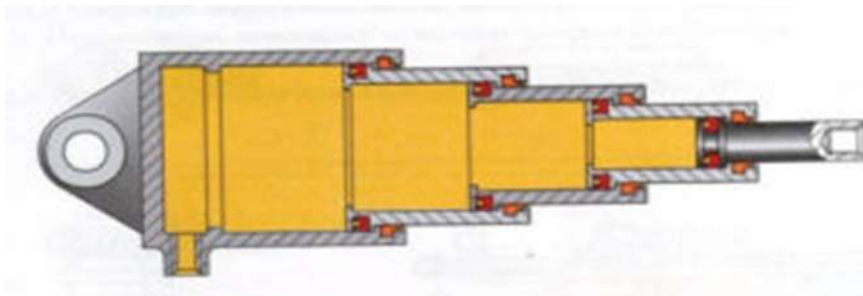
Гидроцилиндр двустороннего действия(рис.63.) состоит из цилиндрического корпуса 3 со шлифованной или полированной поверхностью, поршня 4 и штока 1. Между поршнем и штоком имеются манжетные уплотнения 10. К корпусу приварена задняя крышка 6, а через переднюю крышку 2 с втулкой 9 проходит шток 1. Резиновые кольца 11 и манжета 10 уплотняют шток во втулке и втулку в крышке. Крайним установлен грязесъемник 7. Передняя и задняя крышки имеют нарезные отверстия для присоединения трубопроводов.



**Рис. 63. Гидроцилиндр с односторонним штоком двустороннего действия:**

*1 – шток; 2 – передняя крышка; 3 – корпус; 4 – поршень; 5 – гайка;  
6 – задняя крышка; 7 – грязесъемник; 8 – манжет штоковый; 9 – кольцо направляющее штоковое; 10 – манжет поршневое; 11 – кольцо резиновое;  
12 – кольцо направляющее поршневое*

В телескопических гидроцилиндрах (рис. 64) один шток размещен в полости другого штока. Это позволяет получить большую величину перемещения выходного звена при неизменных габаритах, так как в телескопических цилиндрах ход может превышать длину гильзы.



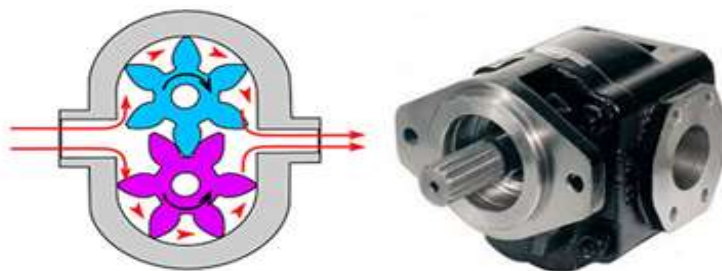
**Рис. 64. Схема телескопического гидроцилиндра**

Рабочая жидкость подводится в полость цилиндра через заднюю крышку. Секции выдвигаются последовательно – в первую очередь движение начнет секция с наибольшей эффективной площадью, затем с меньшей. Скорость при выдвигении каждой последующей секции будет увеличиваться, а усилие падать, в связи уменьшением эффективной площади. По этой причине расчетным должно быть усилие на секции с минимальной эффективной площадью. Обратный ход осуществляется под действием внешних сил, рабочая полость при этом соединяется со сливом.

Гидравлический мотор (гидромотор) преобразует энергию потока рабочей жидкости, в механическую энергию вращения выходного вала. Гидромоторы как и гидронасосы используются в агрегатах объемного типа, только выполняют прямо противоположную работу.

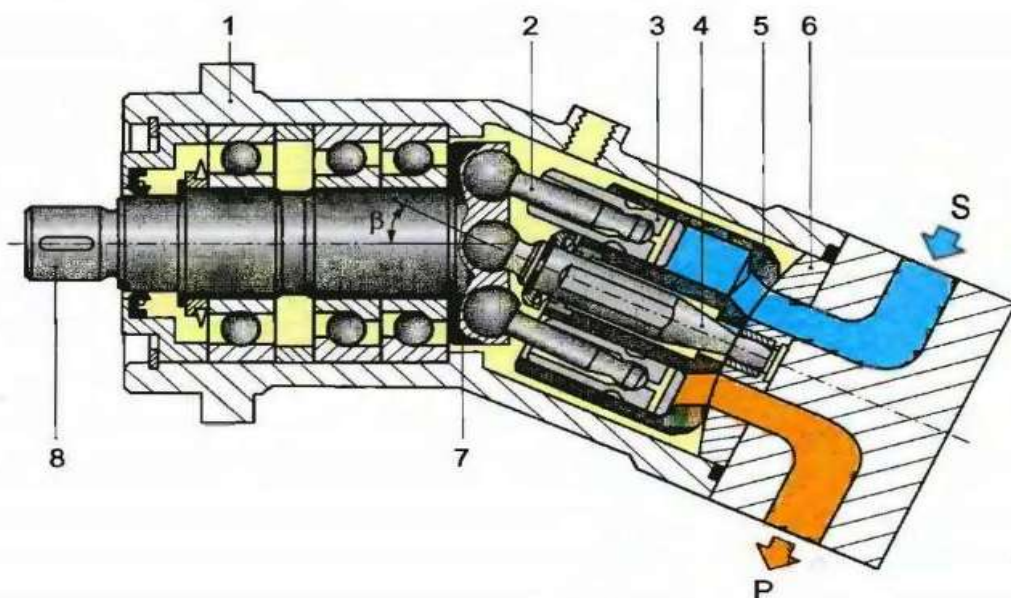
На сегодняшний день существует огромное разнообразие типов и модификаций это типа оборудования.

**Шестеренный гидромотор.** Шестеренчатый гидромотор (рис. 65) (обозначается ГМШ), как и насос шестеренного типа работает по принципу зацепления двух шестерен, только в обратном направлении. При подаче жидкости на шестерни, они начинают вращаться и таким образом приводят в движение вал.



**Рис. 65. Схема и общий вид шестеренного гидромотора**

Аксиально поршневой гидромотор. Конструктивно такой поршневой гидромотор (рис. 66), состоит из нескольких цилиндров, расположенных параллельно вокруг оси блока или под углом к ней. Цилиндры входящие в состав агрегата при работе вращаются синхронно с валом, таким образом если они выдвигаются из поршня, то жидкость всасывается, когда они задвигаются обратно – жидкость нагнетается в магистраль.



**Рис. 66. Схема аксиально-поршневого гидромотора**

Аксиально-поршневой гидромотор входит в состав строительной техники, а так же используется в конструкции сельскохозяйственных, буровых и промышленных машин.

К достоинствам такого типа гидромотора относится наличие функции реверсного хода, позволяющая обеспечить движение в обратную сторону.

В гидравлическом приводе наиболее часто применяются реверсивные по направлению вращения пластинчатые, аксиально-поршневые и радиально-поршневые гидромоторы с нерегулируемым и реже с регулируемым рабочим объемом.

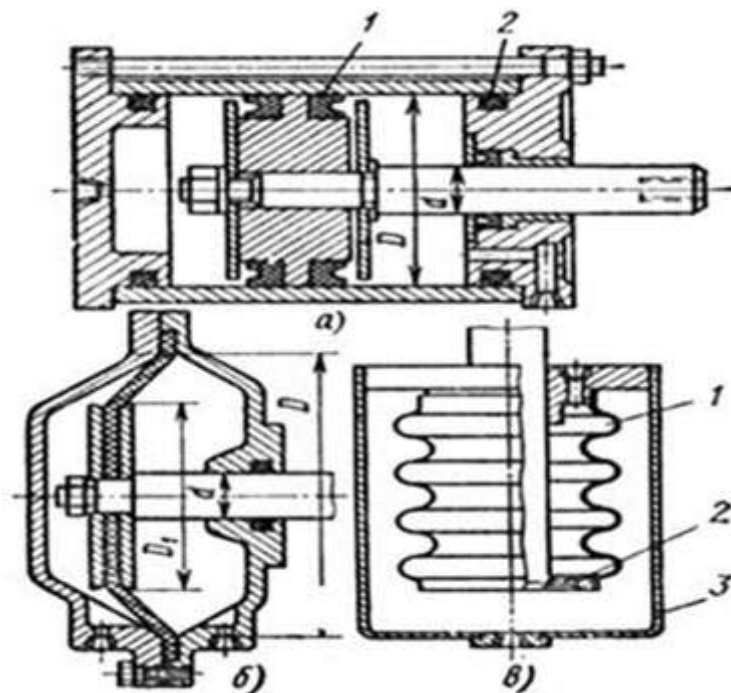
Гидромоторы, используемые при большой частоте вращения, условно называют средне- или высокооборотными (низко-моментными).

Гидромоторы, предназначенные для создания большого крутящего момента при малой угловой скорости, принято условно называть высокомоментными.

Пневматический силовое оборудование-совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение машин и механизмов посредством энергии сжатого воздуха. Пневматическое силовое оборудование применяется главным образом в системах управления рабочими органами машин, для привода исполнительных рабочих органов и в тормозных устройствах.

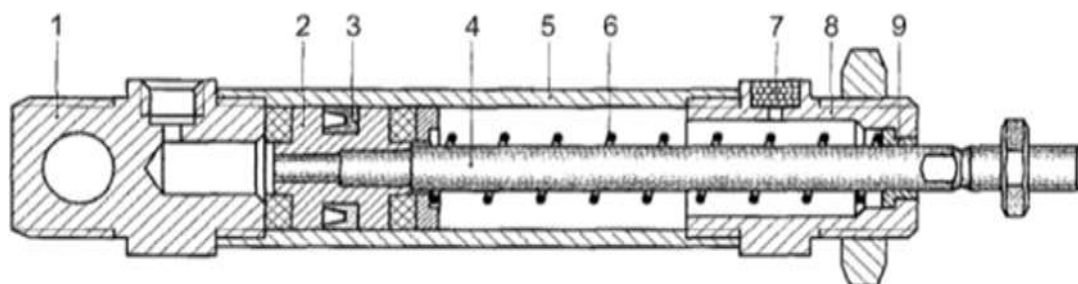
В машинах в основном применяются пневмодвигатели поступательного (пневмоцилиндры) и вращательного (пневмомоторы) действия.

**Пневмоцилиндры** бывают трех типов – поршневые (пневмоцилиндры, рис. 67а), диафрагменные (пневмокамерные, рис. 67б) и сильфонные (рис. 67в).



**Рис. 67. Типы пневмоцилиндров**

Поршневой пневмоцилиндр одностороннего действия рис. 68, цилиндрический корпус 5 с обеих сторон закрыт крышками 1 и 8.



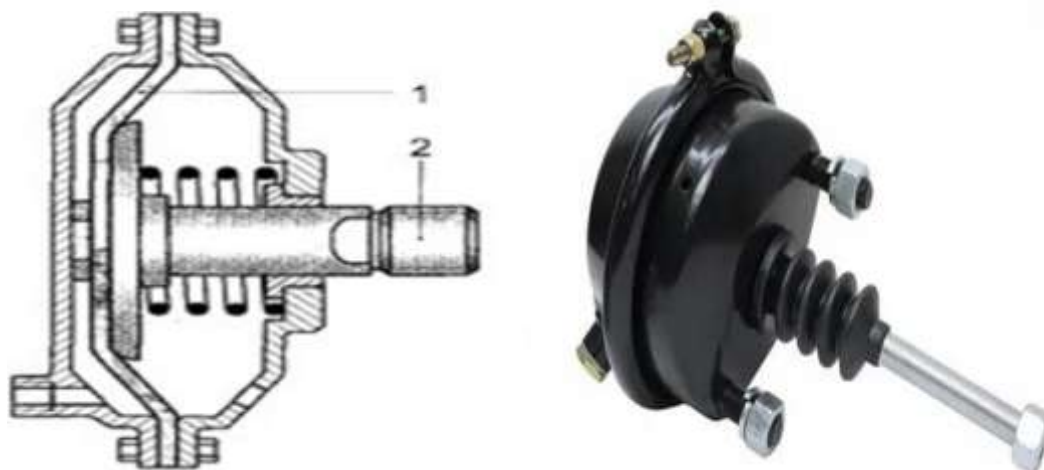
**Рис. 68. Пневмоцилиндр одностороннего действия**

В задней крышке 1 выполнено отверстие для подвода воздуха, а передняя крышка 8 имеет декомпрессионное отверстие с вмонтированным фильтроэлементом 7. Поршень 2 делит внутреннее пространство корпуса (гильзы) на две полости: штоковую и поршневую. Шток 4 жестко связан с поршнем. Полости разграничены уплотнением 3 (манжетой). Передняя крышка 8 снабжена направляющей втулкой 9, которая является опорой скольжения штока, передающего усилие от поршня на внешний объект. Возвратная пружина 6 смонтирована внутри цилиндра и охватывает шток.

Принцип функционирования мембранного пневмоцилиндра (рис. 69.) аналогичен принципу работы поршневого пневмоцилиндра одностороннего действия. Конструктивные отличия заключаются в том, что подвижной поршень заменен жестко защемленной упругой мембраной 1, изготовленной из резины, прорезиненной ткани или пластика. Благодаря большой площади мембраны такие пневмоцилиндры развивают усилия до 25 000 Н, но при этом ход штока 2 ограничен.



Мембранные пневмоцилиндры характеризуются существенно меньшими продольными габаритами и простотой монтажа; они недороги, и в них отсутствуют подвижные уплотнения.



**Рис. 69. Мембранный пневмоцилиндр одностороннего действия**

Пневмодвигатели вращательного действия, или пневмомоторы, предназначены для преобразования потенциальной энергии сжатого воздуха в механическую работу и обеспечивают неограниченное вращательное движение выходного вала. Как и другие устройства, работающие на сжатом воздухе, пневмомоторы имеют ряд преимуществ, которые во многих случаях делают их использование предпочтительным с экономической и технической точек зрения. К этим преимуществам относятся: - простота регулирования скорости вращения и крутящего момента;

возможность полного торможения под нагрузкой без ущерба для конструкции и рабочих качеств пневмомотора;

отсутствие перегрева;

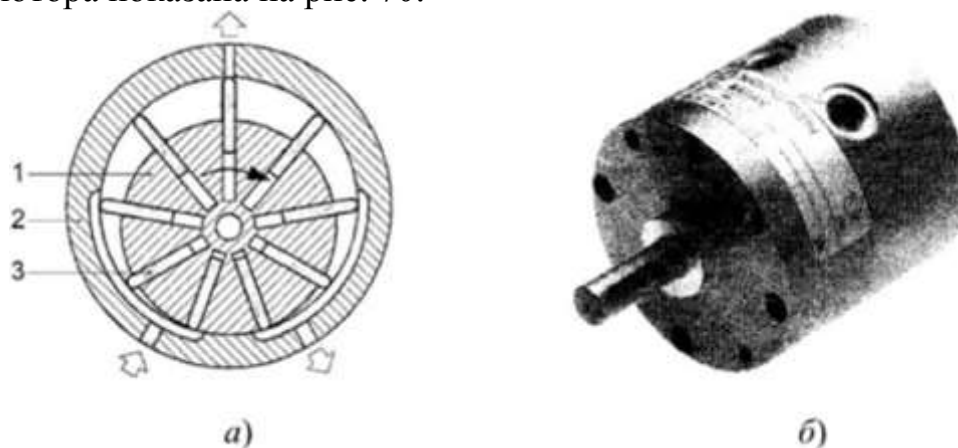
большой ресурс работы;

полная взрывобезопасность;

нечувствительность к неблагоприятным факторам внешней среды (пыль, влага и др.);

простота монтажа.

Принципиальная конструктивная схема шиберного (пластинчатого) пневмомотора показана на рис. 70.

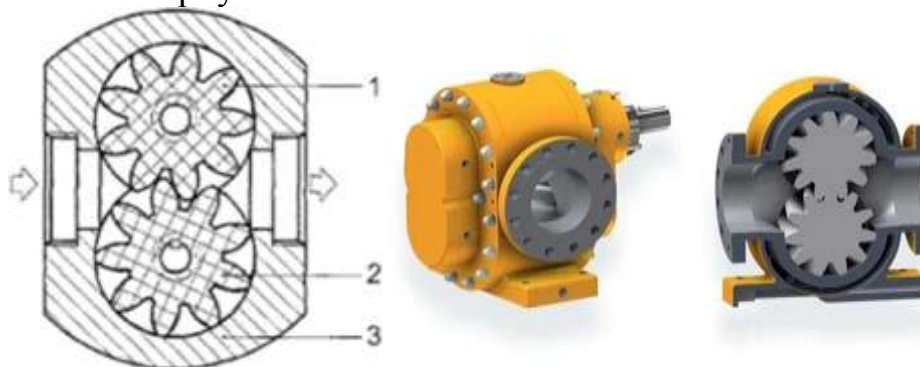


**Рис. 70. Шиберный пневмомотор**



При подаче сжатого воздуха в рабочую камеру пневмомотора возникают силы, которые действуют на пластины 3, ограничивающие объем камеры. Вследствие эксцентричного расположения ротора 1 относительно статора 2 площади пластин различны, поэтому различаются по величине и действующие на них силы. В точке, после прохождения которой объемы рабочих камер начинают уменьшаться, выполнено отверстие для сброса отработавшего воздуха. От равнодействующей всех приложенных сил возникает крутящий момент, приводящий к повороту ротора, в процессе которого увеличиваются объемы части рабочих камер, благодаря чему содержащийся в этих камерах сжатый воздух расширяется. Совершаемая при этом работа расширения преобразуется в дополнительную механическую энергию вращения ротора.

Шестеренный пневмомотор (рис. 71). В корпусе 3 шестеренного пневмомотора расположены две находящиеся в зацеплении шестерни 1 и 2 (зубчатые колеса), причем одна из них закреплена на выходном валу или выполнена заодно с ним, а другая свободно вращается на опорах, установленных в корпусе.



**Рис. 71. Шестеренный пневмомотор**

Сжатый воздух, подаваемый в рабочую камеру, действует на боковые поверхности зубьев шестерен. Возникающие при этом силы, равные произведению давления сжатого воздуха на площадь боковой поверхности зуба, вызывают поворот шестерен, одна из которых вращается по часовой стрелке, а другая - в противоположном направлении. Шестерни могут иметь прямые, косые или шевронные зубья.

Максимальная номинальная мощность шестеренных пневмомоторов достигает 70 кВт (для моторов с шевронными шестернями – 330 кВт), номинальная частота вращения обычно не превышает 1000 - 3000 об/мин.

### **3.3. Трансмиссия**

Трансмиссиями называют устройства для передачи движения от силовой установки нескольким потребителям энергии – рабочим органам и движителям ходовых устройств машин.

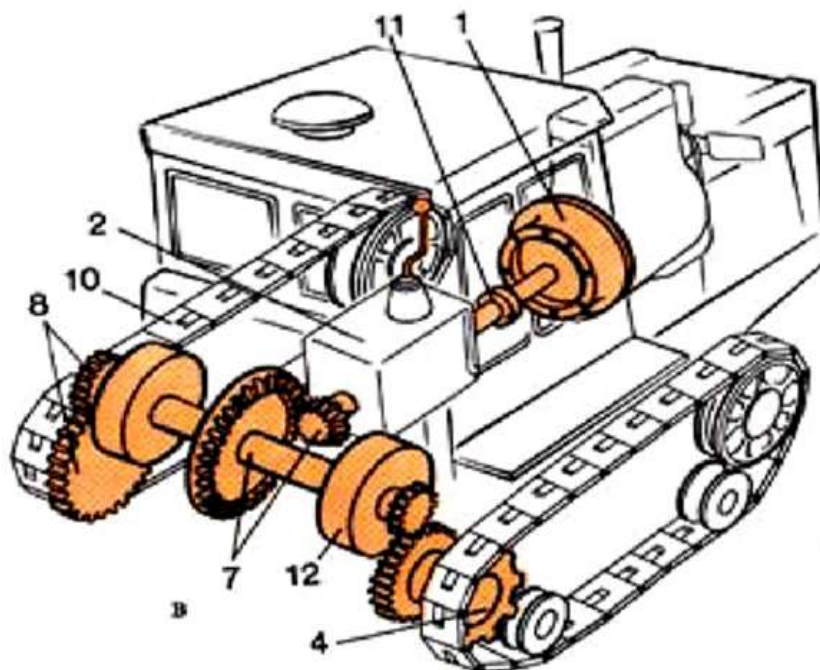
Трансмиссии (передаточные устройства) бывают:

1 – механические;

- 2 – гидромеханические;
- 3 – гидравлические;
- 4 – электрические.

В механических трансмиссиях на их механических участках механическое движение передается без его преобразования в другие формы энергии. Во всех других случаях вращательное движение выходного вала двигателя силовой установки с помощью электрогенераторов, гидравлических насосов преобразуется соответственно в электрическую энергию, энергию движения рабочей жидкости, которая поступает к электрогидро- или пневмодвигателям, повторно преобразующим ее в механическое движение. Все указанные двигатели входят в состав трансмиссий.

В механических трансмиссиях мощность на всех режимах работы мотора передается только посредством различных механических передач вращательного движения: зубчатых передач, цепных передач, планетарных передач, фрикционных муфт, валов, шарниров, и т.п. Схема механической трансмиссии гусеничного трактора представлена на рис. 72.



**Рис. 72. Схема механической трансмиссии гусеничного трактора**

От двигателя 1 вращающий момент подводится к сцеплению 1, затем через промежуточную карданную передачу 11, к коробке передач 2 в которой происходит распределение вращающего момента на главную передачу заднего моста 7. Через муфту механизма поворота 12 и бортовых редукторов 8 вращающий момент подводится к ведущим звездочкам 4, которые находятся в зацеплении с гусеницами 10.

Достоинствами механических трансмиссий являются: большая надежность, сравнительно высокий КПД (0,8...0,92), небольшая металлоемкость (3,2...5,5 кг на 1 кВт мощности машины), малая чувствительность к внешним температурам. Недостатки – сложность бесступенчатого регулирования скорости.

В гидромеханических трансмиссиях, по крайней мере на части режимов, работы мотора мощность передаётся посредством кинетической энергии потока жидкости. Подобное усложнение трансмиссии обусловлено разными конструктивными целями, например, улучшением приспособляемости под различные условия движения, или устранение жёсткой связи между двигателем и движителем для снижения ударных нагрузок, фильтрации крутильных колебаний, облегчения управления. Гидромеханические трансмиссии применяются только на мобильных средствах и не применяются на технологических машинах (станках).

В роли преобразователя потока мощности вращением в поток жидкости и обратно обычно используется гидротрансформатор, реже – гидромуфта. Зачастую в составе гидромеханической трансмиссии присутствует автоматическая коробка передач.

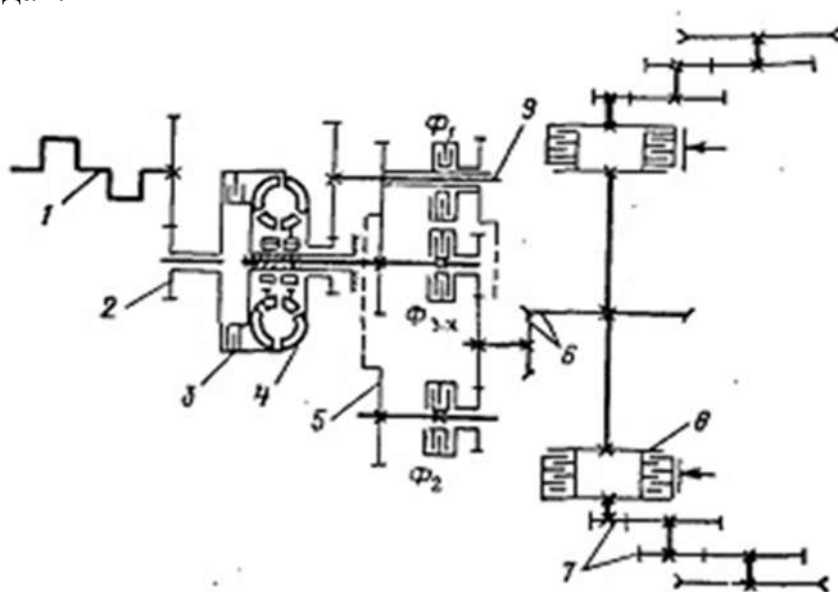
В современных строительных машинах применяются гидрообъёмные насос-машины, позволяющие на некоторых режимах работы пропускать через себя практически всю передаваемую мощность. При использовании комплексной гидропередачи гидромеханические трансмиссии имеют КПД близкий к КПД механической трансмиссии. В случае использования гидротрансформатора без блокировки или гидромуфты КПД может быть на уровне 0,8. Широко применяются на различных наземных транспортных средствах, землеройных машинах, также от легковых машин до грузовых локомотивов.

Гидромеханические трансмиссии находят все большее применение на промышленных тракторах среднего и тяжелого тягового класса, в конструкциях базовых машин легкого класса, несмотря на некоторые явные преимущества, гидромеханические трансмиссии не нашли достаточного применения. Для типа промышленных тракторов Т-220, Т-330, Т-500 и К-702 классов тяги 150, 250, 350 и 50 кН (Россия) и ряда зарубежных сверхмощных тракторов характерна гидромеханическая трансмиссия.

Вращение коленчатого вала двигателя 1 (рис. 73) через согласующий редуктор 2 передается на гидротрансформатор 4 унифицированной трехскоростной коробки передач 5. Далее крутящий момент через центральную передачу 6 передается на муфту поворота 8 и ведущим цилиндрическим шестерням бортовой передачи 7.

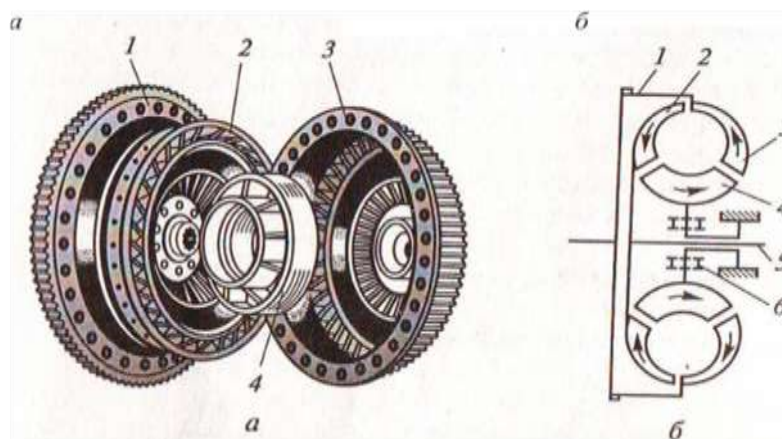
Гидротрансформатор (ГТР) – гидравлический механизм (рис. 74), состоящий из трех лопастных колес: насосного (ведущего), турбинного (ведомого) и реакторного. Насосное лопастное колесо 3 закреплено на маховике 1 двигателя и образует корпус ГТР, внутри которого размещены лопастное турбинное колесо 2, соединенное с первичным (турбинным) валом 5 механической коробки передач, и реакторное колесо 4, установленное на роликовой муфте 6 свободного хода. Внутренняя полость гидротрансформатора на 3/4 своего объема заполнена специальной рабочей жидкостью малой вязкости (марки А). При работе двигателя вместе с его коленчатым валом вращается насосное колесо и рабочая жидкость, заполняющая внутреннюю полость ГТР. Лопатки насосного колеса передают жидкости кинетическую энергию, полученную от двигателя. Жидкость,

поступающая с лопаток насосного колеса, воздействует на лопатки турбинного колеса, приводя его во вращение. Момент от турбинного колеса через соединенный с ним турбинный вал передается на вход механической коробки передач.



**Рис. 73. Кинематическая схема гидромеханической трансмиссии трактора Т-130:**

1 – двигатель; 2 – согласующий редуктор; 3 – блокирующая муфта; 4 – гидротрансформатор; 5 – коробка передач; 6 – центральная передача; 7 – конечная передача; 8 – муфта механизма поворота; 9 – привод МОМ



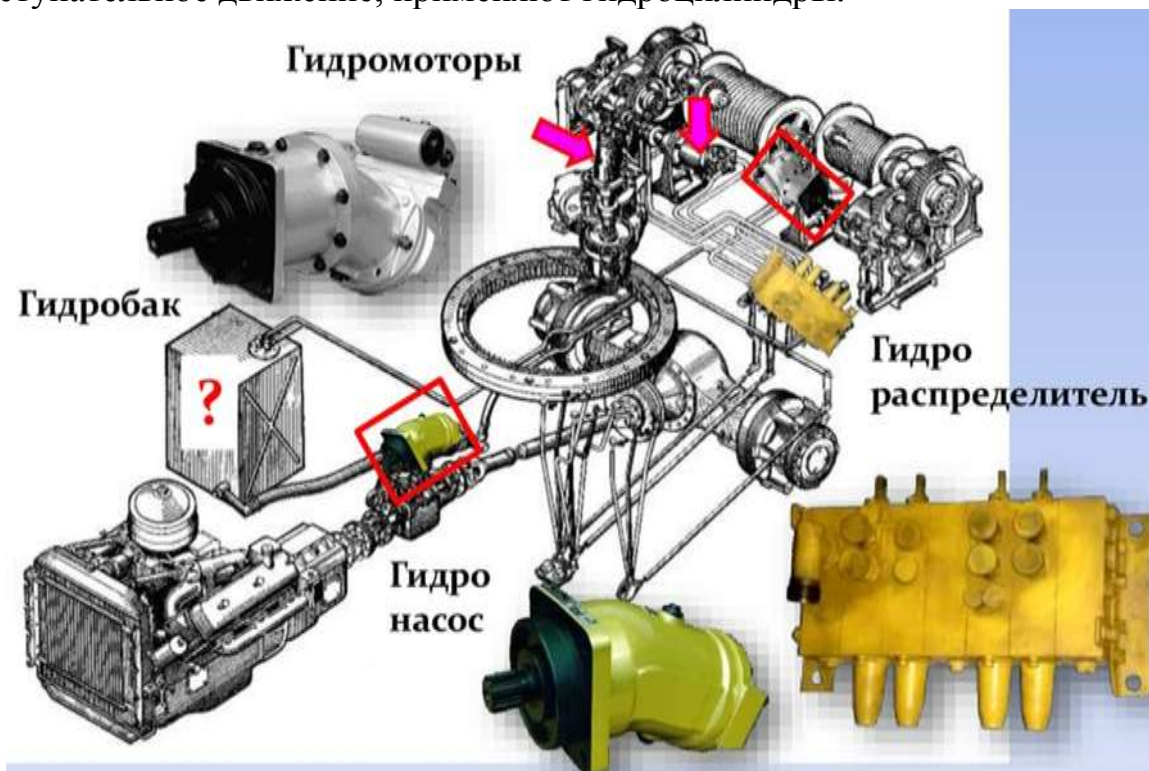
**Рис. 74. Гидротрансформатор:**

а) общий вид; б) схема; 1 – маховик двигателя внутреннего сгорания; 2 – турбинное (ведомое) лопастное колесо; 3 – насосное (ведущее) лопастное колесо; 4 – реакторное лопастное колесо (реактор); 5 – турбинный вал; 6 – роликовая муфта свободного хода

Гидравлические (гидрообъемные) трансмиссии (рис. 75). Движение от ведущего элемента к ведомому передается под воздействием перемещающейся жидкости в замкнутом пространстве. Они состоят из гидронасосов, гидродвигателей объемного типа, гидрораспределителей, предохранительных клапанов и трубопроводов (гидрошланги).



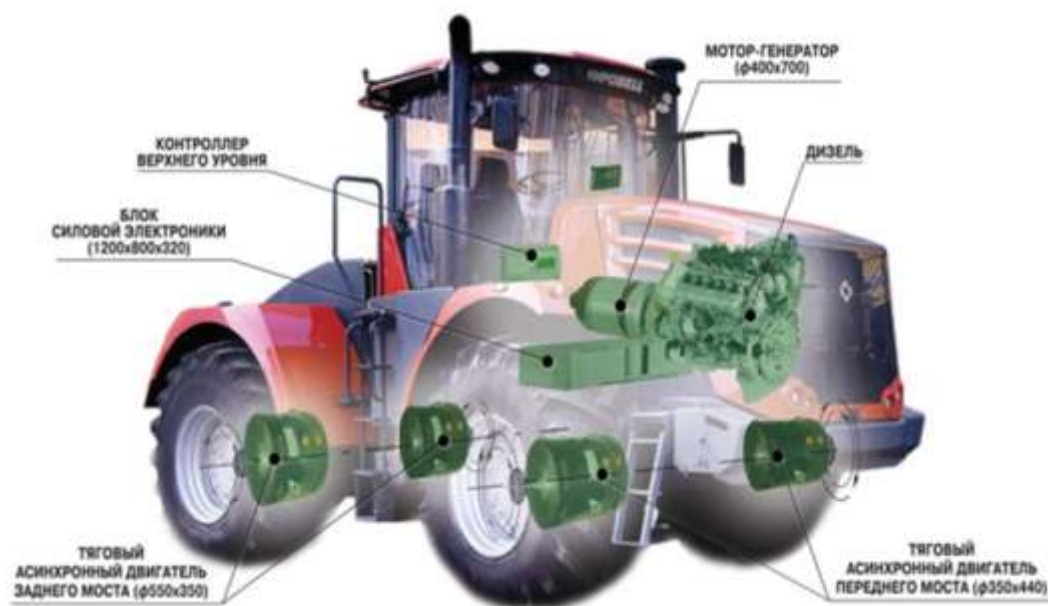
Гидронасосы приводятся в движение от постороннего источника энергии, а гидродвигатели – за счет перемещения жидкости, подаваемой гидронасосом. Гидронасосы применяют шестеренчатые, аксиально-поршневые, лопастные. Гидродвигателям и могут служить шестеренчатые, лопастные, поршневые насосы – гидромоторы. Эти гидродвигатели применяют в тех случаях, когда во вращательное движение необходимо приводить какой-либо механизм или исполнительный орган. Если механизмам или исполнительным органам требуется сообщить возвратно-поступательное движение, применяют гидроцилиндры.



**Рис. 75. Компоновочная схема гидравлической трансмиссии на примере самоходного крана**

Достоинства такой трансмиссии-малые габариты машин, малая масса и отсутствие механической связи между ведущим и ведомым звеньями трансмиссии, что позволяет разносить их на значительные расстояния и придавать большое число степеней свободы. Недостаток гидрообъемной передачи – значительное давление в гидрوليнии и высокие требования к чистоте рабочей жидкости.

Электромеханическая трансмиссия (рис. 76), состоит из электрического генератора, тягового электродвигателя (или нескольких), электрической системы управления, соединительных кабелей. Основным достоинством электромеханических трансмиссий является обеспечение наиболее широкого диапазона автоматического изменения крутящего момента и силы тяги, а также отсутствие жёсткой кинематической связи между агрегатами электротрансмиссии, что позволяет создать различные компоновочные схемы.



**Рис. 76. Компоновочная схема трактора с электромеханической трансмиссией**

Недостатком, препятствующим широкому распространению электрических трансмиссий, являются относительно большие габариты, масса и стоимость. Однако, с развитием электротехнической промышленности, массовым распространением асинхронного, синхронного, вентильного, индукторного и др. видов электрического привода, открываются новые возможности для электромеханических трансмиссий.

### 3.4. Системы управления

Системы управления предназначены для включения и выключения различных механизмов машины.

По назначению они могут быть разделены на следующие системы:

а) управления установкой рабочего органа (например, опускание и подъем отвала бульдозера или ковша скрепера, поворот отвала автогрейдера);

б) управления муфтами и тормозами;

в) рулевого управления;

г) управления двигателем.

В зависимости от конструктивного выполнения различают:

а) рычажные;

б) гидравлические;

в) пневматические;

г) электрические;

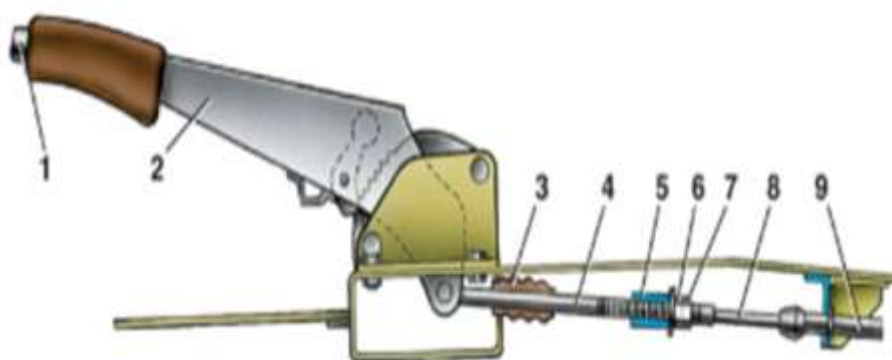
д) комбинированные (гидромеханические, электропневматические).

Общие требования к системам управления машин: управление механизмами должно осуществляться с минимальной затратой физических и



нервных усилий машиниста (оператора), обеспечивать безопасность работы и способствовать достижению максимальной производительности машины.

Механическая (рычажное) система обеспечивает связь руки или ноги машиниста с муфтами и тормозами через рычаги и тяги. Механическую рычажную систему применяют для управления с помощью рычагов (приводимых в движение рукоятками и педалями) муфтами и тормозами машин малой мощности. Нормальное усилие на рычагах не должно превышать 30...40 Н при ходе не более 25 см, а на педалях – не более 80 Н при ходе не более 20 см. Усилие, прикладываемое к рукоятке или педали (рис. 77), усиливается посредством рычагов трансмиссии и передается к исполнительным органам.



**Рис. 77. Рычажное управление стояночной тормозной системы:**  
*1 – кнопка фиксации рычага; 2 – рычаг привода стояночного тормоза;  
3 – защитный чехол; 4 – тяга; 5 – уравниватель троса; 6 – регулировочная гайка; 7 – контргайка; 8 – трос; 9 – оболочка троса*

Движение от рычага 2 через регулировочную тягу 4, троса 8 передается на управление тормозных колодок колес.

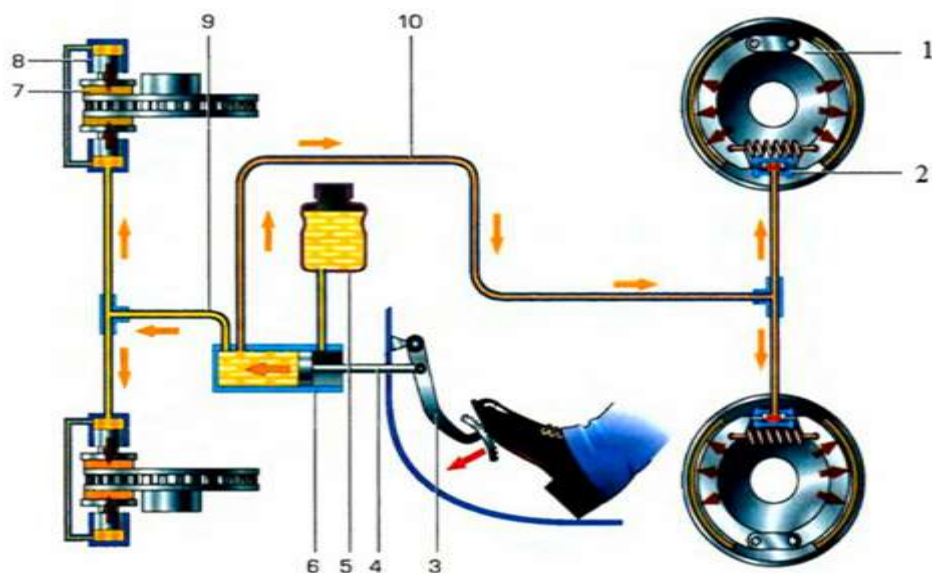
Механическая система управления проста по устройству, удобна для обслуживания, надежна в эксплуатации и имеет высокую чувствительность управления. Основные ее недостатки – необходимость приложения значительных мускульных усилий машиниста к рычагам и педалям, быстрая утомляемость машиниста, ведущая к снижению производительности машины, необходимость частых смазок и регулировок быстроизнашивающихся шарнирных соединений тяг и рычагов. Обычно механическая система используется как вспомогательная для управления механизмами, не принимающими участия в выполнении рабочего процесса.

В гидравлической системе управления рычаги полностью или частично заменены исполнительными гидроцилиндрами одно- и двустороннего действия, создающими необходимое усилие включения муфт, тормозов и других механизмов. Гидравлические системы управления выполняют двух видов: безнасосные и насосные.

В безнасосных рабочее давление жидкости в гидросистеме создается мускульной силой оператора, воздействующего на педаль, рычаг или рулевое колесо. В насосной системе рабочая жидкость подается под

давлением в исполнительный гидроцилиндр от насоса через распределитель, которым управляет машинист.

В безнасосной системе (рис. 78) при нажатии педали поршень главного тормозного цилиндра 6 вытесняет жидкость в трубопроводы 9 и 10 и колесные цилиндры 2 и 7. В колесных цилиндрах тормозная жидкость заставляет переместиться все поршни, вследствие чего колодки тормозных механизмов прижимаются к барабанам (или дискам). Когда зазоры между колодками и барабанами (дисками) будут выбраны, вытеснение жидкости из главного тормозного цилиндра станет невозможным. При дальнейшем увеличении силы нажатия на педаль в приводе увеличивается давление жидкости и начинается одновременное торможение всех колес. Чем большая сила приложена к педали, тем выше давление, создаваемое поршнем главного тормозного цилиндра на жидкость и тем большая сила воздействует через каждый поршень колесного цилиндра на колодку тормозного механизма. При снятии усилия с педали поршень главного гидроцилиндра возвращается в исходное положение пружиной, а поршень исполнительного гидроцилиндра пружиной тормозного барабана 1.



**Рис.78. Схема гидравлического безнасосного системы управления тормозом:**

*1 – тормозной барабан; 2,8 – тормозной гидроцилиндр; 3 – педаль тормоза;  
4 – шток с поршнем; 5 – гидробачок; 6 – главный гидроцилиндр;  
7 – тормозные колодки; 9,10 – гидропроводы*

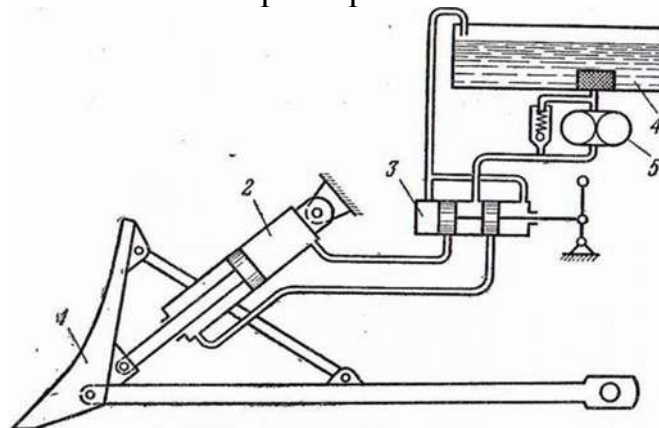
Безнасосные системы управления применяют обычно для управления механизмами, требующими наибольшей чувствительности и плавности включения (например, тормозами). Эти системы существенно не уменьшают усилий на рычагах и педалях по сравнению с рычажными механическими системами управления.

Преимущественное распространение получила насосная система управления.

Насосное гидравлическое управление принципиально отличается от безнасосного тем, что необходимое усилие здесь создается насосом,

подающим жидкость под давлением в исполнительный цилиндр. При этом не требуется большого усилия на рычагах управления, так как машинист перемещает лишь золотники распределителей, соединяющие исполнительные цилиндры с насосом или сливным баком.

При гидравлическом управлении (рис. 79) отвал бульдозера 1 поднимается гидроцилиндрами 2, питаемыми рабочей жидкостью под давлением от насоса 5, приводимого в действие двигателем трактора, а опускается под действием своего веса и напорного усилия гидроцилиндров, передающих на отвал часть веса трактора.



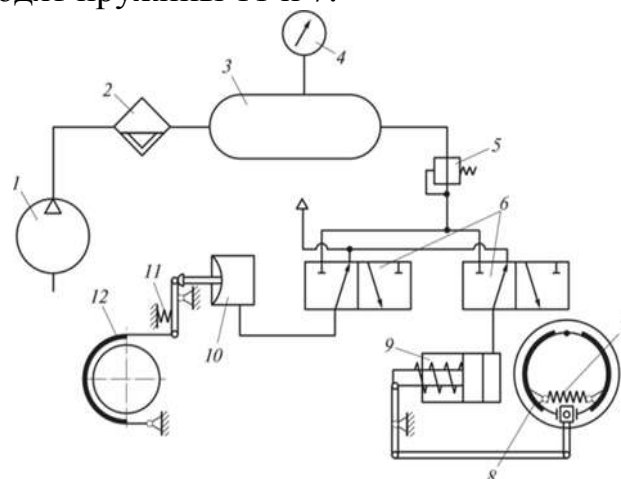
**Рис. 79. Схема насосной гидросистемы управления отвалом бульдозера:**  
*1 – отвал; 2 – подъема и опускания отвала; 3 – гидрораспределитель;  
4 – масляный бак; 5 – насос*

К достоинствам гидравлических систем управления относятся компактность и малые размеры пульта управления, рабочих цилиндров и двигателей вследствие применения значительных давлений, возможность передачи усилий к удаленным точкам, отсутствие сложных рычажных систем и шарнирных соединений. При гидравлическом управлении усилие на рычагах управления и их ход значительно меньше, чем при рычажном механическом управлении. Благодаря этому снижается утомляемость машиниста и повышается производительность труда.

Недостатки гидравлических систем: резкость включения механизмов, в результате чего возникают динамические нагрузки; необходимость применения специальных сортов рабочих жидкостей; затруднения при эксплуатации машин в условиях жаркого и холодного климата; повышенный класс точности изготовления гидроаппаратуры.

Пневматические системы управления отличаются от гидравлических тем, что в них вместо жидкости использован сжатый воздух. На рис.80.приведена принципиальная схема пневматической системы управления. Сжатый воздух от компрессора 1 поступает в маслоотделитель 2 и затем в ресивер 3. Контроль давления воздуха в системе осуществляют манометром 4, а сброс его избытка - предохранительным клапаном 5. От ресивера воздух направляется к распределителям 6, а затем к рабочей камере 10 и пневмоцилиндру 9, которые управляют соответственно ленточным 12 и колодочным 8

тормозами машины. Возврат рабочих органов управления в исходное положение производят пружины 11 и 7.



**Рис. 80. Пневматическая система управления**

Преимуществами пневматического управления по сравнению с гидравлической, пневматическая система управления обеспечивает более высокую плавность включения, простота конструкции. Недостатки пневмосистем связаны с трудностями очистки воздуха от примесей, и в первую очередь от влаги, а также с низким давлением воздуха (0,7...0,8 МПа), что увеличивает габаритные размеры пневмоагрегатов.

Электрическая система управления применяется в машинах с индивидуальным электрическим приводом механизмов и обеспечивает пуск и останов электродвигателей, регулирование частоты и вращения, реверсирование, безопасную работу и т. п. В состав такой системы входят магнитные пускатели, контроллеры, реле различных типов, автоматические выключатели, кнопки управления «Пуск» и «Стоп», блокирующие устройства, тормозные электромагниты и т. п. Управление электроприводом заключается в пуске и остановке электродвигателей, их реверсировании, изменении частоты вращения и обеспечении безопасности работы.

Электродвигатели мощностью до 15 кВт включают контроллерами или магнитными пускателями; более мощные двигатели включают обычно при помощи магнитных станций-контакторов, управляемых специальными аппаратами. При контроллерном и контакторном управлении можно в определенных пределах регулировать частоту вращения вала асинхронных электродвигателей.

Электрические системы управления надежны, просты и удобны в эксплуатации, обеспечивают дистанционное управление механизмами и всей машиной в целом, создают возможность автоматизации работы машин

С целью частичной или полной автоматизации управления машинами применяют комбинированные системы: гидропневматические, гидро-электрические, гидропневмоэлектрические и т. п.

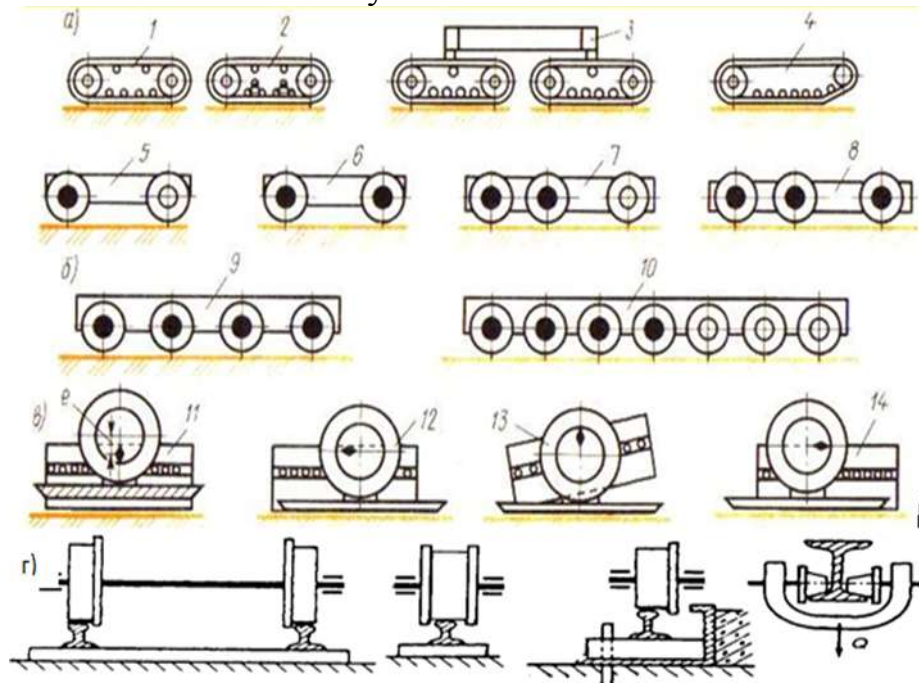
Комбинированные системы управления представляют собой сочетание электрической системы с гидравлической или пневматической. Их достоинства – возможность применения дистанционного управления и

сокращение длины масло- и воздухопроводов при сохранении преимуществ и недостатков систем, составляющих данную комбинированную систему.

Одним из основных направлений повышения производительности и качества работ, выполняемых строительными машинами, является автоматизация систем управления.

### 3.5. Ходовое оборудование

Ходовое оборудование передают нагрузку от машины на опорную поверхность и передвигают машины. Механизмы передвижения обеспечивают привод движителей при рабочем и транспортном режимах. У многих строительных и мелиоративных машин (землеройно-транспортных, многоковшовых экскаваторов, передвижных кранов и др.) ходовое оборудование участвует непосредственно в рабочем процессе, обеспечивая при этом дополнительные тяговые усилия.



**Рис. 81. Общие типы основного ходового оборудования строительных и мелиоративных машин:**

- а) гусеничное; б) пневмоколесное; в) шагающее эксцентриковое; г) рельсовое; 1 – жесткое; 2 – мягкое; 3 – многоступенчатое; 4 – с поднятым колесом; 5 – двухосное с одной ведущей осью; 6 – двухосное с обеими ведущими осями; 7 – трехосное с двумя ведущими осями; 8 – трехосное со всеми ведущими осями; 9 – четырехосное со всеми ведущими осями; 10 – многоосное с четырьмя ведущими осями*

Современные самоходные машины, имеющие массу до нескольких тысяч тонн, предназначены для передвижения в различных дорожных условиях, транспортные скорости у некоторых шинноколесных и рельсоколесных машин достигают нескольких десятков километров в час. Рабочие скорости часто должны плавно регулироваться от максимальных

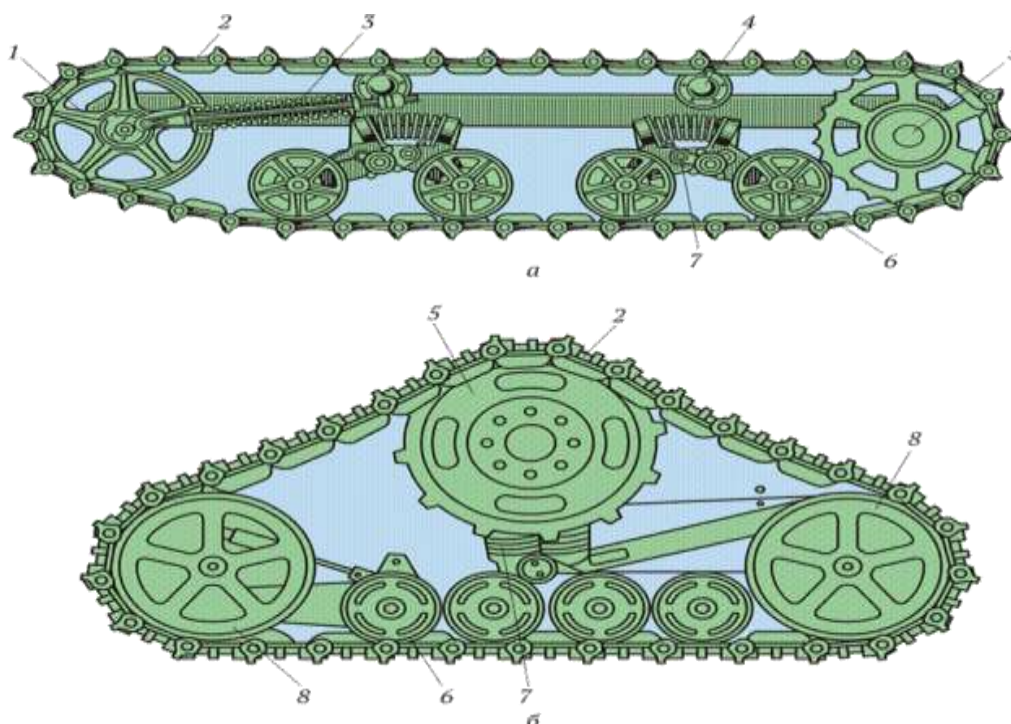


значений до нуля. Давление на грунт у различного типа строительных и мелиоративных машин меняется от 0,03...0,05 до 0,5...0,7 МПа. Обеспечение машиной необходимых величин давления на грунт, тягового усилия и клиренса (расстояния от поверхности дороги до наиболее низкой точки ходового оборудования) характеризует ее проходимость, т. е. способность передвигаться в разнообразных условиях эксплуатации.

Проходимость машин в существенной степени сказывается на их основных технико-экономических показателях. Важным показателем ходового оборудования машин является также их маневренность, под которой понимается способность машин изменять направление движения – маневрировать.

В зависимости от условий работы и назначения мелиоративных и строительных машин в них применяют следующие виды ходового оборудования (рис. 81): гусеничное, пневмоколенное, шагающее, рельсовое, плавучее и комбинированное.

Наиболее распространено гусеничное и пневмоколенное ходовое оборудование (экскаваторы, бульдозеры, скреперы, автогрейдеры и др.). Шагающее ходовое оборудование применяется при разработке грунтов и полезных ископаемых в карьерах экскаваторами–драглайнами, а также при гидромеханизации земляных работ (шагающие гидромониторы и землесосные установки). Комбинированное ходовое оборудование используют для многоковшовых экскаваторов.



**Рис. 82. Схемы гусеничных движителей:**

- а) традиционная с задним ведущим колесом; б) треугольная с верхним ведущим колесом; 1 – направляющее колесо; 2 – гусеничная цепь; 3 – натяжное устройство; 4 – поддерживающие ролики; 5 – ведущее колесо; 6 – опорные катки; 7 – балансирующая подвеска; 8 – опорно-направляющие колеса*

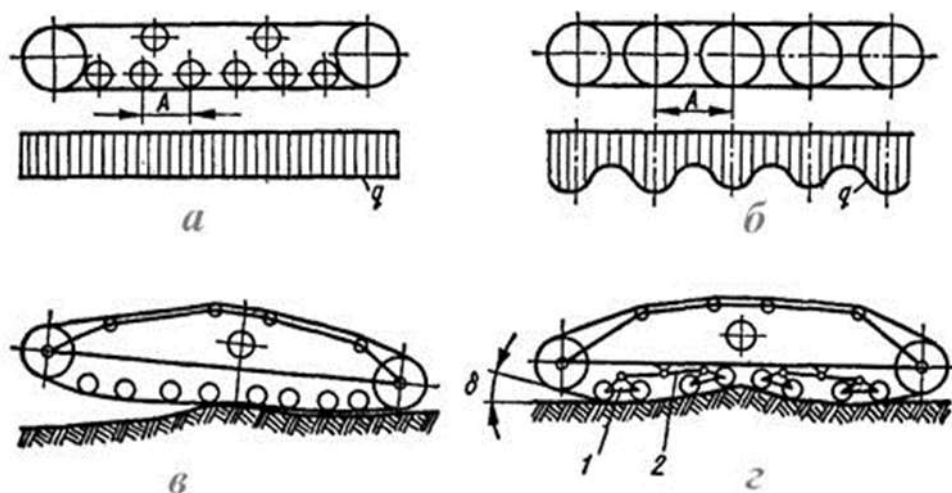


Ходовое оборудование включает в себя: взаимодействующий с опорной поверхностью движитель; подвеску; опорную раму или оси. В самоходных машинах, кроме того, имеется механизм передвижения.

Гусеничная ходовая система состоит из ведущего колеса, гусеничной цепи, направляющего колеса с натяжным и амортизирующим устройствами, опорных катков и поддерживающих роликов (рис. 82).

В зависимости от числа гусеничных тележек, гусеничный ход делятся на: двухгусеничный и многогусеничный. Многогусеничный применяют на тяжелых (массой 300...1000 т) и сверхтяжелых (более 1000 т) машинах. Преимущественно распространены двух гусеничные системы при массе машины до 1000 т. У машин большой массы число гусениц достигает четырех, восьми и даже шестнадцати.

По конструкции гусеницы делят на многоопорные и малоопорные (рис. 83б), а по приспособляемости к неровностям поверхности передвижения – на жесткие и мягкие (гибкие) (рис. 83, в, г).

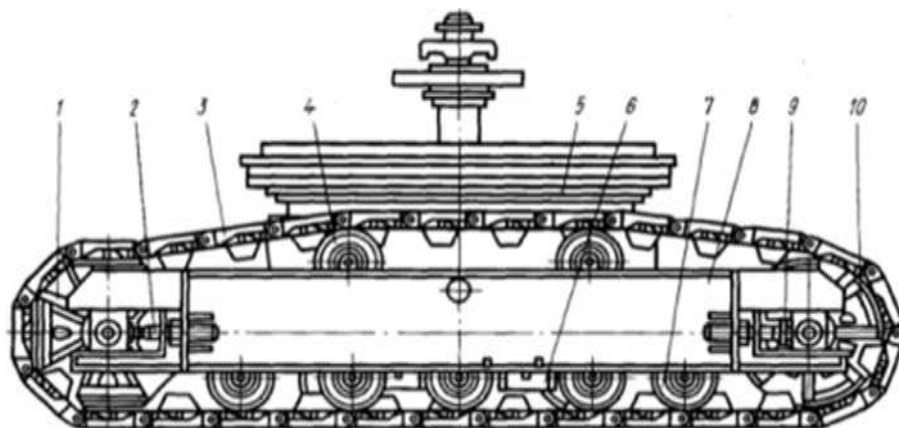


**Рис. 83. Типы гусениц**

Многоопорные гусеницы имеют сравнительно большое число катков небольшого диаметра непосредственно соединенных с гусеничной рамой. Этот тип подвески наиболее прост, дешев; он обеспечивает равномерное распределение давления на грунт, однако такую подвеску применяют лишь при скоростях движения до 5 км/ч, т.к. жесткая гусеница не приспособляется к неровностям и не амортизирует толчки и удары при езде по неровной поверхности. Многоопорные гусеницы чаще всего применяют для экскаваторов, работающих на грунтах слабых и средней крепости. Малоопорные гусеницы отличаются малым числом опорных катков большого диаметра и определенной неравномерностью распределения давления на основание по их длине. Они лучше преодолевают препятствия и лучше приспособляются к неровностям поверхности. Этими качествами обладают и многоопорные гусеницы, у которых опорные катки малого диаметра соединяют в балансирные тележки (мягкая многоопорная гусеница) или вводят демпфирующие устройства –

пружины и рессоры. По степени приспособляемости к рельефу пути различают гусеницы жесткие, мягкие, с опущенным или поднятым колесом и полужесткие.

У жестких гусениц (рис. 84) опорные катки непосредственно соединены с несущей балкой гусеницы.



**Рис. 84. Гусеничная тележка одноковшового экскаватора:**

- 1 – ведущее колесо; 2 – винт; 3 – звено гусеничной ленты;  
4,7 – поддерживающие и опорные катки; 5 – ходовая рама; 6 – стопор;  
8 – несущая балка гусеницы; 9 – натяжное устройство;  
10 – направляющее колесо*

Этот тип подвески наиболее прост и дешев, он обеспечивает более равномерное распределение давления на грунт. Вследствие того, что жесткая гусеница не приспособляется к неровностям пути и не амортизирует ударные нагрузки при езде по неровному и жесткому основанию, скорость передвижения машин при таких гусеницах обычно не превышает 5 км/ч.

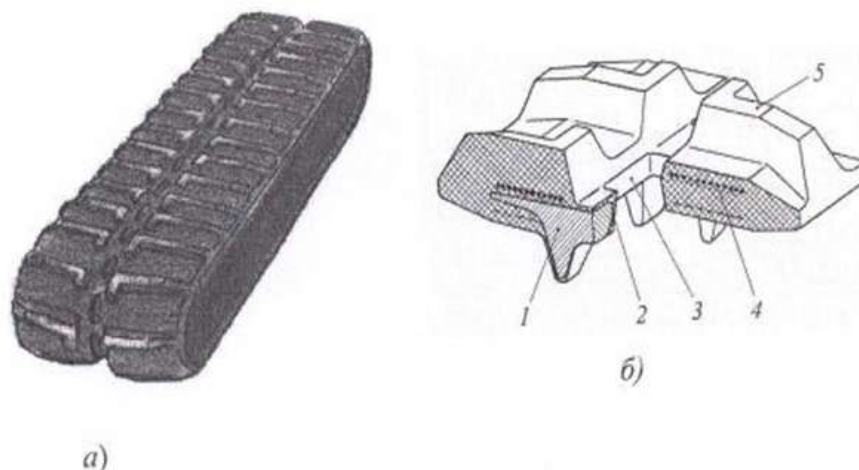
Для работы машин на грунтах со слабой несущей способностью начинают применять конструкцию гусеничного ходового оборудования с резинометаллической гусеницей. Такая гусеница, представляет собой специальную резиновую ленту, армированную высокопрочной проволокой со штампованными звеньями. Она имеет меньшую массу, лучше приспособляется к грунтовым условиям, что значительно улучшает проходимость машины. Срок службы гусеницы с РМШ повышается до 6000 ч. Такие гусеницы менее шумные, однако более дорогие.

Общий вид резинометаллической гусеницей показан на (рис. 85,а), а условный ее разрез по закладному элементу и цевке – на рис.85,б.

Резинометаллические гусеницы начинают находить все более широкое применение в современных тракторах, благодаря высокой долговечности, возможности выполнения трактором транспортных работ на асфальтовом и бетонном покрытиях без их разрушения и меньшим на 25...30 % уплотняющим воздействием на почву при одинаковой ширине с металлическими гусеницами.

Гусеничное ходовое оборудование применяют для передвижения по бездорожью, а также в машинах, для которых передвижение не является

основной операцией (например, в одноковшовых экскаваторах, где оно используется, в основном, для передвижения экскаватора на новую рабочую позицию в пределах одной и той же рабочей площадки). Гусеничные машины обычно обслуживают объекты с большими объемами работ. В строительстве используют машины с двухгусеничным ходовым оборудованием.



**Рис. 85. Резинометаллическая гусеница:**

- 1 – закладной металлический элемент с направляющим выступом для фиксации качения опорных катков и направляющего колеса;  
2 – обрезиненная цевка закладного элемента; 3 – отверстие в резиновой корде для зуба ведущего колеса; 4 – сечение стальных тросов;  
5 – резиновые грунтозацепы*

Для передвижения таких машин на большие расстояния обычно используют тягачи с прицепами-тралами.

Преимущества гусеничного ходового оборудования: хорошее сцепление с грунтом; высокая тяговая способность; большая опорная поверхность; низкое удельное давление на грунт (0,04...0,1 МПа).

Данные преимущества определяют в комплексе высокую проходимость гусеничного ходового оборудования.

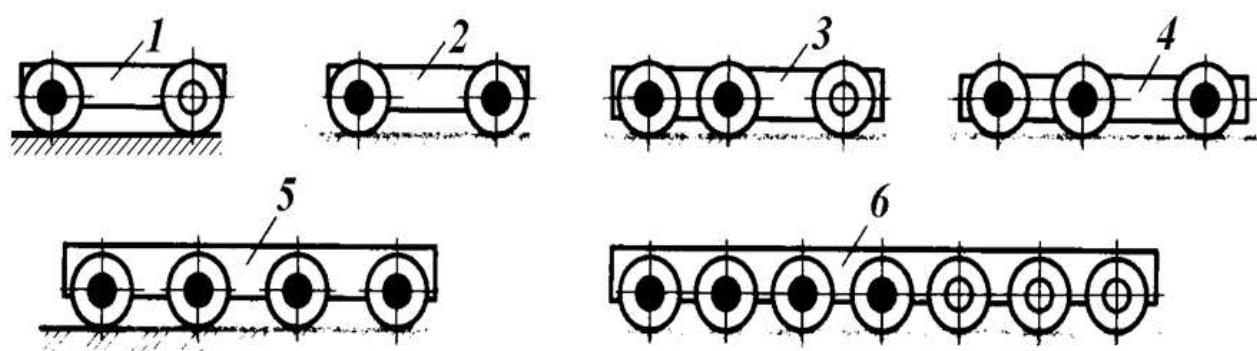
Недостатки гусеничного оборудования: тихоходность (не более 10...12 км/ч); сравнительно большая масса (30...40% от массы машины); сложность конструкции; низкий срок службы.

Пневмоколесный ход преобразует вращающий момент в силу тяги машины в результате взаимодействия шины с поверхностью качения.

Пневмоколесное ходовое оборудование устанавливают на машинах, для которых транспортная операция занимает соизмеримую с другими операциями часть технологического процесса (например, у самоходных скреперов, перемещающих грунт в своем ковше на расстояния в несколько километров). Такой же вид ходового оборудования имеют машины, часто меняющие рабочие площадки, отстоящие одна от другой на значительных расстояниях. Пневмоколесный движитель состоит из ведущих (приводных) и управляемых колес, вращательное движение которых преобразуется в поступательное движение машины. У большинства строительных машин все

колеса -ведущие, т.е. управляемые колеса являются одновременно и приводными. Количество колес зависит от допускаемой на каждое колесо нагрузки, условий и режимов работы машины, требуемых скоростей ее движения. Ходовые устройства строительных машин имеют обычно от 4 до 8 одинаковых взаимозаменяемых колес.

Пневмоколесное ходовое оборудование (рис. 86) выполняется обычно двухосным с одной 1 или двумя 2 ведущими осями. Более тяжелые машины выполняются трехосными с двумя 3 или всеми 4 ведущими осями, четырех-5 и многоосными 6. Основные достоинства пневмоколесного ходового оборудования определяются возможностью развивать высокие транспортные скорости, приближающиеся к скоростям грузовых автомобилей, что придает им большую мобильность, а также большей долговечностью и ремонтпригодностью по сравнению с гусеничным ходовым оборудованием

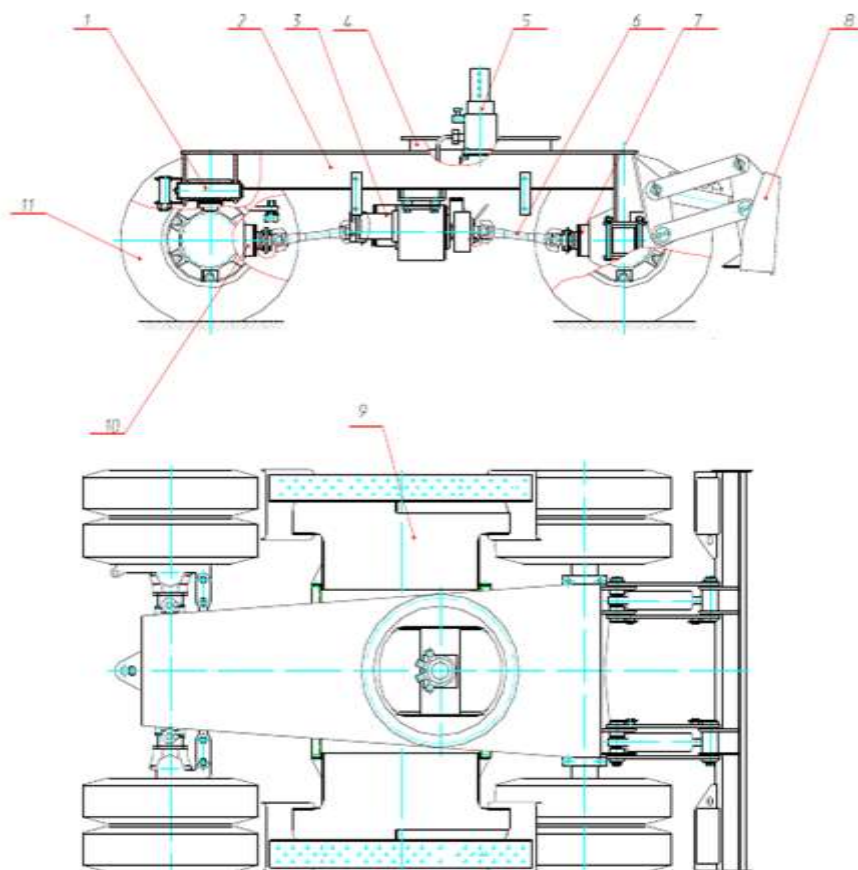


**Рис. 86. Пневмоколесное ходовое оборудование строительных машин**

Важной характеристикой колесных машин является колесная формула вида А х В., состоящая из двух цифр; первая обозначает число всех колес, вторая-число приводных. Наиболее распространены машины с колесными формулами 4Х2, 4Х4, с большим количеством общих и ведущих осей применяются реже – в основном на тяжелых автогрейдерах и кранах. С ростом числа приводных колес в ходовом устройстве улучшаются проходимость и тяговые качества машины, но усложняется механизм привода передвижения.

Пневмоколесное ходовое устройство экскаватора (рис.87.) включает в себя следующие составные части: ходовую раму 2 с опорно-поворотным устройством, опоры-отвал 8; коробку перемены передач 3, передний с гидростабилизаторами 10 и задний мосты 7, связанные карданными валами 6; механизм управления поворотом колёс 1; центральный коллектор 5, соединённый трубопроводами с гидромотором коробки перемены передач, гидроцилиндрами опоры-отвала 8, а также с агрегатами системы пневмоуправления (воздушным встроенным ресивером, тормозами колёс, стояночным тормозом, механизмом переключения передач).

Основным элементом каждого пневмоколеса является накачанная воздухом упругая резиновая шина 11, смонтированная на ободе.



**Рис. 87. Пневмоколесное ходовое устройство экскаватора:**

*1 – механизм управления поворотом колес; 2 – ходовая рама; 3 – коробка перемены передач; 4 – опорно-поворотное устройство; 5 – центральный коллектор; 6 – карданный вал; 7 – мост задний; 8 – опора-отвал; 9 – ящик-подножка; 10 – передний мост; 11 – колесо с шиной*

Колеса с пневматическими шинами выполняют следующие функции: поддерживающего устройства, передающего нагрузки на основание; управляющего элемента, изменяющего направление движения машины; упругой подвески, обеспечивающей плавность хода машины. Шины могут быть камерными и бескамерными (срок службы бескамерных на 20...25 % выше благодаря повышенной прочности и лучшему теплообмену через обод колеса) (рис. 88).



**Рис. 88. Сечение бескамерной и камерной шин**

Камерная шина состоит из покрышки, камеры, ободной ленты и вентиля для накачивания воздуха в камеру. Бескамерные шины представляют собой покрышки, герметично прилегающие к ободьям. Покрышки изготавливают из резины, армированной тканевым и металлическим кордом. Утолщенную периферийную часть покрышки называют протектором с рифлениями определенной формы, называемыми рисунком протектора.

В зависимости от дорожных условий используют шины высокого-0,5...0,7 МПа, среднего-0,3...0,4 МПа, низкого – 0,15...0,25 МПа и сверхнизкого – 0,05...0,08 МПа давления. Последние имеют большую площадь контакта с грунтом и лучшие тяговые качества, обеспечивают более плавное движение и лучшую сохранность машины.

Различают шины обычного профиля для землеройных машин I (рис. 89), для работы в каменных карьерах II, противобуксующие III и универсальные IV. Для повышения проходимости при работе на слабых и рыхлых грунтах, а также по снегу используют широкопрофильные и арочные шины с повышенной опорной поверхностью и развитыми грунтозацепами (рис. 90). При работе арочных шин на твердых грунтах и дорогах с твердым покрытием сопротивление передвижению машины увеличивается, а срок службы шин резко уменьшается.



**Рис 89. Типы шин**



**Рис. 90. Внешний вид моделей арочных и широкопрофильных шин**

Преимущества пневмоколесного ходового устройство: легче гусеничного (10...12 % от массы машины); имеет большой ресурс работы; возможность перемещения на больших скоростях (до 100 км/ч); высокий КПД.

Недостатки: большое удельное давление на основание в связи с малой контактной площадью; меньшая сила тяги по сцеплению движителя с грунтом.

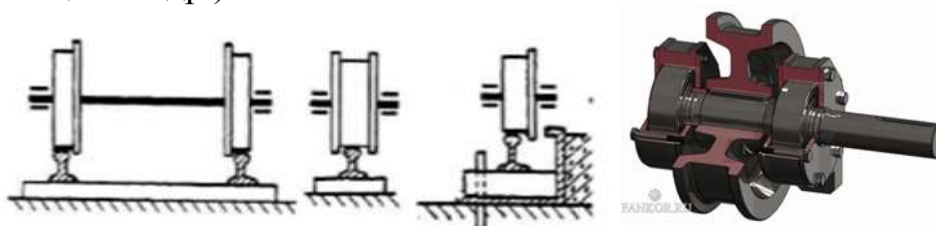
Рельсовое ходовое оборудование по технико-эксплуатационным показателям относится к наиболее совершенному виду и используется в



машинах с ограниченной маневренностью. Вследствие низкой маневренности колесно-рельсовое ходовое оборудование находит весьма ограниченное применение (башенные, козловые, мостовые и специальные стреловые самоходные краны, тельферы, сваебойные установки и др.). Всякое изменение размеров рабочей зоны этих машин связано с перекладкой путей и обосновано только в случае небольших затрат на эти работы.

Для рельсовых путей применяют в основном стандартные железнодорожные рельсы. Основными элементами колесно-рельсового ходового оборудования являются размещаемые на рельсах стальные колеса с гладким ободом с одной или двумя ребрами (рис. 91). Ходовые колеса кранов изготавливают литыми, коваными или штампованными, с цилиндрической или конической поверхностью качения. Нагрузки на колесо могут достигать 100...200 кН, а давление на основание от шпал – до 0,2 МПа.

Рельсовое ходовое оборудование по технико-эксплуатационным показателям относится к наиболее совершенному виду и используется в машинах с ограниченной маневренностью (более широко для передвижения строительных грузоподъемных машин – башенных и ж/д кранов и др.) Из-за низкой маневренности и малой скорости передвижения в СДМ (рельсовый ход) находит весьма ограниченное применение в 1) многоковшовых цепных карьерных экскаваторах поперечного копания и в 2) специальных машинах, осуществляющих точные отделочные операции (бетоноукладчики, профилировщики и др.).



**Рис 91. Рельсовое ходовое оборудование**

Привод ведущих колес может быть общим от электродвигателя или двигателя

внутреннего сгорания через систему валов и передач и индивидуального электродвигателя через редуктор. Одно или несколько колес с общей рамой, двигателем, редуктором и тормозом образуют приводную ходовую тележку. Количество колес в тележке определяется действующей нагрузкой. Приводные и не приводные (без привода) ходовые тележки шарнирно соединяются с ходовой рамой машины (например, ходовая часть башенных кранов). Рельсовый путь, не являющийся принадлежностью машины, обеспечивает ей постоянную траекторию движения и связанную с этим возможность машины выполнять технологический процесс с высокой точностью.

Преимущества рельсового ходового оборудования: простота конструкции; небольшие сопротивления передвижению; невысокая стоимость; достаточные долговечность и надежность.

Недостатки: сложность переоборудования на новые строительные площадки; дополнительные затраты на устройство и техническую эксплуатацию рельсовых путей; малые маневренность и скорость передвижения.

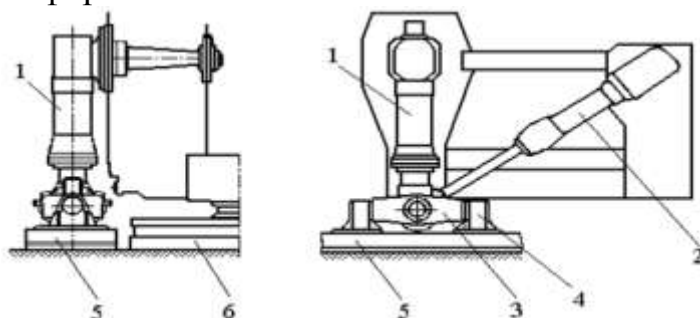
К специальному ходовому оборудованию относятся шагающие устройства.

Основные его достоинства – простота конструкции, надежность, долговечность, малое сопротивление передвижению.

Шагающее ходовое оборудование содержит опорную раму (базу), лыжи (башмаки) и механизм шагания. В настоящее время применяются гидравлические и кривошипно-рычажные механизмы шагания. Они состоят из двух одинаковых, синхронно работающих механизмов, расположенных симметрично относительно продольной оси экскаватора.

Гидравлический механизм шагания состоит из подъемных 1 и тяговых 2 гидроцилиндров (рис. 92.).

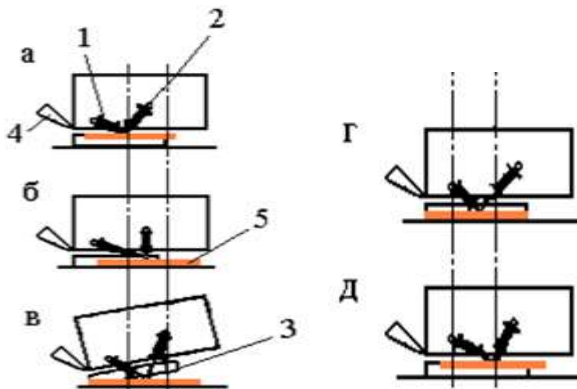
Штоки гидроцилиндров соединяются общим шарниром на траверсе 3, которая также шарнирно с помощью кронштейнов 4 связана с лыжей 5. Гидроцилиндры шарнирно соединены с металлоконструкциями надстройки и поворотной платформы.



**Рис. 92. Гидравлический механизм шагания:**

*1 – подъемный гидроцилиндр; 2 – тяговый гидроцилиндр; 3 – траверса;  
4 – кронштейн; 5 – лыжа; 6 – база*

Во время работы экскаватора поршни всех гидроцилиндров втянуты внутрь (рис. 93).



**Рис. 93. Порядок зашагивания драглайна:**

*1 – тяговый гидроцилиндр; 2 – подъемный гидроцилиндр; 3 – база;  
4 – стрела экскаватора; 5 – лыжа*

Лыжи 5 подняты и занимают крайнее верхнее положение. Поворотная платформа опирается на базу 3. При шагании под действием подъемных и тяговых гидроцилиндров лыжи выдвигаются и опускаются на поверхность уступа (рис.93,б). При возрастании давления в подъемных гидроцилиндрах один конец базы приподнимается над поверхностью уступа (см. рис.93,в). Затем экскаватор с помощью тяговых гидроцилиндров сдвигается и, опираясь на лыжи, скользит базой по поверхности уступа, передвигаясь на величину шага (рис.93,г). После этого подъемные гидроцилиндры поднимают опорные лыжи вверх, и процесс шагания повторяется. На ряде экскаваторов применяется кривошипно-рычажный механизм шагания.

Независимо от конструкции шагающего ходового оборудования в момент непосредственного передвижения экскаватор опирается на две лыжи и на часть опорной базы. Поскольку при этом центр тяжести экскаватора находится впереди оси механизма шагания, передвижение может быть осуществлено только в направлении противовеса.

Достоинства гидравлического шагающего механизма заключаются в плавности его работы и возможности регулирования шага. Недостатком является сложность устройства привода, требующего квалифицированного обслуживания.

### **3.5.1. Техничко-эксплуатационные показатели ходового оборудования**

Основными технико-эксплуатационными показателями ходового оборудования являются: скорость передвижения; проходимость – способность передвигаться в различных эксплуатационных условиях; маневренность – способность изменять направление движения в ограниченных условиях.

Эти свойства присущи гусеничным, пневмоколесным и некоторым видам

специальных ходовых устройств. Для рельсово-колесных машин эти понятия теряют смысл, поскольку указанные эксплуатационные условия в этом случае будут всегда идентичными

- рельсы укладывают на подготовленное основание с соблюдением норм уклонов и определенных радиусов закруглений на поворотах.

Проходимость машины характеризуется давлением на грунт – отношением веса машины и внешних сил к площади контакта движителя с опорной поверхностью, дорожным просветом (клиренсом) – расстоянием от наиболее низкой части машины(кроме движителя) до опорной поверхности и сцепными качествами ходового оборудования.

Маневренность характеризуется минимальным радиусом разворота и шириной дорожного коридора. Гусеничные машины более маневренны по сравнению с пневмоколесными.

Ширина дорожного коридора разворачивающейся машины. Для гусеничных машин она меньше, чем для пневмоколесных машин с одной парой управляемых колес. С увеличением базы машины при прочих прежних размерах ширина дорожного коридора также увеличивается. У

пневмоколесных машин также увеличивается и минимальный радиус разворота. Для работы в стесненных условиях обычно применяют короткобазовые пневмоколесные движители. Ширина дорожного коридора является важной технико-эксплуатационной характеристикой машины, определяющей ее вписываемость в ситуационную схему трассы передвижения.

При движении автомобиля, трактора или тягача возникает общее сопротивление движению машины (Н):

$$F = F_0 \pm F_i$$

где  $F_0$  – сопротивление движению по прямому горизонтальному участку пути, представляющее собой сумму сопротивлений качению колес (гусениц) и трения в трансмиссии, Н;  $F_i$  – сопротивление движению на подъеме (со знаком плюс) или на уклоне (со знаком минус), Н.

Такие виды сопротивлений, как сопротивление воздуха, сопротивление движению на криволинейных участках пути и сопротивление ускорения при тяговых расчетах средств горизонтального транспорта, используемых на строительстве, обычно не учитываются. При выполнении тяговых расчетов, как правило, пользуются величинами удельных сопротивлений движению  $W$ . Значения основного удельного сопротивления движению  $W_0$  автомобилей, тракторов, тягачей и прицепов приводятся в справочниках.

Значение дополнительного удельного сопротивления  $W_i$ , на подъеме принимают равным величине уклона пути  $i$  (в тысячных долях).

Полное сопротивление движению автомобиля, перевозящего груз (Н):

$$F = (G_a + G_r) (F_0 \pm F_i)$$

где  $G_a$  и  $G_r$  – соответственно вес автомобиля и груза, Н.

Для тракторов и пневмоколесных тягачей, буксирующих прицепы:

$$F = G_T (F'_0 \pm F_i) + nG_n (F''_0 \pm F_i)$$

где  $G_T$  – собственный вес трактора или тягача, Н;  $G_n$  – вес прицепа с грузом, Н;  $n$  – число прицепов;  $F'_0$  – основное удельное сопротивление движению трактора или тягача;  $F''_0$  – то же, прицепа.

Для движения автомобиля, трактора или тягача необходимы следующие условия:

$$F_T \geq W \text{ и } F_T \leq G_{\text{сц}} \cdot \phi$$

где  $F_T$  – сила тяги на ведущих колесах (гусеницах), возникающая в результате работы двигателя и взаимодействия колес (гусениц) с дорогой, Н;  $G_{\text{сц}}$  – сцепной вес, т. е. вес машины с грузом, приходящийся на ведущие колеса (гусеницы), Н;  $\phi$  – коэффициент сцепления колес (гусениц) с поверхностью дороги, равный  $\phi = 0,3 \dots 0,6$  для пневмоколесных и  $\phi = 0,5 \dots 0,9$  для гусеничных машин. Если последнее условие не соблюдается, то возникает пробуксовывание колес (гусениц).

### 3.6. Рабочие органы строительных и мелиоративных машин

Главная часть любой машины – ее рабочий орган, которым она выполняет полезную работу. Виды устройства рабочих органов зависят от

назначения машины и условий ее работы. Все остальное оборудование машины – силовое оборудование, трансмиссия, системы управления предназначены для того, чтобы рабочий орган мог выполнить те движения и с тем условием, которые необходимы для выполнения возложенной на машину работы.

Конструкция рабочих органов машин для земляных работ определяется в первую очередь их технологическими функциями, которые могут быть отделение от массива кусков или слоя (стружки) грунта, захват грунта, отделившегося от массива, его накопление, удержание при переносе, укладка или погрузка, планировка, перемещение по поверхности, уплотнение, продавливание и т. п.

Рабочие органы машин для земляных работ различают по виду режущей кромки. Режущая кромка (рис. 94) может иметь вид прямого клина 1, косоугольного клина 2, диска 3, совка 4 или периметра 5. Кроме этого, режущие кромки могут иметь зубья для разработки прочных грунтов.

По способу перемещения грунта рабочие органы делятся на три группы: отвального типа, ковшового и скребкового. Рабочие органы отвального типа, как правило, имеют режущую кромку в виде прямого или косоугольного клина, сочетающегося с отвальной поверхностью криволинейного очертания (рабочие органы бульдозеров 6, автогрейдеров 7, грейдер - элеваторов 8 и др.).

У рабочих органов ковшового типа имеются режущие кромки, оснащенные зубьями или без них (прямая, обратная лопата 12, драглайн 13, грейфер 14, многоковшовые экскаваторы 15, 16, 17, скрепер 9). Траектории движения ковшей во время заполнения могут быть прямолинейными, как у драглайна 13 и цепного органа 15, или криволинейными, как у одноковшовых экскаваторов 12 или роторных 16, 17. Бесковшовые рабочие органы срезают грунт, не перемещая его, а для транспортирования его служат специальные средства, как например, лопатки скребкового цепного рабочего органа 18 или выбросные лопатки роторного рабочего органа 19.

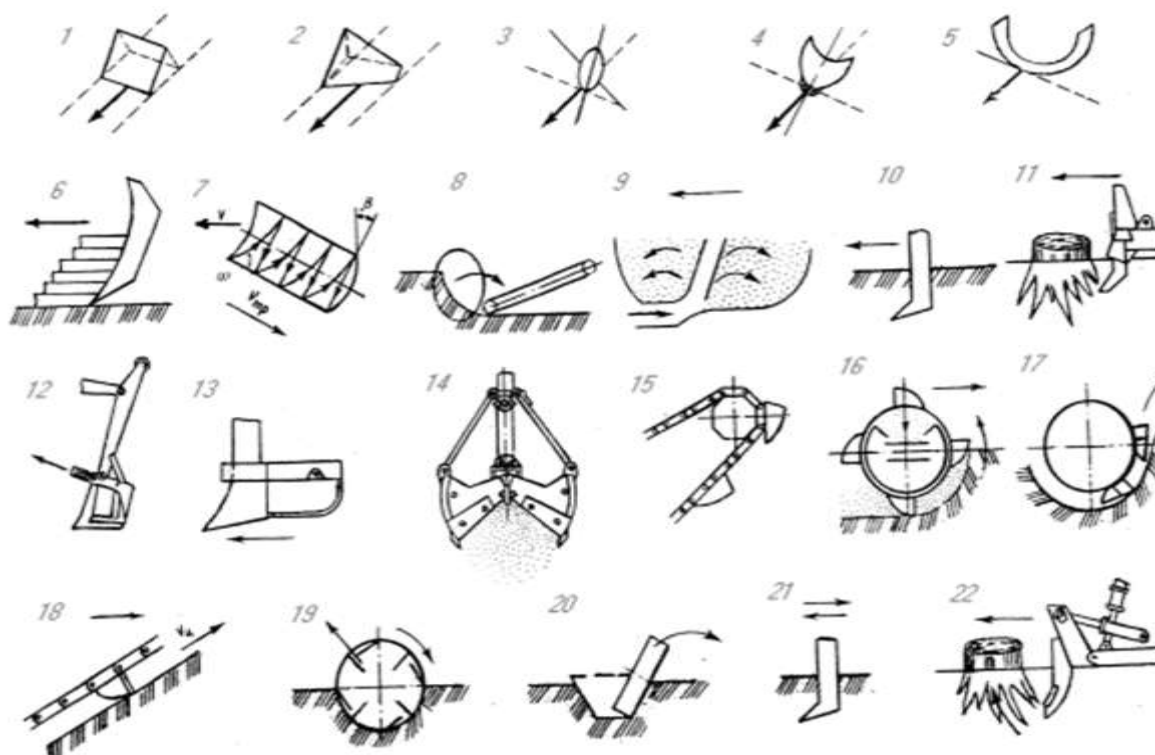
По способу действия рабочие органы различают как пассивные, так и активные. К первым (поз. 6-11 на рис. 94) относят такие, которые при работе не перемещаются по отношению к машине, рабочие же усилия возникают от энергии, подводимой к движителю машины. Рабочие органы активного действия (поз. 12-19 на рис. 94.) при работе перемещаются по отношению к машине и приводятся в движении двигателем машины непосредственно, минуя движитель.

Применяются и рабочие органы комбинированного действия (поз. 20-22 на рис.94.), которые для выполнения рабочего процесса кроме энергии, сообщаемой движителем, реализуют одновременно энергию, получаемую непосредственно от первичного двигателя (плужно-роторный рабочий орган 20, рыхлитель с вибровозбудителем 21, корчеватель активного действия 22).

Несмотря на широкую номенклатуру рабочих органов строительных и мелиоративных машин и оборудования, обусловленную разнообразным



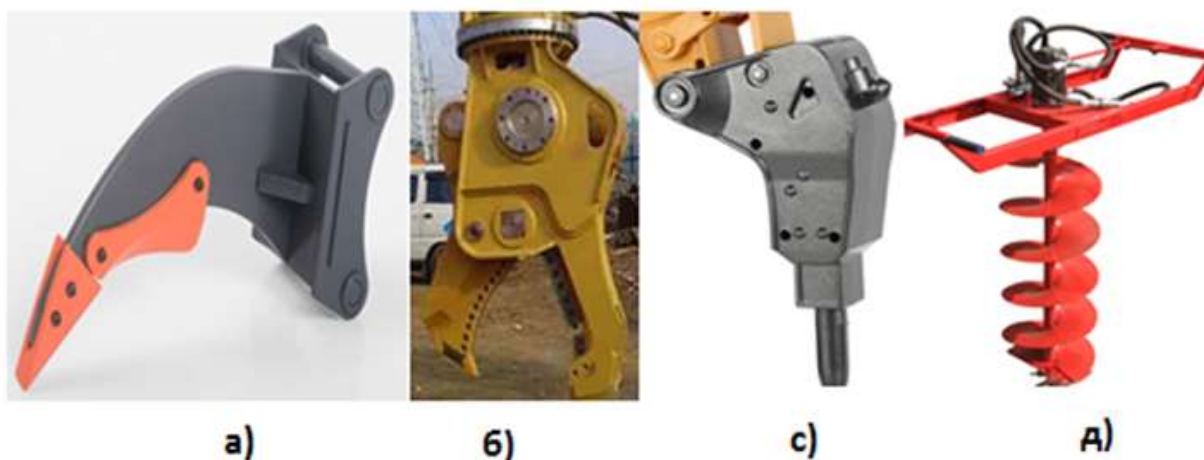
перечнем выполняемых ими работ, по результату их взаимодействия с обрабатываемым материалом их можно разделить на 5 групп.



**Рис. 94. Типы рабочих органов землеройных машин**

Каждый из рабочих органов, входящих в эти группы, отличаются механизмом взаимодействия с обрабатываемым материалом или грузом.

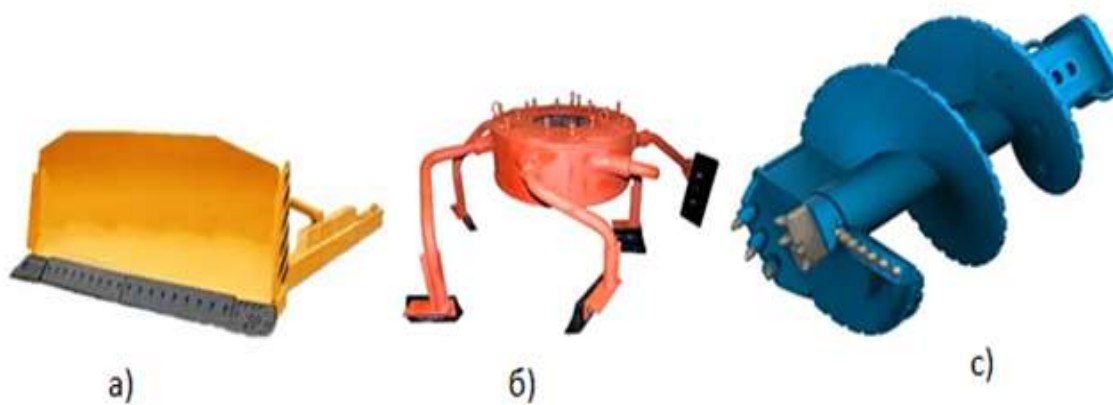
1. Разрушающие рабочие органы (рис. 95): зуб, нож, ударник, бур.
2. Переносящие рабочие органы (рис. 96.): ковш, крюк, захват.
3. Сдвигающие рабочие органы (рис. 97) - отвал, лопасть, шнек.
4. Уплотняющие рабочие органы (рис. 98.)- валец, плита, вибратор.
5. Сортирующие рабочие органы (рис. 99)- сито, колосник.



**Рис. 95. Примеры разрушающих рабочих органов:**  
*а) зуб; б) ножницы; с) ударник(молот); д) бур*



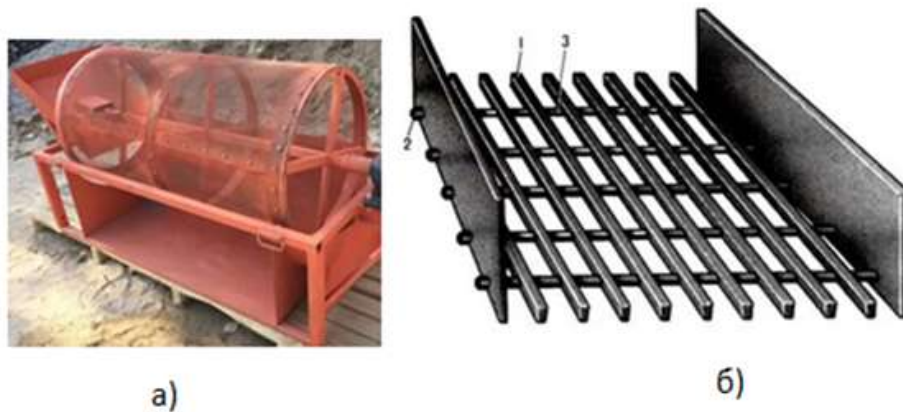
**Рис. 96. Переносящие рабочие органы:**  
*а) ковш, б) крюк, с) захват*



**Рис. 97. Сдвигающие рабочие органы:**  
*а) отвал, б) лопасть, с) шнек*



**Рис. 98. Уплотняющие рабочие органы:**  
*а) валец, б) плита, с) вибратор*



**Рис. 99. Сортирующие рабочие органы:**

*а) сито, б) колосник*

Физико-механические свойства грунтов характеризуются механическими свойствами его компонентов:

*прочностью* – способностью грунта сопротивляться разрушению под действием внешних нагрузок;

*гранулометрическим составом* – процентным содержанием по массе частиц различной крупности;

*плотностью* – отношением массы к единице объема ( $1,5...2 \text{ т/м}^3$ );

*пористостью* – отношением объема пор к общему объему грунта (%);

*влажностью* – процентным содержанием воды в порах грунта;

*связностью* – способностью грунта сопротивляться разделению на отдельные частицы под действием нагрузок;

*разрыхляемостью* – свойством грунта увеличиваться в объеме при постоянстве собственной массы (выражается коэффициентом разрыхления  $k_p = 1,1...1,4$ );

*углом естественного откоса* – углом у основания конуса, который образуется при отсыпании разрыхленного грунта с некоторой высоты;

*пластичностью* – способностью грунта деформироваться под действием внешних сил и сохранять полученную форму после снятия нагрузки;

*сжимаемостью* – свойством грунтов уменьшаться в объеме под действием внешней нагрузки;

*сопротивлением сдвигу* – сцеплением частиц грунта между собой;

*коэффициентами трения грунта* о сталь ( $0,55...0,65$ ) и грунта по грунту ( $0,3...0,5$ );

*абразивностью* – способностью грунта (породы) интенсивно изнашивать (истирать) взаимодействующие с ним рабочие органы машин;

*липкостью* – способностью грунта прилипать к поверхности рабочих органов.

Рабочий процесс землеройных машин с ковшовыми и ножевыми рабочими органами состоит из последовательно выполняемых операций

отделения грунта от массива, его перемещения (транспортирования) и отсыпки. Рабочие органы отделяют грунт от массива резанием и копанием.

*Резание* – процесс отделения грунта от массива режущей частью рабочего органа.

*Копание* – совокупность процессов, включающих резание грунта, перемещение срезанного грунта по рабочему органу и впереди его в виде призмы волочения, а у некоторых машин и перемещение грунта внутри рабочего органа. Сопротивление грунта копанию в 1,5... 2,8 раза больше, чем сопротивление грунта резанию.

### ***Контрольные вопросы к главе 3.***

1. Назначение ходового оборудования строительных машин?
2. Активное и пассивное ходовое оборудование?
3. Как соединить движители с верхней рамой машины?
4. Какими показателями характеризуются технико-экономические показатели ходового оборудования?
5. Что такое приводное и управляемое колесо?
6. Как выглядит колесная формула?

## Глава 4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

### 4.1. Роль машин в строительстве

Непрерывный количественный и качественный рост строительства требует дальнейшего сокращения стоимости, трудоемкости, сроков строительно-монтажных работ, повышения эффективности капиталовложений и производительности труда. Успешное решение данных задач может быть обеспечено совершенствованием технологии и организации работ, внедрением поточных методов производства, повышением эффективности использования существующего машинного парка, созданием и внедрением новых, более совершенных и производительных строительных машин и оборудования, широкой комплексной механизацией и автоматизацией тяжелых и трудоемких технологических процессов, улучшением условий труда. Современное строительство ведется индустриальными методами и представляет собой комплексно-механизированный поточный процесс монтажа зданий и сооружений из сборных элементов, изготавливаемых на заводах и домостроительных комбинатах (ДСК) в условиях высокомеханизированного и автоматизированного производства. В настоящее время в строительстве используется огромный парк машин и оборудования, позволяющий комплексно механизировать основные работы на всех стадиях строительного производства. Комплексная механизация строительства на современном этапе развития техники требует внедрения систем машин, базирующихся на применении машин повышенной единичной мощности с комплектацией их средствами механизации всех технологических процессов. Важным фактором повышения производительности труда в строительстве является возрастающая оснащенность строительно-монтажных организаций ручными машинами, средствами малой механизации для кровельных, штукатурных и малярных работ. Для сокращения малоквалифицированного и монотонного труда, а также труда в тяжелых и вредных для здоровья условиях, все шире осуществляются мероприятия по внедрению автоматических манипуляторов (промышленных роботов) при производстве отделочных, землеройно-планировочных и других работ. Номенклатура строительных машин постоянно расширяется и пополняется более совершенными типами и моделями, отвечающими современным требованиям технологии городского и сельского строительства. При производстве строительных работ в сложившихся городских условиях часто возникают дополнительные трудности из-за необходимости выполнения работ в стесненных условиях и в сжатые сроки. Для эффективного выполнения работ в стесненных условиях используется широкая номенклатура высокопроизводительных специальных и универсальных машин многоцелевого назначения, обладающих компактностью, высокими мобильными и транспортными качествами и обеспечивающих полную безопасность работ в данных условиях. Повышение технического уровня основных видов строительных машин и оборудования обеспечивается прежде всего за счет повышения их



единичной мощности (энергонасыщенности) и производительности, универсальности и технологических возможностей, надежности и долговечности, улучшения удельных показателей важнейших рабочих параметров, развития гидрофикации приводов, широкого использования в конструкциях машин унифицированных узлов, агрегатов и деталей, расширения номенклатуры сменного рабочего оборудования, применения современных систем автоматизации управления рабочими процессами машин, повышения приспособляемости машин к техническому обслуживанию и ремонту, улучшения условий труда машинистов (операторов) и т.п.

Строительные машины учувствуют на всех этапах строительного производства: в карьерной добыче строительных материалов (песка, гравия, глины и т.п.); при погрузке, разгрузке и транспортировании материалов и строительных конструкций; в технологических процессах возведения зданий и сооружений, строительстве дорог, подземных коммуникаций и других видов строительства от работ освоения строительных площадок и нулевого цикла до завершающих стадий отделочных и других работ.

## **4.2. Классификация строительных машин**

В строительстве эксплуатируется более 1000 видов строительных машин различных по назначению, конструкции, принципу действия, размером, мощности, производительности. Наиболее общим признаком классификации строительных машин является их назначение или виды выполняемых работ.

Основой укрупненной классификации строительной техники является назначение машин.

По назначению делятся:

- I. Подъемно-транспортные машины.
- II. Машины для земляных работ.
- III. Машины для буровых работ.
- IV. Машины для свайных работ.
- V. Машины и оборудования для дробления сортировки и мойки каменных материалов
- VI. Машины для бетонных и железобетонных работ.
- VII. Машины для отделочных работ.
- VIII. Ручные машины (механизированный инструмент).

По режиму работы различают машины периодического (циклического) действия, которые производят работу путем периодического повторения одного и того же цикла (включающего рабочие и холостые операции), и машины непрерывного действия. К первой группе машин относятся строительные краны, подъемники, одноковшовые экскаваторы и др., ко второй – многоковшовые экскаваторы, конвейеры, насосы для перекачивания смесей и т. д.

Например, ковшовый экскаватор отделяет грунт от склона, загребают его в ковш, выгружает в стороне или в грузовик и возвращается на исходную

точку. Машины непрерывного действия работают по иному принципу. Они постоянно производят действие, которое сразу даёт результат. Например, бетононасос, которая с момента запуска начинает подавать раствор непрерывно, без циклов.

Обычно машины циклического действия имеют меньшую производительность, поскольку операции растянуты во времени, но при этом они более универсальные, чем техника непрерывного цикла.

По роду используемой энергии и виду силового оборудования различают машины с приводом от двигателей внутреннего сгорания, электрических, гидравлических, пневматических. Применяют и смешанные системы привода дизель-электрическую, дизель-гидравлическую, электропневматическую и т. д.

По степени подвижности машины делят на стационарные, переносные и передвижные (прицепные и самоходные).

По степени универсальности различают машины универсальные, снабжаемые несколькими видами сменного рабочего оборудования для выполнения различных технологических операций (одноковшовые строительные экскаваторы, краны, погрузчики и т. д.), и специализированные, предназначенные для выполнения только одного вида работ (грохоты, раствора-бетононасосы, асфальтоукладчики и т. д.).

Одним из критериев классификации строительной техники является размеры машин и оборудования.

Их разделяют на:

- средства малой механизации или малогабаритную технику. Эти машины используют на небольших объектах, где важна маневренность и проходимость. Такая техника, как правило, отличается экономичностью и простотой в обслуживании.

- среднегабаритную – наиболее востребованную в малом и среднем бизнесе.

Среднегабаритные технические средства обычно не сильно отличаются по размерам от первого варианта, но имеют более высокую производительность;

Крупногабаритную – мощные агрегаты с высокой производительностью. Такая техника дорогая и обычно требует специальных навыков управления;

Негабаритную – спецтехника, которая требует специального транспорта для перевозки или же перевозится в разобранном виде. Это связано с тем, что она не проходит по размерам или весу для дорог общего пользования.

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.

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, маневренность машины и ходовые свойства, 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.

### **4.3. Подъемно-транспортные машины**

Современное строительство включает возведение автомобильных дорог, аэродромов, мостов, путепроводов, тоннелей и других инженерных сооружений, значение которых для жизни цивилизованного общества трудно переоценить. Его концепция предусматривает выполнение обширного перечня операций в качестве обязательных составляющих технологического процесса. Сюда входят очистка территорий от растительности и почвенного слоя, разработка, перемещение и укладка больших объемов нескального и скального грунта, добыча, переработка, сортировка, перевозка и укладка строительных материалов природного происхождения, а также изготовление искусственных строительных материалов. Любая из перечисленных операций из-за грандиозного объема работ не может быть выполнена в короткие сроки без привлечения соответствующих машин и механизмов.

Строительство неизбежно связано с подъемом и перемещением штучных и насыпных грузов, монтажными работами на постоянных и временных инженерных сооружениях, которые не могут производиться без грузоподъемных и подъемно-транспортных механизмов и приспособлений.

В зависимости от назначения подъемно-транспортные машины подразделяются на: грузоподъемные, транспортирующие и погрузочно-разгрузочные.

Грузоподъемные машины предназначены для перемещения штучных грузов по вертикали и/или горизонтали. Перемещение в различных направлениях осуществляется за счет одновременной работы нескольких механизмов, каждый из которых сообщает грузу движение только в одном направлении (вверх/вниз, вправо/влево, вперед/назад).

Транспортирующие машины предназначены для перемещения больших объемов штучных или насыпных грузов по неизменной траектории. Перемещение груза осуществляется с помощью бесконечных транспортирующих элементов, таких как соединенные в кольцо ленты, цепи, троса, архимедовы винты.

Погрузочно-разгрузочные машины предназначены для перевалки штучных и насыпных материалов из транспортных средств к местам хранения и использования, и наоборот. Перемещение груза между местами

погрузки и выгрузки осуществляется по произвольной траектории, как правило, самоходными механизмами со специальными грузозахватными органами – ковшами, вилами, траверсами и т.д.

### 4.3.1. Грузоподъемные машины

Грузоподъемные машины – это машины циклического действия, у которых режим подъема и/или перемещения груза обязательно чередуется с режимом холостого хода, паузами на загрузку/выгрузку и периодами простоя. К этому типу подъемно-транспортных машин относятся подъемные механизмы (домкраты, лебедки и тали), грузовые краны стреловые и пролетные), пассажирские подъемники (рис.100.).

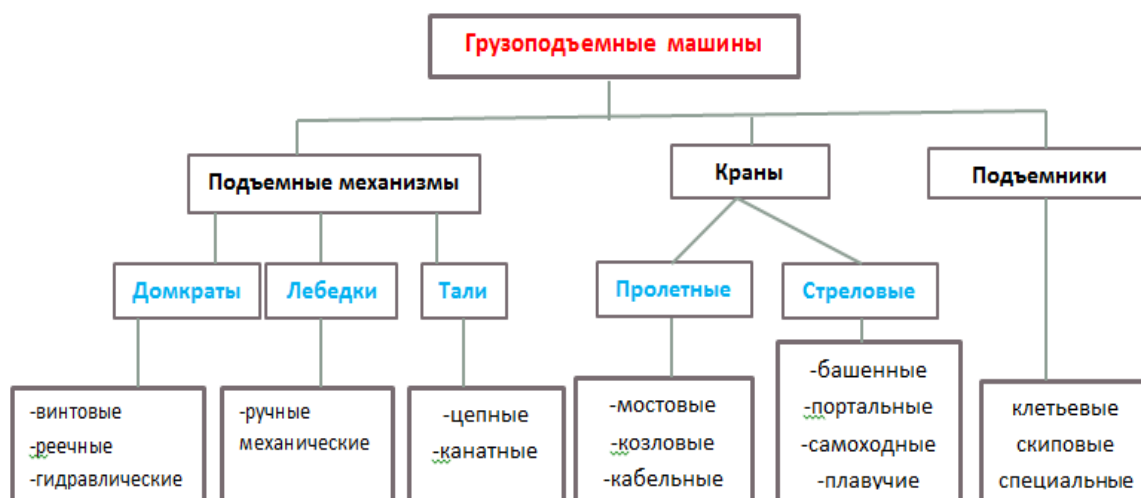


Рис. 100. Классификация грузоподъемных машин

Домкраты – винтовые, речные, поршневые, гидравлические толкатели грузов на высоту до 0,6 м (рис. 101). Применяют на монтажных и ремонтных работах. Основное назначение домкрата – подъем опирающегося на него груза на небольшую высоту. Все виды домкратов объединяет одно свойство – использование при работе рычага в том или ином виде. Для гидравлических моделей это, соответственно, гидравлический рычаг.

По своей сути домкрат – технически несложный механизм. От других грузоподъемных устройств он отличается мобильностью и тем, что располагается непосредственно под грузом, а при работе не требует вспомогательных устройств, например, цепей или канатов.

Применение гидравлических домкратов объясняется их достоинствами с точки зрения конструктивной надёжности и относительной простоты в эксплуатации. К основным достоинствам можно отнести следующее: Широки диапазон грузоподъемность, поднимать грузы до 200 тонн. Достаточно высоким коэффициентом полезного действия до 80 процентов. Хорошая плавность движения, как во время подъёма, так и при опускании груза.



**Рис. 101. Виды домкратов**

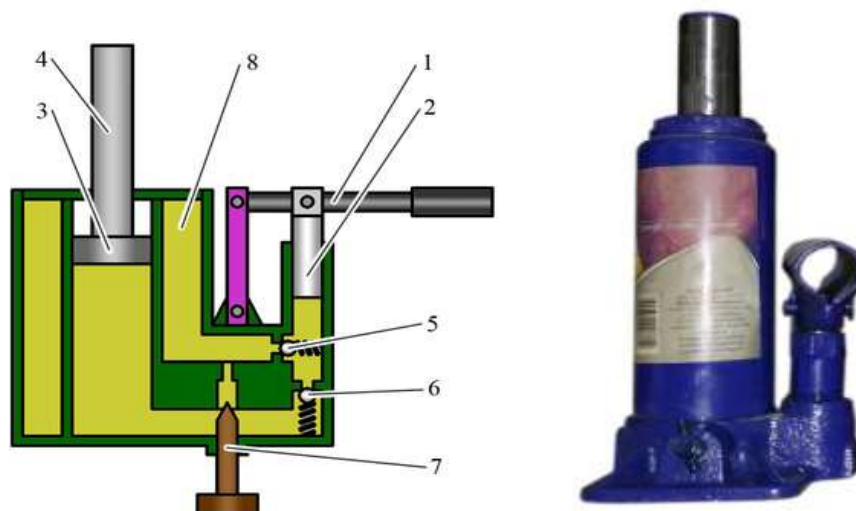
Стабильную надёжность фиксации груза на требуемой высоте. Небольшие габариты для заданных параметров подъёма Недостатками являются:

Начальная высота подъёма выше, чем у механических домкратов. Большая масса по сравнению с механическими домкратами. Ограничения при эксплуатации в различных условиях окружающей среды (температуре, влажности).

Гидравлические домкраты выполнены как два сообщающихся сосуда (рис. 102). Они заполнены специальным гидравлическим маслом. В процессе перекачки этого масла из одного сосуда в другой через специальный клапан, во втором сосуде создаётся избыточное давление. Благодаря этому давлению происходит процесс движения поршня домкрата, и данный поршень исполняет роль подъёмника. Наиболее важными элементами гидравлического домкрата являются рычаг 1, насосный плунжер 2, поршень 3, шток 4, обратные клапаны 5 и 6, перепускной вентиль 7, емкость с рабочей жидкостью 8.

При движении вверх рычаг 1 увлекает за собой насосный плунжер 2, создавая небольшое разрежение в полости 8. За счет этого разрежения клапан 5 открывается, а клапан 6 закрывается. Увеличившийся объем камеры под плунжером заполняется жидкостью из емкости 8, которая поступает через обратный клапан 5. Двигаясь вниз рычаг 1 оказывает воздействие на плунжер 2, который также перемещается вниз, уменьшая объем рабочей камеры и увеличивая давление в ней. Под действием давления клапан 5 закрывается, клапан 6 открывается, а рабочая жидкость устремляется в полость под поршнем 3, вынуждая его перемещаться вверх. После этого цикл повторяется, рычаг движется вверх, насосная полость заполняется, вниз – жидкость вытесняется под поршень.





**Рис. 102. Общий вид схемы гидравлического домкрата**

В данных условиях жидкость несжимаема, а значит величина перемещения поршня 3 будет зависеть от объема вытесненного плунжером 2. По рисунку видно, что объем вытесняемый плунжером невелик, а значит и поршень переместится на небольшую величину. Однако усилие, с которым поршень 3, с прикрепленным к нему штоком 4 будет в разы выше того, что было приложено. Если шток домкрата необходимо переместить вниз, то открывается перепускной вентиль, и поршень под действием силы тяжести перемещается вниз, а жидкость из под него в емкость 8. Лебедка – это специальный механизм, предназначенный для поднятия груза по вертикали или его передвижения по горизонтали за счет передачи усилия от привода барабана до гибкого тягового элемента, например, троса или цепи. В процессе ремонтных и строительных работ часто приходится перемещать различные грузы, причем выполнять как вертикальный подъем, так и горизонтальное их передвижение. Среди всего многообразия грузоподъемного оборудования особое место занимает лебедка, ее особенность заключается в довольно простой конструкции и универсальности. Лебедки отличаются между собой в зависимости от привода вращения барабана для сматывания троса. По приводу лебедки разделяют на следующие виды (рис. 103): *ручные, электрические и гидравлические*.

Ручные лебедки (рис. 103а) самые легкие, компактные. Они оснащаются рукоятью или рычагом, при воздействии на которые осуществляется проворачивания барабана. Лебедка с рукоятью, выполненный в виде ровного цилиндра, на который наматывается трос. Рукоятка проворачивает мелкую шестеренку, а та в свою очередь задействует большую, жестко зафиксированную на барабане.

Электрические лебедки (рис. 103б) осуществляют подъем груза с ручного пульта при нажатии на кнопку. Конструкция лебедок позволяет перемещать грузы по вертикальной и горизонтальной плоскости. Лебедки оснащены электромотором, который с помощью передаточного механизма (редуктора) вращает барабан. Такими лебедками оснащаются лифты.

Грузоподъемность лебедок доходит до 15 тонн, более мощные адаптированы на подъемные краны.



**Рис. 103. Виды лебедок с различными приводами:**  
*а) ручной, б) гидравлический, в) электрический*

Гидравлические лебедки (рис. 103,в), приводятся в движение с помощью гидравлического мотора, эти лебедки надежные и устойчивые к перегрузке. В случае перегрузки механизм останавливается, и не нагревается как это присуще электрическим лебедкам. Недостатком является низкая скорость намотки троса.

**Тали** (рис. 104) – промышленные грузоподъемные механизмы широко применяются в производственных цехах, складах, при строительстве для выполнения погрузочных, разгрузочных и монтажных работ. В зависимости от специфики использования можно выбрать различные типы талей: *ручные; электрические.*

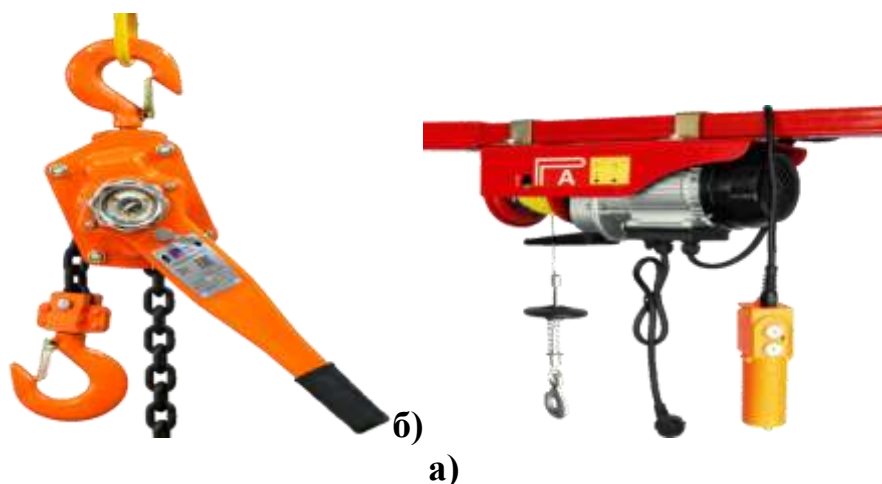
Грузоподъемность механизма варьируется от 0,1 до 30 т, а высота подъема составляет от 1,5 до 25 метров.



**Рис. 104. Типы талей**

*Ручные тали* (рис. 105а) приводятся в действие с помощью ручного привода. Это делает их энергонезависимыми, позволяет уменьшить габаритные размеры и вес. Наиболее значимыми аргументами стала простота применения. Их целесообразно применять, если периодически возникает потребность поднимать небольшие объемы грузов массой от 0,5 до 10 тонн. Но некоторые модели способны поднимать предметы массой до 20, 30, 50 и даже 100 тонн. Высота подъема может достигать 25 метров.

В электрических таях (рис. 105б) устанавливается двигатель, преобразующий электрическую энергию в механическую работу. Крутящий момент от двигателя передается на редуктор, где происходит уменьшение числа оборотов, и они поступают на привод подъемного барабана. В процессе его вращения приводится в движение тяговый орган, и груз поднимается на необходимую высоту.



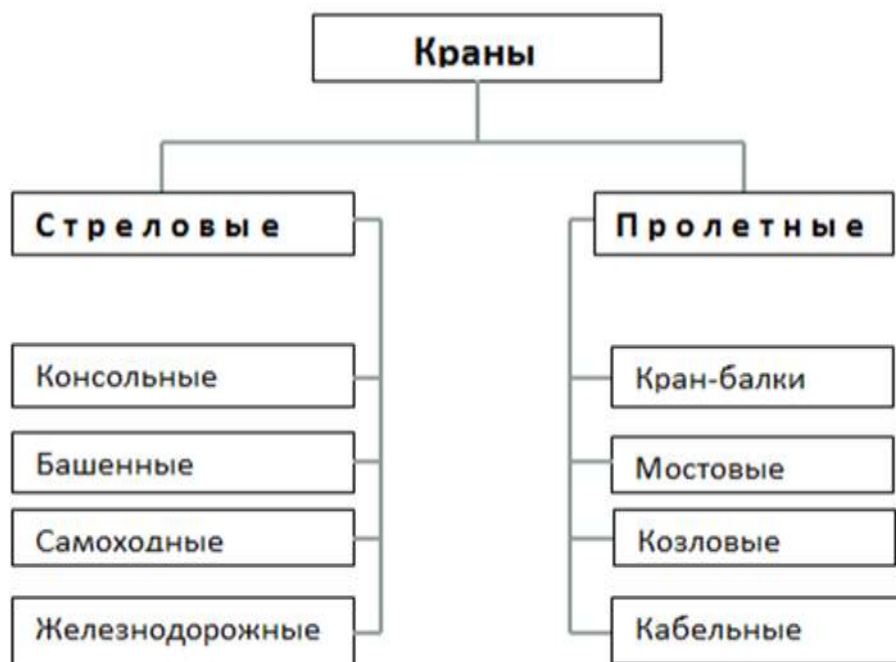
**Рис. 105. Тали:**

*а) ручная; б) электрическая*

**Грузоподъемным краном** называют грузоподъемную машину циклического действия, предназначенную для подъема и перемещения грузов из одной точки в другую.

Грузоподъемные краны являются неотъемлемой составляющей механизации процессов на производстве. Перемещения крупногабаритных грузов и тяжелых комплектующих невозможно без специальных механизмов. В зависимости от условий эксплуатации, характера груза, имеющихся несущих конструкций используют различные типы грузоподъемных кранов. Классификация показана на рисунке 106. По типу конструкции грузоподъемные краны различают на стреловые и пролетные (рис. 106).

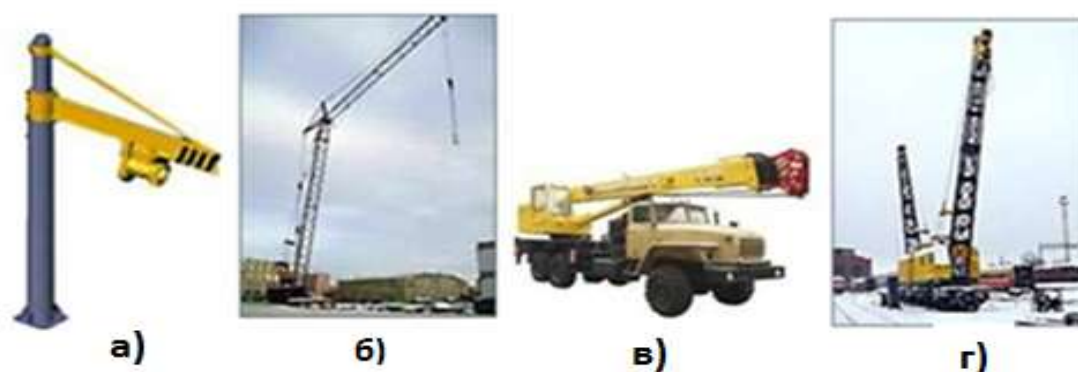
**Стреловыми кранами** называются грузоподъемные краны с грузозахватным органом, подвешенным к стреле или грузовой тележке, перемещающейся по стреле (рис. 107).



**Рис. 106. Классификация грузоподъемных кранов**

К ним относятся: а) *консольные краны* – краны стрелового типа, грузозахватный орган которых подвешен на соединенной с колонной или опорной частью крана консоли или на тележке, перемещающейся по консоли.

К группе консольных кранов относятся консольный кран на колонне, настенный консольный кран, передвижной консольный кран и велосипедный кран; б) *башенные краны* – краны стрелового типа со стрелой, закрепленной в верхней части вертикально расположенной башни; в) *самоходные (автомобильные) краны* – краны стрелового типа со стрелой, закрепленной на раме ходового устройства или на поворотной платформе, размещенной непосредственно на ходовой раме.



**Рис. 107. Виды грузоподъемных кранов:**

*а) консольные; б) башенные; в) самоходные; г) железнодорожные*

**Консольный кран** включает двутавровую консоль, это балка, расположенная в горизонтальном направлении. По ней передвигается тележка с крюком. Механизм поднимается и опускается, а тележка с грузом перемещается только горизонтально. Если она закрепляется на стене,



механизм называется настенным консольным краном. Она закреплена на специальной колонне, которая прочно крепится к фундаменту с использованием специализированных кронштейнов. Рабочим органом выступает балка и стрела с установленным захватным крюком. Консольные устройства поворачиваются вокруг колонны влево и вправо, иногда вращаются на 360°. Повороты осуществляются вручную или механизм поворота бывает оснащен двигателем с редуктором.



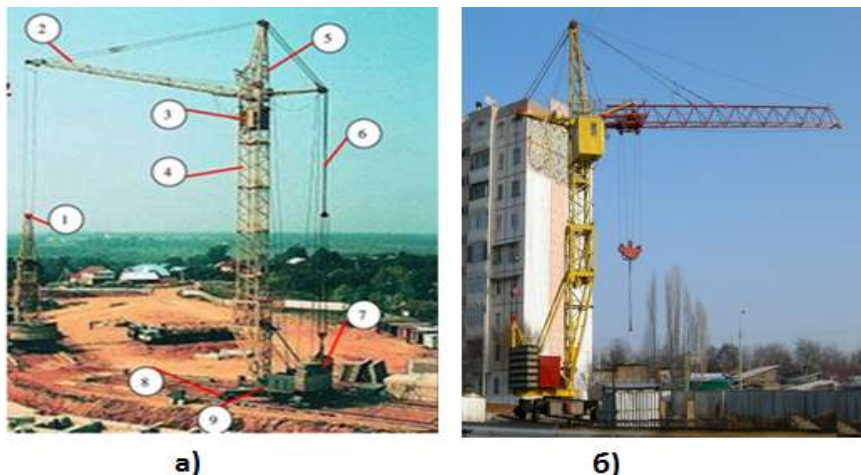
**Рис. 108. Консольный кран в цеху**

Консольные грузоподъемные краны обладают множеством достоинств, среди которых: компактность – оборудование не занимает много места, благодаря чему установка возможна в небольших по площади помещениях; универсальность – использовать поворотный кран можно практически в любых сферах; маневренность; простота монтажа и технического обслуживания.

Башенные краны являются ведущими грузоподъемными машинами в строительстве и предназначены для механизации строительного-монтажных работ при возведении жилых, гражданских и промышленных зданий и сооружений, а также для выполнения различных погрузочно-разгрузочных работ на складах, полигонах, и перегрузочных площадках. Они обеспечивают вертикальное и горизонтальное транспортирование строительных конструкций, элементов зданий и строительных материалов непосредственно к рабочему месту в любой точке строящегося объекта.

Различают два основных вида башенных кранов: *с поворотной и неповоротной башней*. В кранах *с поворотной башней* (рис.109) опорно-поворотное устройство, как правило, размещено внизу, непосредственно на ходовой части крана или портале. В этом случае поворотная часть включает в себя стрелу, башню с оголовком и распоркой, поворотную платформу с размещенными на ней грузовой и стреловой лебедками, механизмом поворота и плитами противовеса.





**Рис. 109. Башенные краны с поворотной башней:**

*а) с подъемной стрелой; б) со стрелой балочного типа: 1 – рабочий орган, 2 – стрела, 3 – кабина, 4 – башня, 5 – поворотная головка, 6 – канатно-блочная система, 7 – противовес, 8 – ходовое устройство, 9 – опорно-поворотный круг*

В кранах с *неповоротной башней* (рис. 110) опорно-поворотное устройство размещено на верху башни, при этом поворотная часть крана состоит из стрелы, поворотного оголовка и противовесной консоли с размещенными на ней лебедками, механизмом поворота и противовесом, служащим для уравнивания крана при работе.

По видам применяемых стрел краны делятся на два вида, с подъемной стрелой и со стрелой балочного типа.

У кранов с подъемной стрелой (рис.110, а.) груз подвешивают к концу стрелы. Изменение вылета стрелы происходит путём подъема стрелы через поворот относительно опорного шарнира у основания башни крана. У кранов с балочной стрелой (рис.110,б) груз подвешивают к грузовой тележке, которая перемещается при изменении вылета по направляющим балкам стрелы.



**Рис. 110. Башенные краны с неповоротной башней:**

*а) с подъемной стрелой; б) со стрелой балочного типа*

Конструкция башенного крана позволяет ему совершать следующие операции: подъем и опускание грузов; изменение вылета стрелы путем перемещения крюка относительно основной оси; поворот на определенный угол; перемещение машины.

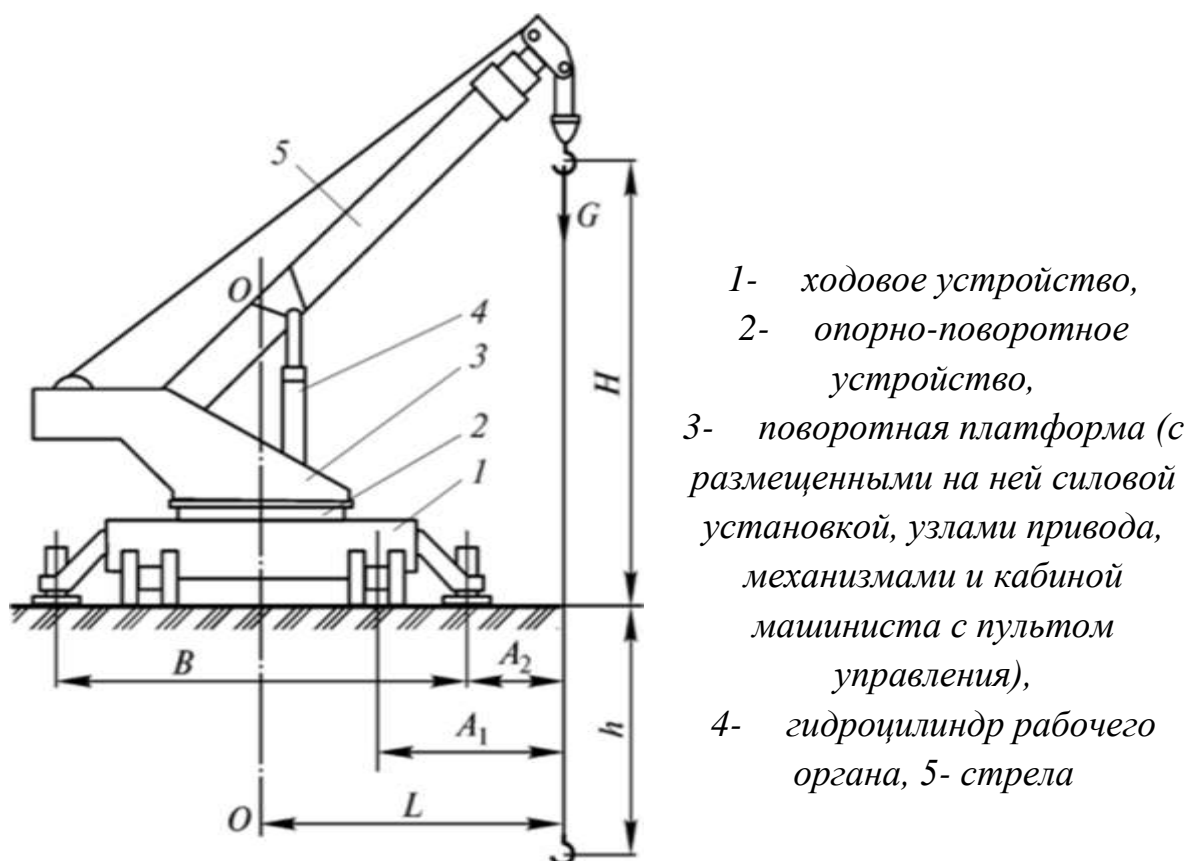
**Стреловой самоходный кран** – кран стрелового типа со стрелой, закреплённой на раме платформы или ходового устройства. Понятие «самоходные краны» объединяет в себе, большую группу грузоподъёмных кранов, характеризующихся высокой транспортной манёвренностью, независимым энергоснабжением и разнообразным рабочим оборудованием. В данную группу входят, автомобильные, пневмоколесные и гусеничные краны. Общая черта, данной группы кранов, состоит в том, что они имеют стреловое рабочее оборудование и ходовое устройство для передвижения по грунтовому основанию и шоссейной дороге. Эти краны полноповоротные и оснащены механизмами для поворота, передвижения, подъёма груза и стрелы. По конструкции, самоходные краны, отличаются лишь ходовыми устройствами. Стреловые самоходные краны могут осуществлять следующие рабочие операции: подъем и опускание груза; изменение угла наклона стрелы при изменении вылета; поворот стрелы в плане на 360°; выдвижение телескопической стрелы с грузом; передвижение крана с грузом. Отдельные операции могут быть совмещены (например, подъем груза или стрелы с поворотом стрелы в плане).

Краткая расшифровка аббревиатур кранов: КС – кран самоходный, КА – автомобильные краны. Аббревиатура обозначает, что краны смонтированы на стандартном автомобильном шасси грузового автомобиля. КШ – краны на специальном шасси. Аббревиатура обозначает краны – на специальном шасси или шасси автомобильного типа, рассчитанного на крановые режимы работы. КК – краны на короткобазовом шасси. Аббревиатура обозначает самоходные краны с короткой базой шасси. Данные краны применяются на не подготовленных площадках и в стеснённых условиях при отношении колеи к базе примерно 1:1. КП – пневмоколесные самоходные краны. КГ – самоходные краны на гусеничном ходу.

Гусеничным ходом оборудуют преимущественно самоходные краны с большой грузоподъемностью, используемые на монтажных работах больших объемов с крупногабаритными грузами. Они наиболее маневренные из самоходных кранов так как приспособлены для работы без дополнительных опор и могут передвигаться с грузом на крюке в любом направлении по уплотненному грунтовому основанию. Скорость передвижения гусеничных кранов не превышает 1,5 км/ч и поэтому они значительно уступают в мобильности автомобильным и пневмоколесным кранам. Ещё одной разновидностью гусеничных кранов, являются краны небольшой грузоподъемности на базовых гусеничных тракторах или на базе тракторных узлов, в частности, краны-трубоукладчики, применяемые в трубопроводном строительстве

Мобильность и маневренность кранов обеспечивается ходовым оборудованием с гусеничным ходом или колесным. Данные способы

передвижения позволяют двигаться по дорогам с твердым покрытием и грунтовым.



**Рис. 111. Основные параметры стреловых самоходных кранов:**

$Q$  – грузоподъемность;  $L$  – вылет расстояние от оси вращения до центра зева крюка;  $A$  – вылет от ребра опрокидывания до центра зева крюка:  $A_1$  – при работе без выносных опор,  $A_2$  – на выносных опорах;  $H$  – высота подъема крюка расстояние от уровня стоянки крана до центра зева крюка,  $h$  – глубина опускания крюка расстояние от уровня стоянки крана до центра зева крюка

Краны с пневмоколесным ходовым оборудованием изготавливают на базе шасси стандартных грузовых автомобилей (автомобильные краны), специализированных пневмоколесных шасси (нормальных или короткобазовых) и многоосных шасси автомобильного типа. Наиболее мобильные из стреловых самоходных кранов, автомобильные; они могут передвигаться со скоростью до 75 км/ч. Пневмоколесные краны имеют скорость до 30 км/ч. Однако автомобильные и пневмоколесные краны работают с выносными опорами, что в значительной степени снижает их маневренность.

На кранах применяются стрелы двух видов (рис. 112), *решётчатосоставные*, которые для облегчения конструкции, делают в виде решётчатых блоков из металлического уголка либо трубы, и *цельнометаллические телескопического типа*.



**Рис. 112. Стрелы:**

*а) решётчато-составные; б) телескопические-цельнометаллические*

**Гусеничные краны** (рис. 113) работают без выносных опор и могут передвигаться в пределах строительной площадки без предварительной подготовки трассы со скоростью 0,5...1 км/ч. Грузоподъёмность гусеничных кранов составляет 16...250 т. Высокая маневренность и большая грузоподъёмность обусловили их широкое применение в различных отраслях строительства на объектах с большими, в том числе с рассредоточенными, объемами работ для монтажа укрупненных конструкций и технологического оборудования.



**Рис. 113. Вид самоходных стреловых кранов на гусеничном ходу**

**Пневмоколесные краны** (рис.114) имеют одинаковое с гусеничными кранами назначение и сходное с ними устройство поворотной части, но отличаются пневмоколесным ходовым оборудованием. Они бывают с нормальной базой или короткобазовые. Короткобазовые обладают повышенной маневренностью, что особенно важно для работы в стесненных условиях, в том числе внутри производственных помещений. В настоящее



время в СНГ производятся и находятся в эксплуатации пневмоколесные краны грузоподъемностью 16, 25, 36 и 100 т.



**Рис. 114.** Вид самоходных стреловых кранов на пневмоколёсном ходу

**Автомобильные краны** – самоходные стреловые краны на базе двух- или трехосных серийно выпускаемых или усиленных шасси грузовых автомобилей (рис.115.). В строительстве их применяют при проведении погрузочно-разгрузочных работ и монтаже конструкций и оборудования небольших масс и размеров. В последнее время автомобильные краны широко используют для выполнения грузоподъемных работ при строительстве небольших зданий. Оборудованные двухканатным грейфером, автомобильные краны используют при перегрузке сыпучих материалов. Грузоподъемность автомобильного крана обусловлена параметрами базового автомобиля. В настоящее время в СНГ выпускаются автомобильные краны грузоподъемностью 4; 6,3; 10; 16; 25 и 32 т.



**Рис. 115.** Схема устройства вида автомобильных кранов

**Краны на спецшасси** (рис. 116.) автомобильного типа, предназначены для строительно-монтажных работ, для монтажа технологического оборудования промышленных предприятий, также для погрузочно-разгрузочных работ. Обладая высокой подвижностью и большой грузоподъемностью, эти краны не требуют монтажа при установке в рабочее положение, обеспечивают низкую посадочную скорость груза, а также большую высоту подъема крюка. Краны на спецшасси имеют грузоподъемности 25, 40, 50, 63, 100 и 250 т. Они являются продолжением ряда грузоподъемностей автомобильных кранов. Известны зарубежные

краны на спецшасси грузоподъемностью до 1000 т. Специальные многоосные шасси (3-8 осей) этих кранов отличаются от автомобильных шасси возможностью воспринимать большие нагрузки от кранового оборудования повышенной грузоподъемности. Транспортная скорость таких кранов составляет от 45 до 60 км/ч.



**Рис. 116. Схема устройства вида автомобильных кранов на спецшасси**

**Тракторные краны** на базе гусеничных или пневмоколесных промышленных тракторов (рис.117.) применяют для выполнения строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ в условиях бездорожья. При этом базовый трактор обычно переоборудуют, удлиняя его ходовую часть, заменяя рессорную подвеску рамы жесткой и смещая вперед силовую установку. На освободившееся место в задней части устанавливают поворотную часть, соединяя ее с неповоротной частью опорно-поворотным устройством обычного типа. В качестве силовой установки используют тракторный двигатель, приводящий крановые механизмы через механическую, гидравлическую или электрическую трансмиссии.



**Рис. 117. Схема устройства вида кранов на тракторе**

Гусеничные тракторные краны обычно оборудуют решетчатыми или коробчатыми прямыми и Г-образными стрелами, а пневмоколесные краны -



чаще телескопическими стрелами. Грузоподъемность выпускаемых промышленностью тракторных кранов не превышает 10 т.

**Кран трубоукладчик** (рис. 118), выпускается на базе гусеничных тракторов специальной трубоукладочной модификации, либо с усовершенствованным ходом обычных гусеничных и пневмоколесных тракторов промышленной или сельскохозяйственной модификации широко используют для выполнения грузоподъемных операций при строительстве нефте-, газо- и других трубопроводов.



**Рис. 118. Кран-трубоукладчик**

Эти машины оборудованы А-образной стрелой коробчатого сечения, расположенной сбоку относительно продольной базы (на лонжероне гусеницы - у гусеничных машин, на нижней раме – у пневмоколесных) и удерживаемой либо полиспастной системой, либо гидроцилиндрами. Для обеспечения устойчивости с противоположной стороны установлен откидывающийся противовес (контргруз) 2, вылет которого, в зависимости от реализуемого грузового момента, регулируют гидроцилиндром 3. У трубоукладчиков малой грузоподъемности противовес обычно не выдвижной. Отличительной особенностью кранов-трубоукладчиков от других стреловых кранов является их способность передвигаться с грузом на крюке, соответствующим максимально возможному грузовому моменту (читать подробнее)

**Пролетные краны** (рис. 119). К этому типу кранов относятся козловые, мостовые краны, кран-балки. У кранов пролетного типа перемещаемый груз располагается в пределах опорного контура. У кранов мостового типа груз подвешен на грузовом полиспасте, верхняя обойма которого закреплена на перемещаемой вдоль моста грузовой тележке. Пространственная траектория груза образуется из сочетания траекторий трех простых движений – подъема груза, перемещения тележки вдоль моста и

перемещения всего крана. **Кран-балка** (рис.119,а) – один из наиболее востребованных видов грузоподъемного оборудования, которое используется при подъеме и транспортировке грузов различного тоннажа, а также для осуществления погрузочно-разгрузочных работ на складах, крановых эстакадах, в цехах промышленных предприятий. Кроме того, подобную технику можно встретить в морских и речных портах, на строительных и производственных площадках.



а)



б)



в)

**Рис. 119. Схема устройства пролетных кранов:**

*а) кран-балка; б) мостовой кран; в) козловой кран*

**Мостовой кран** (рис. 119б) представляет собой грузоподъемный механизм, который перемещается по подкрановому пути. Назначением мостового крана является выполнение погрузочно-разгрузочных работ в цехах промышленных предприятий, на открытых и закрытых складах, а также монтажных участках. Устройство получило свое название из-за моста, который перемещается по двум параллельным балкам, установленным на высоте, с упорами-ограничителями на концах со стальными креплениями. За счет движения по подкрановым рельсам идет продольное перемещение груза. Благодаря своей устойчивой стационарной конструкции, основной такой механизм способен выдерживать самые высокие нагрузки эксплуатации и лучший по грузоподъемности среди всех видов подъемных машин. Теоретически, основную грузоподъемность можно увеличивать практически до бесконечности. Наибольшее распространение получило мостовая техника грузоподъемностью 1-50 т, реже требуются более мощная техника, способная поднять 200 т, 300 т, даже 500 т. Обычно такое производится по специальным заказам.

**Козловой кран** (рис. 119в) – подъемный кран мостового типа, который опирается на подкрановый путь двумя опорными стойками. Краны используются на открытых складских площадках, в строительстве, в портах, на ГЭС и иных объектах. Основные характеристики козловых кранов  $K$  характеристикам кранов относятся: грузоподъемность (от 3 т и выше); пролет (от 10 до 32 м и более); высота подъема (7-10 м, специальные краны – до 60 м);

Среднечасовая эксплуатационная производительность кранов (общая масса, перемещенная в единицу времени):

$$Пч = 3600 Q k_r k_b / T, \text{ т/час.}$$

где  $Q$  – грузоподъемность, т;  $k_r$ , – коэффициент использования крана по грузоподъемности;  $k_b$  – коэффициент использования крана по времени;  $T_{ц}$  – время рабочего цикла крана, с;  $k_r = 1$  – при загрузке насыпных грузов грейферным ковшом;  $K_r = 0,7$  – то же, другими устройствами;  $K_r = 0,6$  – то же, штучных грузов;  $K_r = 0,5$  – при производстве СМР;  $K_b = 0,5...0,6$  – при расчете среднесуточной производительности и использовании крана 12...14 ч в сутки;  $K_b = 0,41...0,43$  – при расчете среднегодовой производительности и работе крана 3600...3800 ч в год.

#### 4.3.2. Транспортирующие машины

**Транспортирующие машины** – машины непрерывного действия, способные работать без остановки в течение продолжительного времени. Транспортирующие машины и механизмы предназначены для горизонтального и слабонаклонного перемещения на большие расстояния штучных и сыпучих грузов и выполнения погрузочно-разгрузочных работ. Транспортирующие машины применяют для перемещения различных насыпных (уголь, руда, агломерат, цемент, песок, щебень, гравий, грунт, зерно и т. п.) и штучных (кирпич, пиломатериалы, бревна, трубы, прокатные балки, слитки, детали машин и др.), на заводах, в горнодобывающей промышленности, строительстве, сельскохозяйственном производстве и других отраслях.

Повышенная производительность машин непрерывного транспорта обеспечивается: непрерывностью процесса перемещения; отсутствием остановок для загрузки или разгрузки; совмещением рабочего и обратного движений грузонесущего элемента.

Транспортирующие машины можно разделить на две основные группы: 1 – с гибким тяговым элементом (ленточные и цепные конвейеры, элеваторы); 2 – без гибкого тягового элемента (роликовые, винтовые и инерционные конвейеры; пневматические, гидравлические и гравитационные устройства).

В машинах первой группы тяговый элемент (лента, цепь, канат) одновременно является и несущим элементом, при этом груз размещается либо непосредственно на тяговом элементе, либо на прикрепленных к нему устройствах.

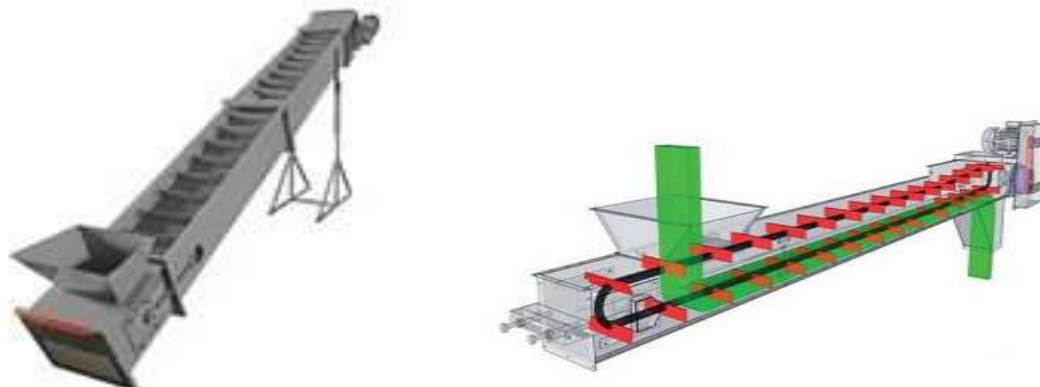
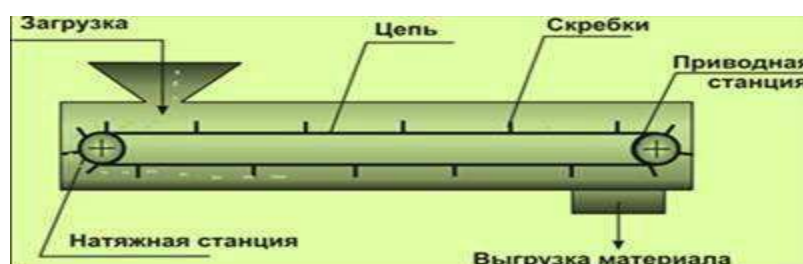
К транспортирующим машинам с гибким тяговым элементом относятся ленточные и цепные конвейеры для транспортирования грузов по горизонтальным и наклонным трассам и элеваторы для транспортирования грузов в вертикальном и направлении и по крутонаклонным трассам.

**Ленточные конвейеры** (рис. 120) – машины непрерывного действия, в которых тяговым и несущим элементом является гибкая лента. Главное назначение данного оборудования – механизация технологических процессов, увеличение темпов производства, минимизация затрат, повышение общей безопасности работ. Эти конвейеры являются наиболее распространенными транспортирующими машинами непрерывного действия. Основные достоинства: высокая производительность (30...40 тысяч тонн в час); простота конструкции; малый расход энергии; высокие скорости перемещения грузов. Недостаток – низкая долговечность ленты.



**Рис. 120. Ленточный конвейер**

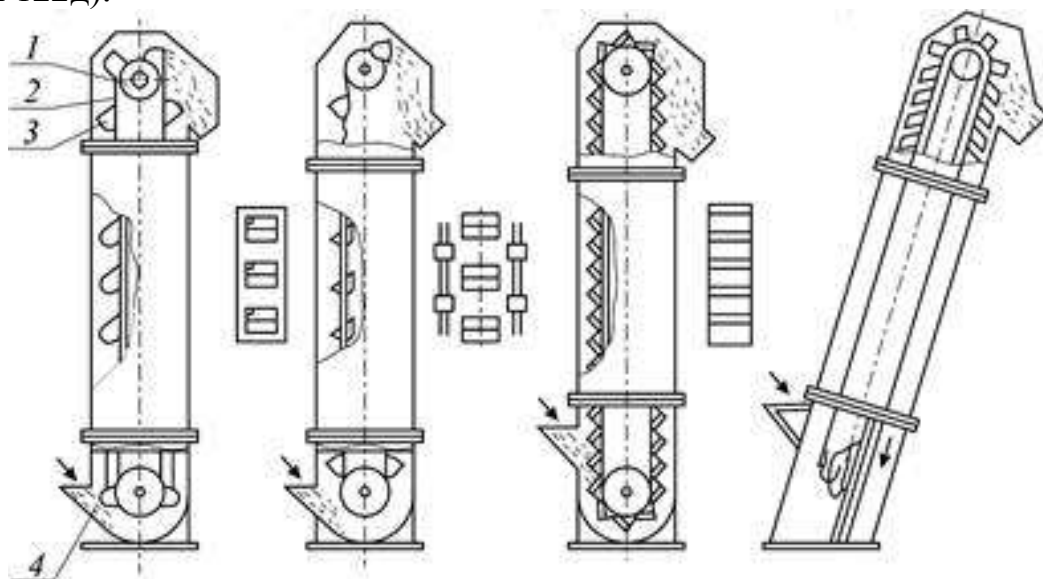
**Цепной конвейер** (рис. 121) – самый надежный вид конвейерного оборудования, у которого рабочей поверхностью является цепь, одна по центру или две по краям. Этот транспортер отличается высокой износостойкостью и предназначен для работы в самых тяжелых условиях. Может перемещать сыпучие, жидкие и полужидкие субстанции.



**Рис. 121. Цепной конвейер**

Цепной конвейер скребкового типа имеет рабочую ветвь, оснащенную скребками. Она движется в коробе. Это дает возможность перемещать сыпучие и полужидкие субстанции. Скребки погружаются целиком или полностью и увлекают груз за собой. В конце рабочей ветви размещается выходной патрубок, через который транспортируемая субстанция покидает транспортер.

**Элеваторы** – машины, служащие для перемещения в вертикальном или близком к нему наклонном направлении сыпучих грузов с помощью непрерывно движущихся ковшей или для перемещения штучных грузов с помощью люлечных или жестких захватов. Элеваторы в зависимости от вида захватных приспособлений разделяются на ковшовые (нории) для сыпучих грузов (рис. 122а-г) и люлечные или с жестким захватом для штучных грузов (рисунок 122д).



**Рис. 122. Схемы элеваторов:**

- а) ленточный элеватор с расставленными ковшами; б) цепной элеватор с расставленными ковшами; в) с сомкнутыми ковшами; г) наклонный элеватор; 1 – приводной барабан; 2 – замкнутая лента; 3 – ковши; 4 – звездочки

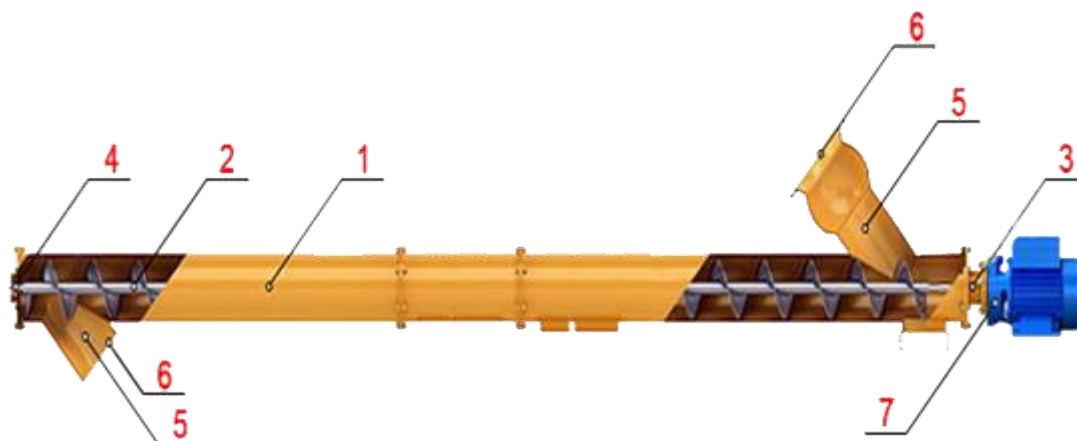
К транспортирующим машинам безгибкого тягового элемента относятся: *винтовые транспортеры, роликовые транспортеры (рольганги) и спуски.*

Винтовые (рис. 123) относятся к группе транспортирующих машин без тягового органа и используются при производстве строительных материалов для транспортирования пылевидных, порошкообразных и реже мелкокусковых грузов на небольшое расстояние в горизонтальном или вертикальном направлении. Рабочей камерой винтового транспортера служит пустотелый цилиндр, внутри которого установлен винт (шнек). Длина горизонтальных винтовых конвейеров достигает 60 м, высота наклонных и вертикальных конвейеров-до 30 м, производительность до 100 т/ч.



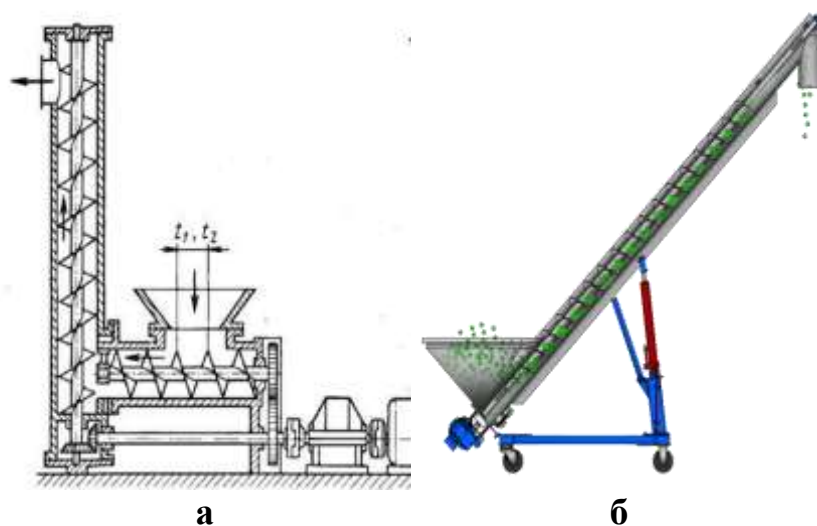
К достоинствам винтовых конвейеров относятся компактность, простота конструкции и обслуживания, надежность в эксплуатации, удобство промежуточной разгрузки, герметичность и пригодность для транспортирования горячих, пылящих и токсичных материалов.

Недостатками являются: повышенная энергоемкость, измельчение грузов в процессе транспортирования, повышенный износ винта и желоба, ограниченная длина, высокая чувствительность к перегрузкам, возможность образования заторов.



**Рис. 123. Винтовой горизонтальный конвейер:**

*1 – корпус; 2 – винт; 3 – силовой подшипниковый узел; 4 – консольный подшипниковый узел; 5 – загрузочное и разгрузочное отверстие; 6 – соединительные фланцы; 7 – мотор-редуктор*



**Рис. 124. Вертикальные винтовые конвейеры:**

*а) вертикальный; б) крутонаклонный*

Роликовые конвейеры (рольганги) (рис. 125) относятся к группе машин непрерывного транспорта без тягового органа и перемещают по горизонтали или под небольшим углом наклона штучные грузы (слитки, плиты, профильный прокат, контейнеры, ящики и т. д.), которые могут

перекатываются по роликам и имеют плоскую опорную поверхность. Грузы катятся по стационарным роликам, оси которых укреплены на жесткой раме.



**Рис. 125. Роликовые конвейеры**

#### **4.4. Машины для погрузочно-разгрузочных работ**

Погрузочно-разгрузочные машины – машины циклического действия, чередующие режимы загрузки, движения с грузом, выгрузки и холостого хода. К этим машинам относятся *ковшовые и вилочные самоходные погрузчики*.

Вилочные погрузчики (рис. 126) специального назначения используются для работы с грузами определенной категории или в особых, обычно стесненных, условиях. По устройству штабелеры близки к обычным электропогрузчикам и отличаются от них компактностью, большей высотой подъема, возможностью поворота и поперечного перемещения вил. Их используют в закрытых складах.



**Рис. 126. Погрузчик Doosan**



**Рис. 127. Погрузчик ВП-05**

Ковшовыми погрузчиками называются самоходные погрузочно-разгрузочные машины с основным рабочим органом, в виде установленного на конце подъемной стрелы ковша (рис. 128). У одноковшовых погрузчиков рабочим является ковш, расположенный на конце стрелы. Он может обладать различной емкостью – уменьшенной, нормальной и увеличенной. Выбор ковша зависит от особенностей груза. Эти погрузчики применяются,

когда необходимо погрузить мелкий сыпучий и кусковой материал-щебень, песок, мусор и т. д.

Основной параметр одноковшовых погрузчиков – грузоподъемность, по этому параметру они делятся на легкие (0,6-2,0 т), средние (2,0-4,0 т), тяжелые (4,0-10,0 т) и большегрузные.



**Рис. 128. Одноковшовые фронтальные погрузчики**

Основной тип погрузчиков составляют снабженные навесным рабочим оборудованием тракторы и тягачи на гусеничном или пневмоколесном ходу. Ковшовые погрузчики могут оснащаться другими видами сменных грузозахватных приспособлений: вилочными захватами, безблочной крановой стрелой, челюстными захватами для лесоматериалов. Источником энергии на ковшовых погрузчиках служит двигатель внутреннего сгорания, преимущественно дизельного типа. По способу разгрузки ковша они классифицируются: с боковой разгрузкой (поворотом или опрокидыванием ковша на сторону); передней разгрузкой.



**Рис. 129. Одноковшовые фронтальные погрузчики:**  
*а) с разгрузкой вперед; б) с боковой разгрузкой*

Техническая производительность, м<sup>3</sup> / ч, одноковшовых погрузчиков при работе с сыпучими материалами составляет:

$$Пт = 3600 V k_n / T_{ц} k_p,$$

где  $V$  – емкость ковша, м<sup>3</sup>;  $k_n$  – коэффициент наполнения ковша;  $k_p$  – коэффициент разрыхления материала;  $T_{ц}$  – продолжительность цикла, с.

Продолжительность цикла складывается из времени наполнения ковша, отъезда от забоя, подъезда к транспорту или отвала, разгрузки и времени обратного хода.

## 4.5. Механизация земляных работ

### 4.5.1. Общая характеристика

Земляные работы относятся к главнейшим и наиболее распространенным в современном строительном производстве. К земляным работам относят рыхление твердого и скального грунта, отрыв котлованов, траншей и каналов, вскрышные работы, перемещение грунта в отвал, возведение насыпей с уплотнением грунта, зачистку дна и откосов земляных сооружений, обратную засыпку котлованов и траншей, планировку поверхности. Большая трудоемкость этих работ предопределяет необходимость максимальной их механизации, а массовость и разнообразие применение машин многих типов.

Земляные работы делятся на:

подготовительные и вспомогательные – очищение территории от кустов, пней, снос разных сооружений, срезание растительного покрова, снижение уровня вод, закрепление грунтов, предварительное рыхление;

основные – копание траншей, котлованов, насыпка дамб, насыпей и т.п.;

специальные – прокладывание кабелей, бурение скважин, безтраншейное прокладывание трубопроводов, забивание в грунт разнообразных свай, камнерезательные работы др.

Отдельный вид работ – связанных с разработкой, транспортированием и укладыванием грунта с помощью средств гидромеханизации.

Машины для земляных работ классифицируются на следующие группы (рис. 130).

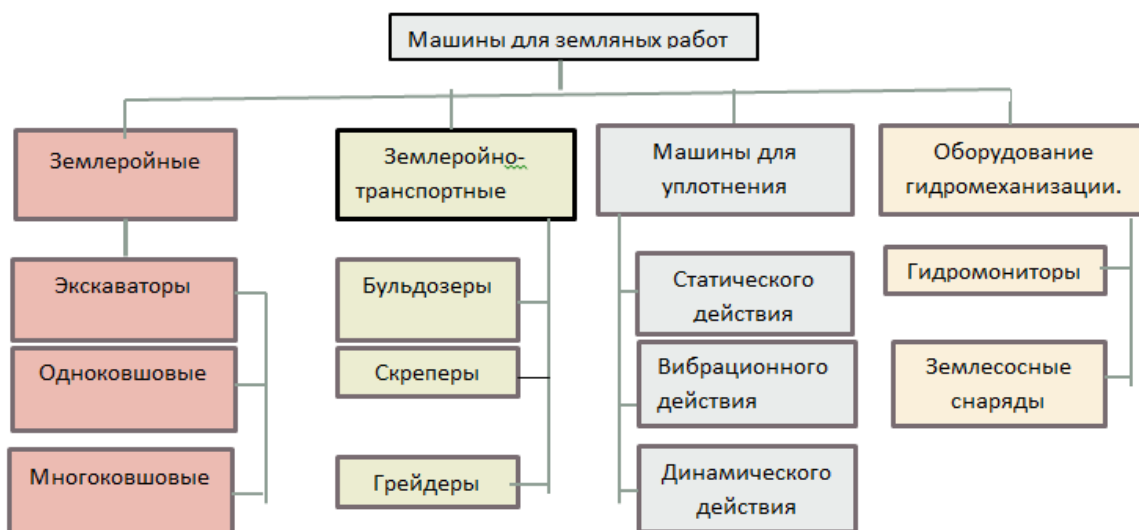


Рис. 130. Классификация машин для земляных работ

по назначению – землеройные, землеройно-транспортные, уплотнительные машины и средства гидромеханизации земляных работ;  
по типу привода – с приводом внутреннего сгорания, электрическим, гидравлическим и комбинированным;  
по количеству двигателей – одно- и много- двигательные;  
по мощности – малой, средней и большой мощности;  
по типу ходовой части – гусеничные, пневмоколесные, шагающие, рельсовые.

К землеройным машинам относятся одно- и многоковшовые экскаваторы, а также одноковшовые погрузчики грунта.

Землеройно-транспортные машины делятся на ковшовые (скреперы), ножевые (бульдозеры и автогрейдеры) и машины с дополнительным транспортировочным органом (грейдеры-элеваторы).

Машины для уплотнения грунтов бывают статического действия (катки), ударные (трамбовочные), вибрационные и комбинированной.

К средствам гидромеханизации земляных работ относятся гидромониторы и земснаряды.

#### **4.5.2. Землеройные машины**

Экскаватором называют землеройную машину, выполняющую операции по отделению грунта от массива и перемещению его в отвал или транспортные средства в пределах зоны досягаемости рабочего оборудования. Экскаваторы, являющиеся наиболее универсальными землеройными машинами, однако транспортирующие способности их невелики и определяются радиусом действия этих машин. Всего существует более 700 наименований экскаваторов, 400 типов. Экскаваторы оборудуют одним или несколькими ковшами.

По характеру рабочего процесса экскаваторы подразделяются на машины циклического действия, у которых все операции протекают последовательно в определенном порядке и повторяются через некоторые промежутки времени – *одноковшовые экскаваторы*, и машины непрерывного действия, у которых все операции производятся одновременно – *многоковшовые экскаваторы*.

Одноковшовый экскаватор-это самоходная землеройная машина на гусеничном, колесном или шагающем ходу, имеющая верхнюю часть, способную поворачиваться на 360°, со смонтированным рабочим оборудованием, предназначенным главным образом для копания с помощью ковша без перемещения ходовой части в течение рабочего цикла. Одноковшовый экскаватор – наиболее распространённый тип землеройных машин, применяемых в строительстве и добыче полезных ископаемых.

Существует множество типов и видов одноковшовых экскаваторов. Экскаваторы циклического действия (одноковшовые) *по назначению*:

строительные – для земляных работ, погрузки и разгрузки сыпучих материалов;



строительно-карьерные – сочетают функции строительных и карьерных экскаваторов;

карьерные – для получения строительных материалов и полезных ископаемых открытым способом;

туннельные и шахтные – для работы под землей при строительстве подземных сооружений и добыча полезных ископаемых.

Они классифицируются (в СНГ) *по главному параметру* (эксплуатационной массе с основным рабочим оборудованием), *по типу шасси, по типу двигателя, по типу передачи.*

В зависимости *от главного параметра* – эксплуатационной массы с основным рабочим оборудованием, одноковшовые экскаваторы подразделяют на следующие размерные группы:

Размерная 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

По типу шасси различаются следующие одноковшовые экскаваторы (рис. 132): *навешиваемые на тракторы (рис. 132,а), на автомобильном шасси (рис. 132,б), пневмоколесные (рис. 132,в), гусеничные (рис. 132,г), шагающие (рис. 132.д), железнодорожные (рис. 132,.е), плавающие (рис. 132,ж).*



**Рис. 132. Одноковшовые экскаваторы на различных по типу шасси**

По повороту рабочего оборудования относительно опорной поверхности одноковшовые экскаваторы делятся на полноповоротные (рис.133,а.) и неполноповоротные (рис. 133,б).



**Рис. 133. Одноковшовые экскаваторы:**  
*а) полноповоротный; б) неполноповоротный*

По типу двигателя одноковшовые экскаваторы делятся на двигателем внутреннего сгорания и с электрические двигателем.

В зависимости от установки рабочего оборудовании одноковшовые экскаваторы делят на виды (рис.134):

экскаваторы с гибкой подвеской рабочего оборудования (рис. 134,а );

экскаваторы с жесткой подвеской рабочего оборудования (рис.134,б).

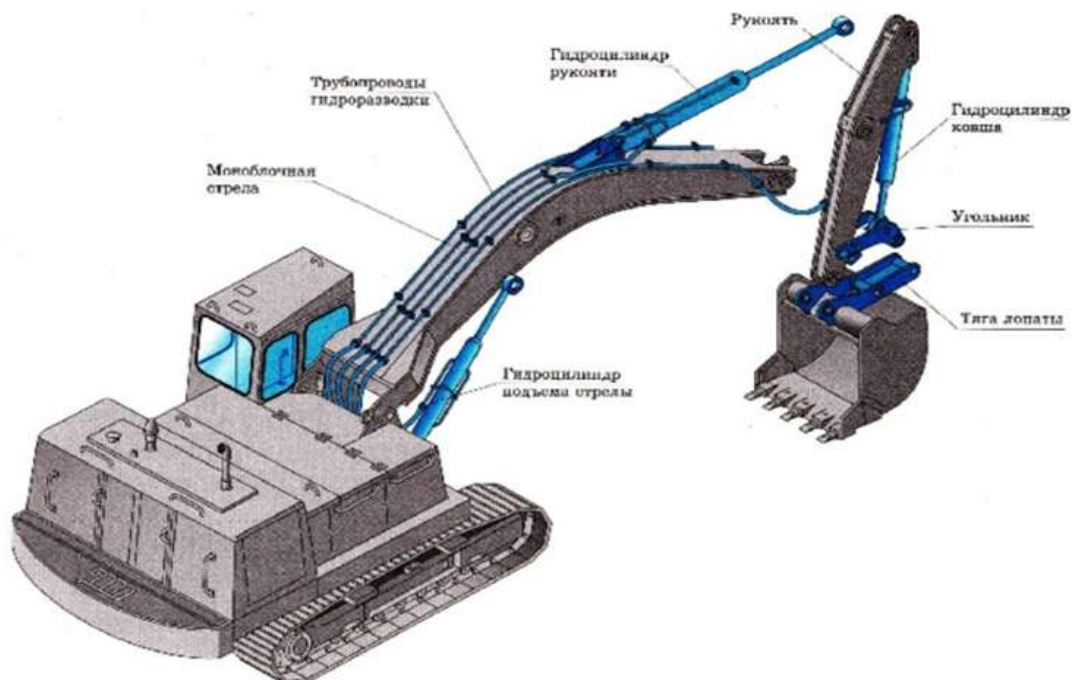


**Рис. 134. Одноковшовые экскаваторы по виду установки рабочего:**  
*а) с гибкой подвеской рабочего оборудования; б) с жесткой подвеской рабочего оборудования*

Рабочее оборудование одноковшовых экскаваторов- совокупность сменных рабочих оборудовании одноковшового экскаватора. Базовая машина одноковшового экскаватора обеспечивает функционирование различного сменного рабочего оборудования (рис. 135).

Рабочее оборудование для копания грунта называют основным, а рабочее оборудование для выполнения других операций – дополнительным.

Основное рабочее оборудование: прямая лопата, обратная лопата, грейфер, драглайн.



**Рис. 135. Базовая машина одноковшового экскаватора для сменного рабочего оборудования**

*Прямая лопата* (рис. 136) широко применяется гидравлических экскаваторах 4-й - 6-й размерных групп и на экскаваторах с механическим приводом. Ею разрабатывают грунты I -III категории в интервале температур от -40 до +40 °С. Прямая лопата-основное рабочее оборудование для разработки (копания) грунта выше уровня стоянки экскаватора. Ковш прямой лопаты закреплен на рукояти.



**Рис. 136. Общий вид экскаваторов прямая лопата:**  
*а) гидравлический; б) механический*

**Обратная лопата**-основное рабочее оборудование для разработки (копания) грунта ниже уровня стоянки экскаватора. Обратная лопата (рис. 137) служит для разработки грунта, находящегося ниже уровня стоянки, при этом ковш движется вверх в сторону экскаватора.



**Рис. 137. Экскаватор гидравлический с обратной лопатой**

*Грейфер* (рис. 138) применяют для отрывки котлованов, траншей, колодцев и выполнения погрузо-разгрузочных работ. Грейферы, используемые на экскаваторах с гидравлическим приводом, имеют жесткую подвеску. Это позволяет создавать необходимые усилия напора при врезании и эффективно разрабатывать плотные грунты.



**Рис. 138. Экскаватор с рабочим оборудованием грейфер:**  
*а) гидравлический; б) механический*

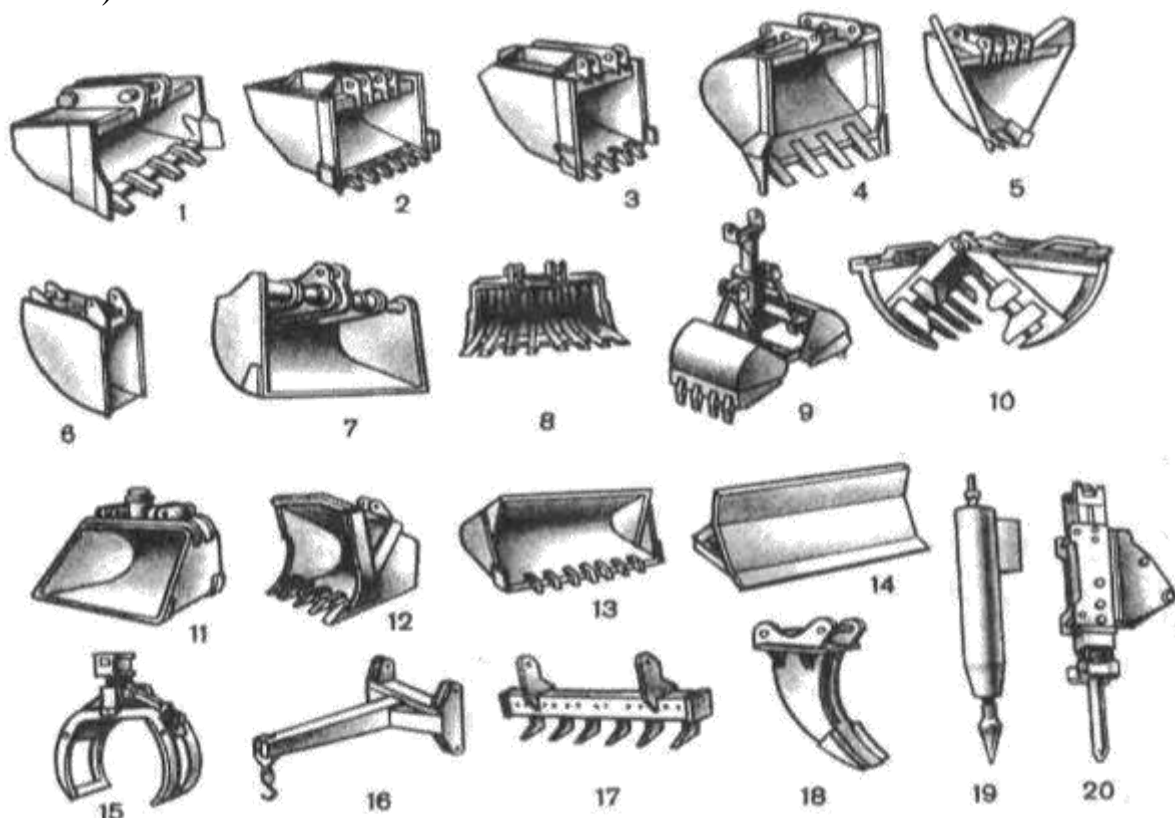
*Драглайн* (рис. 139) предназначен для разработки грунтов преимущественно ниже уровня стоянки экскаватора. Благодаря удлиненной решетчатой стреле драглайн может работать на большом радиусе копания, поэтому он применяется при отрывке больших котлованов, рытье каналов в ирригационном строительстве и выполнении погрузо-разгрузочных работ на сыпучих материалах. Это единственный вид рабочего оборудования, который монтируется исключительно на экскаваторах с механическим приводом.





**Рис. 139. Схема драглайна**

Строительные экскаваторы в качестве сменных рабочих органов могут быть снабжены рабочим оборудованием и рабочими органами более 35 видов (рис. 140).



**Рис. 140. Сменные рабочие органы гидравлических экскаваторов:**  
*1...3 – ковши обратных лопат; 4 – ковши прямой лопаты; 5 – ковши для дренажных работ; 6 – ковши для рытья узких траншей; 7 – ковши со сплошной режущей кромкой для планировочных работ; 8 – ковши с зубьями для зачистных работ; 9...10 – двухчелюстные грейферы; 11...13 – погрузочные ковши большой вместимости; 14 – бульдозерные отвалы; 15 – захваты для погрузки труб и бревен; 16 – крановая подвеска; 17 – многозубый рыхлитель; 18 – однозубый рыхлитель; 19 – гидравлический молот; 20 – гидропневматический молот*



Экскаватор с рабочим оборудованием однозубого рыхлителя (рис. 141а) предназначен для разрушения мерзлых грунтов, разработки трещиноватых скальных пород, взламывания асфальтового покрытия, выемки бордюрного камня, корчевания пней.



**Рис. 141. Экскаватор с рабочим оборудованием:**  
*а) однозубый рыхлитель; б) гидромолот*

Экскаватор, оснащенный гидромолотом (рис.141,б), применяют для разрушения мерзлого грунта, рыхления скальных пород, дробления негабаритов, разрушения старых фундаментов, взламывания дорожных покрытий и т.п.

*Гидроножницы* - это наиболее важный и нужный рабочий орган гидравлического экскаватора (рис.142,а) при выполнении работ в строительстве при сносе ветхих зданий и сооружений, а также высокоэффективный в чрезвычайных ситуациях при разборке завалов разрушенных зданий взрывом или землетрясениями.



**Рис. 142. Экскаватор с рабочим оборудованием:**  
*а) гидроножницы; б) вибротрамбовщик*

Рабочие оборудование вибротрамбовщики гидравлические (рис.142,б) предназначены для проведения планировочных работ, уплотнения различных материалов и подготовки площадок под строительные работы. Наиболее эффективно вибротрамбовки используются при уплотнении

траншей, песчаных и гравийных поверхностей, талых грунтов, при устройстве уклонов дорог с высоким углом наклона, а так же для повышения плотности грунта при проведении строительных работ.

По типу привода одноковшовые экскаваторы делятся на экскаваторы с механическим, гидромеханическим, гидравлическим, электрическим и смешанным приводами.

Производительность одноковшовых экскаваторов зависит от конструкции машины, времени рабочего цикла, являющихся базовой характеристикой экскаватора, состояния и качества грунта и забоя, уровня организации земляных работ, квалификации машиниста и ряда других факторов.

Часовая теоретическая производительность одноковшового экскаватора  $Pч$  определяется по формуле

$$Pч = qn$$

где  $q$ -геометрический объем ковша, м<sup>3</sup>;  $n$ -конструктивно-расчетное число рабочих циклов за один час работы,

$$n = 3600 / t_{ц};$$

$t_{ц}$ , с – теоретическая продолжительность рабочего цикла, включая копание, поворот для выгрузки ковша, выгрузку, поворот в забой и опускание ковша.

Техническая производительность экскаватора  $PТ$  учитывает коэффициент наполнения ковша, влияние разрыхления грунта и продолжительности цикла и определяется по формуле

$$PТ = qnkп / kр ,$$

где  $q$ -геометрический объем ковша, м<sup>3</sup>;  $n$ -число рабочих циклов за один час работы,  $n = 3600 / t_{ц}$ ;  $t_{ц}$ , с – продолжительность рабочего цикла по хронометражным наблюдениям;  $кп$ - коэффициент наполнения ковша грунтом;  $кр$ - коэффициент разрыхления грунта.

Эксплуатационная производительность экскаватора  $Pэ$  определяется с учетом потерь времени, нарушающих непрерывность его работы, по формуле

$$Pэ = PТkв ,$$

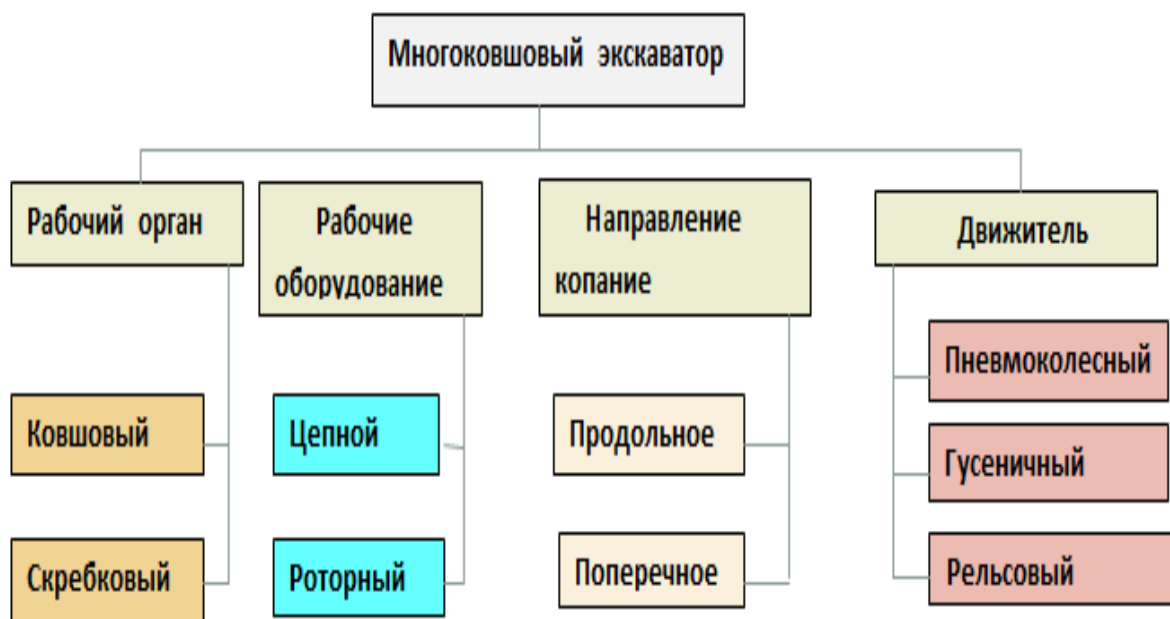
где  $kв$ - коэффициент использования машины по времени,  $kв = 0,85...0,95$ ,

*Многоковшовые экскаваторы* (экскаваторы непрерывного действия)-землеройные машины с цепными или роторными рабочими органами, цикл копания у которых совмещен с циклами выгрузки грунта и перемещения машины.

По назначению и способу производства работ экскаваторы непрерывного действия разделяют на *роторные и цепные*. Цепные экскаваторы изготавливают двух видов: с *продольным копанием* - траншейные, и с *поперечным копанием* – для работы в карьерах.

*Роторные экскаваторы* также бывают двух видов: для *продольного копания* – траншейные, и *радиального копания* – для рытья котлованов и вскрышных работ. Классификация многоковшовых экскаваторов представлено на рисунке 143.

На открытых горных работах применяются полноповоротные роторные экскаваторы большой производительности.



**Рис. 143. Классификация многоковшовых экскаваторов**

Многоковшовые цепные экскаваторы изготавливаются двух видов: с *продольным копанием* – траншейные (рис.144) и с *поперечным копанием* – для работы в карьерах.

Экскаваторы продольного копания (траншеекопатели) могут быть с *цепным* или *роторным рабочим органом*, и предназначены для рытья различного вида траншей (для укладки трубопроводов, ирригационных сооружений и т. п.).



**Рис. 144. Экскаваторы продольного копания:**  
а) цепные; б) роторные

Выпускается три типа многоковшовых экскаваторов (траншеекопатели):

1) цепные с наклонным ковшовым оборудованием (рис.144,а) для рытья траншей шириной от 0,15 до 2 м и глубиной до 8 м;

3) цепные малогабаритные с рабочим оборудованием скребкового типа (рис.145,) – для рытья траншей шириной до 0,3 м (для прокладки кабеля и труб малого диаметра);

4) роторные (рис.144,б) – для рытья траншей глубиной 1,5-3,0 м в зависимости от диаметра их ротора.



**Рис. 145. Цепной экскаватор с рабочим оборудованием скребкового типа**

Цепные многоковшовые траншейные экскаваторы (ЭТЦ) с наклонным расположением ковшовой рамы применяются для рытья траншей в грунтах I, II и III группы без крупных включений.

Цепные экскаваторы продольного копания (траншейные) изготавливаются для рытья траншей глубиной 1,25; 1,6; 2; 2,5; 4 и 6 м и соответственно шириной 0,15- 0,25; 0,2-0,4, 0,2-0,5; 0,5-1; 0,6-1,2 и 0,8-1,6 м.

Ходовое устройство экскаваторов для разработки траншей глубиной 1,25 м – пневмоколесное; глубиной 1,6 и 2 м – пневмоколесное и гусеничное; более 2 м – гусеничное. Производительность траншейных экскаваторов составляет от 50 до 200 м<sup>3</sup>/ч. Рабочие органы многоковшовых цепных экскаваторов закрепляются на цепях, образующих криволинейный замкнутый контур. Для производства работ ковшовую раму опускают на грунт и включают ковшовую цепь. Перемещающиеся ковши зубьями разрабатывают грунт. Срезанный грунт ковшами поднимается в бункер. При огибании цепей вокруг звездочек верхнего поперечного вала происходит перегрузка грунта на ленточный транспортер. При достаточном заглублении ковшей включают механизм передвижения экскаватора, передающий вращение ведущим звездочкам гусеничного хода. Применение значительного количества ковшей рабочего органа экскаватора обеспечивает непрерывное копание грунта, уменьшает необходимые усилия, снижает инерционные нагрузки и способствует повышению производительности машины. Разрабатываемые траншеи могут быть прямоугольного, трапецеидального или ступенчатого профиля. Вырытый и разрыхленный грунт сыпается в сторону от траншеи.



Траншейные экскаваторы с рабочим органом роторного типа (ЭТР) разрабатывают грунт с помощью нескольких или одного жесткого колеса (ротора), на котором и размещены ковшовые резак или зубья (рис.146). Копка траншеи проходит при вращении этого колеса вокруг рамы на роликовых элементах с постепенным увеличением толщины снимаемой стружки от нуля до максимума. Многоковшовые экскаваторы с роторным рабочим органом представляет собой вращающееся относительно своей горизонтальной оси рабочее колесо (ротор), на котором укреплены ковши.



**Рис. 146. Роторный траншеекопатель**

Роторная машина может прокапывать траншеи глубиной до 3-х и шириной от 0,8 до 2,5 метров. Она имеет более высокий КПД и большую производительность работы, чем цепная, но рытье более глубоких траншей для неё проблематично, т.к. влечет за собой сильное увеличение массы и габаритов навесного оборудования.

Независимо от вида землеройного оборудования и особенностей самой машины, все траншейные экскаваторы сохраняют одинаковый набор основных частей: базовый тягач пневмоколесного либо гусеничного типа, который обеспечивает равномерное поступательное передвижение всего агрегата; рабочее оборудование роторного или цепного типа, закрепленное на машине навесным либо полуприцепным способом; отвальное устройство, ссыпаящее грунт в отвал либо транспортные средства для последующего вывоза; дополнительное подъёмно-спусковое устройство для управления подъёмом и установкой в рабочее положение навесного оборудования.

Техническая производительность цепного экскаватора  $\Pi_{\text{цо}}$  пределяется по формуле

$$\Pi_{\text{цеп}} = b_{\text{тр}} h_{\text{тр}} v_{\text{экс}} ,$$

где  $b_{\text{тр}}$  – ширина отрываемой траншеи;  $h_{\text{тр}}$  – глубина отрываемой траншеи;  $v_{\text{экс}}$  – рабочая скорость экскаватора.

Техническая производительность многоковшового роторного экскаватора  $\Pi_{\text{рот}}$  рассчитывается по формуле

$$\Pi_{\text{рот}} = q_{\text{ков}} z_{\text{ков}} n_{\text{рот}} k_p / k_n ,$$

где  $q_{\text{ков}}$  – вместимость ковша;  $z_{\text{ков}}$  – число ковшей на роторе;  $n_{\text{рот}}$  – частота вращения ротора;  $k_p$  – коэффициент разрыхления грунта (отношение объема



разрыхленного грунта к объему грунта в плотном виде);  $k_n$  – коэффициент наполнения ковша.

#### 4.6. Землеройно-транспортные машины

Интенсивное развитие строительного производства и сокращение сроков ввода в эксплуатацию новых жилых домов, промышленных предприятий, железных и автомобильных дорог, газо- и нефтепроводов требуют ускоренного выполнения больших объемов и комплексной механизации земляных работ, значительную долю которых выполняют землеройно-транспортные машины.

Землеройно-транспортные машины – самоходные машины на пневмоколёсном или гусеничном ходу, предназначенные для профилирования земляных насыпей, перемещения и разравнивания грунтов: скреперы, бульдозеры, грейдеры, грейдер-элеватор (струги).

В землеройно-транспортных машинах в одном агрегате совмещены функции землеройного и транспортного оборудования. Движение рабочего органа машины производится перемещением всей машины под действием тягача или собственного двигателя. Эти машины обладают высокими транспортируемыми возможностями и могут перемещать грунт на расстояние нескольких сот метров и даже нескольких километров.

По типу рабочего органа землеройно-транспортные машины (рис.147.) разделяют на ножевые и ковшовые.

Рабочим органом ножевых машин (рис. 147,а) является нож с отвалом для направления срезаемого грунта, установленным на тракторе или специальном колесном шасси. Ножевые машины, срезая грунт, накапливают его перед отвалом и перемещают образовавшуюся при этом призму грунта по поверхности забоя волоком, а потому с большим сопротивлением и потерями. Поэтому пределы экономически целесообразного расстояния, на которое производится перемещение грунта ножевыми машинами, обычно не превышают 100-200 м. К ножевым машинам относятся – бульдозеры, грейдеры, грейдер-элеваторы. К ковшовым – скреперы,



**Рис. 147. Рабочие органы землеройно-транспортных машин:**

*а) отвал с режущим ножом; б) ковш скрепера*

Рабочим органом скрепера (рис. 147б) является ковш, установленный обычно на пневмоколесах, иногда – на гусеницах. Скреперы обладают наиболее высокой транспортирующей способностью.

Землеройно-транспортные машины могут быть прицепными, полуприцепными и самоходными, за исключением бульдозеров, которые выполняются в виде навесного оборудования на тракторе или специальном шасси. Классификация землеройно-транспортных машин представлена на рисунке 148.



**Рис. 148. Классификация землеройно-транспортных машин**

Основными достоинствами землеройно-транспортных машин являются:

а) гибкость и маневренность, простота устройства, обслуживания и ремонта;

б) выполнение одной и той же машиной всех операций технологического процесса;

в) высокая производительность машин, работающих без специального транспорта: от 8 до 12 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>3</sup> емкости ковша для большегрузных скреперов при дальности возки 600-1000 м и до 1000 м<sup>3</sup>/ч для мощных бульдозеров при работе на уклонах порядка 20%,

г) невысокая стоимость работ, которая в благоприятных условиях может быть в 3-4 раза ниже стоимости работ, выполняемых экскаваторами.

Общим недостатком всех землеройно-транспортных машин, кроме бульдозеров, является зависимость рабочего органа от ходовой части машины, что ограничивает область их применения характером разрабатываемого грунта, рельефа местности и климатическими условиями.

Эффективность этих машин снижается при разработке влажных и сыпучих грунтов в дождливое время из-за уменьшения сцепления ходовых частей с грунтом. Производительность резко снижается при работе на подъемах.

У землеройно-транспортных машин циклического типа (скрепер, бульдозер) технологический процесс включает: копание грунта, его перемещение, выгрузку и возвращение назад. Срезание слоя грунта происходит за счёт усилия тягача посредством ножа, которым оборудован рабочий орган. Срезанный грунт перемещается машиной к месту разгрузки.

#### 4.6.1. Бульдозеры

Бульдозер (рис.149) – гусеничный или пневмоколесный трактор, оснащенный навесным бульдозерным оборудованием. Бульдозеры относятся к самоходным отвальным землеройно-транспортным машинам циклического типа. Задача бульдозера - слой за слоем вести разработку массива ножом своего отвала и перемещать, толкая перед собой, образовавшийся грунт на незначительные расстояния (обычно не более 100-300 метров). Такие задачи ставятся, как правило, при создании насыпей и выемок, при планировке грунта, при обратной засыпке траншей и котлованов, устройстве горизонтальных террас на склонах и т.п. Эффективность бульдозера определяется главным образом проходимостью и мощностью его базового трактора, а также наличием дополнительного навесного оборудования для рыхления грунта.



**Рис. 149. Общий вид бульдозера**

Бульдозеры классифицируют: по назначению; тяговому классу базовой машины (мощности двигателя);

конструкции рабочего оборудования

типу ходовой части;

По назначению различают бульдозеры:

общего назначения;

специальные.

Бульдозеры общего назначения используют для выполнения основных видов землеройно-транспортных и вспомогательных работ на различных грунтах и в климатических условиях умеренной зоны с температурой окружающей среды  $\pm 40$  °С, холодного климата с температурой воздуха до  $-60$  °С, а также в условиях тропиков с температурой до  $+50$  °С.

Специальные бульдозеры предназначены для выполнения целевых работ в специфических грунтовых или технологических условиях. Выпускают бульдозеры-путепрокладчики, используемые при прокладке дорог и путей, бульдозеры-толкачи – для работы со скреперами, трюмные бульдозеры – для штабелирования материалов и полезных ископаемых в трюмах теплоходов, подземные бульдозеры – для работы в шахтах и штольнях, подводные бульдозеры – для работы в воде.

По классу, который означает номинальную силу тяги базового трактора, различают бульдозеры следующих видов:

малогабаритные (класса до 0,9, мощностью 18,5...37 кВт),

легкие (классов 1,4...4, мощностью 37...96 кВт),

средние (классов 6...15, мощностью 103...154 кВт),

тяжелые (классов 25...35, мощностью 220...405 кВт),

сверхтяжелые (классов 50... 100, мощностью 510...880 кВт).



а



б



в



г



д

**Рис. 150. Виды бульдозеров:**

*а) малогабаритные; б) легкие; в) средние; г) тяжелые;*

*д) сверхтяжелые.*

По конструкции рабочего оборудования различают бульдозеры: с неповоротным отвалом; поворотным отвалом;



В бульдозерах с неповоротным отвалом (рис.151,а) он установлен перпендикулярно продольной оси машины неподвижно или с небольшим угловым качанием в поперечной плоскости. Бульдозер с неповоротным отвалом, установленным под углом  $90^\circ$  к продольной оси трактора, может перемещать грунт только вперед, перед отвалом

В бульдозерах с поворотным отвалом (рис.151,б) его можно поворачивать на определенный угол в обе стороны от основного положения. Бульдозер с поворотным отвалом может перемещать грунт не только вперед, но и непрерывно сдвигать его в ту или иную сторону.



**Рис. 151. Бульдозеры по конструкции рабочего оборудования:**  
*а) с неповоротным отвалом; б) с поворотным отвалом*

По типу ходовой части выпускают бульдозеры: гусеничные; колесные.

Гусеничный бульдозер (рис.152,б) распространен наиболее широко, так как может быть использован в тяжелых грунтовых условиях.

Колесный бульдозер (рис.152,а) применяют при работе в более легких дорожных условиях и необходимости часто перебазироваться с объекта на объект.



**Рис.152. Бульдозеры по типу ходовой части:**  
*а) колесный бульдозер; б) гусеничный бульдозер*

Рабочее оборудование бульдозера состоит из широкого отвала с ножами, толкающего устройства и гидроцилиндров подъема (опускания) отвала.



Для увеличения производительности бульдозера при работе на легких грунтах отвал снабжается боковыми открывками, позволяющими за один проход накапливать и перемещать большее количество грунта.

Тягачи современных бульдозеров оснащаются дизельными двигателями.

Техническая производительность бульдозера ПТ при разработке и перемещении грунта определяют по формуле

$$P_T = V n k_n / T_{\text{цкп}}, \square$$

где  $V$  – объем призмы волочения грунта перед отвалом, м<sup>3</sup>;

$$V_{\text{пр}} = B H^2 k_y / 2 \operatorname{tg} \varphi_1,$$

где  $\varphi_1$  – угол естественного откоса грунта в движении ( $\varphi_1 = 20^\circ \dots 50^\circ$ ), – меньшее число для сыпучих грунтов, большее – для связных);

$k_y$  – коэффициент учета влияния уклона.

$N$  – число циклов за один час работы,  $n = 3600 / T$ ;

$T_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла,  $T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$ ;

$t_1$  – время резания грунта,  $t_1 = \ell_1 / v_1$ ,

$\ell_1$  – длина пути резания,  $v_1$  – скорость трактора при резании грунта;

$t_2$  – время перемещения грунта,  $t_2 = L / v_2$ ,

$L$  – длина пути транспортировки грунта,

$v_2$  – рабочая скорость движения бульдозера;

$t_3$  – время обратного (холостого) хода трактора,  $t_3 = (\ell_1 + L) / v_3$ ,

$v_3$  – скорость движения при холостом ходе;

$t_4$  – дополнительные затраты времени на подъем и опускание отвала, на переключение скоростей и на разворот трактора;

$k_n$  – коэффициент наполнения геометрического объема призмы грунтом,  $k_n = 0,9 \dots 1,2$ ;

$k_p$  – коэффициент разрыхления грунта,  $k_p = 1,05 \dots 1,35$ .

#### 4.6.2. Скреперы

**Скрепер** – землеройно-транспортная машина, приводимая в движение тягачом или собственным двигателем и предназначенная для послойного срезания грунта, транспортирования и разгрузки его с последующим разравниванием и предварительным уплотнением

Характерным признаком этой циклической землеройно-транспортной машины является наличие ковша в качестве рабочего органа. Благодаря ножу, размещённому в днище ковша, скрепер производит срезку (по принципу рубанка) слоя грунта, заполняющего по мере движения машины ёмкость ковша. Затем машина с наполненным ковшом передвигается к месту разгрузки и выгружает весь грунт под давлением гидравлической задней стенки. С помощью скреперов разрабатывают не мёрзлые грунты на строительстве гидротехнических сооружений, насыпей, дамб, выемок, на вскрышных работах месторождений и т.п. Оптимальная дальность перевозки грунта определяется типом тягача, на котором смонтирован скрепер.

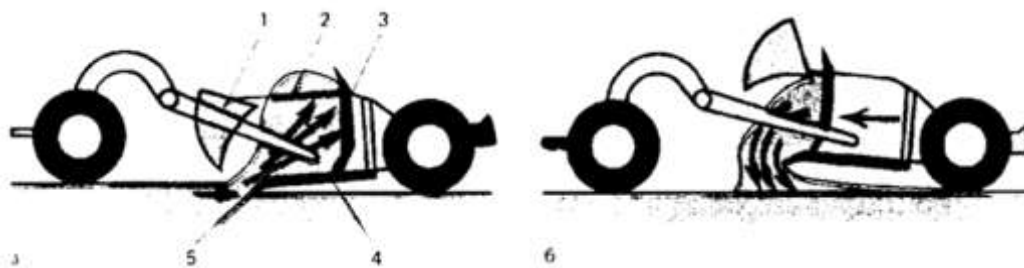
По основным признакам скреперы классифицируются:

1. По емкости ковша (м<sup>3</sup>): малой емкости, с ковшом емкостью до 5; средней емкости, с ковшом емкостью до 6-15; большой емкости с ковшом емкостью более 15;



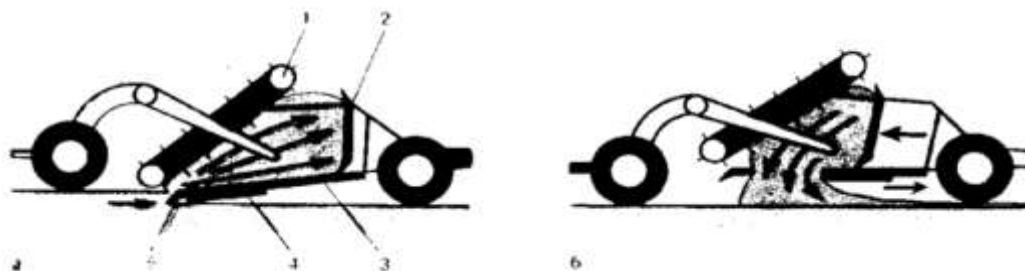
**Рис. 153. Общий вид скреперного рабочего органа**

2. По способу загрузки – на заполняемые за счет подпора грунта при реализации тягового усилия базового тягача. К первому типу относятся скреперы обычного исполнения, а к второму типу – элеваторные.



**Рис. 154. Схема скрепера, заполняемого тяговым усилием:**

*а) загрузка; б) разгрузка, 1 – заслонка, 2 – боковая стенка, 3 – задняя стенка; 4 – днище; 5 – ножи*



**Рис. 155. Схема скрепера с элеваторной загрузкой:**

*а) загрузка; б) разгрузка, 1 – элеватор; 2 – задняя стенка; 3 – днище; 4 – откатное днище; 5 – ножи*

3. По способу разгрузки – на машины с принудительной разгрузкой. При принудительной разгрузке полное опорожнение ковша осуществляется с помощью задней стенки.

4. По типу привода – с гидравлическим приводом.

Гидравлический привод включает насос, бак с жидкостью, гибкие шланги и гидрораспределитель.

5. По способу агрегатирования – на прицепные, полуприцепные, самоходные и скреперные поезда.

Прицепной скрепер (рис.156.) буксируется гусеничным или двухосным колесным трактором.



**Рис. 156. Прицепной скрепер**

Полуприцепной скрепер (рис.157) – находится в сцепке с гусеничным или двухосным колесным трактором (тягачом) передней частью (хоботом) через опорно-сцепное устройство.



**Рис. 157. Полуприцепной скрепер**

Самоходный скрепер (рис. 158) представляет собой единую конструкцию с индивидуальной энергетической установкой, обеспечивающей передвижение машины и работу всех агрегатов, в том числе и управление рабочими органами.



*Рис. 158. Самоходный скрепер (автоскрепер)*

Для прицепных конструкций с гусеничной тягой эффективное расстояние транспортировки составляет 100-800 метров, а для самоходных или полуприцепных колёсных агрегатов-300-3000 метров и даже больше.

6. По типу тягача или самоходного оборудования – на колесные и гусеничные. Самоходный скрепер, как правило, выполнен на пневмоколесном ходу.

Скреперы имеют ряд преимуществ:

цикличность. В ходе всего одной рабочей операции происходит срезание, выемка, погрузка и складирование грунта или горной породы;

тонкослойное срезание. Это способствует механизации мелких планировочных работ, выполняемых по заданным отметкам;

последовательное отсыпание грунта. Данная возможность актуальна при устройстве дамб, насыпей, плотин;

уплотнение грунта колесами скреперами. Таким образом можно сэкономить на привлечении других машин и механизмов;

снижение стоимости разработки, перевозки и последующей укладки грунта. Особенно это проявляется на фоне работы одноковшовых экскаваторов и функционирующих в паре с ними автосамосвалов;

универсальность применения. Скрепер можно использовать на любом цикле дорожного или иного строительства;

высокая транспортная скорость. Среднестатистический скрепер способен развивать 40–50 км/ч;

простота обслуживания. Для всех узлов машины характерна высокая ремонтпригодность.

Мировой рынок скреперов год от года уменьшается, та же тенденция наблюдается и на рынке СНГ. Однако в связи с реализацией в последнее десятилетие масштабных проектов скреперы, пусть и в небольшом количестве, продолжают приобретаться различными организациями-прежде всего строительными. В связи со значительным сокращением числа строительных объектов с крупными объемами земляных работ и объектов горной промышленности, ведущих добычу полезных ископаемых открытым способом, на которых можно бы использовать скреперы, произошло



заметное падение спроса на эти машины. Это послужило основанием для прекращения производства или сокращения номенклатуры и объемов выпуска скреперов во всем мире.

Техническую производительность скреперов ПТ определяют по формуле

$$ПТ=3600 \cdot V \cdot k_n / T_{ц} \cdot k_p,$$

где  $V$  – геометрическая вместимость ковша скрепера,  $m^3$ ;  $T_{ц}$  – продолжительность цикла,

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

где  $t_1$  – время набора грунта,

$$t_1 = l_1 / v_1,$$

$l_1$  – длина пути набора грунта,

$v_1$  – рабочая скорость движения при наполнении скрепера,

$t_2$  – длительность рабочего хода скрепера,  $t_2 = l_2 / v_2$ ,

$l_2$  – длина пути груженого скрепера,  $v_2$  – средняя скорость при рабочем ходе скрепера,

$t_3$  – время разгрузки ковша скрепера,  $t_3 = l_3 / v_3$ ,

$l_3$  – длина участка разгрузки ( $l_3 = 5 \dots 15$  м),  $v_3$  – скорость трактора при разгрузке,

$t_4$  – время холостого хода,

$$t_4 = l_4 / v_4,$$

$l_4$  – длина холостого хода,  $v_4$  – скорость трактора при холостом ходе,

$t_5$  – время, затрачиваемое на маневрирование скрепера на месте разгрузки,

$k_n$  – коэффициент наполнения ковша грунтом,

$k_p$  – коэффициент разрыхления грунта.

### 4.6.3. Грейдер

Грейдер – специальная машина, которая профилирует поверхность земельного участка или дорожного полотна, разравнивает и перемещает инертные строительные материалы на расстояние до 30 метров. Основные функции выполняются главным рабочим агрегатом-отвалом. Обычно он устанавливается между передним и задним мостами ходовой части машины.

Грейдеры (рис.159) делятся на два основных типа –прицепной и самоходный. Первый в качестве тяговой силы использует трактор или тягач, второй-оснащён собственным двигателем.



**Рис. 159. Грейдеры:**  
а) прицепной; б) самоходный (автогрейдер)



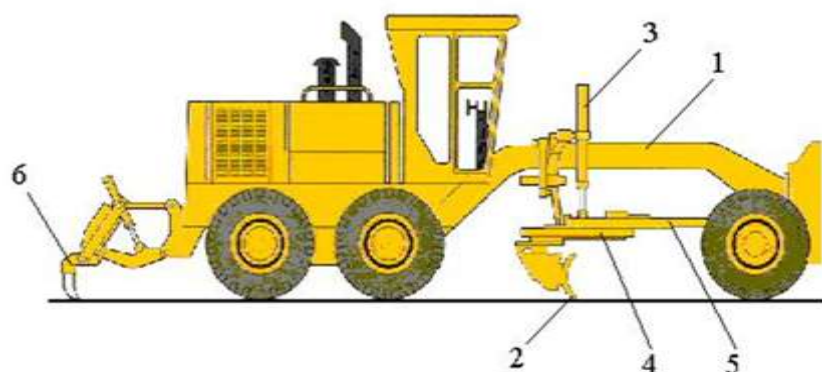
Как и бульдозеры, грейдеры принадлежат к циклическим землеройно-транспортным машинам. Рабочим органом грейдера служит отвал. Этот тип землеройно-транспортных машин применяется для: планировки слоёв дорожного полотна; профилирования стенок канав и обочин; рыхления слежавшегося грунта; расчистки дорог от грязевых селей и снега.

Грейдеры (прицепные) работают на прицепе к гусеничным тракторам. Прицепные грейдеры различают по типам. Легкий тип – грейдеры с тяговым усилием до 40 кН, тяжелый тип – до 100...120 кН. По виду управления они с гидравлической системой управление.

Наличие различных дополнительных функций и возможностей самоходных машин приводят к тому, что такое оборудование как автогрейдер вытесняет прицепные грейдеры.

Автогрейдер (рис.160) – самоходная, пневмоколесная, обычно трехосная землеройно-транспортная машина с невысоким длинным отвалом, расположенным между передней и средней осью машины.

Автогрейдеры очень эффективны в аэродромном и автодорожном строительстве, где велики объёмы планировки и профилирования покрытий (устройство дорожного профиля и разравнивание в нём сыпучих компонентов основания, устройство обочин дорог и чистка придорожных рвов, планировка уклонов насыпей и выемок). Грейдеры обладают уникальной устойчивостью на наклонных поверхностях.



**Рис. 160. Автогрейдер:**

*1 – хребтовая балка; 2 – отвал; 3 – гидроцилиндр подъема и опускания отвала; 4 – поворотный круг; 5 – тяговая рама; 6 – кирковщик*

Классификация автогрейдеров осуществляется по нескольким критериям: масса машины и мощность; тип основной рамы; разновидность ходовой части.

По мощности силовой установки автогрейдеры делятся на четыре класса:

Легкий класс с мощностью до 120 л.с.;

Средний класс – от 121 до 160 л. с.;

Тяжелый класс – от 161 до 200 л. с.;

Сверхтяжелый класс – свыше 200 л. с.

Основная рама автогрейдеров может выполняться в 2-х вариантах: жёсткий каркас(рис.161,а) или шарнирное сочленение(рис.161,б). В последнем случае машина более маневренная и имеет выше проходимость.



**Рис. 161. Исполнения рам автогрейдеров:**  
*а) цельная рама; б ) шарнирная рама*

Ходовая часть может быть двухосной (рис. 162а) или трёхосной(рис.162,б). Передний и задний мосты, как правило, ведущие.



**Рис. 162. Автогрейдеры по исполнению ходовой части:**  
*а) двухосные; б) трехосные*

Для описания ходовой части грейдеров применяют осевую формулу. Она записывается в виде: А х Б х В, где А – число управляемых осей, Б – количество ведущих осей, В – общее число осей.

Грейдерный отвал основной, но не единственный рабочий орган машины. Автогрейдер оборудуется еще одним постоянным рабочим органом: бульдозерным отвалом, устанавливаемым перед машиной, кирковщиком, размещаемым перед передними колесами, сразу за ними или за грейдерным отвалом. Дополнительный рабочий орган выполняет вспомогательные рабочие операции. Автогрейдеры снабжают также сменным оборудованием: удлинителем основного отвала, откосником, снегоочистителем и др. Отвал грейдера может иметь различные углы наклона к трем главным осям: продольной, поперечной и вертикальной.

В СНГ основную массу автогрейдеров выпускает завод ОАО «Брянский Арсенал» (автогрейдеры ГС) – техника занимает до 50%

отечественного рынка. Также автогрейдеры предлагаются орловским заводом «Дормаш», «Группой ГАЗ» (оба выпускают автогрейдеры ДЗ) и ООО «Машиностроитель». Из зарубежных производителей наибольшую популярность имеют Caterpillar, Volvo, NewHolland, John Deere, Mitsuber, Komatsu, Bell и другие. Заметную долю рынка занимают китайские автогрейдеры XCMG, YTO, Changlin Comrny, Sany и другие.

Эксплуатационная производительность автогрейдера, м<sup>3</sup>/ч:

$$P_{\text{э}} = V_{\text{пркв}} / T_{\text{ц}}$$

где  $V_{\text{пр}}$  – объем призмы грунта, вырезанной и перемещенной отвалом за один проход, м<sup>3</sup>;

$k_{\text{в}}$  – коэффициент использования времени,  $k_{\text{в}} = 0,80 \div 0,90$ ;

$T_{\text{ц}}$  – время рабочего цикла, ч.

Объем призмы грунта рассчитывается по сечению вырезаемой стружки и длине обрабатываемого участка.

$$V_{\text{пр}} = 2L_{\text{уч}}F_{\text{кпкс}}$$

где  $L$  – длина участка, м;

$F$  – площадь поперечного сечения стружки, м<sup>2</sup>;;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент потерь грунта,  $k_{\text{п}} = 0,9$ ;

$K_{\text{с}}$  – коэффициент, учитывающий форму стружки,  $k_{\text{с}} = 0,8 \div 0,9$ .

Время рабочего цикла, ч:

$$T_{\text{ц}} = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) / 60,$$

где  $t_1$  – время прохода по участку, которое определяется по его длине и скорости движения машины, мин;

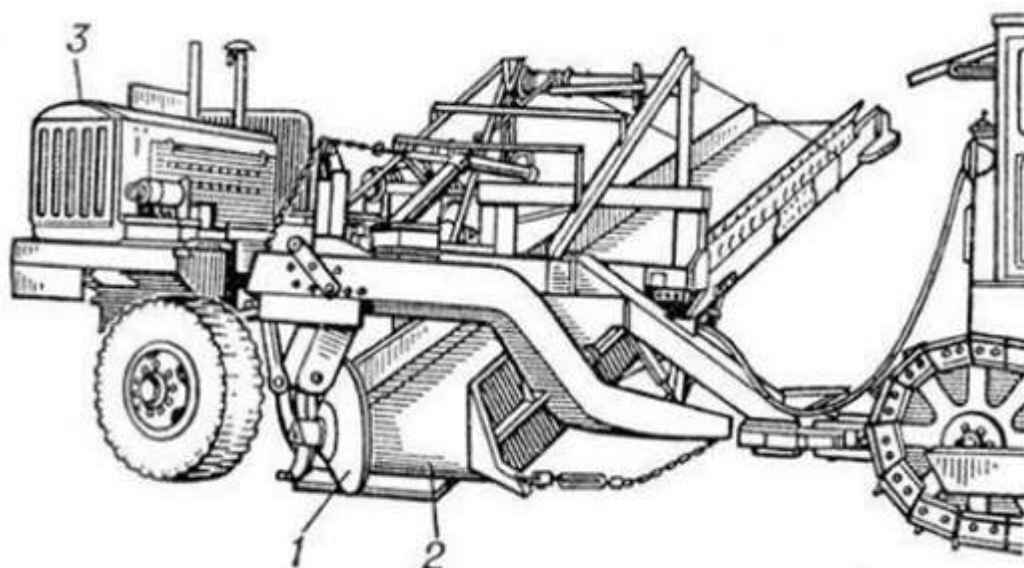
$t_2$  и  $t_3$  – время подъема и опускания отвала, мин;

$t_4$  – продолжительность поворота автогрейдера в конце участка, включая время, затрачиваемое на переключение скоростей, мин.

**Грейдер-элеватор** – машина непрерывного действия, у которой функции копания и перемещения грунта разделены и выполняются двумя разными рабочими органами: ножом и ленточным конвейером. Грейдер-элеватор используют для возведения насыпей не выше 1,1 м, для устройства канав не глубже 1 м, на планировке, иногда для погрузки грунта в транспортные средства. Грейдер-элеватор может работать на местности с поперечным уклоном не более 18° и преимущественно в связных грунтах естественной влажности; тяжёлые грунты необходимо рыхлить. Грунты, содержащие гальку, крупные корни, камни и валуны, разрабатывать грейдер-элеваторами нельзя. В зависимости от грунта режущий диск грейдер-элеватора устанавливают под соответствующими углами захвата и резания. При последовательных круговых движениях грейдер-элеватора грунт из выемки перемещается в насыпь транспортёром (рис.163) Они обычно грузят грунт в транспортные средства.

Рабочий орган (рис.163) представляет собой прикрепленный к поворотной балке на кронштейне дисковый плуг 1. Он направлен таким образом, что при движении установки вперед вырезает из массива «стружку», в сечении напоминающую часть эллипса. Вырезанный грунт

падает на транспортёр, по которому он направляется в отвал, насыпь или в транспортное средство.



**Рис. 163. Общий вид прицепного грейдер-элеватора:**  
*1 – рабочий орган-нож в форме диска; 2 – ленточный транспортёр;  
3 – двигатель*



**Рис. 164. Общий вид самоходного грейдер-элеватора**

Тяговое усилие, создаваемое тягачом 1, способствует вырезанию грунта рабочим органом – дисковым ножом 2, закреплённым на плужной раме 3. Несущая рама 4 является основной металлоконструкцией, служащей для установки и крепления плужной балки, трансмиссии 5 и ленточного транспортёра 6.

#### **4.7. Оборудование гидромеханизации**

**Гидромеханизация** – особый способ производства земляных работ, при котором разработка, транспортирование и укладка грунта осуществляются при помощи воды.

Гидромеханизация основана на свойстве быстродвижущейся воды размывать грунт и переносить его во взвешенном состоянии к месту

укладки, где вследствие уменьшения скорости вода теряет несущую способность и частицы грунта оседают, при соответствующих условиях (наличии источника воды, электроэнергии) является одним из наиболее эффективных и прогрессивных способов комплексной механизации земляных работ. Однако оборудование для гидравлической разработки грунта имеет большую энергоемкость, а область его применения часто ограничивается характером грунта, климата и временем года. Энергоемкость гидромеханизации в зависимости от типоразмера машин и условий работы колеблется в пределах 3-15 квтч и более на 1 м<sup>3</sup> грунта.

Гидромеханическая разработка грунта – наиболее удобный и экономичный способ, при нем отпадает необходимость в строительстве автомобильных дорог, железнодорожных путей и в транспортных средствах для перевозки грунта. Увлажнение, разравнивание и уплотнение грунта, неизбежные при сухом способе производства работ, здесь отпадают, так как эту работу выполняет вода. Стоимость разработки грунта на 30...40 % ниже по сравнению с экскаваторной; выработка также возрастает в 1,5...2 раза. Если взять стоимость всего цикла производства земляных работ, то стоимость при гидромеханизации ниже остальных способов в 10...18 раз.

В строительстве гидравлический способ разработки грунта и намыва земляных сооружений впервые был применен в 70-х годах прошлого столетия в США.

Смесь грунта и воды, подаваемую средствами гидромеханизации с места разработки на возводимые земляные сооружения, принято называть гидросмесью (пульпой). Участок земляного сооружения, на котором производится намыв грунта, называется картой намыва. По внешнему контуру земляного сооружения, для предотвращения вытекания гидросмеси за пределы карты намыва, возводятся небольшой высоты земляные дамбы-обволочение.

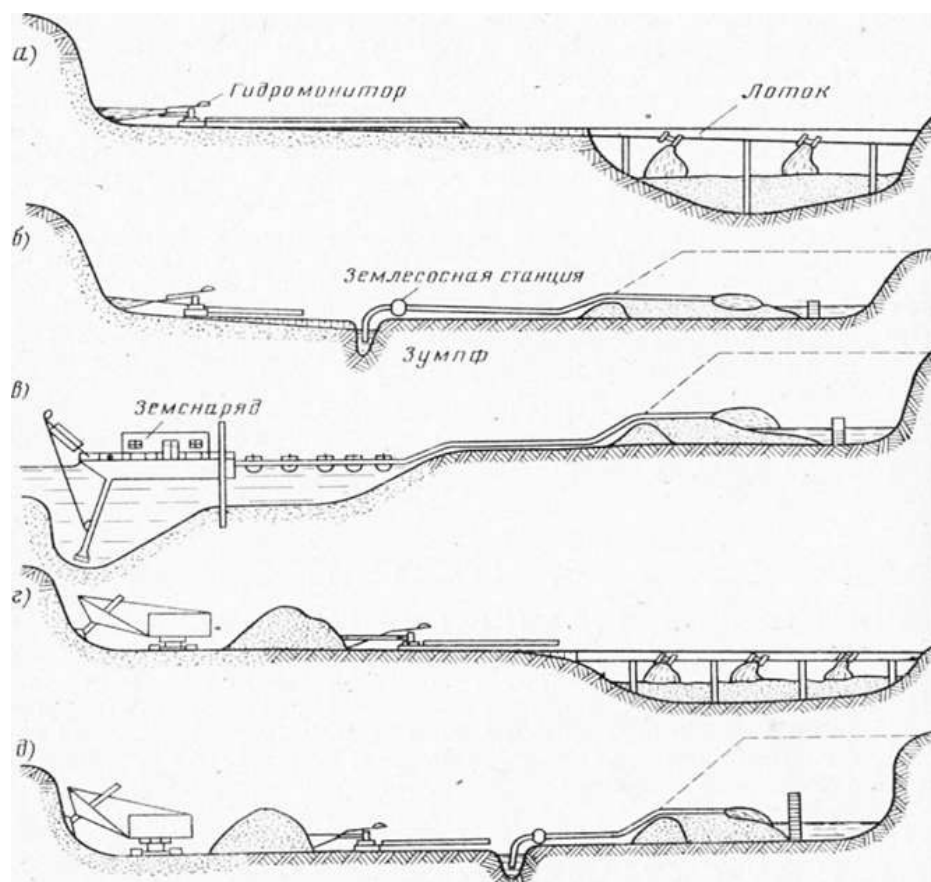
Важным показателем эффективности гидромеханизации является консистенция гидросмеси – отношение объема размытого грунта к объему воды, в которой этот грунт содержится. Так, например, консистенция гидросмеси 1:10 означает, что на один объем грунта в гидросмеси содержится 10 объемов воды.

В зависимости от местных условий сооружения объекта, на котором применяются средства гидромеханизации, используются следующие способы производства гидромеханизированных работ: гидромониторным, разработка грунта в открытом сухом забое гидромониторами с самотечным (рис. 165а) или принудительным (рис. 165б) транспортированием пульпы (смеси воды с грунтом); землесосным, разработка грунта земснарядом в подводном забое с принудительным транспортированием пульпы (рис. 165в); комбинированным, разработка грунта в открытом сухом забое землеройными машинами с последующим его размывом гидромониторами и самотечным (рис. 165г) или принудительным (рис. 165д) транспортированием пульпы.

При гидромониторном способе, применяемом в сухих забоях, грунт размывается компактной струей воды, выбрасываемой из насадки



гидромонитора под высоким давлением и с большой скоростью (до 100-150 м/сек). Вода к гидромонитору подается по трубам от насосной станции, располагаемой у водоема или на плавучем понтоне.



**Рис. 165. Схемы способов производства гидромеханизированных работ**

При ударе струи о грунт элементарные струйки воды проникают между частицами грунта, нарушают взаимодействие сил трения и сцепления и отрывают частицы от общей массы. Чем больше степень проникновения воды в грунт (динамическая фильтрация), тем интенсивнее его разрушение. Вода, смешиваясь с размывшим грунтом, образует гидросмесь, которая при благоприятном рельефе местности отводится самотеком к месту укладки по лоткам и каналам с большим уклоном или стекает в приямок – зумпф, откуда перекачивается специальным грунтовым насосом-землесосом.

Эффективная разработка грунта гидромониторным способом зависит от:

- а) конструкции гидромонитора, определяющей в основном компактность выпускаемой им струи;
- б) напора воды;
- в) дальности установки гидромонитора от стенки забоя.

Гидромониторный способ разработки грунта на строительстве крупных гидротехнических сооружений применяется в основном только для вспомогательных работ.

Гидромонитором (рис. 166) называют механизм, предназначенный для создания компактной струи воды или горных пород. Его применяют для

разработки выемок (каналы, котлованы и др.) с транспортированием грунта самотеком или под напором землесосной установки или гидроэлеватором.

Гидромониторы изготавливают стандартного типа (давление 0,5...1,2 МПа) для разработки грунтов средней трудности и специального назначения – разрушения плотных связных грунтов (давление 1,5...2,5 МПа). Гидромониторы бывают дальнего и ближнего боя.



**Рис. 166. Гидромониторный способ разработки**

Наибольшее применение получили гидромониторы стандартного типа, которые выпускаются стационарными и передвижными на гусеничном и колесном ходу, на салазках и понтонах. Нижнее неподвижное колено шарниром, который позволяет вращать ствол с насадкой в горизонтальной плоскости на  $360^\circ$ , а ствол и верхнее колено соединены шарниром, допускающим поворот ствола в вертикальной плоскости на  $50...70^\circ$ . Гидромонитор имеет несколько сменных насадок для изменения диаметра струи и расхода воды. В зависимости от системы управления поворот ствола гидромонитора может осуществляться вручную либо с помощью электрогидравлического управления.

Гидромонитор устанавливают в забое для разрушения грунта струей воды "снизу вверх" (встречный забой) (рис. 166) или "сверху вниз" (попутный забой) (рис. 166). Встречный забой обеспечивает высокую производительность гидромонитора за счет периодических обвалов грунта, нависающего над зоной подмыва (вруба). Так как гидромонитор может оказаться среди потоков пульпы, ее следует направлять в обход гидромонитора. При попутных забоях производительность гидромонитора ниже, но перемещается он по сухому грунту, а поток пульпы, приобретая от водяной струи достаточную начальную скорость, обеспечивает интенсивный сток.

Основным средством является гидромонитор (рис. 167), который представляет собой стальной ствол 7 с насадкой 6 (50...175 мм) и шарнирными сочленениями, обеспечивающими вращение ствола в вертикальной и горизонтальной плоскостях для направления водяной струи на фронт забоя. Вода подступает к гидромонитору по трубопроводу 1 под значительным напором (60...80 м), создавая скорость движения струи по выходе из насадки 10...35 м/с. В результате ударного действия струи грунт

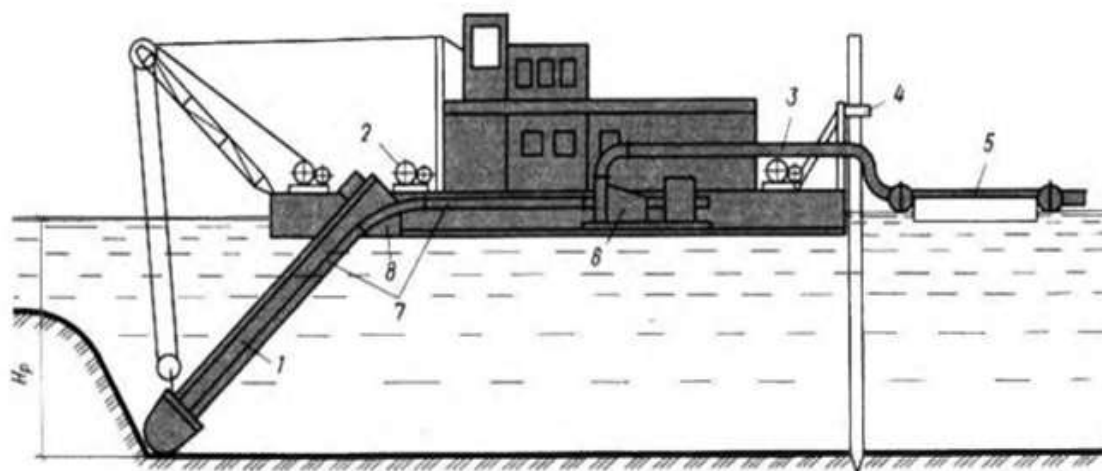
разрушается и образуется пульпа. В зависимости от рода грунта и высоты забоя расход воды на 1 м<sup>3</sup> разрабатываемого фунта составляет 3...15 м<sup>3</sup>.



**Рис. 167. Гидромонитор:**

*1 – напорный трубопровод; 2,8 – гидроцилиндры; 3 – нижнее колено; 4 – рычаг управления; 5 – верхнее колено; 6 – насадка; 7 – ствол; 9 – рама*

При землесосном (рефулерном) способе разработка грунта производится в забоях под водой на глубине 15 ж и более и в забоях, выходящих значительной частью своей полезной толщи на поверхность. При этом грунт засасывается землесосами, смонтированными на плавучих или передвижных землесосных снарядах (рис. 168.). Для ускорения процесса разработки грунта обычно применяют механические рыхлители, располагаемые вблизи входа во всасывающую трубу землесоса.



**Рис. 168. Схема землесосного снаряда:**

*1 – грунтозаборное устройство; 2 – лебёдка; 3 – напорный пульпопровод; 4 – свайный ход; 5 – плавучий пульпопровод; 6 – грунтовый насос; 7 – всасывающий пульпопровод; 8 – корпус*

Землесосный снаряд ведет разработку выемки, поворачиваясь веерообразно в плане при помощи тросов и лебедок попеременно на одной из опущенных в грунт свай, засасывает грунт с водой и перекачивает образовавшуюся гидросмесь к берегу по трубопроводу, смонтированному на плавающих понтонах. На берегу к нему подключается магистральный

трубопровод, по которому гидросмесь подается на площадку намыва, где она выпускается на предварительно подготовленные участки (карты намыва). При укладке грунта в сооружении скорость движения гидросмеси снижается, при этом из гидросмеси выпадают частицы грунта и сами сортируются по фракциям. Эта особенность используется при возведении намывных плотин, а также при добыче и обогащении песка и гравия.

В гидротехническом строительстве землесосный способ почти полностью вытеснил гидромониторный. К преимуществам землесосного способа работ, обеспечивших ему более широкое применение, а также и более высокие технико-экономические показатели, относятся:

- возможность разработки подводных забоев, что позволяет производить выемку самых разнообразных котлованов и каналов без устройства перемычек и водоотлива;

- меньший, по сравнению с гидромониторным способом, удельный расход электроэнергии;

В зависимости от назначения они могут быть стационарного, передвижного и плавучего типов.

В гидротехническом строительстве преимущественно применяют землесосные установки плавучего типа – землесосные снаряды. Их классифицируют по следующим основным признакам:

1. По способу грунтозабора (всасывающей способности землесоса) различают снаряды:

- а) разрабатывающие грунт путем непосредственного всасывания из-под воды;

- б) всасывающие грунт с предварительным рыхлением его механическим способом;

- в) всасывающие грунт с предварительным рыхлением его гидравлическим способом (напорной водяной струей).

2. По способу грунтоотвода (транспортирования грунта) различают:

- а.) землесосные снаряды с отводом грунта к месту его укладки по напорному грунтоводу – плавучему или подвесному. Земснаряды такого типа не приспособлены для работы на судоходных фарватерах и обычно не имеют автономных силовых установок;

- б) самоотводные дноуглубительные снаряды, применяемые в морских портах при значительной удаленности мест свалки грунта или при невозможности использования плавучего грунтовода из-за воздействия морских волн. Всасываемый грунт на этих землесосных снарядах укладывается в трюмы и перевозится к месту свалки, где разгружается через донные люки.

4. По способу рабочих перемещений различают снаряды:

- а) со свайным папильонированием; снаряд в процессе разработки грунта перемещается при помощи приводных лебедок и якорей попеременно вокруг одной из двух специальных свай, размещенных в направляющих башмаках у кормы корпуса;

- б) с якорным папильонированием; снаряд перемещается вдоль и поперек подводного забоя только при помощи якорей, канатов и лебедок;

в) безъякорные снаряды, перемещающиеся при помощи своих судовых двигателей. Эти снаряды самоходные.

В гидротехническом строительстве наибольшее распространение получили землесосные снаряды со свайным папильонированием, которые подразделяются на землесосные снаряды общего назначения и снаряды специального назначения.



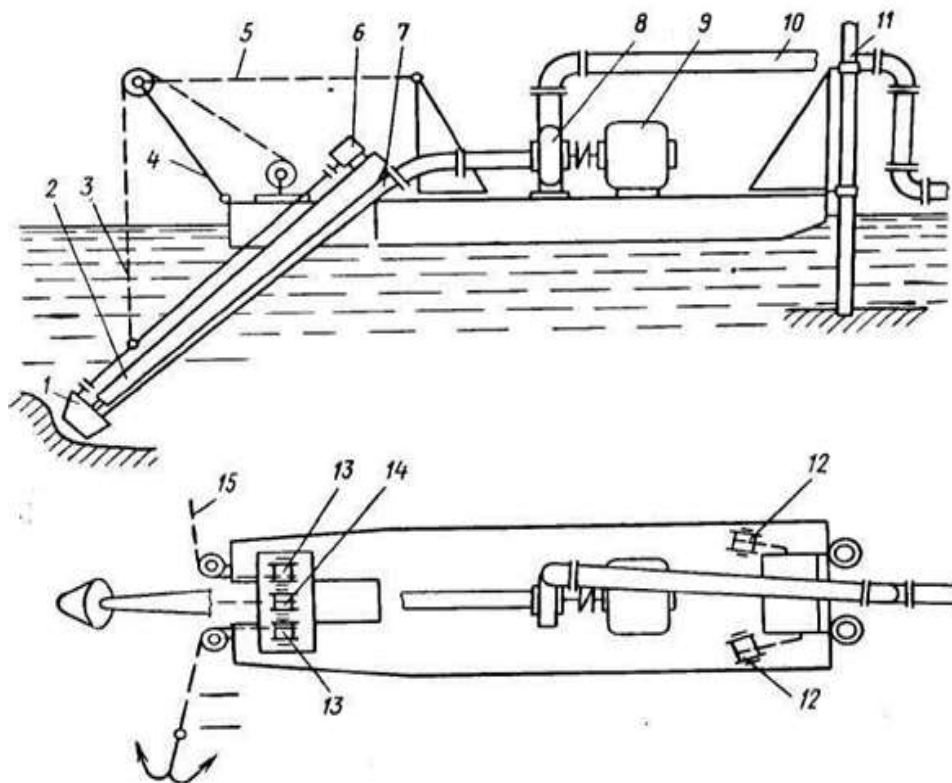
**Рис. 169. Очистка реки земснарядом**

Землесосные снаряды общего назначения предназначаются преимущественно для разработки несвязных песчаных грунтов с глубиной разработки в пределах 6-18 м и максимально 18-20 м при полном напоре соответственно от 400 до 800 кн/м<sup>2</sup> (от 40 до 80 м вод.ст.). Их условная производительность (главный параметр) по грунту колеблется в пределах 75-1250 м<sup>3</sup>/ч.

Плавающий землесосный снаряд представляет собой судно с надстройкой (рис. 170.), имеющее: рыхлитель 1, раму 2 рыхлителя, канат 3 подвески рамы рыхлителя с подъемной лебедкой 14, стрелу 4 с подвеской 5, двигатель 6 рыхлителя, всасывающий патрубок 7, грунтовый насос 8, двигатель 9 грунтового насоса, напорный пульпопровод 10. Для удержания земснаряда на рабочем месте и осуществления его рабочих перемещений служат свайный аппарат 11 с лебедками 12 лебедки поворота 13 и канаты 15 с якорями, при помощи которых производятся веерообразные перемещения всасывающего устройства и поступательное движение земснаряда. Лебедки поворота одновременно служат для создания давления на фрезерном рыхлителе.

Главными параметрами каждого земснаряда являются его производительность в м<sup>3</sup>/час и полезный напор землесоса в м. Поэтому типоразмер земснаряда обычно обозначается двумя цифрами, первая из которых указывает на его условную производительность по грунту, а вторая - полезный напор. Так, например, типоразмеры применяемых в СНГ земснарядов общего назначения имеют следующие обозначения: 100-35, 300-40, 500-60 и 1000-80.





**Рис. 170. Принципиальные схемы плавучего земленосного снаряда:**  
*а) вид сбоку; б) план; 1 – рыхлитель; 2 – рама рыхлителя; 3 – полиспасть подвески рамы рыхлителя; 4 – укосина; 5 – подвеска укосины; 6 – двигатель рыхлителя; 7 – всасывающий патрубок; 8 – грунтовой насос; 9 – двигатель грунтового насоса; 10 – напорный пульповод; 11 – свайный аппарат; 12 – сваеподъемная лебедка; 13 – лебедка поворота земснаряда (папильонажная лебедка); 14 – лебедка подъема рамы рыхлителя; 15 – якорный канат; 16 – якорь*

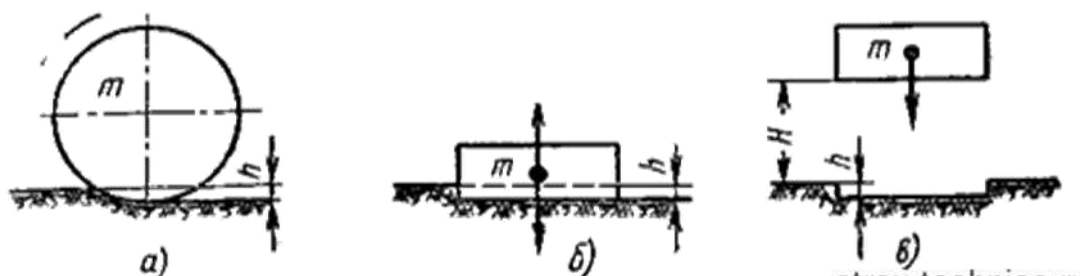
#### 4.8. Грунтоуплотняющие машины

К машинам для земляных работ также можно отнести грунтоуплотняющие машины, предназначенные для искусственного уплотнения грунта

Одна из важнейших операций на строительстве любого земляного сооружения – уплотнение. От качества производства этой операции зависят не только прочность, устойчивость, водонепроницаемость сооружения, но и ровность покрытия, срок его службы и безопасность движения. Не качественное уплотнение ведет к многочисленным повреждениям дорожных покрытий на новых дорогах, а следовательно, к непроизводительным затратам людских, материальных и энергетических ресурсов. Вместе с тем уплотнение является сравнительно недорогим процессом. Так, затраты на его осуществление составляют всего 0,7-1,0% общей стоимости дорожного строительства. Цель уплотнения – получение плотной и прочной структуры грунта, способной в дальнейшем противостоять внешним воздействиям, которые будут иметь место во время службы инженерных сооружений.

Уплотнение грунтов обычно протекает как процесс вытеснения из них газообразной (воздуха) и жидкой фазы (воды), вследствие чего происходит сближение твердых частиц и грунт, состоящий из трех фаз (твердая, жидкая-порovýй раствор, газ) переходит в состояние, близкое к двух фазной системе-грунтовой массе; при максимальном уплотнении грунт содержит не более 3-5 % воздуха. Наибольшее уплотнение достигается при оптимальной для каждого грунта влажности.

Уплотнение грунтов достигается укаткой, трамбованием, вибрацией или комбинированным воздействием (рис. 171).



**Рис. 171. Методы уплотнения грунтов:**

*а) укатка; б) виброкатка; в) трамбование;  $m$  – масса трамбующей плиты;  $H$  – высота падения плиты;  $h$  – деформация грунта*

При укатке (рис. 171,а) уплотняющее оборудование использует собственную массу машины, чтобы обеспечить усилие на определенную поверхность и уплотнить нижележащий материал слоя. Единственный способ регулировать статическую нагрузку, передаваемую на поверхность, состоит в изменении массы или контактной площади оборудования. Статические машины в нормальных условиях обеспечивают необходимое уплотнение в основном в верхних слоях материала, так как вследствие эффекта "распора" в частицах грунта глубинное воздействие незначительно. К распространенным типам статических уплотняющих машин (рис.172.) относятся статические трехвальцовые катки, статические тандемные катки, катки на пневматических шинах и прицепные кулачковые катки.

При виброкатке (рис. 173, б) грунту от вальца передаются колебания, ослабляющие связи между его частицами, что позволяет уплотнять грунт на большую глубину при меньшем статическом воздействии. При вибрационном уплотнении вибрирующая масса плиты сообщает колебательные движения частицам грунта, связи между ними ослабляются, грунт получает большую подвижность и уплотняется под статическим (виброуплотнение).

Вибрационное уплотняющее оборудование (рис.173.) использует вибрирующий механизм, который обычно состоит из вращающегося эксцентрикового груза. Вибрационные уплотнители используют комбинацию динамической и статической нагрузки. Они передают быстро следующие друг за другом удары на контактную поверхность, откуда вибрация или волны сжатия передаются нижележащему материалу, чтобы

привести его частицы в движение. При вибрационном уплотнении достигается более высокая плотность и больший глубинный эффект, чем при статическом уплотнении, и полное уплотнение достигается при меньшем числе проходов. Все это объясняет, почему вибрационное оборудование является более эффективным и экономичным почти во всех случаях и вибрационное оборудование занимает сейчас около 70 % рынка.



**Рис. 172. Типы статических уплотняющих машин:**  
 а) трехвальцовый каток; б) пневматический каток; в) прицепной кулачковый каток; г) двухвальцовый каток



**Рис. 173. Вибрационное уплотнение**

При трамбовании (рис. 174) уплотнение достигается динамическим воздействием падающего груза на поверхность уплотняемого материала. Уплотнение грунта происходит под воздействием передающейся на него ударной энергии и сопровождается перемещением частиц грунта в вертикальном и горизонтальном направлениях.



**Рис. 174. Схема оборудования для уплотнения грунтов тяжелыми трамбовками**

**Трамбующая машина** (рис. 174) – машина с подвесным оборудованием свободного или принудительного падения, у которой плита (трамбовка) поднимается посредством тросов, рычажного механизма, взрыва, освобождается от захватывающего механизма и совершает падение с определенной высоты, выполняя работу по уплотнению грунта.

Рабочие органы – трамбующие плиты разных размеров, веса и формы, которые сбрасывают на поверхность грунта с различной высоты.

Технология импульсного уплотнения (рис. 175), которая была представлена в 90-х годах, является разновидностью динамического уплотнения, которая имеет ограниченное влияние на соседние здания.



**Рис. 175. Импульсное трамбование**

Для выполнения усиления грунтового основания технологии импульсного уплотнения используется гидравлический молот, смонтированный на экскаваторе (рис. 188). Молот, который имеет вес от 5 до 12 т свободно сбрасывают с высоты около 1.2 м на круглую стопу диаметром 1.5 м. Повторяющиеся с частотой от 40 до 60 раз в минуту удары погружают стальную стопу, создавая кратер. Технология импульсного уплотнения является очень эффективной во всех видах несвязных грунтов, особенно для уплотнения песков и щебнистых почв.. Чаще всего технология RИC используется в объемном строительстве: под фундаментными плитами / полами промышленных и торговых залов, под тяжелыми составами, резервуарами; в инфраструктурном строительстве: при усилении основы различных дорог и автострад, под дорожными и железнодорожными насыпями, а также под паркингами и аэродромными плитами. Большим преимуществом метода является его мобильность, а также сравнительно небольшие размеры оборудования, которое позволяет выполнять работы в труднодоступных местах (например, в середине складского павильона). В зависимости от вида грунта, водных условий и параметров молота, уплотнение достигает 4.0-5.0 м глубины.

#### **4.9. Оборудование для бурения**

Буровые машины в строительстве применяют для образования отверстий в грунте, называемых шпурами при диаметре до 80 мм, скважинами при диаметре 250...300 мм и ямами при диаметре до 2 м. В горном деле в шпуры и скважины закладывают взрывчатые вещества при разрыхлении мерзлых и скальных грунтов. В строительстве шпуры служат в качестве технологических отверстий в бетоне, а скважины-для установки свай, опор дорожных знаков, опор энергомагистралей и линий связи. Ямы больших диаметров предназначены для установки мачт линий электропередач или для установки блоков колодезных облицовок. Глубина шпуров не превышает 6...8 м, скважин 25...30 м и ям 4...6 м. Скважины, образуемые для нужд нефтедобывающей промышленности, имеют глубину 3...5 км, а для геологоразведочных работ – до 11 км.

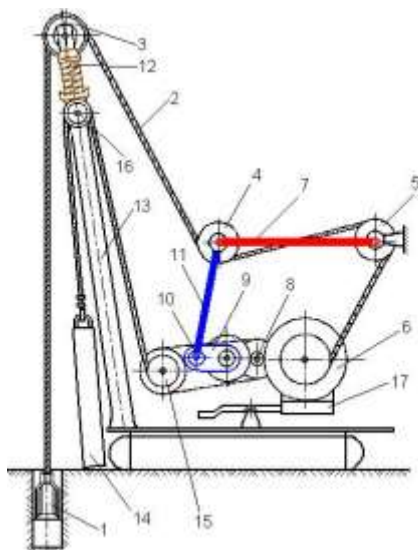
Буровые работы в основном производят механическим способом. Механическое бурение производится буровыми станками ударно-канатного, ударно-вращательного и вращательного действия, а также бурильными молотками-перфораторами. Буровые установки имеют свои особенности, которые зависят от температуры воздуха, типа грунта, назначения скважины.

Наиболее распространены три основных типа бурения: ударный, шнековый, роторный.

Станок ударно-канатного бурения (рис. 176) содержит рабочий буровой инструмент 1, закрепленный на канате 2. Канат огибает головной блок 3, оттяжной блок 4, направляющий блок 5 и намотан на барабан лебедки 6. Оттяжной блок 4 установлен на балансире 7. Вращение от главного вала 8 станка передается кривошипу 9. Палец 10 кривошипа



шарнирно соединен с шатуном 11, на другом конце которого шарнирно закреплен балансир 7.



**Рис. 176. Схема станка ударно-канатного бурения**

При вращении кривошипа шатун 11 передвигает оттяжной блок 4 по дуге, радиус которой равен длине балансира 7. При нижнем положении пальца 10 кривошипа 9 и оттяжного блока 4 долото будет приподнято над забоем. При перемещении пальца кривошипа и оттяжного блока в верхнее положение долото в конце хода ударится о забой. Во время подъема происходит поворот бурового инструмента на некоторый угол за счет раскручивания каната, что обеспечивает получение скважины круглого сечения.

Шнековые буровые (рис. 177) используют на мягких и песчаных почвах. По сути – передвижная установка с ручным или механизированным буром, закрепленным на регулируемую штангу. Основным рабочим органом подобного оборудования является шнековый бур.



**Рис. 177. Шнековые буровые установки**

Бур вкручивается в землю и шнек разрезает почву, передавая её на поверхность. Охлаждение происходит от самой почвы. Наиболее

эффективны шнеки с полым центральным каналом. Через него с помощью гидравлического насоса подается вода или воздух, что снижает силу трения во время процесса. В зависимости от нужной глубины штангу наращивают. Делают первый проход на длину одной штанги, затем установку выключают, штангу отсоединяют, поднимают наверх и наращивают еще одной. Максимальная глубина бурения шнековым методом составляет 120 метров, хотя обычно работают до 50 м.

Роторная буровая может применяться в устройстве отверстий и скважин под воду даже при глубоком залегании водного пласта, для установки свай в современном фундаментостроении, в разведывательно-поисковых операциях. Работы с ее помощью могут проводиться независимо от качества грунта (песчаный, мерзлый, болотистый и др.) и погодных условий. Подходят для любого типа грунта. Часто используются при строительстве и бурении скважин на воду на твердых почвах с галькой, щебнем и известняком. Роторный буровой станок проходит породу благодаря мощному долоту на конце бура.



**Рис. 178. Роторная буровая установка**

Диаметр долота больше, чем сама буровая колонна. Это позволяет, во-первых, получить максимальную силу удара, а, во-вторых, увеличить срок службы колонны, поскольку отсутствует ее трение о грунт. Кроме того, без потерь на трения, вся энергия машины идет на проворачивание долота в забое, что позволяет сократить энергозатраты. Роторная бурильная машина предназначен для скважин глубиной свыше 300 м и диаметром до 70 см. Ее используют в строительстве, горных разработках для буровзрывных работ, в промышленности для добычи артезианской и минеральной воды.

Стационарные – мощные буровые станции, в основном работают на газо- и нефтедобычи. Стандартное оборудование укомплектовано усиленными опорами, монтажными элементами, системами очистки и вышкой с электронным управлением процессом бурения.

В самоходных буровых установках отличительной особенностью является то, что им для передвижения не нужен дополнительный спецтранспорт. Основой им могут служить грузовые автомобили, гусеничные тракторы, вездеходы.

#### 4.10. Машины для свайных работ

Сваи – деревянные, металлические, бетонные или железобетонные стержни, полые или цельные внутри, погружаемые в грунт с целью создания надёжной опоры для будущего здания или иного строения. Сваи погружаются в вертикальном или наклонном положении. Их функциональное назначение заключается в передаче выдёргивающей, придавливающей и срезающей нагрузки от сооружения на грунт. В зависимости от особенностей почвы и сложности возводимого сооружения свайные опоры могут устанавливаться как по отдельности, так и в группе, на незначительном расстоянии друг от друга и образуют так называемое свайное поле (рис. 179).



**Рис. 179. Установка свайных опор**

Забивные железобетонные сваи используют для создания оснований для: домов одно- и многоэтажных; сооружений инженерно-транспортного типа – различные эстакады и мосты; гидротехнических сооружений типа причалов, водозаборников, гидроэлектростанций; сооружений промышленного и сельскохозяйственного назначения – различных складов, ангаров. Железобетонные забивные сваи бывают нескольких видов: квадратного сечения; круглого сечения и сваи-оболочки; сваи-колонны; сваи-столбы.



**Рис. 180. Виды свай**

Способы погружение свай в грунт: забивные.(рис.181,а); вибропогружение (рис.181,б); вдавливание(рис.181,в); завинчивание (рис.181,г).

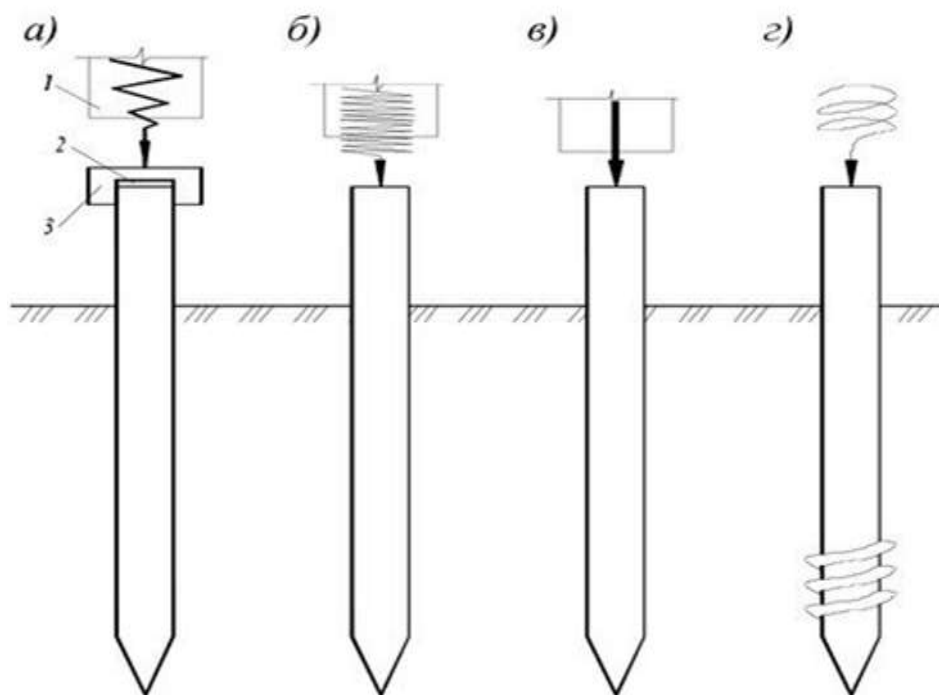


Рис. 181. Схемы способов погружение свай в грунт

#### 4.10.1. Оборудование для погружения железобетонных свай

Сваебойная техника широко востребована в жилищном и промышленном строительстве, где она используется в целях забивки свай при обустройстве свайных фундаментов под многоэтажные и малоэтажные здания. Также данная техника применяется: для монтажа опор мостов (автомобильных и железнодорожных); для установки свай в фундаментах гидротехнических сооружений (причалов, пирсов); для установки опор ЛЭП, столбов освещения.

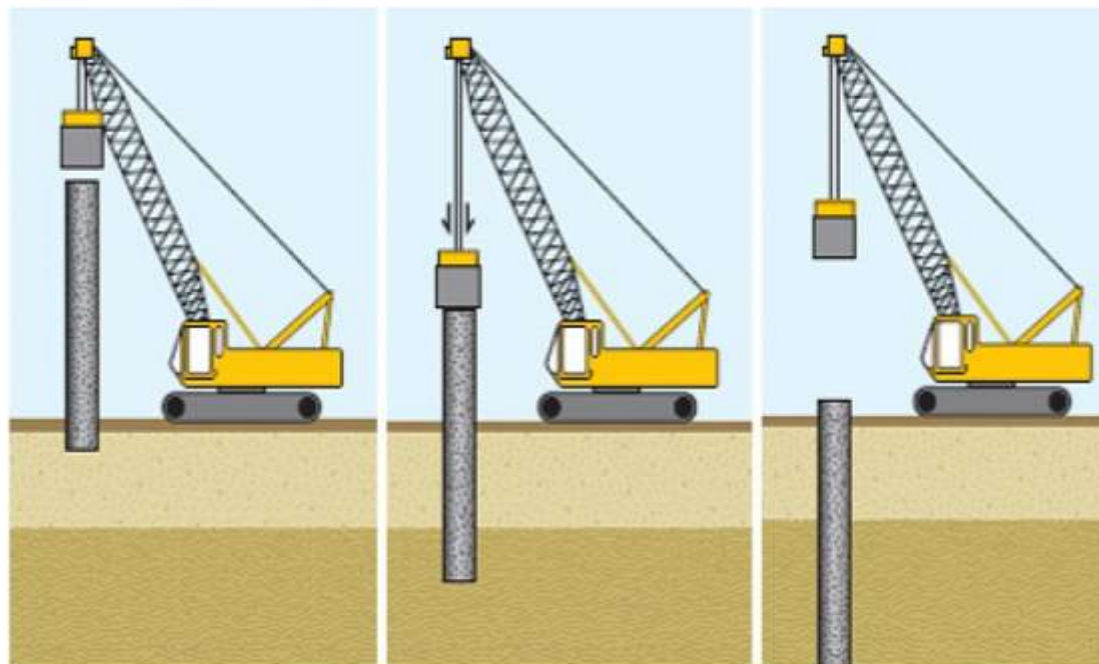
С целью монтажа шпунтового металлопроката сваебойная техника применяется для огораживании котлованов стенками из шпунта, укреплению береговых линий, неустойчивого рельефа, создания в грунте герметичных резервуаров.

Технологический цикл погружения готовых свай включает следующие операции: захват и установка свай в проектное положение; погружение свай сваепогружателем в грунт до проектной отметки; перемещения сваебойной установки к месту погружения очередной сваи. В зависимости от погружного механизма сваебойные машины в основном делятся на три группы: *механические молоты; ударные молоты (дизельные или гидравлические) и вибрационные машины.*

В механических подъём молота осуществляется при помощи специального троса на высоту до 3 метров. По достижении высшей точки



молот опускается вниз, погружая сваю в грунт. Цикл операций повторяется до тех пор, пока опора не будет погружена на требуемую глубину.



**Рис. 182. Схема забивки свай ударным молотом**

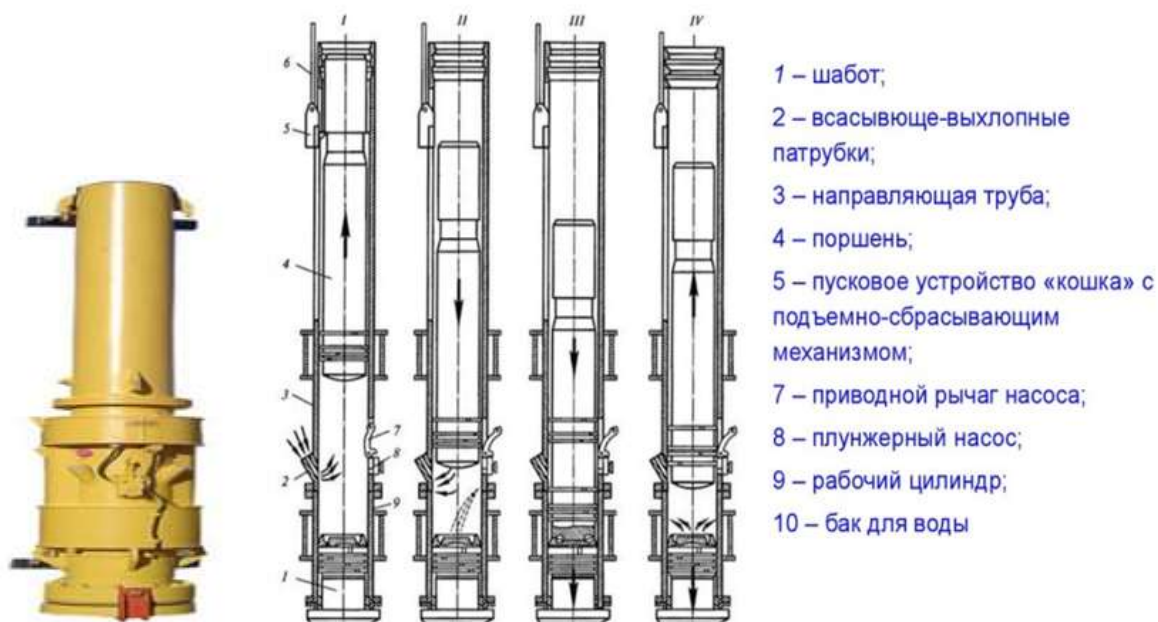
По роду привода ударные молоты разделяются на дизельные и гидравлические. Основными параметрами ударных молотов являются масса ударной части, наибольшая энергия одного удара, наибольшая высота подъема ударной части, частота ударов в минуту. Ударные молоты состоят из массивной ударной части, движущейся возвратно-поступательно относительно направляющей конструкции в виде цилиндра (трубы), поршня со штоком, штанг и т. п. Ударная часть молота наносит чередующиеся удары по головке сваи и погружает сваю в грунт. Направляющая часть молота снабжена устройством для закрепления и центрирования молота на свае. Рабочий цикл молота включает два хода – холостой (подъем ударной части в крайнее верхнее положение) и рабочий (ускоренное движение ударной части вниз и удар по свае). Ударные молоты приводятся в действие сжатым воздухом у дизельных молотов и при помощи гидравлического масла у гидравлических молотов. Производительность ударных установок намного выше, чем у машин механического типа.

Дизельные молоты представляют собой прямодействующие двигатели внутреннего сгорания, работающие по принципу двухтактного дизеля (рис. 183). Они получили преимущественное распространение в строительстве благодаря энергетической автономности, мобильности, простой и надежной конструкции и высокой производительности.

Работа трубчатого дизель-молота осуществляется в такой последовательности (рис. 183). Перед пуском молота поршень 4 поднимается «кошкой» 5, подвешенной на канате 6 лебедки копра, в крайнее верхнее положение, после чего происходит автоматическое расцепление «кошки» и поршня (положение I). При свободном падении вниз по



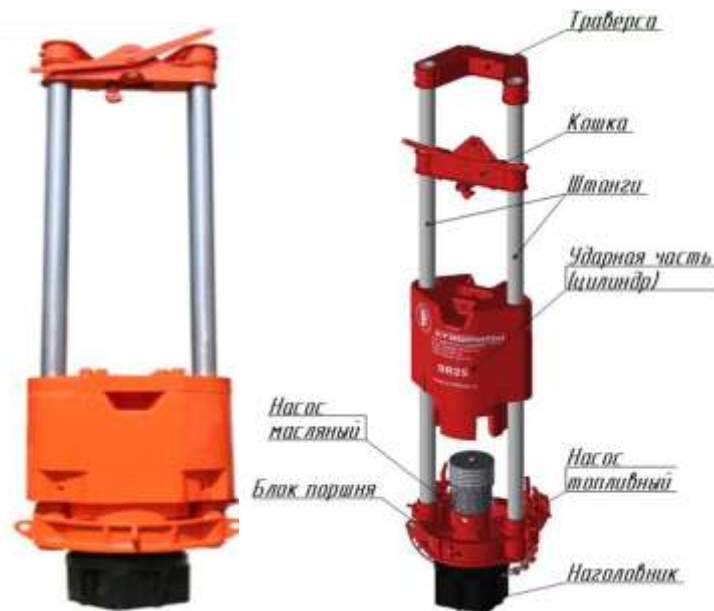
направляющей трубе 3 поршень 4 нажимает на приводной рычаг 7 топливного насоса 8, который подает дозу топлива в сферическую выточку шабота 1 (положение II). При дальнейшем движении вниз поршень перекрывает отверстия всасывающе-выхлопных патрубков 2 и начинает сжимать воздух в рабочем цилиндре 9, значительно повышая его температуру. В конце процесса сжатия головка поршня наносит удар по шаботу, чем обеспечивается погружение сваи в грунт и распыление топлива в кольцевую камеру сгорания, где оно самовоспламеняется, перемешиваясь с горячим сжатым воздухом (положение III). Часть энергии расширяющихся продуктов сгорания – газов (максимальное давление сгорания 7...8 МПа) передается на сваю, производя ее дополнительное (после механического удара) погружение, а часть расходуется на подброс поршня вверх на высоту до 3 м. Вследствие воздействия на сваю последовательно двух ударов – механического и газодинамического – достигается высокая эффективность трубчатых дизель-молотов.



**Рис. 183. Последовательность работы трубчатого дизель-молота**

При движении поршня вверх (положение IV) расширяющиеся газы по мере открывания всасывающе-выхлопных патрубков 2 выбрасываются в атмосферу. Через те же патрубки засасывается свежий воздух при дальнейшем движении поршня вверх. Достигнув крайнего верхнего положения, поршень начинает свободно падать вниз, рабочий цикл повторяется, и в дальнейшем молот работает автоматически до полного погружения сваи.

Гидравлические молоты обладают значительно массой ударной части и энергией единичного удара. В соответствии с перспективным рядом предусмотрен выпуск гидромолотов с массой ударной части 500...7500 кг и энергией единичного удара 15...75 кДж. (рис. 185).



**Рис. 184. Штанговые дизельные молоты**

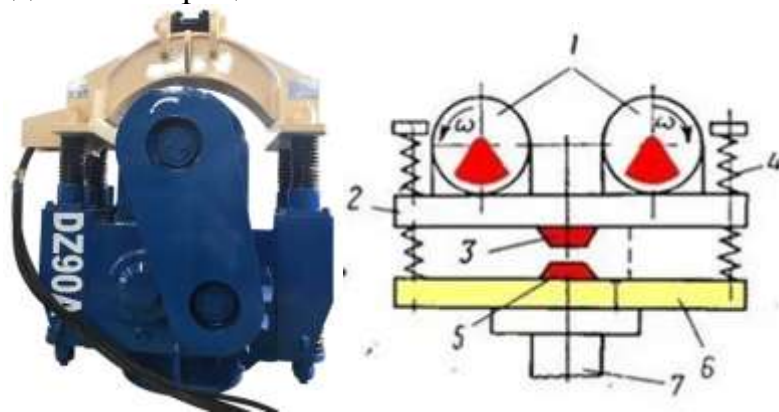


**Рис. 185. Гидравлический молот:**

*масса ударной части 210... 7500 кг, частота ударов 180...500 уд. /мин, энергия удара 3, 5... 120 к. Дж: 1 – верхний корпус; 2 – штанга; 3 – ударная часть; 4 – гидроцилиндр; 5 – шток; 6 – сферический шарнир; 7 – верхний подпятник; 8 – нижний подпятник; 9,10 – верхняя и нижняя опоры; 11 – цилиндрическая проточка*

Вибропогружатели делятся по принципу работы на две группы машин: вибромолоты; вибропогружатели.

**Вибромолот** – вибрационная машина, передающая свае одновременно колебательные и ударные импульсы. Такое воздействие на погружаемый элемент позволяет применять вибромолоты для погружения металлических свай, труб и шпунта в рыхлые и водонасыщенные средней плотности пески, а также в связные грунты текучей. Вибромолоты позволяют погружать сваи даже в мерзлые грунты. В конструкции вибрационных установок предусмотрены дисбалансы. Это позволяет параллельно с ударным импульсом создавать вибрацию исполнительного механизма.



**Рис. 186. Вибромолот:**

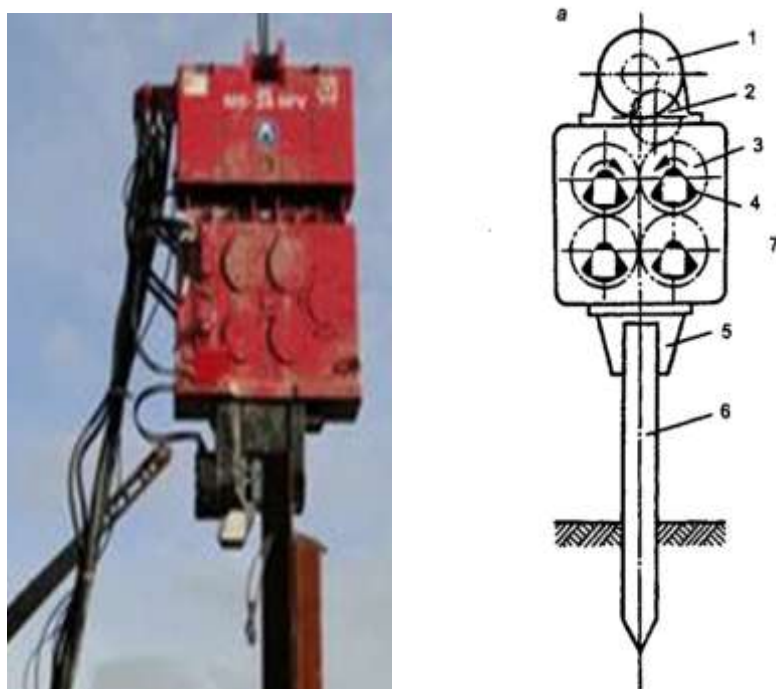
*а) общий вид; б) принципиальная схема, 1 – электродвигатель с дебалансами; 2 – ударная плита; 3 – боек; 4 – пружина; 5 – наковальня; 6 – плита; 7– свая*

Вибропогружной метод применяется при погружении свай в песчаных и водонасыщенных грунтах, не содержащие крупных твердых включений. Вибропогружатели (рис.187) представляют собой механизмы, передающие погружаемому (или извлекаемому) элементам колебания определенной частоты, амплитуды и направления, в результате которых обеспечивается их погружение (извлечение). Работа вибропогружателей основана на резком снижении коэффициента трения между грунтом и поверхностью погружаемого (извлекаемого) элемента под действием возникающих колебаний. Вибропогружатель незаменим при строительстве различных гидротехнических сооружений-причалов пристаней, портов, мостов, укрепления береговой линии и т.п.



**Рис. 187. Общий вид вибропогружателя**

Вибропогружатели бывают низкочастотные ( $n < 600$  кол/мин) и высокочастотные ( $n > 1000$  кол/мин). Низкочастотные вибропогружатели предназначены для погружения в однородные слабые водонасыщенные грунты железобетонных свай длиной до 12 м, труб и свай-оболочек массой до 10 т. Низкочастотные машины развивают возмущающую силу до 18500 кгс (185 кН) при частоте колебаний 420 в минуту и мощности электродвигателя до 60 кВт. Масса их составляет до 2500 кг, амплитуда колебаний (без сваи) до 20 мм. Высокочастотные вибропогружатели применяют для погружения в малосвязные грунты шпунта, труб и профильного металла длиной до 20 м. Они развивают возмущающую силу до 25000 кгс (250 кН) при частоте колебаний 1500 в минуту и мощности двигателя 40 кВт. Общая масса машины составляет до 2200 кг, масса пригрузки-до 1500 кг, амплитуда колебаний-до 14 мм.



**Рис. 188. Низкочастотный вибропогружатель:**

*1 – приводной электродвигатель; 2 – промежуточная шестерня;  
3 – система синхронизирующих цилиндрических шестерен; 4 – дебалансные валы; 5 – наголовник; 6 – свая*

Копры и копровое (сменное или навесное) оборудование предназначены для погружения забивных свай в грунт с помощью навешиваемых на них сваебойных молотов или вибропогружателей. Свайные молоты, вибропогружатели, вибромолоты и другие погружатели свай являются сменным оборудованием копров и самоходных (на базе самоходных машин) копровых установок. Копры предназначены для подтаскивания и установки сваи под требуемым углом наклона в заданной точке погружения, для установки сваепогружателя на сваю, направления сваепогружателя и сваи при погружении, а также перемещения копрового агрегата в зоне производства работ.



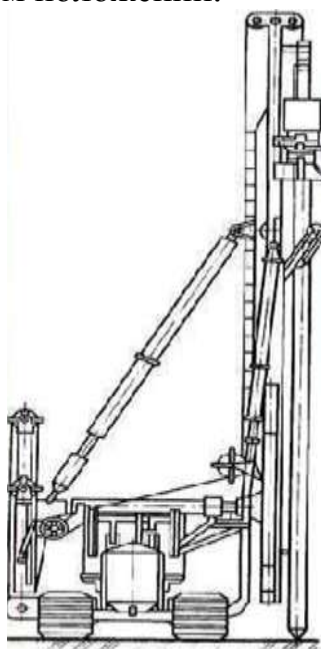
По способу передвижения копры и копровые установки делятся на две группы: установки на колёсной и гусеничной базе; сваебойные машины на рельсовом ходу.

Установки, базируемые на автомобильных платформах (рис. 189), отличаются высокой скоростью передвижения и возможностью перемещаться на значительные расстояния самостоятельно, без привлечения дополнительной техники, характеризуются хорошей проходимостью. Максимальное сечение свай, с которыми они могут работать, составляет 35 x 35 см, при этом вес не превышает 4,5 тонны.



**Рис. 189. Копровая установка на автомобильном ходу УГМК-12 в процессе забивки свай**

В качестве гусеничной базы используются одноковшовые экскаваторы (рис.191) и гусеничные тракторы (рис. 190). Машина на гусеничном ходу – оптимальное решение для строительной площадки. Она отлично маневрирует в условиях ограниченного пространства, обладает относительно небольшими габаритами и высокой мощностью. Гусеничная техника способна разворачиваться практически на месте, а также выполнять забивку свай длиной до 14 метров и массой до 5 тонн в вертикальном и наклонном положении.



**Рис. 190. Копровая установка на базе трактора**



Сваебойные машины на рельсовом ходу(рис.191,б) используются при строительстве жилых районов, крупных промышленных сооружений и иных объектов, где необходима забивка свайных опор в большом объёме.. Недостатки-громоздкость, ограниченная манёвренность, минимальная мобильность.



**Рис. 191.Копровая установка:**  
а) на базе экскаватора; б) на рельсовом ходу

Основными параметрами копров и копровых установок являются: грузоподъемность  $Q$  (наибольшая суммарная масса подвешенной сваи, наголовника и сваепогрузателя), высота мачты  $H_m$ , (расстояние от опорной плоскости копра до оси верхнего грузового блока), вылет мачты  $L$  (расстояние от оси вращения поворотной платформы копра до вертикальной оси погружаемой сваи).

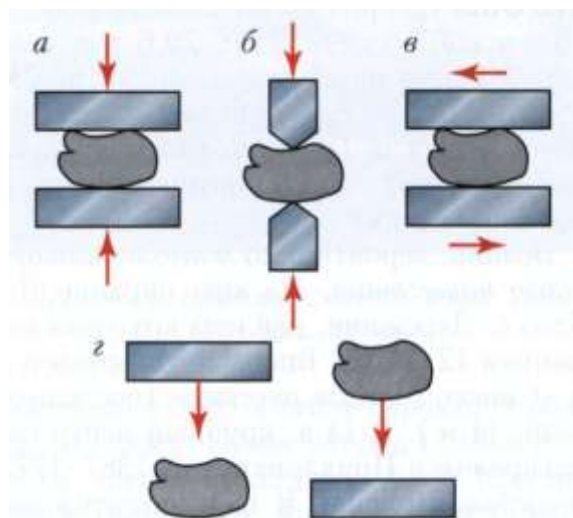
#### 4.11. Машины и оборудования для дробления, сортировки и мойки каменных материалов

Дробление-процесс уменьшения размеров кусков твердого материала (рис. 192). Процесс дробления можно характеризовать степенью дробления по среднему размеру исходных материалов и по среднему размеру готовых материалов (кусков).



**Рис. 192. Дробление материала**

Для дробления материалов, используются следующие методы дробления: раздавливание (рис.193а), раскалывание (рис.193б), истирание (рис.193в), ударное воздействие (рис.193г). При этом одновременно могут реализоваться несколько методов, например, раздавливание и истирание, удар и истирание.



**Рис. 193. Способы дробления:**

*а) раздавливание; б) раскалывание; в) истирание; г) удар*

Применяемые для дробления машины разделяют на дробилки и мельницы

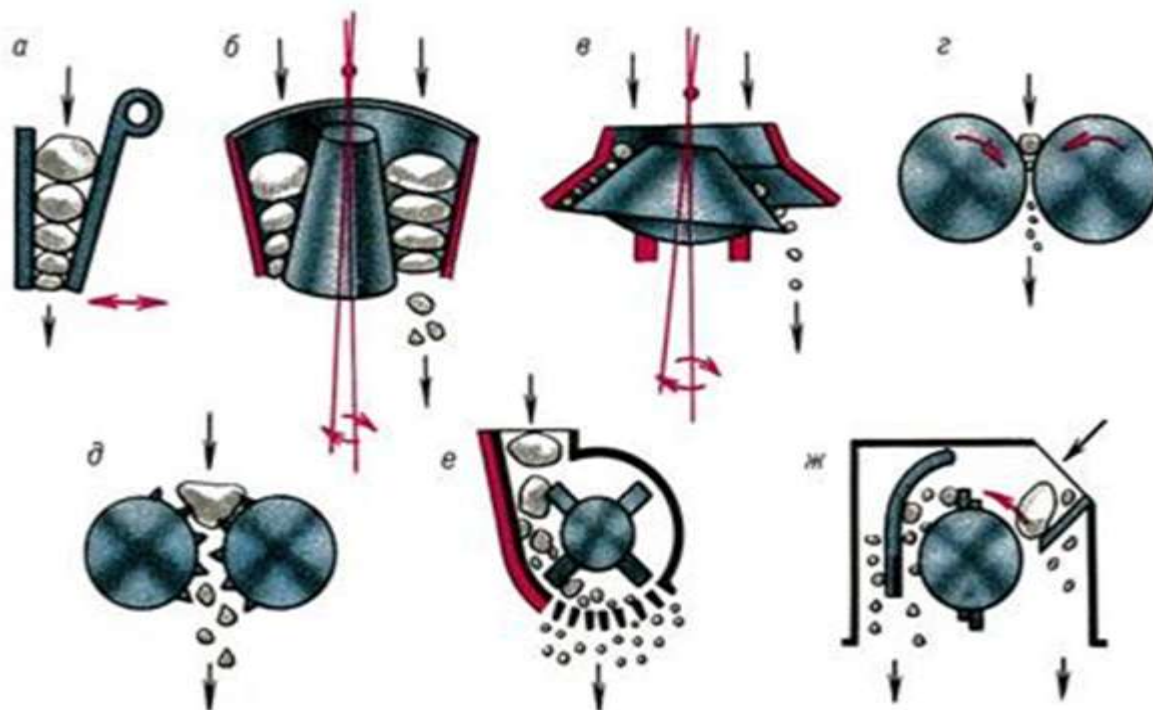
#### **4.11.1. Машины для дробления**

Дробилки по принципу действия разделяют на щековые (рис.194а), в которых материал подвергается раздавливанию, раскалыванию и частично истиранию между двумя плитами-щеками при их периодическом сближении; конусные (рис.194,б,в), в которых материал разрушается в процессе раздавливания, излома и частичного истирания между двумя коническими поверхностями, одна из которых движется эксцентрично по отношению к другой, осуществляя непрерывное дробление материала; валковые (рис. 194,г,д), в которых материал раздавливается между двумя валками, вращающимися навстречу один другому (иногда валки вращаются с разной частотой; ударного действия, которые, в свою очередь, бывают молотковыми (рис.194е) и роторными (рис.194ж); в молотковых дробилках материал измельчается в основном ударом шарнирно подвешенных молотков, а также истиранием, в роторных – дробление осуществляется за счет удара жестко прикрепленных к ротору бил, удара материала об отражательные плиты и ударов кусков материала один о другой.

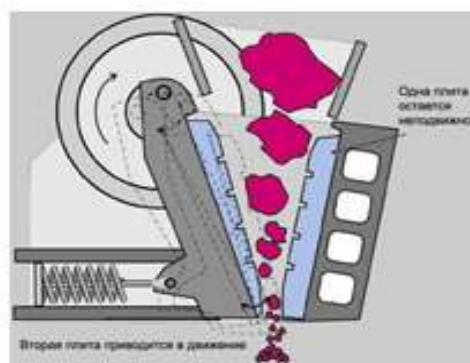
Для крупного и среднего дробления различных по прочности рудного и нерудного сырья широкое применение нашли щековые дробилки, для которых характерна простота конструкции и высокая надежность.

Типоразмер дробилки характеризует величина ширина приемного отверстия (расстояние между дробящими плитами в верхней части камеры

дробления в момент максимального отхода подвижной щеки). Другим важным параметром служит длина приемного отверстия, т. е. длина камеры дробления, определяющая, сколько кусков может быть загружено одновременно. Произведение двух величин и называется размером приемного отверстия щековой дробилки и является ее главным параметром.



**Рис. 194. Схемы принципов действия машин для дробления:**  
*а ) щековая дробилка; б, в) конусная; г, д) валковая; е) молотковая дробилка; ж) роторная*

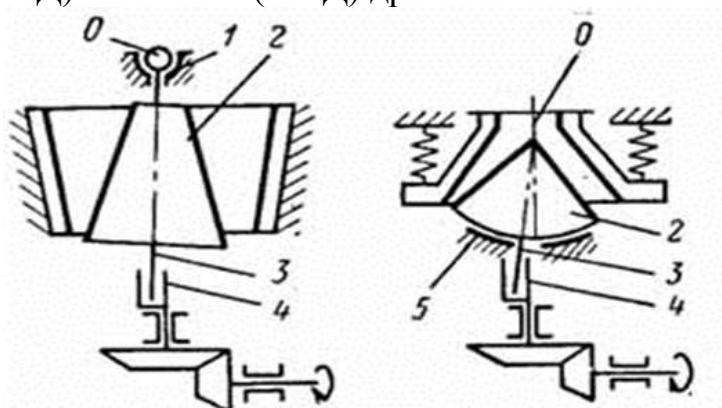


**Рис. 195. Схема работы щековой дробилки**

В зависимости от величины главного параметра, в мм, щековые дробилки, выпускаемые промышленностью, составляют следующий размерный ряд: 160 x 250, 250 x 400, 250 x 900, 400 x 600, 400 x 900, 600 x 900, 900 x 1200, 1200 x 1500, 1500 x 2100 мм.

Конусные дробилки являются высокопроизводительными машинами для переработки различных горных пород на всех стадиях дробления. В

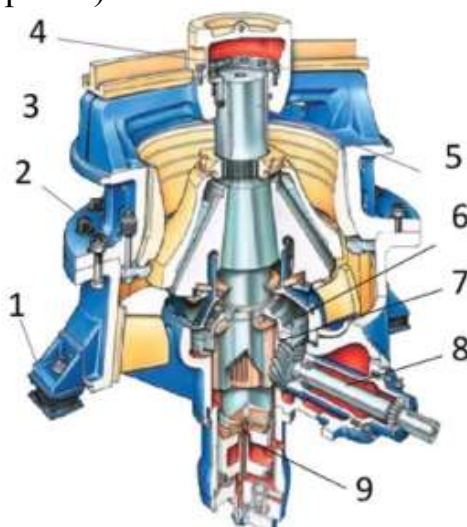
зависимости от назначения разделяют конусные дробилки для крупного (ККД), среднего (КСД) и мелкого (КМД) дробления.



**Рис. 196. Кинематические схемы конусных дробилок:**

*а) крупного дробления (ККД); б) среднего (КСД) и мелкого (КМД) дробления:  
1 – траверса; 2 – подвижный конус; 3 – вал; 4 – эксцентриковая втулка;  
5 – сферический подпятник*

Дробилки крупного дробления (ККД) (рис.197) характеризуются шириной приемного отверстия и в зависимости от типоразмера могут принимать куски горной породы размером 400...1200 мм. Размер выходной щели 75...300 мм, производительность 150...2600 м<sup>3</sup>/ч. Промышленность выпускает следующий ряд дробилок ККД: 500, 900, 1200, 1500 мм (по ширине приемного отверстия).



**Рис. 197. Конусная дробилка (ККД):**

*1 – станина; 2 – неподвижный конус; 3 – подвижный конус; 4 – траверса; 5 – вертикальный вал; 6 – колесо коническое; 7– эксцентриковая втулка; 8 – ведущий вал; 9 – стакан*

Дробилки среднего (КСД) и мелкого (КМД) дробления характеризуются диаметром основания подвижного конуса и выпускаются размером 600, 900 мм (КСД); 1200, 1750, 2200 мм (КСД и КМД).

В дробилках КСД можно дробить куски материала размером 75...300 мм; размер выходной щели 10...90 мм, производительность 19...580 м<sup>3</sup>/ч.



Дробилки КМД имеют выходную щель размером 3...20 мм, производительность 24...180 м<sup>3</sup>/ч. В них можно дробить куски материала размером 40...110 мм.



**Рис. 198. Агрегат КСД-900**

В дробилках ударного действия дробимый материал разрушается под действием механического удара, при котором кинетическая энергия движущихся тел полностью или частично переходит в энергию их деформации и разрушения.

В отличие от рассмотренных дробилок, сжимающих кусок между двумя дробящими поверхностями, в дробилках ударного действия кусок материала обычно подвергается воздействию только с одной стороны, а возникающие при этом усилия дробления уравниваются силами инерции массы самого куска. По конструктивному решению основного узла машины – ротора, дробилки ударного действия разделяют на два основных типа: роторные (рис. 199); молотковые (рис. 200).

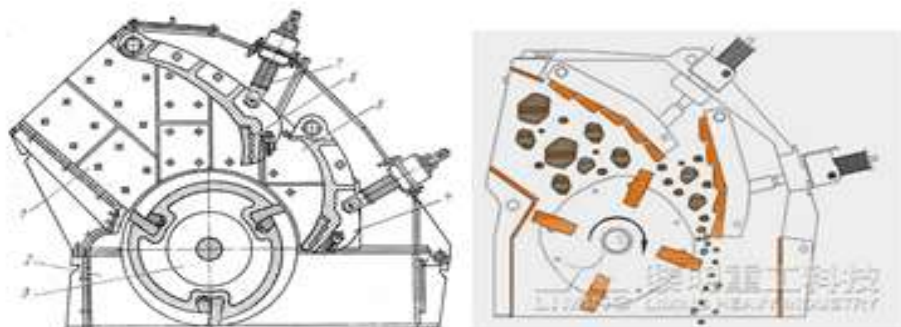
Дробилки ударного действия применяют в основном для измельчения малоабразивных материалов средней прочности (известняка, доломитов, мергеля, угля, каменной соли и т. п.). Эти машины отличаются следующими технико-эксплуатационными преимуществами: большой степенью дробления (до 50), что позволяет сократить число стадий дробления; большой удельной производительностью (на единицу массы машины); простотой конструкции и удобством обслуживания;

Основным рабочим органом валковой дробилки является цилиндрический валок, вращающийся на горизонтальной оси. Подлежащий дроблению материал подается сверху, затягивается между валками или валком и футеровкой камеры дробления и в результате этого дробится. По конструктивному исполнению валковые дробилки бывают одно-, двух- и четырехвалковые. В последнем случае одна пара валков располагается над другой, т. е. четырехвалковая дробилка может рассматриваться как две двухвалковые дробилки, смонтированные в один корпус.

Поверхности валков бывают гладкие, рифленые, ребристые и зубчатые. Сочетания дробящих поверхностей могут быть различными: например, оба валка могут иметь гладкую поверхность, или один гладкую, другой – рифленую и т. д. Промышленные валковые дробилки имеют диаметр валка

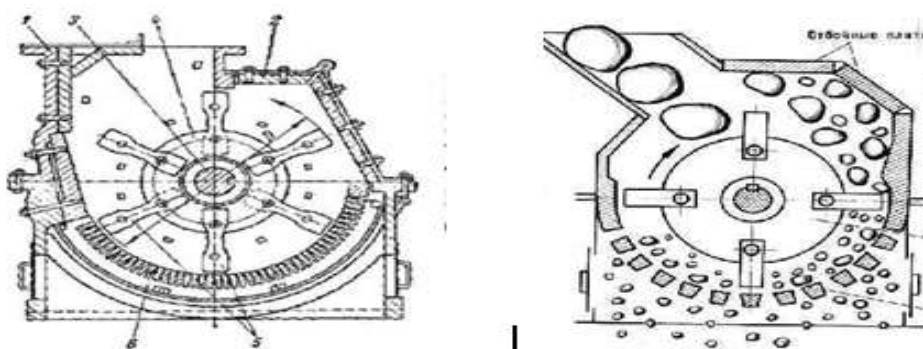


400-500 мм и длину, равную 0,4-1,0 диаметра (длина зубчатых валков может быть больше, чем диаметр). В промышленности строительных материалов наиболее распространены двухвалковые дробилки (рис.201).



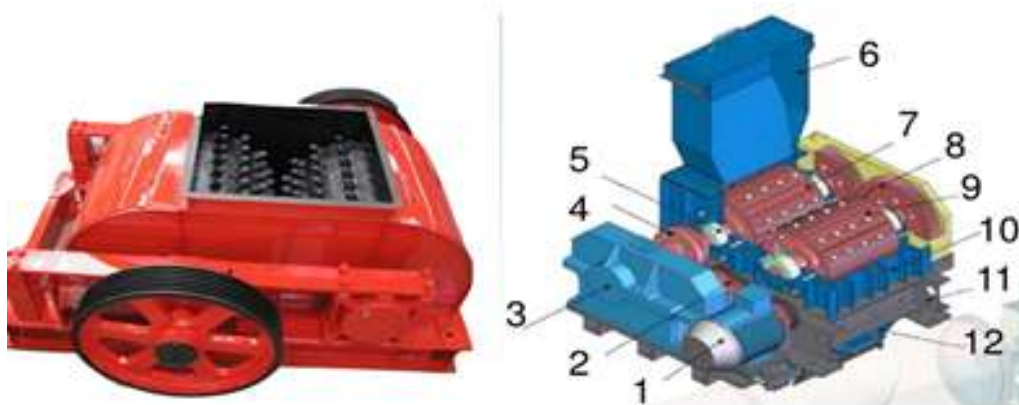
**Рис. 199. Роторная дробилка:**

1 – верхний корпус; 2 – нижней корпус; 3 – ротор; 4 – отражательная плита; 5 – износостойкие плиты; 6 – сменные плиты; 7 – предохранительно-регулирующее устройство



**Рис. 200. Молотковая дробилка вид и схема работы:**

1 – корпус; 2 – отбойная плита; 3 – вал; 4 – диск; 5 – молотки; 6 – колосниковая решетка.



**Рис. 201. Валковая дробилка:**

1 – электродвигатель; 2 – ременная передача; 3 – редуктор; 4 – муфта; 5 – опора подшипниковая; 6 – бункер; 7 – ведущий валик; 8 – зубчатая пара; 9 – ведомый валик; 10 – станина; 11 – рама опорная; 12 – разгрузочное устройство

Такие дробилки особенно удобны для измельчения влажных и вязких материалов (например, глин, так как другие дробильные машины забиваются подобными материалами, а на валковых дробилках могут быть установлены специальные скребки, снимающие налипший материал с поверхности валков.

Преимуществами валковых агрегатов являются: -однородность формы фракции на выходе; -простейшее механическое устройство; -удобство при ремонтных работах и техническом обслуживании; -удобство регулирования настроек;

Недостатками валкового оборудования являются: налипание частей влажного материала на валки; низкая производительность; большая степень износа рабочих органов дробилки, из-за чего возникает большая трудоемкость и простои механического оборудования; невозможность дробления материалов при степени твердости более 160 МПа.

#### 4.11.2. Сортировочные машины

Процесс разделения смеси (исходная масса неоднородная по крупности, содержащая различные примеси и включения) на отдельные сорта по крупности называется сортировкой. Процессы сортирования широко используют в промышленности строительных материалов, так как исходный материал в большинстве случаев представляет собой неоднородную по крупности смесь, содержащую различные примеси и включения. В процессе переработки сырья материал необходимо разделять на классы по крупности, удалять из материала примеси и включения, снижающие его качество. Оборудование для этих процессов основывается на механическом, гидравлическом и воздушном принципе действия.

Сортировка может производиться следующим способом:

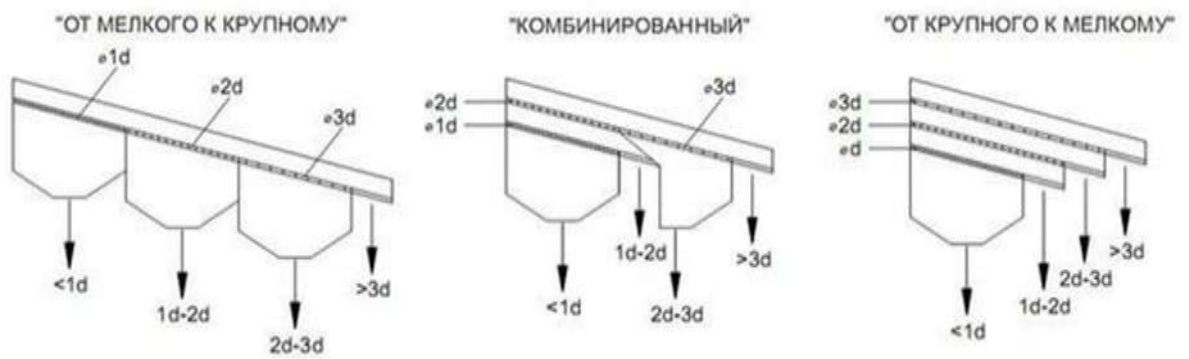
- механическим (грохочение);
- гидравлическим (классификация);
- воздушным (сепарация);
- магнитным (сепарация).

**Механическая сортировка (грохочение)** – процесс разделения исходной массы по крупности на плоских или криволинейных просеивающих поверхностях – колосниковых решетках, ситах с отверстиями заданного размера, которые приводятся в движение приводами машин. Машины для механической сортировки называются грохотами.

Грохочение может производиться через одно или несколько последовательно расположенных сит (рис. 202).

По способу действия грохоты делятся на неподвижные и подвижные. Вид решётки делит грохоты на плоские и барабанные.

Неподвижные грохоты используются очень редко, так как они имеют низкую производительность. К положительным качествам неподвижных грохотов относится то, что они недороги, конструктивно просты, легки в обслуживании.



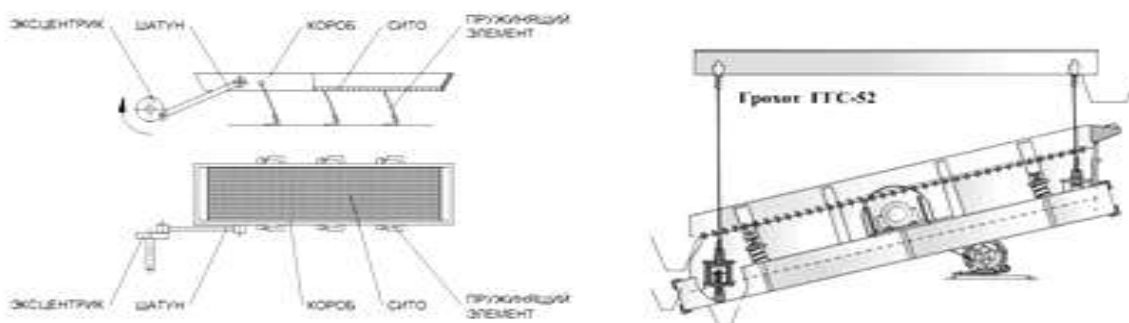
**Рис. 202. Способы грохочения**

Барabanные грохоты (рис. 203) используются наиболее широко в современной индустрии. Грохот представляет собой установленный под наклоном барабан с поверхностью из сетки. Грохоты барабанной конструкции используют для разделения сыпучих тел более чем на два класса.



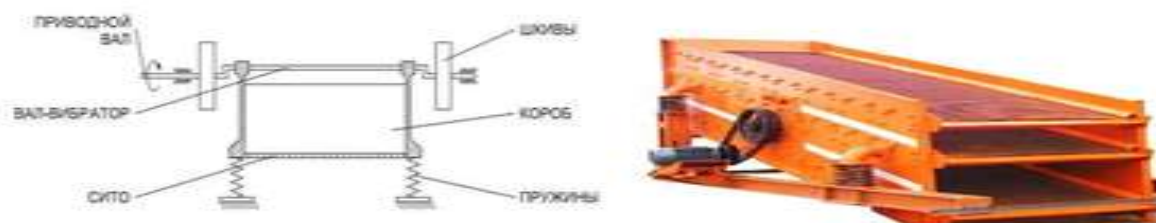
**Рис. 203. Барабанный грохот**

Качающиеся грохоты также находят широкое применение в промышленности. Они представляют собой наклонные под углом сита, делающие колебательные движения благодаря кулачковому механизму. Плоские качающиеся грохоты (рис. 204) состоят из прямоугольного короба и сита, которому сообщается качение от движущегося механизма. При качении грохота материал перемещается по ситам.



**Рис. 204. Плоские качающиеся грохоты**

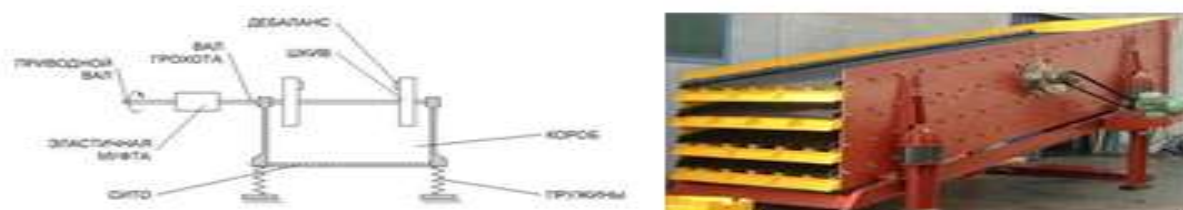
**Эксцентрикковые качающиеся грохоты.** Вибратор-вал установлен в стойке рамы на шарикоподшипниках. Такие грохоты оснащены двумя эксцентриками и противовесами. Короб с ситом крепится на подшипниках к валу. Короб концами укрепляется на пружинах на резиновые опоры. Эксцентрикковый вал сообщает коробу движения с амплитудой, которая равна эксцентриситету  $r$  вала. Такие устройства относятся к быстроходному типу, поэтому, как правило, их подвешивают на тягах с пружинами к потолочным балкам.



**Рис. 205. Эксцентрикковые качающиеся грохоты**

Инерционные грохоты применяются для разделения материалов на фракции по крупности. Максимальный размер куска у исходного материала равен 250 мм.

Эксцентрикковый инерционный грохот состоит из корпуса, в котором размещены одно или два сита. На эксцентрикковом валу подвешен корпус. Эксцентрикковый вал установлен на двух роликоподшипниках на основной раме. Электродвигатель приводит грохот в движение, через клиноременную передачу. Во время вибрации вала на корпус передаются мелкие и частые колебания. Под воздействием этих колебаний материал хорошо расслаивается и совершается весьма качественное сортирование. Производительность таких грохотов 4...300 куб. метров в час, колебательные амплитуды составляют 3 мм, двигатель имеет мощность 2,0-6,0 киловатт.



**Рис. 206. Вибрационные грохоты**

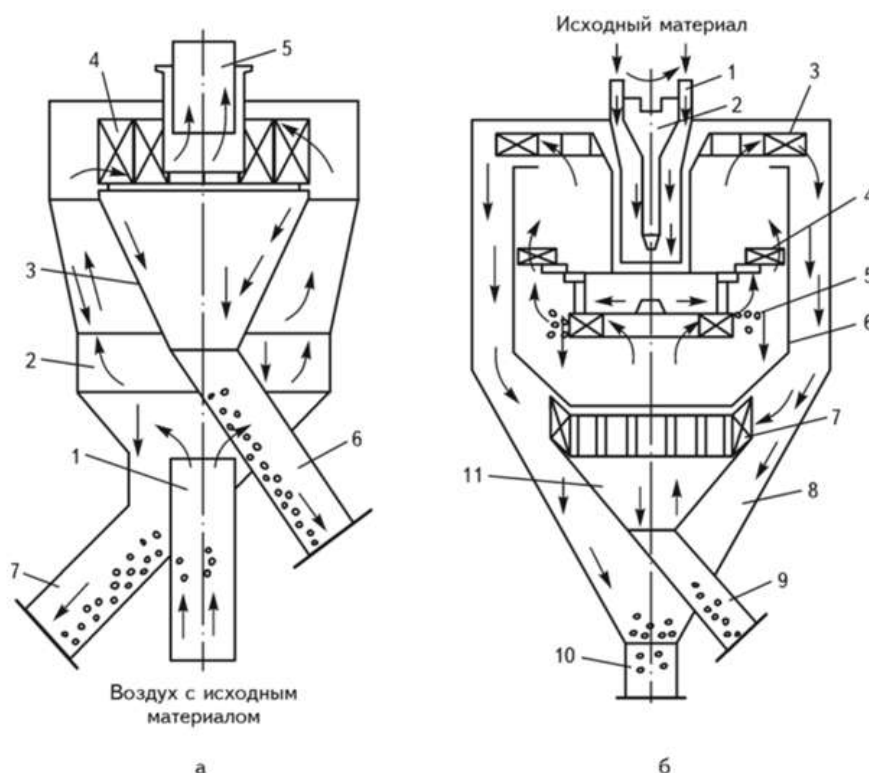
**Воздушная сортировка (сепарация)** (рис. 207) – разделение материала по крупности частиц и их удельному весу за счет различной скорости осаждения в воздушном потоке под действием силы тяжести или центробежных сил и сил сопротивления среды. Воздушная сортировка производится в специальных устройствах и машинах-воздушных сепараторах, которые применяются для обеспечения помольных машин при производстве строительных материалов.

Сухие порошковые материалы крупностью менее 1 мм рациональнее сортировать в воздушных сепараторах, в которых более крупные частицы при определенных условиях выпадают из потока газа под действием сил тяжести или центробежных сил, а мелкие выносятся потоком газа в осадительные устройства. Регулируя скорость потока газов, можно варьировать крупностью выносимых частиц.

Воздушные сепараторы широко применяют в помольных установках при производстве цемента, гипса, извести и др. При использовании горячих газов в них можно совмещать сортировку и сушку материалов.

В промышленности строительных материалов преимущественное распространение получили проходные и циркуляционные сепараторы.

В промышленности строительных материалов преимущественно применяют сепараторы проходные и циркуляционные. В проходные сепараторы (рис.207,а) материал в виде аэросмеси подается сжатым воздухом, который используется также для технологической операции разделения смеси. Воздух с исходным материалом поступает по патрубку 1 в корпус сепаратора 2.



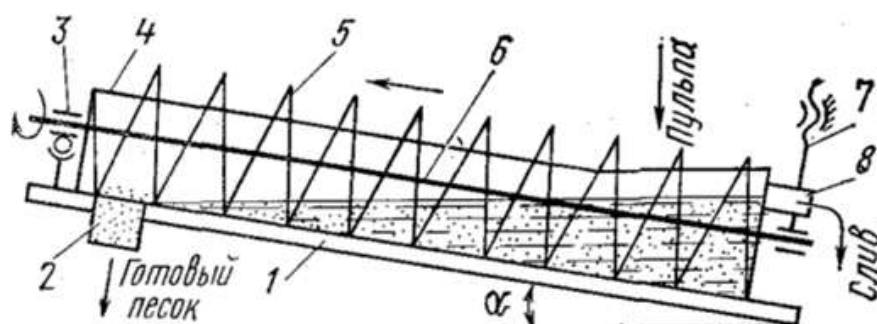
**Рис. 207. Принципиальная схема проходного (а) и циркуляционного (б) сепаратора:**

- а) 1 – входной патрубок; 2 – внешний корпус; 3 – внутренний корпус; 4 – направляющие лопатки; 5 – выходной патрубок; 6,7 – разгрузочные патрубки мелкой и крупной фракции соответственно; б) 1 – входной патрубок; 2 – вал; 3 – вентилятор; 4 – крыльчатка; 5 – диск; 6 – внутренний корпус; 7 – жалюзи; 8 – внешний корпус; 9 и 10 – выгрузочные патрубки крупной и мелкой фракции, соответственно; 11 – воронка где закручивается



Вследствие расширения канала, в котором движется смесь, скорость потока падает и крупные частицы выпадают из смеси под действием силы тяжести. Мелкие частицы проходят вместе с воздухом по направляющим лопаткам 4 во внутренний конус 3, где поток закручивается и из него выпадают частицы средней крупности в результате воздействия на них центробежных сил. Крупные частицы отводятся из сепаратора по патрубкам 6, а мелкие выносятся по трубе 5 в осадитель. Граница разделения регулируется дросселированием входящего потока или путем изменения угла поворота лопаток 4. Недостатком сепараторов является повышенный расход сжатого воздуха. Такие сепараторы рационально применять в установках, где сжатый воздух используется как рабочее тело (в системах пневмотранспорта). Наша промышленность выпускает проходные сепараторы диаметром от 2,5 до 5,5 м, с пропускной способностью по воздуху 20-30 тыс. м<sup>3</sup>/ч.

В циркуляционных сепараторах (рис.207,б.) пылевоздушная смесь образуется непосредственно в самом аппарате. По патрубку (1) классифицируемый материал попадает на вращающийся диск (5), расположенный на валу (2). Крупные частицы под действием силы тяжести падают вниз или же под действием центробежных сил отбрасываются на внутренний корпус (6). В обоих случаях они через воронку (11) попадают в выгрузочный патрубок (9). Вращающиеся вместе с диском (5) вентилятор (3) и крыльчатка (4) засасывают воздух из нижней зоны, который, поднимаясь вверх, подхватывает более мелкие частицы и поступает в пространство между внутренним (6) и внешним (8) корпусами, двигаясь по спирали вниз. Центробежная сила отбрасывает мелкие частицы к стенкам, где они, теряя скорость, выпадают из потока и стекают в патрубок (10). Через жалюзи (7) воздух снова поступает во внутренний корпус, где процесс повторяется. Циркуляционные аппараты по сравнению с проходными более компактны и экономичны.



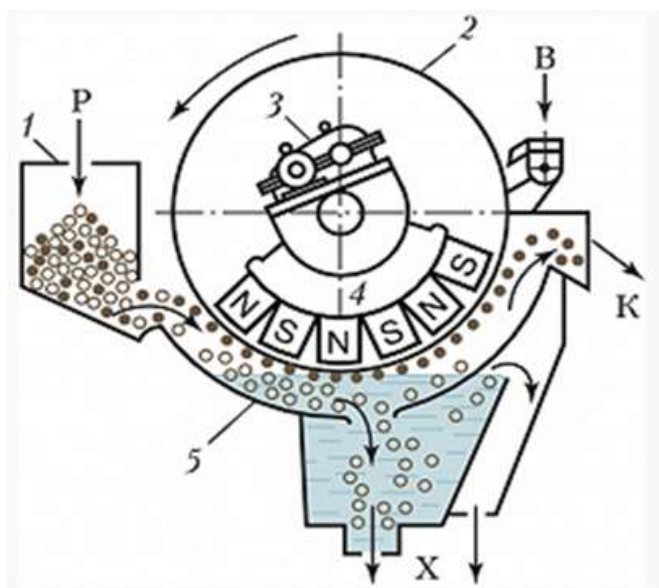
**Рис. 208. Схема спирального классификатора:**

1 – рама; 2 – разгрузочная воронка; 3 – подшипниковая опора; 4 – короб (корыто); 5 – спираль; 6 – вал; 7 – механизм подъема/опускания спирали; 8 – сливной порог

**Гидравлическая сортировка (классификация)** (рис. 208.) – разделение материала по крупности частиц, их удельному весу и различной смачиваемости в воде или других жидкостях за счет различной скорости

осаждения. Гидравлической классификации подвергаются материалы, крупность которых не превышает 5 мм. Осуществляется она в специальных аппаратах – гидроклассификаторах.

**Электромагнитная сортировка (сепарация)** (рис. 209.) – основана на различии воздействия магнитного поля на частицы, обладающие магнитными свойствами. Применяется также для извлечения из потока материалов металлических включений и предметов, которые могут повредить дробильно-сортировочное оборудование. Для электромагнитной сепарации применяют электромагнитные сепараторы циклического и непрерывного действия, работающие в сухом и мокром процессах.



**Рис.209. Схема магнитного сепаратора:**

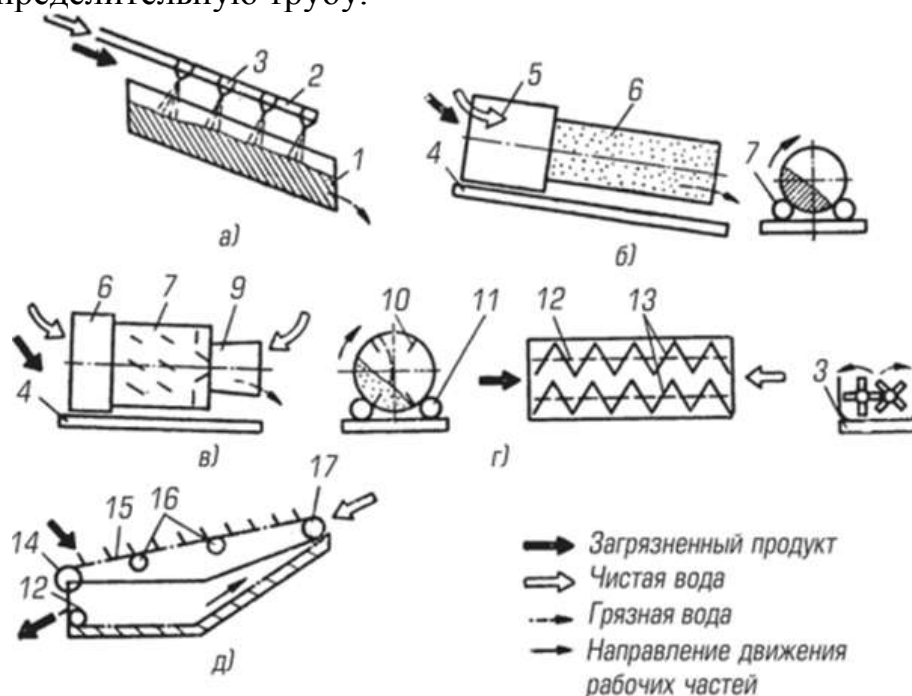
*1 – питатель; 2 – барабан; 3 – привод барабана; 4 – магнитная система;  
5 – прямоточная ванна*

### **4.11.3. Промывочные машины**

Песок, гравий и щебень содержат загрязняющие примеси: ил, глину, частицы слюды, которые ухудшают сцепление их с цементным раствором при производстве бетонных и железобетонных изделий. Для получения высококачественных каменных материалов необходимо удаление загрязняющих примесей путем промывки. Промывка представляет собой процесс обогащения за счет отделения примесей в водной среде.

Гравиемойки предназначены для промывки загрязненных щебня и гравия, содержащих глинистые включения. В зависимости от степени загрязненности каменных материалов применяют различные способы промывки. При малой загрязненности (менее 5 %) материалы можно промывать в процессе сортировки на грохотах (рис. 210а). В этом случае на грохот 1 по трубам 2 подается вода, которая равномерно распределяется по площади сит. Материал, находящийся на грохоте, интенсивно промывается струями воды из сопел 3. Для промывки гравия и щебня средней загрязненности применяют барабанные graviемойки-сортировки (рис. 210б).

Гравимойка-сортировка состоит из установленного на вращающихся опорных роликах барабана 7, смонтированного на раме 4. Барабан имеет одну глухую секцию 5 и несколько перфорированных секций 6. В глухой секции происходит промывка, а в последующих секциях – сортировка материала по фракциям. Чистую воду подают в глухую секцию барабана через распределительную трубу.



**Рис. 210. Оборудование для промывки материала**

Сильно загрязненные материалы целесообразно промывать с использованием барабанной мойки (рис.210в). Материал, поступающий в приемную секцию 8, промывают во вращающемся барабане 7, установленном на роликах на опорной раме 4. При вращении барабана материал поднимается лопастями 10, жестко прикрепленными к его внутренней поверхности, сбрасывается вниз и одновременно продвигается к месту разгрузки. Вода подается внутрь барабана по распределительной трубе. Чистый материал поступает в обезвоживающий конус 9.

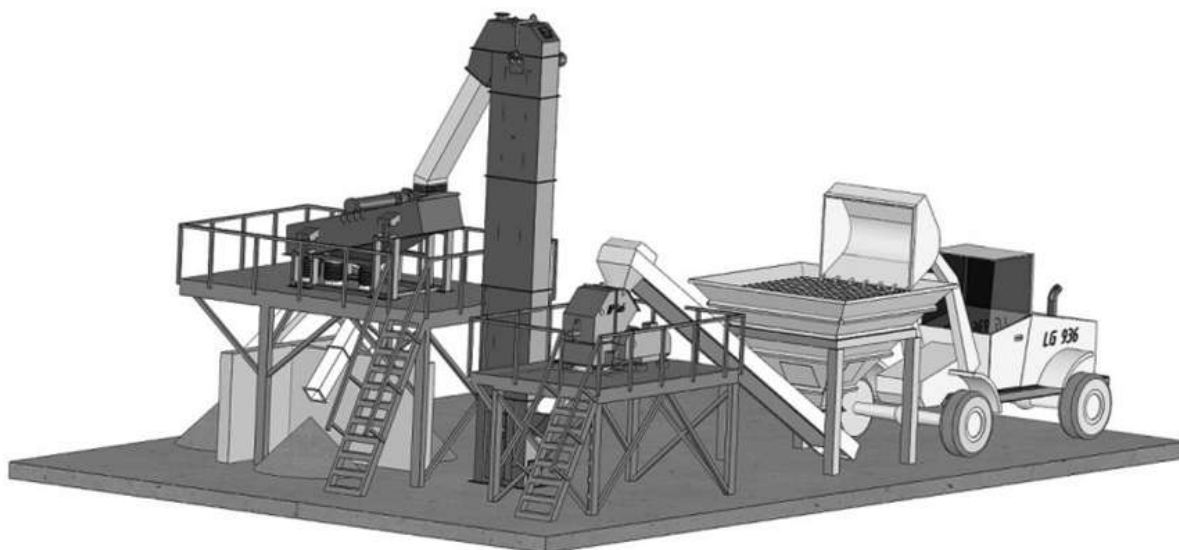
#### 4.11.4. Дробильно-сортировочные установки

Дробильно-сортировочная установка (рис. 211) – комплекс машин и оборудования, увязанных в единую технологическую схему по производительности.

Дробильно-сортировочные установки классифицируют по производительности: установки малой производительности (до 50-100 тыс. м<sup>3</sup>/год); установки средней производительности (до 100-250 тыс. м<sup>3</sup>/год); установки большой производительности (более 250 тыс. м<sup>3</sup>/год)

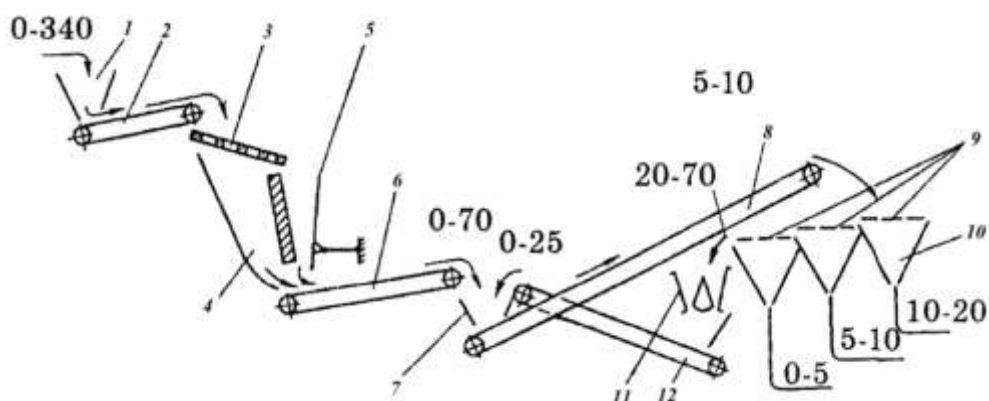
Технологический процесс производства щебня включает обычно 2-3 стадии дробления и 2 вида сортировки. Для обеспечения нормального

режима работы ДСУ должна располагать соответствующей по производительности системой машин и оборудования.



**Рис. 211.** Дробильно-сортировочная установка для получения щебня

Передвижная дробильно-сортировочная установка (ПДСУ) производительностью 50 тонн/час показан на (рис. 212).



**Рис. 212.** Технологическая схема передвижной дробильно-сортировочной установки производительностью 50 тонн/час:

- 1 – бункер; 2 – питатель; 3 – колосниковая решетка; 4 – лоток;
- 5 – щековая дробилка; 6,8,12 – конвейеры; 7 – приемная воронка;
- 9 – грохот; 10 – бункеры; 11 – конусная дробилка

#### 4.12. Машины и оборудование для железобетонных работ

Бетон представляет собой искусственный каменный материал, полученный из смеси вяжущего вещества, воды, заполнителей и в необходимых случаях специальных добавок после ее формования и твердения. Строительные растворы не имеют в своем составе крупного заполнителя. До формования указанные полуфабрикаты называют бетонной и растворной смесью. Машины и оборудование, применяемые при производстве бетонных и железобетонных работ, изготовлении и монтаже

элементов армирования и возведении монолитных железобетонных конструкций, разделяются в зависимости от выполняемого технологического процесса на машины и оборудование для арматурных и для бетонных работ.

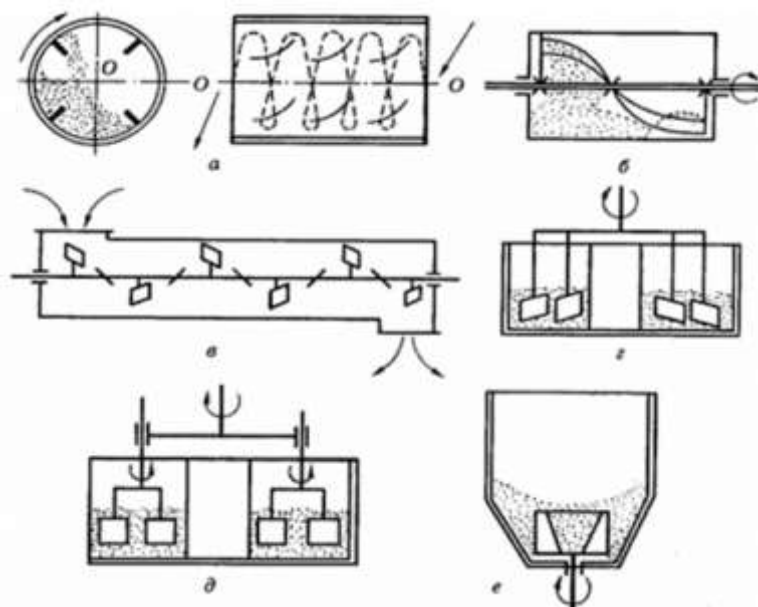
#### 4.12.1. Оборудование для приготовления бетонной смеси

В производстве строительных материалов и изделий процесс перемешивания является одна из важнейших операций, от которой в значительной степени зависит качество выпускаемой продукции. Перемешивание должно обеспечивать однородность массы по ее составляющим, гранулометрическому составу и влажности. Качество приготовления смеси зависит от способа перемешивания, типа смесителя и режима его работы. По технологическому назначению различают:

- а) бетоносмесители;
- б) растворосмесители.

По способу перемешивания смесительные машины бывают (рис.213):

а) с перемешиванием при свободном падении материалов(гравитационное) (рис.213,а): смесь перемешивается во вращающемся барабане, на внутренней поверхности которого укреплены лопасти, которые увлекают за собой материал и затем, сбрасывая, перелопачивают его; б) с принудительным перемешиванием (рис.213,б,в,г.д.): перемешивание производится в неподвижных или вращающихся емкостях, оборудованных горизонтально или вертикально расположенными лопастными валами; в) с вибрационным перемешиванием: смесь подвергается вибрационному воздействию посредством колебаний взаимодействующих поверхностей.



**Рис. 213. Схемы перемешивания материалов в смесительных машинах:**

- а) гравитационные бетонные смесители; б) лопастные растворители;*
- в) бетоносмесители непрерывного действия; г) роторные бетоносмесители; д) планетарно роторные бетоносмесители;*
- е) турбулентные растворосмесители*



По характеру работы различают смесительные машины:

а) периодического действия (материалы загружаются отдельными дозами, причем каждая новая доза подается в барабан лишь после выгрузки из него приготовленной смеси);

б) непрерывного действия (дозирование, загрузка, перемешивание и разгрузка материалов осуществляются непрерывно).

По способу перебазирования:

а) передвижные; б) стационарные.

Основными параметрами циклических смесителей являются вместимость смесителя по загрузке и объем готового замеса, смесители непрерывного действия характеризуются производительностью.



**Рис. 214.** Смесительные машины:

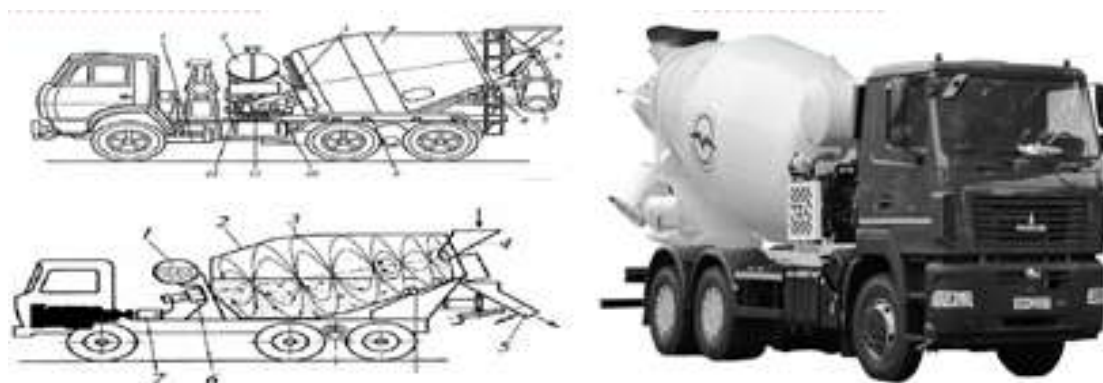
*а) гравитационный смеситель циклического действия,*

*б) смеситель циклического действия с принудительным перемешиванием.*

#### **4.12.2.Машины для транспортирования (доставки) бетонной смеси**

Приготовленная бетонная смесь или раствор перевозятся различными транспортными средствами. От смесителей завода (смесительного цеха завода ЖБИ) готовая смесь к потребителю транспортируется бетоновозами, автосамосвалами, автобетоносмесителями, ленточными конвейерами, с помощью бетонорастворонасосов и специальным оборудованием.

Автобетоносмесители (рис. 215.). Предназначены для доставки отдозированных компонентов бетонной смеси, приготовления подвижной и малоподвижной бетонной смеси в пути следования или по прибытии на строительный объект, доставки готовой бетонной смеси и выдачи ее потребителю. Автобетоносмесители могут загружаться: сухой смесью послойно, сухой перемешанной смесью, а также, смоченной, частично перемешанной смесью или готовой бетонной смесью. Сухие бетонные смеси загружают в автобетоносмеситель на центральном бетонном заводе, а добавку воды и перемешивание смеси производят в пути непосредственно перед прибытием к месту укладки или на объекте. В случае загрузки готовой бетонной смесью автобетоносмесители используются как автобетоновозы с побудителем.



**Рис. 215. Схема автобетоносмесителя с механическим приводом барабана:**

*1 – центробежный насос для подачи воды; 2 – клиноременная передача; 3 – двигатель; 4 – карданный вал; 5 – реверсивный редуктор; 6 – цепная передача; 7 – центральная цапфа; 8 – ведомая звездочка цепной передачи; 9 – барабан; 10 – бандаж; 11 – спиральные лопасти; 12 – опорный роли*

#### **4.12.3. Машины и оборудование для подачи, распределения и укладки бетонной смеси**

Подача бетонных и растворных смесей по трубопроводам осуществляется бетоно- и растворонасосами с пневматическим или гидравлическим приводом. Пневмонагнетатели применяют преимущественно на объектах с небольшими объемами работ при расстоянии подачи смеси 120-150 м.

Бетононасосы предназначены для приема свежеприготовленной бетонной смеси от специализированных бетонотранспортных средств и подачи её к месту укладки в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Бетононасосы разделяют на два типа:

1. Передвижные (автобетононасосы) (рис. 216), предназначенные для подачи свежеприготовленной смеси в горизонтальном и вертикальном направлениях к месту укладки при возведении сооружений из монолитного бетона и железобетона. Они представляют собой самоходные мобильные бетонотранспортные машины, состоящие из базового автошасси, бетононасоса с гидравлическим приводом и шарнирно сочлененной стрелы с бетоноводом для распределения бетонной смеси в зоне действия стрелы во всех ее пространственных положениях.



**Рис. 216. Автобетононасос**

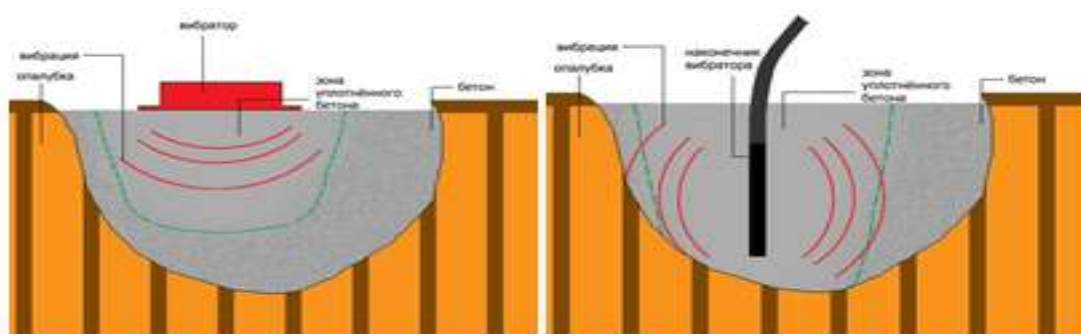
2. Стационарные растворонасосы предназначены для приема, просеивания, транспортирования и нанесения строительных и штукатурных растворов на поверхность при выполнении отделочных работ на строительном участке.

Растворонасосы (рис. 217.) классифицируются по способу воздействия вытеснителя на раствор: а) диафрагменные; б) поршневые; в) винтовые.



**Рис. 217. Растворонасосы**

Машины для уплотнения бетонной смеси. Процесс укладки состоит из распределения бетонной смеси и ее уплотнения на месте укладки. При укладке бетонную смесь уплотняют с целью вытеснения содержащегося в ней воздуха и более компактного расположения составляющих. Уплотняют бетонную смесь вибрированием, сообщая ее частицам механические колебания, возбудителями которых являются вибраторы. При вибрировании бетонная смесь приобретает повышенную подвижность, способствующую вытеснению воздуха и заполнению всех пустот между арматурой и опалубкой. От качества уплотнения зависят прочность и долговечность сооружения или изделия. По способу воздействия на уплотняемую бетонную смесь различают поверхностные, наружные и глубинные вибраторы.



**Рис. 218. Способы уплотнения бетона:**  
а) поверхностный, б) глубинный

Уплотнение бетонной смеси вибраторами поверхностного типа, чаще всего применяется для больших площадей и небольшого слоя строительной смеси. Поверхностное оборудование создает вибрации, которые проходят на 20-30 см вглубь раствора. Если же высота бетонного основания намного больше, то виброплиту рекомендуется использовать после обработки внутренним вибратором.

Глубинный вибратор (рис. 219б) позволяет уплотнить бетонную смесь более эффективным способом, благодаря тому, что в этом случае энергия вибрации передается непосредственно в бетонный состав.

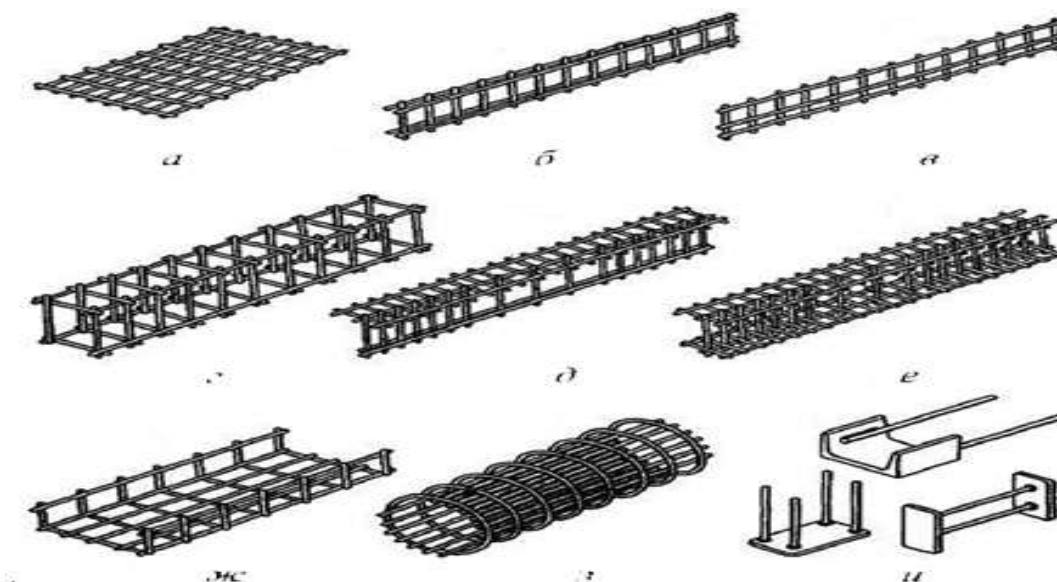


**Рис. 219. Уплотнители бетона:**

*а) поверхностный площадочный вибратор; б) глубинный электрический вибратор*

#### 4.12.4. Машины и оборудование для арматурных работ

Машины и оборудование для арматурных работ в свою очередь подразделяются на: инструменты, станки и оборудование для обработки арматурной стали; оборудование для электрической сварки арматуры; оборудование для изготовления сварных арматурных каркасов и сеток; оборудование и машины для натяжения арматуры предварительно напряженных конструкций. Производство железобетонных изделий (ЖБИ) и конструкций связано с переработкой и применением большого количества арматурной стали (рис. 220).



**Рис. 220. Основные виды арматурных изделий:**

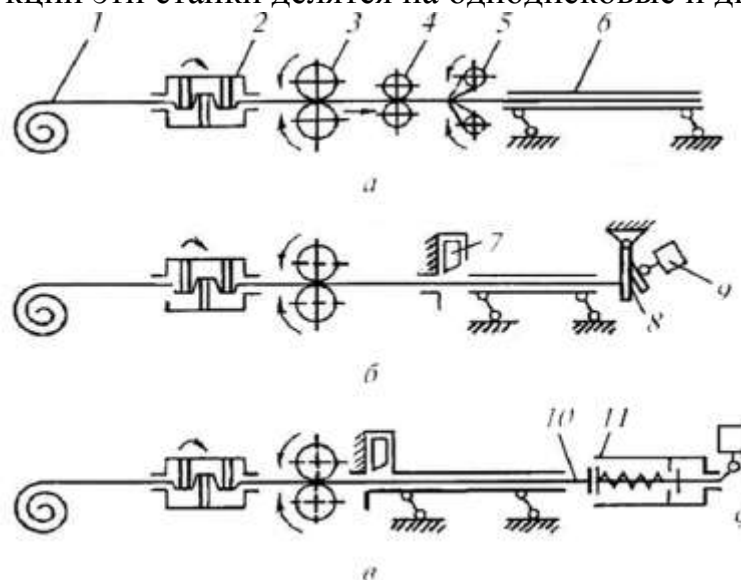
*а) плоская сетка; б, в) плоские каркасы; г, д, е) пространственные каркасы; ж) гнутая сетка; з) каркас железобетонной трубы; и) закладные детали*

Правильно-отрезные станки предназначены для заготовки прутков различной длины из мотков арматурной стали. Они выполняются по



следующим конструктивным схемам: с непрерывной подачей арматуры и резанием вращающимися ножами; с подачей арматуры до упора и резанием гильотинными ножами; с непрерывной подачей арматуры и резанием летучими ножами; с циклической подачей арматуры без упора и резанием наклонными (гильотинными) ножами.

Станки для гибки стержней арматурной стали и сварных сеток имеют электромеханический, электрогидравлический или пневматический привод. По виду конструкции эти станки делятся на однодисковые и двухдисковые.



**Рис. 221. Схемы правильно-отрезных станков:**

- а) с непрерывной подачей арматуры и резанием вращающимися (дисковыми) ножами; б, в) с подачей арматуры до упора и резанием гильотинными ножами: 1 – моток; 2 – барабанный механизм; 3 – роликовый механизм (подающее устройство); 4 – роликовый отмеривающий механизм; 5 – механизм реза с вращающимися ножами; б – приемное устройство; 7 – механизм реза с гильотинными ножами; 8 – флажковый механизм; 9 – конечный выключатель; 10 – шомпол; 11 – шомпольный механизм*

Станки для гибки арматуры (рис. 222) являются одним из необходимых видов оборудования на заводах, где производятся железобетонные изделия для строительства, а также различные металлоконструкции. Разнообразная конфигурация металлических и железобетонных изделий предполагает использование арматуры, или стального прута, различного диаметра, согнутого под разными углами. Станки для гибки арматуры, или, как их еще называют, гибочные станки, предназначены для проведения холодной деформации прута с целью получения нужной формы изделия.

Оборудование и машины для натяжения арматуры предварительно напряженных конструкций. При изготовлении предварительно напряженных железобетонных изделий перед формованием производится натяжение арматуры. Эта операция может выполняться как на отдельных постах, так и непосредственно на посту формования. Натяжение стержневой арматуры осуществляется в основном гидравлическими домкратами (рис.223.) или



электротермическим способом, а проволочной арматуры гидравлическими домкратами или навивочными машинами.



**Рис. 222. Станок С-146А для гибки арматурных стержней**



**Рис. 223. Устройство для натяжении арматуры**

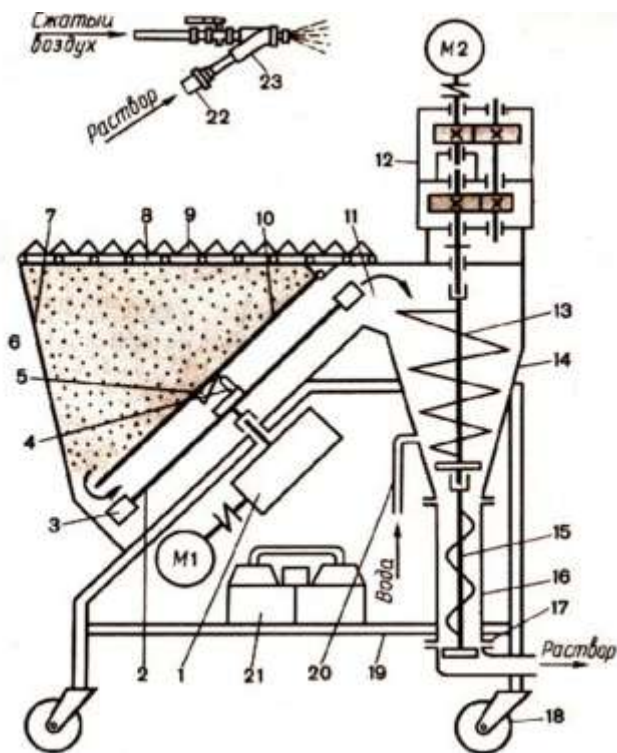
#### **4.13. Оборудование для отделочных работ**

Отделочные работы представляют собой комплекс процессов по наружной и внутренней отделке зданий и сооружений с целью повышения их защитных, эксплуатационных и архитектурно-эстетических качеств. Отделочные работы сложны и трудоемки. На них идет около 25...30% общих трудовых затрат, которые достигают 15...18% от общей стоимости строительства. В состав отделочных входят штукатурные, облицовочные, малярные, обойные, стекольные и кровельные работы, а также работы по устройству и отделке полов. Отделочные работы характеризуются многообразием и технологической несхожестью операций. Для выполнения отделочных работ используется большое количество строительно-отделочных машин, различных по назначению и устройству.

##### **4.13.1. Машины для штукатурных работ**

Трудоемкость штукатурных работ составляет трудоемкости возведения зданий и сооружений их стоимость достигает 8...10 % общей стоимости строительно-монтажных работ. Для механизации штукатурных работ применяются установки, включающие оборудование для приготовления раствора, его процеживания, транспортирования и нанесения на оштукатуриваемую поверхность. Такие установки бывают циклического и непрерывного действия, передвижные и стационарные.

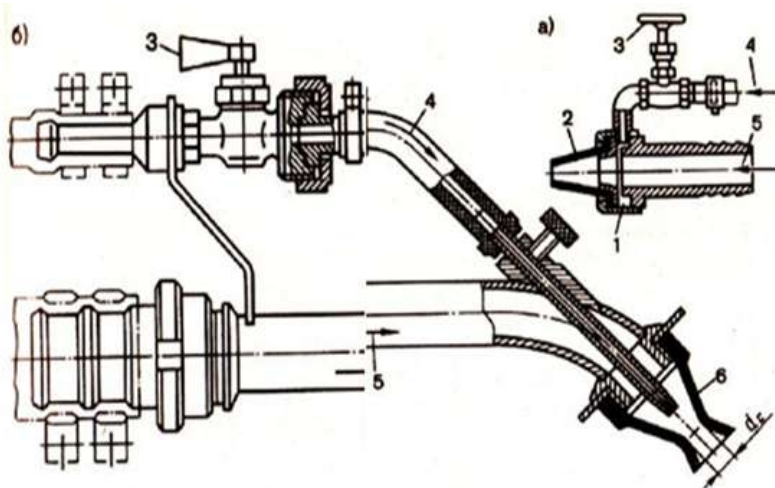
**Штукатурные установки.** На рисунке 224 показана схема установки, состоящей из смесителя циклического действия. Растворонасос подает раствор винтовым насосом по раствороводу к форсунке, распыливающей раствор и сообщаящей необходимую скорость частицам.



**Рис.224. Агрегат  
штукатурный смесительный  
(АШС):**

1-редуктор, 2-  
вращающийся обод, 3-  
лопатка, 4-штырь, 5-косой  
выступ, 6-дозатор, 7-приемный  
бункер, 8-огорождающая  
решетка, 9-нож-пила, 10-  
крыша, 11-люк, 12-редуктор, 13-  
смесительный вал, 14-  
смесительная камера, 15-  
винт, 16-винтовой насос, 17-  
перемешивающее  
устройство, 18 труба, 19-  
колесо, 20-тележка, 21-  
двухдиафрагменный  
компрессор, 22-напорный  
шланг, 23-пневматическая  
форсунка.

Для нанесения штукатурных растворов на поверхность применяют воздушные форсунки (рис.225.).



**Рис. 225.  
Штукатурные  
форсунки:**

а) форсунки с кольцевой  
подачей воздуха, б)  
форсунки с центральной  
подачей воздуха.

#### 4.13.2. 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, грунтовку и собственно окраску. Подлежащие окраске поверхности очищают от пыли

сжатым воздухом или щетками, а сильно загрязненные поверхности-шлифовальными машинами или металлическими электрощетками.

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 имеют, как правило, электрический привод.



**Рис. 226. Штукатурно-затирачная машина с электроприводом**

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  $16... 100 \text{ л}$ . Производительность агрегата достигает  $500 \text{ м}^2/\text{ч}$  окрашенной поверхности.

При небольших объемах окрасочных работ применяют переносные окрасочные агрегаты (рис.227.) 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  $0,7 \text{ л}$ .



**Рис. 227. Оборудование окрасочных составов:**  
*а) окрасочный агрегат, б) 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, а также во всех других случаях при небольших объемах работ различаются между собой размерами и формой отпечатка факела. Пневматические краскораспылители (рис.227,б.) обеспечивают высокое качество окрашивания, надежны и просты в работе и обслуживании.

#### 4.13.3. Оборудование для отделки полов

Бетонные полы затирают сразу же после вакуумной обработки. Для грубого заглаживания поверхностей бетонных и мозаичных полов применяют трех- и четырех лопастные машины со сменными лопастями различной ширины. Для более качественной отделки полов применяют дисковые затирочные машины(рис.228.) с двумя вращающимися навстречу друг другу рабочими дисками.



**Рис. 228. Затирочная машина для бетона:**  
*а) двухроторная, б) однороторная*

Затирочная машина (рис. 228) предназначена для выравнивания и заглаживания бетонных поверхностей полов после укладки бетонной смеси. Затирочная машина для бетона может быть одно/двухроторной. Во внутренних помещениях используются обычно однороторные агрегаты, они могут отличаться по виду установленного двигателя и его мощности, комплектуются рабочими дисками диаметром от 600 до 1200 миллиметров

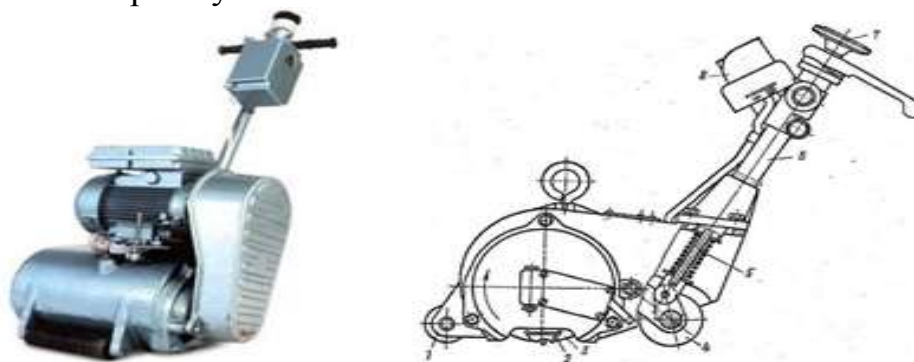
Финишная обработка бетона и поверхностей из других материалов, используемых в поверхностными дефектами. Мозаично-шлифовальные машины находят всё более широкое применение на завершающих этапах отделки полов, включая и удаление с них прежних покрытий строительстве, является трудоёмкой и экологически грязной операцией. Использование машинной обработки не только сократит время, но и эффективнее справится со всеми. Для шлифования и полирования полов из мозаики, мрамора, гранита и т. п. материалов применяют мозаично-шлифовальные машины (рис. 229). Они приводятся в движение электродвигателями, реже, – двигателем внутреннего сгорания.





**Рис. 229. Мозаично-шлифовальные машины**

Для строжки деревянных полов применяют строгальные машины (рис. 230). Их рабочим органом является вращающийся барабан, на периферийной поверхности которого установлены ножи.



**Рис. 230. Машина для строжки деревянных полов СО-97А.1.**

Процедура шлифования паркета – обязательный этап на пути к созданию совершенного покрытия. После окончания процедуры поверхность дерева становится идеально ровной без трещин и царапин. Для выполнения работ используется паркетно-шлифовальная машина с наиболее подходящим для того или иного покрытия функционалом и набором характеристик.

Для шлифования дощатых и паркетных полов применяют шлифовальные машины барабанного и дискового типов. Шлифовальная паркетная машинка СО-318, один из лучших современных образцов.



**Рис. 231. Модель машины для шлифовки СО-318**



## 4.14. Ручные машины

Роль ручных машин в современном строительстве значительно возрастает в связи с требованиями повышения качества труда и производительности на фоне сокращения сроков работ. Также расширяются области их применения. Ручные машины применяют при выполнении различных технологических операций, выполнения мелких рассредоточенных строительно-монтажных работ, где невозможно применение крупных машин и механизмов. У ручных машин движение рабочего органа осуществляется от двигателя, а удерживание, вспомогательные движения и управление выполняются вручную.

Классификации ручных машин:

по роду выполняемой работы: 1) сверлильные, развертывающие, развальцовочные; 2) шлифовальные, зачистные, полировальные; 3) гайковерты, шуруповерты, резьбонарезные; 4) клепальные, рубильные и отбойные молотки, перфораторы, бетоноломы; 5) ножницы, пилы, рубанки; 6) ручные машины специального назначения

по виду используемой энергии: электрические, пневматические, моторизованные, гидравлические, пороховые.

по характеру движения рабочего органа: с вращательным движением-круговым (сверлильные) и по замкнутому контуру (долбежники); машины с возвратно-поступательным движением (ножницы, молот); со сложным движением (перфоратор).

по назначению: для работы по металлу, по дереву, для санитарно-технических, электротехнических, земляных и других работ.

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.

### 4.14.1. Электрические ручные инструменты

Электрические ручные машины являются наиболее распространенными в строительном производстве. Их распространение обусловлено сравнительной простотой изготовления и эксплуатации, а также сравнительно высоким коэффициентом полезного действия чем у других видов ручных машин.

Для обработки металла выпускаются электросверлилки, электроножницы для резки листового металла, электродыропробивные

машины, электрическая шлифовальная машина, резьбонарезной инструмент и др.

Электрические сверлильные машины по металлу разделяются: по размерам – сверлилки легкого (сверление до 8 мм), среднего (до 15 мм) и тяжелого (до 23 мм) типов; по конструктивному устройству – сверлилки обычные и угловые; по роду тока высокочастотные, низковольтные, с приводом от однофазного тока 127-220 В и трехфазного тока 127-220 В с двойной изоляцией.

Электросверлильная ручная машина (рис. 232) состоит из корпуса, встроенного электродвигателя, редуктора и шпинделя.



**Рис. 232. Электросверлилка**

Электроножницы служат для разрезания тонкой листовой стали. Они особенно удобны для выполнения фигурного раскроя, так как могут резать по контуру с малым радиусом кривизны.



**Рис. 233. Электроножницы**



**Рис. 234. Электрошлифовальная машина**

Электрошлифовальные машины (рис. 234) предназначены для зачистки абразивным кругом сварных швов, очистки металлоконструкций от коррозии и других работ. Скорость вращения шпинделя определяется максимально допустимой окружной скоростью абразивного круга. Для ручных электроинструментов она не должна превышать 25-30 м/с, что достигается применением понижающей одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи.

Гайковерты применяются при сборке и разборке различных резьбовых (болтовых) соединений при монтажных, электромонтажных, санитарно-технических опалубочных и других работах. Выпускаются гайковерты с

электро- и пневмоприводом, прямые и угловые. Основными сборочными единицами гайковерта (рис. 235.) являются корпус, электродвигатель, редуктор, кулачковый механизм и шпиндель.



**Рис. 235. Гайковерты электрические**

В числе электрических ручных машин для обработки дерева выпускаются электросверлилки, дисковые электропилы, ленточные электропилы, цепные электропилы, электродолбёжники, электрорубанки, электролобзики, электрополировально-шлифовальный инструмент и др.

Электросверлилки по дереву принципиально не отличаются от электросверлилок по металлу. Применяемые в строительстве электросверлилки для дерева обеспечивают диаметр сверления до 32 мм и имеют мощность двигателя 0,6-1,1 кВт. Шпиндель сверлилки вращается с частотой 480 и 560 мин<sup>-1</sup>.



**Рис. 236. Электрорубанок**

Электрорубанок (рис.236) – ручное устройство, использующееся для уменьшения толщины деревянных изделий, выравнивания их поверхности или создания в них протяженных выемок различной формы (фасок, четвертей, шпунтов). Основными параметрами рубанков являются ширина и глубина строгания за один проход. Выпускаемые промышленностью электрорубанки обеспечивают ширину строгания за один проход 100 мм и соответственно глубину строгания до 2 мм. Мощность электродвигателей

соответственно составляет 0,4 и 0,34 кВт при частоте вращения в / мин  
ножевого барабана 2700 и 5700. Масса рубанков 10 кг.



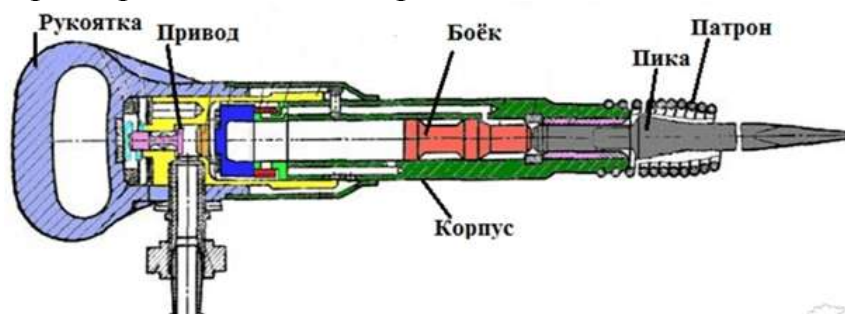
**Рис. 237. Электропила**

Дисковые электропилы (рис.237) выпускаются без редукторными и редукторными. Пильный диск вращается с частотой 2800 мин-1. Мощность электродвигателя трехфазного переменного тока с короткозамкнутым ротором напряжением 220 В нормальной частоты 0,6 кВт при 2800 мин., масса пилы 10,5 кг. Масса дисковой пилы с двигателем с частотой 200 Гц 7 кг.

#### **4.14.2. Пневматические ручные машины**

Пневматические ручные машины широко применяются в строительстве для обработки металла и камня, для трамбования грунта, при монтажных работах, особенно в тех условиях, когда не допускается применение электрифицированных ручных машин. Пневматические ручные машины легче электрифицированных и безопаснее в работе во всех условиях. Пневматический привод предпочтительнее электрифицированного для ручных машин ударного действия, молотков, трамбовок и др., так как их конструкция проще. Пневматические ручные машины не боятся перегрузок, однако создают большой шум, вызывают необходимость применения рукавов высокого давления для подсоединения к воздушной сети, а также применения передвижных компрессоров.

По принципу действия пневматические ручные машины различают ударного, ударно-вращательного и вращательного действия.



**Рис. 238. Отбойный пневматический молоток**

К пневматическим ручным машинам ударного действия относятся отбойные молотки, бетоноломы, рубильные и клепальные молотки, трамбовки, перфораторы и др.

Отбойные пневматические молотки(рис.238) применяются в строительстве для выполнения работ по разрушению твердых, слежавшихся и мерзлых грунтов, ломки и разрушения бетонных покрытий, асфальта, кирпичной кладки и др.

Выпускаемые пневматические отбойные молотки имеют энергию единичного удара 3; 3,7 и 4,5 кгс-м с числом ударов соответственно 1600, 1400 и 1200 в 1 мин. Масса 8,5; 9,1 и 10 кг. Давление воздуха 0,5 МПа.

Бетоноломы применяют в строительстве для ломки бетона, вскрытия асфальтовых и бетонных покрытий. Отличаются от молотков большей мощностью и рукояткой, имеющей для удобства Т-образную форму (рис. 239.).



**Рис. 239. Бетоноломы**

Выпускаются бетоноломы с энергией единичного удара 8 кгс-м, с числом ударов 850 в 1 мин. Мощность 1,16 кВт. Масса 18 кг.

Пневматические трамбовки (рис. 240.) применяются для уплотнения грунта при засыпке траншей и других земляных работ, а также для уплотнения бетонной массы.



**Рис. 241. Пневматические трамбовки**

К пневматическим инструментам ударно-вращательного действия относятся ручные и колонковые бурильные молотки (перфораторы). Пневматический перфоратор (рис. 242.) представляет собой поршнеую



машину ударно-вращательного действия. Перфораторы изготавливаются с энергией единичного удара 40; 50; 52 и 60 Н-м с числом ударов в 1 мин 2600 и 1700. Давление сжатого воздуха 0,5 МПа. Масса с виброгасящей кареткой 26; 33,5 и 35 кг.



**Рис. 242. Пневматический перфоратор**

#### **4.14.3. Моторизованные ручные машины**

Моторизованные ручные машины применяются в тех случаях, когда на месте эксплуатации нет и по каким-либо причинам нецелесообразно иметь источники электрической энергии и сжатого воздуха. Моторизованные машины имеют автономный привод от двигателя внутреннего сгорания.

Выпускаемые моторизованные ручные машины - цепные пилы, перфораторы, бетоноломы и трамбовки

Мотобетонолом (рис. 243) используется на строительных объектах для разрушения бетона, кирпичной кладки, асфальтовых оснований, а также для разработки мерзлого грунта. При оснащении трамбующей плитой его можно использовать для уплотнения грунта в стесненных условиях.



**Рис. 243. Мотобетонолом**

Энергия одиночного удара пневмобетонолома 40 Н-м, Число ударов 1100 в 1 мин. Масса 25 кг.

Мотоперфораторы изготавливаются для сверления шпуров до диаметра 40 мм и глубиной бурения до 1,5 м. Масса 37 кг.

## *Контрольные вопросы*

1. Какие виды машин и оборудования применяют для приготовления бетонных и растворных смесей? Приведите их классификацию.
2. Устройство смесителей циклического действия. Главный параметр и как определяется их техническая производительность?
3. Как устроены смесители непрерывного действия?
4. Назовите их главный параметр?
5. Как определяется техническая производительность?
6. Виды машин и оборудования для транспортирования бетонных смесей.
7. Устройство автобетоновозов.
8. Область применения и устройство автобетоносмесителей.
9. Область применения бетононасосов.
10. Состав бетононасосных установок.
11. Классификация бетононасосов. Какие из них наиболее распространены в строительстве?
12. Опишите принцип работы одноцилиндрового противоточного поршневого растворонасоса. Чем отличается от него двухцилиндровый дифференциальный растворонасос?
13. Как определяют производительность поршневых противоточных растворонасосов?
14. Для чего предназначены, как устроены и как работают пневмонагнетатели?
15. Для чего предназначены, как устроены и как работают передвижные агрегаты циклических смесителей принудительного перемешивания? Какими насосами их комплектуют? Каковы их выходные параметры?
16. Для чего применяют, как устроены и как работают винтовые растворонасосы?
17. Для чего применяют, как устроены и как работают воздушные и безвоздушные форсунки?
18. Для чего применяют ручные затирочные машины? Какой вид привода они используют?
19. Для чего применяют, как устроены и как работают шпатлевочные установки? Каковы их выходные параметры?
20. Для чего применяют передвижные шпатлевочные агрегаты? Каковы их выходные параметры?
21. Для чего применяют, как устроены и как работают дисковые затирочные машины, мозаично-шлифовальные машины?
22. Какие машины применяют для строжки полов? Как они устроены и как работают? Каковы их выходные параметры?
23. Какие машины применяют для шлифования и полирования дощатых и паркетных полов? Как они устроены и как работают? Каковы их выходные параметры?
24. Для чего применяют шлифовальные машины дискового типа, каковы их выходные параметры?

## Глава 5. МЕЛИОРАТИВНЫЕ МАШИНЫ

**Мелиорация** (от лат. *Meliorato* – улучшение) – комплекс организационно-хозяйственных и технических мероприятий по коренному улучшению неблагоприятных гидрологических, почвенных и других условий земель с целью наиболее их эффективного использования.

Мелиорация земель – сложные дорогостоящие ресурсо- и энергоемкие мероприятия, проводимые длительное время, для их осуществления необходимо создание комплекса сложных инженерных сооружений и устройств, надежно функционирующих в разнообразных природных условиях, часто экстремальных, при переменных погодных условиях. Поэтому на мелиорированных землях строятся инженерные мелиоративные системы, т. е. комплекс сооружений, устройств, машин и оборудования, предназначенных вместе с мероприятиями для регулирования показателей мелиоративного режима.

Выполнения мелиоративных работ производится специальными мелиоративными, а также общестроительными, и сельскохозяйственными машинами. Специальные мелиоративные машины - машины для удаления кустарника, пней, камней, строительства каналов и антифильтрационных покрытие, строительства дренажных систем, планировки почвы, полива и др. Эти машины отличаются большим разнообразием, рабочих органов, конструкций и выполнением технологических процессов на мелиоративных сооружениях. На строительстве и эксплуатации средних и крупных мелиоративных каналов, укладки дренажа на орошаемых землях, оросительных трубопроводов работают мощные машины. При строительстве оросительных систем большая часть земляных работ выполняются бульдозерами и скреперами, 30 %-экскаваторами и 10 % другими машинами. С целью повышения эффективности земельных ресурсов проводится мелиоративные работы. Эти работы невозможно выполнить без мелиоративной техники.

Мелиоративные машины предназначены для обеспечения механизации технологического процесса, при проведении мелиоративных работ согласно агро-мелиоративным требованиям.

Использование общестроительных машин для механизации мелиоративных работах целесообразно тогда, когда характер выполняемых ими виды работ мало отличаются от общестроительных. В мелиоративном строительстве имеются работы настолько специфичные, что эти работы не могут быть выполнены общестроительными машинами, или применение общестроительных машин неэффективно по причине низкой производительности, а также большого объема доделочных работ.

Мелиоративная машина, предназначенная для выполнения технических операций, направленных на коренное улучшение земель.

Основными признаками мелиоративной машины являются: рабочий орган специализирован для выполнения одной или нескольких отдельных операций технологического процесса;

форма рабочего органа тесно связано с профилем разрабатываемого сооружения;

положения рабочего органа, возможно изменить в соответствии профиля сооружения;

использование только на мелиоративных работах или подобных им; за один проход получение законченного сооружения, т.е. однопроходность.

Целесообразно выполнять следующие работы, при помощи мелиоративных машин:

выполнения культуртехнических работ при освоении земель, строительство оросительных каналов и открытых коллекторно-дренажных систем глубиной до 3 м,

профилирование откосов и дна оросительных каналов,

планировка кавальеров,

уплотнение грунта на дне и откосах каналов,

строительство противофильтрационного экрана каналов,

строительство дренажных систем,

предпосевная планировка земель,

нарезка временных оросительных систем,

полив с/х культур.

Требования предъявляемые к мелиоративным машинам:

высокую производительность,

надежную проходимость,

минимальную металлоемкость, энергоемкость и тяговое сопротивление,

высокое качество работ, соответствующее агромелиоративным требованиям, без доделочных работ и применения ручного труда.

Мелиоративные машины делятся на следующие группы:

По назначению:

машины для проведения культуртехнических работ;

машины для строительства и ремонтно-эксплуатационных работ оросительных систем;

машины для подготовки и устройства противофильтрационных экранов;

машины для строительства и ремонтно-эксплуатационных работ на закрытых горизонтальных дренажах;

машины и оборудования для подготовки полей к поливу;

машины и оборудования для орошения сельскохозяйственных культур.

По характеру рабочего режима – машины циклического и непрерывного действия.

По характеру использования энергии различают машины: пассивным, активными активно-пассивным рабочим органом.

По конструкции рабочего органа машины делятся на плужные, отвальные, однокотловые, многокотловые, скребковые, шнековые, ротационные, ножевые и комбинированные.

По способу установки рабочего органа на базовую машину, они делятся на: с передним, задним, боковым расположением..

По конструкции ходового оборудования базовой машины они делятся на колесные, гусеничные, гусенично-колесные, плавучие и рельсовые.

По способу выполнения работы машины подразделяется: напозиционные и непрерывные.

По способу соединения рабочего органа с базовой машиной делятся навесные, полунавесные, прицепные и полуприцепные.

## **5.1. Машины для производства культуртехнических работ**

**Культуртехнические работы** – комплекс мероприятий по расчистке поверхности и коренному улучшению физико-химических и биохимических свойств почв, вовлекаемых в сельскохозяйственный оборот, а также повышению их плодородия.

Задачей культуртехнических работ является приведение поверхности осваиваемых земель в удобное для обработки состояние, ликвидация мелкоконтурности и улучшение организации территории.

К культуртехническим работам относятся:

очистка площадей от древесно-кустарниковой растительности, пней, погребённой древесины, камней и др.;

планировка и первичная обработка земель;

глубокое рыхление почвогрунта и др. Работы выполняют на вновь осваиваемых землях для интенсивного их использования.

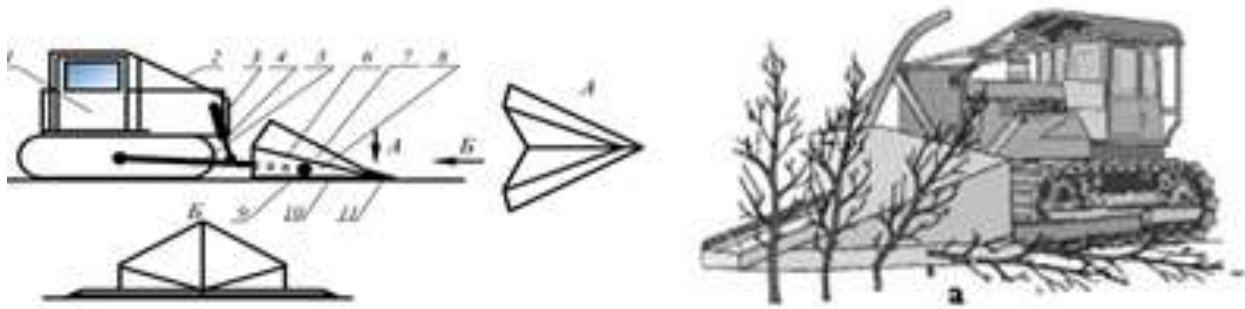
### **5.1.1. Расчистка площадей от растительности**

Способ очистки от древесно-кустарниковой растительности зависит от, диаметра и высоты деревьев и кустарников и мощности гумусового слоя.

Рационален отдельный способ удаления древесно-кустарниковой растительности, когда срезается надземная часть растительности, а затем удаляется пни и корни деревьев.

Кусторез- мелиоративная машина для срезания надземной части древесно-кустарниковой растительности. По устройству кусторезов различают устройства с пассивными и активными рабочими органами. Пассивный рабочий орган имеет вид клиновидного отвала. Кусторез пассивного действия используют для очистки площадей от кустарника и мелкоколесья с толщиной стволов на уровне земли до 10...15 см. Представляет собой гусеничный бульдозер, оснащённый клинообразным рабочим органом. Главным классификационным признаком этих машин является сила тяги базового трактора (рис. 244). Кусторезы расчищают участки с мелкоколесьем и крупным кустарником вровень с землей за один проход при ширине захвата 3,6 м. Толстые деревья срезают за 2-3 прохода. Однако кусторез оставляет несрезаемый мелкий гибкий кустарник, такой как ива (кусторез подгибает его не срезая). Кроме того, в почве остаются корни деревьев и крупных кустарников.



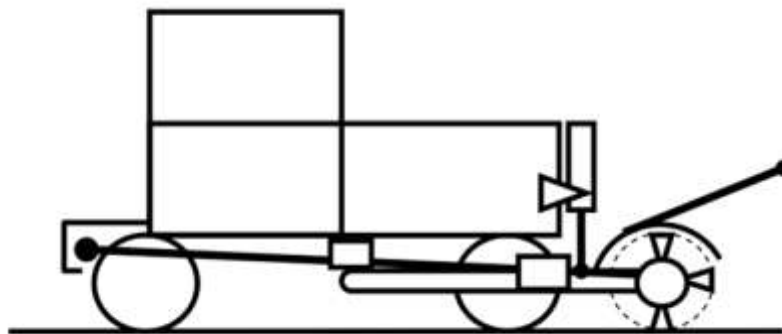


**Рис. 244. Двухотвальный кусторез:**

1 – базовый трактор; 2 – решетка; 3 – защитный лист; 4 – гидроцилиндры; 5 – толкающая рама; 6 – пассивный рабочий орган; 7 – наклонные щиты; 8 – вертикальные щиты; 9 – шаровой шарнир; 10 – горизонтальные ножи; 11 – клин

*Кусторезы-измельчители и измельчители древесины.* Измельчители древесины применяются для утилизации срезанной древесины. Кусторезы-измельчители с активным рабочим органом, используются для срезания древесно-кустарниковой растительности.

Кусторез-измельчитель (рис. 245) с активным рабочим органом совмещает процесс срезки и измельчение растительности.



**Рис. 245. Схема кустореза-измельчителя**

Дальнейшей переработки срезанных кустарников и мелкоколосья является их измельчение. В результате измельчения древесных отходов получается сырье для производства МДФ, арболитовых плит, брикетов или пеллет для отопления частных домов. Отдельно следует выделить эффективность применения измельчителей на лесозаготовительных делянках, т.к. кучи сучьев, тонкомер и прочая не кондиция утилизируется на месте. Использование дробилок для дерева помогает переработать ценное сырье для последующего использования в промышленности — для изготовления бумаги, картона, строительных материалов.

Измельчители древесины делятся на: стационарные, переносные и мобильные.

Стационарные приводят в действие электродвигателем, и срезанная древесина подвозится к нему, полученное сырье отправляется на мульчирование или на предприятие переработки дерева. Переносные и

самоходные устанавливаются в местах срезания древесины, перерабатывают ее и транспортируют по месту требованию (рис. 246).



**Рис. 246. Процесс измельчения древесины**

В комплексе машин для уничтожения древесно-кустарниковой растительности важную роль играют корчеватели-сборатели, предназначенные для сплошного корчевания кустарников, деревьев и пней.

*Корчеватель-мелиоративная машина* для извлечения пней, кустарника вместе с корневой системой, скрытых древесных остатков и валунных камней. Корчевательное оборудование навешивается на гусеничный трактор и работает от системы управления, установленной на базовом тракторе.

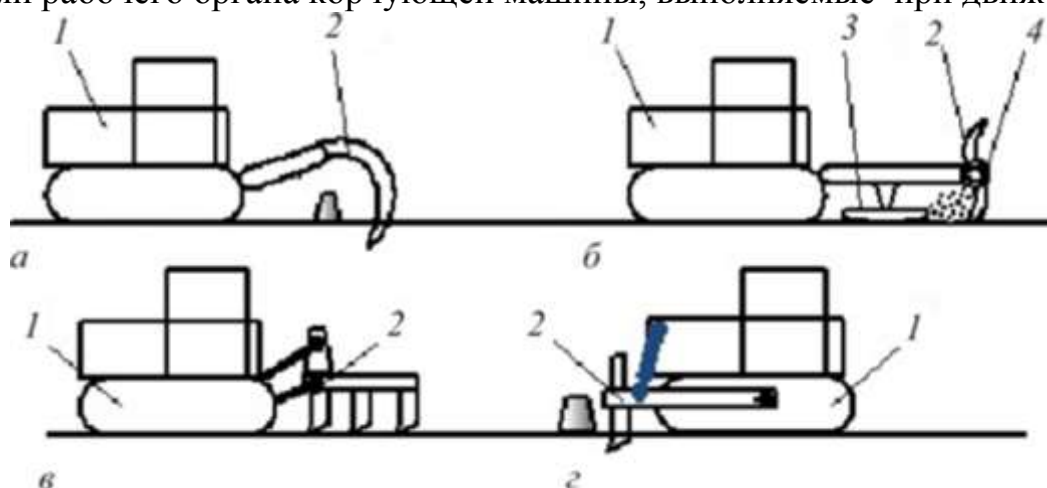
Корчеватели классифицируются

по размещению на тракторе – переднее и заднее;

по целевому назначению – корчеватели-сборатели и корчеватели-погрузчики;

по виду привода – с гидравлическим или механическим управлением рабочим органом.

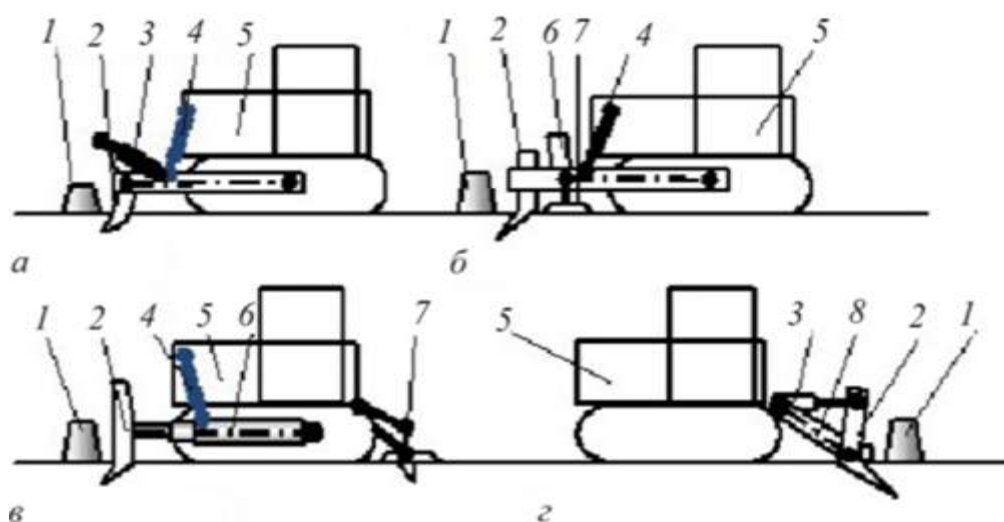
На рисунке 247 представлен схема способов корчевания, с различными типами рабочего органа корчующей машины, выполняемые при движении.



**Рис. 247. Схемы корчевателей, корчующих при движении:**

- а) крюковой корчеватель; б) корчеватель роторный; в) грабельный;  
г) фронтальный корчеватель.

Корчеватель крюковой (рис. 247а) корчует пни при движении машины 1 вперед. Рабочий орган 2 таких корчевателей бывает с одним или тремя зубьями. Роторный корчеватель (рис. 247б) также имеет два или три ряда зубьев, закрепленных к горизонтальному вращающемуся валу, который имеет муфту предельного момента 4. Во время корчевания рама с оборудованием опирается на лыжу 3. При движении тягача 1 (рис. 247в) грабельная борона 2 производит корчевание корней, пней и остатков древесины. Рама грабельной бороны выполнена в форме треугольника или трапеции, к которой жестко закреплены зубья. Фронтальный корчеватель (рис. 247г), состоит из корчующего рабочего органа 2, толкающей рамы с зубьями, корчевание производится в счет движущей силы машины 1. Корчеватели, схематически представленные на рисунке 248, получили широкое применение.



**Рис. 248. Схемы корчевателей:**

*а) с комбинированным рабочим органом; б) с плитой корчующей;  
в) выдвигной толкающей рамой; г) корчеватель рычажной*

Корчеватель с комбинированным рабочим органом (рис. 248а), корчует мелкие пни и перемещает выкорчеванную массу движением базовой машины 5. При заглублении зубьев 2 под пень, с помощью гидроцилиндров 4, корчуют крупные пни 1. Корчеватель (рис. 248, в) с телескопической толкающей рамой, корчует крупные пни 1 при неподвижности базовой машины 5. Для корчевания крупных пней предназначен рычажной корчеватель (рис. 248, г). При корчевке крупных пней тракторист при подъезде к пню на расстоянии 1,0—1,5 м от него опускает корчевальное устройство и движением трактора заглубляет зубья под пень. Затем с помощью гидроцилиндров поворота поднимает корчевальные зубья вверх вместе с удаленным из грунта пнем. При этом усилие, затрачиваемое на корчевку пня, может достигать 100—150 кН.

Корчевание не всегда применимо из-за высоких требований к технике и сильного нарушения структуры грунта. Поэтому, когда нужно быстро избавиться от пня, не прибегая к корчеванию, используют измельчители пней. Эти устройства разрушают надземную и частично подземную

древесину пня, превращая ее в щепу или труху. Любое устройство этого типа работает по одному принципу – вращающаяся фреза при встрече с пнем или корнем срезает тонкий слой древесины. На измельчители устанавливают три вида фрез: дисковые; барабанные; роторные.

Дисковые фрезы бывают вертикальными и горизонтальными. Вертикальные фрезы (рис. 249а) используют чаще всего, они представляют собой стальной диск толщиной 1–5 см, на котором установлены режущие элементы (пальцы) с острыми кромками. Такие фрезы отличаются высокой скоростью измельчения древесины, однако плохо подходят для дробления подземной части дерева, поэтому с их помощью разрушают лишь ствол на глубину 10–60 см.

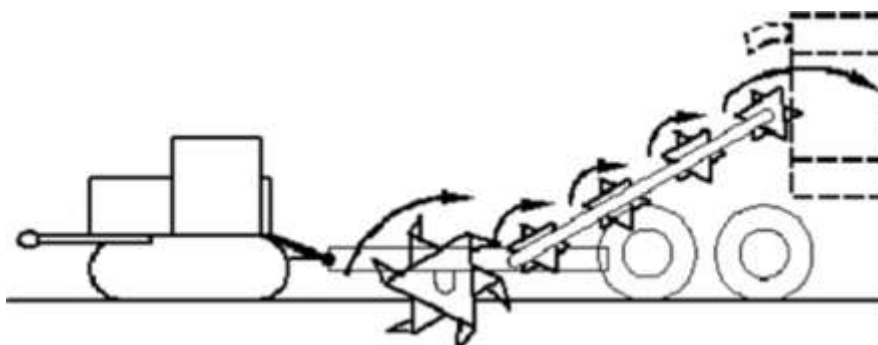


**Рис. 249. Измельчители пней:**  
*а) дисковый, б) роторный*

Основным рабочим органом роторного измельчителя выступает бур с фрезами. При работе ротор (рис.249.б) устанавливается на центр пня и вращается. Он погружается и измельчает древесину, оставляя детриты.

Измельчители пней могут выпускаться на собственных шасси. Иногда их устанавливают на энергоносители, а именно: тракторы; экскаваторы; погрузчики.

Роторные корчеватели непрерывного действия за один проход выполняют следующие работы:- выкорчевывают пни диаметром не более 20 см, очищают их от грунта, складывают в транспортное средство, рыхлят и выравнивают почву. На рисунке 250,представлено схема работы корчевателя МП-12.



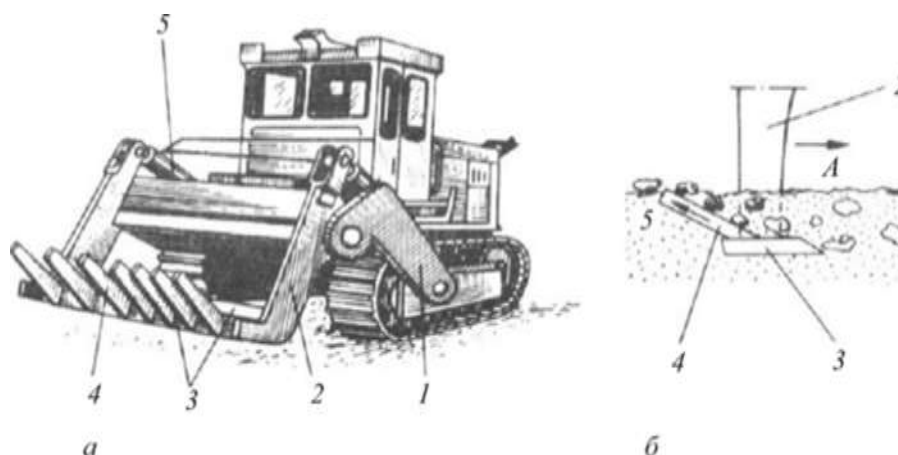
**Рис. 250. Схема роторного корчевателя пней непрерывного действия**

**Машины для уборки камней.** В комплексе культуртехнических работ наиболее трудоемкой операцией является уборка камней. При уборке камней в настоящее время используется одна из трех технологических схем в зависимости от необходимости уборки крупных или средних камней, или выборки мелких камней из пахотного слоя. Для выполнения комплекса работ по очистке осваиваемых земель от камней используются как корчеватели, так и специальные камнеуборочные машины, и транспортные средства.

Камни классифицируют по глубине залегания в грунте и по величине. По глубине залегания – на поверхностные, полускрытые и скрытые, по величине делят на мелкие (0,03 – 0,30 м), средние (0,3 – 0,6 м), крупные (0,6–2,0 м), и очень крупные (валуны диаметром более 2 м). Крупные поверхностные и частично скрытые в почве камни убирают при помощи корчевателей ДП-25, МП-7А, МП-2В, ЛД-9 и др. Для уборки средних и мелких поверхностных камней используются машины КСП-20, ПСК-1, УСП-0,6, а также специальные камнеуборочные машины МКП-1,5, КБМ-1,4 и др. Для вывозки крупных и средних камней и мелких камней - прицепы ПВК-5, 2ПТО-8 и другие.

Камнеуборочные машины по назначению делятся на группы: машины для выкорчевывания камней из почвы; машины для сборки и вывоза камней; машины для дробления и последующей уборки камней.

Скрытые средние камни можно извлекать из почвы, при помощи плоскорезов.



**Рис. 251. Плоскорез МП-9**

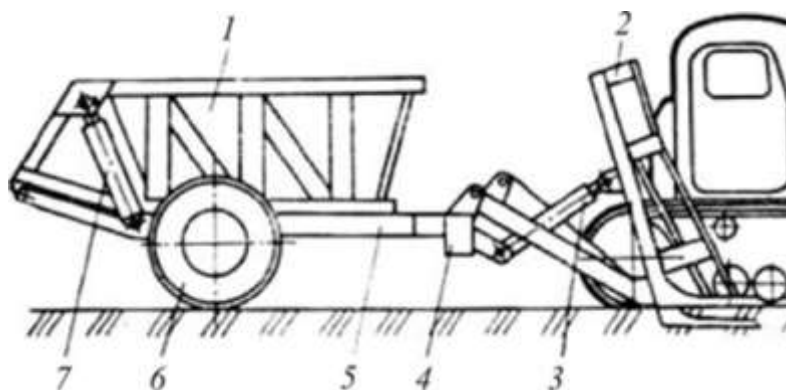
Плоскорез МП-9 (рис.251) служит для извлечения средних и мелких камней находящихся на глубине до 0,5 м на поверхность. Агрегатируется с трактором Т-130.1.Г-1. Машина состоит из рамы 1, вертикальных стоек 2, соединенных горизонтальным рабочим органом – плоскорезующим ножом 3, на котором под углом установлены выталкивающие элементы – кронштейны 4. Во время движения машины гидроцилиндрами производится заглубление плоскорезующего ножа до требуемой глубины. Процесс резания грунта сопровождается интенсивным рыхлением почвы и подъемом скрытых камней по выталкивающим элементам на поверхность. При работе плоскореза происходит безотвальная обработка почвы, способствующая



сохранению ее естественного плодородия, особенно на почвах с маломощным гумусовым горизонтом. Кроме того, облегчается проведение последующих операций по первичной обработке почвы. Ширина захвата агрегата 2,3 м. Расстояние между кронштейнами 50 см.

Для уборки средних камней используется подборщик ПСК-1(рис.252), которым собираются и вывозятся к местам складирования поверхностные камни. Машина состоит из погрузочного ковша и саморазгружающегося полуприцепа, состоящего из рамы, ходовой части, кузова и двух гидроцилиндров. На заднюю навесную систему трактора устанавливается опорная балка с гидроцилиндром, с помощью которого производится подъем и разгрузка ковша.

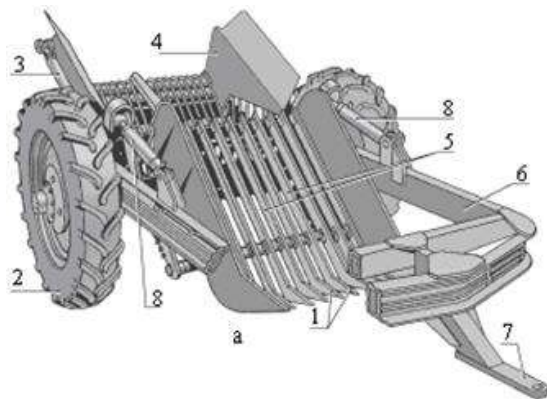
Подборщик камней ПСК-1,0 агрегируется с тракторами тягового класса 3.



**Рис. 252. Подборщик камней ПСК-1,0**

Камнеуборочная машина УКП-0,6(рис.253) осуществляет уборку средних камней разрезом 0,12...0,65 м размером 10...300 кг, с поверхности поля и скрытых в пахотном слое на глубину до 12 см. Это полуприцепная одноосная машина, агрегируется с трактором класса 1,4. Машина состоит из рамы 6 на пневмоколесном ходу 2, к средней части которой шарнирно крепится рабочий орган - гребенка 5. На заднюю часть рамы также шарнирно опирается бункер-накопитель 4. Гребенка и бункер управляются с помощью гидроцилиндров 3 и 8, соединенных с гидросистемой трактора. Гребенка состоит из 9 зубьев, расстояние между которыми можно изменять распорными втулками. Этим регулируется минимальный размер вычесываемых камней. Зубья 1 гребенки 5 заглубляют и прочесывают верхний слой почвы. Вычесанные камни накапливаются на гребенке 5. По мере накопления камней гребенку гидроцилиндром 3 поворачивают и камни скатываются в бункер 4. Почва просеивается между зубьями 1 гребенки и через решетчатую поверхность бункера. На краю поля заполненный бункер опрокидывают гидроцилиндрами 8. При большой засоренности мелкими камнями поле прочесывают, при малой засоренности к каждому камню подъезжают в отдельности.

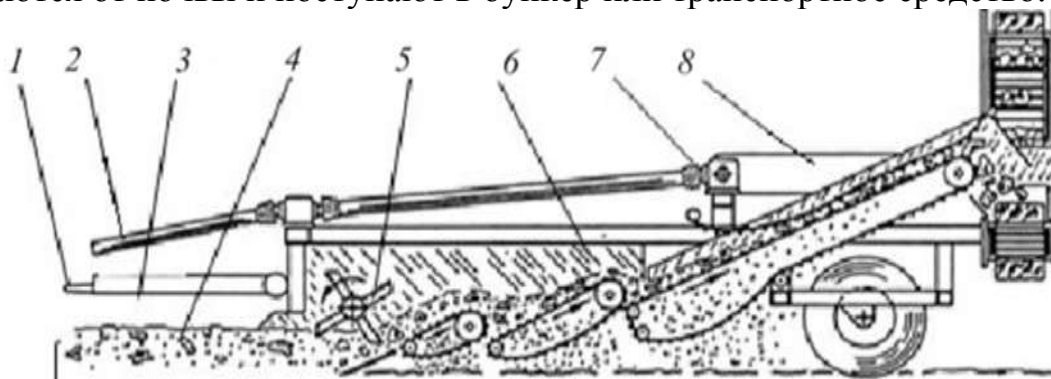
Ширина захвата гребенки - 1230 мм. Бункер вместимостью 0,7 м<sup>3</sup> выполнен из стальных прутков.



**Рис. 253. Камнеуборочная машина УКП-0,6:**

*1 – зубья; 2 – колесо; 3, 8 – гидроцилиндры; 4 – бункер; 5 – гребенка; 6 – рама; 7– прицепное устройство*

На рисунке 254, показано типичная схема работы камнеуборочных машин, которые вычесывает камни, снимая верхний слой почвы, одновременно поступая на сепарирующий транспортер, где камни очищаются от почвы и поступают в бункер или транспортное средство.



**Рис. 254. Типичная схема работы камнеуборочной машины непрерывного действия**

Прицепная камнеуборочная машина (рис.254) с помощью сцепного устройства 1 присоединяется к трактору, одновременно к валу отборочного механизма присоединяется карданный вал 2. Почвенный пласт подрезается лемехом 4 на глубину 15 см и подается на ротор 3 где почва крошится, измельченный пласт поступает на сепарирующий транспортер 5, где просеивается, а камни более 6 см остаются на решетке. Камни при помощи сепаратора поступают на поперечный разгрузочный транспортер и выгружаются на транспортное средства, которая движется параллельно камнеуборочной машине.

### **5.1.2.Машины для первичной обработки площадей**

После расчистки осваиваемых площадей от кустарника и мелколесья, погребенной древесины, удаления пней и камней, ликвидации кочек, капитальной планировки почвы, а также на чистых от посторонних

включений целинных землях проводят первичную обработку. Задача первичной обработки мелиорируемых земель – уничтожение растительного покрова и создание достаточно глубокого рыхлого слоя почвы сельскохозяйственных культур.

Машины для первичной обработки осваиваемых площадей применяют для окончательного доведения мелиорируемых земель до требуемого состояния.

Для вспашки вновь осваиваемых земель, как заросших кустарником высотой до 1,5...2 м без его предварительной срезки, так и после их расчистки от древесно-кустарниковой растительности и камней применяют навесные и прицепные кустарниково-болотные плуги ПБН-100А, ПБН-75 и ПКБ-75Г.

Навесной кустарниково-болотный плуг ПБН-100(рис.255)рассчитан на вспашку болот и суходольных земель, покрытых кустарником высотой до 4 м. Корпус плуга с полувинтовой рабочей поверхностью и пером-удлинителем крепится на массивной раме. Рама опирается на опорное колесо с широким ободом. В передней части рамы установлена стойка, которая соединяется с верхней тягой навески трактора. Нижние тяги навески связаны с пальцами. На раме укреплены также опорные лыжи с плоским ножом. Кроме того, для устойчивости хода плуга полевая доска уширена. Черенковый нож треугольной формы шарнирно присоединен к кронштейнам на тракторе и тягой связан с механизмом навески. Глубина вспашки до 45 см.

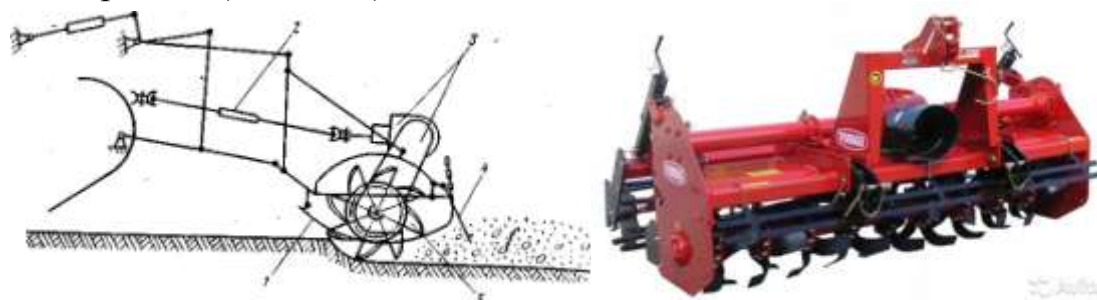


**Рис. 255. Кустарниково-болотный плуг ПБН-100**

Болотные фрезы предназначены для обработки связных пластов дернины после поднятия целины кустарниково-болотными плугами, измельчения мелких и средних осоковых кочек, фрезерования торфа на

удобрение, глубина обработки 18...25 см. Получили применение фрезы ФБН-0.9, ФБН-1.5, ФБН-2.0 и ФБ-2.

Рабочими органами фрез могут служить ножи различной формы, зубья, крюки, шнеки. Они крепятся на вал, который принудительно вращается от вала отбора мощности трактора через карданную передачу и редукторы. Вал вместе с рабочими органами называют фрезерным барабаном. При поступательном движении фрезы вращающийся барабан (200–300 об/мин) своими ножами последовательно отделяет частицы почвы (стружку) и отбрасывает их назад (рис. 256). При этом происходит интенсивное крошение и перемешивание почвы на всю глубину хода рабочих органов (10–25 см).



**Рис. 256. Технологическая схема работы и общий вид барабанной фрезы для обработки почвы:**

*1 – опорные полозья; 2 – карданная передача; 3 – редукторы; 4 – грабли;  
5 – рабочие органы фрезерного барабана*

Борона БДТ-3 (рис. 257.) предназначена для разработки пластов почвы после вспашки, и предпосевной обработки почвы. Борона может использоваться во всех почвенно-климатических зонах. Агрегируется с тракторами МТЗ-82, МТЗ-1221, Е-150К. Борона БДТ-3 гидрофицирована.



**Рис. 257. Борона дисковая тяжелая БДТ-3,0**

Основу агрегата составляют равнонаправленные оси с прицепными подвижными дисками. Вариативность выбора угла наклона дисков (от 9 до 21 градуса), позволяет качественно выполнять различные работы. Чем большим весом обладает борона, тем сильнее заглубляются рабочие диски в



почву, до 0,2 м, но тем мощнее нужна базовая машина, для перемещения её по полям.

**Планировщики и выравнители** предназначены для окончательной планировки поверхности пашни предварительно очищенные от камней и остатков деревьев, а также с помощью планировщиков устраняют неровности, создавая благоприятные условия для равномерного увлажнения почвы. По конструкции рабочих органов планировщики выпускаются ковшовые и отвальные. Ковшовые планировщики применяются для капитальной (строительной) планировки, а отвальные – для текущей (эксплуатационной).

Длиннобазовый планировщик ПД-4,5 (рис. 258) планирует участки с длиной неровностей, не превышающей двойную длину базы машины, при этом точность планировки достигает  $\pm 5,0$  см, что соответствует мелиоративным требованиям. Увеличенная колесная база планировщика придает устойчивость агрегату, а также благодаря установки колес с помощью балансирной подвески, передача возникающей нагрузки от неровной поверхности натяговую раму исключается.



**Рис. 258. Работа ковшового длиннобазового планировщика ПД-4,5**

Планировщик ПК-4,5 (рис. 259.) предназначен для горизонтальной планировки грунта после проведения капитальных планировочных работ скреперами и бульдозерами. Планировщик оборудован двумя режущими ножами, передний нож имеет больший угол резания и срезает неровности, второй нож служит для сглаживания поля. Главные преимущества короткобазовых планировщиков является уменьшенный радиус поворота, что повышает его маневренность при обработке углов полей. При использовании на планировщике лазерной системы управления повышается качество планировки и точность составляет  $\pm (2\div 3)$  см.

Качество планировки поверхностей улучшаются с увеличением базы машины, однако чрезмерное увеличение базы ухудшает ее маневренность и делает машину более громоздкой.

Качественную планировку поверхности, без увеличения базы машины, возможно достичь при применении лазерной системы автоматического регулирования рабочего органа планировщика. Поэтому планировку

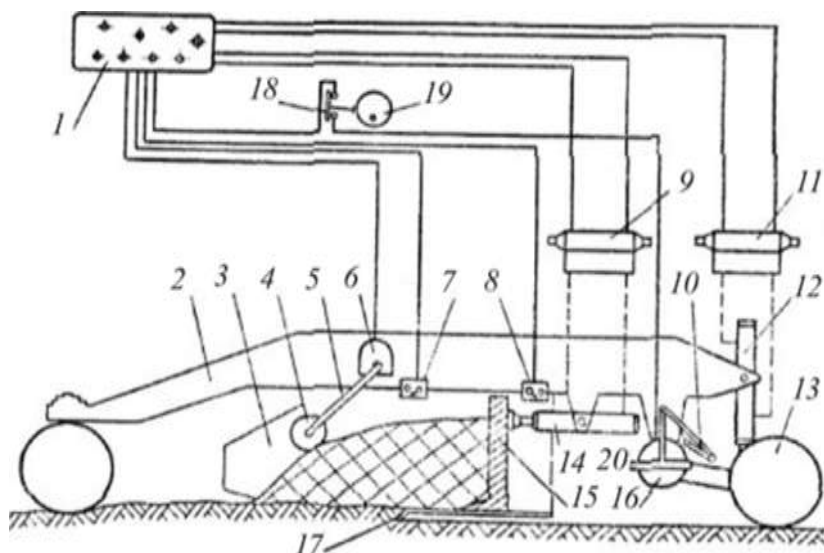


рекомендуется проводить с применением короткобазовых автоматизированных планировщиков, которые также менее металлоемки.



**Рис. 259. Короткобазовый планировщик ПК-4,5 в работе**

В типовой комплект лазерного оборудования планировщиков входят (рис. 260): лазерный передатчик, формирующий круговую лазерную опорную плоскость, фотоприемное и электрогидравлическое устройства, устанавливаемые на рабочий орган машины для управления высотного положения ее ковша в процессе планировки.



**Рис. 260. Типовая схема автоматизированного планировщика:**

- 1 – пульт управления; 2 – тяговая рама планировщика; 3 – рабочий орган (ковш); 4 – копирующий барабан; 5 – штанга; 6, 16 – датчики; 7, 8 – конечные выключатели для ограничения движения задней корректор; 12 – гидроцилиндры подъема ковша; 13 – колеса; 14 – гидроцилиндр управления движением задней стенки ковша; 15 – задняя стенка ковша; 17 – режущая кромка ножа; 18 – переключатель режима; 19 – кулачок переключателя; 20 – рама установки датчика положение ковша

На предварительно спланированных участках имеющих точность  $\pm 20$  см и протяженность неровностей 30-60 м, качество выполнения планировочных работ автоматизированным планировщиком, составляет  $\pm 3$  см.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Какие машины применяют для проведения культуртехнических работ?
2. Дайте общую классификацию машин для культуртехнических работ.
3. Машины используют при уборки камней?
4. Перечислите основные направления и перспективы развития машин для освоения и культуртехнических работ.
5. Опишите устройство и принцип работы автоматической системы планировщика.

## **5.2. Машины для строительства и ремонтно-эксплуатационных работ на оросительных системах**

### **5.2.1. Машины для строительства оросительных систем**

Средства механизации для строительства оросительной системы и ее элементов – машины и механизмы, используемые в строительном-монтажных работах на оросительных системах. Все производственные и транспортные процессы при строительстве оросительной системы выполняются комплексом машин и механизмов, взаимно увязанных по производительности.

Оросительные каналы устраивают в выемках, насыпях и полувыемках-полунасыпях.

Оросительный магистральный канал предназначен для транспортировки поливной воды на орошаемые массивы. Магистральный канал-это основная часть проводящей сети, из которой подается вода на всю орошаемую территорию. Размеры поперечного сечения магистральных каналов колеблются в широких пределах: глубина от 3-4 до 15 м и более, ширина по дну от 3-7 до 15 м и более, уклоны откосов выемок  $m=1,5-4$  (в зависимости от группы грунтов и способа производства работ). Магистральные каналы строятся экскаваторами в выемках или насыпях, вынутый грунт перемещают в сторону для образования кавальеров или разбрасывают его по прилегающей к каналу площади, как в одну так и в обе стороны.

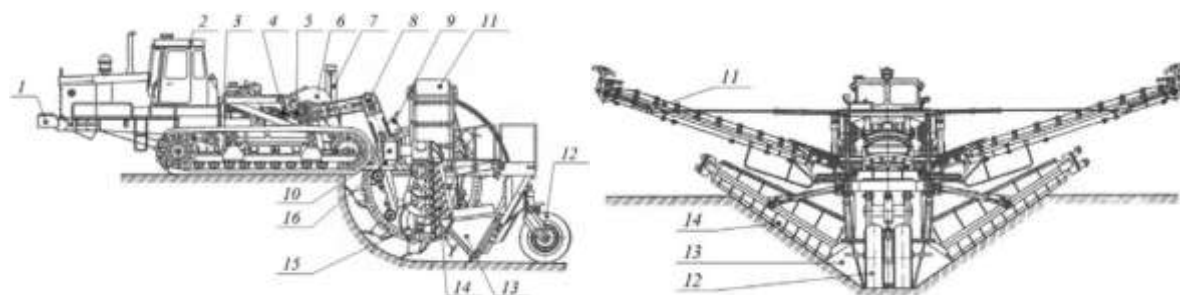
Выемки крупных каналов разрабатывают экскаваторами драглайн одним или двумя продольными проходами шагающего экскаватора ЭШ-4/40 либо сначала устраивают пионерную траншею проходом драглайна с ковшом емкостью 1-2 м<sup>3</sup> по оси канала, потом поперечными проходками по

бермам укладывают грунт во временные отвалы, перемещаемые затем бульдозерами в постоянные кавальеры или в дамбы канала. Разработку верхней части выемок бульдозером (на глубину до 1,5-2 м) осуществляют челночным способом, причем уклон откоса при движении загруженного бульдозера должен быть не круче  $m = 3$ . Скреперы разрабатывают верхнюю часть выемки (на глубину до 4 м) по поперечной схеме (чаще всего «восьмеркой») с перемещением грунта в кавальеры или в дамбы, допустимый уклон откосов для груженых скреперов не круче  $m = 4-5$ , а для порожних  $m = 3$ .

Расходы межхозяйственных каналов составляют от 1,1 до 10 м<sup>3</sup>/сек, ширина по дну – от 1,5 до 7 м, ширина дамб каналов по верху – от 1 до 2,5 м.

Экскаваторы-каналокопатели отрывают за один проход каналы и траншеи с пологими откосами крутизной от 1 : 0,75 до 1 : 2 точного поперечного сечения и хорошей чистоты, не требующие никакой доработки дна и откосов перед устройством антифильтрационных экранов, бетонированием, облицовкой плитами. Выпускают плужно-роторные, двухроторные и шнекороторные экскаваторы – каналокопатели.

Шнекороторные экскаваторы (рис. 261) имеют рабочее оборудование, состоящее из центрального ротора, двух наклонных шнеков, двух отвальных конвейеров и зачистного устройства. Ротор отрывает опережающую траншею по оси канала, а наклонные шнеки, оснащенные режущими элементами, разрабатывают грунт вдоль откосов и подают разработанный грунт вниз к ротору. Ротор поднимает весь разработанный грунт вверх и сыплет его на отвальные конвейеры, которые выносят грунт в отвал.

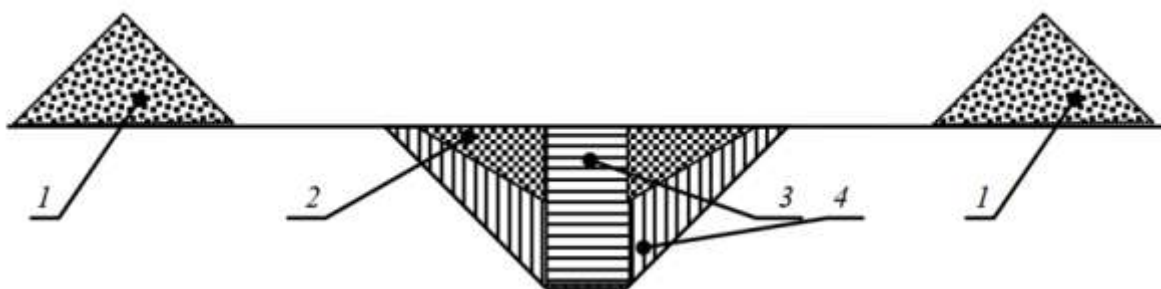


**Рис. 261. Экскаватор-каналокопатель шнекороторный**

Сечение канала, разрабатываемое рабочими органами шнекороторного каналокопателя, приведена на рисунке 262.

Оросительная сеть состоит из хозяйственных и внутрихозяйственных распределительных каналов и временной оросительной сети.

К хозяйственным каналам относятся каналы, которые подают воду непосредственно каждому хозяйству, а в крупных хозяйствах на отдельные поливные участки. Расходы хозяйственных распределителей составляют 0,3-1 м<sup>3</sup>/сек, ширина каналов по дну – 0,6-1,2 м, ширина дамб по верху – 0,6-1 м. Для внутрихозяйственных распределителей  $Q = 0,05-0,3$  м<sup>3</sup>/сек;  $b = 0,4-0,6$  м;  $a = 0,5-0,6$  м.



**Рис. 262. Схема сечения канала разрабатываемая шнекороторным каналокопателем:**

*1 – кавальеры; 2 – верхняя часть обрушающегося грунта в поперечном сечении канала; 3 – средняя часть грунта, разрабатываемая роторным рабочим органом; 4 – грунт, разрабатываемый шнековым рабочим органом*

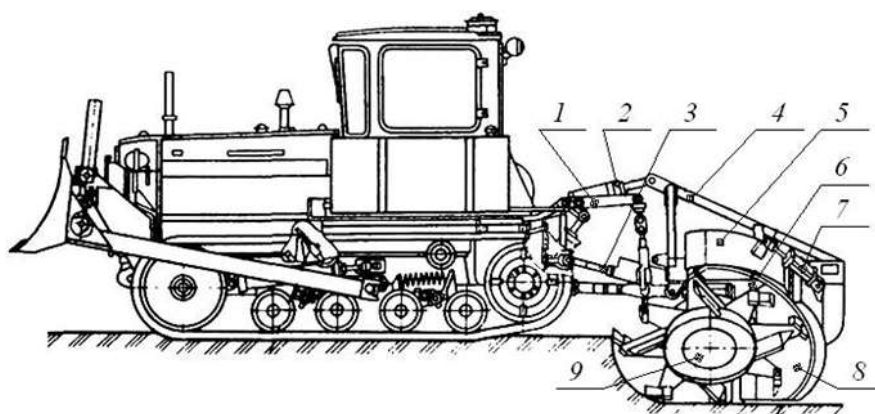


**Рис. 263. Каналокопатель двухроторный:**

*а) прокладка канала, б) двухроторное рабочие оборудование*

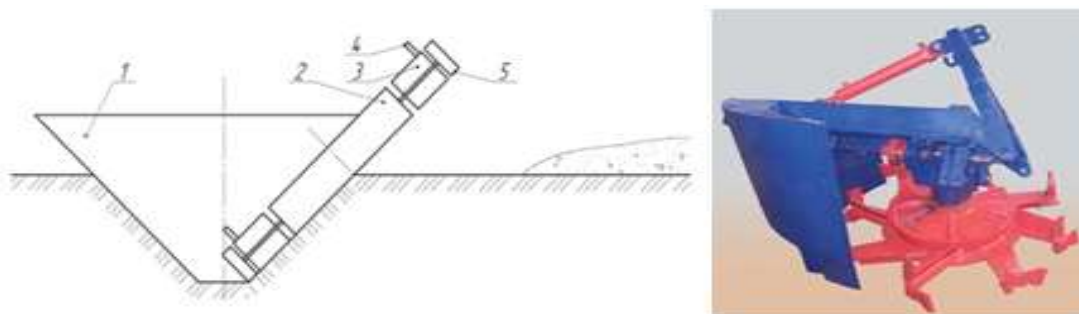
Двухроторные экскаваторы-каналокопатели применяются для рытья хозяйственных и внутрихозяйственных распределительных каналов в минеральных грунтах. Скорость вращения рабочих органов не превышает 3...4 м/с, поэтому происходит гравитационная разгрузка, и грунт располагается на берме канала. Для нарезки оросительных каналов наиболее предпочтительными являются двухроторные каналокопатели, имеющие, два наклонные роторные рабочие органы, каждый из которых при поступательном движении машины прорезает щель вдоль откоса канала. Подрезанная центральная призма грунта под действием собственной массы, рыхлителей, установленных на роторах, и клиньев зачистного устройства обрушается на роторы и выносится в отвал (рис. 263).

Плужно-роторные каналокопатели (рис. 264) имеют рабочее оборудование, состоящее из наклонного ротора и отвала. Ротор разрабатывает часть сечения в виде опережающей щели вдоль одного из откосов, отвал вырезает оставшееся сечение канала вдоль другого откоса и направляет грунт на ротор. Кроме режущих элементов на роторе установлены выбросные лопатки, которые выносят весь грунт из канала в отвал, расположенный на одной из берм.



**Рис. 264. Плужно-роторный экскаватор-каналокопатель:**  
 1 – система навески; 2, 7 – гидроцилиндры; 3 – карданный вал; 4 – рама рабочего органа; 5 – кожух; 6 – конический редуктор; 8 – плуг; 9 – фреза

На рисунке 265 представлена схема и общий вид рабочего органа каналокопателя.



**Рис. 265. Схема и общий вид плужно-роторного рабочего органа каналокопателя:**

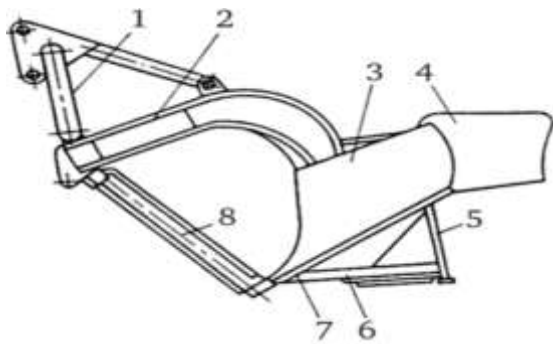
1 – плужный рабочий орган; 2 – роторный рабочий орган; 3 – лопатки;  
 4 – рушители; 5 – ножи

Плужный рабочий орган 1 при движении машины, разрабатывает часть сечения канала, профилирует один откос и подает грунт к ротору 2 который вращается, перпендикулярной откосу, и установлен впереди плужного рабочего органа. Ротор, при помощи рушителей 4, ножей 5 и лопаток 3, разрабатывает второй откос, выносит весь разработанный грунт из канала и образует кавальер.

Временная оросительная сеть внутри орошаемых участков состоит из нарезаемых ежегодно оросителей, выводных борозд и поливных полос и борозд. Временные оросители должны пропускать необходимые расчетные расходы, быть устойчивы к размыву, не должны иметь обратных уклонов. Расходы временных оросителей 0,01-0,1 м<sup>3</sup>/сек, ширина по дну от 0,2 до 0,6 м, глубина от 0,2 до 0,4 м, уклоны откосов  $m = 1 - 1,5$ . Временные оросители нарезают прицепными и навесными канавокопателями по подготовленной трассе. В зависимости от величины поперечного сечения и размеров



оросителя применяют различные канавокопатели, устраивающие канал за один или два прохода: КПУ-2000А, навесные - УКП, КЗУ-0,3Б и др.

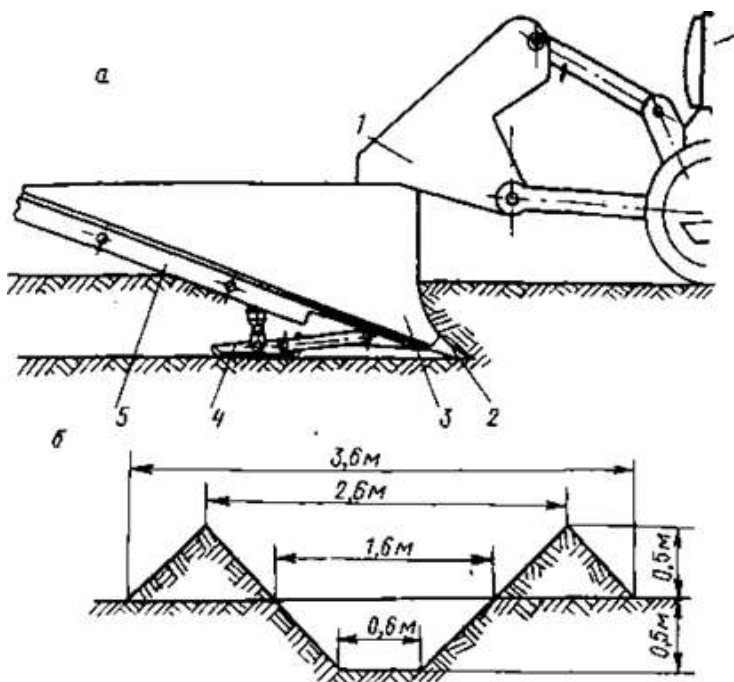


**Рис. 266. Плуг-канавокопатель ПКЛН-500А:**

1 – навесное устройство; 2 – рама;  
3 – корпус; 4 – бермоочиститель;  
5 – подставка; 6 – опорная лыжа;  
7 – нож-откосник; 8 – черенковый  
нож

Плуг-канавокопатель ПКЛН-500А (рис.266) служит для устройства осушительных и водоотводящих канав глубиной до 0,5 м. Он может применяться также для подготовки почв с постоянным избыточным увлажнением под лесные культуры и прокладки минерализованных противопожарных полос.

Плужный каналокопатель МК-16 (рис. 267) предназначен для прокладки временных оросительных каналов, имеющих ширину по дну 0,6 м и глубину выемки 0,5 -0,6 м. Он может использоваться на очистке каналов. Каналокопатель МК-16 состоит из стойки со сменным лемехом, отвалов, опорной лыжи и уплотнителей откосов.

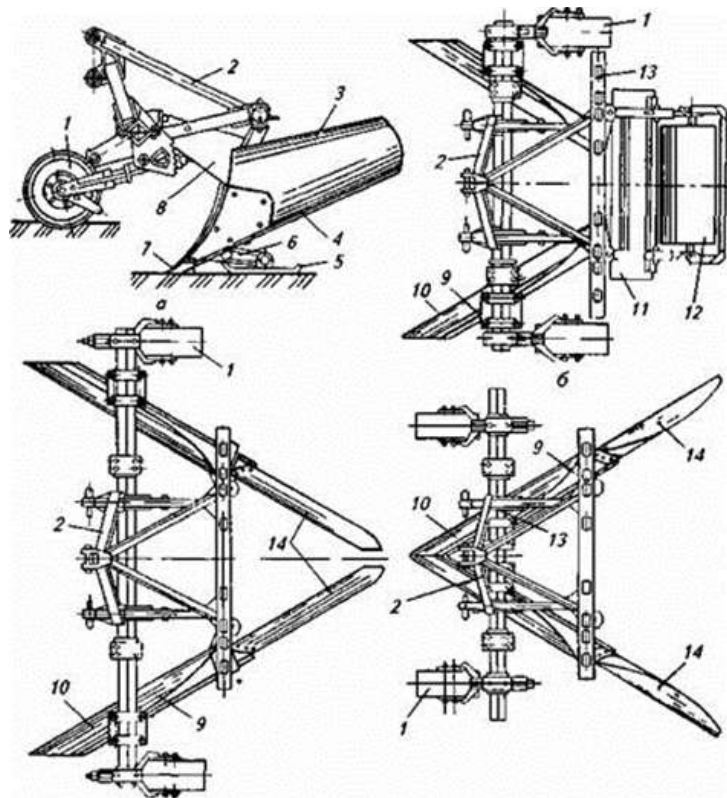


**Рис. 267. Плужный каналокопатель МК-16:**

а) каналокопатель в работе;  
б) профиль сечения канала;  
1 – стойка; 2 – лемех;  
3 – отвал; 4 – лыжа;  
5 – уплотнитель откосов

Каналокопатель-заравниватель КЗУ-0,3Д, имеющий универсальную раму, и на которую в зависимости от выполняемой работы могут быть смонтированы следующие сменные рабочие органы: нарезчик и заравниватель временных оросительных каналов и выводных борозд; палоделатель; разравниватель пал (валиков).

КЗУ-0,3Д предназначен для работы с тракторами тягового класса 3 (рис. 268).



**Рис. 268. Каналокопатель КЗУ-0,3Д:**

*а) для нарезки каналов, б) для заравнивания каналов (вид сверху), в) для строительства пал (вид сверху), г) для разравнивания пал (вид сверху); 1 – опорное колесо, 2 – базовая рама, 3, 9 – отвалы, 4, 10 – ножи, 5 – пятка, 6 – держатель, 7 – лемех, 8 – стойка, 11 – разравнивающая доска, 12 – каток, 13 – поперечная балка, 14 – удлинители отвалов*

Базовая рама 2 (рис. 268,а) состоит из брусьев, переднего и заднего. Передний брус опирается на колеса 7 и снабжен удлинителями, предназначенных изменять глубину копания. Для нарезки временных каналов на базовую раму 2 устанавливают двухотвальный корпус 3 и лемеха 7. На кронштейн устанавливают опорную пятку 5, предназначенного для уплотнения дно оросителя. С помощью держателя 6. Регулируют высоту установки пятки.

Техническая производительность каналокопателя непрерывного действия, разрабатывающей мелиоративное сооружение при непрерывной работе, находят по формуле, м<sup>3</sup>/ч:

$$P_T = 60Sv_p,$$

где S – площадь поперечного сечения, разрабатываемая за один проход машины, м<sup>2</sup>. v<sub>p</sub> – рабочая скорость машины, м/мин

### **5.2.2. Машины для ремонтно-эксплуатационных работ на оросительных системах**

Техническое обслуживание и ремонт-это комплекс мер по поддержанию работоспособности оросительной системы и ее элементов.

Ежегодные объемы очистки каналов от наносов зависят от каналов, допустимого удельного объема заиления и периодичности очистки; от растительности; от длины каналов, периметра окашивания и числа окашиваний в год (зависит от природно-климатических условий объекта).

Эксплуатационно-ремонтные работы на оросительных и мелиоративных каналах предусматривает очистку от наносов и окашивание и удаление травяной растительности с бERM откосов и дна каналов. Эти

работы выполняется каналоочистительными машинами и каналоокашивающими машинами.

Различают каналоочистители непрерывного действия, которые разбрасывают и транспортируют наносы и срезанную растительность в процессе движения вдоль очищаемого канала и машины циклического действия, которые разрабатывают и транспортируют определенный объем наносов и растительности за каждый цикл. В настоящее время каналоочистители непрерывного действия с активными рабочими органами получили наибольшее распространение. Каналоочистители непрерывного действия могут иметь рабочий орган следующих типов: многоковшовый, скребковый, ротационный, отвально- фрезерный, ножевой, сегментный, огневой и трубчатый, а также землесосный.

Каналоочистители циклического действия выполняются в одноковшовом исполнении со специальной конструкцией ковшей (решетчатые, грейферного типа, профильные по профилю канала, уширенные и др.).

Каналоочистители выполняют навесными на тракторы, прицепными, самоходными на гусеничном ходу, пневмоколесном ходу, на лыжах и плавучие. По способу перемещения вдоль трассы канала делятся на: 1) береговые-перемещающиеся по берме или дамбе с рабочим органом консольной конструкции; 2) внутриканальные-перемещающиеся в пределах площади поперечного сечения канала; 3) седлающие-перемещающиеся по обеим бермам или дамбам над каналом.

Основные требования к каналоочистителям:

возможность очистки каналов различной глубины, ширины по дну и с разным заложением откосов;

возможность отдельной очистки полного периметра сечения канала при наличии растительности и без доделочных работ;

способность удаление наносов от бровки канала, и при необходимости с равномерным разбрасыванием;

возможность очистки каналов с водой и без воды и при наличии древесных остатков и каменистых включений;

возможность очистки каналов при наличие древесных насаждении вдоль бермы;

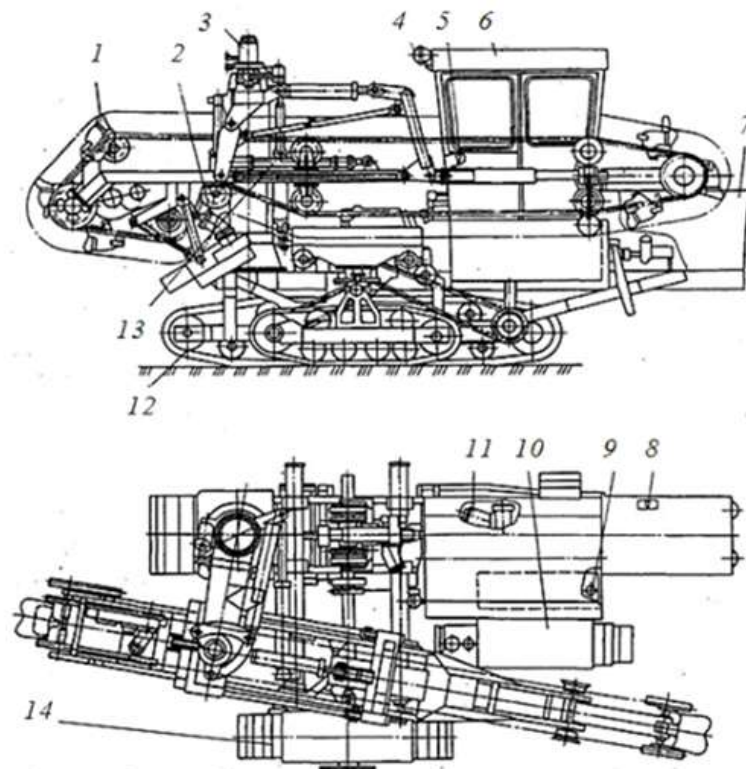
достаточную проходимость по берегам или дну каналов;

по сравнению с машинами общего назначения при очистке каналов, более высокая производительность.

### **5.2.2.1. Каналоочистители непрерывного действия**

Каналоочистители непрерывного действия по типу рабочих органов делятся на: многоковшовые цепные; многоковшовые роторные; шнековые; фрезерные; землесосные и комбинированные.

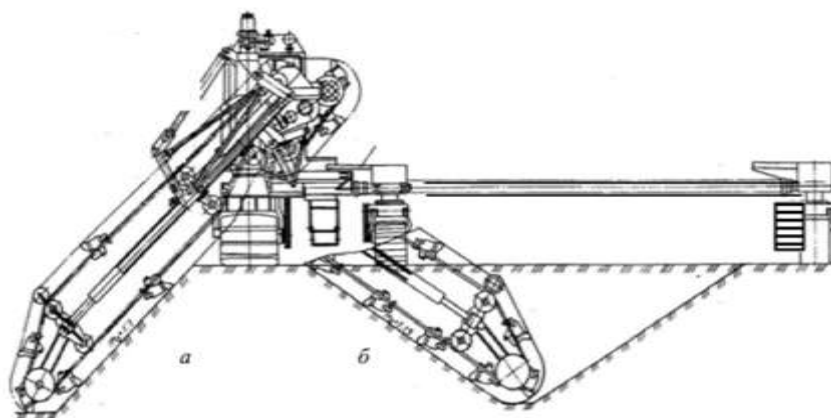
Цепной многоковшовый каналоочистителя МР-15 с рабочим органом поперечного копания показан на рисунках 269 и 270.



**Рис. 269. Каналоочиститель МР-15:**

1 – цепной рабочий орган; 2 – метатель; 3 – пилон; 4 – освещение;  
 5, 10, 13 – гидроцилиндры управления; 6 – кабина; 7 – капот;  
 8, 9, 11 – гидромоторы; 12 – основная гусеница; 14 – дополнительная гусеница

Гусеницы между собой соединены двумя телескопическими балками и телескопическим валом, приводящим в движение дополнительную гусеницу, на которой для повышения устойчивости каналоочистителя может устанавливаться противовес. Благодаря возможности поворота рабочего органа вокруг пилона каналоочиститель легко настраивается на работу по береговой или седлающей схемам, как показано на рисунке 270.

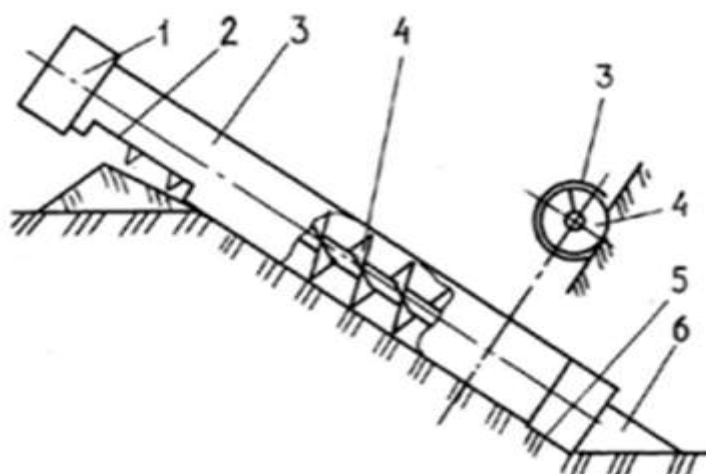


**Рис. 270. Вид сзади на каналоочиститель МР-15 и схемы его работы:**  
 а) береговая; б) седлающая

Многоковшовые рабочие органы обеспечивают хорошее качество работ, достаточно легко перенастраиваются, могут очищать облицованные и

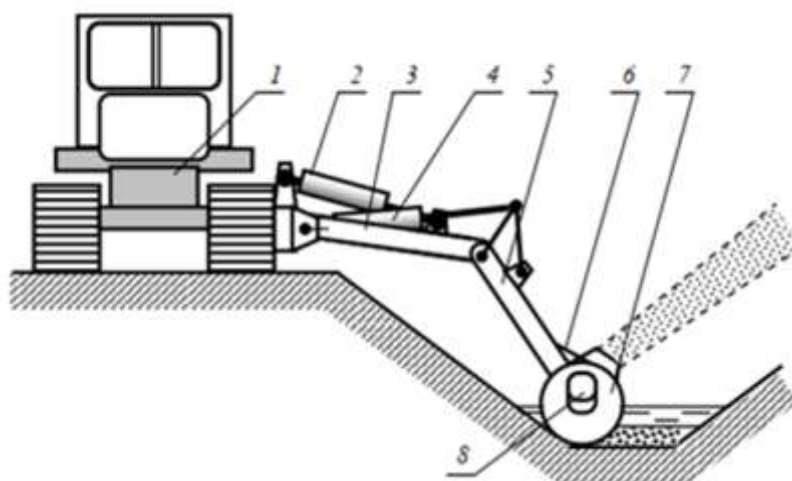
необлицованные каналы, удаляют наносы с растительностью, мелкими камнями и древесными остатками. Способны очищать сухие каналы и каналы с водой. Благодаря принудительной очистке ковшей могут работать в вязких и влажных грунтах. К недостаткам таких рабочих органов следует отнести их большую массу, многопроходность, относительно низкую производительность, конструктивную сложность.

Шнековые рабочие органы отделяют грунт и перемещают его в осевом направлении вращающимся шнеком, который обычно частично охвачен кожухом. На рисунке 271, показана схема шнекового рабочего органа с осью вращения, параллельной откосу, предназначенного для очистки и профилирования его.



**Рис. 271. Схема шнекового рабочего органа с осью вращения, параллельной откосу:**

*1 – привод; 2 – выгрузное окно; 3 – кожух; 4 – шнек; 5 – лыжа; 6 – пассивный отвал*



**Рис. 272. Схема работы каналочистителя с фрезерным рабочим органом:**

*1 – трактор; 2, 4 – гидроцилиндры; 3 – рама; 5 – рукоятка; 6 – тяга; 7 – рабочий орган; 8 – гидромотор*



Вращаемый приводом 1 шнек 4 срезает с откоса грунт и перемещает его вверх. Перемещаемый грунт находится внутри цилиндрической поверхности, образованной кожухом 3 и грунтом забоя. Выгрузка производится в кавальер на берму через выгрузное окно 2 в кожухе. Фрезерные рабочие органы отличаются высокими скоростями резания (20 м/с и более) и имеют различное расположение оси вращения фрезы.

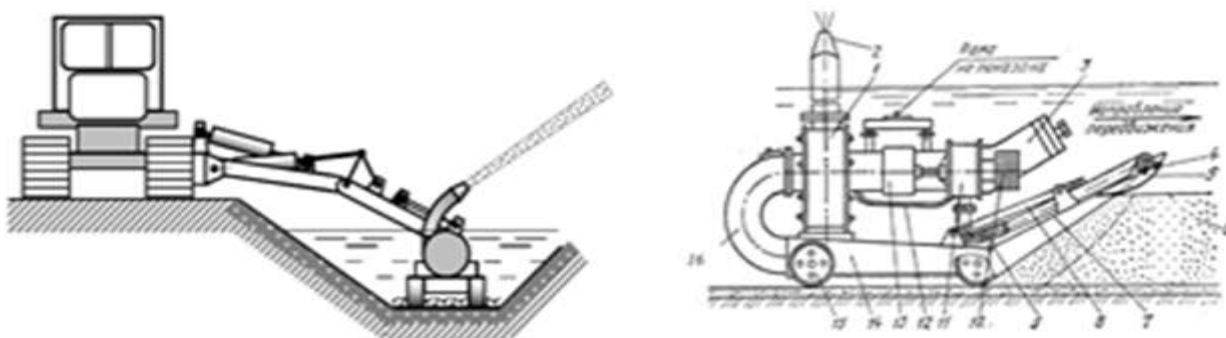
Схема работы каналоочистителя с фрезерным рабочим органом с осью вращения, параллельной оси канала, показана на рис. 272.

Фрезерный рабочий орган с осью вращения, параллельной оси канала, предназначен для очистки дна канала за один или несколько проходов (рис. 273).



**Рис. 273. Процесс очистки канала фрезерным рабочим органом**

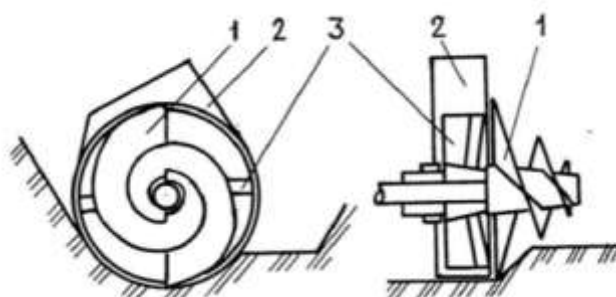
Для очистки облицованных каналов с водой применяется каналоочиститель со сменным землесосным рабочим органом с гидравлическим рыхлением наносов. Схема работы такого каналоочистителя показана на рисунке 274.



**Рис. 274. Схема каналоочистителя и землесосный рабочий орган с гидравлическим рыхлением наносов**

Наиболее часто применяющимися для очистки дна каналов от наносов являются шнекороторные рабочие органы, состоящие из привода (рис. 275),

кожуха 2, лопастного метателя 3 и конического шнека 1, в рабочем положении имеющего ось вращения, параллельную оси канала.



**Рис. 275. Шнекороторный рабочий орган**

Такой рабочий орган может работать даже при достаточно большой глубине воды в канале, но не превышающей  $3/4$  диаметра метателя.

Каналоочиститель МР-16 со шнекороторным рабочим органом показан на рис.276.



**Рис. 276. Каналоочиститель МР-16 со шнекороторным рабочим органом**

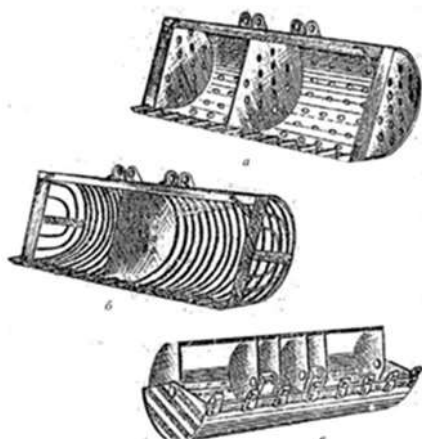
#### **5.2.2.2. Каналоочистители циклического действия**

Применение узкоспециализированных каналоочистителей непрерывного действия не всегда возможно по ряду причин. К таким причинам относятся: наличие камней и древесных остатков в удаляемых грунтах, сильная деформация бермы или откосов, большие размеры каналов, чрезмерное зарастание каналов, отсутствие воды в канале, большая глубина воды в канале, необходимость очистки водоемов и некоторые другие.

Для работы в подобных условиях предназначены каналоочистители циклического действия. В большинстве своем они представляют собой разного рода ковши, навешенные по схеме обратной лопаты или драглайна на базовую машину-трактор, одноковшовый экскаватор или специальное колесное или гусеничное шасси. Рукоять или стрела могут быть выполнены удлиненными.

Классифицируют данные машины циклического действия по виду ковша: ковш с отверстиями, решетчатый, решетчатый с удлиненными зубьями, ковш-грабли, ковш-косилка, ковш уширенный с прямой режущей

кромкой, уширенный поворотный (циркульный), ковш профильный, грейферный, с поперечным наклоном (рис. 277).



**Рис. 277. Сменные рабочие органы к каналочистителям циклического действия:**

*а) ковш решетчатый; б) ковш решетчатый с зубьями; в) ковш уширенный самоочищающийся*

Наиболее широко применяющимся сменным рабочим органом является ковш уширенный поворотный с прямой режущей кромкой (рис. 278).



**Рис. 278. Вид ковша уширенного поворотного**

Повышения коэффициента наполнения ковша добиваются, выполняя его с отверстиями или щелями в днище и стенках (рис 294а). При очистке от растительности сильно заросших каналов целесообразно применять решетчатый ковш с удлиненными зубьями (рис. 294б). Этот ковш имеет увеличенные объем и ширину захвата, навешивается и работает по схеме обратной лопаты или драглайна. Он свободно пропускает воду и хорошо заполняется водорослями. Извлечение посторонних предметов и погрузку срезанной растительности могут выполнять многозубым захватом (рис. 279).

К достоинствам циклического действия можно отнести то, что они, как правило, имеют относительно более широкие технологические возможности, меньше, чем каналочистители непрерывного действия, зависят от условий работы. В качестве базы для их создания используются



серийно выпускаемые одноковшовые экскаваторы со сменным рабочим оборудованием. Часть ремонтно-эксплуатационных работ вообще может выполняться универсальными одноковшовыми экскаваторами, оснащенными обратной лопатой с общестроительным ковшом или драглайном. Применение сменных стандартных ковшей еще более расширяет возможности одноковшовых экскаваторов.



**Рис. 279. Грейферный рабочий орган с многозубым захватом**

### **5.2.3. Машины для скашивания и удаления растительности из каналов**

Эффективность оросительных и мелиоративных систем является одним из решающих факторов получения устойчивого урожая сельскохозяйственных культур в Узбекистане. Одним из основных по протяженности и важности являются оросительные каналы и коллекторно-дренажные системы, по которым осуществляется подача оросительной и отвод соленых вод. Поддержание оросительных каналов особенно в земляном русле в рабочем состоянии является одним из главных задач эксплуатационных организаций.

При длительной эксплуатации в условиях недостаточного ухода под воздействием природно-климатических и искусственных факторов наблюдается нарушения нормальные условия работы оросительной системы: за счет заиления происходит изменения профилей каналов; по причине размывов обрушаются откосы каналов и коллекторов; происходит зарастания дна и откосов растительностью, что существенно приводит к снижению работоспособности каналов, как следствие нарушается функционирование всей системы. Удаление растительности с откосов, дна каналов и коллекторов является важной и основным процессом по восстановлению работоспособности систем.

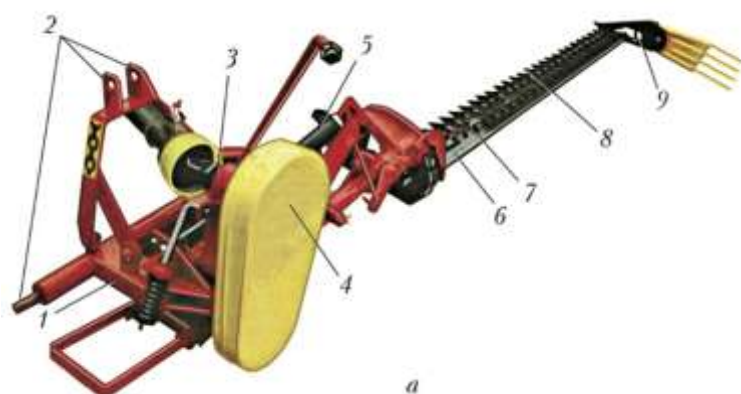
Проблема борьбы с сорной растительностью на открытых оросительных и коллекторно-дренажных системах до настоящего времени остается актуальной, поскольку от решения ее зависит эффективность орошения, однако вопрос механизации процесса по очистке от сорной растительности до настоящего времени полностью не разрешен. Механический способ уничтожения сорной растительности заключается в

периодическом скашивании сорной растительности, используя различные каналоокашивающие машины.

Для механизированной уборки сорной растительности на открытых оросительных и коллекторно-дренажных системах применяются машины с пассивными и с активными рабочими органами.

По назначению машины делят: на косилки; подборщики срезанной растительности; косилки-подборщики; плавучие комбайны; косилки-измельчители; ручные косилки.

Одними из наиболее применяющихся косилок являются косилки с сегментно-пальцевым режущим аппаратом. Они выпускаются с механическим приводом от МОМ или гидравлическим – от гидромотора. Косилка сегментно-пальцевая с гидроприводом показана на рисунке 280.



**Рис. 280. Косилка сегментно-пальцевая:**

*1 – рама, 2 – трёхточечная система навески на трактор, 3 – механизм подъёма режущего аппарата в транспортное положение*

Косилка с изогнутым двухножевым режущим аппаратом предназначен для одновременной обработки откоса и дна канала.

Общий вид такой косилки, показан на рисунке 281.



**Рис. 281. Косилка с изогнутым двухножевым режущим аппаратом**



Наиболее распространенными в настоящее время являются косилки с роторным рабочим органом, ось вращения ротора перпендикулярна откосу. Роторная косилка осуществляет срезание стеблей растений с помощью пластинчатых ножей, шарнирно установленных на роторах, вращающихся с высокой скоростью навстречу друг другу (привод роторов осуществляется от МОМ трактора). Ножи срезают траву по принципу бесподпорного среза, подхватывают ее и выносят из зоны резания, перемещая над режущим брусом. Траектории движения ножей соседних роторов взаимно перекрываются, благодаря чему обеспечивается качественный прокос. Большинство современных моделей роторных косилок оснащены тяговым предохранителем, предназначенным для предупреждения поломок режущего аппарата в момент его столкновения с препятствием, что существенно повышает надёжность и долговечность машины.

Наиболее востребованными являются роторные косилки КРН-2,1. Многороторная косилка КРН-2,1, с механическим приводом и установленная сзади сбоку на колесный трактор, показана на рис. 282.



**Рис. 282. Роторная косилка КРН-2.1**

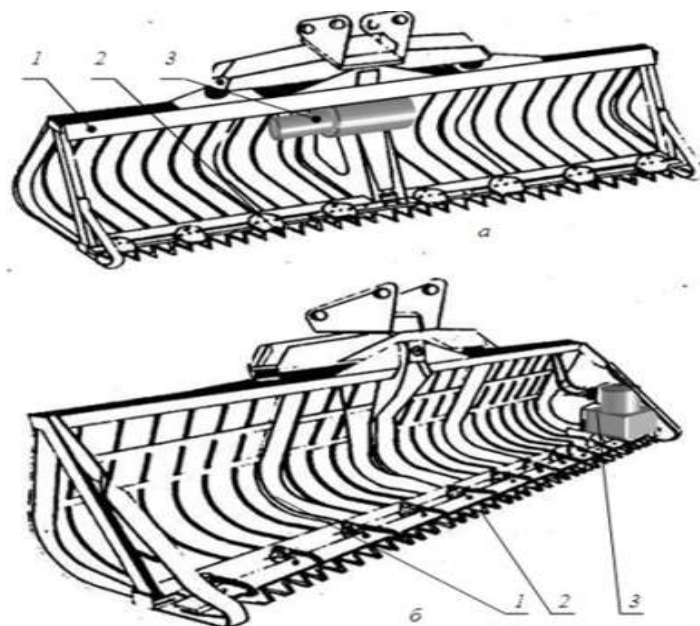
Рабочие органы (роторы) многороторных косилок получают вращение от вала отбора мощности или от гидросистемы базового трактора. Роторная косилка представляет собой опорную раму, на которую установлено несколько режущих дисков. По бокам находятся салазки для скольжения устройства по грунту. Срезка травы осуществляется дисками с ножами, которые крутятся во время движения. Они вращаются в разном направлении, чтобы растительность срезалась равномерно.

При очистке каналов сильно заросших травянистой растительностью используются решетчатые уширенные ковши-косилки, имеющие вместо передней режущей кромки активный сегментно-пальцевый или многороторный косилочный аппарат, что позволяет совмещать процессы срезки и удаления скошенной растительности.

Сменный рабочий орган – ковш-косилка (рис. 283) навешивается на одноковшовый гидравлический экскаватор в замен обратной лопаты.

Корпус ковша 1 решетчатый, режущий аппарат 2 сегментно-пальцевый. Приводной гидромотор с редуктором могут быть в средней части (рис. 283а), а также сбоку (рис. 283б).

Одноковшовый каналочиститель ковш-косилка эксплуатируется при очистительных работах на бетонированных каналах так и на каналах в земляном русле.

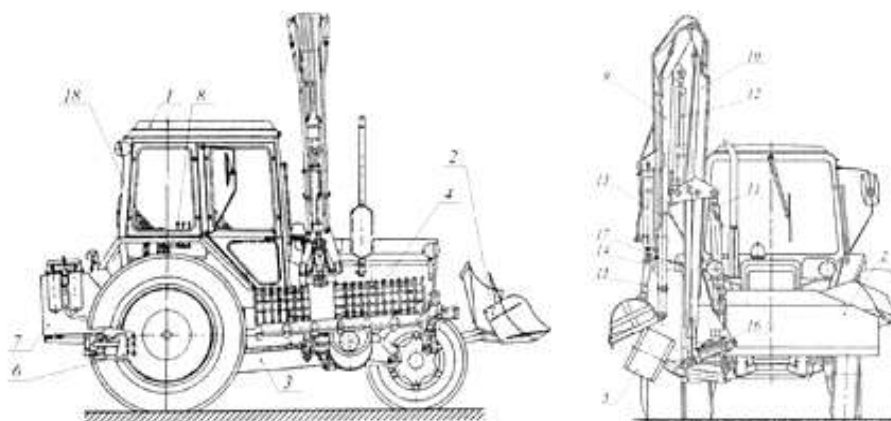


**Рис. 283. Сменный рабочий орган ковш-косилка:**  
*а) центральный; б) привод аппарата боковой; 1 – решетчатый ковш; 2 – режущий аппарат; 3 – гидромотор*

В настоящее время значительный объем ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных объектах выполняется с применением мобильных универсальных (многоцелевых) каналочистителей, базирующихся на тракторах марки «Беларус». К ним относятся каналочистители МР-19, КМ-82, ОКН-05.

Базовой машиной для каналочистителя КМ-82, показанного на рис. 300, является трактор марки БЕЛАРУС-82. В передней части трактора навешивается бульдозерное оборудование

Рабочее оборудование навешивается с правой стороны на дополнительную раму 3, прикрепленную к остову трактора.



**Рис. 284. Многоцелевой каналочиститель КМ-82**

На стреловое оборудование КМ-82 навешиваются следующие сменные рабочие органы 4: ковш уширенный поворотный, ковшрешетчатый, ковш уширенный поворотный самоочищающийся, косилка двухроторная (дисковая), косилка бильная, ротор-метатель (фреза с осью вращения, параллельной оси канала), землесосное оборудование, подборщик срезанной растительности, ковш-косилка.

Для повышения устойчивости машины к дополнительной раме крепится дополнительная опора 5 в виде стального колеса, которым каналочиститель в рабочем положении опирается о берму канала.

Для обеспечения работы привода оборудования на трактор дополнительно устанавливается насосная установка 6 с баком 7 гидросистемы. Управление рабочим оборудованием производится из кабины посредством рычагов 8 гидрораспределителей. Сменные рабочие органы навешиваются на рукоять 9, соединенную с неповоротной стрелой 10. Подъем и опускание стрелы производится гидроцилиндром 11, а подъем и опускание рукояти обеспечивается гидроцилиндром 12, поворот ковша вокруг горизонтальной оси гидроцилиндром 13 и тягами 14 и 15. Подъем и опускание дополнительной опоры производится гидроцилиндром. В транспортном положении рукоять 9 фиксируется цепью 17. При работе с роторной косилкой на стекло кабины устанавливается двухслойная защитная сетка 18.

Сложившееся сегодня положение требует безотлагательных решений как по возобновлению выпуска крайне необходимой мелиоративной техники уже проверенной временем, так и по проведению исследовательских и конструкторских работ по поиску новых, более совершенных, типов машин. В связи с такой постановкой вопроса.

Учеными ТИИМСХ была разработана каналочистительная машина ковш-косилка (патент на изобретения № IAP06088). Косилку под маркой КК-1 можно назвать быстросъемным приспособлением к одноковшовому гидравлическому экскаватору для скашивания откосов каналов. Ее основные параметры: ширина захвата пальцевого режущего аппарата – 2,10 м, рабочий вылет – 14 м, а со вставкой до – 15,6-м (рис. 285). Привод косилки осуществляется от гидросистемы экскаватора и не требует установки дополнительного насоса для отбора мощности.



**Рис. 285. Общий вид ковша-косилки КК-2,1 с пальцевым режущим аппаратом**



**Рис. 286. Ковш-косилка на базе одноковшового гидравлического экскаватора марки GLG 925 LL.**

Ковш-косилка КК-2,1 предназначена для обкашивания грубостебельчатой растительности со дна и откосов коллекторно-дренажных сетей с водой. Ковш-косилка КК-2,1 представляет собой навешиваемое на рукоять одноковшового гидравлического экскаватора (обратная лопата) оборудование, состоящее из пальцевого режущего аппарата, ковш-корзины и привода (рис. 286).

Ковш-косилка марки КК-2,1 навешанная на одноковшовый экскаватор марки GLG 925 LL при окашивания коллекторно-дренажной сети до 13 раз производительнее чем очистка экскаватором марки GLG-925LL оборудованным обратной лопатой емкостью ковша 0,5 м<sup>3</sup>.

### **Контрольные вопросы и задания**

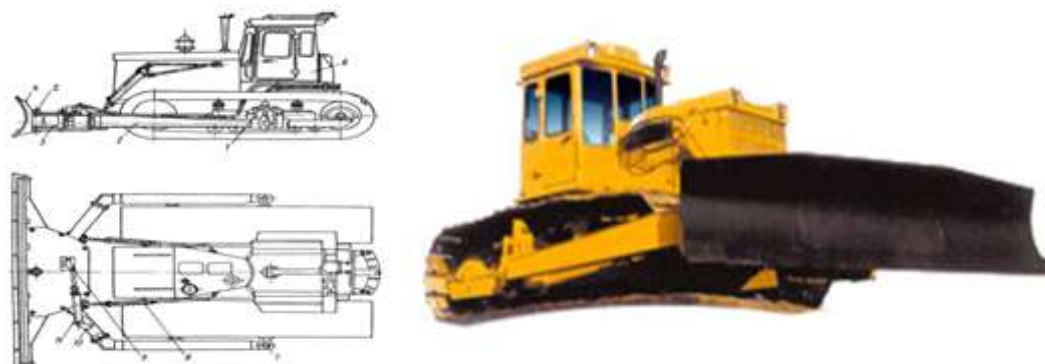
1. Виды работ, выполняемых каналоочистителями.
2. Определение и общая классификация каналоочистителей.
3. Каналоочистители непрерывного действия для удаления наносов и растительности с многоковшовыми, фрезерными, скребковыми и шнековыми.
4. Машины циклического действия для удаления наносов и растительности.
5. Основные требования, предъявляемые к каналоочистителям.

## **5.3. Машины для подготовки и устройства противофильтрационных облицовок каналов**

### **5.3.1. Кавальероразравниватели**

В процессе строительства каналов машинами, необходимо разравнивать образующиеся кавальеры. Для выполнения этих работ применяется землеройные машины – кавальероразравниватели.





**Рис. 287. Общий вид кавальероразравнивателя**

Передвигаясь вдоль канала, кавальероразравниватели перемещают грунт кавальера в сторону от бровки и разравнивают его. Кавальероразравниватели оборудованы отвальным рабочим органом, устанавливаемым в зависимости от грунтовых условий с углом захвата  $\alpha = 45 \div 90^\circ$ . Рабочее оборудование навешивается на гусеничные тракторы 7; в процессе работы не допускается осыпание грунта в канал, повреждения бровки и дернового покрова бермы канала. Кавальероразравниватели подразделяют на машины с передним и задним отвалами.

Кавальероразравниватель МК-21 (рис. 287) состоит из отвала с ножами, охватывающей рамы, механизма перекоса отвала, механизма поворота отвала в плане и гидросистемы.

Рабочим органом кавальероразравнивателя является отвал, представляющий собой сварную конструкцию, состоящую из изогнутого лобового листа и ребер жесткости, расположенных с задней стороны отвала. Вдоль отвала приварены несущие и направляющие узлы тумбы. На верхнем листе тумбы размещен кронштейн, к которому крепится шток гидроцилиндра поворота отвала. В корпусе тумбы находятся втулки центрального шарнира и пальцев. Отвал снабжен сменными бульдозерными ножами.

### **5.3.2. Машины для уплотнения дна и откосов**

Поверхности дна и откосов каналов с целью снижения ее шероховатости и подготовки к укладке антифильтрационных облицовок необходимо предварительно произвести уплотнения по периметру. Физическая сущность уплотнения заключается в увеличении его плотности за счет принудительного изменения взаимного расположения частиц и соответствующего уменьшения объема. Машины для планировки дна и откосов каналов предназначены для выравнивания

Эти машины должны работать без переборов и недоборов грунта, осыпания его в канал; обеспечивать высокое качество спланированной поверхности без доделочных работ; иметь высоту неровностей обработанной поверхности грунта не более  $\pm 5$  см, а для укладки антифильтрационных облицовок  $\pm 2 \dots 3$  см.



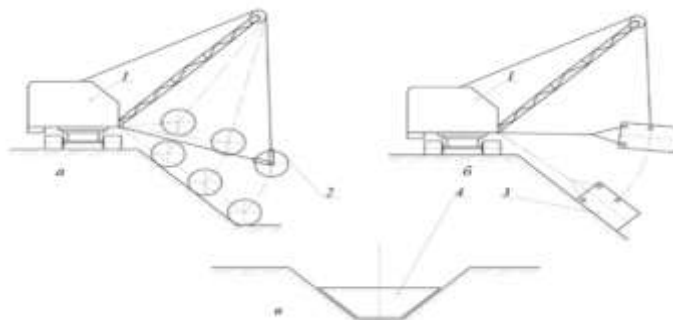
Данный способ создания антифильтрационных экранов является наиболее доступным и простым способом борьбы с потерями воды на фильтрацию. Дно и откосы каналов глубиной до 3 м можно уплотнять при помощи поворотной вибротрамбовки и виброкатка с гидроприводом, установленной на рукояти экскаватора (рис. 288.).



**Рис. 288. Рабочие органы гидравлическим экскаватором для уплотнения дна и откосов канала:**  
*а) вибротрамбовщик. б) виброкаток*

Навесной каток (рис. 288,б) на экскаваторе позволяет работать с вязкими и липкими материалами при этом не перемещает материалы, а сразу трамбует на месте.

Для каналов глубиной более 3 м дно и откосы каналарекомендуется уплотнятьс помощьюэкскаваторовсосменными рабочими органами типа вальцовых 2 (рис. 290а) или плоских трамбовок 3 (рис. 290б). Дно каналов-уплотняются с помощью общестроительных уплотнительных машин.



**Рис. 290. Схема уплотнения откосов в каналах экскаваторами:**  
*а) вальцовая трамбовка; б) плоская трамбовка; 1 – экскаватор; 2 – валец; 3 – плита*

Дно и откосы планируют после прокладки каналов машинами циклического действия, особенно в тех случаях, когда укладывают антифильтрационную облицовку любого вида.

Планировщики классифицируют в зависимости от параметров канала на: неполнопрофильные, полнопрофильные и профилировщики. По режиму работы эти машины непрерывного действия с многоковшовыми рабочими органами и поперечной схемой работы. Полнопрофильные могут

планировать периметр канала одновременно, когда неполнопрофильные только откос и часть дна.

Схема неполнопрофильного откосопланировщика со многоковшовым рабочим органом представлена на рисунке 291.



**Рис. 291. Многоковшовый неполнопрофильный планировщик**

Неполнопрофильный планировщик (рис. 291) осуществляет планировку один или несколько проходов и уплотняет откос и часть дна канала. Непрерывная ковшовая цепь, подающая срезанный материал непосредственно на конвейерную систему, расположенную в верхней части канала.



**Рис. 292. Многоковшовый профилировщик каналов**

Многоковшовые профилировщики каналов (рис. 292) имеют одну или две многоковшовых цепи и двустороннюю или чаще одностороннюю разгрузку разработанного грунта непосредственно многоковшовым рабочим органом на берму каналов, ленточного транспортера. Одностороннюю разгрузку транспортерами применяют при планировке каналов глубиной до 3 и, двустороннюю – для каналов глубиной свыше 3 м.

Многоковшовые профилировщики передвигаются по бермам на рельсовом или гусеничном ходу.

### **5.3.3. Машины для устройства противофильтрационных облицовок каналов**

В настоящее время большинство каналов оросительных систем Узбекистана находятся в земляном русле. Облицовка оросительных каналов, позволит исключить потери воды на фильтрацию, повысить КПД оросительных систем, что обеспечит гарантированное получение сельскохозяйственной продукции. Облицовка дна и откосов канала предназначена для предотвращения размывов, защиты откосов от повреждения; уменьшения шероховатости русла; сокращения фильтрационных потерь воды; улучшения условий эксплуатации и снижения эксплуатационных издержек.

Бетонные и железобетонные одежды наиболее широко применяют для снижения потери воды на фильтрацию из каналов, предохранения русла от размыва и зарастания. Для их устройства используют гидротехнический бетон, приготавливаемый на портландцементе пластифицированном, гидрофобном, стойким, марки не ниже 400. Толщина монолитных бетонных одежд зависит от условий их применения и составляет 10... 25 см.

В каналах с расходом 1-10 м<sup>3</sup>/с заложение откосов для монолитной бетонной облицовки принимают 1,5, для сборной – 1..1,5.

Для устройства монолитных бетонных и железобетонных покрытий каналов основными машинами являются бетоноукладчики, которые предназначены для распределения бетонной смеси по основанию, ее укладки и уплотнения, а также профилирования и отделки поверхности слоя. Их классифицируют по основным признакам:

По способу бетонирования бетоноукладчики классифицируются: машины позиционного действия (поперечная укладка); работающие в движении (продольная укладка). Также различают: бетоноукладчики для бетонирования откосов с частью дна (неполнопрофильные); бетоноукладчики бетонизирующие одновременно дно и откосы канала (полнопрофильные).

Для облицовки дна и откосы каналов железобетонными плитами применяют плитуукладчики на базе гусеничных стреловых кранов.

Каналы глубиной от 1,2 до 2,4 м бетонизируются скользящей буксируемой виброформой (рис. 293а), использующий отметки существующего полотна бермы, более крупные виброформовые укладчики имеют собственный силовой агрегат и лебедку (рис. 293б).

Большие каналы имеют глубину всего около 2,5 м и ширину по дну 2,5 м. В зависимости от размера канал может быть забетонирован за один проход (полный профиль) (рис. 294а) или за один или несколько проходов (полупрофиль) (рис. 294,б). Бетонирование канала в полном профиле или в

полупрофиле, зависит от многих факторов, таких как ширина дна канала, состояние грунта, ширина насыпи, доступной в верхней части канала.



**Рис. 293. Бетонирования канала виброформой:**  
*а) буксирная виброформа, б) самоходная вброформа*



**Рис. 294. Самоходные бетоноукладчики:**  
*а) полупрофильный, б) полный профильный*

#### **5.4. Машины для строительства и ремонтно-эксплуатационных работ на закрытых горизонтальных дренажах**

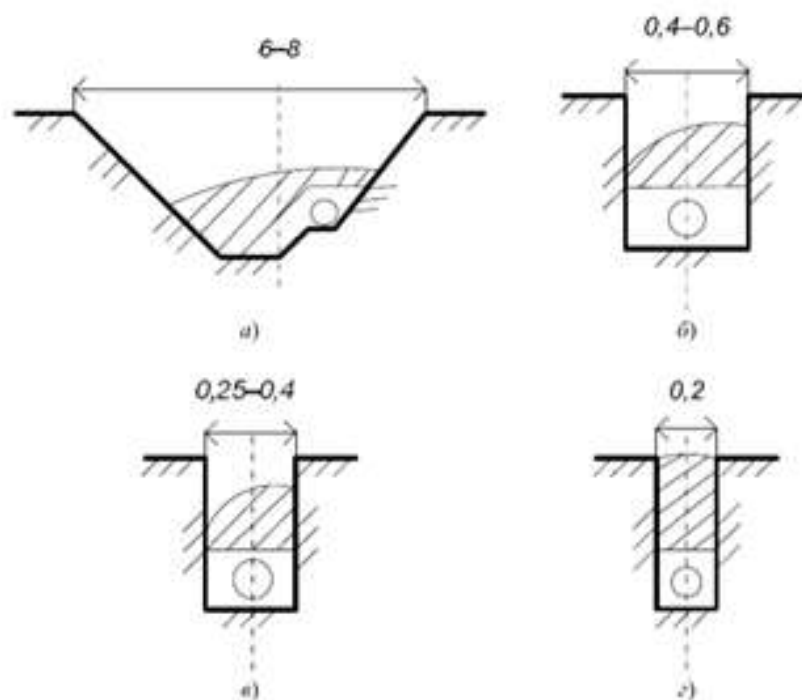
Дренаж на орошаемых землях должен поддерживать уровни грунтовых вод на расчетной глубине, обеспечивающей необходимые условия для предотвращения засоления почв или заболачивания земель.

Дренаж на орошаемых землях может быть следующих типов: горизонтальный дренаж; вертикальный дренаж; комбинированный дренаж.

##### **5.4.1. Средства механизации для устройства закрытого горизонтального дренажа**

Наиболее распространённый закрытый горизонтальный дренаж представляет собой перфорированный трубопровод (из керамических, пластмассовых, асбестоцементных или других труб диаметром 0,07-0,3 м), уложенный под грунт на глубину 2,5-3,5 м и окружённый защитно-фильтрующим слоем из искусственных покрытий или естественных песчаных и песчано-гравийных материалов толщиной 0,15-0,18 м, а также и их комбинаций. Закрытый горизонтальный дренаж применяется во всех природно-климатических зонах Республики Узбекистан. В зависимости от

принятого способа строительства, закрытый горизонтальный дренаж, выполняется полумеханизированно – методом «полки» на откосе открытой дрены-широкотраншейный, или механизированно-траншейным, узкотраншейным и бестраншейным методами с помощью дреноукладчиков (рис. 295).



**Рис. 295. Поперечные сечения траншей закрытого горизонтального дренажа при различных способах строительства:**  
*а) широкотраншейный; б) траншейный; в) узкотраншейный;*  
*г) бестраншейный*

В настоящее время строительство закрытого дренажа осуществляется механизированным способом с использованием дреноукладочных машин. Траншейный способ предусматривает укладку труб в траншею. Траншеи прокладываются экскаваторами-дреноукладчиками непрерывного действия, при котором операции по рытью траншеи, засыпке фильтрующего материала и укладке дренажных труб осуществляют одновременно и непрерывно, начиная от устья дрены.

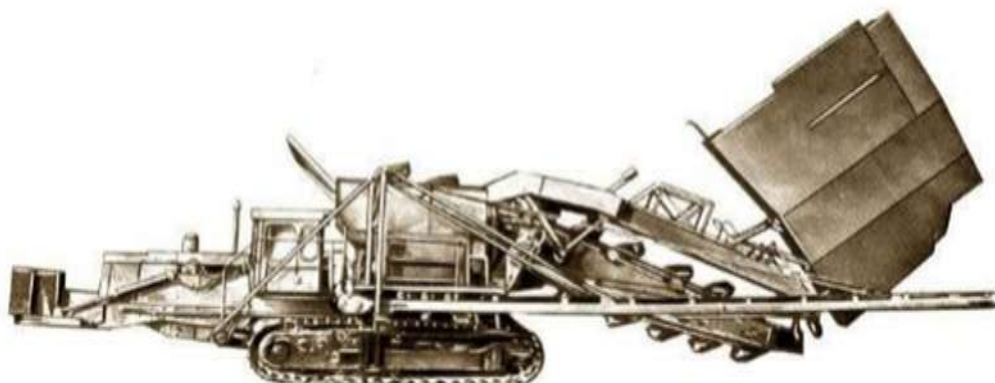
Экскаватор дреноукладчик ЭТЦ-406 (рис. 296) предназначен для укладки горизонтального дренажа из гладких и раструбных гончарных труб диаметром 100, 150 и 200 мм в устойчивых и обрушающихся грунтах до III категории, на глубину 2,5–4,0 м с одновременной круговой обсыпкой труб песчано-гравийным фильтрующим материалом.

Трубоукладчик расположен за землеройным органом и состоит из трех отсеков: переднего – для расположения направляющих при опускании дренажных труб на дно траншеи, среднего для песчано-гравийной фильтрующей смеси и заднего – для контроля качества укладки труб.

Узкотраншейный способ предусматривает укладку труб в траншею шириной 0,10–0,25 м. При этом в определенной мере сохраняются достоинства траншейного способа и ослабляются его недостатки, однако



узкие траншеи трудно засыпать, усложняется устройство устьевых сооружений и исправление дефектов.



**Рис. 296. Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-406**

Так, объем земляных работ сокращается на 40–50 %, на 50–70 % – объем фильтрующих засыпок, значительно меньше повреждается пахотный слой. В ФГБНУ «РосНИИПМ» был разработан и передан производству узкотраншейный дреноукладчик УДМ-350 с технологиями производства работ в различных условиях (рис. 298).



**Рис. 298. Узкотраншейный дреноукладчик УДМ-350**

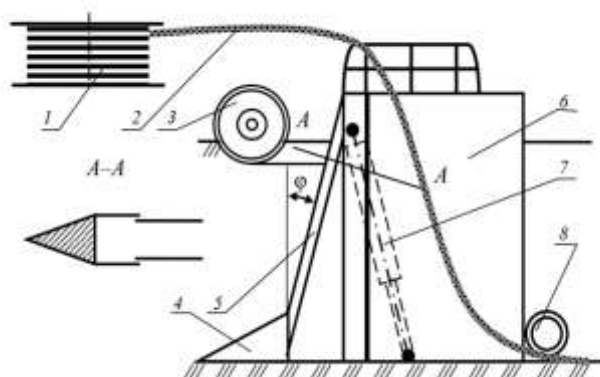
При массовом строительстве дренажа наиболее перспективен бестраншейный способ. При этом резко снижаются объемы земляных работ, не требуется обратная засыпка. Главное достоинство – большая рабочая скорость (до 1,0–1,5 км/ч), что обеспечивает сменную выработку до 5 км и годовую – до 300 км. Исключается тяжелый физический труд, меньше объемы предварительного осушения, не требуется засыпка дренажа, нет потерь гумусового слоя, эффективность применения лазерной установки. Бестраншейный способ строительства дренажа при относительной простоте используемого агрегата позволяет полностью механизировать процессы укладки дрены. Для дрен применяют пластмассовые (полиэтилен, поливинилхлорид) трубы диаметром 50, 63 мм. В качестве трубофильтра могут быть использованы рулонные синтетические материалы.

Бестраншейные дренаукладчики, имеющие пассивный рабочий орган, предназначены для строительства дренажа в условиях высокого стояния уровня грунтовых вод (рис. 299).



**Рис. 299. Бестраншейный дренаукладчик МД-12**

На рисунке 300 схематически представлен рабочий орган дренаукладчика. Рабочий орган с помощью навески заглубляется в грунт и при движении базовой машины нож 5разрезает и раздвигает грунтобразуя щель шириной 0,25 м.

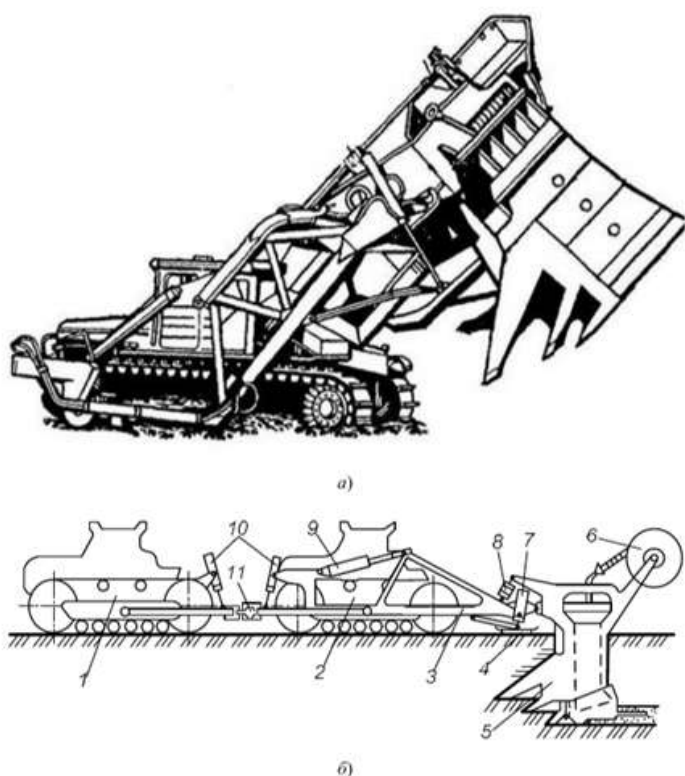


**Рис. 300. Схема работы рабочего органа дренаукладчика:**

- 1 – барабан; 2 – пластмассовая труба; 3 – дернорез дисковый;  
 4 – наконечник; 5 – пассивный нож; 6 – бункере;  
 7 – гидроцилиндруправления бункером; 8 – ролик прижимной

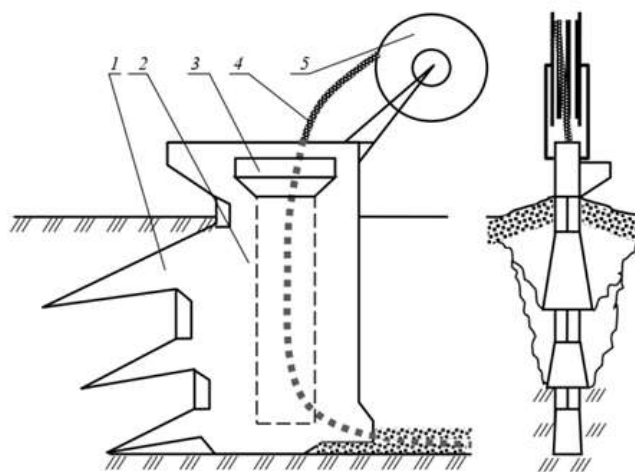
Бестраншейный дренаукладчик (мелиоративный агрегат) МД-12 предназначен для строительства осушительных систем. Представляет самоходную машину на базе трактора К-701 на гусеничном (из элементов гусеничной цепи трактора Т-130Г) ходу с навесным пассивным рабочим органом, через который протаскиваются гофрированные перфорированные пластмассовые трубы, защищённые тканевым фильтром.

Бестраншейный дренаукладчик БДМ-301А (рис. 301) выполнен навесным на базовом тракторе ДЭТ-250М и предназначен для укладки пластмассовых труб диаметром до 125 мм с синтетическим или гравийно-песчаным фильтром на глубину до 3,0 м в зоне орошения.



**Рис. 301. Дреноукладчик БДМ-301А для бестраншейного строительства дренажа:**  
*а) общий вид; б-схема; 1, 2 – тягач и базовый трактор ДЭТ-250М; 3 – рама навески рабочего органа; 4 – опорные лыжи; 5 – рабочий орган; 6 – барабаны для дренажных труб; 7 – гидроцилиндры опорных лыж; 8 – гидроцилиндр управления рабочим органом; 9 – гидроцилиндр управления рабочим оборудованием; 10 – гидроцилиндры рамы сцепки; 11 – устройства для быстроразъемной сцепки рам*

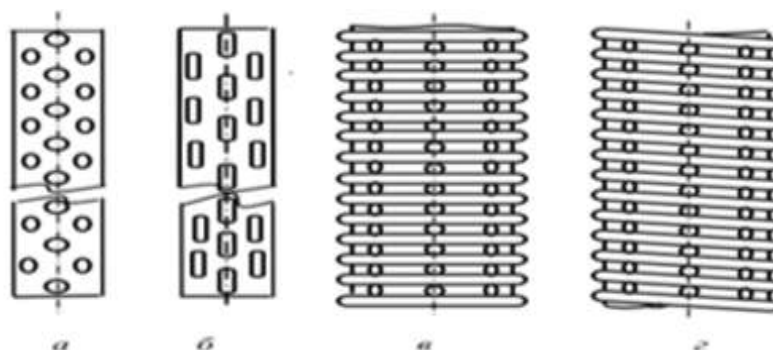
Рабочий орган 5 выполнен в виде ступенчатого полого ножа, навешенного по маятниковой схеме с помощью жесткой рамы 3 на гусеничные тележки базового трактора 2. Рама 3 в процессе работы опирается на грунт посредством двух лыж 4, скользящих по предварительно спланированной под заданным углом поверхности грунта. Корректировка лыж выполняется гидроусилителями 7. Ступенчатый нож в прорезаемой щели создает три зоны: уплотнения, переходную, рыхления. Внутри ножа установлен направляющий желоб для сматывания с барабана 6 пластмассовой дренажной трубы и полости для пропуска фильтрующего материала, загружаемого с помощью откидной боковой стенки. На рисунке 302 представлена схема рабочего органа БДМ-301А.



**Рис. 302. Схема рабочего органа дреноукладчика:**  
*1 – нож ступенчатый; 2 – рабочий орган; 3 – приемный бункер; 4 – пластмассовая дренажная труба; 5 – бухта*

Разработанный для зоны орошения дренаж БДМ-301А применяется для укладки дрен на большую глубину в грунтах тяжелого механического состава.

Наиболее широкое применение в мелиоративном строительстве является пластмассовый трубчатый дренаж. В основном применяются пластмассовые гофрированные трубы и искусственные защитно-фильтрующие материалы (синтетические волокна, нетканые, иглопробивные полотна), а также их комбинация с естественными фильтровыми смесями. Пластмассовые трубы благодаря малой себестоимости при изготовлении, удобству транспортирования и укладки получили большое распространение. Для изготовления применяют несколько видов пластика – полипропилен, поливинилхлорид (ПВХ), полиэтилены высокого и низкого давления (ПВД и ПНД).



**Рис. 303. Пластмассовые дренажные трубы:**

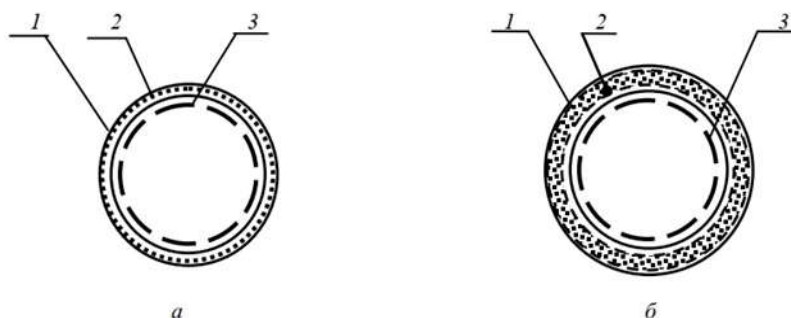
*а, б) гладкие с круглыми и щелевыми отверстиями; в, г) гофрированные с кольцевыми и винтовыми гофрами*

Пластмассовые гофрированные трубы с кольцевыми и винтовыми гофрами (рис.303, в и г) в настоящее время являются наиболее используемые при строительстве закрытых дренажных систем.

Гофрированные дренажные трубы устойчивы к радиальным нагрузкам при этом достаточно эластичные.

Дренажные трубы изготавливают в отрезках длиной от 5 ÷ 24 м, рулонные в зависимости от диаметра труб в бухтах с длиной от 30 ÷ 200 мм.

В настоящее время дренажные трубы обернутые фильтрующим защитным материалом плоскостным (тканевым) (рис. 304а) или объемным (рис. 304 б).



**Рис. 304. Сечения дренажных труб, обернутых фильтрующим материалом тканевым (а) и объемным (б):**

*1 – нить крепящая; 2 – фильтр; 3 – пластмассовая труба*

Общий вид пластмассовой трубы с фильтрующим материалом-стеклотканью приведен на рисунке 305.



**Рис. 305. Дренажная труба с фильтрующим защитным материалом**

#### **5.4.2. Машины для обратной засыпки грунта в дренажную траншею**

Эксплуатационная надежность, долговечность и эффективность работы закрытого дренажа зависит от качества выполнения обратной засыпки грунта в дренажную траншею. Обратная засыпка предназначена для защиты дрен и коллекторов от разрушения и заиления. Она выполняется минеральным грунтом, укладываемым при строительстве дрены рядом с траншеей. Технологически обратную засыпку минеральных грунтов из отвалов возможно выполнить машинами, имеющими рабочее оборудование активного, пассивного и комбинированного действия.

При любом способе производства работ по обратной засыпке траншей предъявляются следующие основные требования:

обратная засыпка не должна повреждать дренажные трубы и деформировать дрены;

засыпка не должна препятствовать поступлению воды в дрены;

засыпанные траншеи не должны мешать нормальному использованию орошаемых земель.

Обратная засыпка при механизированном способе производства работ выполняется либо одним агрегатом в комплексе с рытьем траншеи и укладкой труб, либо отдельным способом при помощи активного или пассивного орудия.

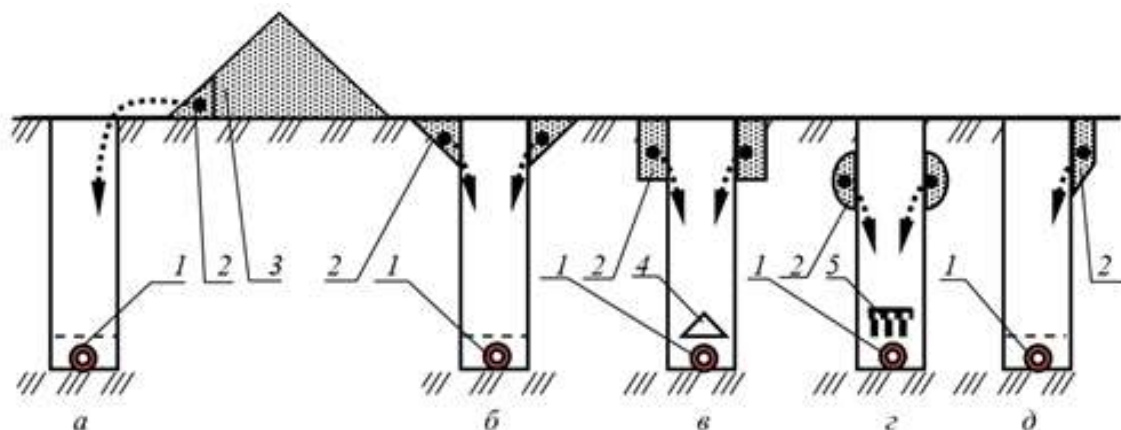
Уложенные трубы присыпают пахотным слоем почвы толщиной не менее 20 см. Пахотный слой увеличивает поглощающую способность дрен, предохраняет трубы от заиления и предотвращает повреждения труб при засыпке. На присыпку труб расходуют значительный объем пахотного слоя почвы – примерно 60 м<sup>3</sup>/га. Столько же перемешивается с подпахотным слоем при разработке траншей. Однако заменять пахотную почву другим материалом невозможно, так как это ухудшит работу дренажа. Присыпка осуществляется присыпателями – приспособлением к дреноукладчику.

Применяется несколько способов присыпания дрены зависимости от грунтовых условий. Способ когда извлеченный грунт из кавальера 3 возвращается для присыпания дренажной трубы 1 (рис. 306а). Второй способ



когда дренажные трубы присыпают вручную рабочими подрезая и обрушивая кромки 2 траншеи (рис. 306б). Этот способ трудоемок и увеличивает сроки строительства дренажа.

Третий способ – механизированная присыпания с использованием приспособление закрепленных к толкающей раме бульдозера или к трубоукладчику. Приспособление могут обрушать грунт с кромки траншеи треугольного или прямоугольного сечения (рис. 306в). Для предохранения дренажную трубку от возможных разрушении предусматривается крепление в форме пирамиды 4. При заборе грунта из стенок траншеи используется совковый нож (рис. 306г).



**Рис. 306. Схемы различных способов присыпания дрен с использованием грунта:**

- а) из кавальера; б,в) обрушением кромок траншеи; г,д) стенок траншеи; 1 – пластмассовая труба; 2 – грунт для присыпки; 3 – кавальер; 4,5 – защитные устройства в форме пирамидки и гребенки*

В экскаваторах-дреноукладчиках применяется способ присыпания дренажной трубы с подрезанием кромки траншеи (рис. 306д).

Все существующие способы искусственного уплотнения грунтов обратной засыпки в траншеях можно разделить на два основных – механический и гидравлический, а также их комбинированное применение.

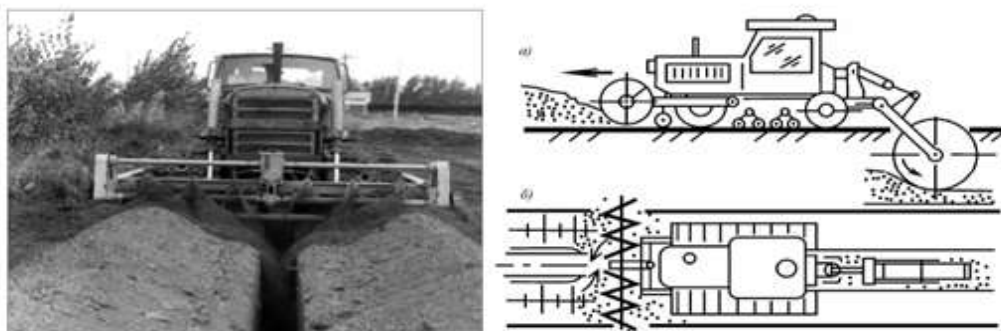
Технологически обратную засыпку минеральных грунтов из отвалов возможно выполнить машинами, имеющими рабочее оборудование активного, пассивного и комбинированного действия.

При широкотраншейном способе строительства дренажа наиболее распространенным технологическим приемом производства обратной засыпки грунта в траншею является использование бульдозера с поворотным и неповоротным отвалами с ходами под углом, вдоль или поперек траншеи.

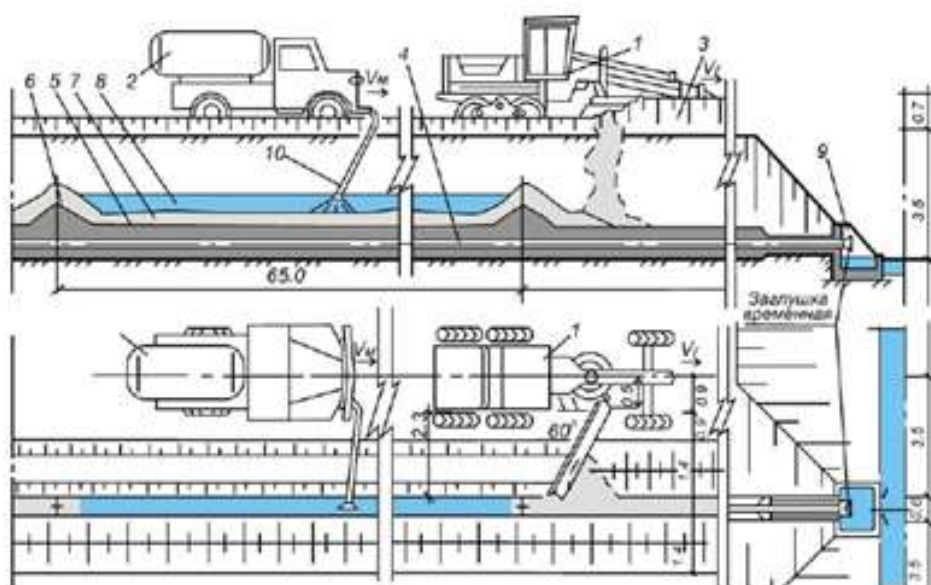
При траншейном и узкотраншейном способе устройства дренажа, обратную засыпку грунтов производят бульдозером путем его движения параллельно траншеи, по берме или вдоль траншеи по «седлающей схеме».

Наибольшее распространение получили три типа засыпателей дренажной траншеи: шнековый, двусторонний; двухотвальный, ассиметричный; одноотвальный, бульдозерный. Обратную засыпку

дренажной траншеи шнековым и двухотвальным засыпателем выполняют только по «седлающей схеме» (рис. 307).



**Рис. 307. Схема работы машины обратной засыпки грунтов дренажной траншеи**



**Рис. 308. Технологическая схема работ по замочке грунтов в дренажной траншее:**

*1 – автогрейдер; 2 – поливочная машина ПМ-130; 3 – отвал грунта; 4 – труба дренажная; 5 – обсыпка ОФМ; 6 – перемычка; 7 – первый слой засыпки грунтом; 8 – вода в пруде; 9 – устьевое сооружение; 10 – шланг сливной*

Сущность гидравлического способа заключается в том, что при насыщении грунта водой и переходе из твердого в пластичное или жидкотекучее состояние его частицы размещаются между собой более компактно и плотно. В САНИИРИ (г.Ташкент) разработан способ гидравлического уплотнения грунтов обратной засыпки в дренажных траншеях путем их замочки сверху, снизу и комбинированно. Технологическая схема работ при гидравлическом способе уплотнения грунтов в узкой дренажной траншее приведена на рисунке 308.

Все технологические процессы по обратной засыпке и уплотнению грунта в дренажной траншее требуют дополнительных трудовых,

материальных и энергетических затрат, что существенно увеличивает стоимость строительства дренажа.

### 5.4.3. Машины для промывки дрен

Основными причинами нарушения работоспособности закрытого трубчатого дренажа являются: в результате проседания грунта изменение соотношения или уклона дрен; заиливание; зарастание, т. е. проникновение в полость дрены корней растений; подмывание дрены, или суффозия; причина нарушения технологии строительства заключающейся в несоблюдение требуемого уклона дна траншеи, неправильная укладка фильтрующих материалов, и др.); ошибки проектировании (неправильно выбор конструкции дрены);

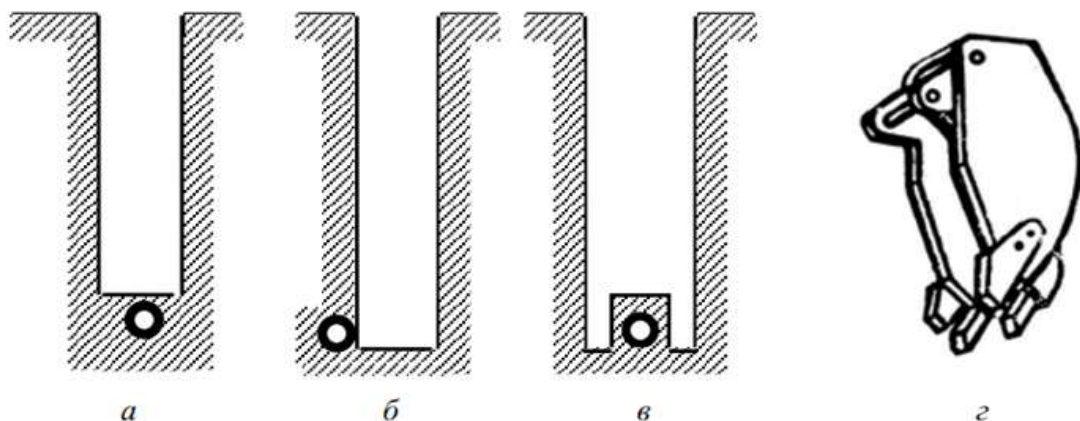
С учетом особенностей дренажной сети нарушения работоспособности существуют следующие способы очистки труб: химический, биохимический, механический, гидравлический, гидромеханический.

Широко применяющимся является способы механический, гидравлический и гидромеханический.

Существуют различные варианты работ при механической очистке. При механической очистке когда повреждена дренажная труба возникает необходимость местных вскрытий, в этих случаях дренажная сеть вскрывается следующими способами: оставление защитного слоя грунта над трубой (рис. 309а); вскрытие траншеи вдоль оси дрены (рис. 309б); вскрытие дрены ковшем с удлиненными крайними зубьями (рис. 309в,г).

Наиболее эффективным и широко применяемым является гидравлический (промывка дрен), без вскрытия (из коллектора или через шурф, колодец с введением в дренажную трубу напорного шланга) с использованием дренажно-промывочных машин, производящих промывку реактивными головками.

Принцип работы дренажно-промывочных машин заключается в том, что в дренажную трубу вводится гибкий шланг с наконечником, имеющей боковые и фронтальную отверстие, из которых подаваемая по шлангу под давлением истекает вода.

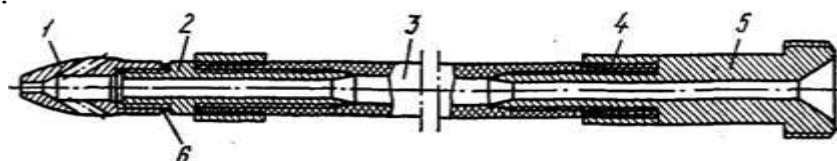


**Рис. 309. Способы вскрытия дрены:**

*а) с недобором; б) вдоль оси; в,г) специальным ковшем с удлиненными крайними зубьями*

Вылетающие из отверстия струи воды создают реактивную силу, которая двигает наконечник вместе со шлангом. При необходимости можно подталкивать шланг в дренажной трубе.

Стандартная конструкция шланга с наконечником показана на рисунке 310.

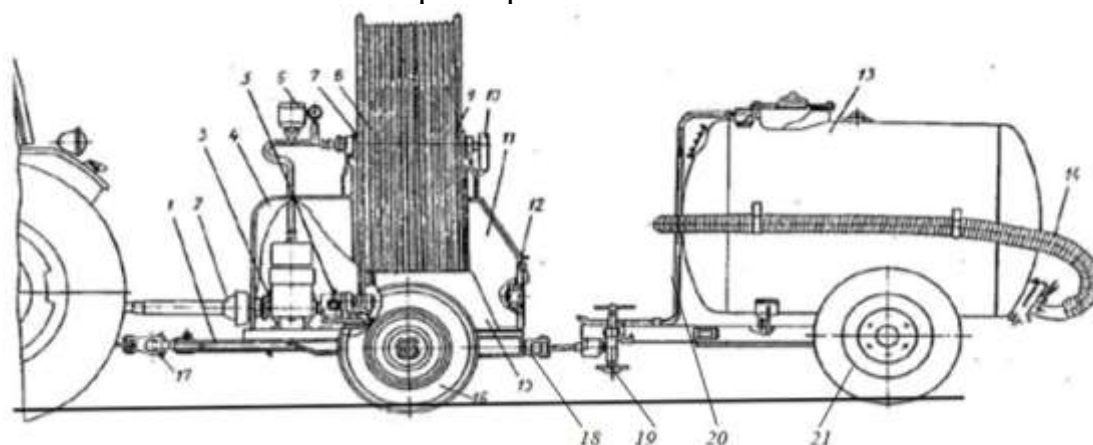


**Рис. 310. Конструкция шланга с наконечником:**

*1 – наконечник; 2, 5 – штуцеры; 3 – шланг; 4 – кольцо; 6 – прокладка*

Дренопромывочные машины бывают на колесном, гусеничном и автомобильном ходу.

Дренопромывочная машина МР-18 (рис. 311), агрегируется с гусеничными или колесными тракторами тягового класса 2...3.



**Рис. 311. Прицепная дренопромывочная машина МР-18:**

*1 – дышло; 2 – карданный вал; 3 – водяной насос; 4 – капот; 5 – редуктор; 6,7 – барабан; 8, 9 – высоконапорный шланг; 10, 12 – тормоза; 11 – ящик для инструментов; 13 – цистерна для воды; 14 – всасывающий рукав; 15 – крылья; 16, 21 – опорные колеса; 17, 18 – серьга; 19 – стояночная опора; 20 – шланг заполнения цистерны*

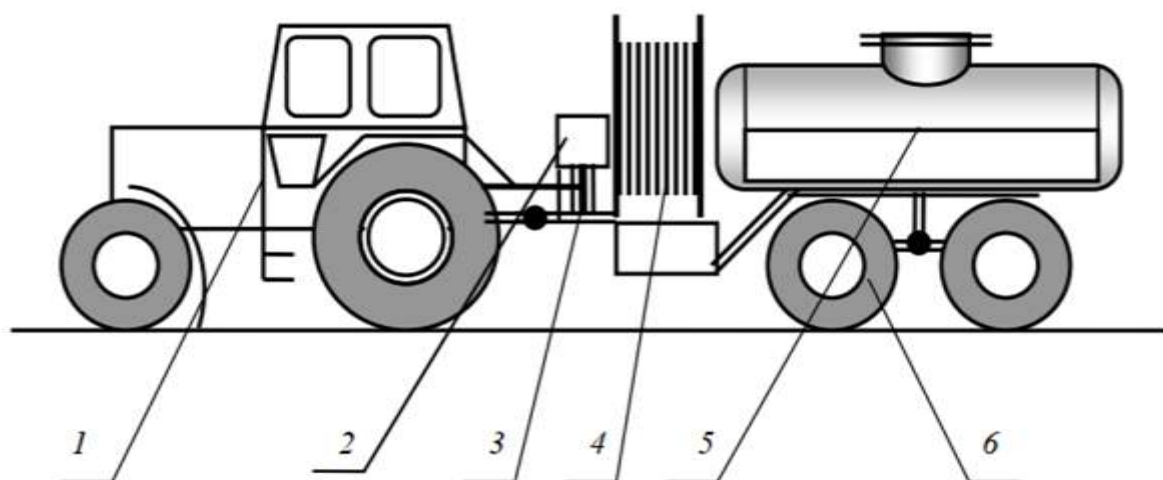
Схема полуприцепной дренопромывочной машины ДП-10А на базе колесного трактора класса 1,4 представлено на рисунке 312.

Дренопромывочная машина ДП-10А промывает дренажи диаметром 100...400 мм и длиной до 150 м. Установленная на раме высоконапорный насос 2 получает от базового трактора и создает давление до 10 МПа. Для промывки дренажных труб давление 5 МПа. Производительность насоса 2,22 л/с. Дренопромывочная машина ДП-10А в процессе работы представлен на рис. 313.

Навесная установка для промывки дренажа УПД-120 (рис. 314) навешивается на колесный трактор. Насос производительностью до 120 л/мин производит забор воды из коллектора и создает давление до 5 МПа. Вода под давлением 1,0...1,5 МПа подается на наконечник



дренопромывочного шланга. Рабочие перемещения реактивного наконечника 0,05...0,5 м/с. Машина может промывать дрены до 300 м.



**Рис. 312. Схема дренопромывочной машины ДП-10А:**

*1 – колесный трактор; 2 – насос высокого давления; 3 – пульт управления; 4 – барабан; 5 – цистерна; 6 – колесная тележка*



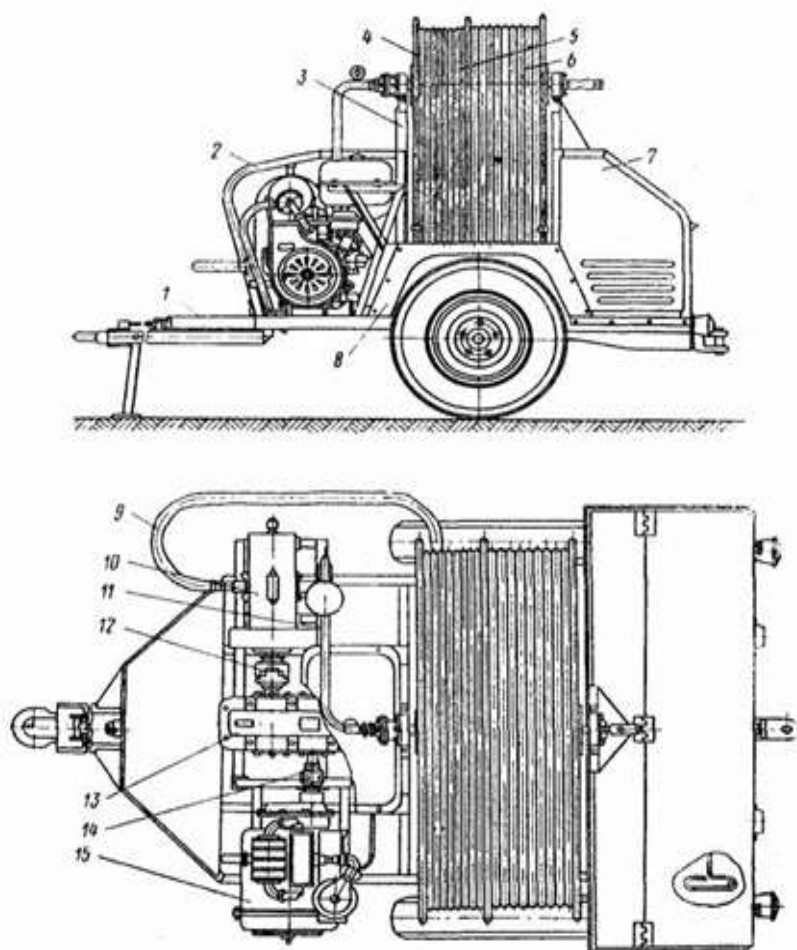
**Рис. 313. Общий вид дренопромывочной машины ДП-10А**



**Рис. 314. Установка для промывки дренажа УПД-120**



Наибольшее распространение получили машины Д-910 и ПДТ-125 производительностью соответственно до 110 и 300 м/ч, предназначенные для промывки заиленных керамических и пластмассовых дрен диаметром до 300 мм. Д-910 – дренопромывочная машина, предназначена для очистки от заиления гончарных дрен способом размыва водой, нагнетаемой через шланг в реактивную головку (рис. 315).



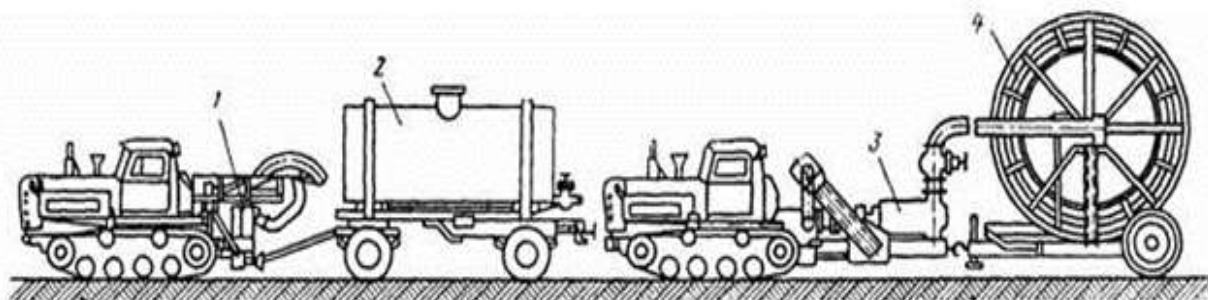
**Рис. 315. Схема промывочного оборудования машины Д-910:**

*1 – прицеп; 2 – капот; 3 – передняя опора; 4 – барабан;  
5,6 – нагнетательные шланги; 7 – задняя опора; 8 – защитные крылья;  
9 – заборный шланг; 10 – насос; 11 – водопровод; 12, 14 – упругие муфты;  
13 – редуктор; 15 – двигатель*

Промывщик дренажных труб ПДТ-125 предназначен для промывки дренажных труб всех видов в горизонтальных закрытых дренах от наносов грунта, поступающего в трубы в процессе эксплуатации дрены (рис.316). Основные узлы: насосная станция на тракторе ДТ-75 с насосом ЗМС-10-34Х184, прицеп с барабаном для рукава, насосная станция на тракторе ДТ-75 с насосом С-245 и две цистерны общей емкостью 8,4 м<sup>3</sup>

Очистку выполняют методом промывки труб водой с одновременной откачкой образовавшейся пульпы. Комплект механизмов ПДТ-125 промывает трубы, частично или полностью заполненные грунтом; при этом

в них допускается наличие корней растительности и других включений, не препятствующих прохождению рабочего органа. Технологический процесс промывки дренажа включает в себя три последовательных этапа работ: подготовительный, промывку дренажа и заключительный. К подготовительным работам относят очистку колодцев, рытье шурфов одноковшовым экскаватором с доработкой их вручную, подготовку подъездных путей к шурфу и местам стоянок дренопромывочной машины, транспортирование ее к месту работы и установку ее в рабочее положение. Промывка дренажа состоит из следующих операций: доставки емкости с водой к насосу; периодического подключения емкостей к насосу; подачи шланга в дренаж; извлечения шланга из дренажа; откачки пульпы из шурфа.



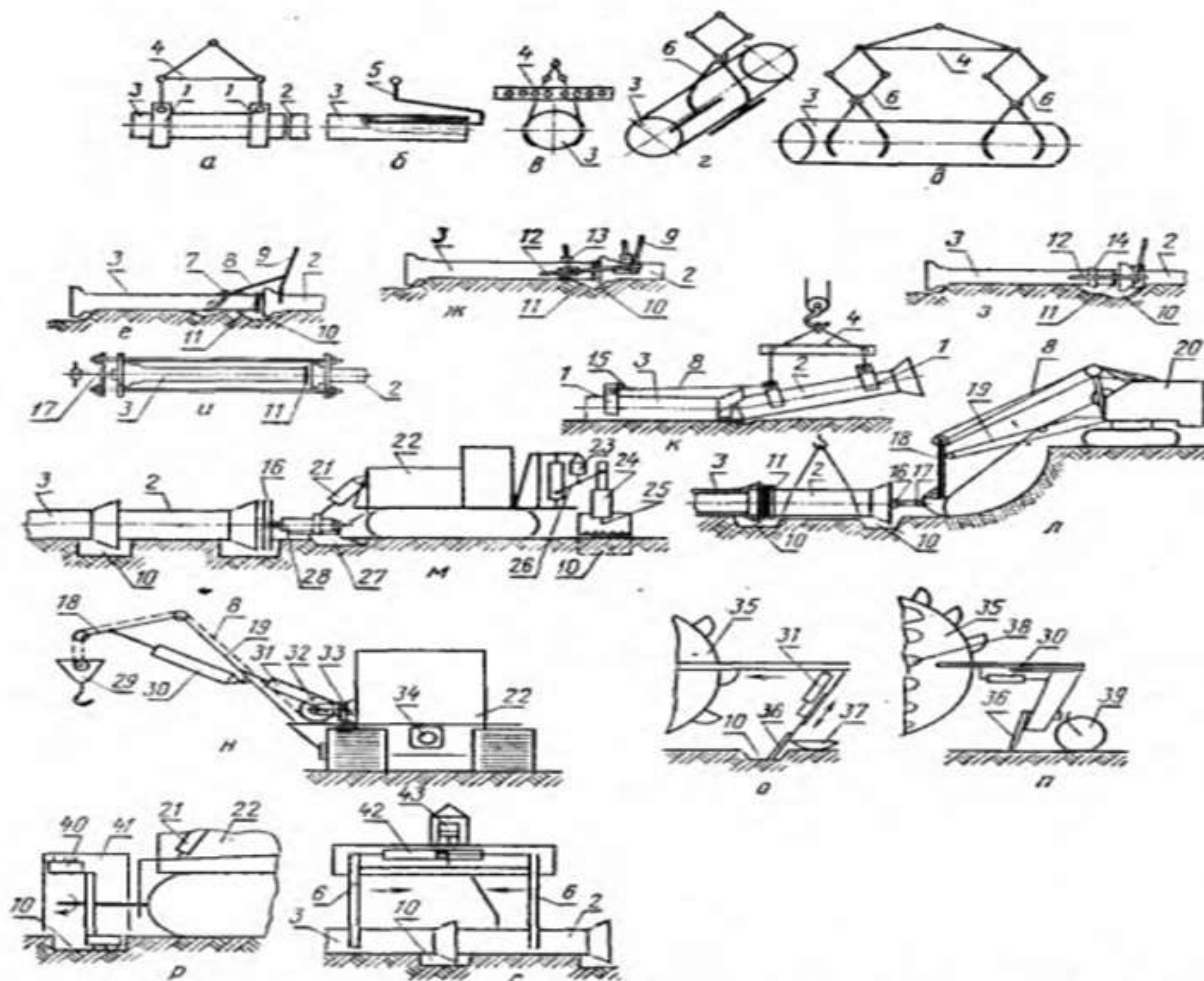
**Рис. 316. Машина для промывки дрен ПДТ-125:**

*1 – насосная станция с насосом С-245; 2 – цистерна на прицепе 2ПТС-4-793; 3 – насосная станция ЗМС-10У34у 184; 4 – тележка с барабаном*

#### **5.4.4. Машины и оборудование для устройства закрытых трубопроводов**

Закрытые напорные трубопроводы широко распространены в мелиорации и используются в закрытых оросительных системах, водоснабжении и др. Закрытые напорные трубопроводы строят на орошаемых и обводняемых землях, а также для насосных станций. Для этого используют трубы разного диаметра и материала: асбестоцементные (100...500 мм), пластмассовые (до 200 мм), чугунные (250...500 мм), стальные (400...1200 мм) и железобетонные (до 1200 мм). Применение закрытых оросительных систем способствует уменьшению на 4...8 % потерь сельскохозяйственной площади, увеличивает длину пробега сельскохозяйственных машин и повышает их производительность, снижает потери оросительной воды на фильтрацию, засоление, способствует борьбе с сорняками, уменьшает затраты на эксплуатацию оросительных систем.

Технологический процесс строительства закрытых оросительных трубопроводов состоит из следующих операций: разбивка и подготовка трассы; копание траншеи; планировка основания под трубопровод; работы подготовительные перед укладкой труб; подача на дно траншеи труб; труб на место в соответствии с проектным положением уложит трубы на место; монтаж труб и заделка стыков. Главными операциями в процессе является – разработка траншеи, монтаж и заделка стыков.



**Рис. 317. Схемы приспособления для образования дна траншей, опускания труб в траншею и их стыковки:**

приспособления для опускания: а) специальные стропы; б) крюк; в, г, д) клещевые захваты; **приспособления для стыковки**; е) рычажно-тросовые; ж, з) рычажно-реечные; w) винтовое; к) с упругой тягой; л) ковшом экскаватора; м) гидроплунжером; н) тракторный гидроканатный трубоукладчик; **приспособления для образования дна**: о) к траншейному экскаватору; п) к шнекороторному каналокопателю; р) фреза для прямков; с) гидроманипулятор для опускания и стыковки труб;

1 – специальные захваты; 2 – поджимаемая к стыку труба; 3 – труба; 4 – траверса; 5 – крюк; 6 – клещевые захваты; 7 – тросовое кольцо; 8 – трос; 9 – рычаг; 10 – прямок; 11 – уплотнительные кольца; 12 – рейка; 13 – захват; 14 – хомут; 15 – упругая тяга; 16 – упорный брус; 17 – винт; 18 – рукоять; 19, 26 – стрела; 20 – одноковшовый экскаватор с обратной лопатой; 21, 23, 24, 28, 30, 31 – гидроцилиндры; 22 – трактор с приспособлениями для устройства трубоного ложа, прямков и стыкования труб; 25 – ковш двухчелюстного грейфера; 27 – плуг-ложекопатель; 28 – обойма с крюком; 32 – лебедка; 33 – гидромотор; 34 – гидронасос; 35 – ротор; 36 – профильный отвал; 37 – лыжа; 38 – шнек; 39 – опорное колесо; 40 – фреза; 41 – кожух; 42, 43 – гидроцилиндры стыковочный и гидрозахватов

Для строительства траншеи применяют многоковшовые траншейные экскаваторы, а также одноковшовые экскаваторы; комбинированный способ – канавокопателем прорывают пионерную траншею, отодвигают вынутый грунт от траншеи бульдозером, а затем дорабатывают траншею до проектных отметок многоковшовым экскаватором. Глубину заложения трубопроводов закрытой оросительной сети обычно назначают в пределах 0,8-1,25 м.

Применяются специальные приспособления к общестроительным и подъемно-транспортным машинам для погрузки, разгрузки, укладки и монтажа труб, для уплотнения стыков труб (рис. 317).

Для укладки труб в траншею, кроме подъемных кранов с траверсами и захватами, используют специальные трубоукладчики на базе гусеничных тракторов (рис. 317к) с гидрооборудованием. Особенностью трубоукладчика является гидроканатный привод, что позволяет опускать трубу в глубокую траншею. Разработка конструкций специальных машин и приспособлений для прокладки траншей, с подготовкой ложа и прямков, укладки и стыковки труб, предварительной засыпки и опрессовки, ведутся по следующим направлениям: создание приспособления к роторным многоковшовым экскаваторам продольного копания (рис. 317о) для получения траншей под трубы диаметром 0,2-0,4 м с лоткообразным дном и образования прямков при помощи выдвижного профильного отвала 36; модернизация шнекороторных канавокопателей для прокладки трапецеидальных траншей под трубы диаметром 0,5-1,2 м с отвалом грунта на одну любую сторону и пассивным передвижным отвалом – ложеобразователем 36 (рис. 317п) на месте зачистного отвала; создание необходимых навесных рабочих органов на базовом тракторе, движущемся по дну отрытой для труб диаметром 0,5- 1,2 м траншеи, фрезы 40 (рис. 317р) с продольной осью вращения и гидроприводом или грейфера 25 с гидравлическим замыканием цилиндрами 24 (рис. 317ж) для отрывки прямков 10 и гидробруса 16 с толкающим гидроцилиндром 28 для стыковки труб; трактор снабжается якорем-упором с гидроуправлением; разработка комплекта сменного оборудования и специальных самозахватывающих траверс к гидравлическим одноковшовым экскаваторам или кранам для транспортировки, укладки труб (рис. 317а-д), а также стыковки труб диаметром 0,2-0,4 м при помощи захвата-манипулятора (рис. 317с), стягиваемого гидроцилиндром 42; конструирование опрессовщиков для гидравлического испытания труб в траншее; опрессовщик монтируется на прицепе (для труб диаметром 0,5- ,2 м) или самоходном шасси (для труб диаметром 0,2-0,4м) и имеет два насоса-для заполнения и опрессовки; заглушки труб прижимаются упором 16 или гидроцилиндрами опрессовщика.

## **5.5. Машины для подготовки полей к поливу**

Одним из приоритетных направлений по повышению эффективности использования орошаемых земель в Республике является осуществление

высококачественной планировки орошаемых площадей. На неспланированном поле в понижениях практически при всех видах полива застаивается вода, возможно вымокание растений, развитие неблагоприятных для растений и почв анаэробных условий. Одновременно на повышениях происходит недополив сельскохозяйственных культур и снижение их урожая.

### 5.5.1. Машины для планировки

По типу рабочих органов планировщики делятся на ковшовые и отвальные.

Широкое применение в мелиоративном строительстве нашли применение ковшовые планировщики П-2,8, П-4, ДЗ-603А.



**Рис. 318. Планировщик полей прицепной (П-2,8)**

Длиннобазовые планировщики предназначены для горизонтальной планировки сельскохозяйственных земель, в том числе и рисовых чеков, а также разравнивания грунта после проведения капитальных планировочных работ скреперами и бульдозерами. С помощью планировщиков устраняют неровности, создавая тем самым благоприятные условия для равномерного увлажнения почвы.

Длиннобазовый ковшовый планировщик П-2.8 предназначен для предпосевной и текущей планировки земель, предварительно очищенных от каменистых включений и древесных остатков. Планировка ведётся по предварительно вспаханному полю. Планировщик агрегируется с тракторами тягового класса 30-40 кН.

Планировщик длиннобазовый ПД-4,5 (рис. 319) предназначены для горизонтальной планировки сельскохозяйственных земель, в том числе и рисовых чеков, а так же разравнивания грунта после проведения капитальных планировочных работ скреперами и бульдозерами. С помощью планировщиков устраняются неровности, создавая тем самым благоприятные условия для равномерного увлажнения почвы.

Отличительным преимуществом короткобазового планировщика ПК-4,5 в том что обладает хорошей маневренностью благодаря уменьшенного

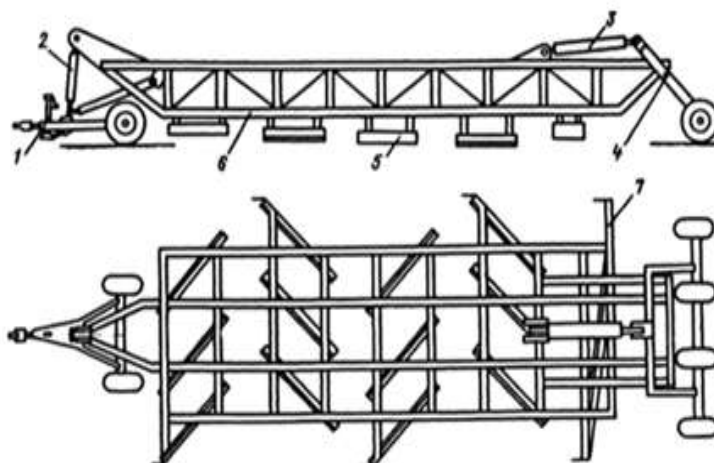


радиуса поворота, позволяющая машине, увеличить площади планировки за счет захвата углов участка.



**Рис. 319. Планировщик ПД-4,5**

Выравниватели ВПН-5,6А, ВП-8А, МВ-6,0А (маловыравниватель), а также планировщики-выравниватели ПВМ-5 применяются для предпосевного выравнивания полей на орошаемых землях. Эти машины при работе послойно срезаются почву тонкими стружками на повышениях, перемещают с одновременным измельчением по косо установленным отвалам и послойно отсыпается в понижениях.



**Рис. 320. Планировщик-выравниватель ПВМ-5,0:**

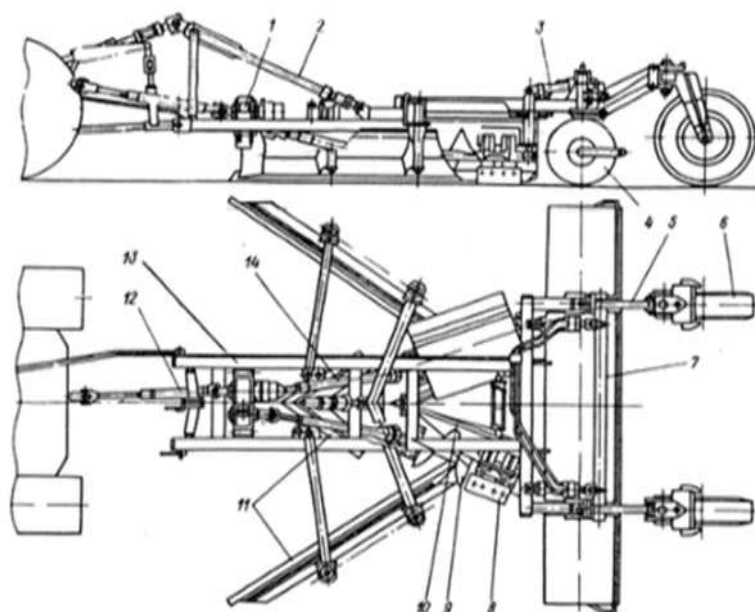
*1 – передок; 2, 3 – гидроцилиндры; 4 – задняя рама; 5 – грейдерные отвалы;  
6 – рама; 7 – зачистной отвал*

Планировщик-выравниватель ПВМ-5У0 (рис. 320) состоит из рамы 6, передка 1 с ходовыми колесами и задней опорной рамы 4 с ходовыми колесами. К раме выравнивателя прикреплен рабочий орган, оборудованный четырьмя горизонтальными секциями, каждая из которых включает три отвала 5 грейдерного типа с углом захвата  $45^\circ$ . Отвалы каждой последующей секции повернуты к отвалам предыдущей секции на  $90^\circ$ . На нижней кромке

отвалов установлены горизонтальные острозаточенные лезвия из износостойкой стали. За секциями с отвалами установлен один зачистной отвал 7 с углом захвата  $80^\circ$ .

Рабочий орган планировщика послойно срезает грунт на повышениях, перемещает его к месту отсыпки при одновременном движении грунта вдоль отвалов. Выравнивание площадей осуществляется сплошной обработкой участка в 2-4 следа.

Комбинированный выравниватель ВП-3,6 (рис.321.) предназначен для предпосевного выравнивания осушенных минеральных и торфяных почв, заравнивания свальных гребней и развальных борозд, а также заравнивания грунта после строительной планировки вновь осваиваемых земель.



**Рис. 321. Комбинированный выравниватель ВП-3,6:**

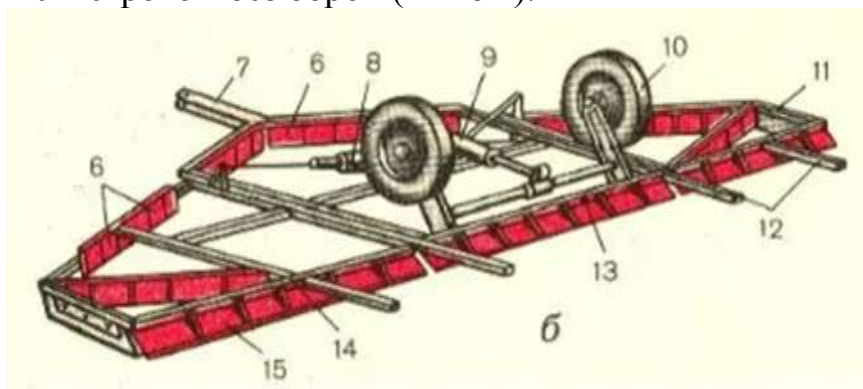
*1 – редуктор; 2 – телескопическая стойка; 3 – гидроцилиндр; 4 – каток; 5 – рычаг; 6 – транспортное колесо; 7 – вал; 8 – метатель; 9 – шнек; 10 – делитель; 11 – рабочий орган; 12, 14 – карданные валы; 13 – рама*

Комбинированный полунавесной выравниватель почвы состоит из планирующих рабочих органов, метателей грунта и катка, расположенных на общей раме 13. Впереди установлены планирующие рабочие органы 11, расположенные в плане W-образно относительно оси машины, за ними – два метателя 8, установленных у оснований внешних планирующих органов под углом к направлению движения, что обеспечивает разброс всего объема призмы валка грунта, образуемого планирующими рабочими органами. Перед каждым метателем на одной оси с ним закреплены шнеки 9, которые позволяют равномерно распределять грунт по длине лопаток метателей и предотвращают отбивание камней торцами лопаток, тем самым облегчая работу выравнивателя на участках, засоренных каменистыми включениями.

Между шнеками и метателями установлен клинообразный делитель 10 потока почвы. Для предотвращения попадания камней и древесных включений между лопатками метателей и стенками делителя последние прикреплены к носку при помощи вертикальных шарниров, а между собой

связаны пружинным элементом. Стенки делителя имеют возможность поворачиваться вокруг вертикальной оси, что позволяет автоматически обеспечивать необходимый зазор для свободного перемещения камней лопастями метателей. В задней части рамы расположены катки 4. Привод шнеков с метателями осуществляется от ВОМ трактора через редуктор 1 и карданные передачи 12,14.

Выравниватель ВП-8 (рис. 322) при полной ширине захвата агрегируют с тракторами Т-150, Т-4, предназначен для выравнивания микрорельефа поля перед посевом или нарезкой почвенных валиков для проведения промывных или запасных поливов. При навеске зубовых борон тяжелого типа БЗТС-1,0 можно одновременно проводить боронование почвы. Поставляется в двух вариантах комплектации: с рамкой борон-ВП-8А-1 и без рамки-ВП-8А1 При агрегатировании с трактором тягового класса 4 может работать в 8-метровом варианте с полным комплектом борон (ВП-8А-1) или в 10-метровом без борон (ВП-8А).



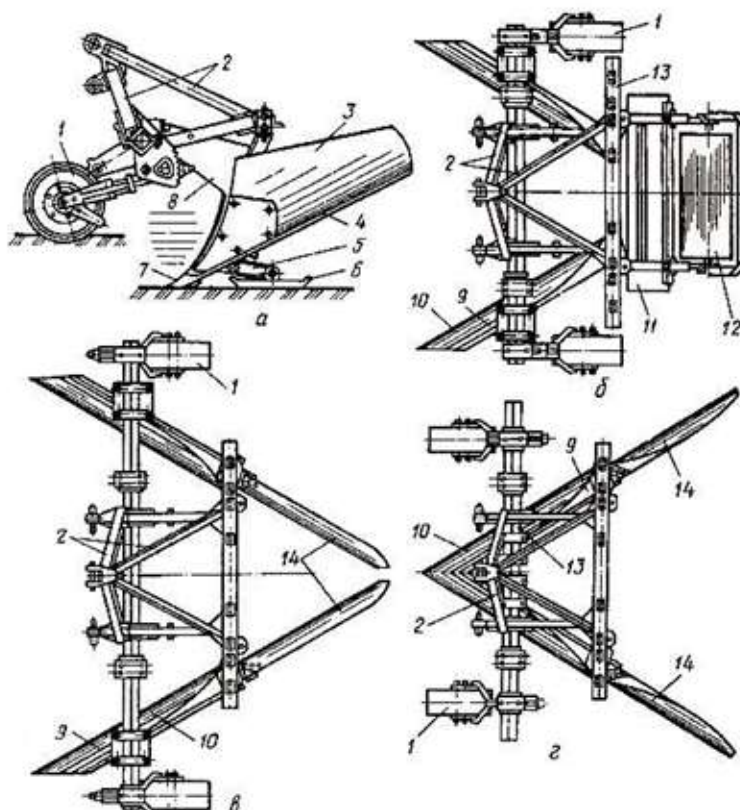
**Рис. 322. Выравниватель предпосевной ВП-8А**

Состоит из складной рамы, на которой закреплены рабочие органы двух типов. При движении по полю рабочие органы перемещают в продольном и поперечном направлениях верхний слой почвы, заполняя понижения микрорельефа поля и разминая почвенные комки. При работе с боронами, навешенными в один ряд на раму борон, производится рыхление выглаженной поверхности поля. Для эффективной работы выравнивателя влажность почвы в слое до 5 см должна быть не более 15 %.

В работах по подготовке поля к орошению важное место занимают машины для устройства регулирующей сети, которые предназначены для нарезки борозд и образования валиков (пал). Наиболее эффективны универсальные машины которые одновременно служат для нарезки и выравнивания регулирующей сети. К числу таких относится каналокопатель-выравниватель универсальный (КЗУ), с универсальной рамой и сменными рабочими органами такими как: каналокопатель и выравниватель каналов; палоделатель и выравниватель пал; чизель-культиватор; планировщик-выравниватель.

Канавокопатель-выравниватель универсальный КЗУ-0,3В (рис. 323) предназначен: для нарезки и выравнивания временных оросителей и выводных борозд; палоделатель и выравниватель пал. Канавокопатель КЗУ-

0,3В является навесным орудием и агрегируется с тракторами марки «Беларусь».



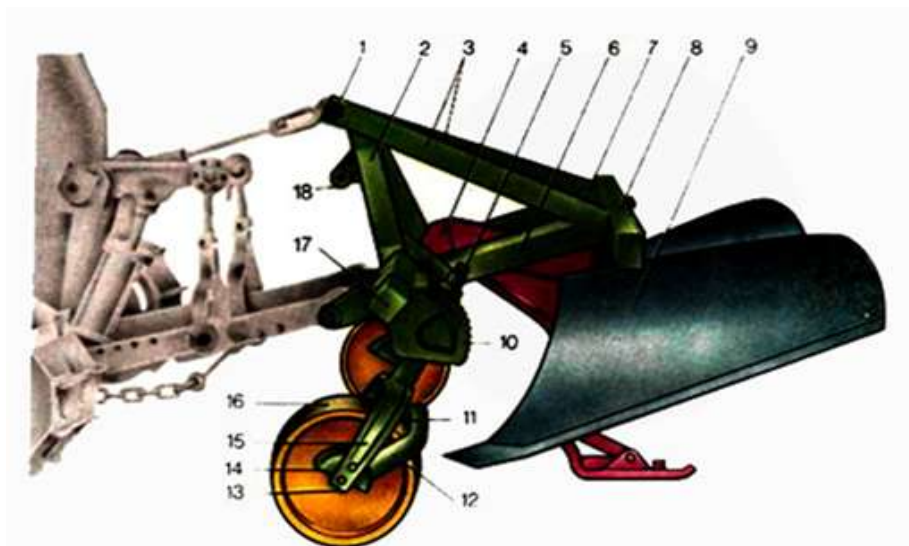
**Рис. 323. Универсальный каналокопатель-заравнитель КЗУ-0,3:**

*а) нарезка каналов; б) заравнивание каналов; в) поделка пал; г) разравнивание пал; 1 – опорное колесо; 2 – рама; 3, 13 – отвалы; 4, 12 – ножи; 5 – держатель; 6 – пятка; 7 – лемех; 8 – стойка; 9 – поперечная балка; 10 – каток; 11 – заравнитель; 14 – удлинитель отвала*

Для нарезки временных оросителей на раму 2 (рис. 323а) устанавливают отвалы 3 каналокопателя. При нарезки оросителя лемех 7 и ножи 4 разделяют пласт на две части. Отвалы 3 транспортируют грунт на обе стороны оросителя, одновременно дно уплотняется пятой 6. Сменные лемех и ножи позволяют нарезать временные оросители глубиной 20 и 30 см и шириной по дну 30 и 50 см.

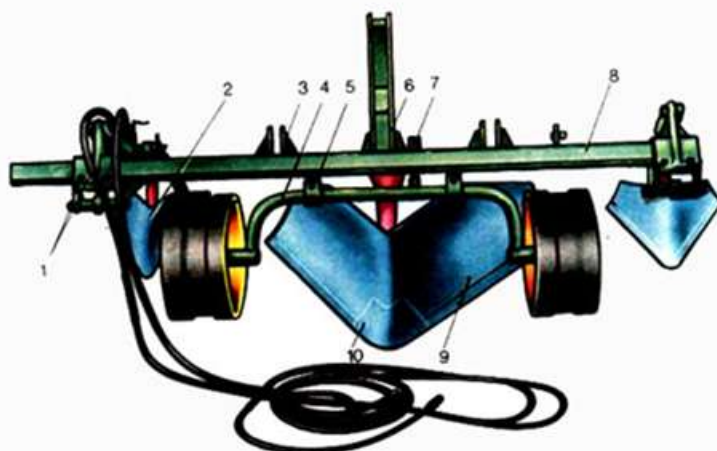
Для заравнивания временных оросителей на раму 2 устанавливают отвалы 9 (рис. 323б), а также разравнивающую доску 11 и каток 12 (рис. 323б). При движении машины грунт с дамбы срезаются ножами отвалов и транспортируются по отвалам в ороситель. Грунт в оросителе разравнивается доской и уплотняется катком. Для разработки валиков к отвалом 9 (рис.323, в) закрепляют удлинители 14. Отвалами грунт срезается в процессе движения машины и направляются к середине, образуется валик высотой до 40 см, шириной поверху 10 см. Для разравнивания валиков необходимо поменять левый и правый отвалы местами (рис. 323г).





**Рис. 324. Канавокопатель-заравниватель универсальный КЗУ-О.ЗВ:**  
 1 – штырь, 2 – стойка, 3 – раскос, 4 – плита, 5 – стопор, 6, 7 – продольные балки, 8 – поперечная балка, 9 – съемные накладки, 10 – пилот сектор, 11 – чистик, 12, 18 – кронштейны, 13 – ось, 14 – полусектор, 15 – вилка, 16 – катки боковые опорные, 17 – удлинитель

Канавокопатель-бороздорез КБН-0,3 5 (рис. 325) предназначен для механизированной нарезки внутри картовых оросителей и вспомогательных борозд для проведения вегетационных поливов.



**Рис. 325. Канавокопатель-бороздодел КБН-0,35:**  
 1 – поперечный брус, 8, 6, 4, 2 – кронштейны, 5 – ось, 7 – нож, 3 – стойка, 9 – лемех, 10 – отвал

Канавокопатель КБН-0,35 является навесным орудием и состоит из рамы, канавокопателя, двух бороздоделов, укрепленных на грядилях и расположенных по обе стороны канавокопателя, и колесного хода. Основные части рамы – поперечный брус квадратного сечения, стойка 3 и кронштейны 8, 6, 4, 2. Стойкой 6 и кронштейнами 7 орудие присоединяют к навесной системе трактора. Канавокопатель состоит из отвалов, имеющих цилиндрическую рабочую поверхность. К отвалам крепят лемех 9 и ножи 7. Чтобы придать отвалам жесткость, между ними установлены распорки.



Величина заглубления рабочих органов осуществляется растяжкой, связывающей раму орудия с осью колес. Бороздорез используют для нарезки вспомогательной борозды. Он представляет собой вертикальную стойку, к которой приваривают отвалы. Бороздорез переводят из рабочего положения в транспортное с помощью грядиля, шарнирно соединенного с поперечным брусом рамы кронштейном 2. Передвигая кронштейн 2 по брусу 8, можно установить нужное расстояние между основной центральной и вспомогательными бороздами.

### **5.5.2. Лазерная планировка полей**

**Лазерная планировка земель** – лишь одно из множества видов сельскохозяйственной деятельности, способствующих устойчивому развитию сельского хозяйства. Лазерная планировка грунта – операция по подготовке почвы перед посевом – дает огромные выгоды, такие как повышение урожайности, экономия воды и сокращение выбросов парниковых газов. Лазерный нивелир – машина, оснащенная ковшом с лазерным управлением, эффективно и быстро обеспечивает ровную поверхность. Ровная земля означает, что вода для орошения достигает каждой части поля с минимальными отходами от стока или заболачивания, лазерная планировка земель по сути является водосберегающей технологией, поскольку она оптимально использует дефицитные грунтовые воды, обеспечивая равномерное покрытие. По сравнению с традиционно выровненной землей, выровненная лазером поле сводит к минимуму сток и заболачивание. Благодаря использованию лазерных систем достигается высокая точность работы и возможность, как простого горизонтального выравнивания, так и создания уклонов с заданным градусом.

Короткобазовые планировщики с бездонным ковшом ПАУ4,2Р, ПАУ-2РЦ, ПАУ-3,6Р (разработчик ИЦ «Луч»РОССИЯ) осуществляют планировку путем срезки грунта с повышений и отсыпки грунта, образующегося в призме волочения, в понижения. Рабочий орган планировщика ПАУ-4,2Р (рис. 326.) выполнен в виде бездонного ковша и рыхлителя. На рыхлителе и отвале ковша установлены сменные ножи. Тяговая рама состоит из продольной и поперечной балок коробчатого сечения. Заглубление ковша осуществляется в процессе движения под собственным весом машины при подъеме колес гидроцилиндром, а выглубление ковша за счет опускания колес.

Короткобазовый скрепер-планировщик СП - 4,2 (разработчик ИЦ «Луч») состоит из тяговой рамы 2, скреперного ковша 3 с удлиненными боковыми стенками, подвижного отвала 6 с толкателем, перемещаемых на роликах при помощи гидроцилиндров 7, и заднего моста на опорных колесах 4. Гидроцилиндры 5 моста регулируют глубину копания и транспортное положение ковша. В отличие от скреперов скрепер-планировщик СП-4,2 не имеет передней заслонки. Ширина захвата скрепера-планировщика увеличена в 1,6-1,8 раза, а режущая кромка выполнена без уступов сплошной на всю ширину захвата.

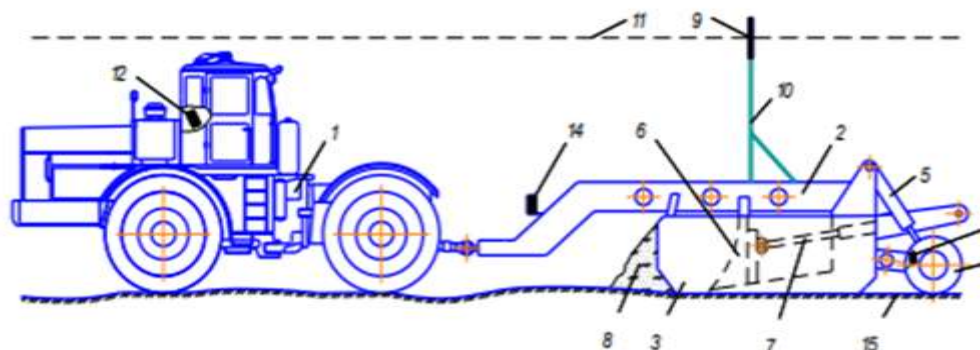


**Рис. 326. Короткобазовый планировщик ПАУ-4,2 с лазерным управлением**



**Рис. 327. Короткобазовый скрепер-планировщик СП-4,2 с лазерным управлением**

Схема установки лазерной системы землеройнопланировочной машины (скрепер-планировщик) изображена на рисунке 328. Лазерная система включает передатчик, формирующий лазерный луч 11, приемник 9, пульт управления 12, гидроблок 14 и исполнительный механизм высотного перемещения рабочего органа 3, состоящий из гидроцилиндра 5 и опорных колес 4.



**Рис. 328. Схема скрепера-планировщика с лазерной системой**

Принцип действия лазерной системы управления заключается в следующем. Когда центр приемника 9 расположен на лазерной плоскости 11

режущая кромка ковша машины 3 находится на проектной отметке 15 при неподвижном положении штока гидроцилиндра 5. В случаях смещения центра приемника 9 вверх или вниз относительно лазерного луча 11 приемник вырабатывает электрический сигнал управления, последовательно передающийся сначала на пульт управления 12, затем на гидроблок 14 и далее на гидроцилиндр 5. Последний перемещает ковш 3 вместе с приемником 9 вниз или вверх (в сторону устранения возникшего смещения) до момента возвращения центра приемника снова на лазерный луч 11 и режущей кромки ковша на проектную отметку 15. При этом гидроцилиндр вновь устанавливается в запертом положении.



**Рис. 329. Процесс лазерной планировки полей в Узбекистане**

За счет выравнивания поверхности без углублений и возвышений расход поливной воды снижается на 20–25%. Равномерное увлажнение приводит к равномерным всходам культур, что повышает урожайность на 5–10 %.

**Планировщики Rossetto.** Этот итальянский производитель имеет широкую линейку планировщиков и скреперов для тракторов любой мощности. Однако эффективной и одновременно удобной есть машины серии LGL (рис. 330). Большой просвет между ножом и рамой делает возможным перемещение большой массы грунта, к тому же нагрузка на трактор не слишком большая. Планировщики оснащены лазерными системами нивелирования и дают возможность получить абсолютно ровную поверхность почвы. Машины также оснащают специально разработанным гидравлическим устройством, с помощью которого их можно достаточно точно использовать без лазерных систем. Специальные механические или гидравлические приводы позволяют изменять горизонтальный и вертикальный углы наклона ножа. Кроме того, боковые части ножа могут быть составлены для уменьшения габаритов машины во время транспортировки, а также для использования только центральной его части в выравнивании узких мест и углов поля. Колесные тележки имеют гидравлический привод для выдвигания в случае перевода машины из транспортного в рабочее положение. В зависимости от модели ширина захвата изменяется от 4,5 до 5,5 м, соответственно изменяется и требуемая мощность трактора – от 160 л. с. и выше.



**Рис. 330. Итальянские планировщики грунта с лазерным управлением**

### **Контрольные вопросы и задания**

1. В каких целях используются дренажные машины?
2. Назовите основные рабочие органы дренажных машин.
3. Перечислите основные требования, предъявляемые к дренажным машинам.
4. Достоинства закрытых трубопроводов по сравнению с открытыми каналами.
5. В чем заключается назначение машин для подготовки земель к поливу?
6. Опишите устройство и принцип работы ковшового длиннобазового планировщика;
7. Опишите устройство и принцип работы широкозахватного планировщика.

### **5.6. Машины и оборудования для орошения сельскохозяйственных культур**

**Орошение (ирригация)** – искусственное увлажнение почвы для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Способ поливов – это комплекс мероприятий на поле для подачи и распределения воды, увлажнения почвы.

Различают четыре способа полива: *поверхностное, дождевание, капельное и подпочвенное.*

при поверхностном поливе к технике орошения относят: каналы, оросители, распределительные и поливные трубопроводы, валики, борозды, полосы, чеки и сооружения, необходимые для подачи, учета и сброса воды;

при дождевании – оросительную сеть на полях, дождевальные машины, установки, аппараты и другое оборудование для полива;

при подпочвенном орошении-трубы или оросители на полях, различные увлажнители в почве, регулирующие устройства для подачи воды в увлажнители и сброса ее из них и др.;

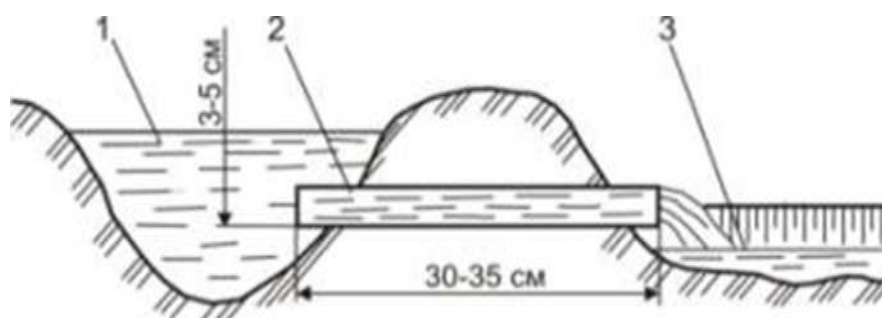
при капельном орошении – различное оборудование для осуществления полива.

### 5.6.1. Машины и оборудования для поверхностного полива

Поверхностный полив по характеру увлажнения почвы и условиям механизации проводится напуском по полосам, площадкам или чекам с затоплением всей поверхности участка (травы, зерновые) или с подачей воды по бороздам (пропашные культуры)

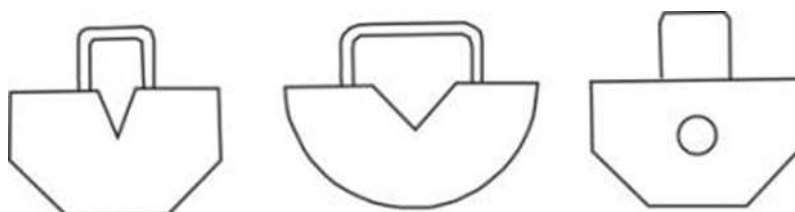
Для повышения производительности труда поливальщика и улучшения условий и качества полива применяются различные приемы, приспособления и машины. Наиболее распространены простейшие средства механизации (поливные трубки, сифоны), гибкие и жесткие поливные трубопроводы и поливные машины.

При поливе по бороздам применяют *поливные трубки* из полимерных материалов длиной 30-35 см. Поливные трубки изготавливаются (рис. 331) из пластмассы, листового железа, камыша, бамбука и т.п. Перед поливом их укладывают в валик поливной борозды или временного оросителя. Один поливальщик может обслуживать до 100 поливных борозд и управлять поливным током до 100 л, что повышает производительность в 1,5...2 раза.



**Рис. 331. Схема применение поливных трубок при поливе по бороздам:**  
1 – временный ороситель; 2 – поливная трубка; 3 – поливная борозда

*Поливные щитки* (рис. 332) изготавливаются из листового железа с вырезом для выпуска воды и устанавливаются перед поливной бороздой с расположением водовыпускного отверстия на определенной высоте, чтобы напор над отверстием щитков был одинаков.

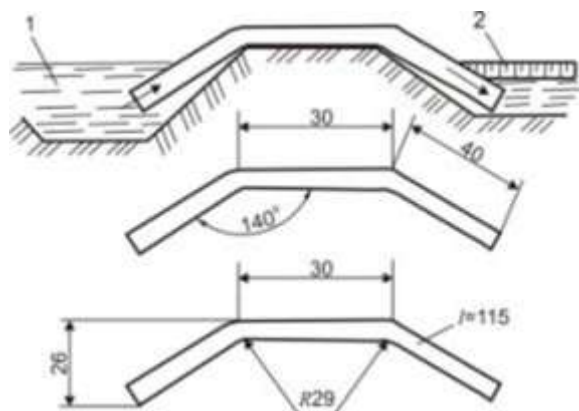


**Рис. 332. Поливные щитки с круглыми, треугольными, отверстиями**

Для подачи воды в борозды и полосы из каналов применяются также *сифоны* – изогнутые трубки, изготавливаемые из полиэтилена, резины, металла и т.п. *Поливные сифоны* (рис. 333 и 334) целесообразно применять



для подачи воды в борозды или полосы длиной не менее 150...200 м, поскольку частая перестановка сифонов или трубок связана с большими трудозатратами. Обычно поливальщик обслуживает до 100 поливных сифонов и управляет расходом до 100 л.



**Рис. 333. Сифон разряжающийся пластмассовый**



**Рис. 334. Забор воды из лотковых сетей с помощью групповых сифонов**

Более совершенный способ распределения воды по бороздам – с помощью передвижных поливных трубопроводов. Применяются жесткие, полужесткие и гибкие (шланги) трубопроводы. По принципу распределения воды по водовыпускным отверстиям различают трубопроводы с индивидуально регулируемыми и нерегулируемыми водовыпусками, т.е. не имеющие регулирующих приспособлений на водовыпускных отверстиях. Жесткие поливные трубопроводы изготавливают из листовой стали, алюминия и его сплавов, пластмасс и других материалов. Такой трубопровод собирается из отдельных звеньев труб длиной, как правило 5 м, диаметром 110...300 мм. Звенья соединяются посредством разъемных муфт различной конструкции.

Гибкие поливные трубопроводы, или шланги, имеют ряд преимуществ в сравнении с жесткими благодаря возможности их компактной сборки и удобству транспортировки.

Наибольшее распространение получают капроновые шланги из так называемой мелиоративной ткани (капроновый корд с двусторонним покрытием полиизобутиленом и наружным светоотражающим слоем). Капроновые шланги бывают двух типов: поливные и транспортирующие. Транспортирующие изготавливаются без отверстий, поливные шланги имеют регулируемые водовыпуски через 60 и 90 см друг от друга (рис. 335).

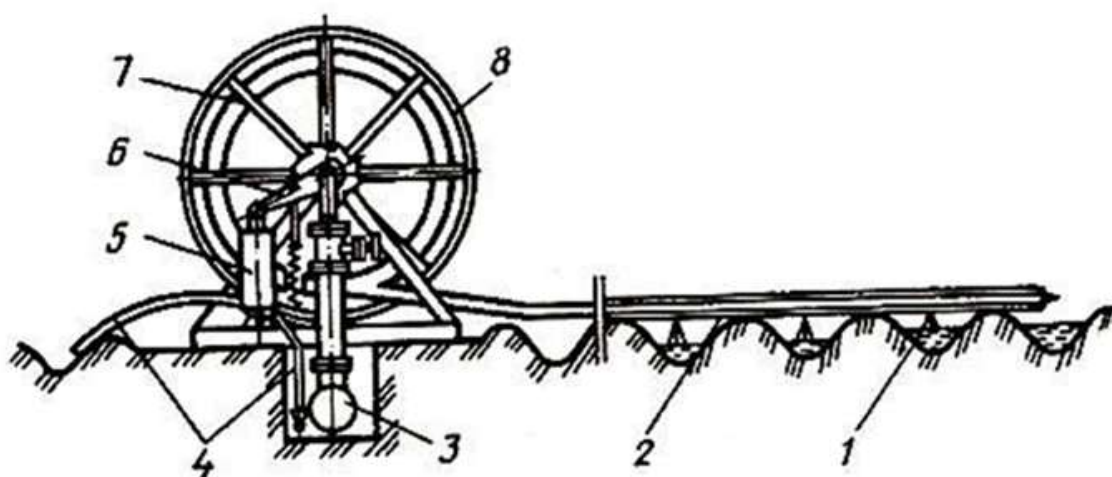
С помощью гидрантов гибкие шланги подключают к лотковым или низконапорным трубчатым системам. Для механизации сборки применяются намоточные устройства для шлангов, навешиваемые на колесные тракторы и представляющие собой барабан-катушку с гидроприводом.

Сезонно-стационарный комплект автоматических шланговых устройств (АШУ) (рис. 336) применяется для пропашных культур всех видов

по бороздам, производит дискретную подачу воды от гидрантов оросительных сетей закрытого типа, которые находятся параллельно бороздам для полива.



**Рис. 335. Полив из гибких шлангов**



**Рис. 336. Схема шлангового устройства АШУ:**

*1 – водовыпуски, 2 – гаситель поливных струй, 3 – генератор импульсов, 4 – поливные шланги, 5 – гидроцилиндр, 6 – рычажно-храповое устройство, 7 – катушка, 8 – поливной шланг*

В состав комплекта входят 16-24 устройства оборудованные наматываемыми шлангами длина 100-200м. На конце поливного шланга имеются регулируемые водовыпуски 1 расположенные на расстоянии аналогичном ширине междурядий (0,6,0,7,0), а также кожух-гаситель 2 поливных струй. До начала работы производят раскладку шлангов поперек поливных борозд. Осуществление полива происходит в автоматическом режиме.

## 5.6.2. Дождевальные системы, машины и установки

**Дождевание** – способ полива, при котором оросительная вода выбрасывается дождевальным аппаратом в воздух, дробится на капли и падает на растения и почву в виде дождя. Орошение сельскохозяйственных культур способом дождевания проводят различными дождевальными установками, агрегатами и машинами.

К техники для полива дождеванием относятся: стационарные дождевательные системы и установки; дальнеструйные дождевательные агрегаты; дождевательные агрегаты консольного типа; широкозахватные многоопорные дождевательные машины кругового действия; широкозахватные многоопорные дождевательные машины с фронтальным передвижением.

**Дождевальная машина** – устройство, снабженное ходовой частью и дождевальными аппаратами, и перемещается за счет механической, электрической энергии или энергии воды в напорных трубопроводах.

Дождевательный агрегат – трактор, с навесным дождевальным оборудованием работающий в движении.

### 5.6.2.1. Дождевательные насадки и аппараты

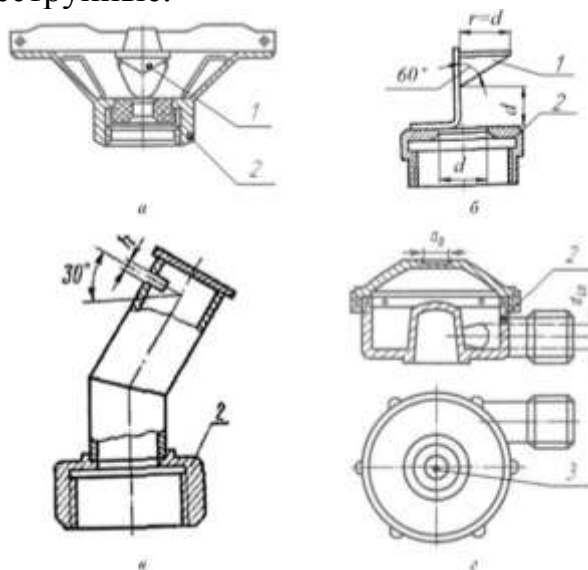
Основным рабочим органом, преобразующим водяной поток в дождевые капли, являются различного типа дождевательные насадки напором 0,05-0,25 МПа и аппараты 0,2-0,8 МПа.

Дождевательные насадки и аппараты преобразовывают струи воды в капли и распределяют их по поверхности поля. Устройство для образования искусственного дождя, не имеющее подвижных частей, называется насадкой. Устройство для образования искусственного дождя, и имеющее подвижные части, называется аппаратами. Они разделяются на короткоструйные, среднеструйные и дальнеструйные. Дождевательные насадки – короткоструйный рабочий орган и их различают дефлекторные, половинчатые, щелевые и центробежные (рис. 337).

Дефлекторные насадки (рис. 337а) относятся к короткоструйным дождевальным насадкам и работают при сравнительно низком давлении воды (0,05-0,25 МПа). В них компактная струя воды, вытекая из отверстия с определенной скоростью, ударяясь о дефлектор, или обтекая его, образует тонкую водяную пленку, которая в воздухе распадается на отдельные капли.

При выращивании культур в защищенном грунте широкое применение находят центробежные насадки (рис. 337г). В этих насадках жидкость перед выходным отверстием сопла приобретает интенсивное вращение в камере закручивания, куда она поступает через тангенциальные каналы. В результате наличия тангенциальной составляющей скорости при истечении из сопла жидкость отбрасывается на периферию выходного отверстия. При выходе из сопла жидкость образует тонкую пленку, подобную пленке, стекающей с конического дефлектора. При дальнейшем движении эта пленка теряет устойчивость и распадается, образуя искусственный дождь.

Дождевальные аппараты классифицируются по рабочим параметрам на средне- и дальнеструйные.

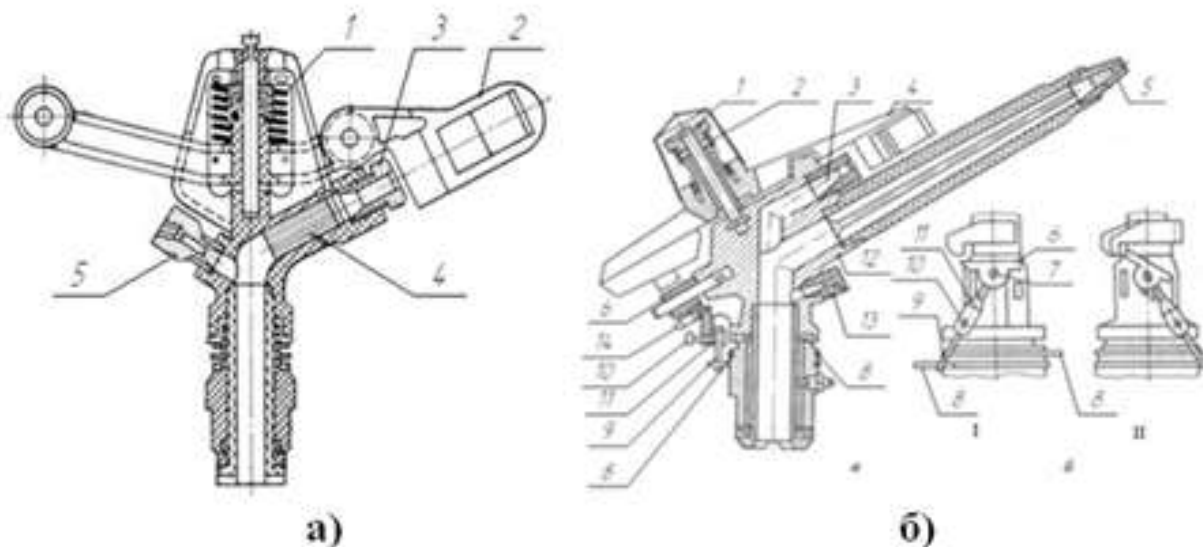


**Рис. 337. Схема дождевальных насадок:**

а) дефлекторная; б) половинчатая; в) щелевая; г) центробежная;  
1 – дефлектор; 2 – корпус; 3 – центральное отверстие

К среднеструйным относятся аппараты с радиусом захвата до 30...35 м, работающие при давлении от 0,15 до 0,4 МПа. К дальнеструйным относят аппараты с радиусом захвата 50 м и более, работающие при давлении свыше 0,4 МПа.

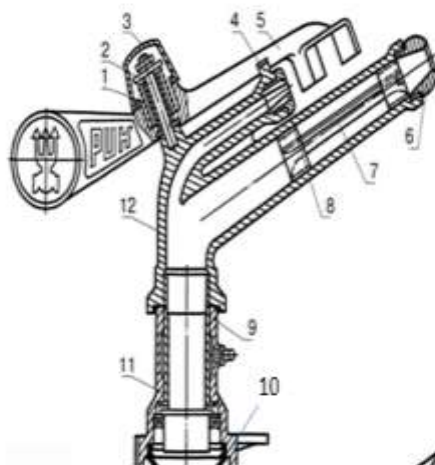
Среднеструйный дождевальнй аппарат (рис. 338а), устанавливаемый на дождевальные машины, основными элементами которого является: корпус, предназначенный для соединения аппарата с водопроводящим стояком и крепления вращающегося ствола; ствол аппарата 2; сопло 3, закрепленное на конце ствола и служащее для формирования струи; выпрямитель 4, или успокоитель служащий для выравнивания потока.



**Рис. 338. Дождевальные аппараты:**

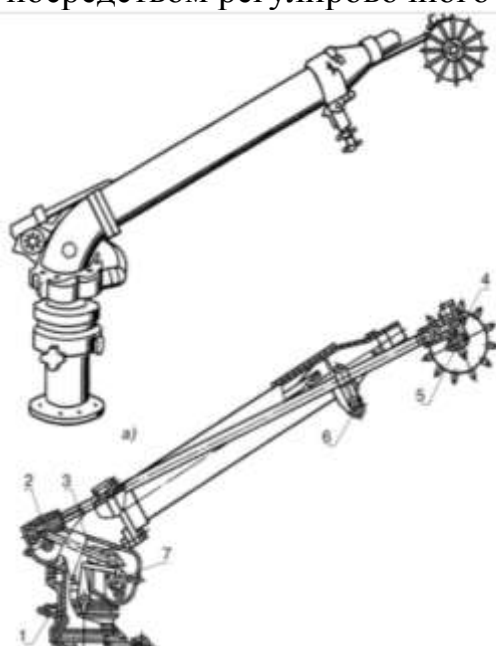
а) среднеструйный: 1 – возвратная пружина; 2 – ствол; 3 – сопло; 4 – выпрямитель; 5 – дополнительное сопло; б) дальнеструйный

На рис.339 изображен среднеструйный аппарат, который состоит из стакана 11, расположенного в корпусе 9. Стакан 11 переходит в ствол 12, оканчивающийся сменными соплами – большим 6 и малым 8, и имеющий ударный прилив 4. В стволе 12 расположен успокоитель 7.



**Рис. 339. Среднеструйный дождевальный аппарат коромыслового типа – с коромыслом, качающимся в горизонтальной плоскости.**

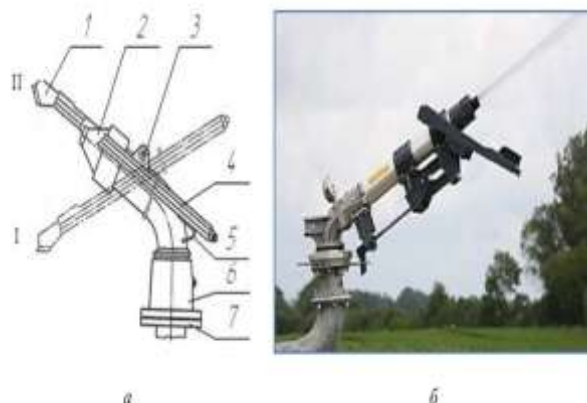
На рис. 340 представлен дальнеструйный аппарат, принцип работы его следующий. В струю вводится лопастная активная турбинка 4, посаженная консольно на трансмиссионный валик. Струя приводит во вращение турбинку 4 с достаточно большой частотой вращения — 1000... 1500 мин-1. Ее вращение через две червячные передачи 2 и 5 и шатун передается на храповой механизм поворота ствола 7 с реверсивным устройством 3, обеспечивающим работу аппарата по сектору, ограниченному упорами 1. Кулисно-храповой механизм закреплен на подвижном стволе 7 так, что храповик отталкивается от зубьев храпового колеса, неподвижно закрепленного на корпусе аппарата. Положение турбинки 4 может меняться относительно струи посредством регулировочного упора 6.



**Рис. 340. Дальнеструйный дождевальный аппарат с приводом от турбины: а – общий вид; б – схема**



Дальнеструйный дождевальный аппарат с качающимся коромыслом (рис.341.), применяется на стационарных системах.



**Рис. 341. Общий вид дальнеструйного аппарата с качающимся коромыслом**

### 5.6.2.2. Дальнеструйные машины

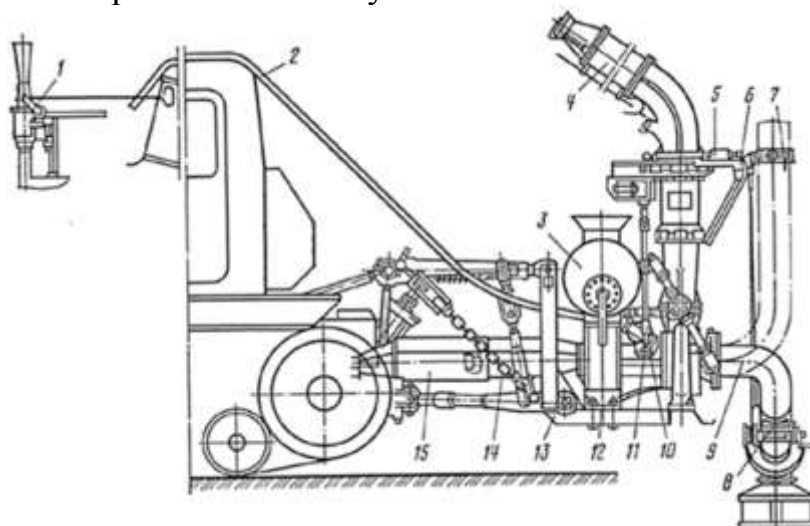
Дальнеструйная навесная (агрегатируемая с трактором) дождевальная насадка (машина) позиционного действия с поливом по кругу или сектору предназначена и используется для орошения (полива) различных сельскохозяйственных угодий (садов, питомников, плантаций, сенокосов, пастбищ и пропашных преимущественно высокостебельных культур) посредством водяной(ых) струи(й), выбрасываемой(ых) под напором (давлением) в приземное воздушное пространство сельхозугодья.

Дальнеструйные дождевальные машины семейства ДДН с навесным и агрегатируемым с трактором дождевальным оборудованием включает, навешиваемую на трактор, раму с размещёнными на ней: насосом (насосом-редуктором) с приводом от тракторного двигателя; водозаборным устройством для забора воды из открытого или закрытого оросителя, дождевальной двухсопловой дальнеструйной насадкой с механизмом её вращения (поворота), всасывающего трубопровода и водомерного устройства, баком подкормщиком (используемым и для заливки насоса) и других элементов. Конструкция позволяет осуществлять: позиционный полив, перемещение машины с одной поливной позиции на другую, вести полив по кругу или сектору с забором поливной воды из открытых и (или) закрытых оросителей.

Промышленностью выпускаются две машины этого типа – дальнеструйные дождевальные машины ДДН-70, агрегатируемая с тракторами ДТ-75, ДДН-100, агрегатируемая с тракторами Т-150. Они предназначены для орошения овощных и технических культур, садов, лесопитомников и т.п. с забором воды из открытого водоисточника.

Дальнеструйная дождевальная агрегат ДДН-70 (рис.342.) состоит из рамы 13, насоса 12, дальнеструйный аппарат 4, редуктора 10, шарнирного валика 11, трубопровода всасывающего 9, лебедки 8, карданного вала 15,

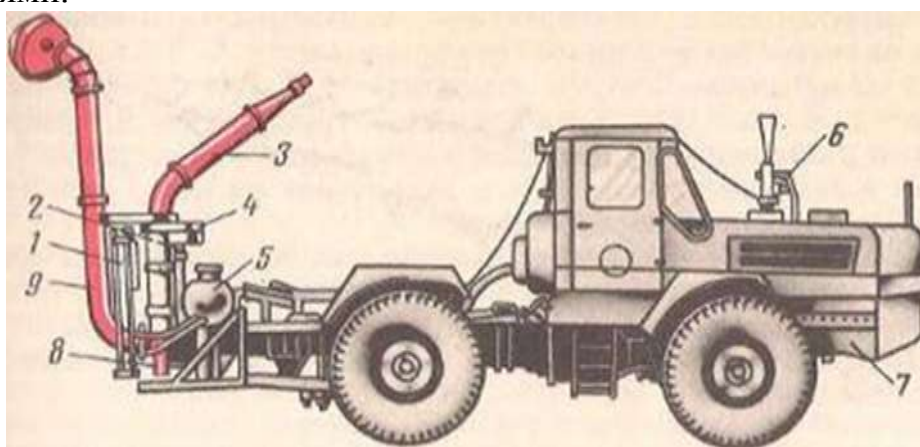
подвесных цепей 14, эжектора 1, трубопровода эжектора 2, хомута 7, раскоса 6, тормоза 5. Вода засасывается из водоисточника с помощью всасывающего трубопровода 9 и поступает в насос 12 и дальше через дождевальную аппаратуру, который вращается вокруг вертикальной оси, в виде струи в атмосферу. В процессе полета струя распадается на капли, которые в виде дождя попадают на растения и почву.



**Рис. 342. Дождевальная дальнеструйная агрегат ДДН-70:**

1 – эжектор; 2 – трубопровод; 3 – бак-подкормщик; 4 – ствол; 5 – тормоз;  
6 – раскос; 7 – крепление; 8 – лебедка; 9 – всасывающий трубопровод;  
10 – редуктор; 11 – валик шарнирный; 12 – насос-редуктор; 13 – рама;  
14 – цепи подвесные; 15 – вал карданный с кожухом

Навесной дальнеструйный дождеватель ДДН-100 (рис. 343.) работает позиционно, разбрызгивая воду по кругу или сектору. Воду забирают из открытых водоисточников или от гидрантов оросительных трубопроводов. Одновременно с поливом можно подкармливать растения минеральными удобрениями.



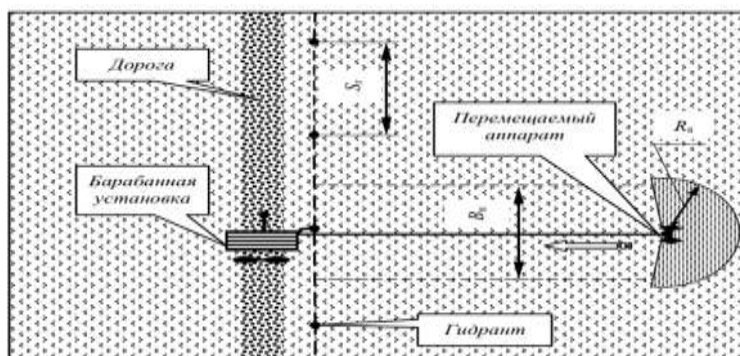
**Рис. 343. Дождеватель ДДН-100:**

В дождеватель входят следующие рабочие органы: насос-редуктор 8 (рис. 343), всасывающий трубопровод 9, основной ствол 3, гидроподкормщик 5 для растворимых минеральных удобрений и газовый

эжектор 6 для заполнения насоса и всасывающего трубопровода перед пуском. Всасывающий трубопровод опускается и поднимается тросо-гидравлическим механизмом и дает возможность забирать воду с обеих сторон машины. Средний радиус полива 75...85 м.

### 5.6.2.3. Шланговые дождеватели

**Шланговые дождеватели** – малогабаритный гидравлический механизм непрерывного действия, применяемый в системе орошения сельскохозяйственных угодий, где его непосредственная функция заключается в преобразовании получаемого извне водного потока в дождевые капли с последующим их равномерным распределением по поверхности полива.



**Рис. 344.** Схема участка, орошаемого шланговым дождевателем

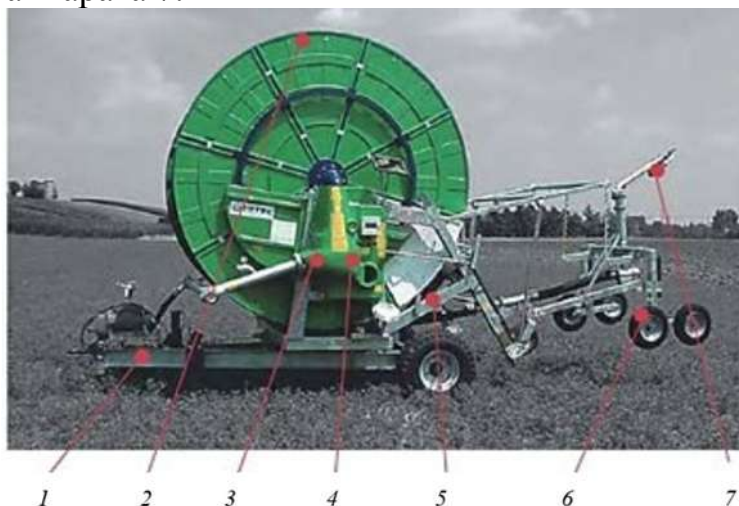
Шланговые дождеватели, как правило, применяют на полях на которых имеется полоса (дорога) для его перемещения (рис. 344.). Вдоль этой полосы с выведенными на поверхность гидрантами устраивается закрытый трубопровод. Расстояние между гидрантами  $S_g$  равно ширине полосы  $B_p$  орошаемой дождевателем. Ширина орошаемой полосы примерно 1,6 радиуса действия  $R_a$  дождевального аппарата.

Принцип работы шлангового дождевателя: шланговый дождеватель устанавливается в начальное положение, барабан со шлангом подсоединяют к гидранту, энергии воды гидропривода вращает барабан и постепенно наматывая на него шланг который подает воду к дождевальному аппарату производящий полив и одновременно подтягивает его к барабанной установке. Дождевальный установка с перемещаемым аппаратом показана на рисунке 345.



**Рис. 345.** Шланговый дождеватель в работе

На рис. 346 представлен компоновка полуприцепного шлангового дождевателя с дождевальным аппаратом на пятиколесном шасси. Дождеватель состоит из рамы шасси 1, барабана для полиэтиленового шланга 2, корпуса 3 привода барабана, колена корпуса привода 4, механизма навески 5 перемещаемого аппарата, шасси 6 перемещаемого аппарата, дождевального аппарата 7.



**Рис. 346. Шланговый дождеватель:**

*1 – рама; 2 – барабан со шлангом; 3 – привода барабана; 4 – колено корпуса привода; 5 – механизм навески; 6 – шасси; 7 – дождевальный аппарат*

#### **5.6.2.4. Дождевальные двухконсольные агрегаты**

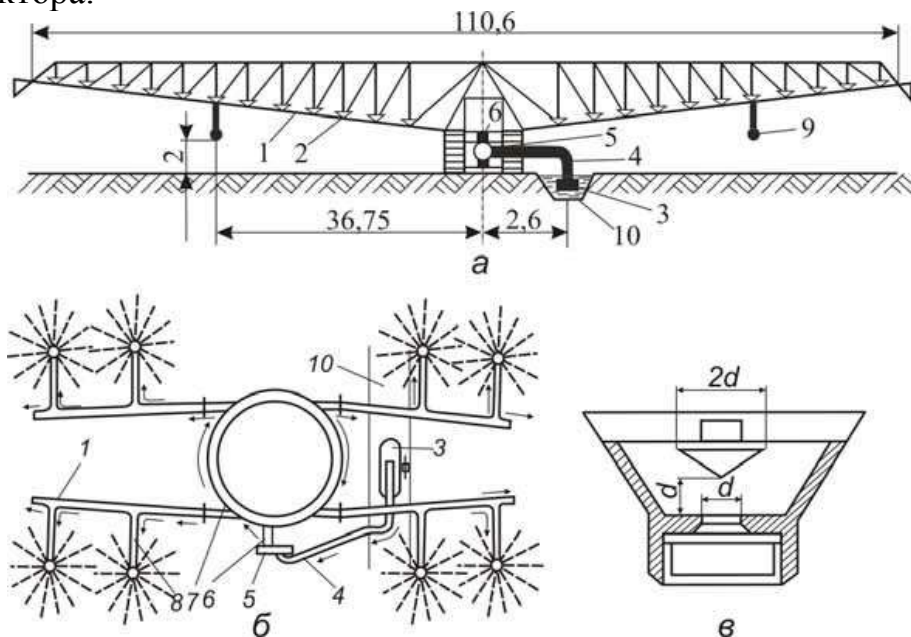
Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100МА (рис. 347) с расходом воды 130 л/с являются самым распространенным, простым и безотказной машиной, применяемым для орошения почти всех сельскохозяйственных культур. Агрегат работает в движении, забирая воду из оросительного канала, вдоль которого он передвигается. За один проход выливается слой воды в 5,6-6,0 мм ( $55-60\text{ м}^3/\text{га}$ ). Количество проходов агрегата определяется необходимой величиной поливной нормы. Агрегат навешивают на трактор для трактора ВТГ-90, снабженный ходоуменьшителем.

Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА - 100 М (рис.347) смонтирован на тракторе ВТГ-90, относится к установкам короткоструйного типа. Состоит из двухконсольной фермы длиной 110,6 м и насосной установки. Ферма в поперечном сечении имеет форму равностороннего треугольника.

Высота фермы в средней части - 3075 мм, в концевой - 1000 мм. Нижний пояс фермы изготовлен из труб диаметром от 114 до 45 мм, по которой подается вода. К водоподводящей трубе приварены трубчатые открылки длиной от 0,3 до 1,4 м, на концах которых установлены 52 дефлекторные насадки. На концах фермы смонтированы две струйные насадки с отражательными лопатками. Агрегат оборудован гидравлической системой для регулирования наклона фермы. Ферма опирается на



поворотный круг, позволяющий разворачивать ее в транспортное положение вдоль трактора.

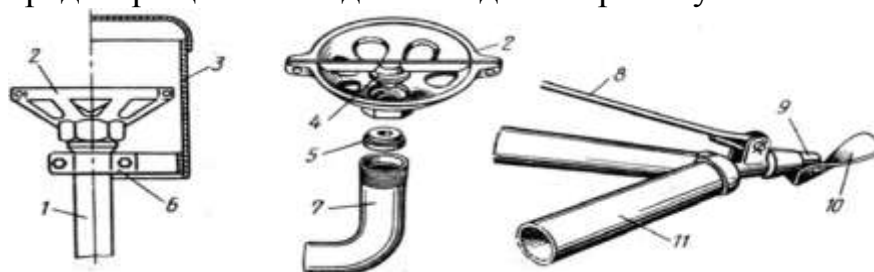


**Рис. 347. Схема двухконсольного дождевального агрегата ДДА-100МА:**

- а) общий вид агрегата (разрез); б) схема части агрегата в плане; в) короткоструйная дождевальная насадка с конусным дефлектором;*  
 1 – ферма; 2 – короткоструйная дефлекторная насадка; 3 – всасывающий клапан; 4 – всасывающая линия; 5 – насос; 6 – напорный патрубкок;  
 7 – поворотный круг; 8 – открылок; 9 – дуга-амортизатор; 10 – ороситель

Агрегат работает следующим образом. Насосная установка 5 забирает воду из оросительного канала 10 и подает ее под напором 26 м в водоподводящую трубу фермы 1. Всасывающее устройство поплавкового типа 3 размером в плане 150x40 см, высотой 20 см может подниматься и опускаться из кабины водителя с помощью подъемника, установленного на тракторе. Глубина воды в оросительном канале при ее заборе должна быть не менее 25-30 см.

На агрегате при помощи стояков 7 (рис. 348) установлены дождевальные насадки с конусными дефлекторами 4 и соплами 5 различного диаметра 12, 13 и 14 мм. Ближайшие к трактору насадки снабжены щитками 3, которые предотвращают попадание воды на проезжую часть.



**Рис. 348. Устанавливаемые на агрегате дождевальные аппараты:**

- 1 и 7 – стояк; 2 – насадка; 3 – щиток; 4 – конусный дефлектор;*  
 5 и 9 – сопло; 6 – хомут; 8 – раскос; 10 – ложковый дефлектор;  
 11 – водопроводящая труба

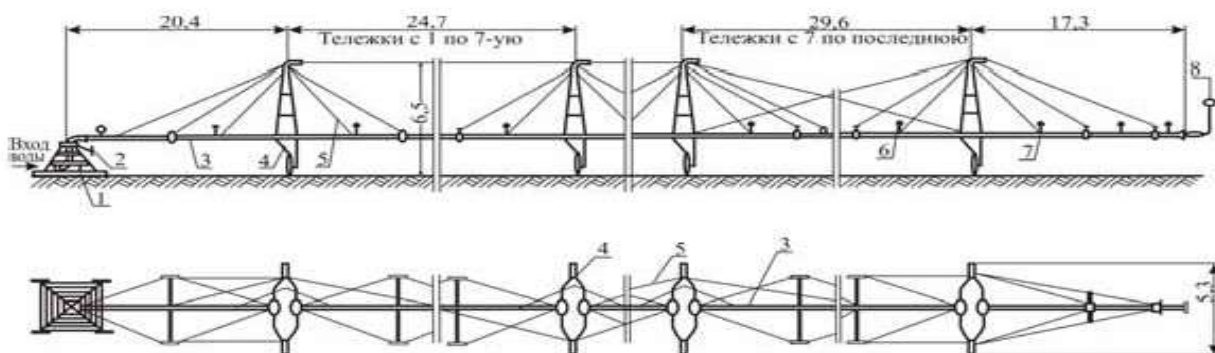




**Рис. 349. Дождевальный агрегат ДДА-100МА в работе**

### 5.6.2.5. Дождевальнымногоопорные машины кругового действия

Дождевальная машина «Фрегат» (рис.350) широкозахватная само перемещающаяся автоматизированная среднеструйная многоопорная колёсная дождевальная машина кругового перемещения, работающая в движении, питающаяся из высоконапорной закрытой оросительной сети или из оборудованных насосами артезианских скважин и распределяющая оросительную воду посредством устроенных на её напорном трубопроводе системы среднеструйных дождевальных аппаратов кругового действия в виде искусственного дождя.



**Рис. 351. Схема дождевальной машины «Фрегат»:**

- 1 – центральная неподвижная опора; 2 – регулирующее устройство;  
 3 – водопроводящий (дождевальный) трубопровод; 4 – самоходная колёсная опора-тележка; 5 – система тросов; 6 – дождевальные аппараты;  
 7 – сливные клапаны; 8 – конечный дождевальный аппарат

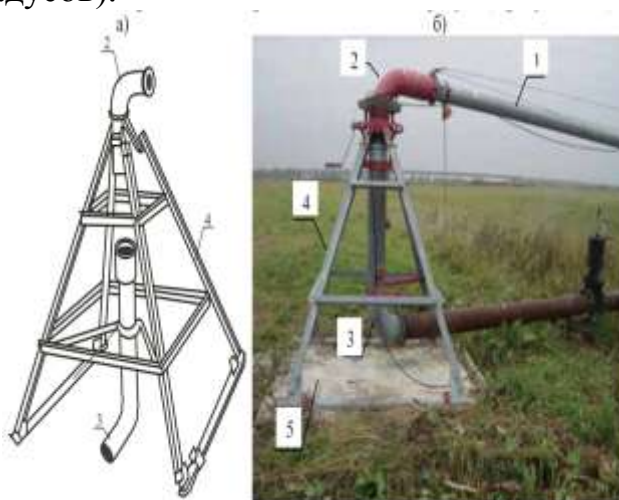
Базовой моделью семейства дождевальных машин «Фрегат» является модель ДМ-454-100 или ДМ-454/100 (с длиной «дождевального» (поливного) трубопровода равной 454 метрам и потребляемым расходом поливной воды – 100 л/с),

Дождевальная машина состоит из следующих узлов: многоопорного трубопровода (рис. 350), смонтированного на двухколесных тележках 4, передвигающегося по кругу. Трубопровод подсоединяется к гидранту

центральной неподвижной опоре 1, который находится в центре поливного участка. Трубопровод оснащен среднеструйными аппаратами 6 кругового действия. У каждой тележки имеется гидропривод, работающий посредством давления поливной воды в трубопроводе.

В консольном конце трубопровода установлена концевой дождевальная аппарат, который может включаться автоматически при подходе машины к углу участка.

Центральная неподвижная опора «Фрегата» (рис. 351) представляет собой, закрепляемую на массивном бетонном фундаменте, пространственную сборную металлическую конструкцию в форме усечённой четырёхгранной пирамиды, во внутреннем пространстве центральной части (в центре) которой внизу располагается выходной оголовок обсадной трубы скважины или гидрант оросительной сети (или отводы от них), а сверху – поворотное (шарнирное) трубчатое колено (для подсоединения дождевальной трубы скважины). При подключении «Фрегата» патрубков поворотного колена входит в раструб гидранта (трубы скважины) посредством шарнирного соединения с возможностью вращения (поворота машины на 360 градусов).



**Рис. 351. Центральная неподвижная опора:**

*1 – водопроводящий (дождевальный) трубопровод; 2 – поворотное трубчатое колено; 3 – патрубок, соединяющий трубу (гидрант) с дождевальным трубопроводом; 4 – опорная стойка неподвижной опоры; 5 – фундамент центральной опоры*

#### **5.6.2.6. Многоопорные дождевальные машины позиционного действия**

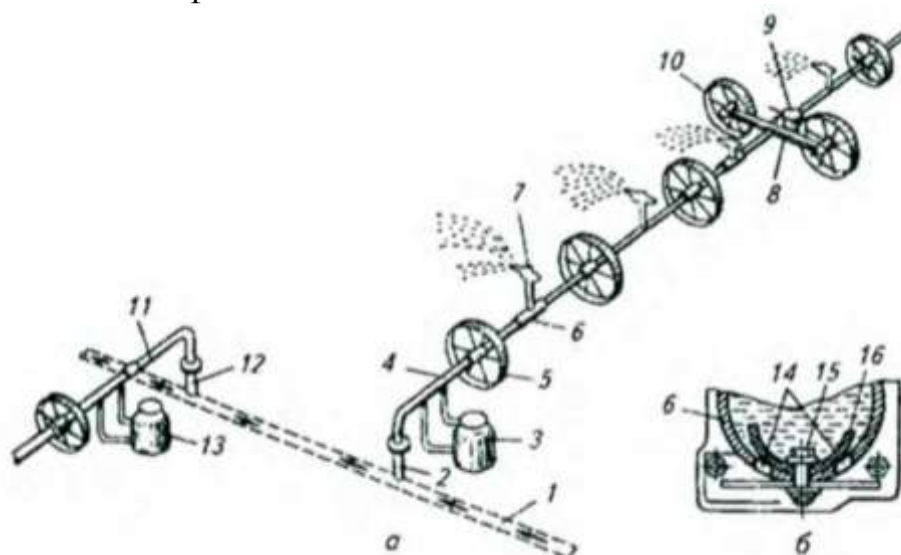
Многоопорные колесные дождеватели применяют во всех зонах для полива различных сельскохозяйственных культур, высота которых в период вегетации не превышает 1,5 м. Они имеют два одинаковых дождевальных крыла и работают позиционно от закрытой стационарной или полустационарной сети. Позиции меняются поочередно при фронтальном механизированном перемещении крыльев между ними с помощью двигателя на приводной тележке. Основные части крыла дождевателя - поливной трубопровод с опорными колесами, дождевальные аппараты с механизмами

самоустановки, устройство присоединения к гидранту закрытого трубопровода, приводная тележка с двигателями и передаточным механизмом.



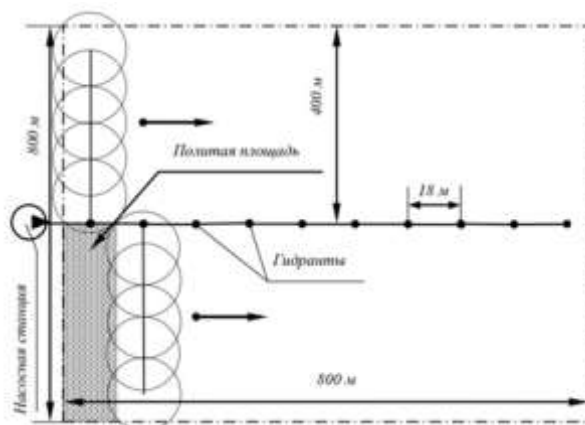
**Рис. 352. Широкозахватная машины кругового действия «Фрегат»**

Наиболее просты по конструкции машины, в которых оросительный трубопровод одновременно служит и валом привода опорных колес. Машина отечественного производства такого типа («Волжанка») состоит из магистрального трубопровода 1 и двух независимых дождевальных крыльев 4 и 11 (рис. 353а). Крылья располагают по обе стороны от магистрального трубопровода со" смещением на одну позицию одно от другого. Каждое крыло состоит из оросительного трубопровода длиной от 150 до 400 м, собранного из отдельных секций, и приводной тележки 8. Секция представляет собой трубу, посередине которой установлено разъемное опорное колесо 5 и 10. Секции соединены между собой с помощью присоединительных фланцев.



**Рис. 353. Схема дождевальной машины ДКШ-64 «Волжанка»:**  
*а) общий вид; б) сливной клапан; 1 – магистральный трубопровод;  
 2,12 – гидранты; 3 – кормицки; 4,11 – крылья; 5,10 – колеса;  
 7– дождевальный аппарат; 8 – приводная тележка; 9 – двигатель;  
 14 – сливные отверстия; 15 – болт; 16 – клапан*

На корпусе присоединительного фланца установлен среднеструйный дождевальный аппарат кругового действия и автоматический сливной клапан. Дождевальный аппарат присоединен к поливному трубопроводу с помощью механизма самоустановки, который в процессе перемещения удерживает дождевальную машину в вертикальном положении. Сливные клапаны предназначены для рассредоточенного слива воды из трубопровода перед переездом на новую позицию. Клапан (рис. 353б) состоит из овальной резиновой пластины 6, установленной внутри фланца каждого звена трубопровода с помощью болта 15 с гайкой, и планки. При нормальном напоре резиновая пластина плотно прижимается водой к внутренней стенке фланца, плотно закрывая отверстия. При падении давления пластина отгибается и вода через сливные отверстия выходит из секции трубопровода. Приводная тележка 8 установлена в середине крыла. Вращение от двигателя внутреннего сгорания 9 через реверс-редуктор передается на два дополнительных ведущих колеса 5 и водопроводящий трубопровод с ходовыми колесами.

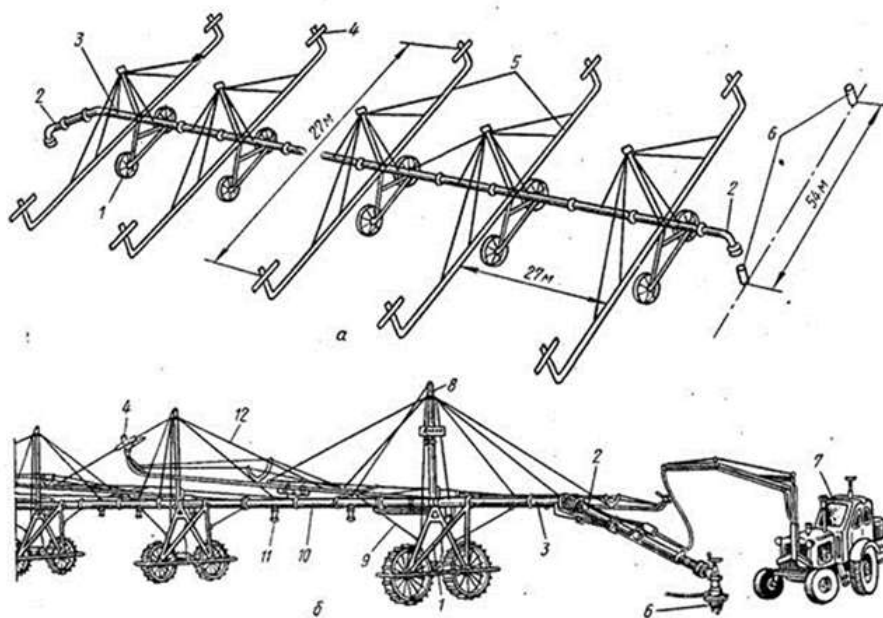


**Рис. 354. Работа машины «Волжанка»**

Дождевальную фронтальную машину ДФ-120 «Днепр» (рис.355.) применяют для позиционного полива всех сельскохозяйственных культур, включая высокостебельные (трубопровод располагается над поверхностью поля на высоте 2,1 м).

Вода поступает от гидрантов 6 закрытой оросительной сети, расположенных на расстоянии 54 м один от другого. Рабочий напор 0,4-0,5 МПа. Трубопровод длиной 448 м расположен на 17 опорных тележках 1. Машина перемещается между рабочими позициями за счет электропривода, работающего от передвижной электрической станции 7. Станция смонтирована на тракторе ЮМЗ-6Л с ходом уменьшителем. Скорость движения машины 470 м/ч. С участка на участок машину буксируют вдоль трубопровода. На машине установлено 34 среднеструйных дождевальных аппарата «Роса-3». На первой и последних фермах располагают аппараты с механизмом секторного полива, отрегулированными на полив по сектору с углом поворота, зависящим от направления ветра. Машина «Днепр» состоит из водопроводящего трубопровода 3, расположенного на самоходных опорных тележках 1; ферм 5, на каждой из которых установлено по два среднеструйных дождевальных аппарата 4 (за счет такого расположения

дождевальных аппаратов обеспечивается увеличение ширины полива с одной позиции в два раза, что позволяет в два раза уменьшать необходимое количество гидрантов); электропривода опорных тележек с системой синхронизации (на промежуточных тележках) и передвижной электрической станции 7 с синхронным генератором, получающим вращение от вала отбора мощности трактора.



**Рис. 355. Дождевальная машина «Днепр»:**

- а) конструктивная схема; б) начальная часть; 1 – опорная тележка; 2 – подсоединительный трубопровод; 3 – водопроводящий трубопровод; 4 – дождевальные аппараты; 5 – фермы-открылки; 6 – гидранты; 7 – передвижная электрическая станция; 8 – мачта; 9 – стремянка; 10 – соединительная труба; 11 – сливной клапан; 12 – система раскрепляющих тросов

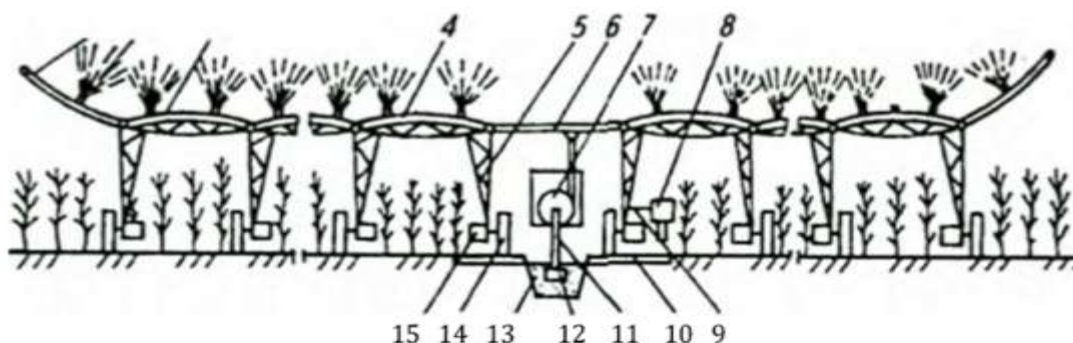
### 5.6.2.7. Многоопорные дождевальные машины, работающие в движении

Дождевальная электрифицированная колесная многоопорная широкозахватная машина фронтального перемещения „Кубань“, с энергетической установкой с водозабором из открытого оросительного канала, поливающая в движении, предназначена для орошения различных сельскохозяйственных культур, в том числе высокостебельных, во всех зонах орошения, но прежде всего на крупных орошаемых массивах в степных зонах страны на территории с ровным рельефом.

Основные части машины: силовой агрегат 7 (рис. 356) и два дождевальных крыла, составленных из пролетов 3 и 4, опорно-ходовых двухколесных тележек 5 на раме силового агрегата установлены дизельный двигатель мощностью 158 кВт, электрогенератор, центробежный насос,



водозаборник 11 с поплавком 12 и щит управления. Рама агрегата подвешена к центральному трубопроводу 6, закрепленному на стойках двухколесных тележек 5. Для вращения колес 14 на тележках смонтированы мотор-редукторы 15 и приборы стабилизации пролетов один относительно другого (расположены в линию).



**Рис. 356. Схема дождевальной машины «Кубань»:**

1 – консоль; 2 – дождевальная насадка; 3, 4 – пролеты; 5 – опорно-половая тележка; 6 – центральный трубопровод; 7 – силовой агрегат; 8 – стабилизатор курса; 9 – стабилизирующий трос; 10 – дорога; 11 – водозаборник; 12 – поплавок; 13 – канал; 14 – колесо; 15 – мотор-редуктор

На правой тележке установлен прибор стабилизации движения машины по курсу. Прибор взаимодействует с тросом, натянутым вдоль оросительного канала 13, и обеспечивает движение машины по заданному курсу.

На водопроводящих трубопроводах пролетов 3 и 4 и консолей 1 закреплены короткоструйные дождевальные насадки 2 с полусферическим дефлектором, направляющим факел дождя в одну сторону. Насадки с четными номерами ориентируют соплом вперед, а с нечетными-соплом назад относительно оси трубопровода. Орошаемые участки располагают симметрично с обеих сторон оросительного канала. Вдоль канала прокладывают спланированные дороги 10, полотно которых укатывают и уплотняют. Полив осуществляют при движении машины с забором воды из открытого оросительного канала. Насос засасывает воду через плавучий поплавок 12 и подает в центральный трубопровод 6, а из него в водопроводящие трубопроводы пролетов и консолей. Отсюда вода поступает в 294 насадки и распыливается в виде дождя, средний размер капель которого составляет 1,0-1,03 мм. Интенсивность дождя до 1,3 мм/мин. Полив начинают от середины поля, двигаясь последовательно вперед-назад. На краях поля переключают электропривод на обратный ход. Норму полива устанавливают, изменяя скорость движения тележек с помощью реле времени, установленного на щите управления. Благодаря автоматике оператор может обслуживать 2-4 машины. Технические данные базовой модели. Расход воды 180 л/с. Номинальное давление на входе 0,34...0,31 МПа. Геометрическая высота всасывания насоса 3 м. Мощность двигателя 158 кВт. Высота нижнего пояса фермы над землей 3,3 м. Число

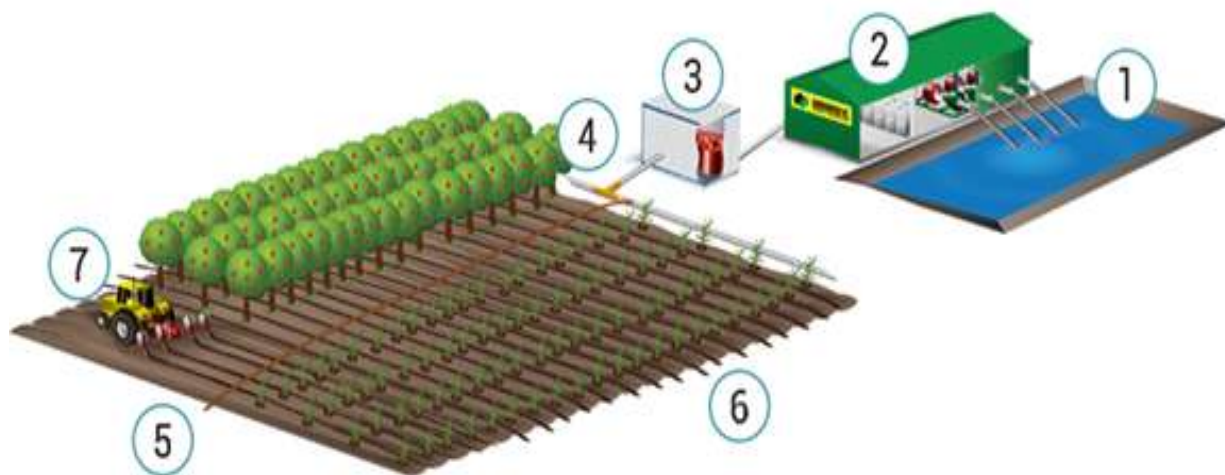
опорных тележек 16. Колеса пневматические, низкого давления. Дождевальная машина поливает поле шириной 800 м и длиной 1500...2500 м.



**Рис. 357. Дождевальная машина фронтального передвижения работающие в движении**

### **5.6.3. Машины и системы для капельного и внутрипочвенного орошения**

**Капельное орошение** – один из новых методов, однако самое перспективное. Вода подается через специальные капельницы, встроенные в трубу под каждый корень. Такая система (рис. 358) состоит из насоса, магистральной трубы, вторичных труб (если недостаточно магистральной), боковых труб, водовыпусков (или по-другому, капельниц).



**Рис. 358. Система капельного орошения**

Водозабор из источника 1 осуществляется при помощи насосной станции 2, которая подает воду на фильтровальную станцию 3, в состав которой могут входить песчаные, гидроциклонные и другие фильтры и их комбинации, необходимые для получения воды приемлемого для орошения качества. Очищенная вода поступает в магистральную линию 4, а далее в разводящий трубопровод 5, который может быть или жесткой трубой из

композитного материала, или гибким напорным шлангом LayFlat. Разводящий трубопровод доставляет воду к капельным линиям 6. Для укладки капельных линий применяется укладчик капельной ленты 7.

Преимущества капельного орошения: значительная прибавка к урожаю, как показывает практика, достигает 50%; снижение потерь воды на 50% и даже более; позволяют осуществлять полив любых площадей, в том числе неправильной формы; без пропусков и мертвых зон.

Типичная система капельного орошения включает в себя насосную станцию, оборудованная водяным насосом производительностью от 20 до 350 м<sup>3</sup>/час, с напором 2,5 атм.

Для очистки оросительную воду применяют фильтры видов: песчаные, сетчатые и гидроциклоны. Для очистки воды из очень загрязненных источников до требуемого качества, рекомендуется использовать комбинацию этих видов фильтров. На рисунке 377 фильтровальная станция производительностью до 500...600 м<sup>3</sup>/ч.

Гравийных или песчано-гравийных фильтрующим элементом является засыпка (гравий или песок заданной фракции), которая дает высокое качество очистки воды от: насекомых, травы и листьев, водорослей, и другого мелкого мусора и механических примесей.

Засыпные фильтры (или фильтры осадка) состоят из корпуса и картриджа, который и выполняет всю работу. Некоторые картриджи фильтруют частицы до 0,5 микрон и даже уменьшают некоторые химические вещества (например, хлор, свинец и т.д.) Применяются такие модели при заборе воды из природных источников (реки, озера, другие водоемы с пресной водой) только для механической очистки.

Из полиэтиленовых труб диаметром 38...51 мм, монтируют магистральные трубопроводы, а распределительные диаметром от 6 до 19 мм.. Распределительные трубопроводы устанавливают между рядами для полевых культур от 0,8 м, для плодово-ягодных до 6 м.



**Рис. 359. Фильтровальная станция**

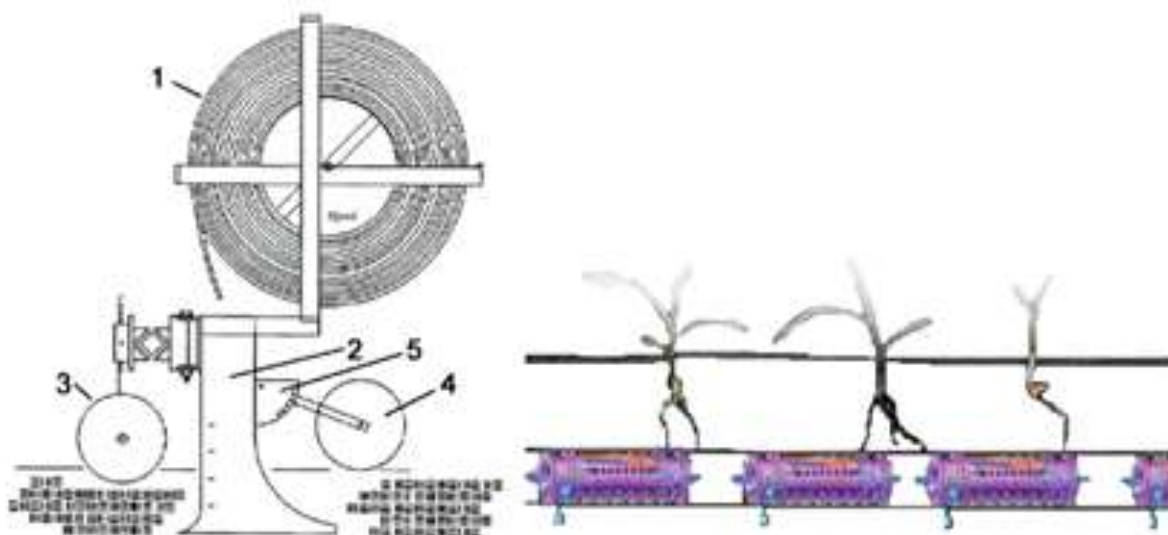


Для точечного выпуска воды из поливных трубопроводов на них крепятся устройства так называемые капельницы. Капельницы с расходом 2, 4, 6, 8 л/час наиболее используемые. По устройству капельницы очень разнообразны, наиболее простой является микротрубка из полиэтилена с внутренним диаметром от 0,3 до 2,0 мм, где за счет изменения длины микротрубки регулируется расход. Производством выпускаются капельницы диафрагменного, мембранного и поплавкового типа. Современные капельницы снабжены несколькими водовыпусками и могут стабилизировать расход капель при изменении давления в сети.

Для регулирования очередности и продолжительности подачи оросительной воды на участок используется различные водораспределительная и регулирующая аппаратура: вентили; задвижки; клапаны.

Особенно перспективно применение капельного орошения на участках с изрезанным рельефом, а также на крутых склонах с перепадами высот (до 60 м).

В системах внутрпочвенного орошения в конструкции трубок используются специальные лабиринтные капельницы для исключения забивания корнями растений выходных отверстий капельниц, для обеспечения работоспособности системы и увеличения срока их службы. Для прокладки полиэтиленовых труб применяют специальные бестраншейные укладчики на базе тракторов общего назначения (рис.360). Трубу наматывают в бухты, укладывают подстилающие экраны. Вода в почву поступает по полиэтиленовым трубам, уложенным на установленной глубине и питаемым насосной станцией.



**Рис. 360. Схемы трубоукладчика и расположения капельниц**  
*1 – барабан с трубкой; 2 – нож-трубоукладчик; 3 – диск, подрезающий почву; 4 – колесо-ограничитель глубины; 5 – регулятор глубины*

Использование подземного капельного орошения для многолетних насаждений является наиболее современным и прогрессивным в садоводстве, виноградарстве, садово-парковом хозяйстве и ландшафтном

дизайне. Низкий уровень эксплуатационных расходов делает подобные системы экономически выгодными по сравнению с обычными системами, несмотря на незначительное увеличение затрат при их строительстве.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие машины применяют для поверхностного орошения по бороздкам?
2. Перечислите способы орошения и агротехнические требования к дождевальным системам.
3. Опишите технологический процесс работы дождевателей различных конструкций.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Доценко, А.И. Строительные машины и оборудование: Учебник для строительных вузов М.: ИНФА-М. 2014. – 533 с.
2. Суриков, В.В. Строительные машины и оборудование для механизации мелиоративных работ. М.: Агропромиздат, 1991. – 463 с.
3. Ревин, Ю.Г. и др. Наземные транспортно-технологические комплексы природообустройства. - М.: РГАУ-МСХА, 2016. – 230с.
4. Практикум по мелиоративным машинам. Учебное пособие / под ред. Ю.Г.Ревина – М. Колос. 1995, – 208 с.
5. Поддубный, В.И. и др. Машины и оборудование для свайных работ. Учебное пособие, М.: РГАУ-МСХА, 2016, – 75с.
6. Крикун, В.Я. Строительные машины и оборудование/ В.Я. Крикун М.: Ассоциация строительных вузов. 2006, 232 с.
7. Поддубный, В.И. и др. Расчет основных параметров скреперов. Учебное пособие, М.: МГУП, 2009, – 56 с.
8. Поддубный, В.И. и др. Машины и средства гидромеханизации в водохозяйственном строительстве.- М.: МЭСХ, 2019, – 84 с.
9. Техника полива и средства малой механизации при поверхностном способе орошения / Калашников А.А., Цхай М.Б., Байзакова А.Е. Казахский НИИВХ. 2019. – 100 с.
10. Коршиков, А. А. и др. Машины и оборудование для строительных и мелиоративных работ. М., 2000.
11. Добронравов, С.С., Дронов, В.Г. Строительные машины и основы автоматизации. Учебник для строит. вузов.-М.: Высш. шк., 2001.-575 с.
12. Романович, А.А. Строительные машины и оборудование [Электронный ресурс]: конспект лекций/ Романович А.А., Харламов Е.В.– Электрон. текстовые данные.–Белгород: Белгородский ГТУ им. В.Г.Шухова, ЭБС АСВ, 2011.– 188 с.
13. Ефремов, А.Н. Планировка земель с применением лазерных систем. М.: ООО «Литера-Принт», 2014. – 130 с.
14. Крикун, В.Я. Строительные машины: Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2005, – 232 с.
15. Муратов, О.А., Муратов, А.Р., Усманов, Н.К., Огневчук, В.Н. Патент на изобретения № IAP06088 «Ковш-Косилка». Агентство по интеллектуальной собственности при Министерстве Юстиции Республики Узбекистан. Ташкент. 2019 г., – 7 с.
16. Муратов, О.А. Усовершенствование технологии производства обкашивания коллекторно-дренажных систем ковш-косилками Irrigatsiyavamelioratsiya” jurnali №4 (10).2017. С.53...55.
17. Мартынова, Н. Б. Машины для очистки каналов на мелиоративных системах : учебно-методическое пособие. Москва : Знание. М, 2022. – 86 с.
18. Конспект лекций «Машины для земляных работ».-Донецк: ДонНТУ, 2004. –100 с.

19. Янсон, Р.А., Агапов, А.Б., Демин А.А., Кошкарев Е.В., Петренко В.Ф. Машины для земляных и строительно-монтажных работ. Учебное издание. М.: Издательство АСВ, 2012.-358 с.

20. Довгяло, В. А., А. А. Ташбаев Соединения деталей машин : учеб.-метод. пособие по выполнению лаб. и практ. работ ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп.-Гомель : БелГУТ, 2016-125 с.

21. Абдулханова, М. Ю., Колбасин, А.М., Марсов, В. Механическое оборудование предприятий стройиндустрии учебное пособие

22. Строительные машины: Учебник. под редакцией проф. Д. П. Волкова.. -М.: Вышш, шк., 1988. - 517 с.

23. Щедрин, В. Н., Капустян, А. С. Этапы развития производства дренажных работ на юге России: монография Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015-112 с.

24. Мелиоративные машины. Б.А. Васильев, В.Б. Гантман, В.В. Комиссаров и др.; Под ред. И. И. Мера.- М.: Колос, 1980. – 351 с.

25. Балабанов, В.И., Ли, А., Мартынова, Н.Б., Шарипов, З., Абдулмажидов, Х.А., Умиров, Н. Планирование и организация эксперимента. Учебное пособие. Ташкент, 2021. – 20 с.

26. Мажугин, Е.И. Машины для эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных объектов: Учебное пособие. БГСХА, 2018. – 392 с.

27. Мажугин, Е.И. Мелиоративные машины: Учебное пособие. Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2018.

28. Мажугин, Е. И. и др. Мелиоративные машины: учеб. пособ. В 2 ч. Ч.1. - Горки: [б. и.], 2018. – 307 с.

29. Шепелина, П.В., Чалова, М.Ю., Мишин, А.В. Строительные и дорожные машины. Учебное пособие. - М.: РУТ (МИИТ), 2017. – 151 с.

30. Технологии, техника и оборудование для координатного (точного) земледелия / В.И. Балабанов [и др.]. -М.: Росинформагротех. 2016. – 240 с.

31. Механизация растениеводства /В.М. Халанский [и др.]. М.: РГАУ-МСХА, 2014. – 524с.

32. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие/В.И. Балабанов [и др.]. М.: РГАУ-МСХА, 2013. – 146с.

33. Балабанов, В.И., Башкирцев, Ю.В. Малогабаритные и альтернативные энергетические средства. С.-Пб.: РИАМА. 2014. – 32 с.

34. Поддубный, В.И., Мартынова, Н.Б., Палкин, Н.А. Машины и средства гидромеханизации в водохозяйственном строительстве. - М.: МЭСХ. 2019. – 84 с.

35. Поддубный В.И., Мартынова Н.Б., Палкин Н.А. Теория, расчет и потребительские свойства технологических машин. Методические указания. М.: РГАУ-МСХА. 2017. -29 с.

36. Поддубный, В.И., Абдулмажидов, Х.А. Статический расчет технологических машин природообустройства . М.: ВНИИГиМ, 2019. – 30 с.

37. Балабанов, В.И., Ли, А., Мартынова, Н.Б., Худаев, И., Абдулмажидов, Х.А., Куйчев, О. Теория и методика расчёта параметров

строительных и мелиоративных машин / Учебное пособие / Ташкент, 2021. – 171 с.

38. Русанова, Т.Г., Абдулмажидов, Х.А. Организация технологических процессов при строительстве, эксплуатации и реконструкции строительных объектов. М.: Академия, 2015, – 352 с.

39. Кизяев, Б.М. Рекомендации по методическим основам формирования федеральных регистров технологий и машин для производства мелиоративных работ в современных условиях / Б.М. Кизяев [и др.].- М.: ВНИИГиМ, 2019. – 64 с.

40. Мартынова, Н.Б., Абдулмажидов, Х.А., Балабанов, В.И. Расчет машин и оборудования природообустройства. М.: МЭСХ. 2020. – 86 с.

41. Мартынова, Н.Б. Расчет технологических машин природообустройства. М.: Издательство «Перо». 2020. – 92 с.

42. Машины и оборудование для орошения сельскохозяйственных культур/ В.В. Слюсаренко [и др.]. Саратов: ООО ЦДУ «Ризоп». 2011. –161 с.

43. Мартынова, Н.Б., Балабанов, В.И., Абдулмажидов, Х.А. Машины и оборудование для производства культуртехнических работ. М.: Издательство «Перо». 2021. – 84 с.

44. Источник: <http://allspectech.com/stroitel'naya/burovye-ustanovki/mobilnye/obzor-vidov-ustanovok.html>(к разделу буровые машины).

45. Источник: <http://allspectech.com/stroitel'naya/burovye-ustanovki/burovye-stanki-gusenichnye/rotornye.html>

46. Источник: <https://auto-instructors.ru/articles/mashiny-dlya-orosheniya-selskohozyaystvennyh-kultur>

47. Источник: <https://webferma.com/rasteniievodstvo/sistemi-orosheniya>

48. Источник: <https://tehno-gid.net/dacha/filtr-dlya-kapelnogo-poliva>.

49. Источник: <https://intehstroy-spb.ru/osnastka/cepnoy-konveyer.html>

50. Источник: <http://allspectech.com/stroitel'naya/jekskavatory/transhejnye/vidy.html>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>4</b>
<b>Глава 1. Общие сведения о машинах</b>	<b>5</b>
1.1. Общие сведения о мелиоративных и строительных машинах	5
1.2. Общие признаки маши	6
1.3. Конструкционно-эксплуатационные показатели машин	7
<b>Глава 2. КОНСТРУКТОРСКИЕ ЕДИНИЦЫ МЕХАНИЗМОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН</b>	<b>10</b>
2.1. Соединения деталей машин	10
2.1.1. Разъемные соединения	10
2.1.2. Неразъемные соединения	15
2.2. Передатки и детали передатки в машинах	17
2.2.1. Детали передатки	18
2.2.2. Зубчатые колеса	24
2.3. Муфты	29
2.3.1. Муфты глухие	29
2.3.2. Муфты компенсирующие	31
2.3.3. Муфты компенсирующие упругие	32
2.3.4. Муфты управляемые сцепные	33
2.4. Передатки	35
<b>Глава 3. ПРИВОДЫ МАШИН</b>	<b>42</b>
3.1. Общие понятия и определения	42
3.2. Силовые оборудования.	43
3.3. Трансмиссия	56
3.4. Системы управления	61
3.5. Ходовое оборудование	66
3.5.1. Техничко-эксплуатационные показатели ходового оборудования.	76
3.6. Рабочие органы строительных и мелиоративных машин	77
<b>Глава 4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ</b>	<b>83</b>
4.1. Роль машин в строительстве.	83
4.2. Классификация строительных машин	84
4.3. Подъемно-транспортные машины.	86
4.3.1. Грузоподъемные машины	87
4.3.2. Транспортирующие машины	102
4.4. Машины для погрузочно-разгрузочных работ	106
4.5. Механизация земляных работ.	108
4.5.1. Общая характеристика	108
4.5.2. Землеройные машины	109
4.6. Землеройно-транспортные машины	120
4.6.1. Бульдозеры	122
4.6.2. Скреперы	125
4.6.3. Грейдер	129
4.7. Оборудование гидромеханизации	133
4.8. Грунтоуплотняющие машины	140
4.9. Оборудование для бурения	144

4.10. Машины для свайных работ	147
4.10.1. Оборудование для погружения железобетонных свай.	148
4.11. Машины и оборудования для дробления, сортировки и мойки каменных материалов	155
4.11.1. Машины для дробления	156
4.11.2. Сортировочные машины	161
4.11.3. Промывочные машины	166
4.11.4. Дробильно-сортировочные установки	167
4.12. Машины и оборудование для железобетонных работ	168
4.12.1. Оборудование для приготовления бетонной смеси	169
4.12.2. Машины для транспортирования (доставки) бетонной смеси	170
4.12.3. Машины и оборудование для подачи, распределения и укладки бетонной смеси	171
4.12.4. Машины и оборудование для арматурных работ	173
4.13. Оборудование для отделочных работ	175
4.13.1. Машины для штукатурных работ	175
4.13.2. Оборудование для малярных работ	176
4.13.3. Оборудование для отделки полов	178
4.14. Ручные машины	180
4.14.1. Электрические ручные инструменты	180
4.14.2. Пневматические ручные машины	183
4.14.3. Моторизованные ручные машины	185
<b>Глава 5. МЕЛИОРАТИВНЫЕ МАШИНЫ</b>	<b>187</b>
5.1. Машины для производства культуртехнических работ	189
5.1.1. Расчистка площадей от растительности	189
5.1.2. Машины для первичной обработки площадей	196
5.2. Машины для строительства и ремонтно-эксплуатационных работ на оросительных системах	200
5.2.1. Машины для строительства оросительных систем	200
5.2.2. Машины для ремонтно-эксплуатационных работ на оросительных системах	206
5.2.2.1. Каналоочистители непрерывного действия	207
5.2.2.2. Каналоочистители циклического действия	211
5.2.3. Машины для скашивания и удаления растительности из каналов	213
5.3. Машины для подготовки и устройства противофильтрационных облицовок каналов	218
5.3.1. Кавальероразравниватели.	218
5.3.2. Машины для уплотнения дна и откосов	219
5.3.3. Машины для устройства противофильтрационных облицовок каналов	222
5.4. Машины для строительства и ремонтно-эксплуатационных работ на закрытых горизонтальных дренажах;	223
5.4.1. Средства механизации для устройства закрытого горизонтального дренажа.	223
5.4.2. Машины для обратной засыпки грунта в дренажную траншею	229
5.4.3. Машины для промывки дрен	232



5.4.4. Машины и оборудование для устройства закрытых трубопроводов	236
5.5. Машины для подготовки полей к поливу	238
5.5.1. Машины для планировки	239
5.5.2. Лазерная планировка полей	245
5.6. Машины и оборудования для орошения сельскохозяйственных культур	248
5.6.1. Машины и оборудования для поверхностного полива	249
5.6.2. Дождевальные системы, машины и установки	252
5.6.2.1. Дождевальные насадки и аппараты	252
5.6.2.2. Дальнеструйные машины	255
5.6.2.3. Шланговые дождеватели	257
5.6.2.4. Дождевальные двухконсольные агрегаты	258
5.6.2.5. Дождевальные многоопорные машины кругового действия	260
5.6.2.6. Многоопорные дождевальные машины позиционного действия	261
5.6.2.7. Многоопорные дождевальные машины, работающие в движении	264
5.6.3. Машины и системы для капельного и внутрпочвенного орошения	266
<b>Библиографический список</b>	<b>270</b>

**БАЛАБАНОВ ВИКТОР ИВАНОВИЧ  
УСМАНОВ НАИЛЬ КАЮМОВИЧ  
ХУДАЕВ ИБРОХИМ ЖУМАКУЛОВИЧ  
МАРТЫНОВА НАТАЛЬЯ БОРИСОВНА  
АБДУЛМАЖИДОВ ХАМЗАТ АРСЛАНБЕКОВИЧ**

**МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ  
СИСТЕМ**

**/ УЧЕБНИК /**

**Редактор: Н. Ташходжаева**

## ДЛЯ ЗАМЕТОК

---