

Государственное бюджетное  
профессиональное образовательное учреждение  
«Кунгурский колледж агротехнологий и управления»




## **Методические указания к практическим работам**

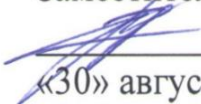
по МДК 02.02 «Устройство подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования»

для специальности

23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно - транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям)

Кунгур, 2023 г.

Рассмотрено  
на заседании методической комиссии  
механико-технологических дисциплин  
Протокол № 1 от "30" августа 2023 г.  
Председатель МК  
  
Л.А. Домрачева

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
  
С.В. Зыкин  
«30» августа 2023 г.

Комплект практических работ (методические указания) по МДК 02.02 «Устройство подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования» разработан на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ 02. Техническое обслуживание и ремонт подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования в стационарных мастерских и на месте выполнения работ. и ФГОС СПО по специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно - транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям).

Организация-разработчик: **государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Кунгурский колледж агротехнологий и управления»**

Составитель преподаватель: Кулаков В.В.

## Содержание

Пояснительная записка.....	5
Практическая работа № 1 Изучение конструкции приводов и передач машин. Механический привод машин.....	11
Практическая работа № 2 Изучение конструкции гидравлических приводов машин и оборудования.....	18
Практическая работа № 3 Изучение расположения узлов на передвижной компрессорной станции.....	27
Практическая работа № 4 Изучение конструкции и работы домкратов, талей и лебедок.....	45
Практическая работа № 5 Изучение конструкции и работы грузозахватных устройств, стальных канатов.....	49
Практическая работа № 6 Изучение конструкции и работы полиспастов, кратность и схемы полиспастов.....	65
Практическая работа № 7 Изучение конструкции, работы и классификации автомобильных кранов.....	71
Практическая работа № 8 Изучение конструкции и работы механизмов кранов.....	81
Практическая работа № 9 Изучение конструкции и работы мостовых и козловых кранов.....	87
Практическая работа № 10 Изучение общего устройства и назначения копров....	91
Практическая работа № 11 Изучение конструкции и работы машин для подготовительных работ.....	97
Практическая работа № 12 Изучение конструкции, работы и классификации бульдозеров.....	101
Практическая работа № 13 Изучение конструкции и работы автогрейдера и назначение.....	107
Практическая работа № 14 Изучение конструкции и работы экскаваторов на гусеничном ходу.....	112
Практическая работа № 15 Изучение конструкции и работы конусных дробилок.....	120
Практическая работа № 16 Изучение конструкции и работы молотковых и валковых дробилок.....	122
Практическая работа № 17 Изучение конструкции и работы барабанных грохотов.....	124

Практическая работа № 18 Изучение конструкции и работы оборудования для транспортирования битума.....	127
Практическая работа № 19 Изучение конструкции и работы автоцементовозов .....	130
Список литературы.....	133

## Пояснительная записка

Настоящие рекомендации разработаны в целях определения порядка проведения и оформления практических занятий.

Выполнение студентами практических занятий направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам учебных дисциплин и междисциплинарных курсов в рамках профессиональных модулей;
- формирование умений применения полученных знаний на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Цель работ:

- формирование практических умений: обращения с различными приборами, установками, аппаратурой, лабораторным оборудованием;
- формирование исследовательских умений: наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимость, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, оформлять результаты в виде отчетов.

Целью практических занятий является формирование и совершенствование практических умений:

- **профессиональных** – выполнение определенных действий, операций, необходимых в последующей профессиональной деятельности;
- **учебных** – решение задач, необходимых в последующей учебной деятельности.

**Содержанием практических задач** является решение различного рода задач, в том числе профессиональных:

- анализ работы схем, устройств;
- решение ситуационных производственных задач;
- выполнение профессиональных функций;
- выполнение вычислений, расчетов, чертежей;
- работа с измерительными приборами, оборудованием, аппаратурой;
- работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками;
- составление проектной, плановой и другой технической и специальной документации и др.

Формы организации студентов на практических занятиях:

- **фронтальная** – все студенты выполняют одну и ту же работу;

- *групповая* – одна и та же работа выполняется бригадами по 2-5 человек;
- *индивидуальная* – каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Непосредственно перед выполнением практического занятия преподаватель проверяет готовность обучающихся к ее выполнению, по возможности с применением технических средств обучения и других современных методов контроля: тестирование, технический диктант, проверка домашнего задания и т.д.

### **Требования к знаниям и умениям при выполнении практических работ**

В результате выполнения практических работ обучающийся должен **уметь:**

- читать, собирать и определять параметры электрических цепей электрических машин постоянного и переменного тока;
- читать кинематические и принципиальные электрические, гидравлические и пневматические схемы подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- проводить частичную разборку, сборку сборочных единиц подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- определять техническое состояние систем и механизмов подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- выполнять основные виды работ по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования в соответствии с требованиями технологических процессов;
- организовывать работу персонала по эксплуатации подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин, технологического оборудования;
- осуществлять контроль за соблюдением технологической дисциплины;
- обеспечивать безопасность работ при эксплуатации и ремонте подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- разрабатывать и внедрять в производство ресурсо – и энергосберегающие технологии;
  - применять методики при проведении наладки, регулировки, технического обслуживания и ремонта электрических, пневматических и гидравлических систем железнодорожно-строительных машин;
  - применять методики при проведении наладки и регулировки железнодорожно-строительных машин, оборудованных лазерными установками, промышленной электроникой и контрольно-измерительной аппаратурой;
  - применять методики при проведении проверки и настройки параметров и характеристик дефектоскопных установок, ультразвуковых и магнитных съемных дефектоскопов, дефектоскопов с микропроцессорными устройствами;
  - пользоваться измерительным инструментом;
  - пользоваться слесарным инструментом;
  - проводить испытания узлов, механизмов и оборудования электрических, пневматических и гидравлических систем железнодорожно-строительных машин после наладки на специализированных стендах;
  - проводить испытания узлов, механизмов и систем автоматики, электроники железнодорожно-строительных машин, оборудованных лазерными

установками, промышленной электроникой и электронной контрольно-измерительной аппаратурой после наладки на специализированных стендах;

- проводить испытания электрического, пневматического, механического и гидравлического оборудования, узлов, механизмов, систем автоматики, электроники железнодорожно-строительных машин, оборудованных лазерными установками, промышленной электроникой и электронной контрольно-измерительной аппаратурой управления после ремонта на специализированных стендах;

- производить разборку, сборку, наладку, регулировку узлов, механизмов и оборудования электрических, пневматических и гидравлических систем железнодорожно-строительных машин;

- производить разборку, сборку, регулировку, наладку, узлов, механизмов и систем автоматики, электроники железнодорожно-строительных машин, оборудованных лазерными установками, промышленной электроникой и электронной контрольно-измерительной аппаратурой;

- производить разборку, сборку, наладку, регулировку электрического, пневматического, механического и гидравлического оборудования, узлов, механизмов, систем автоматики, электроники железнодорожно-строительных машин, оборудованных лазерными установками, промышленной электроникой и электронной контрольно-измерительной аппаратурой управления;

- применять методики при проведении технического обслуживания и ремонта железнодорожно-строительных машин, оборудованных лазерными установками, промышленной электроникой и контрольно-измерительной аппаратурой;

- составлять и оформлять документацию для лицензирования производственной деятельности структурного подразделения;

- оформлять заданную учетно-отчетную или планирующую документацию;

- оформлять маршрутные листы;

- оформлять технический формуляр;

- оформлять журнал учета работы, периодических технических обслуживаний и ремонтов;

- оформлять акт контрольной проверки тормозов;

- оформлять контрольно-технический осмотр ССПС;

- оформлять контрольно-технический осмотр СНПС (снегоуборочных типа СМ и снегоочистительных типа СДП);

- оформлять акт готовности машины к транспортированию на своих осях (в составе поезда);

- оформлять акт о знании устройства машины и условий ее транспортирования.

### **Знать:**

- устройство и принцип действия железнодорожно-строительных машин, автомобилей, тракторов и их основных частей;

- принципы, лежащие в основе функционирования электрических машин и электронной техники;

- конструкцию и технические характеристики электрических машин постоянного и переменного тока;

- назначение, конструкцию, принцип действия подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования, правильность их использования при ремонте дорог;
- основные характеристики электрического, гидравлического и пневматического приводов подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- основные положения по эксплуатации, обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- организацию технического обслуживания, диагностики и ремонта деталей и сборочных единиц машин, двигателей внутреннего сгорания, гидравлического и пневматического оборудования, автоматических систем управления подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- способы и методы восстановления деталей машин, технологические процессы их восстановления;
- методику выбора технологического оборудования для технического обслуживания, диагностики и ремонта подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- основы технического нормирования при техническом обслуживании и ремонте машин;
  - устройство железнодорожно-строительных машин и механизмов;
  - устройство дефектоскопных установок;
  - устройство ультразвуковых и магнитных съемных дефектоскопов, дефектоскопов с микропроцессорными устройствами;
  - электрические и кинематические схемы железнодорожно-строительных машин и механизмов, дефектоскопных установок и ультразвуковых и магнитных съемных дефектоскопов, дефектоскопов с микропроцессорными устройствами;
  - технология и правила наладки, регулировки, технического обслуживания и ремонта железнодорожно-строительных машин и механизмов;
  - способы предупреждения и устранения неисправности железнодорожно-строительных машин и механизмов;
  - способы предупреждения и устранения неисправности дефектоскопных установок;
  - способы предупреждения и устранения неисправности ультразвуковых и магнитных съемных дефектоскопов, дефектоскопов с микропроцессорными устройствами;
  - принцип действия контрольно-измерительного инструмента и приборов;
  - правила проверки и настройки параметров и характеристик дефектоскопных установок, ультразвуковых и магнитных съемных дефектоскопов, дефектоскопов с микропроцессорными устройствами основы электротехники;
  - основы пневматики;
  - основы механики;
  - основы гидравлики;
  - основы электроники;



- основы радиотехники;
- правила и инструкции по охране труда в пределах выполняемых работ;
- правила пользования средствами индивидуальной защиты;
- правила пожарной безопасности в пределах выполняемых работ;
- нормативные акты, относящиеся к кругу выполняемых работ.

Данные практические работы направлены на формирование у обучающихся

<b>Код</b>	<b>Наименование компетенций</b>
ОК 01.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;
ОК 02.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;
ОК 03.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;
ОК 04.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;
ОК 05.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;
ОК 06.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей;
ОК 07.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;
ОК 08.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности;
ОК 09.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;
ОК 10.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках;

<b>Код</b>	<b>Наименование компетенций</b>
ПК 2.1	Выполнять регламентные работы по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования в соответствии с требованиями технологических процессов
ПК 2.2	Контролировать качество выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования
ПК 2.3	Определять техническое состояние систем и механизмов подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования

ПК 2.4	Вести учетно-отчетную документацию по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования
--------	--

### **Критерии оценок деятельности обучающихся**

#### ***Оценка «5»***

- практическая работа выполняется в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и правильно решение задач;
- выполняется полностью самостоятельно (подбирает необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знания, показываются необходимые для проведения практических работ теоретические знания, практические умения и знания);
- работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации форме.

#### ***Оценка «4»***

- практическая работа выполняется в полном объеме и самостоятельно;
- допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата;
- работа показывает знание основного теоретического материала и овладения умениями, необходимыми для самостоятельного проведения работы;
- могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

#### ***Оценка «3»***

- практическая работа выполняется и оформляется при помощи преподавателя выполнивших на «5» данную работу.
- на выполнение работы затрачивается много времени.

#### ***Оценка «2»***

- выставляется в том случае, когда студент не подготовлен к выполнению этой работы;
- полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью;
- показывает плохие знания теоретических материалов и отсутствие необходимых умений;

Отчет по практической работе каждый обучающийся выполняет индивидуально с учетом рекомендаций по выполнению практического задания и оформляет его в отдельной тетради для практических работ.

### **Оформление практических занятий**

Отчеты практическим занятиям оформляются на листах формата А 4 и должны содержать:

- титульный лист общий для всех работ;

–основная часть по каждой работе, в которой указан номер работы, цель работы, оборудование и материалы, необходимые таблицы, расчеты, выводы в соответствии с целью лабораторной работы или практического занятия.

Текст разрешено вписывать четким разборчивым почерком пастой черного или синего цвета.

Оценки за практические занятия выставляются по пятибалльной системе и учитывают:

–подготовку лабораторных работ и практических занятий;

--выполнение лабораторных работ и практических занятий; –ответы на вопросы по итогам выполнения работ.

Отчеты студентов по практическим занятиям хранятся у преподавателя до конца учебного года. Лучшие отчеты используются в работе преподавателя.

## Практическая работа № 1

### Изучение конструкции приводов и передач машин. Механический привод машин

**Цель работы:** изучение конструкции типовых приводов машин, знакомство с компоновкой узлов и определение основных технических характеристик привода.

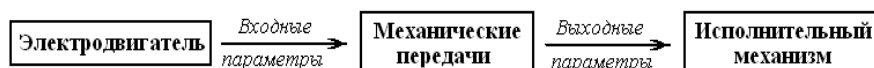
**Задание:**

- 1) вычертить кинематическую схему заданного привода;
- 2) определить основные технические характеристики привода;
- 3) назначить муфту упругую и определить несоосности валов.

Теоретическое введение

**Привод** – энергосиловое устройство, приводящее в движение машину или механизм. Он состоит из источника энергии, передаточного механизма и аппаратуры управления. Источником энергии может служить электрический, гидравлический, пневматический или тепловой двигатель. В этом случае привод называется электрическим, гидравлическим и т.д.

В машиностроении, как правило, применяются электроприводы, которые подразделяются по виду передаточного механизма: зубчатые, червячные, ременные и цепные. В состав привода могут быть включены как открытые, так и закрытые механические передачи. Общая схема перечисленных приводов представляется в виде:



Основными входными и выходными параметрами механического привода являются: мощность  $N$ , кВт; частота вращения  $n$ , мин<sup>-1</sup>; крутящий момент  $T$ , Нм. Потери мощности от электродвигателя к исполнительному механизму характеризует коэффициент полезного действия (КПД) привода, который определяется как произведение КПД составляющих элементов и передач:  $\eta_{общ} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \dots$

Для понижающих приводов частота вращения уменьшается на величину передаточного отношения привода:  $i_{общ} = n_{вх} / n_{вых} \geq 1$ . Значение крутящего момента возрастает от вала электродвигателя к приводному валу исполнительного механизма:

$$T = 9550 \frac{N}{n} .$$

Установка привода на общем фундаменте и монтаж составных его частей – серьезная техническая задача. Для соединения валов отдельных узлов привода

используют муфты, которые по классификации бывают: неуправляемые (глухие, упругие, компенсирующие жесткие); управляемые (кулачковые, фрикционные); автоматические (центробежные, предохранительные, свободного хода).

Подбор муфты проводят по основной характеристике:  $[T] \geq T_j$ , где  $[T]$  – допускаемый крутящий момент передаваемый муфтой;  $T_j$  – крутящий момент на соединяемых валах. Муфты стандартизованы и после определения основной характеристики их уточняют по диаметру соединяемых валов и предельно допустимой частоте вращения.

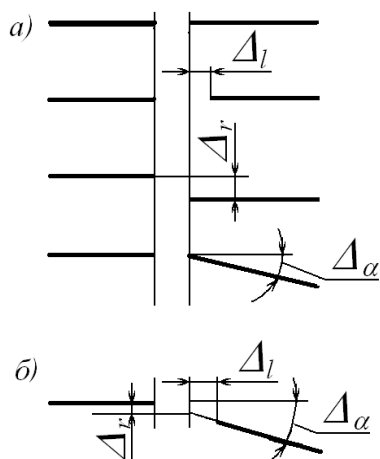


Рис. 1.. Несоосности валов

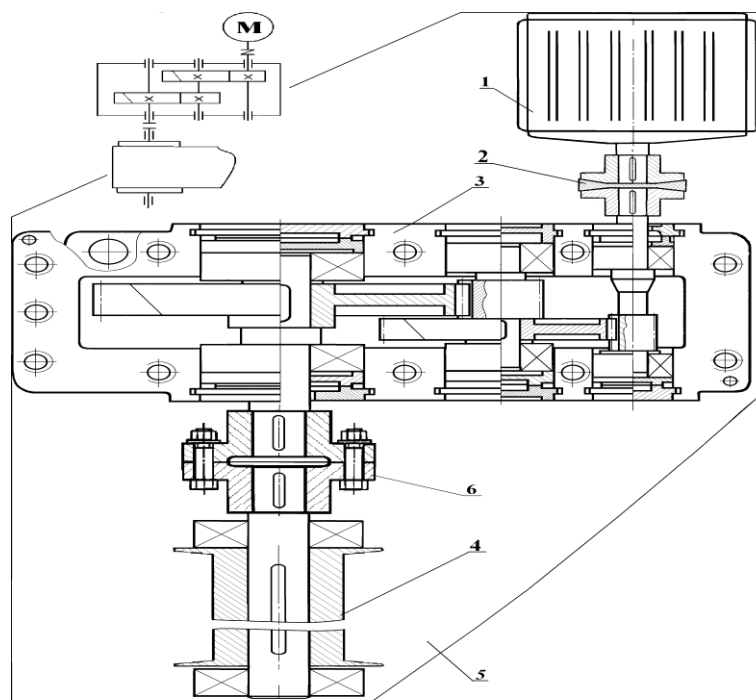


Рис..2. Привод ленточного транспортера:

1 – электродвигатель; 2 – муфта упругая; 3 – редуктор; 4 – барабан; 5 – рама; 6 – муфта фланцевая

При монтаже привода на раму возможны три вида отклонений от правильного взаимного расположения соединяемых валов (рис. 1.1, а):  $\Delta_l$  –

продольное (осевое) смещение;  $\Delta_r$  – радиальное;  $\Delta_\alpha$  – угловое. На практике встречается комбинация всех трех отклонений (рис. 1.1, б). Компенсация вредного влияния несоосности валов достигается, например, за счет деформации отдельных деталей (муфты упругие) или за счет подвижности жестких деталей (компенсирующие жесткие детали).

## Оборудование

На рис.2 изображен привод ленточного транспортера. Вал электродвигателя 1 и быстроходный вал редуктора 3 соединяются муфтой упругой 2. Тихоходный вал редуктора и приводной вал с барабаном 4 соединяются фланцевой муфтой 6. Привод установлен на раму 5.

Упругая связь полумуфты 2 позволяет: компенсировать несоосность валов; устранить резонансные колебания при периодически изменяющейся нагрузке; снизить ударные перегрузки.

Способ определения отклонения от правильного взаимного расположения валов соединяемых муфтой отображен на рис. 1.3. Угловое смещение валов

определяем по соотношению  $\Delta_\alpha = \arctg \frac{(A - B)}{D}$ ; осевое смещение – из уравнения

$$\Delta_l = \frac{(A + B)}{2}$$

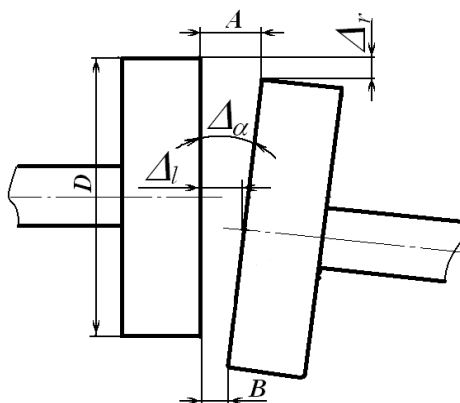


Рис. 3. Определение несоосностей валов

### Порядок выполнения работы

1. Вычертить кинематическую схему заданного привода и ввести обозначение каждого вала привода:

а) двигатель → муфта упругая → редуктор → муфта фланцевая → приводной вал ленточного транспортера;

б) двигатель → клиноременная передача → редуктор → муфта упругая → приводной вал цепного конвейера;

в) двигатель → муфта упругая → редуктор → цепная передача → приводной вал ленточного транспортера;

г) двигатель → плоскоременная передача → редуктор → муфта упругая → приводной вал цепного конвейера;

д) двигатель → муфта упругая → редуктор → открытая коническая передача → приводной вал механизма поворота.

**Примечание:** редуктор и схема привода задается преподавателем.

2. По диаметру выходного участка тихоходного вала  $d_{Т.В}$  (мм) определить величину крутящего момента на тихоходном валу редуктора  $T_{Т.В}$ , Нм:

$$T_{Т.В} = \frac{0,2[\tau]_к d_{Т.В}^3}{10^3},$$

где  $[\tau]_к = 20 \text{ Н/мм}^2$  – допустимое напряжение на кручение без учета изгиба для тихоходного вала редуктора.

3. Общее передаточное отношение привода:

$$i_{общ} = i_{ред}^{факт} i_{отк.п.}$$

**Примечание:**

1. Значение  $i_{отк.п.}$  назначить из следующих диапазонов:

Таблица 1.

Тип передачи	Передаточное отношение	
	рекомендуемое	предельное
Зубчатая коническая открытая	2 ... 4	8
цепная	1,5 ... 3	4
ременная	2 ... 4	5

2. При отсутствии открытой передачи в схеме привода  $i_{общ} = i_{ред}^{факт}$ .

4. Определить общий коэффициент полезного действия привода  $\eta_{общ}$  как произведение КПД отдельных элементов и передач, входящих в привод.

5. Определить величину крутящего момента на приводном валу  $T_{прив.в.}$ , Нм:

$$T_{прив.в.} = T_{Т.В.} i \eta,$$

где  $i$  – передаточное отношение, учитывающее изменение частоты вращения от тихоходного вала редуктора к приводному валу (муфта не изменяет частоту вращения соединяемых валов  $i = 1$ );  $\eta$  – КПД, учитывающий потери

мощности при передаче вращения от тихоходного вала редуктора к приводному валу.

5. Определить расчетную мощность электродвигателя  $N_{дв}^{расч}$ , кВт для заданной номинальной частоты вращения вала электродвигателя:

$$N_{дв}^{расч} = \frac{T_{прив.в.} \cdot n_{дв}^{ном}}{9550 \cdot i_{общ} \cdot \eta_{общ}}$$

Ориентировочное значение номинальной частоты вращения вала электродвигателей серии 4А задается преподавателем:

- = 700; 950; 1430; 2880 мин<sup>-1</sup>.
- Назначить по справочному материалу [1, табл. 2П] марку двигателя с мощностью  $N_{дв}$ , округляя значение  $N_{дв}^{расч}$  в большую сторону для исключения перегрузки электродвигателя. Затем уточнить значение номинальной частоты вращения вала двигателя  $n_{дв}^{ном}$ , мин<sup>-1</sup>.

7. Определить основные параметры на каждом валу привода для выбранного электродвигателя:

- б. – мощность  $N_j$ , кВт;
- частота вращения  $n_j$ , мин<sup>-1</sup>;
- крутящий момент на каждом валу  $T_j$ , Нм.

8. Результаты расчета оформить в виде таблицы 2 Техническая характеристика привода

Таблица.2

Техническая характеристика	Обозначение	Значение
Мощность на приводном валу, кВт	$N_{прив}$	
Частота вращения приводного вала, мин <sup>-1</sup>	$n_{прив}$	
Общее передаточное отношение привода	$i_{общ}$	



Техническая характеристика	Обозначение	Значение
Передаточное отношение редуктора	$i_{ред}^{фак}$	
Мощность электродвигателя, кВт	$N_{дв}^{ном}$	
Номинальная частота вращения вала электродвигателя, мин <sup>-1</sup>	$n_{дв}^{ном}$	

9. Одобрать муфту упругую по передаваемому крутящему моменту и диаметру соединяемых валов; записать следующие предельно допустимые значения:

7.  $n_{пред}$  – частота вращения;

$\Delta_l$  – продольное (осевое) смещение;

$\Delta_r$  – радиальное смещение;

$\Delta_\alpha$  – угловое смещение.

**Примечание:** муфта задается преподавателем (муфта с резиновой звездочкой; муфта упругая втулочно-пальцевая; муфта с упругой оболочкой; муфта с цилиндрическими пружинами).

10. Вычертить конструкцию назначенной муфты упругой с указанием основных геометрических параметров и упругого элемента.

11. Для привода изображенного на рис. 1.2 определить несоосность валов соединяемых муфтой упругой 2. Для чего измерить радиальную  $\Delta_r$ , осевую  $\Delta_l$  и угловую  $\Delta_\alpha$  несоосности валов электродвигателя и редуктора, руководствуясь рис. 3.

**Вывод к практической работе.**

## Практическая работа № 2

### Изучение конструкции гидравлических приводов машин и оборудования

**Цели работы:** изучить принцип действия объемного гидропривода и пневматического привода, назначение основных элементов гидро- и пневмопривода; закрепить навыки, полученные при изучении конструкций машин.

#### Теоретические сведения

В современных дорожно-строительных машинах объемный гидропривод получил широкое применение, т.к. обладает преимуществами по сравнению с механическим. К ним относятся:

- возможность плавного и бесступенчатого регулирования скорости;
- простота осуществления процесса реверсирования;
- возможность реализации больших передаточных отношений и передача
- больших мощностей;
- надежная защита от перегрузок в системе;
- самосмазываемость узлов гидросистемы.

#### К недостаткам относятся:

- влияние температуры внешней среды на работоспособность гидропривода;
- чувствительность к загрязнению рабочей жидкости;
- повышенные требования к точности изготовления деталей и их ремонту.

Отмеченные недостатки не являются неустраняемыми. Избежать их позволяет применение новых рабочих жидкостей, новых конструкционных материалов, систем регулирования температуры рабочей жидкости, а также более высокая культура эксплуатации и обслуживания.

В общем случае объемный гидропривод состоит из следующих элементов (рис. 2.1): гидроцилиндров 6, гидрораспределителя 5 с секциями (золотниками), насоса 3, бака 1, фильтрующего элемента 8 с предохранительным клапаном 9, трубопроводов.

Большое распространение в строительных машинах получили гидроприводы объемного типа, работа которых основана на передаче энергии жидкости, характеризуемой давлением и расходом.

Принцип действия объемного гидропривода следующий: насос 3 нагнетает рабочую жидкость в трубопровод высокого давления, гидрораспределитель 5 золотникового типа обеспечивает возможность изменения направления потока рабочей жидкости к гидроцилиндру 6 по

трубопроводу 10 или 11, при этом слив рабочей жидкости осуществляется по трубопроводам 11 и 10 через распределитель, сливной трубопровод и фильтрующий элемент 8 в гидробак 1. Усилие и скорость перемещения штока гидроцилиндра будет зависеть от давления и расхода рабочей жидкости. Предохранение насоса от чрезмерного давления осуществляется предохранительными клапанами 9.

**Рабочие жидкости гидросистемы** – предназначены для передачи энергии от насоса к гидродвигателю. Основными свойствами являются вязкость, сжимаемость.

Под вязкостью жидкости понимается ее свойство оказывать сопротивление деформации сдвига. Это одна из наиболее важных характеристик для расчета и проектирования объемных гидроприводов. Размерность динамической и кинематической вязкости в системах СИ и МК ГСС выражается:  $\nu$  (пуаз) – 1 П = 1 г/см с;  $\mu$  (стокс) – 1 Ст = 1  $10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

Рабочая жидкость марки МГ-15-В(с) (бывшее ВМГЗ) (ГОСТ 17479.3-85) предназначена для эксплуатации в районах Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока. Эта жидкость совместима с резинотехническими изделиями, входящими в комплект гидрооборудования, и нетоксична.

Срок эксплуатации рабочей жидкости марки МГ-15-В(с) без замены – 3500 – 4000 ч. Заменителем масла марки МГ-15-В(с) (ВМГЗ) является веретенное масло марки АУ (ГОСТ 1642-75).

Масло марки М-46-В (бывшее МГ-30) (ГОСТ 17479.3-85) предназначено для эксплуатации при положительных температурах на открытом воздухе. Срок службы 3500 – 4000 ч. Заменителем является масло марки ИС-30 (ГОСТ 20799-88).

**Насосы и гидромоторы.** Насос – машина, в которой механическая энергия приводного двигателя преобразуется в энергию потока рабочей жидкости. В объемном насосе жидкая среда перемещается посредством периодического изменения объема, занимаемого ею в камере, попеременно сообщающейся с входом и выходом насоса.

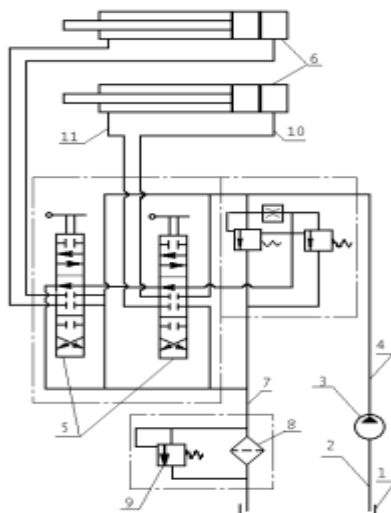


Рис. 2.1 – Принципиальная схема объемного гидропривода

Гидромашина, предназначенная для работы в режиме насоса и режиме мотора, называется насос – мотором. В гидроприводе строительных машин наибольшее распространение получили шестеренные и аксиально-поршневые насосы и гидромоторы.

Основными параметрами насосов и гидромоторов являются рабочий объем  $g$ , давление  $p$ .

Шестеренные насосы бывают с шестернями внешнего и внутреннего зацепления, с прямыми, косыми и шевронными шестернями, а также одно-, двух- и трехсекционными.

Шестеренные насосы относятся к группе зубчатых. Наиболее широко применяются следующие марки насосов: НШ-10, НШ-32, НШ-46, НШ-50, НШ-67, НШ-98. Максимальное давление, развиваемое шестеренными насосами, обычно 10 МПа и реже 15 – 20 МПа.

Этот тип отличается простотой конструкции, надежностью, малыми габаритами и массой, большим сроком службы (до 5000 ч), небольшой стоимостью. К недостаткам относятся значительный шум при работе, малый КПД при высоких температурах, пульсация потока жидкости, малая вакуумметрическая высота всасывания.

Аксиально-поршневые гидронасосы и моторы. Широкое распространение получили аксиально-поршневые гидронасосы, регулируемые насосы типа 207, сдвоенные регулируемые насосы типа 223, нерегулируемые насосы и гидромоторы типа 210, НПА-64.

**Принцип действия.** От двигателя вращение передается на приводной вал насоса. Одновременно с валом вращается и блок цилиндров, в котором расположены поршни. При этом за счет угла наклона  $\alpha$  между осью вала и осью блока цилиндров поршни за каждый оборот вала совершают один двойной ход относительно блока цилиндров. При возвратно-поступательном движении поршня за первую половину оборота вала происходит всасывание, а за вторую — нагнетание рабочей жидкости. Поэтому и распределительный диск имеет два дуговых окна, через одно из которых происходит всасывание, а через другое — нагнетание рабочей жидкости.

**Распределительная гидроаппаратура.** Распределительные устройства (гидрораспределители) предназначены для изменения направления движения потока жидкости с целью обеспечения включения, реверсирования, остановки и фиксации гидродвигателей в необходимом положении. Они характеризуются следующими основными параметрами: номинальное давление  $P_{ном}$ , номинальный поток  $Q_{ном}$  и номинальный проход  $D_{ном}$ .

**Исполнительные гидроцилиндры.** Это машины, предназначенные для преобразования энергии потока рабочей среды в энергию движения выходного звена. Гидроцилиндр — объемный гидродвигатель с прямолинейным возвратно-

поступательным движением выходного звена относительно корпуса. Основными параметрами силовых гидроцилиндров являются номинальное давление  $P_{\text{ном}}$ , внутренний диаметр  $D$ , диаметр штока  $d$ , ход поршня  $h$ . Гидроцилиндр имеет корпус, в котором находится поршень, шток поршня выходит наружу и соединяется с нагрузкой. Для устранения наружных утечек рабочей жидкости по неподвижным и подвижным разъемам (соединениям), а также внутренних перетечек жидкости из одной полости в другую указанные разъемы герметизируются при помощи уплотнительных колец или других уплотнительных устройств. Жидкость, поступающая в цилиндр под давлением, действует на его поршень, развивает усилие, преодолевающее трение и внешнюю нагрузку, приложенную к штоку.

**Гидравлические дроссели.** Предназначены для регулирования скорости перемещения выходных звеньев (штоков) гидроцилиндра, вала (гидромотора) путем изменения расхода рабочей жидкости, подводимой к исполнительным гидродвигателям (гидроцилиндр, гидромотор). Принцип действия дросселя основан на изменении сопротивления прохождения рабочей жидкости при изменении величины щелевого зазора, образуемого между рабочим элементом и кольцевой поверхностью подводящего канала.

**Гидроклапаны.** Предназначены для предохранения гидросистемы от перегрузки давлением и разгрузки от давления (предохранительные клапаны), создания в системах гидроприводов постоянного давления (редукционные клапаны), осуществления потока рабочей жидкости только в одном направлении (обратные клапаны). Принцип действия предохранительного клапана, состоящего из шарикового рабочего элемента, корпуса, пружины, регулирующего элемента: при возникновении повышенного давления в гидравлической системе происходит отжатие шарикового рабочего элемента, сжатие пружины на определенную величину, перетекание избыточного объема жидкости через отводящий канал в гидробак.

**Фильтры.** В рабочей жидкости всегда присутствуют в определенном количестве твердые механические и органические примеси, которые приводят к интенсивному разрушению трущихся поверхностей деталей и в конечном счете к преждевременному выходу из строя гидроагрегатов. Отсутствие или недостаточная эффективность фильтра сокращают срок службы насосов и гидромоторов. Наиболее опасными являются такие частицы, размер которых составляет 75% (и более) зазора в подвижных соединениях. Наибольшее распространение получили фильтры механического действия с сетчатым и бумажным фильтрующими элементами из-за простоты конструкции, удобства эксплуатации и возможности многократного использования. Основными их характеристиками являются условный проход  $D_y$ , номинальное давление  $P_{\text{ном}}$  и номинальная тонкость фильтрации  $\delta$ . Рекомендуется ряд значений тонкостей фильтрации: 10, 25, 40, 63, 80 и 125 мкм. В гидросистемах строительных машин применяются магистральные фильтры с бумажными элементами и встроенные с бумажными и проволочными (сетчатыми), обеспечивающими тонкость фильтрации 25, 40 и 63 мкм.

**Гидробаки, трубопроводы и соединительная арматура.** Гидробак предназначен для хранения, отстоя, охлаждения и деаэрации рабочей жидкости. Полезный объем бака обычно не превышает двухминутного расхода насоса  $Q$ . Основным параметром гидробаков является номинальная емкость. ГОСТ 16770-71 определяет ряд номинальных емкостей: 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 26; 54; 63; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800 ... дм<sup>3</sup> масляных баков. Полезный объем бака должен составлять  $2/3$  всего объема. Для отделения сливного трубопровода от всасывающего устанавливается перегородка высотой  $1/3$  от уровня рабочей жидкости и успокоительные перегородки, которые имеют отверстия и крепятся ко дну и верхней крышке бака.

Трубопроводы предназначены для подачи рабочей жидкости от насоса к гидрораспределителям, гидродвигателям. По назначению различают трубопроводы напорные, всасывающие, сливные и дренажные. По конструктивным признакам они делятся на жесткие (металлические трубы) и гибкие (резиновые и резинометаллические шланги). Гибкие изготавливаются с одной, двумя и тремя металлическими оплетками. Гибкие шланги недолговечны, поэтому необходимо применять жесткие трубопроводы и поворотные соединения, изготавливаемые для номинального давления 16 МПа с условным проходом 8...40 мм и максимальной скоростью вращения 1,35 рад/с. Соединение труб между собой в разветвленных гидросистемах осуществляется с помощью тройников или сваркой. К присоединительной арматуре также относятся гайки, штуцеры, ниппели, угольники и т.п.

**Пневматические передачи.** Пневматические передачи для рабочих органов редко применяются на строительных машинах. В основном их используют в механизмах управления на машинах, оборудованных компрессорами, например, для дистанционного управления приводными лебедками бульдозеров, скреперов и др. Пневматические передачи широко применяют в тормозных устройствах. Источником энергии для таких передач служит компрессор, приводимый в движение двигателем, а рабочей средой — сжатый воздух. Однако вследствие возможности значительного повышения давления исполнительные механизмы могут иметь резкие колебания при движении. Поэтому пневматические передачи применяют лишь тогда, когда не требуется большой плавности движения рабочих органов. Чтобы избежать сильного понижения температуры воздуха при резком расширении и выделения из него воды, а также предотвращения утечки воздуха давление в пневматических передачах не должно превышать 0,8 – 0,9 МПа. Такое низкое давление не может обеспечить больших усилий в пневмоцилиндрах для привода механизмов рабочих органов. Одним из существенных недостатков пневматических передач является низкий КПД (0,5...0,6).

### **Порядок выполнения**

Оборудование и приборы: элементы гидропривода, лабораторный стенд «гидропривод», лабораторный стенд «пневмопривод».

1. Ознакомиться с правилами техники безопасности.
2. Изучить основные достоинства и недостатки гидропривода строительных машин.

3. Ознакомиться с устройством, принципом действия и основными параметрами элементов гидропривода.
4. Нарисовать схему гидропривода строительной машины (по заданию преподавателя) и описать принцип действия.
5. Описать основные достоинства и недостатки, способы защиты гидро- и пневмопривода от перегрузки.
6. Определить скорость перемещения штока  $V_{ш}$ , время хода поршня  $T_{п}$  и усилие на штоке при прямом и обратном ходах  $T_{п}$  и  $T_{ш}$  гидропривода (рис. 2.2). Исходные данные для расчета приведены в таблице 2.1, где  $P_{ном}$  – номинальное давление,  $Q_{ном}$  – номинальная подача,  $D$  – диаметр цилиндра,  $d$  – диаметр штока;  $\eta_{гм.ц}$  – гидромеханический КПД цилиндра,  $h$  – ход поршня.
7. Изучить основные достоинства и недостатки пневмопривода.
8. Ознакомиться с устройством, принципом действия и основными параметрами элементов пневмопривода машин.
9. Нарисовать схему лабораторного стенда «пневмопривод» (рис. 2.3).
10. Определить площадь поршня в штоковой  $S_{ш}$  и поршневой  $S_{п}$  полостях соответственно по формуле (2.1).

Табл. 2.1 – Исходные данные для расчета параметров гидропривода

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$P_{ном}$ , МПа	10	12	14	16	20	25	32	25	20	16
$Q_{ном}$ , л/мин	280	260	220	200	160	140	120	90	60	30
$D$ , м	Измерить на стенде «Гидропривод»									
$d$ , м	Измерить на стенде «Гидропривод»									
$\eta_{гм.ц}$	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,95	0,94	0,93	0,92
$h$ , м	0,9	0,7	0,8	0,6	0,5	0,35	0,4	0,6	0,7	0,45

Формулы для определения параметров гидропривода:

Площадь поршня в штоковой и поршневой полостях соответственно:

$$S_{ш} = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4}; S_{п} = \frac{\pi D^2}{4}. \quad (2.1)$$

Скорость поршня в обратном и прямом направлениях:

$$V_{ш} = Q_{ном} / S_{ш}; V_{п} = Q_{ном} / S_{п}. \quad (2.2)$$

Усилие на штоке при движении в обратном и прямом направлениях:

$$F_{ш} = P_{ном} \cdot S_{ш} \cdot \eta_{гм.ц}; F_{п} = P_{ном} \cdot S_{п} \cdot \eta_{гм.ц}. \quad (2.3)$$

Время хода поршня в обратном и прямом направлениях соответственно:

$$T_{\text{ш}} = \frac{S_{\text{ш}} \cdot x_{\text{ш}}}{Q_{\text{ком.п}}}; T_{\text{п}} = \frac{S_{\text{п}} \cdot x_{\text{п}}}{Q_{\text{ком.п}}} \quad (2.4)$$

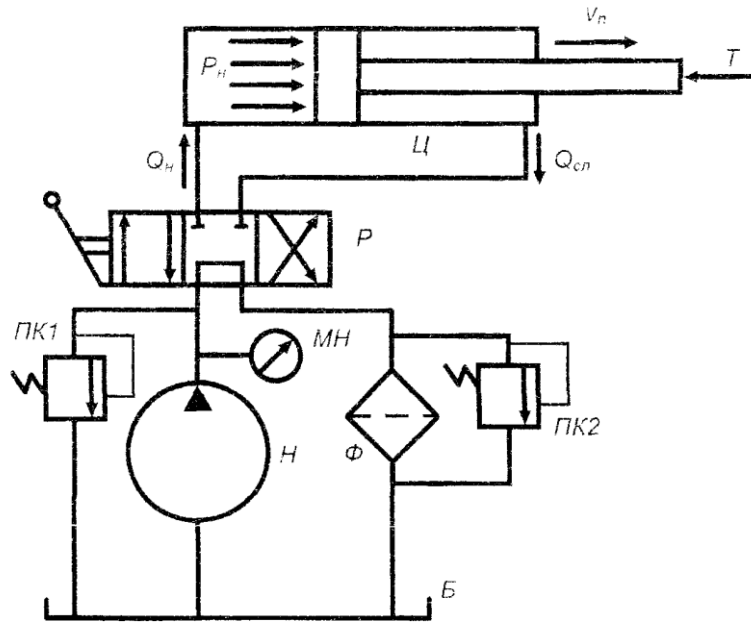


Рис. 2. – Расчетная схема гидропривода

11. Включить кнопку пуска компрессора, создать давление  $P = 0,5$  МПа.

12. Открыть вентиль 10. Включить золотник 11 на выдвижение штока пневмоцилиндра 12. Измерить ход поршня  $L_{\text{ш}}$ .

13. Измерить время движения штока при втягивании  $T_{\text{в}}$  и выдвижении  $T_{\text{выд}}$ . Определить скорости  $V_{\text{ш}}$  и  $V_{\text{п}}$  при давлениях  $P = 0,5; 0,4; 0,3; 0,2; 0,1$  МПа:

$$V_{\text{ш}} = L_{\text{ш}} / T_{\text{в}}, V_{\text{п}} = L_{\text{ш}} / T_{\text{выд}} \quad (2.5)$$

14. Определить величину подачи  $Q$  по формулам

$$Q_{\text{ш}} = V_{\text{ш}} \cdot S_{\text{ш}}; Q_{\text{п}} = V_{\text{п}} \cdot S_{\text{п}} \quad (2.6)$$

15) Определить усилие на штоке при движении в обратном и прямом направлениях:

$$F_{\text{п}} = x_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{м.ц}} \cdot P; F_{\text{в}} = x_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{м.ц}} \cdot P \quad (2.8)$$

где  $\eta_{\text{м.ц}}$  – механический КПД цилиндра (0,6 – 0,7).

Результаты измерений свести в табл. 2.3.

Построить зависимость усилия  $F$  (Н) на штоке от давления  $P$  (МПа) в пневмосистеме.



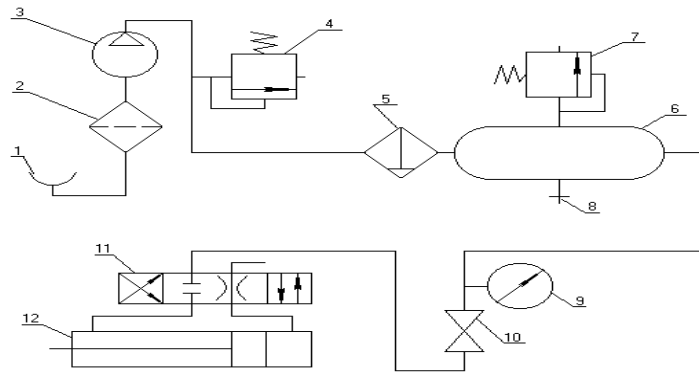


Рис..3 – Схема лабораторного стенда «пневмопривод»: 1 – воздухозаборник; 2 – фильтр; 3 – компрессор; 4 – предохранительный клапан; 5 – влагомаслоотделитель; 6 – ресивер; 7 – предохранительный клапан; 8 – кран для слива конденсата; 9 – манометр; 10 – вентиль; 11 – пневмораспределитель; 12 – пневмоцилиндр

Табл. 3 – Результаты измерений и расчетов параметров пневмопривода

Параметр	1 опыт	2 опыт	3 опыт	4 опыт	5 опыт
$P$ , МПа	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
1	2	3	4	5	6
$T_{в}$ , с					
$T_{выд}$ , с					
$V_{ш}$ , м/с					
1	2	3	4	5	6
$V_{п}$ , м/с					
$Q_{ш}$ , л/МИН					
$Q_{п}$ , л/МИН					
$F_{ш}$ , Н					
$F_{п}$ , Н					

**Содержание отчета:**

- название практической работы;
- цели;
- общие сведения по гидро –и пневмоприводам машин;

- результаты опытных измерений на лабораторном стенде;
- исходные данные для расчета параметров гидро --и пневмопривода;
- схемы гидро --и пневмо приводов машин и оборудования;
- результаты расчета параметров приводов и графические зависимости;
- выводы.

### ***Контрольные вопросы***

1. Преимущества и недостатки гидропривода.
2. В чем заключается принцип действия объемного гидропривода?
3. Какие параметры являются основными для шестеренных насосов?
4. Какие бывают типы гидродвигателей?
5. Назначение и основные параметры гидроцилиндров.
6. Назначение и основные параметры гидрораспределителей.
7. Назначение гидроклапанов.
8. Назначение и типы фильтров.
9. Назначение и устройство гидробаков. Как выбрать объем гидробака?
10. Типы трубопроводов и соединительная арматура.

## Практическая работа № 3

### Изучение расположения узлов на передвижной компрессорной станции

**Цель:** Изучить конструкцию передвижной компрессорной станции с поршневым компрессором, изучить устройство и взаимодействие основных узлов и систем, получить навыки пуска и остановки станции.

#### 1. Назначение передвижных компрессорных станций

Передвижные компрессорные станции с поршневыми компрессорами нашли широкое применение для работ, требующих частых передвижек (например ремонт дорог), а также при разработке скальных грунтов в карьерах. В подземных условиях установки предназначены для питания сжатым воздухом отбойных, бурильных молотков и других потребителей с малым расходом воздуха в шахтах и на поверхности.

Передвижные компрессоры монтируются на самостоятельных прицепных тележках или на шасси автомобилей. В последнем случае компрессор приводится в движение от автомобильного двигателя через коробку отбора мощности.

Конструкцию передвижной компрессорной станции рассмотрим на примере станции ЗИФ ШВКС – 5, предназначенной для работы как в подземных условиях, так и на поверхности. Отличительной особенностью этой станции является то, что она снабжена приводом непосредственно от рудничного взрывобезопасного асинхронного электродвигателя мощностью 34 кВт с частотой вращения 975 об/мин.

#### 2 Технические данные станции ЗИФ ШВКС – 5

1	Тип станции	Передвижная шахтная воз
2	Марка	прессорная
3	Расчётная производительность	ЗИФ – ШВКС – 5
4	Рабочее давление	4,65 м <sup>3</sup> /мин
5	Компрессор	7 атм
6	Привод	Двухступенчатый, V – об
7	Число оборотов электродвига	хрядный, с воздушным охлаждением
8	прессора	Непосредственно от рудн
9	Габариты станции:	ывобезопасного асинхр
		ктродвигателя серии МА – 140
		975 об/мин

10	длина	2800 мм
11	ширина в верхней части	1005 мм
12	ширина по осям скатов	1178 мм
13	высота	1490 мм
	Давление от	2,2 атм
	дохранительных клапанов:	7,2 атм
	I ступени	0,46 м <sup>3</sup>
	II ступени	Эластичная, с резиновыми пальцами
	Емкость воздухоборника	Автоматическое, путём п
	Соединительная муфта	прессора на холостой ход
	Регулирование производительности	Автоматическая, отклиц
	Тепловая защита	электродвигателя при повышении темпе того воздуха свыше 182°C

#### КОМПРЕССОР

14	Марка	ЗИФ – ШВКС – 5
15	Тип	Поршневой, V – образный, двухр стого действия
16	Число ступеней	2
17	Охлаждение	Воздушное
18	Число цилиндров:	2
19	I ступени	2
20	II ступени	200 мм
21	Диаметр цилиндров:	115 мм
22	I ступени	110 мм
23	II ступени	975 об/мин
24	Ход поршня	34 кВт
25	Число оборотов	Барботажная по принципу «постс вня»
26	Мощность на валу компрессора	

27	Смазка	Компрессорное масло «М» по ГОСТ
28	Масло	12 л
29	Ёмкость масляной системы	100 г/час
30	Расход масла	Самодействующие, винтовые, тарельчатые
31	Клапаны	Конические роликовые
32	Подшипники:	Скользящие
33	коренные	Двухкривошипный
34	шатунные	Раздельные, ребристые
35	Коленчатый вал	Литые из алюминиевого сплава
	Цилиндры	Литые чугуновые
	Поршни:	Чугунные: по два уплотнительных и два маслосъемных на поршень
	I ступени	
	II ступени	Штампованные с баббитовой заливкой на головке
	Кольца поршневые	1950 об/мин
	Шатуны	Двумя клиновидными ремнями
	Вентилятор:	Комбинированные с центробежным и контактным методом очистки
	число оборотов	
	привод	2
	Воздушные фильтры:	
	тип	
	количество	
<b>ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ</b>		
36	Электродвигатель:	МА145-2/6, асинхронный с отключением ротора,
	тип	трехфазного тока
	мощность	34 кВт.
	число оборотов	

	напряжение	975 об/мин 220/380 В
<b>ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ХОЛОДИЛЬНИК</b>		
37	Тип	Вертикальный трубчатый с воздушением
38	Диаметр трубок	12×1 мм
39	Число трубок	144
40	Длина трубок в свету	889 мм
41	Число рядов	4
42	Число ходов воздуха	4
43	Лобовая поверхность	0,64 м <sup>2</sup>
44	Теплопередающая поверхность	4,57 м <sup>2</sup>
<b>ВОЗДУХОСБОРНИК</b>		
45	Тип воздухоборника	Горизонтальный сварной
46	Количество	2
47	Ёмкость воздухоборника	0,46 м <sup>2</sup>
<b>КОНТРОЛЬНАЯ АППАРАТУРА</b>		
48	Манометры	4 атм
	I ступени	16 атм
	II ступени	

### 3 Описание станции ЗИФ ШВКС-5

Передвижная шахтная воздушно-компрессорная станция ЗИФ – ШВКС – 5 предназначена для работы в подземных условиях угольных шахт при прохождении подготовительных выработок и других горных работах, где необходимо питание сжатым воздухом пневматических инструментов и моторов. Она состоит из V –образного двухступенчатого компрессора, промежуточного воздушного холодильника, воздухоборника и взрывобезопасного электродвигателя, смонтированных вместе со всем вспомогательным оборудованием на двухосной прицепной тележке со стальными дисковыми скатами (рис. 79).

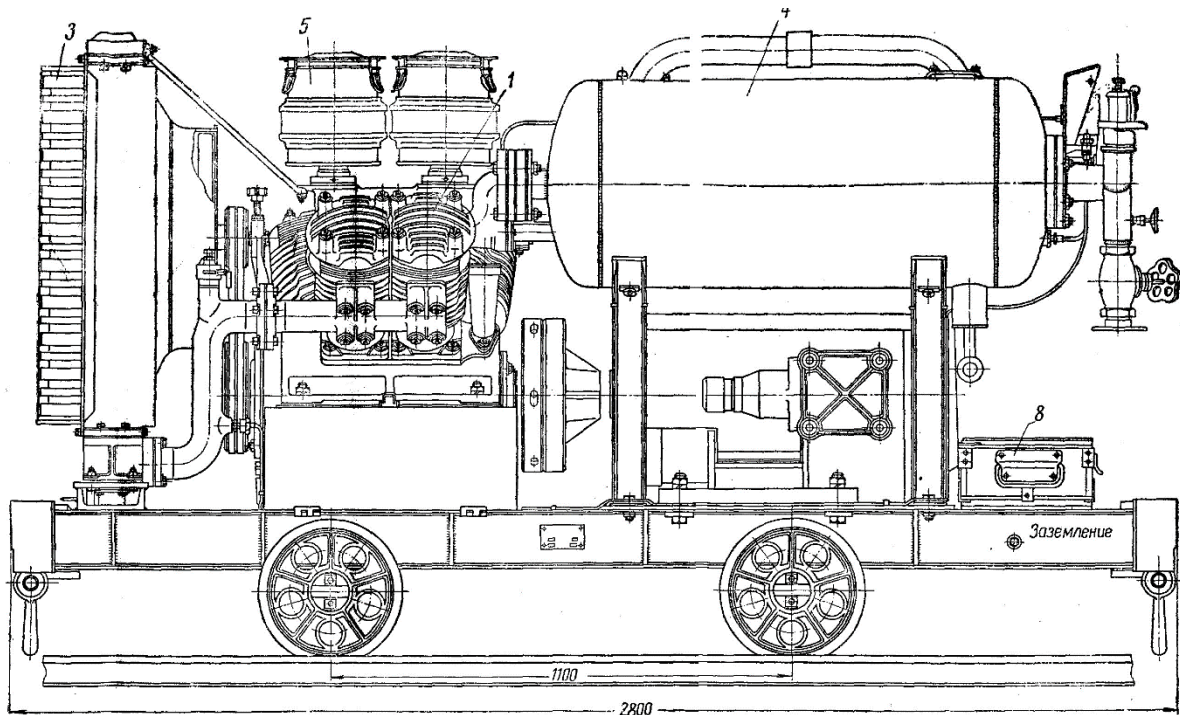


Рисунок 79- Общий вид станции ЗИФ – ШВКС – 5

1 – компрессор; 2 – электродвигатель; 3 – промежуточный холодильник; 4 – воздухохраник; 5 – фильтр; 6 – нагнетательная труба; 7 – муфта; 8 – рама

Схема работы станции: электродвигатель приводит в движение компрессор, который вырабатывает сжатый воздух и нагнетает его в воздухохраник, сглаживающий пульсирующую подачу воздуха. Из воздухохраника сжатый воздух по трём резиновым шлангам и раздаточной трубе поступает к пневматическим инструментам.

Для ограничения роста давления воздуха в I ступени компрессора, при неисправных клапанах II ступени, на всасывающем патрубке II ступени установлен предохранительный клапан низкого давления. Этот клапан открывается при 2,2 атм, стравливая воздух в атмосферу, что сигнализирует о неисправности компрессора. Для ограничения температуры сжатого воздуха в компрессоре на станции установлена тепловая защита, которая отключает электродвигатель от сети при температуре сжатого воздуха в коллекторе I и II ступени выше 182 °С.

Работа компрессора контролируется двумя манометрами низкого (I ступени) и высокого (II ступени) давления.

#### 4 Компрессор

*Компрессор* поршневого типа, одностороннего действия, четырехцилиндровый, двухступенчатый с воздушным охлаждением; состоит из

следующих основных узлов: картера с поддоном, цилиндров I и II ступени, клапанов, крышек цилиндров коленчатого вала с кривошипно-шатунным механизмом, вентилятора, всасывающих и нагнетательных коллекторов.

*Картер* (рис.80 а) — литой чугунный с двумя наклонным) плоскостями в верхней части для установки цилиндров и сапуна.

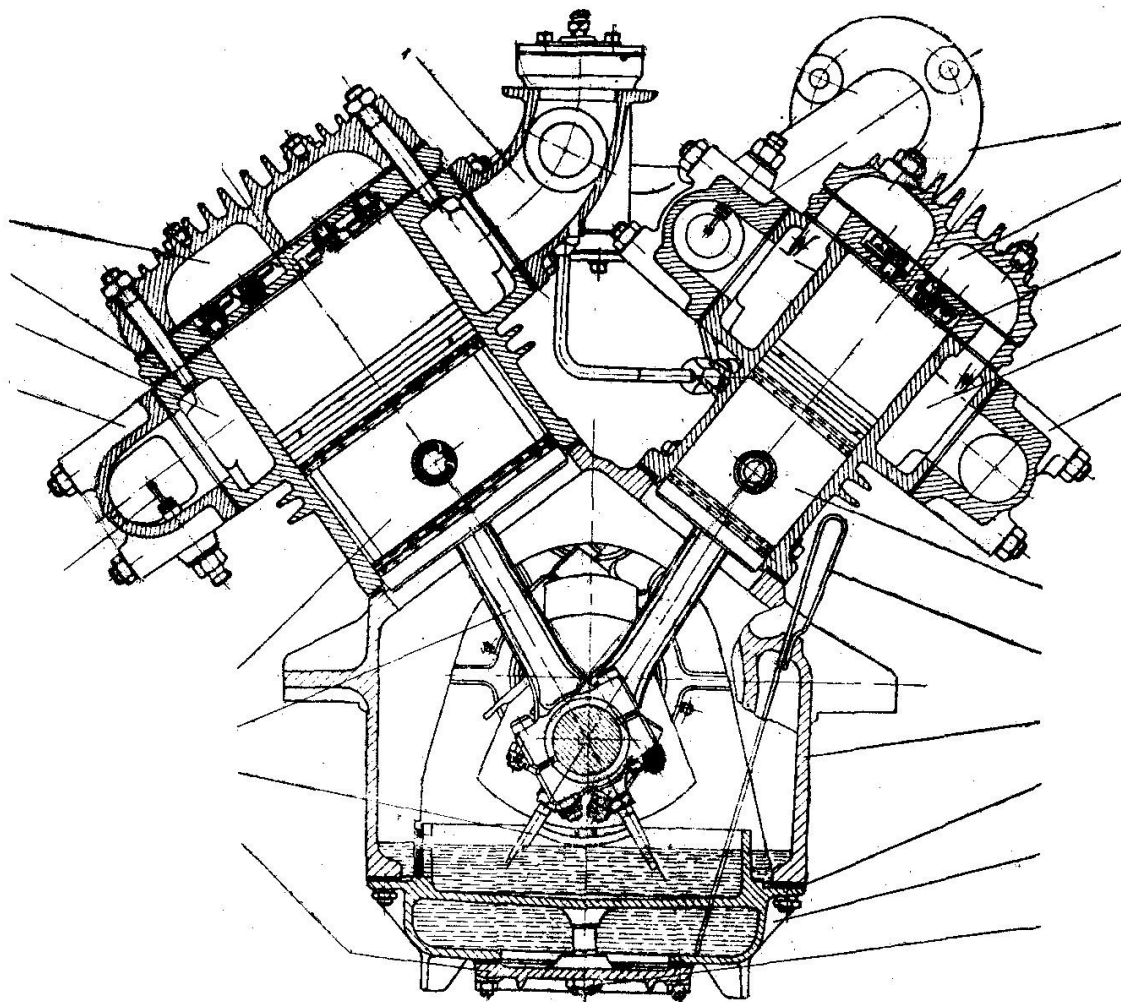


Рисунок 80 а — Поперечный разрез компрессора

1 — всасывающий коллектор I ступени; 2 — крышка цилиндра I ступени; 3 — клапаны I ступени; 4 — цилиндр I ступени;

5 — нагнетательный коллектор I ступени; 6 — поршень I ступени;

7 — шатун; 8 — разбрызгиватель масла; 9 — крышка поддона; 10 — нагнетательный коллектор II ступени;

11 — крышка цилиндра II ступени; 12 — клапаны II ступени;

13 — цилиндры II ступени; 14 — всасывающий коллектор II ступени;

15 — поршень II ступени; 16 — масломер; 17 — картер;



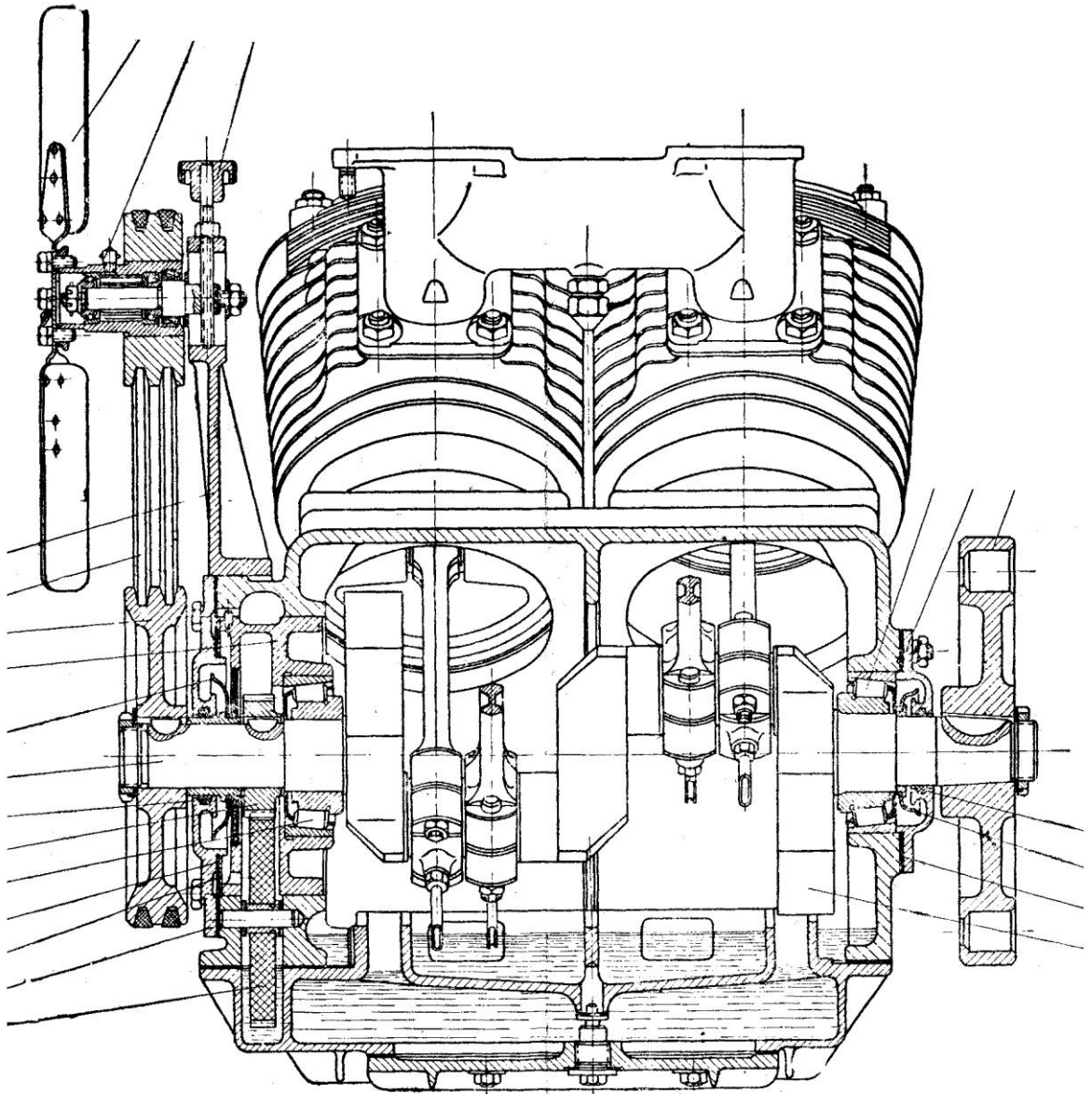


Рисунок 80 б --Продольный разрез компрессора

22 – передний конический роликоподшипник; 23 – передняя крышка картера; 24 – маховик; 25 – сальник войлочный передний; 26 – маслоотражатель передний; 27 – набор прокладок; 28 – противовес коленчатого вала; 29 – шестерня текстолитовая; 30 – задняя крышка картера; 31 – упорная пружина; 32 – набор прокладок; 33 – задний конический роликоподшипник; 34 – шестерня ведущая; 35 – сальник войлочный, задний; 36 – коленчатый вал; 37 – маслоотражатель задний; 38 – вкладыш; 39 – ведущий шкив вентилятора; 40 – ремни вентилятора; 41 – кронштейн вентилятора; 42 – крыльчатка вентилятора; 43 – пресс-маслёнка вентилятора; 44 – винт регулировочный.

Вентиляция внутренней полости картера и сообщение ее с атмосферой осуществляется через сапун, соединенный со всасывающим коллектором I ступени. Задняя часть картера имеет прилив, во внутреннюю полость которого устанавливаются подвижной вкладыш заднего коренного подшипника и

текстолитовая шестерня, а на верхней части этого прилива размещаются бобышки под установку кронштейна вентилятора.

**Поддон** —литой, чугунный, с нижней съемной крышкой 9. Верхняя выступающая часть поддона образует две масляных ванны, которые установлены против разбрызгивателей масла 8. Нижняя часть поддона служит масляной ёмкостью компрессора, в которую масло заливается через сапун картера. Задняя торцовая часть поддона имеет узкую камеру под текстолитовую шестерню 29, эта камера боковым отверстием сообщается с масляной емкостью поддона. Во время работы компрессора текстолитовая шестерня забрасывает масло из нижней полости поддона в верхние масляные ванны и поддерживает в них постоянный уровень масла. Для спуска масла из поддона в нижней съемной крышке установлена сливная пробка 20. Уровень масла в поддоне определяется масломером 16, установленным с правой стороны, около вентилятора.

**Коленчатый вал** (рис. 80 б) —стальной, кованный, двухкривошипный. Кривошипы смещены на  $180^\circ$  друг относительно друга. На крайних щеках вала заклепками укреплены противовесы 28. На заднем конце вала установлена шестерня 34 для привода маслоподающей текстолитовой шестерни и шкив 39 для привода вентилятора. На конусную цапфу переднего конца вала установлен маховик 24, который обеспечивает требуемую равномерность вращения компрессора. Каждый кривошип несет на себе два шатуна.

**Коренные подшипники.** Коленчатый вал установлен в картере на двух конических роликоподшипниках.

**Поршни** (рис. 80 в). Для выравнивания веса поступательного движения частей по ступеням, поршни I ступени изготавливаются из алюминиевого сплава АЛ10, а поршни II ступени 7 из чугуна СЧ18–36. На наружной цилиндрической поверхности каждого поршня имеются 4 канавки под поршневые кольца. Две верхние канавки служат для уплотнительных колец 2, а две нижних —для маслосъёмных 3. Дно канавки поршня под маслосъёмное кольцо имеет ряд сквозных сверлений, через которое масло стекает во внутреннюю полость поршня; для этой же цели служат и отверстия в кольцевой проточке поршня ниже канавки под маслосъёмное кольцо.

**Шатуны** —стальные, штампованные, двутаврового сечения. В верхнюю головку шатуна запрессована бронзовая втулка 6, которая работает по пальцу поршня. Смазка к поршневому пальцу поступает через отверстие в верхней части головки шатуна, из которого по кольцевой канавке на наружной поверхности бронзовой втулки, масло подводится к поршневому пальцу. Нижняя головка шатуна имеет съемную крышку 11, которая крепится к шатуну двумя болтами 8 с корончатыми гайками 12. Шатунный болт изготавливается из хромоникелевой стали 40ХН с одной головкой. Нижняя головка шатуна залита

баббитом «БН» и прикатана по шейке коленчатого вала. Смазка к шатунным шейкам подводится через отверстия в верхней части тела шатуна. В крышку шатуна ввернут разбрызгиватель масла 13

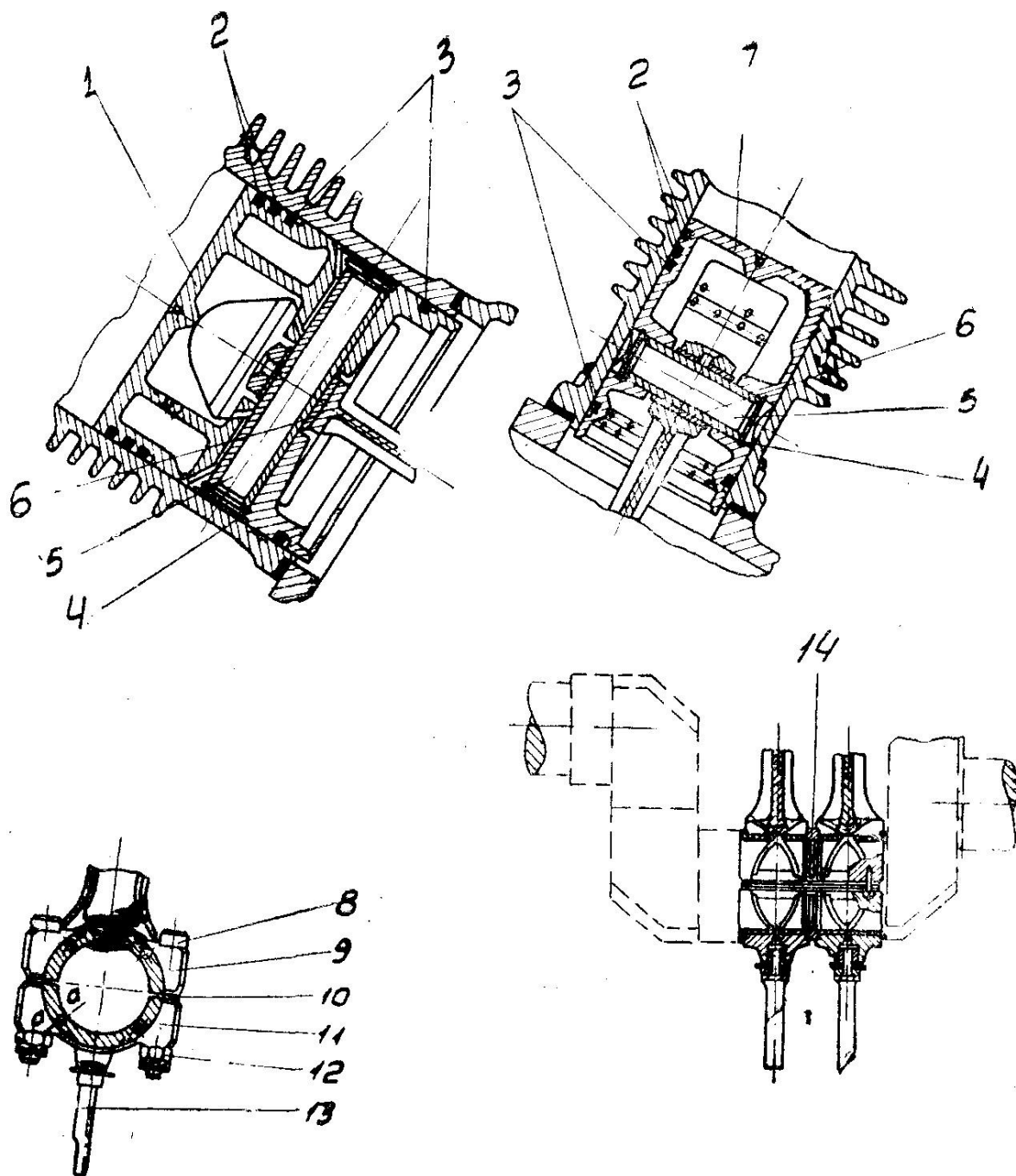


Рисунок 80 в —Шатунно-поршневая группа

1 – поршень I ступени; 2 – поршневое уплотнительное кольцо; 3 – поршневое маслосъёмное кольцо; 4 – стопорное кольцо; 5 – палец поршневой плавающий; 6 – втулка; 7 – поршень II ступени; 8 – болт шатуна; 9 – стержень шатуна; 10 – набор прокладок; 11 – крышка нижней головки шатуна; 12 – гайка корончатая; 13 – разбрызгиватель масла; 14 – полукольца.

**Цилиндры** --литые, чугунные с ребристой наружной поверхностью. В каждый ряд входит по одному цилиндру I и II ступени; порядковый номер ряда считается от двигателя. Каждый цилиндр крепится к картеру четырьмя

короткими шпильками. Отвод и подвод сжимаемого воздуха производится через два боковых кармана, к которым крепятся соответствующие коллектора. Такая конструкция цилиндров обеспечивает доступ к клапанам компрессора без отсоединения коллекторов.

**Клапаны** (рис. 81) тарельчатого типа самодействующие, т. е. открываются от небольшого избыточного давления воздуха, а закрываются пружинами. Каждый клапан I и II ступени состоит из стальной клапанной доски б и отдельных всасывающих клапанов 8 и нагнетательных клапанов 5, которые установлены на резьбе в двух фрезерованных выемках доски. Клапанная доска I ступени имеет 26 всасывающих и 26 нагнетательных клапанов, а клапанная доска II ступени – по 9 клапанов. Каждый клапан состоит из седла 4 с навинченной на него розеткой 1, между которыми установлены тарелка 3 и пружина 2. Всасывающие и нагнетательные клапаны отличаются друг от друга только подъемом клапанных тарелок и для наглядного различия их, в доньшке розетки всасывающего клапана просверлено 7 мм отверстие, а в розетке нагнетательного клапана – 4 мм. Пружины клапанов навиты из проволоки диаметром 0,5 мм. Тарелка – самая ответственная деталь клапана, подвержена знакопеременной нагрузке с большим количеством циклов. Изготавливается она холодной штамповкой из стальной полированной ленты марки 65С2ВА, толщиной 1,2 мм с последующей зачисткой заусениц и термической обработкой.

Розетки и седла клапана изготавливаются из стали 40 без термической обработки. Розетка клапана представляет из себя цилиндрическую чашечку, внутренняя полость которой расточена под форму тарелки, а верхняя часть сфрезерована под трехгранный ключ.

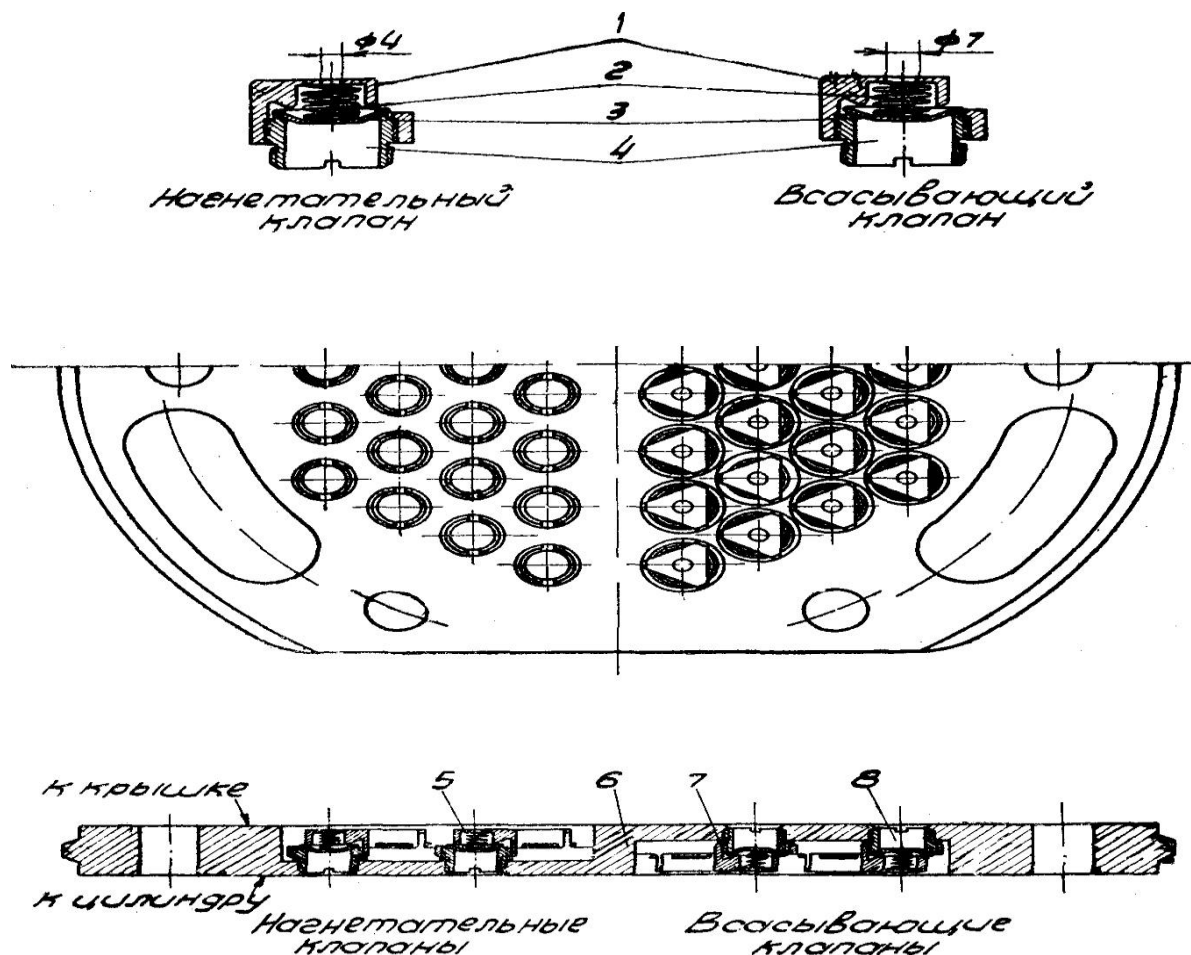


Рисунок 81 —Клапаны

1 – розетка клапана; 2 – пружина; 3 – тарелочка; 4 – седло клапана; 5 – нагнетательный клапан; 6 – клапанная доска; 7 – медная прокладка; 8 – всасывающий клапан.

**Клапанные доски** —раздельные, штампованные и имеют две фрезерованные выемки, в основании которых просверлены сквозные отверстия с резьбами для установки отдельных клапанов. Ввернутые в клапанные доски клапаны не должны выступать за наружные плоскости досок, в противном случае возможны случаи повреждения поршней компрессора. Во избежание самоотвинчивания розеток, необходимо надежно затянуть их па седлах с обязательной постановкой медных уплотнительных шайб между доской и седлами клапанов. Клапанные доски I и II ступени устанавливаются на цилиндрах таким образом, чтобы надписи «ВЕРХ НАГНЕТАНИЕ», нанесенные на плоскостях клапанных досок, были обращены в стороны нагнетательных коллекторов, а надписи «ВСАСЫВАНИЕ» - к цилиндрам со стороны всасывающих коллекторов. Клапанные доски и крышки I ступени крепятся шестью шпильками к своим цилиндрам, а во II ступени —четырьмя. Раздельные крышки и непосредственное крепление коллекторов к боковым карманам цилиндров обеспечивают легкость и удобство доступа к клапанам.

Крышки цилиндров 2 и 11 литые, чугуные с оребренной поверхностью. Внутренняя полость каждой крышки разделяется глухой перегородкой на две симметричных полости — всасывающую и нагнетательную.

**Воздушные фильтры** (рис.82). На всасывающем коллекторе 1 ступени установлены два комбинированных воздушных фильтра.

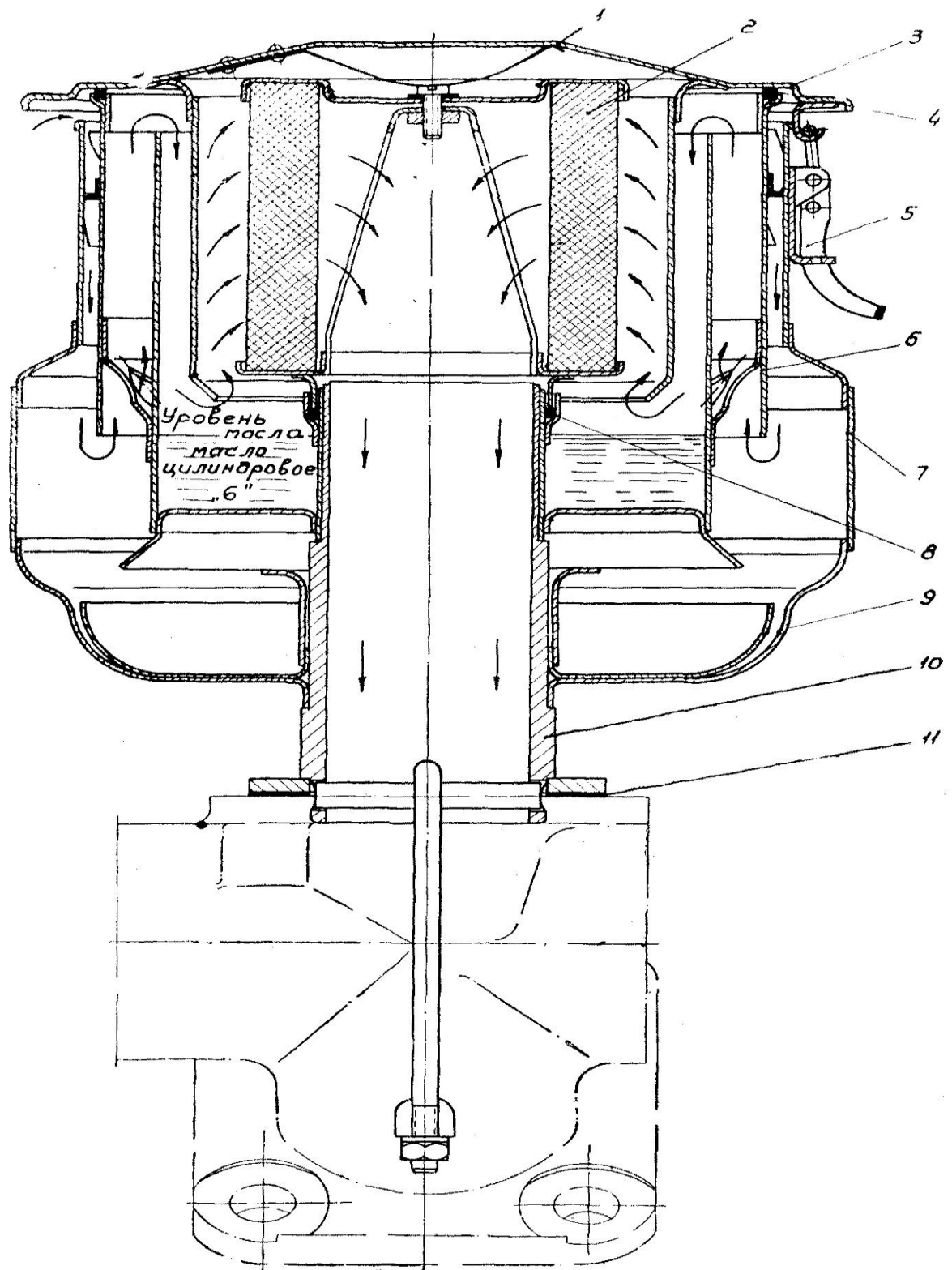


Рисунок 82 — Воздушный фильтр

Фильтр работает по принципу центробежно-инерционной и контактной очистки и состоит из корпуса 7, приваренного к трубе 10, в которой последовательно вкладываются: чашка 9, внутренний корпус 6 сетка 2. Фильтр закрывается крышкой 3 с помощью трех запоров 5. Труба 10 тягой крепится к всасывающему коллектору I ступени. Во внутренний корпус фильтра заливается цилиндрическое масло в количестве 0,7 литра. Сетка фильтра смачивается тем же цилиндрическим маслом.

Окружающий воздух через кольцевую щель между наружным и внутренним корпусами поступает в фильтр. Лопастей, поставленных под углом 45° на внутреннем корпусе, сообщают воздуху вращательное движение, что вместе с резким уменьшением скорости и изменением направления его движения в камере расширения способствует отделению наиболее крупных частиц пыли. Эти частицы оседают в чашке. Затем воздух направляется в лабиринт внутреннего корпуса, отражается о поверхность масла и, проходя через сетку фильтра, оставляет на ее поверхности, покрытой тонкой пленкой масла, наиболее мелкие частицы пыли. Очищенный воздух через всасывающий коллектор I ступени поступает в цилиндры I ступени компрессора.

**Смазка компрессора** —разбрызгиванием с принудительным поддержанием постоянного уровня масла в верхних ваннах поддона. При работе компрессора шестерня коленчатого вала приводит во вращение текстолитовую шестерню 29 рис.79, установленную на картере. Вращающаяся текстолитовая шестерня забрасывает масло из нижней ванны поддона в специальный карман картера, из которого масло перетекает в малый отсек канала, образованного внутренними стенками картера и выступающей частью поддона. Разбрызгиватели шатунов и вращающиеся части коленчатого вала создают во внутренней плоскости картера и в нижней части цилиндров масляный туман, который смазывает стенки цилиндров, поршневые пальцы, коренный и шатунные подшипники. К шатунным шейкам масло поступает через отверстия в нижних головках шатунов, к поршневым пальцам – через отверстия в верхних головках шатунов и через отверстия в бобышках поршней.

## 5. Промежуточный холодильник

Промежуточный холодильник трубчатый, четырёхходовой (рис. 83) с воздушным охлаждением. Состоит из двух коробчатых оснований и двух трубных решёток, в которых ввальцованы и припаяны 144 трубки. Трубки установлены в шахматном порядке в 4 ряда. Теплопередающая поверхность холодильника составляет 4,57 м<sup>2</sup>.

Коробчатые основания – литые, чугунные. Верхнее основание 1 имеет поперечную перегородку, нижнее 2 – продольную и поперечную (рис. 83). Благодаря этому сжатый воздух, поступающий из I-й ступени во II-ю, четыре раза проходит всю длину холодильника.

Трубные решётки крепятся к основаниям болтами между решётками и основаниями имеются паранитовые прокладки.

Охлаждающий воздух прогоняется через холодильник специальным вентилятором. Пройдя холодильник, охлаждающий воздух поступает к цилиндрам и головкам цилиндров.

В нижнем коробчатом основании имеется кран 3 для удаления конденсата паров воды и масла.

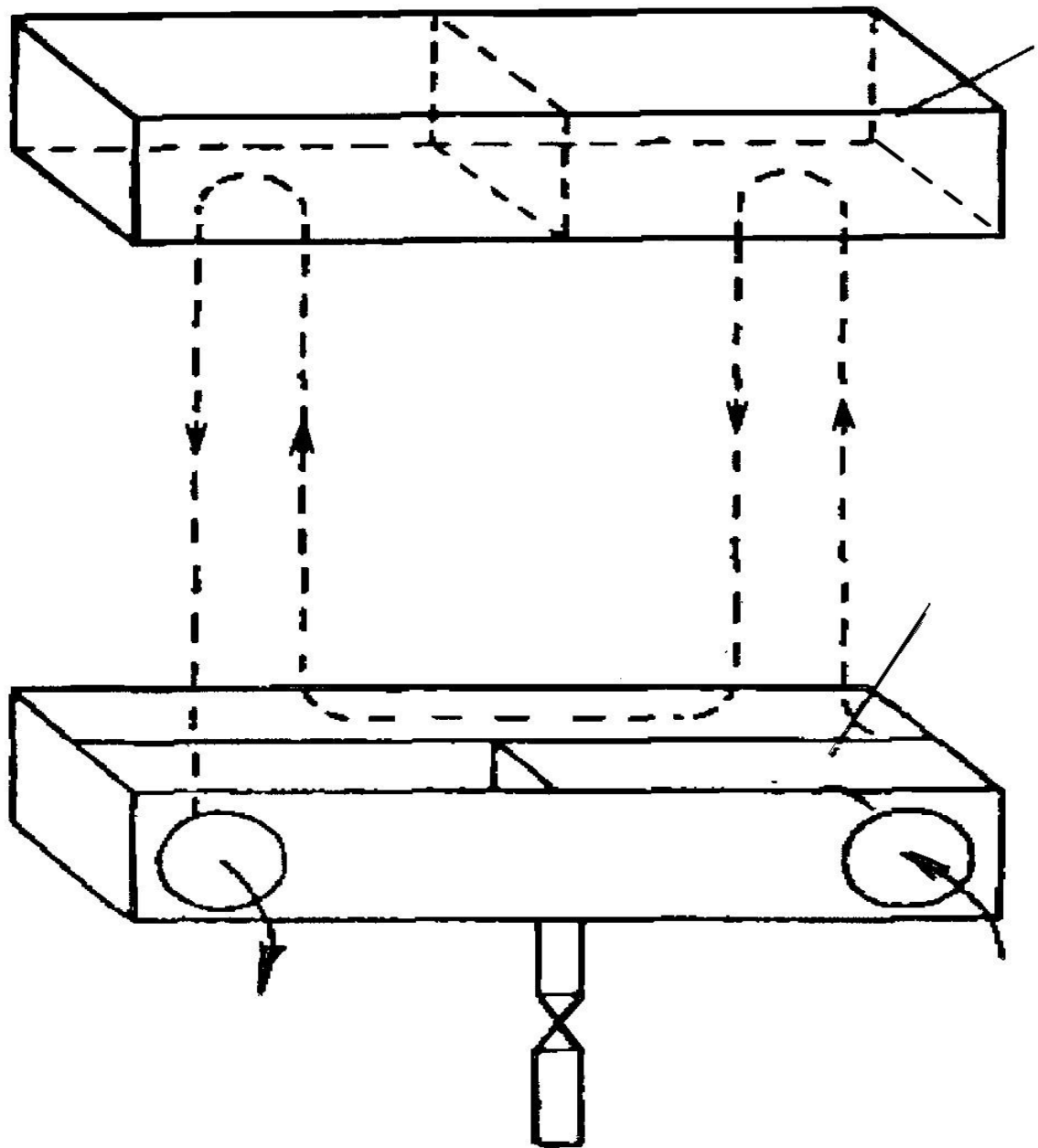


Рисунок 83 —Схема движения воздуха в промежуточном холодильнике

### 6 Воздухосборник



Воздухосборник — сварной, состоит из двух резервуаров цилиндрической формы, каждый емкостью 0,23 м<sup>3</sup>, установленных над электродвигателем. Воздухосборник сглаживает пульсирующую подачу компрессором сжатого воздуха и способствует выпадению влаги и масла, что необходимо для бесперебойной работы пневматического инструмента. Кроме того, воздухосборник является аккумулятором сжатого воздуха. При работе компрессора с регулятором производительности, который периодически ставит компрессор на холостой ход, пневматические инструменты работают за счет запаса сжатого воздуха в воздухосборнике.

Для спуска конденсата и масла в нижней части каждого резервуара установлен отстойник, внутренняя полость которого связана трубкой с вентилем, предназначенным для продувки воздухосборника.

Для осмотра и очистки внутренней поверхности воздухосборника на его днище имеется люк, закрываемый крышкой.

Потребители сжатого воздуха подключаются к трем раздаточным вентилям через ниппеля с накидными гайками.

## **7 Регулятор производительности**

Регулятор производительности предназначен для приведения подачи воздуха в соответствие с его потреблением.

Регулятор производительности включает в себя следующие узлы: датчик, сервомеханизм, обратный клапан.

Когда давление в воздухосборнике достигнет 7 атм —компрессор «разгружается» и прекращает подачу сжатого воздуха в воздухосборник. Когда давление в воздухосборнике понизится до 5,8 – 5,5 атм —компрессор вновь «загружается» и воздух снова подается в воздухосборник.

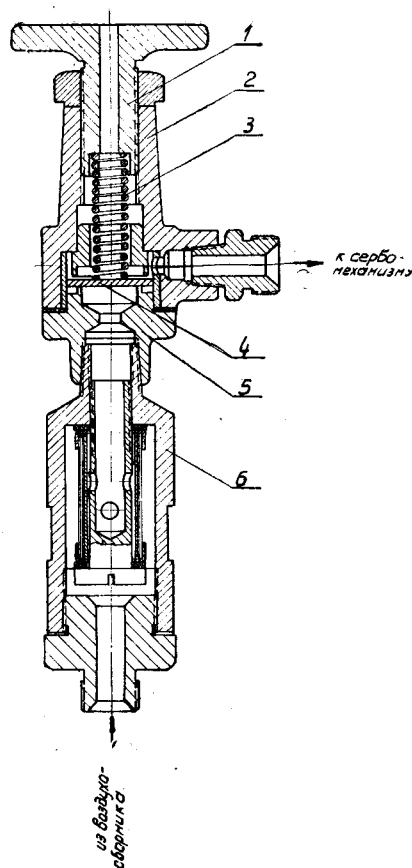


Рис. 84 Датчик

1 – винт регулирования; 2 – корпус; 3 – пружина; 4 – пластина; 5 – крышка; 6 – фильтр

Датчик (рис. 84) воспринимает колебание давления воздуха в воздухохоборнике и воздействует на остальные узлы. Датчик состоит из корпуса 2, пластины 4, пружины 3, крышки 5 и винта регулирования 1. В крышку датчика ввернут воздушный фильтр 6, к которому подводится трубка от воздухохоборника. От датчика трубки направляются к регулятору скорости и сервомеханизму. Датчик установлен на кронштейне, справа от щитка управления.

### **Мероприятия по подготовке компрессора к пуску и пуск станции**

1) Проверить уровень масла в картере компрессора и, в случае необходимости, заправить до верхней риски масломера. Марка масла – компрессорное марки «М».

2) Открыть продувочные краны холодильника и обоих воздухохоборников.

3) Провернуть маховик компрессора воротком на 2-3 оборота для проверки свободного движения подвижных частей компрессора и смазки стенок цилиндра.

4) При пуске проверить направление вала вращения компрессора, которое должно соответствовать стрелке, отлитой на передней торцевой стенке картера.

5) При достижении электродвигателем полных оборотов закрыть продувочные краны холодильника и воздухохраника.

6) Проверить вручную работу предохранительных клапанов I и II ступени.

7) Проверить работу регулятора производительности, закрыв продувочные краны и раздаточные вентили.

### **Надзор за работающей станцией**

1) Следить за показанием манометров I и II ступени. При нормальной работе компрессора показание манометра I ступени должно быть в пределах 1,8—2 атм, показание манометра II ступени не должно превышать 7,5 атм. При давлении 7,5 ати должен открываться предохранительный клапан II ступени, стравливая избыточное давление воздуха в атмосферу (при неисправном регуляторе производительности).

2) При повышении давления воздуха в I ступени выше 2,2 ати (что является признаком неисправности клапанов II ступени, безразлично всасывающих или нагнетательных) остановить компрессор и устранить неисправность клапанов II ступени.

3) При падении давления воздуха в I ступени (что является признаком неисправности клапанов I ступени, безразлично-всасывающих или нагнетательных), остановить компрессор и устранить неисправность клапанов I ступени.

4) При падении давления воздуха во II ступени, что произойдет при увеличении расхода воздуха потребителями или же при пропуске воздуха в сети, в первом случае произвести частичное отключение потребителей, а во втором — устранить пропуск воздуха.

5) Следить за ритмичной работой компрессора. При появлении стука в механизме движения компрессора немедленно остановить станцию и, для определения характера появившегося стука, проверить компрессор вручную за маховик. Вновь пустить станцию в работу только после устранения причин стука.

6) Следить за четкостью работы регулятора производительности, которая характеризуется показанием манометров I и II ступени и шумом нагружаемого и разгружаемого электродвигателя.

7) Следить за нагревом цилиндров I и II ступени. При резко ощутимой на руку разнице в нагреве между собой цилиндров I ступени или цилиндров II ступени остановить станцию для устранения причины, вызывающей более сильный нагрев одного из цилиндров.

8) Через каждые 2 часа работы станции производить продувку холодильника и обоих воздухооборников.

9) Через каждые 8 часов работы станции остановить компрессор для заправки маслом. Не допускать работы компрессора с уровнем масла ниже нижней риски масломера.

10) Следить за работой электродвигателя в соответствии с «Инструкцией по эксплуатации электрооборудования станции».

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Назовите главные детали, из которых состоит компрессор станции.
2. Как можно охарактеризовать компрессор по конструкции цилиндров и по ступеням сжатия?
3. Как передается вращательное движение коленчатого вала в поступательное движение поршней в цилиндре?
4. Для какой цели служат картер и поддон в компрессоре?
5. Назовите название и назначение поршневых колец.
6. Из каких материалов изготавливаются цилиндры, поршни и поршневые кольца в компрессоре?
7. Как происходит смазка механизма движения и цилиндров в компрессоре?
8. Как называются подшипники, на которые опирается коленчатый вал? Как происходит смазка этих подшипников?
9. Как устроены всасывающие и нагнетательные клапаны в компрессоре? Из каких материалов они изготовлены?
10. Как устроен воздушный фильтр компрессора?
11. Для чего применяется промежуточный холодильник, как он устроен и в каком месте он установлен?
12. Для каких целей служит воздухооборник, как он устроен и где он установлен в компрессорной станции?
13. Как устроена система регулирования производительности компрессора? Для какой цели служит датчик и сервомеханизм в этой системе?

## Практическая работа № 4

### Изучение конструкции и работы домкратов, талей и лебедок

**Цель:** Изучить устройство домкратов и лебедок.

#### **Ход работы.**

**Домкраты** – это переносные грузоподъемные механизмы для подъема грузов на высоту 200-500мм, а так же перемещения его по горизонтали и выверки конструкции при их установке.

Домкраты бывают: 1. Винтовые 2. Реечные 3. Гидравлические

Основной деталью реечного домкрата является грузонесущая стальная рейка с опорной чашкой для груза. Важная особенность реечного домкрата это низкое расположение подъемной площадки. Нижний конец рейки (лапа) имеет прямой угол для подъема грузов с низко расположенной опорной поверхностью. Поднятый на рейке груз удерживается стопорными устройствами.

По типу передаточного механизма реечные домкраты делятся на рычажные и зубчатые. В первом случае рейка выдвигается качающимся приводным рычагом, во втором – шестерней, вращаемой приводной рукояткой. Домкраты грузоподъемностью до 6 тонн имеют одноступенчатую передачу, от 6 до 15 тонн – двухступенчатую, свыше 15 тонн – трехступенчатую.

Домкраты работают как в вертикальном, так и в горизонтальном положении. Эти приспособления просты и удобны в обслуживании, ремонтпригодность их высокая. Еще к их достоинствам относят большой рабочий ход и высоту подъема, компактность, плавность хода, высокий КПД (до 0,85).

Главная деталь винтового домкрата это винт с шарнирно закрепленной грузоопорной чашкой, приводимый во вращение рукояткой. Роль несущих элементов выполняют стальной корпус и винт. В зависимости от направления вращения рукоятки винт поднимает или опускает откидной подхват. Удержание груза в нужном положении происходит за счет торможения винта, что обеспечивает безопасность работы. Для горизонтального перемещения груза используется домкрат на салазках, снабженных винтом. Грузоподъемность винтовых домкратов – до 15т. Основные преимущества винтовых домкратов: значительный рабочий ход и высота подъема, малый вес, низкая цена. Винтовой домкрат в большинстве случаев надежен в эксплуатации. Это обусловлено тем, что груз фиксирует трапецеидальная резьба и при его подъеме гайка вращается вхолостую. Кроме того, к достоинствам этих инструментов относят прочность и устойчивость, а также то, что они могут работать без дополнительных подставок.

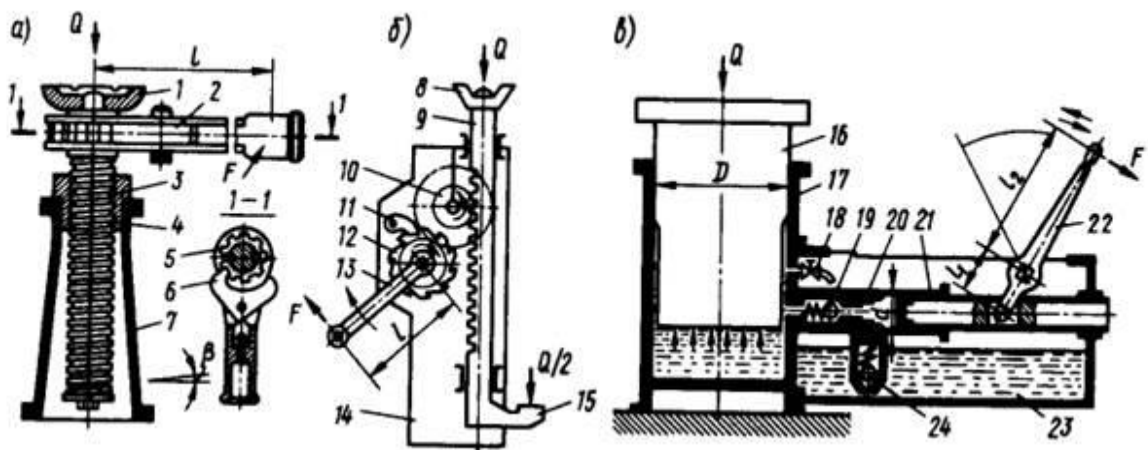
Гидравлические домкраты, как следует из названия, работают на жидкости. Такие домкраты различаются по конструкции (одно- и двухплунжерные) и по типу привода (ручные периодического действия или электрические непрерывного действия). Основные несущие элементы: корпус, выдвигаемый поршень (плунжер) и рабочая жидкость (как правило, гидравлическое масло). Корпус является направляющим цилиндром для поршня и резервуаром для рабочей жидкости. Усиление от приводной рукоятки передается через рычаг на нагнетающий насос. При движении вверх жидкость из резервуара подается в полость насоса, а при нажатии нагнетается в полость

рабочего цилиндра, выдвигая плунжер. Обратному перетеканию жидкости препятствуют всасывающий и нагнетательный клапаны.

К достоинствам гидравлических домкратов относится жесткость конструкции, устойчивость, плавность хода, точность торможения, большая грузоподъемность, компактность, небольшие усилия на приводной рукоятке, высокий КПД (0,75-0,8). Устройство гидравлического домкрата позволяет поднимать грузы с минимальной высоты почти у основания конструкции. Это расширяет сферу его применения по сравнению с механическим домкратом. К недостаткам можно отнести малую скорость, небольшую высоту подъема за один рабочий цикл, сложность конструкции (перевозить и хранить гидравлический домкрат можно только в вертикальном положении, иначе рабочая жидкость может вытечь из резервуара). Еще одна трудность это невозможно точно отрегулировать высоту опускания. Кроме того, у таких домкратов могут произойти значительно более серьезные поломки, чем у механических подъемных устройств.

Грузоподъемность гидравлических домкратов колеблется в пределах от 2 до 200т.

При выборе необходимо учитывать грузоподъемность- максимальное усилие, развиваемое домкратом. Немаловажное значение имеет высота подхвата-расстояние по вертикали от опорной площадки до подхватов его нижнем рабочем положении.



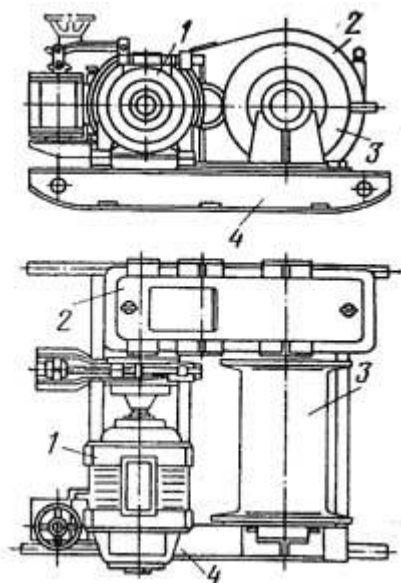
Винтовой, реечный и гидравлический домкрат

а) винтовой б) реечный в) гидравлический.

1.головка 2.рукоятка 3.стальной винт 4.бронзовая гайка 5.храповое колесо 6.двусторонняя собачка 7.корпус 8.поворотная головка 9.зубчатая рейка 10.зубчатая передача 11.собачка 12.храповое колесо 13.рукоятка 14.корпус 15.лапа 16.поршень 17.рабочий цилиндр 18.сливной кран 19.нагнетательный клапан 20.цилиндр 21.плунжер 22.приводная рукоятка 23.бак 24.всасывающий клапан

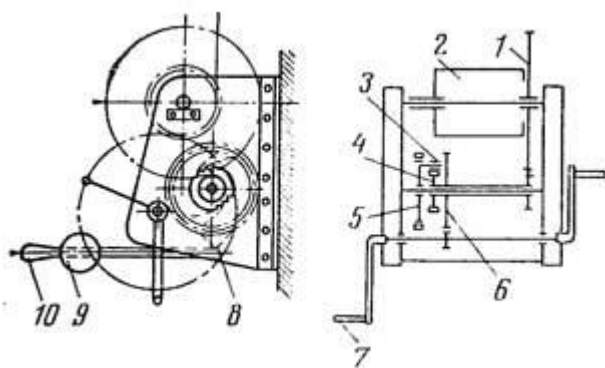
**Электрические лебедки** значительно разнятся как по конструкции, так и по сфере применения. При проведении монтажных работ обычно применяют однобарабанные электрические лебедки реверсивного типа, комбинируя их с полиспастами. Как правило, тяговое усилие таких лебедок бывает от 3,2 до 125 кН, а скорость навивки каната на барабан от 0,5 до 0,1 метра в секунду. Канатоемкость таких электрических лебедок находится в диапазоне от 80 до 800 метров. В том случае если проводятся работы по монтажу крупногабаритного и

тяжелого оборудования рекомендуется применять тихоходные электрические лебедки со скоростью навивки каната на барабан не более 3 —10 метров в минуту.



- 1 —электродвигатель;
- 2 —редуктор;
- 3 —барабан;
- 4 —станина.

Лебедки с ручным приводом (ручные лебедки) целесообразно применять, когда не требуется большая грузоподъемность и высокая скорость подъема груза. Ручные лебедки просты в конструкции и надежны, удобны в применении и просты в обслуживании. Единственный их недостаток заключается в том, что работают они при помощи мускульной силы человека, вследствие чего обладают невысокой производительностью. Но в тех случаях, когда производительность не очень важна, а автономность работы является главным критерием —ручная лебедка незаменима.



- 1,6 —зубчатые передачи;
- 2 —барабан;
- 3 —собачка;
- 4 —храповое колесо;
- 5 —шкив;
- 7 —рукоятка;
- 8 —трос;
- 9 —груз;
- 10 —рычаг

Современные ручные лебедки представлены четырьмя основными типами: барабанные лебедки, червячные лебедки, рычажные лебедки и монтажно-тяговые механизмы (МТМ). В ручной лебедке барабан вращается через две зубчатые передачи при помощи рукояти. Для того чтобы не происходило произвольное опускание груза, применяется специальное устройство. Это устройство представляет собой колесо-храповик жестко связанное с зубчатым колесом зацепления лебедки и собачкой. При этом собачка закрепляется в шкиве, охваченном тормозной лентой. Суть работы этого устройства в том, что поднимаемый ручной лебедкой груз силой своей тяжести затягивает ленту и этим создает тормозной момент являющийся достаточным для эффективного удержания этого груза в нужном положении. При выполнении ручной лебедкой операций по подъему грузов, собачка производит скольжение по зубьям храпового колеса. Для того чтобы груз опустился следует приподнять рычаг

лебедки. В этом случае шкив сможет поворачиваться, что приведет к опусканию груза под действием его собственной тяжести.

**Вывод:**



## Практическая работа № 5

### Изучение конструкции и работы грузозахватных устройств, стальных канатов

**Цель:** изучить конструкции грузозахватных устройств

*Стропы* — отрезки канатов или цепей, соединенные в кольца или снабженные концевыми и навесными звеньями, которые обеспечивают быструю, удобную и безопасную строповку или расстроповку грузов.

Термин «строп» пришел в русский язык как морской термин, означающий устройство для подвешивания грузов к крюкам, траверсам, скобам.

Стропы бывают:

- стальные канатные;
- цепные;
- хлопчатобумажные;
- пеньковые;
- капроновые.

*Стальные канатные стропы* получили широкое распространение при выполнении строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ, подъеме и перемещении различных твердых грузов (оборудования, труб, строительных деталей, металла и т.п.) кранами. Стальные канатные стропы менее трудоемки в изготовлении, имеют высокую несущую способность и гибкость, более удобны в работе, а их долговечность выше, чем у канатов из органических растительных волокон или грузовых стальных цепей. Стальной проволочный канат сглаживает динамические нагрузки и обладает большой надежностью, так как разрушение происходит не внезапно, как у цепи, а постепенно, что позволяет следить за состоянием каната и выбраковывать его задолго до обрыва.

По числу ветвей стальные канатные стропы (рис. 2.22) подразделяются:

- на одноветвевые (1 СК);
- двухветвевые (2 СК);
- трехветвевые (3 СК);
- четырехветвевые (4 СК);
- кольцевые (СКК).

*Цепные стропы* чаще всего применяют в металлургическом и машиностроительном производстве при подъеме и перемещении кранами листового и сортового металла металлоизделий, заготовок и деталей с острыми кромками, ковшей для металла и другой тары.

По числу ветвей цепные стропы (рис. 2.23) подразделяют:

на одноветвевые (1 СЦ);

двухветвевые (2 СЦ);

трехветвевые (3 СЦ);

универсальные (УСЦ).

Простые стропы (СК, СЦ) применяют для строповки грузов, имеющих специальные приспособления (петли, крюки, рым-болты и т.п.), универсальные — для строповки грузов обвязкой.

Kran-Info.ru (с)

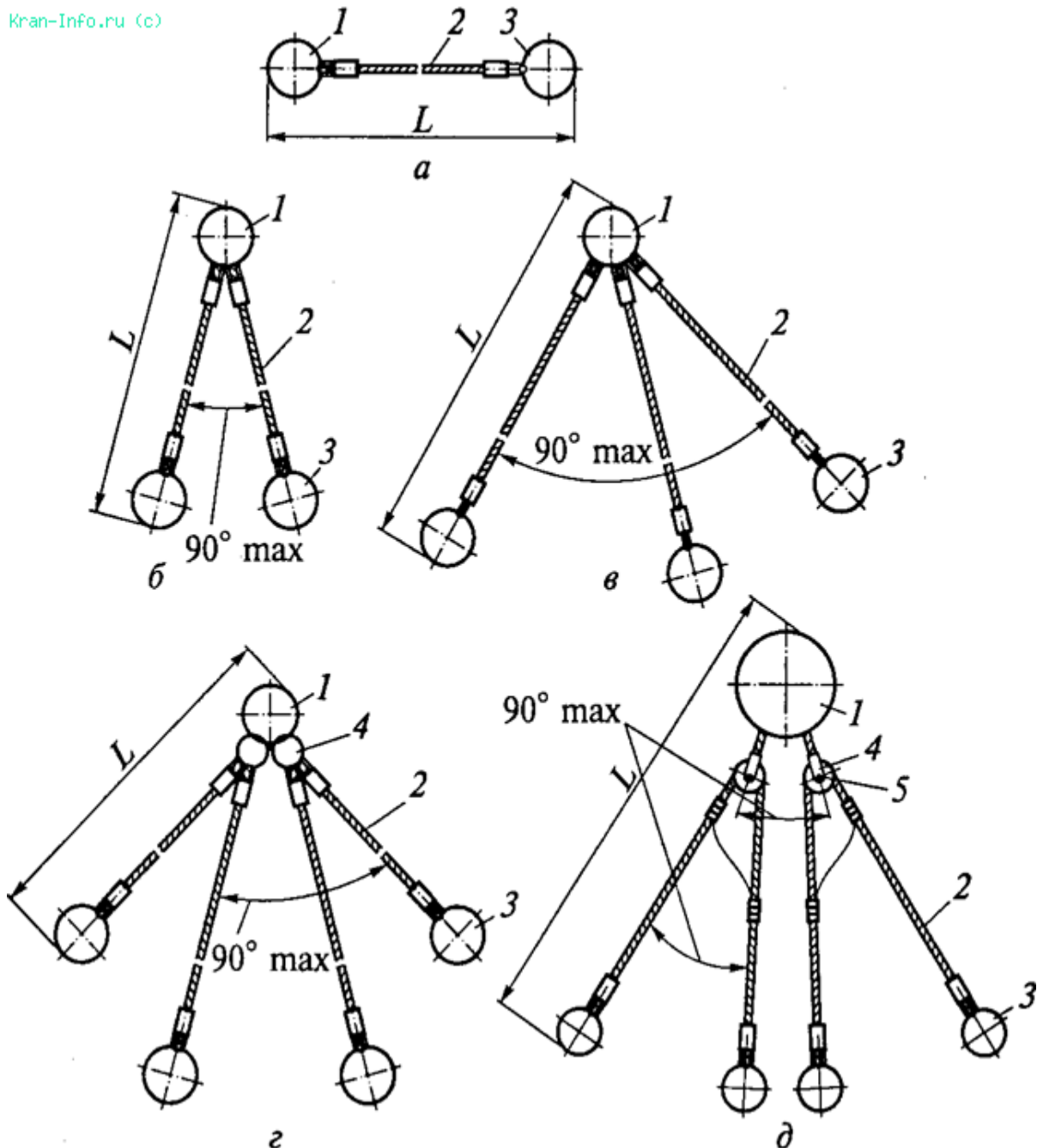


Рис.. Стальные канатные стропы (типа СК):

а — одноветвевые (1 СК); б — двухветвевые (2 СК); в — трехветвевые (3 СК); г — четырехветвевые (4 СК исполнения 1); д — четырехветвевые (4 СК исполнения 2, с уравнительными блоками); 1 — навесное звено; 2 — канатная ветвь; 3 — захват; 4 — соединительное звено; 5 — уравнительный блок; L — длина стропы

**Одноветвевые стропы** обычно применяют для захвата и транспортировки грузов, снабженных монтажными петлями или пружинами, скобами и т. п.

**Многоветвевые стропы** применяют для подъема и транспортировки станков, аппаратов, строительных деталей и конструкций, имеющих две, три и четыре точки крепления.

Они широко применяются для строповки элементов зданий (панелей, блоков, ферм и т.п.), снабженных петлями или проушинами.

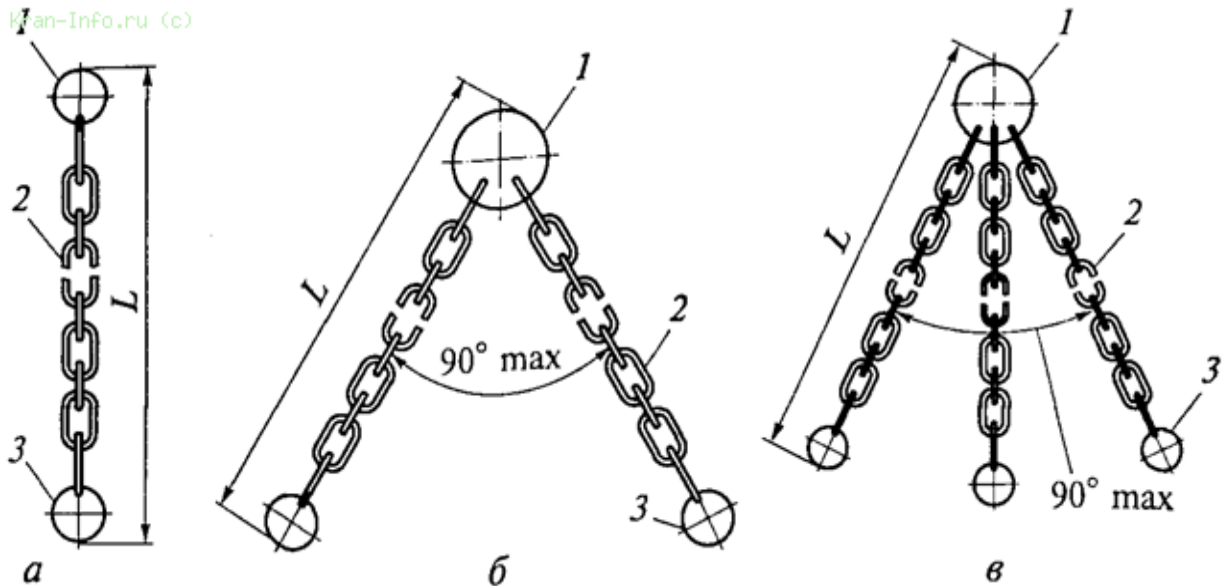


Рис. Цепные стропы (типа СЦ):

а — одноветвевые (1 СЦ); б — двухветвевые (2 СЦ); в — трехветвевые (3 СЦ); 1 — звено стропа; 2 — звено цепи; 3 — захват; L — длина стропа

**Универсальные стропы** применяют при подъеме груза, обвязка которого обычными стропами невозможна (трубы, доски, металлопрокат, аппараты и т.п.).

**Хлопчатобумажные, пеньковые и капроновые стропы** используют для обвязки мягких и легких грузов.

Грузовые стропы должны изготавливаться в соответствии с требованиями РД 10-33-93, РД 10-231-98, Правил безопасного устройства и эксплуатации грузоподъемных кранов, а также конструкторской документации, утвержденной в установленном порядке.

### Изготовление и браковка стропов

Процесс изготовления стропов включает в себя следующие операции.

· Выбор каната нужного качества. Стropы изготавливают из нетолстых гибких канатов (чем больше проволок при одном и том же диаметре, тем более гибок канат). Например: канат двойной свивки типа ТЛК-О 6х19+1 о.с, в котором 6 прядей по 19 проволок и один органический сердечник; типа ЛК-РО 6х36+1 о.с; ТЛК-О 6х37+1 о.с; ТЛК-О 36х37+1 о.с. Допускается применение канатов других типов.

Определение длины каната. Длина заготовки должна включать в себя длины стропа и отрезка, необходимого для образования петель, заплетки и технологического припуска.

Определение диаметра каната. При этом нужно учитывать массу груза, число ветвей, угол наклона между ветвями, коэффициент запаса прочности (не ниже 6 для стальных, 8 — для пеньковых канатов и 5 — для цепей).

Выбор концевого (захватного) элемента. При этом учитывают места крепления и способы обвязки груза (для деталей с фланцами — струбцины или штыри, с отверстиями — коромысла, с проушинами или цапфами — крюки), а также необходимость наличия коушей в петле. В стропах с концевыми элементами канаты вплетают в отверстия концевых элементов без коушей. Диаметр отверстия, которое вплетают строп, должен быть равен 1,25 диаметра каната, длина петли стропа — не меньше длины петли, заплетенной под коуш; определяют толщину и величину отверстия концевого элемента. Определяют их при помощи расчета или конструктивно. Толщину отверстия можно регулировать привариванием дополнительных шайб (коротким прерывистом швом в четырех-пяти точках). Для получения закругления отверстие вначале раззенковывают под углом  $90^\circ$  на глубину фаски, а затем острые кромки закругляют по радиусу (на участке рабочего положения петли стропа). Поверхность сопряжения обрабатывают не ниже 10-го класса шероховатости. При правильном выборе и обработке отверстий канат на участке соединения петли и концевого элемента под нагрузкой принимает форму, близкую к эллипсу, не деформируется и при двухветвевом стропе имеет 12... 16-кратный запас прочности без коушей.

Крепление зажимами. Его применяют при изготовлении стропов временных, работающих без обвязок, не предназначенных к протягиванию через отверстия, с маленьким расстоянием между петлями (если невозможно выполнить заплетку), при креплении стропов к траверсе, а также грузовых канатов в грузоподъемных механизмах. Крепление заплеткой — наиболее распространенный способ.

Выбор способа резки. Резку канатов производят с помощью абразивных кругов, зубила, а также газовой резкой. Электродуговая резка запрещается, так как при этом по проволокам и прядям проходит ток большой силы, что приводит к их нагреву, отжигу, потере прочности. Чтобы предотвратить раскручивание каната после резки, предполагаемое место резки обвязывают (8... 10 витков) мягкой проволокой диаметром 1,5...2 мм с двух сторон от места резки на расстоянии 1...4 диаметра каната (см. рис. 2.15, в).

Стропы следует подбирать такой длины, чтобы угол между ветвями не превышал  $90^\circ$  (рис. 2.24).

Недопустимые дефекты грузозахватных устройств показаны на рис. 2.25.

Цепной строп подлежит браковке при увеличении звена цепи более 3 % от первоначального размера и при уменьшении диаметра сечения звена вследствие износа более 10 % (рис. 2.25, а).

Браковка колец, петель и крюков съемных грузозахватных приспособлений (рис. 2.25, б...д) производится:

- при наличии трещин;
- износе поверхности элементов или местных вмятинах, приводящих к уменьшению площади поперечного сечения на 10 % или удлинению звеньев на 3 %;
- наличии остаточных деформаций, приводящих к изменению первоначального размера элемента более чем на 5 %.

Канатный строп подлежит браковке, когда число видимых обрывов наружных проволок канатов превышает следующие значения ( $d$ —диаметр стропа):

Длина участка стропа.....  $3d$   $6d$   $30d$

Число видимых обрывов проволок на участке..... 4 6 16

При уменьшении диаметра каната в результате поверхностного износа или коррозии на 7 % и более (по сравнению с номинальным диаметром) канат стропа подлежит браковке даже при отсутствии видимых обрывов проволок. Если уменьшение диаметра на 10 % произошло в результате повреждения внутреннего сердечника, то канат подлежит браковке независимо от видимого обрыва проволок.

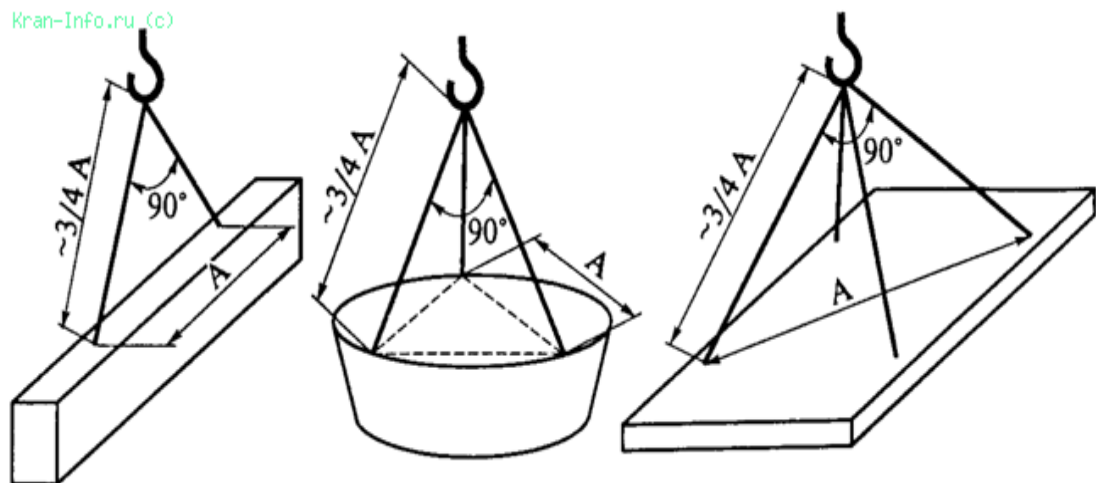


Рис.. Определение длины стропа:  
 $A$  — расстояние между захватами

При уменьшении первоначального диаметра наружных проволок в результате износа или коррозии на 40% и более канат бракуется. Износ или коррозия проволок определяется при помощи микрометра или другого инструмента, обеспечивающего точность измерения.

Строп не допускается к использованию при выявлении:

- обрыва одной или более прядей каната;
- корзинообразной деформации;

- выдавливания сердечника;
- выдавливания или расслоения прядей;
- местного увеличения или уменьшения диаметра каната;
- раздавленных участков;
- перекручивания, заломов и перегибов каната;
- повреждений, появившихся в результате температурных воздействий или электрического дугового разряда;
- деформированных коушей или их износа с уменьшением первоначальных размеров сечения более 15 %;
- трещин на опрессовочных втулках или изменения размера трещин более 10 % от первоначального;
- признаков смещения каната в заплетке или втулках;
- поврежденных оплеток;
- крюков, не имеющих предохранительных замков.

Kran-Info.ru (с)

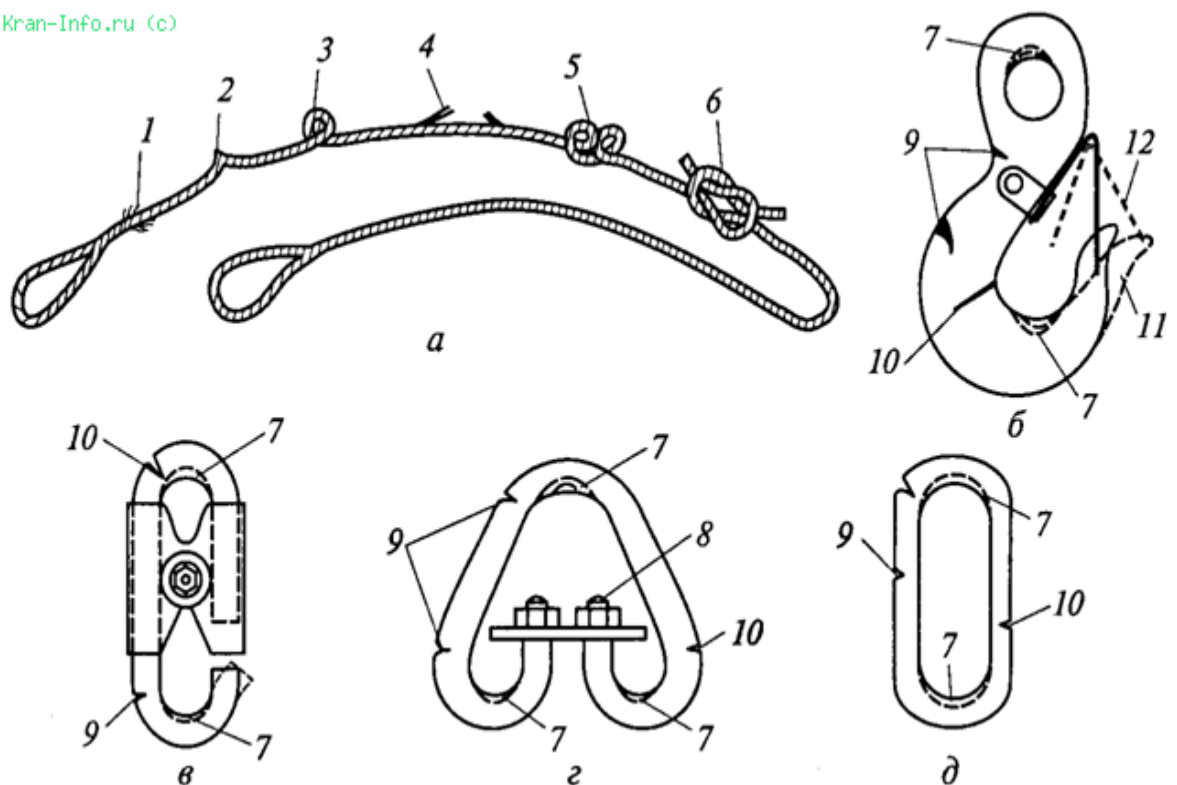


Рис.. Недопустимые дефекты грузозахватных устройств:

а — дефекты стропа; б — дефекты крюка; в — дефекты карабина; г, д — дефекты концевых звеньев; 1 — неоклентованные концы; 2 — излом; 3 — барашек; 4 — обрыв пряди; 5 — узел; 6 — соединение каната связкой; 7 — износ; 8 — расконтривание гайки; 9 — надрывы и трещины; 10 — сварные швы; 11 — отгиб рога; 12 — неисправность защелки

Выявленные в процессе осмотра или технического освидетельствования поврежденные стропы должны быть изъяты из работы для проведения ремонта.

Испытания стропов статической нагрузкой, превышающей грузоподъемность стропа на 25%, проводятся после их изготовления.

На каждом стропе должна быть маркировочная бирка, на которой указываются:

- завод-изготовитель;
- порядковый номер стропа по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- грузоподъемность стропа;
- дата испытания (месяц, год).

### Грузозахватные траверсы

Для перемещения крупногабаритных и длинномерных грузов целесообразно применять грузозахватные траверсы. Использование обычных канатных стропов приводит к потере полезной высоты подъема крюка крана (из-за большой длины ветвей стропа), а также к возникновению сжимающих усилий в поднимаемом элементе и изгибающих усилий в монтажных петлях. Существует множество различных конструкций траверс. На рис. 2.26 показана конструкция траверсы, в которой несущие стропы укреплены так, что их можно переставлять вдоль балки. Крепление обойм, несущих стропы, производится пальцами, вставляемыми в специальные отверстия. Такое крепление позволяет легко менять расстояние между ветвями стропа в зависимости от длины поднимаемой конструкции.

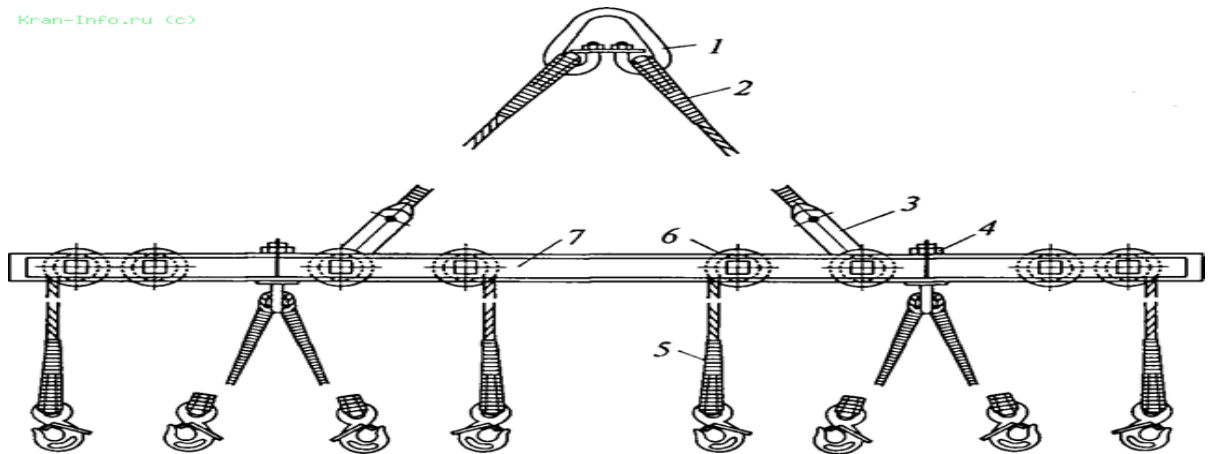
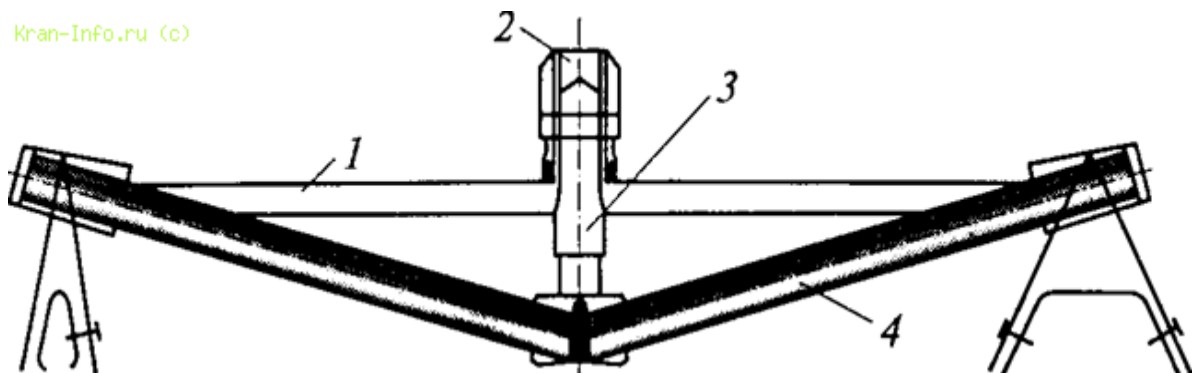


Рис. Траверса балочная универсальная:

1 — подвеска; 2 — растяжной канат; 3 — серьга; 4 — скоба; 5 — канатный (балансирный) строп; 6 — ролик; 7 — балка



### Рис. Траверсы решетчатой конструкции с вершиной угла фермы, направленной вниз:

1 — связь; 2 — подвеска; 3 — стойка; 4 — балка

Это универсальная балочная траверса. Балансирные стропы перекинуты через ролики. Траверсы с балансирными стропами удобно применять при подъеме конструкций за элементы, находящиеся на разной высоте, а также при подъеме конструкций со смещенным центром тяжести. На траверсе имеются обычные (небалансирные) стропы.

Для подъема большепролетных ферм, стеновых панелей и покрытий разработана конструкция решетчатой траверсы. Вершина угла фермы траверсы может быть направлена вверх или вниз. В последнем случае сокращается потеря высоты подъема крюка крана, но конструкция требует большой точности изготовления. Некачественное изготовление может привести к скручиванию фермы.

### Строповые устройства с дистанционным и автоматическим управлением

Применение строповых устройств с дистанционным и автоматическим управлением повышает безопасность производства стропальных работ.

Большие преимущества имеют строповые устройства с электромагнитным и пневматическим приводом дистанционного управления для расстроповки непосредственно из кабины крана.

Существует много различных конструкций строповых устройств с дистанционным и автоматическим управлением.

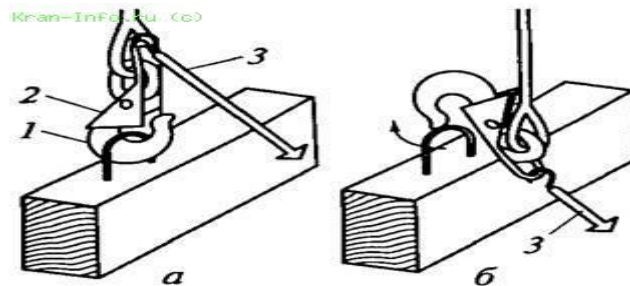


Рис. Универсальное грузозахватное устройство с дистанционным отцеплением крюка:

а — строповка груза; б — расстроповка груза; 1 — грузовой крюк; 2 — обойма; 3 — тяга



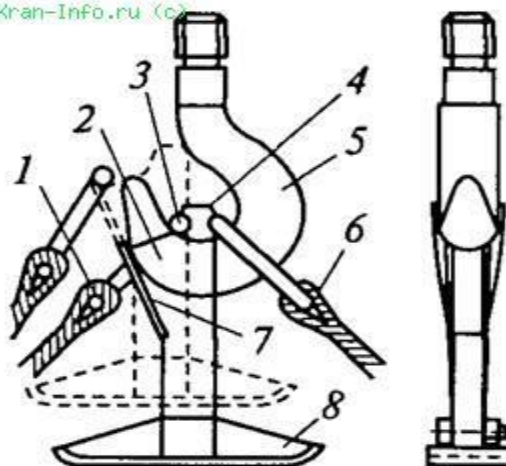


Рис. Устройство для автоматического освобождения крюка крана от концевой звена петли грузового стропа:

1, 6 — петли грузового стропа; 2 — щеки скоб; 3 — фигурная скоба; 4 — перемычка; 5 — крюк; 7 — наклонная пластина; 8 — пята (штриховыми линиями показано взаимодействие деталей устройства в момент сбрасывания звена стропа с крюка)

На рис. показано универсальное грузозахватное устройство с дистанционным отцеплением крюка. После установки конструкции на место ветвь стропа ослабляется и с помощью рычага или канатика крюк поворачивается относительно вертикальной оси в диапазоне  $120^\circ$ .

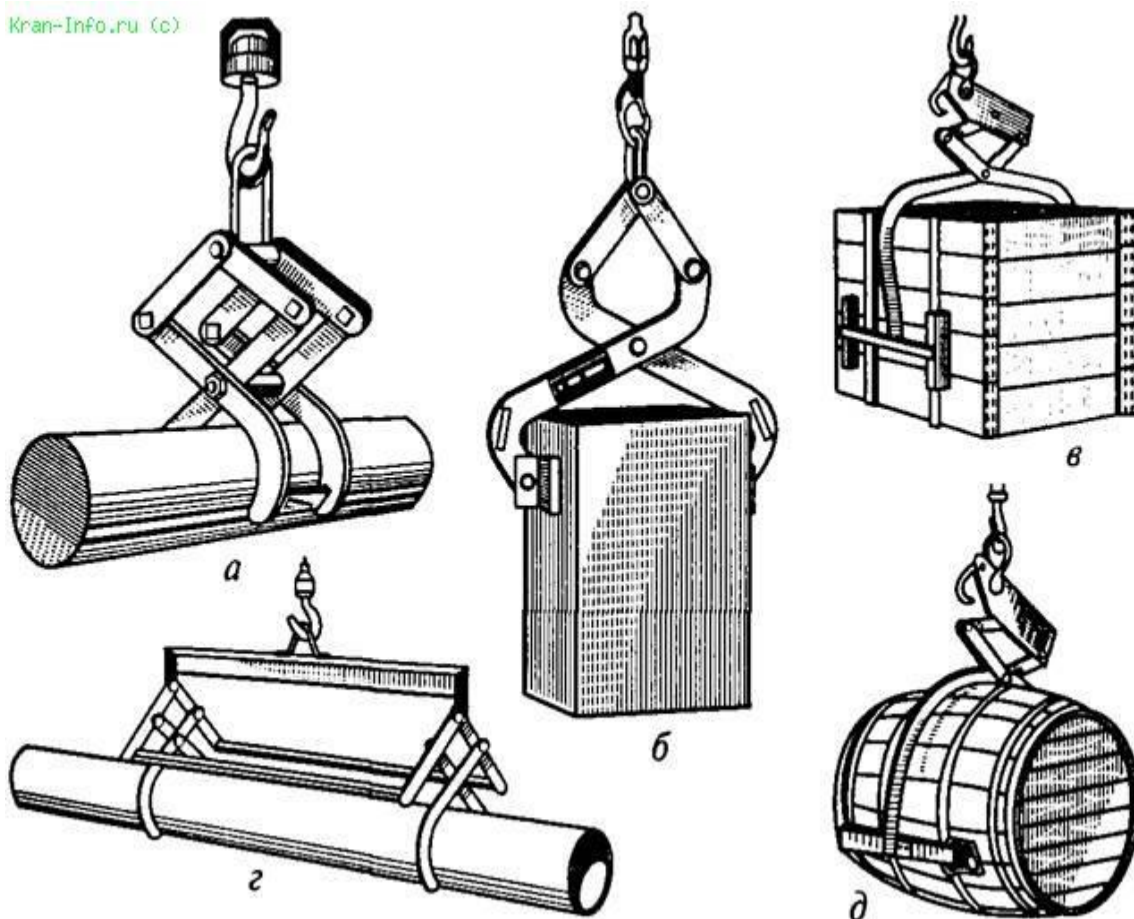
Разработаны устройства для автоматического освобождения крюка крана от концевой звена петли грузового стропа

На однорогом крюке крана монтируется устройство, состоящее из двух фигурных скоб. Скоба перекрывает верхним концом зев крюка крана, выполняя роль предохранительного замка. Крюк крана освобождается от петли грузового стропа при упоре пяты скобы в груз. При этом крюк скользит внутрь обоймы и щеками скобы звено стропа сбрасывается.

При использовании канатиков для дистанционной расстроповки грузов следует проявлять особое внимание, так как защемление его может привести к самопроизвольной расстроповке груза.

### **Зажимные грузозахватные устройства**

Существует множество конструкций зажимных грузозахватных устройств. Наибольшее распространение получили клещевые, рычажные и рычажно-канатные, фрикционные зажимные, эксцентриковые, клиновые зажимные грузозахватные устройства.



**Рис. Клещевые зажимные грузозахватные устройства:**

а — сдвоенные захваты на траверсе для валов; б — захват для бетонных блоков; в — захват для пакетов и ящиков; г — сдвоенный захват на траверсе для труб, валов и других аналогичных деталей; д — захват для бочек

Для строповки применяются следующие зажимные грузозахватные устройства:

- клещевые — для труб;
- эксцентриковые — для листового проката;
- фрикционные — для грузов прямоугольной формы с гладкими боковыми поверхностями;
- клиновые — для грузов, имеющих круглое отверстие необходимого диаметра для взаимодействия с распорными элементами.

Клещевые зажимные грузозахватные устройства выполняются как рычажные системы, в виде ножниц. Для перемещения длинномерных грузов применяют два захвата, закрепленных на траверсе.

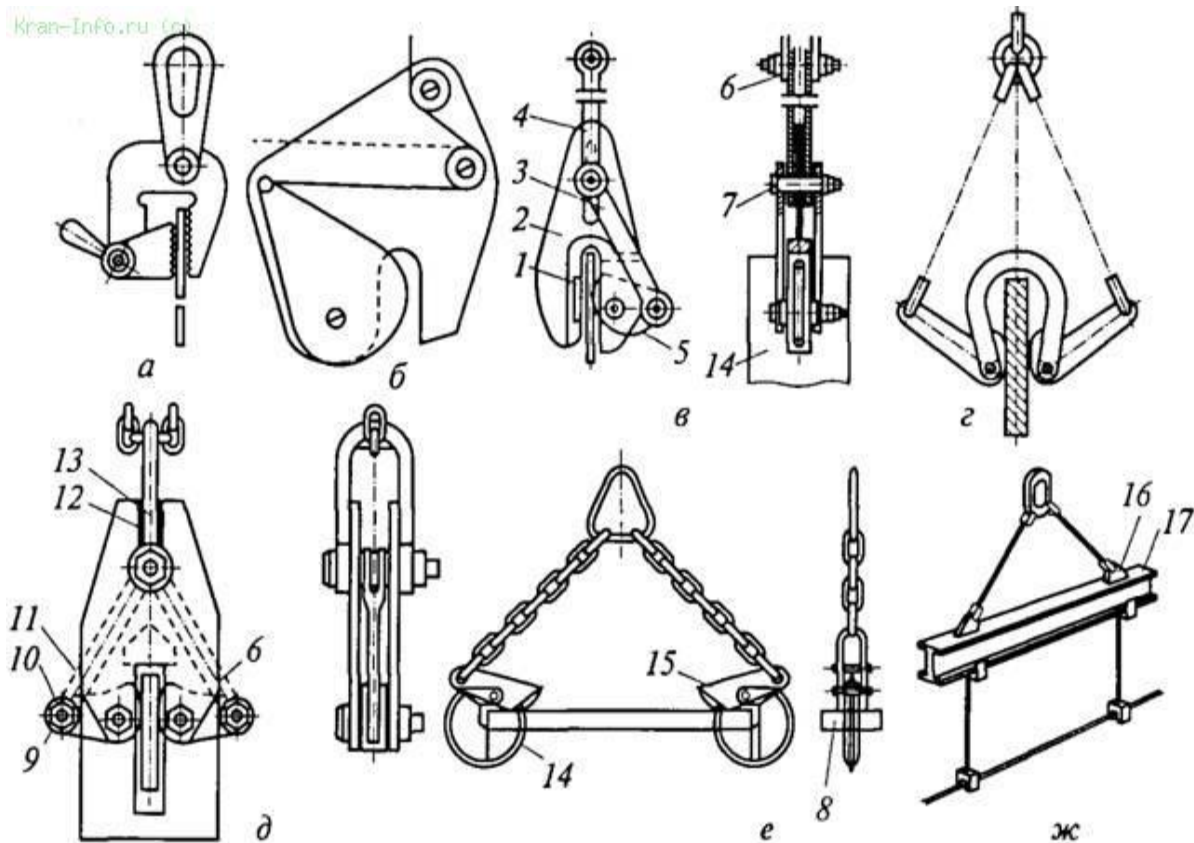


Рис. Эксцентрикые зажимные грузозахватные устройства:

а — с одним эксцентриком, поджимаемым вручную; б, в — с одним эксцентриком, поджимаемым натяжением каната; г, д — с двухсторонним расположением эксцентриков; е — для транспортирования листового проката в горизонтальном положении; ж — эксцентрикые захваты на траверсе; 1 — клиновья планка; 2 — вилка; 3, 4 — тяги; 5 — эксцентрик; 6, 7, 9 — оси; 8 — транспортируемый лист; 10 — кулачок; 11 — рычаг; 12 — скобы; 13 — щека; 14 — скобы; 15 — эксцентрикый рычаг; 16 — соединительное звено; 17 — универсальная траверса

Клещевые зажимные грузозахватные устройства получили широкое применение для перегрузки и транспортирования труб. Они снабжаются специальной защелкой, которая автоматически фиксирует открытое положение и обеспечивает раскрытие рычагов при опускании груза на место. Для захвата труб разного диаметра предусматриваются сменные колодки.

Существует несколько типов клещевых зажимных грузозахватных устройств с гидравлическим и пневматическим приводом, которые обеспечивают постоянное обжатие груза, независимо от его размера. Их легко оборудовать системами дистанционного управления и осуществлять автоматизацию всего цикла перемещения груза. Грузозахватные устройства с пневматическим приводом применяются в тех случаях, когда требуются небольшие усилия для удержания груза при высоких скоростях движения рабочего органа грузозахватного устройства.

На рис. показано несколько типов эксцентрикых зажимных грузозахватных устройств. Они предназначены для подъема и перемещения плоских грузов в вертикальном (реже — горизонтальном)

положении. Их применение ограничивается перемещением грузов с твердой поверхностью.

Широкое распространение эти устройства получили для перемещения листового металла различной толщины, так как применение при этом обычных многоветвевых канатных стропов нередко приводит к несчастным случаям.

### Электромагнитные и магнитные грузозахватные устройства

Электромагнитные грузозахватные устройства применяют в технологии стропальных работ для перегрузки стальных или чугунных изделий, материалов и металлолома.

Магнитные грузозахватные устройства с постоянным магнитом широко применяют в производственной практике. Магнит независим от внешних источников энергопитания, что обеспечивает безопасность работы. В качестве грузозахватных устройств служат постоянные электромагниты для подъема нетяжелых грузов.

Kran-Info.ru ©

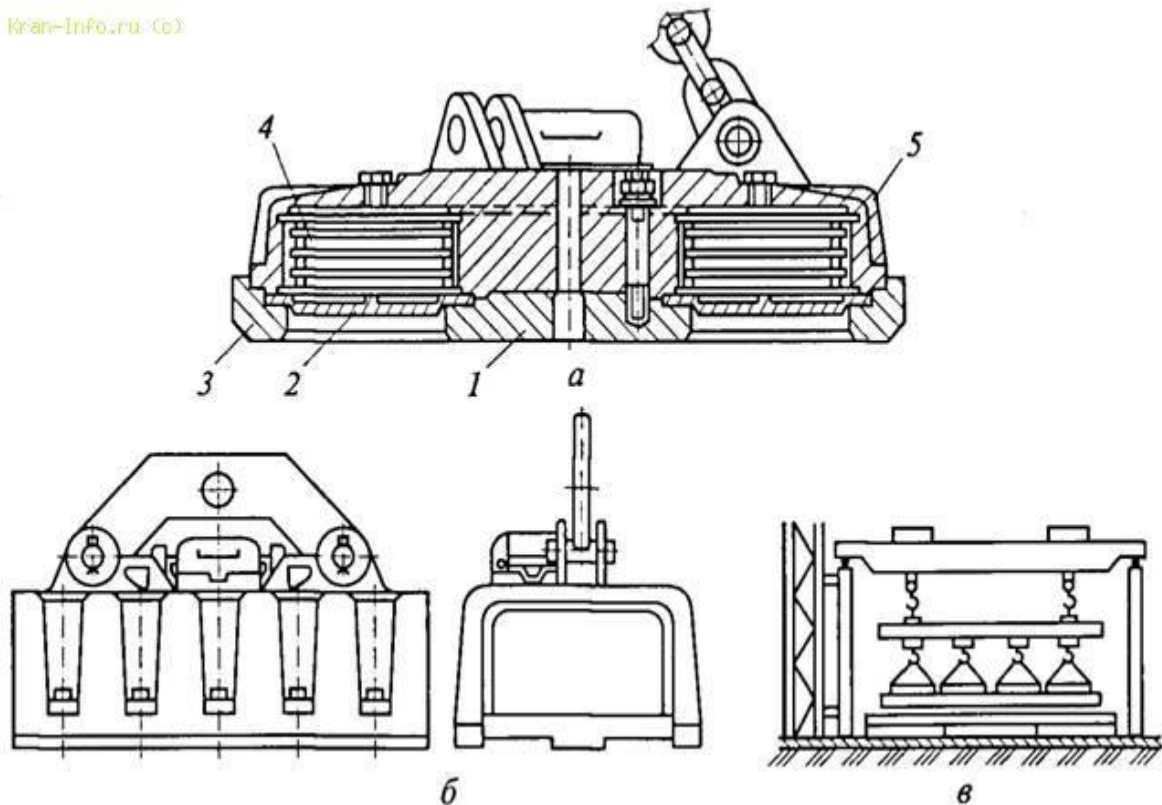


Рис. Электромагнитные грузозахватные устройства:

а — круглой формы; б — прямоугольной формы; в — установка нескольких магнитов на траверсе; 1 — внутренний полюс; 2 — магнитная шайба; 3 — наружный полюс; 4 — обмотка катушки; 5 — корпус магнита

Груз захватывается при опускании на него магнита. Для отсоединения магнитного устройства от груза имеется приспособление, замыкающее магнитный поток внутри.

Захват происходит автоматически в момент контакта грузозахватного устройства с грузом, а освобождение — в момент соприкосновения груза с опорной поверхностью.

Для расстроповки грузов служит полуавтоматический захват с электромагнитом. При монтаже стальных и железобетонных конструкций применяют захваты с дистанционным управлением. Захват рассчитан для стропа грузоподъемностью 10 т. и состоит из корпуса, внутри которого находится привод с установленным электромагнитом. Для предотвращения случайного включения в цепи катушки магнитного пускателя последовательно с кнопкой установлен выключатель, который необходимо включить перед нажатием кнопки и отключить после расстроповки.

Электромагнитные грузозахватные устройства (рис. 2.32) бывают круглой и прямоугольной формы.

При подъеме грузов электромагнитными грузозахватными устройствами всегда имеется опасность отрыва и падения груза при случайном отключении электроэнергии или по каким-либо другим причинам. Для предотвращения этого электромагнитные грузозахватные устройства оборудуют предохранительными механизмами, имеющими отдельный электропривод.

В некоторых случаях для обеспечения безопасности перегрузочных работ, осуществляемых электромагнитными грузозахватными устройствами, на кране устанавливают буферную аккумуляторную батарею, от которой подается электроэнергия в момент отключения источника основного электропитания.

Качнувшийся электромагнит может прижать рабочего к стенке (борту), поэтому в зоне действия магнитного крана (участка, в пределах которого перемещается груз) нахождение людей, не имеющих прямого отношения к работе, и производство иных работ (земляных, ремонтных и др.) не допускается. Стропальщик, обслуживающий кран, может войти в зону действия крана только после того, как электромагнит опущен на землю. Рабочим, находящимся вследствие производственной необходимости в зоне работающего крана, обеспечивают безопасность: устанавливают предупредительные световые табло и плакаты; сооружают постоянные и переносные ограждения; устраивают безопасные проходы (крытые галереи) и маршруты транспортирования грузов.

Не допускается нахождение людей в кузове автомашины, полувагоне, на платформе при погрузке, разгрузке их электромагнитным краном.

С помощью электромагнитного крана запрещается:

- перемещение людей, крупных тяжеловесных конструкций и оборудования, баллонов со сжатыми, сжиженными и растворенными газами;
- выполнение работ, для которых он не предназначен;
- погрузка и разгрузка движущихся железнодорожных полувагонов, платформ, а также автомобилей (локомотив должен быть отцеплен, под колеса должны быть подставлены тормозные колодки).

Перед началом работы электромагнитного крана стропальщик проверяет состояние грузозахватного устройства, на котором электромагнит подвешивается к крюку крана или траверсе; маркировку; грузоподъемность и собственную массу электромагнита; исправность изоляции гибкого кабеля, питающего электромагнит; исправность электромагнита (пробным подъемом груза).

По окончании работы электромагнитного крана стропальщик опускает электромагнит на специально предназначенное и оборудованное для него место, отключает кабель электромагнита, если он подключен с помощью вилки, и освобождает крюк крана от грузозахватного устройства и электромагнита.

### **Производственная тара**

*Тарой* называют специальные приспособления, предназначенные для перемещения штучных, сыпучих, полужидких и жидких грузов.

Наиболее распространенными видами тары для перемещения штучных и тарно-штучных строительных грузов являются контейнеры и средства пакетирования. Тара заполняется не выше установленной нормы. Перемещение ее производится с помощью четырехветвевго стропа при равномерном натяжении всех ветвей.

**Маркировка производственной тары.** Производственная тара должна иметь следующую маркировку:

- регистрационный номер;
- условное обозначение (для чего она предназначена);
- масса тары (кг);
- грузоподъемность (кг);
- товарный знак предприятия-изготовителя.

Допускаются надписи о принадлежности к участку (цеху).

### **Порядок осмотра тары и нормы ее браковки.**

Тара, перемещаемая грузоподъемными кранами, на которую распространяются Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, должна подвергаться периодическому осмотру не реже одного раза в месяц.

При осмотре тары проверяются:

- наличие маркировки;
- исправность фиксирующих и запорных устройств;
- отсутствие трещин, износа или искривления захватных устройств для строповки.

Тара, имеющая дефекты, к эксплуатации не допускается. При эксплуатации тары необходимо выполнять следующие требования (по ГОСТ 12.3.010-76):

- тара не должна загружаться более номинальной массы брутто;
- способ загрузки должен исключить появления остаточных деформаций тары, включая местные;
- груз, уложенный в тару, должен находиться ниже уровня ее бортов;
- открывающиеся стенки тары, находящиеся в штабеле, должны быть в закрытом положении;
- опрокидывание тары должно осуществляться грузоподъемными устройствами, оборудованными специальными приспособлениями;
- перемещение тары волоком и кантованием не допускается;
- использовать разрешается только исправную тару;
- необходимо правильно штабелировать тару.

Тара более 50 кг брутто должна подвергаться периодическим осмотрам:

- перед началом эксплуатации;
- через каждые шесть месяцев эксплуатации;
- после ремонта.

#### **Условия изготовления и испытания съемных грузозахватных устройств.**

Изготовление грузозахватных устройств и тары должно производиться в соответствии с нормативными документами по рабочим чертежам организациями, имеющими лицензию на производство работ.

Грузозахватные устройства после изготовления подлежат испытанию нагрузкой, на 25 % превышающей их паспортную грузоподъемность, на предприятии-изготовителе.

Сведения об изготовленных грузозахватных устройствах должны заноситься в журнал учета грузозахватных устройств.

Грузозахватные устройства должны снабжаться клеймом или биркой с указанием номера, грузоподъемности и даты испытания, а также должны быть снабжены паспортом.

Техническое освидетельствование строп, клещей, траверс производит лицо надзора или другое лицо, специально назначенное приказом по предприятию.

#### **Выбор грузозахватного устройства для строповки груза.**

После определения массы и габаритных размеров груза можно выбирать грузозахватные устройства.

При этом необходимо соблюдать следующие правила:

- угол между ветвями стропа не должен превышать 90° при строповке;

- при длине груза 12 м и более следует применять траверсу;
- при подъеме груза двумя кранами следует применять траверсу с балансирными стропами или с переставными обоймами;
- строп нужно выбирать так, чтобы поднимаемая конструкция приняла проектное положение;
- нужно учитывать возможность автоматизации захвата и освобождения груза;
- собственная масса грузозахватного устройства по сравнению с массой поднимаемого груза должна быть минимальной.

### **Периодичность осмотра съемных грузозахватных устройств.**

В процессе эксплуатации съемных грузозахватных устройств и тары владелец должен периодически производить их осмотр с записью в журнале осмотров в следующие сроки:

- каждый месяц — траверс, клещей и других захватов и тары;
- один раз в 10 дней — стропов;
- перед выдачей их в работу — редко используемых съемных грузозахватных устройств.

Осмотр стропов и тары должен производиться по инструкции, разработанной специализированной организацией. В случае ее отсутствия браковку стропов производят в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

### **Способы хранения съемных грузозахватных устройств и поддержания их в работоспособном состоянии.**

Съемные грузозахватные устройства должны храниться в специально отведенных местах, под навесом или в закрытых помещениях. Они должны быть снабжены необходимыми маркировочными бирками и надписями. Редко используемые съемные грузозахватные устройства следует хранить отдельно.

Съемные грузозахватные устройства необходимо в установленные сроки подвергать техническому освидетельствованию. Результаты освидетельствования заносятся в журнал регистрации грузозахватных устройств.



## Практическая работа № 6

### Изучение конструкции и работы полиспастов, кратность и схемы полиспастов

**Цель работы:** Изучить конструкцию, работу и кратность полиспаста, научиться определять его КПД.

Классификация и описание полиспастов грузоподъемных машин

**Полиспаст** — слово греческое, означает "«атягиваемый многими канатами»" Это устройство для подъема или перемещения грузов посредством гибкой связи, многократно огибающей подвижные и неподвижные блоки.

Блоки широко распространены в конструкциях различных подъемно-транспортных и погрузочно-разгрузочных машин и используются как самостоятельные устройства для подъема грузов. Подразделяются на подвижные (направляющие), применяемые для изменения направления движения канатов или цепей, и подвижные, применяемые для выигрыша в силе или скорости.

При набегании на блок гибкий орган (канат или цепь) должен быть согнут, а при сбегании разогнут. Возникающее при этом сопротивление обусловлено жесткостью рабочего органа. Работа, затрачиваемая на преодоление жесткости каната при обегании им блока, будет расходоваться на деформацию и внутреннее трение при сдвиге проволок и прядей каната. Обычно потери на преодоление жесткости каната на блоке не превышают 1,5% натяжения каната и не зависят от направления вращения блока.

Суммарное сопротивление вращению блока складывается из сопротивления, обусловленного жесткостью каната, и сопротивления возникающего от трения в подшипниках, и оценивается коэффициентом сопротивления блока  $\varepsilon$ , который показывает, во сколько раз возрастает усилие в гибком органе после прохождения его через блок. Коэффициент сопротивления блока равен отношению усилия в сбегавшей и набегавшей ветвях гибкого органа.

Коэффициент полезного действия неподвижного блока  $\eta_{бл}$  — величина, обратная коэффициенту сопротивления  $\varepsilon$ . Оба коэффициента зависят от типа гибкого органа, отношения диаметров блока и цапфы его оси, угла обхвата канатом  $\alpha$  и типа подшипников. Согласно опытным данным при стальном канате можно считать, что они в среднем равны (таблица 1).

Таблица.1 — Коэффициент сопротивления и КПД блока в зависимости от угла обхвата блока стальным канатом

	При подшипниках скольжения				При подшипниках качения			
$\alpha$	180°	90°	45°	15°	180°	90°	45°	15°
$\varepsilon$	1,05	1,04	1,025	1,015	1,02	1,015	1,013	1,010

$\eta_{\text{бл}}$	0,95	0,96	0,975	0,985	0,98	0,985	0,987	0,99
--------------------	------	------	-------	-------	------	-------	-------	------

В подъемно-транспортных машинах полиспасты используются для выигрыша в силе, в этом случае их называют полиспастами прямого действия. Изменение мест действующей силы и преодолеваемого сопротивления обращает полиспаст и переводит его в полиспаст обратного действия, при этом обеспечивается выигрыш в скорости.

В зависимости от схемы, последовательности огибания гибким органом блоков, закрепления концов гибкого органа различают полиспасты (рисунок 3.1): кратный простой, степенной, дифференциальный и кратный сдвоенный.

В подъемно-транспортных машинах в основном применяют кратные полиспасты, представляющие собой сочетание вращающихся подвижных и неподвижных блоков, которые огибаются одним тяговым органом.

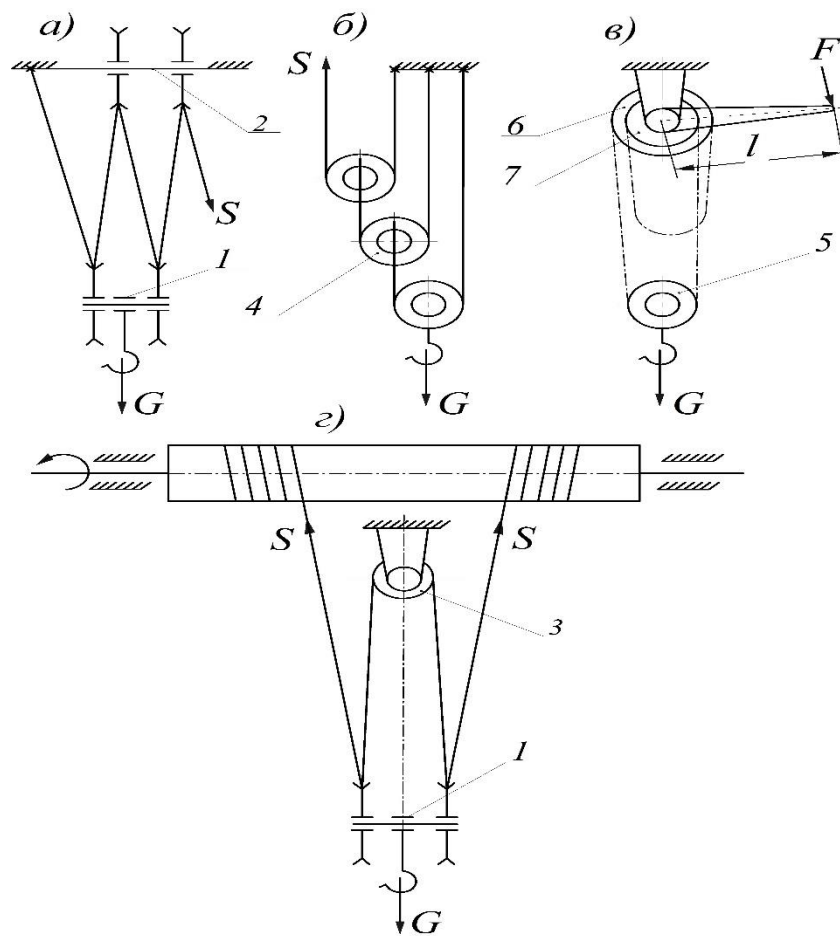


Рисунок 3.1 --Схемы полиспастов

а --кратный простой; б --степенной; в --дифференциальный; г --кратный сдвоенный

1 --Подвижная обойма; 2 --неподвижная обойма; 3 --уравнительный блок; 4, 5 --подвижные блоки; 6, 7 --Звездочки

Подвижные и неподвижные блоки группируются, образуя подвижную 1 и неподвижную 2 обоймы полиспаста. Один конец гибкого органа может закрепляться на любой из этих обойм, другой, как правило, закрепляется на барабане лебедки.

Кратностью полиспаста, или его передаточным числом, называется характеристика, определяемая в полиспасте прямого действия (при выигрыше в силе) отношением скорости каната, уходящего на барабан к скорости подъема груза. На практике удобнее и проще кратность полиспаста определять отношением числа несущих ветвей  $z_n$  к числу ветвей идущих через направляющие блоки или непосредственно на барабан  $z_b$

$$u = \frac{z_n}{z_b} .$$

Кратность полиспаста на рисунке 3.1,*a* соответственно равна четырем, так как вес груза распределяется на четыре несущих ветви, а на барабан с полиспаста уходит одна ветвь.

Таким образом, для одинарного полиспаста кратность равна числу несущих ветвей. При обратном действии того же полиспаста (с целью получения выигрыша в скорости) кратность его остается прежней, не изменяется.

При расположении барабана вверху, как это выполнено в электроталях, тележках мостовых и козловых кранов, для исключения бокового смещения крюковой подвески с грузом при подъеме и опускании применяют сдвоенные кратные полиспасты (рисунок 3.1,*з*). Сдвоенный полиспаст следует рассматривать как два одинарных с половинной нагрузкой на каждый, считая, что уравнительный блок 3 является как бы местом крепления середины каната. Кратность сдвоенного полиспаста равна отношению несущих ветвей к числу ветвей, уходящих на барабан, на рисунке 3.1,*з* соответственно двум. На барабан у сдвоенного полиспаста набегает две ветви каната, а уравнительный блок обеспечивает выравнивание натяжений в них. При работе уравнительный блок не вращается, а только изредка, дополнительно поворачивается, выравнивая усилия в ветвях каната.

Диаметры барабана и вращающихся блоков для обеспечения требуемой долговечности должны быть не менее

$$D \geq ed ,$$

где  $D$  — диаметр барабана или вращающегося блока, измеренный по оси навитого каната;  $d$  — диаметр каната;  $e$  — коэффициент, зависящий от типа грузоподъемной машины, вида привода и группы режима работы, принимаемый по нормам Ростехнадзора.

Диаметр уравнительного блока, так как он не вращается, разрешается принимать на 20...40 % меньше

$$D_{ур} \geq (0,6...0,8)d .$$

При необходимости получения большого выигрыша в силе при меньшем числе блоков применяют степенные полиспасты (рисунок 3.1,б), которые представляют последовательно работающие подвижные блоки 4. Степенной полиспаст обеспечивает выигрыш в силе (кратность)  $u=2^n$ , где  $n$  — число подвижных блоков, но обладает повышенной строительной высотой, поэтому в грузоподъемных кранах не применяется. На электрифицированных участках железных дорог он используется для натяжения несущего провода, к которому подвешивается контактный провод.

### Описание установки для исследования кратного полиспаста

Коэффициент сопротивления блока  $\varepsilon$ , КПД блока  $\eta_{\text{бл}}$ , а также КПД полиспаста при использовании его для выигрыша в силе  $\eta'$  и при использовании его для выигрыша в скорости  $\eta''$  определяется на установке (рисунок 3.2), представляющей собой жесткую раму 1, оборудованную простым кратным полиспастом 2, выполненным по развернутой схеме, лебедкой с безопасной рукояткой 3 и силоизмерительным устройством 4, к которому присоединен неподвижный конец каната. Крюковая подвеска 5, обойма подвижных блоков полиспаста, загружаются набором грузов 6. Блоки могут заменяться блоками иного диаметра и с другими подшипниками, тяговый орган легкоосменный. Это позволяет проводить несколько опытов и получать ряд вариантов опытных данных для анализа влияния на КПД полиспаста производимых изменений.

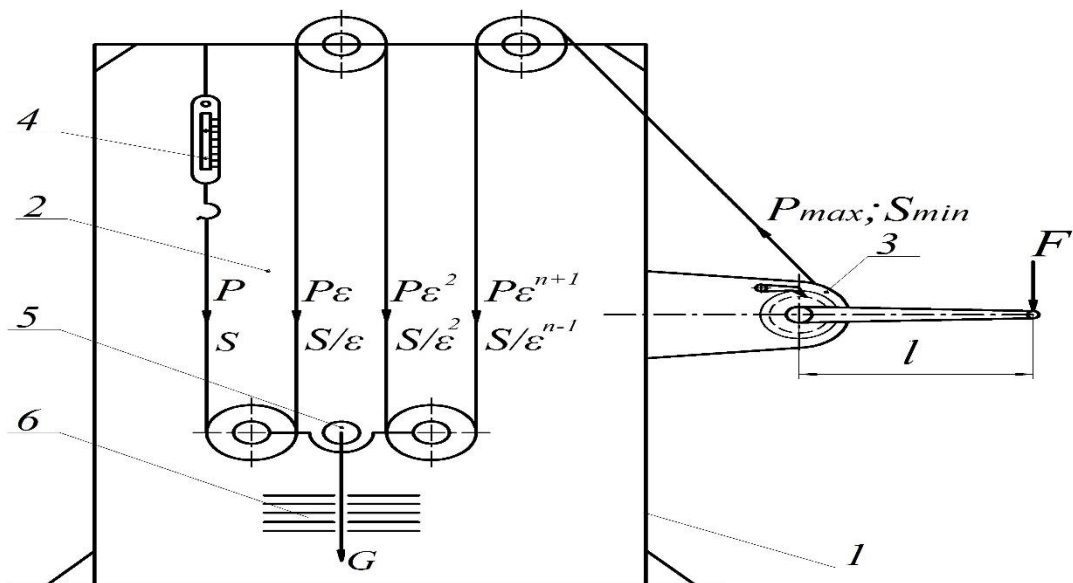


Рисунок 3.2 — Схема установки для исследования простого кратного полиспаста

1 — Рама; 2 — простой кратный полиспаст; 3 — лебедка с безопасной рукояткой; 4 — динамометр; 5 — крюковая подвеска; 6 — набор грузов

Коэффициент I для полиспастов с различным числом рабочих ниток

Число рабочих нитей в полиспасте	Число рабочих роликов в блоках полиспастах	Число отводных роликов						
		0	1	2	3	4	5	6
1	0	1,00	0,96	0,92	0,88	0,85	0,82	0,78
2	1	1,96	1,88	1,81	1,73	1,66	1,60	1,53
3	2	2,88	2,76	2,65	2,55	2,44	2,35	2,26
4	3	3,77	3,62	3,47	3,33	3,20	3,07	2,95
5	4	4,62	4,44	4,26	4,09	3,92	3,77	3,61
6	5	5,43	5,21	5,00	4,80	4,61	4,43	4,15
7	6	6,21	5,96	5,72	5,49	5,27	5,06	4,86
8	7	6,97	6,69	6,42	6,17	5,92	5,68	5,45
9	8	7,69	7,38	7,09	6,80	6,53	6,27	6,02
10	9	8,38	8,04	7,72	7,41	7,12	6,83	6,56
11	10	9,04	8,68	8,33	8,00	7,68	7,37	7,08
12	11	9,68	9,29	8,92	8,56	8,22	7,89	7,58
13	12	10,29	9,88	9,48	9,10	8,74	8,39	8,05
14	13	10,88	10,44	10,03	9,63	9,24	8,87	8,52

**Примечание.** Коэффициент полезного действия одного ролика равен 0,96, т. е. значения  $i$  даны для роликов на бронзовых втулках.

При расчете полиспастов по приведенной формуле не следует смешивать усилие в нитке полиспаста, идущей на лебедку с грузоподъемностью последней, т. е. тем тяговым усилием, которое может развить лебедка. Усилие в нитке, идущей на лебедку, почти всегда меньше тягового усилия, так как в большинстве случаев лебедки работают с некоторым недогрузом. В крайнем случае, когда лебедка работает на всю мощность, усилие в сбегавшей нитке полиспаста будет равно тяговому усилию лебедки.

**Порядок расчета полиспастов** заключается в определении по заданному числу рабочих ниток усилия в нитке полиспаста, идущей на лебедку, и в подборе по величине этого усилия необходимого диаметра каната и мощности лебедки.

Усилие в нитке полиспаста, идущей на лебедку, определяется по формуле:

$$P = \frac{G \cdot g}{i \cdot \eta^n},$$

где  $P$  — усилие в нитке полиспаста, идущей на лебедку, в кг;

$G$  — поднимаемый груз в кг;

$g$  - вес обоймы подвижных полиспастов;

$i$  --коэффициент, зависящий от количества рабочих нитей полиспаста, от количества отводных блоков и от трения в роликах;

$\eta$  - КПД блока полиспаста;

$m$  - количество всех блоков полиспаста.

КПД блока полиспаста на подшипниках качения при стальном канате колеблется в пределах от 0,96 до 0,98.

Коэффициент  $i$  для всякого полиспаста является величиной постоянной, не зависящей от веса груза и мощности лебедки. Он зависит от того, на бронзовых, чугунных втулках или на подшипниках качения посажены ролики на ось блока, т. е. от того, какова величина силы трения.

Если бы смогли создать полиспаст, в котором отсутствовало трение в блоках, то для такого полиспаста коэффициент  $i$  всегда был бы равен количеству рабочих ниток полиспаста (тогда тяговое усилие в канате лебёдки, если не учитывать сил трения, равно усилию в одной рабочей нити)

### **Контрольные вопросы:**

1. Что называется полиспастом?
2. Дать определение кратности полиспаста.
3. От каких факторов зависит КПД полиспаста?

## Практическая работа № 7

### Изучение конструкции, работы и классификации автомобильных кранов

**Цель:** изучить конструкцию передвижных автомобильных кранов и их разновидность.

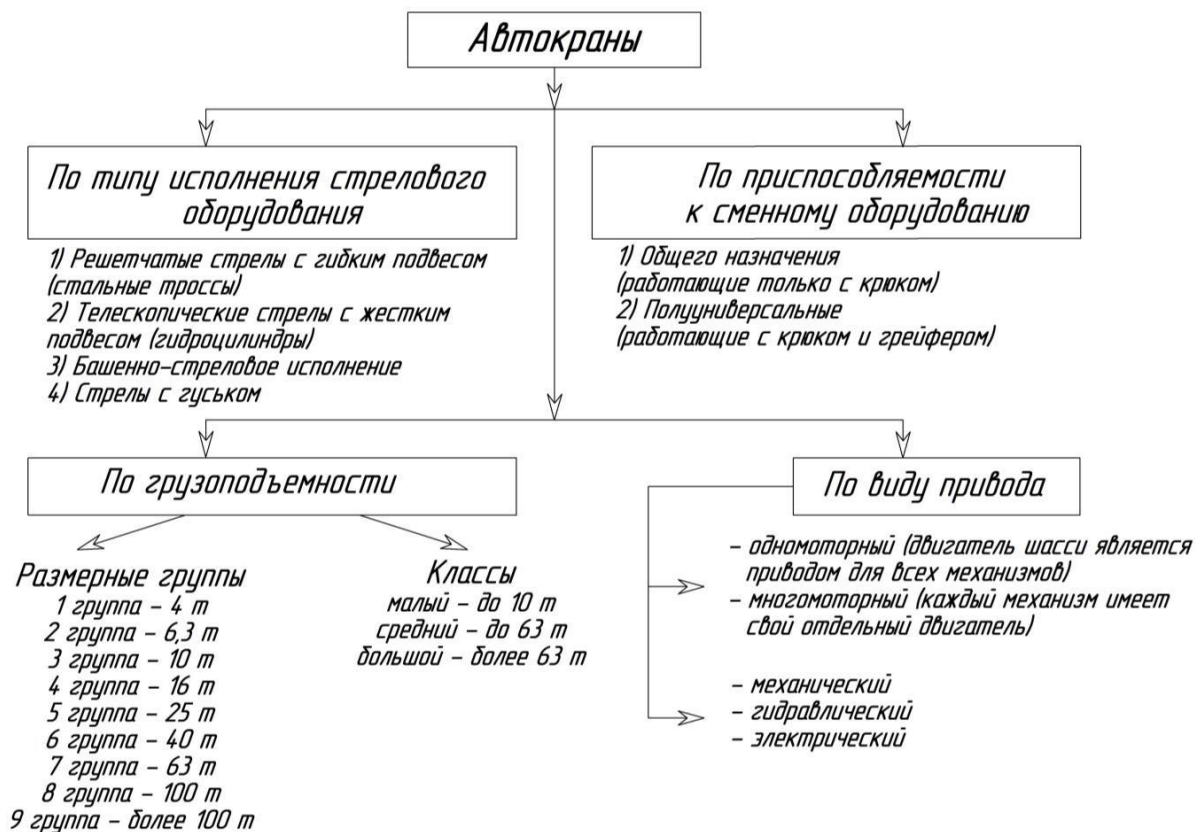
**Автомобильный кран** – это автономная подъемно-транспортная самоходная машина, предназначенная для погрузки и разгрузки строительных, сельскохозяйственных, промышленных и других грузов, в том числе на необорудованных для этих целей площадках.

**Автомобильные краны (АК) классифицируют по следующим признакам (рис. 1):**

- по типу исполнения стрелового оборудования (решетчатые стрелы с гибким подвесом, телескопические стрелы с жестким подвесом, стрелы в башенно-стреловом исполнении и стрелы с гуськом);
- по приспособляемости к сменному оборудованию (общего назначения и полууниверсальные);
- по грузоподъемности (9 размерных групп и 3 класса);
- по виду привода (одномоторный, многомоторный, механический, гидравлический и электрический).

**Основные технические требования, предъявляемые к автокранам:**

- высокая мобильность;
- возможность работы в свободном положении на опорах;
- возможность вращения на 360° поворотной рамы со стрелой и кабиной машиниста;
- обеспечение широкого диапазона изменения вылета стрелы и высоты подъема груза;
- применение приборов и устройств, предназначенных для безопасной эксплуатации машин;
- краны должны эксплуатироваться при температуре воздуха от минус 40 °С до плюс 40 °С при допустимой скорости ветра на высоте 10 м для рабочего и нерабочего состояний не более 14 м/с;
- допустимый уклон площадки при установке крана для работы на выносных опорах не должен превышать 3°, допустимый угол наклона крана к горизонту при работе на выносных опорах – 1,5°.



**Типоразмерный ряд автомобильных кранов** – ряд автокранов, различающихся значением их грузоподъемности на наименьшем вылете стрелы (рис. 2, 3, 4, 5).

По грузоподъемности АК подразделяют на 9 размерных групп: 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; более 100 тонн.

Определяющим ограничением для назначения грузоподъемности АК конкретного типоразмера являются нагрузка на ось шасси (осевая масса) автокрана и допустимая устойчивость против опрокидывания.

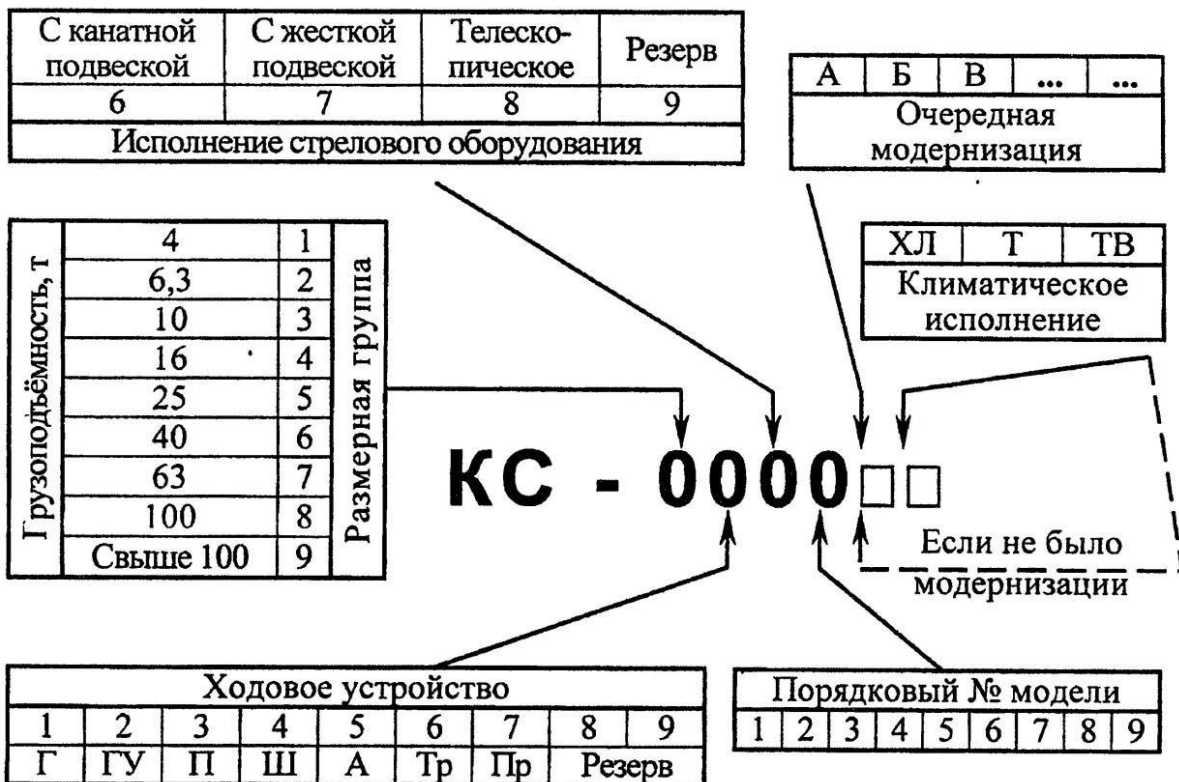
Из имеющегося типоразмерного ряда автомобильных кранов образованы три класса: малый – до 10 т; средний – до 63 т; большой – свыше 63 т.

Всем автомобильным кранам в группе стреловых самоходных кранов общего назначения присваивается индекс (рис. 6), состоящий из букв КС (кран стреловой самоходный) и четырех-пяти цифр, из которых:

- первая цифра обозначает номер размерной группы в ряду грузоподъемности машин,
- вторая – тип ходового устройства,
- третья – исполнение подвески стрелового оборудования,
- четвертая – порядковый номер модели.

Буквы, цифры и индексы, стоящие после цифр номера модели, обозначают очередную модернизацию (цифра 1 – первая модификация или буква А – первая модернизация и т.п.).





**Индексация стреловых кранов общего назначения:** КС – кран стреловой общего назначения; ХЛ – северное исполнение; Т – тропики; ТВ – тропики влажные; Г – гусеничное ходовое устройство; ГУ – то же, с увеличенной поверхностью гусениц; П – пневмокошесное ходовое устройство; Ш – специальное шасси автомобиля; А – шасси грузового автомобиля; Тр – трактор; Пр – прицепное устройство

По типу исполнения стрелового оборудования автокраны КС бывают: с канатной (гибкой) подвеской, с жесткой (гидроцилиндровой), телескопической и резервной.

По климатическому исполнению:

- ХЛ – холодного (северного) исполнения,
- Т – тропики,
- ТВ – тропики влажные.

По типу ходового устройства:

- Г – гусеничные,
- ГУ – гусеничные с увеличенными гусеницами,
- П – пневмокошесные,
- Ш – шасси специальное,
- А – шасси автомобильное,
- Тр – трактор,
- Пр – прицеп.

По профилю сечения стрелы бывают следующих видов:

- прямоугольные (коробчатые),
- трапецевидные,
- гексагональные,
- многогранные,
- овоидные и др.

Наиболее перспективный профиль сечения стрелы это овоидный, обладающий высокой прочностью и низкой металлоемкостью.

Например, индекс КС-35715-1 расшифровывается следующим образом: КС – кран стреловой самоходный, 3 – третья размерная группа (грузоподъемность 10 т), 5 – ходовое устройство в виде шасси грузового автомобиля, 7 – жесткая подвеска стрелового оборудования (телескопической стрелы), 15 – порядковый номер модели крана, 1 (-1) – первая модернизация модели.

Индекс КС-2561БТВ — кран самоходный грузоподъемностью 6,3 т на автомобильном шасси с гибкой подвеской стрелы и механическим приводом (цифра 1), второй модернизации в исполнении для влажных тропиков.

Некоторые изготовители дают иную маркировку: три буквы – назначение крана, затем цифры – грузоподъемность. К примеру, СМК-8 –кран специальный монтажный грузоподъемностью 8 тонн.

***К основным параметрам автомобильных кранов относятся:***

- грузоподъемность;
- вылет стрелы;
- вылет стрелы от ребра опрокидывания;
- высота подъема;
- глубина опускания крюка;
- скорость подъема (опускания) груза;
- транспортная скорость;
- общая (эксплуатационная) масса крана;
- максимальная осевая нагрузка;
- среднее давление выносной опоры на основание;
- минимальный радиус поворота автокрана; преодолеваемый уклон дороги;
- мощность силовой установки.

**Вылет стрелы** – расстояние от оси центра тяжести АК до оси груза.

**Высота подъема** крюка – расстояние от поверхности земли до крюка.

**Скорость подъема (опускания)** груза – изменение положения высоты груза строго по вертикали в единицу времени (м/мин).

**Транспортная скорость** – путь, проходимый АК за единицу времени (км/ч).

## Общее устройство автомобильных кранов

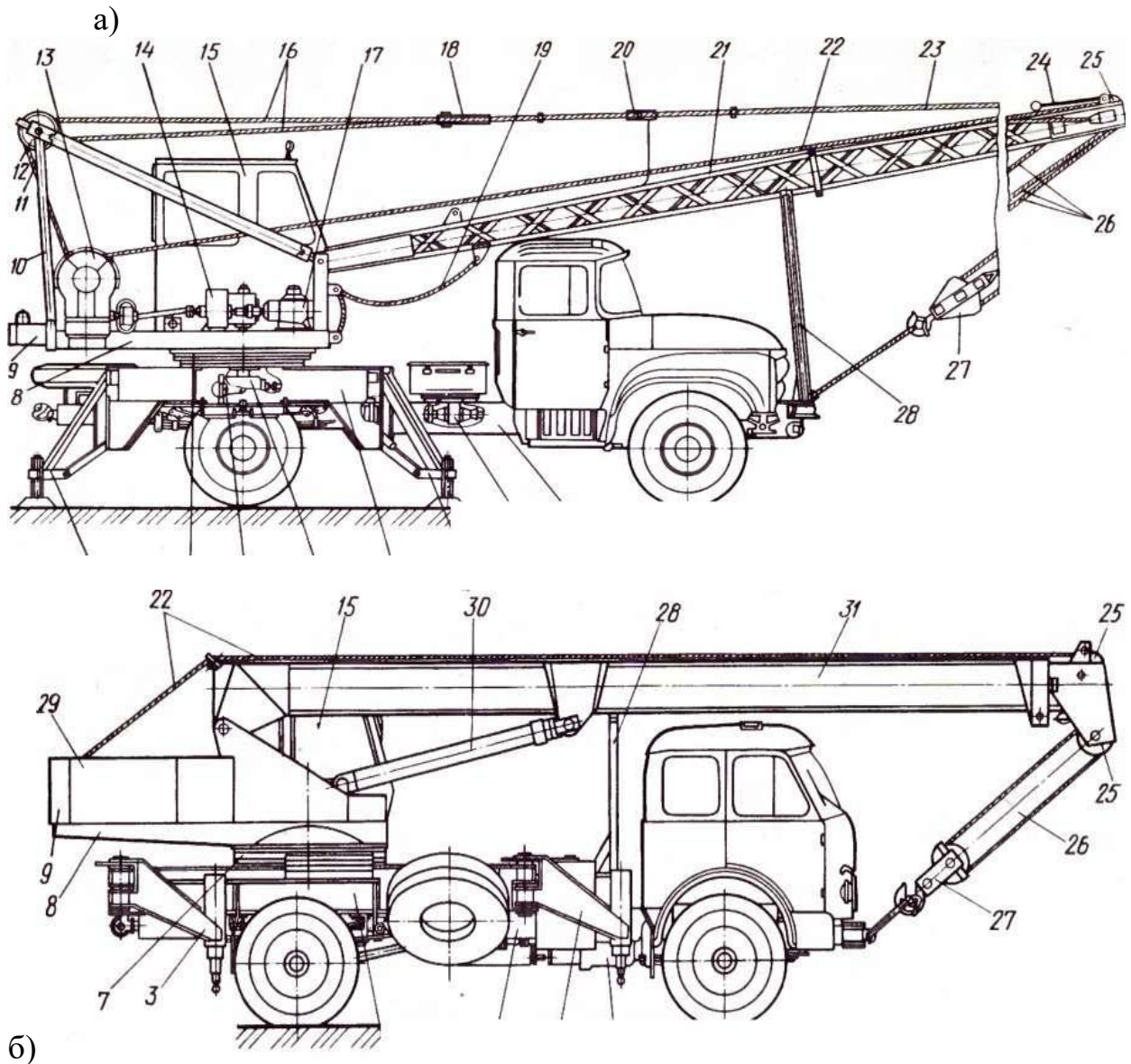


Рис. 1. Автомобильные стреловые самоходные краны: а — с механическим приводом (кожух механизмов на поворотной раме условно снят), б — с гидравлическим приводом; 1 — ходовое устройство (шасси базового автомобиля), 2 — коробка отбора мощности, 3 — выносные опоры, 4, 8 — ходовая и поворотная рамы, 5 — промежуточный редуктор, 6 — стабилизатор, 7 — опорно-поворотное устройство, 9 — противовес, 10 — двуногая стойка, 11, 22 — стреловой и грузовой канаты, 12, 25 — блоки головок двуногой стойки и стрелы, 13 — стреловая лебедка, 14 — реверсивно-распределительный механизм, 15 — кабина, 16, 26 — стреловой и грузовой полиспасты, 17 — механизм поворота, 18 — траверса, 19 — канатное предохранительное устройство, 20 — ограничитель грузоподъемности, 21 — основная невыдвижная стрела, 23 — оттяжка, 24 — сигнализатор опасного напряжения, 27 — крюковая подвеска, 28 — опорная стойка, 29 — кожух, 30 — гидроцилиндр подъема стрелы, 31 — телескопическая стрела

Автомобильный кран (рис. 1) состоит из неповоротной и поворотной частей, связанных между собой опорно-поворотным устройством 7, которое передает нагрузки (грузовой момент, вертикальные и горизонтальные силы) от

поворотной части крана на неповоротную, а также обеспечивает возможность вращения поворотной части относительно неповоротной.

**Неповоротная часть крана** — это ходовое устройство 1 и ходовая рама 4 со смонтированными на ней выносными опорами 3.

**Ходовое устройство** — шасси грузового автомобиля. В связи с необходимостью размещения на нем механизмов и узлов крановой установки в конструкцию шасси вносят ряд изменений: вместо кузова на раме автомобиля закрепляют ходовую раму, дополнительно устанавливают коробку отбора мощности 2, опорную стойку 28 стрелы, а также стабилизаторы 6 или выключатели упругих подвесок. У кранов с механическим приводом дополнительно устанавливают промежуточный редуктор 5, у кранов с гидравлическим приводом — масляный бак. При необходимости изменяют место расположения топливных баков и запасных колес.

**Ходовая рама** — пространственная сварная конструкция, которую крепят на шасси автомобиля и на которой устанавливают опорно-поворотное устройство. Ходовая рама передает нагрузки от поворотной части на основание через шасси автомобиля или выносные опоры.

Выносные опоры используют для увеличения опорного контура крана в рабочем состоянии.

**Поворотная часть крана** — это поворотная платформа, на которой размещены исполнительные механизмы, кабина 15 машиниста и стреловое оборудование.

Поворотная платформа представляет собой поворотную раму 8 (основание поворотной части крана), установленную на опорно-поворотном устройстве 7. На конце поворотной рамы закреплен противовес 9 (дополнительный груз), уравновешивающий кран во время работы. Исполнительные механизмы крана и их привод от внешних воздействий защищает кожух 29 (капот). У кранов с гибкой подвеской стрелового оборудования (рис. 1, а) на поворотной платформе установлена двуногая стойка 10, к которой и подвешивают стреловое оборудование.

Исполнительные механизмы. У кранов с гибкой подвеской стрелового оборудования к ним относятся стреловая лебедка 13 для изменения угла наклона стрелы, грузовая лебедка (на рис. 1, а расположена за стреловой лебедкой) для подъема и опускания груза и механизм поворота 17 — для вращения поворотной части крана. Движение лебедкам и механизму поворота передается от реверсивно-распределительного механизма 14. У кранов с жесткой подвеской стрелового оборудования (рис. 1, б) угол наклона телескопической стрелы 31 изменяют с помощью гидравлических цилиндров 30 (гидроцилиндров).

Подъем и опускание груза производятся грузовой лебедкой, а вращение поворотной части — **механизмом поворота**. Движение лебедке и механизму поворота передается от гидродвигателя.

Выдвижные и телескопические стрелы —кранов снабжены специальными исполнительными механизмами для их выдвижения.

Кабина, в которой размещены органы управления краном и сиденье машиниста, оборудована необходимыми указателями, системой сигнализации и системами создания микроклимата (вентиляцией, отоплением).

Стреловое оборудование обеспечивает действие грузозахватного устройства в рабочей зоне крана.

У кранов с гибкой подвеской стреловое оборудование комплектуется основной 21 и удлиненными не выдвижными и выдвижными стрелами с гуськами или без них, грузовым 26 и стреловым 16 полиспадами для подъема груза и стрелы 21 и специальным канатным устройством 19, предохраняющим стрелу от запрокидывания. Полиспаст 16 состоит из блоков 12, которые установлены на головке двуногой стойки и на специальной траверсе 18, связанной с головкой стрелы оттяжками 23, и стрелового каната 11, огибающего блоки двуногой стойки и траверсы. На некоторых кранах (например, КС-2561Д) траверсы нет, а блоки установлены на головке двуногой стойки и головке стрелы. На кранах этого типа устанавливают также башенно-стреловое оборудование.

У кранов с жесткой подвеской комплект стрелового оборудования состоит из телескопической стрелы с гуськами и без них и гидроцилиндров подъема стрелы и выдвижения ее секций.

В состав стрелового оборудования кранов обоих типов включены грузозахватные устройства, в качестве которых на автомобильных кранах используют крюковую подвеску 27 и значительно реже — грейферные ковши и магнитные шайбы. Крюковая подвеска состоит из блоков, траверсы и грузового крюка. Блоки крюковой подвески вместе с блоками головки стрелы и грузовым канатом 22 образуют грузовой полиспаст 26.

Краны оборудуют системой устройств и приборов, обеспечивающей их безопасную эксплуатацию (например, ограничителями грузоподъемности 20, сигнализаторами опасного напряжения 24).

**Параметрами** называют технические данные, характеризующие конструктивные особенности крана. К основным параметрам относится длина стрелы, вылет и высота подъема грузового крюка, грузоподъемность, грузовой момент, скорости подъема и опускания груза и вращения поворотной части крана.

**Длина стрелы** — расстояние (в метрах) между центрами оси пяты стрелы и оси головных блоков. От длины стрелы и угла

наклона ее к горизонту зависят вылет и высота подъема крюка.

**Вылет грузового крюка** — расстояние (в метрах) от оси вращения крана до вертикальной оси, проходящей через центр тяжести поднимаемого груза (крюковой обоймы). Свободный вылет крюка — расстояние (в метрах) от ребра

опрокидывания до вертикальной оси, проходящей через центр тяжести поднимаемого груза.

**Высота подъема крюка** — наибольшая высота, на которую можно поднять крюк над уровнем площадки, на которой установлен кран, при рабочем положении стрелы.

**Грузоподъемность крана** — максимальный вес груза, который можно поднять краном без нарушения прочности его конструкции и потери устойчивости. Величина грузоподъемности зависит от длины стрелы и вылета грузового крюка. У автомобильных кранов грузоподъемность при наименьшем вылете крюка в несколько раз превышает грузоподъемность при наибольшем вылете крюка.

Грузовой момент определяют как произведение расчетно-допустимой грузоподъемности крана ( $T$ ) на величину вылета крюка ( $m$ ), при которой поднимают указанный груз. Грузовой момент измеряют в тонно-метрах ( $T\cdot m$ ). Этот параметр характеризует технологические возможности крана, так как он показывает, на каком расстоянии от оси вращения крана может быть размещен груз весом, соответствующим вылету крюка.

**Скорость подъема и опускания груза** — величина пути перемещения груза (в метрах) по вертикали в единицу времени. Она измеряется в метрах в минуту ( $m/\text{мин}$ ) или в метрах в секунду ( $m/\text{сек}$ ).

Скорость вращения поворотной части измеряется числом оборотов поворотной части крана в единицу времени ( $\text{об}/\text{мин}$ ).

### **Конструкция стрелового оборудования**

Современные грузоподъемные механизмы комплектуются стрелами двух типов:

- **Решетчатые.** Имеют формат решетки, изготавливаются из высокопрочного металла. Не могут увеличиваться в размере, для подъема на большую высоту нужно менять угол стрелы.
- **Телескопические.** В нерабочем положении довольно компактные, для подготовки к работе требуется несколько минут. Перемещение стрелы выполняется за счет работы гидравлического, механического или электропривода.

### **Привод стреловых кранов**

В стреловых самоходных кранах используют:

- Механический привод. При использовании группового механического привода все механизмы крана получают движение от дизеля или другого двигателя внутреннего сгорания.

- **Электрический привод.** В случае использования электрического многодвигательного привода, каждый механизм имеет индивидуальный электродвигатель.
- **Гидравлический привод.** При использовании гидропривода каждый механизм оснащается индивидуальным гидродвигателем.
- **Смешанный привод.**

*По типу привода механизмов самоходные стреловые краны делятся на две группы:*

- **Одноmotorный привод:** все рабочие механизмы приводятся в движение одним или несколькими двигателями, работающими на один вал. Одноmotorный привод может быть механическим, либо комбинированным.
- **Многоmotorный или индивидуальный привод,** когда каждый механизм получает движение от отдельного двигателя.

### **Тип стрелового оборудования**

В стреловых кранах применяются:

- **Стреловое оборудование** — оборудование крана, состоящее из рабочей (наклонной) стрелы, поддерживающих её элементов и крюковой подвески. Оборудование стрелового крана представляет собой наклонную стрелу, которая установлена на поворотной раме крана.
- **Башенно-стреловое оборудование** (сокр. БСО, исполнение крана в этом случае БСИ) — сменное оборудование стрелового самоходного крана с механическим приводом, состоящее из вертикальной или наклонно установленной башни (мачты), стрелы с гуськом (или без него) и необходимых устройств. Мачта оборудования монтируется на поворотной раме крана и конструктивно представляет собой пространственную ферму, в верхней части которой на шарнирах крепится стрела с изменяющимся углом наклона, называемая управляемым гуськом. Кран с установленным оборудованием этого типа позволяет получить наибольшее свободное пространство под стрелой, называемое **полезным подстреловым пространством**.
- **Крановое оборудование** одноковшового экскаватора — решётчатая стрела, установленная на одноковшовый экскаватор. В этом случае экскаватор используется в качестве стрелового крана. Грузоподъёмность кранового оборудования для экскаваторов с ковшами ёмкостью 0,4 м<sup>3</sup>; 0,65 м<sup>3</sup>; 1 м<sup>3</sup> и 1,65 м<sup>3</sup> составляет: 6,3 т; 10 т; 16 т и 25 т.

### **Конструкция стрелового оборудования]**

По конструкции подразделяется на два основных типа:

- **Стрелы решётчатой конструкции** Подвешиваются на гибкой подвеске при помощи системы канатов — от стрелового полиспаста Стрелы, изменяемые по длине, оснащаются специальными вставками, устанавливаемыми в среднюю часть стрелы.

По конструкции, в свою очередь, решётчатые стрелы подразделяются на четыре подвида:

2. **Прямые решётчатые стрелы.** Применяются на кранах, которые предназначены для выполнения разнообразных работ. При этом возникают ситуации, когда при малых вылетах стрелы при наибольшей грузоподъёмности крана пространства под стрелой перестаёт хватать для подъёма крупногабаритных грузов.
3. **Непрямолинейные стрелы.** Стрела подвешивается на стреловом полиспасте в зоне перегиба стрелы. Применяются для увеличения пространства под стрелой. В таких случаях размеры поднимаемого груза могут быть очень большими, однако стрела при этом испытывает значительный изгибающий момент, а также при повороте крана — значительный крутящий момент.
4. **Нарращиваемые стрелы.** Стрелу кранов, имеющих значительную грузоподъёмность, выполняют из нескольких секций-вставок, что позволяет применять стрелы большой длины.
5. **Шарнирно-сочленённые стрелы.** Представляют собой стреловое устройство, состоящее из основной стрелы и шарнирно закреплённого на ней гуська. Гусёк позволяет значительно увеличить вылет стрелы при существенном пространстве под стрелой крана, однако при этом снижается грузоподъёмность. Гусёк в этом случае является неуправляемым, так как угол наклона во время работы крана остаётся постоянным

...

5. **Стрелы телескопической конструкции.** На кранах с гидравлическим приводом является основным оборудованием. Представляет собой сплошностенчатую (коробчатую) телескопическую стрелу балочного типа, подвешиваемую на жёсткой подвеске. Стрела при этом удерживается гидроцилиндрами, с помощью которых меняется её угол наклона. Стрелы этого типа изменяют свою длину с помощью телескопических элементов (от трёх и более). Эта операция по изменению длины стрелы, называемая **телескопированием**, может производиться в процессе работы с крюком, в том числе с грузом В качестве грузозахватного приспособления на телескопических стрелах устанавливается крюковая подвеска. При грузоподъёмности до 10 т (включительно), на кран устанавливается двухсекционная телескопическая стрела, а при грузоподъёмности более 10 т — трёх-, четырёхсекционные и т. д.

Оформить отчет – ответить на контрольные вопросы

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

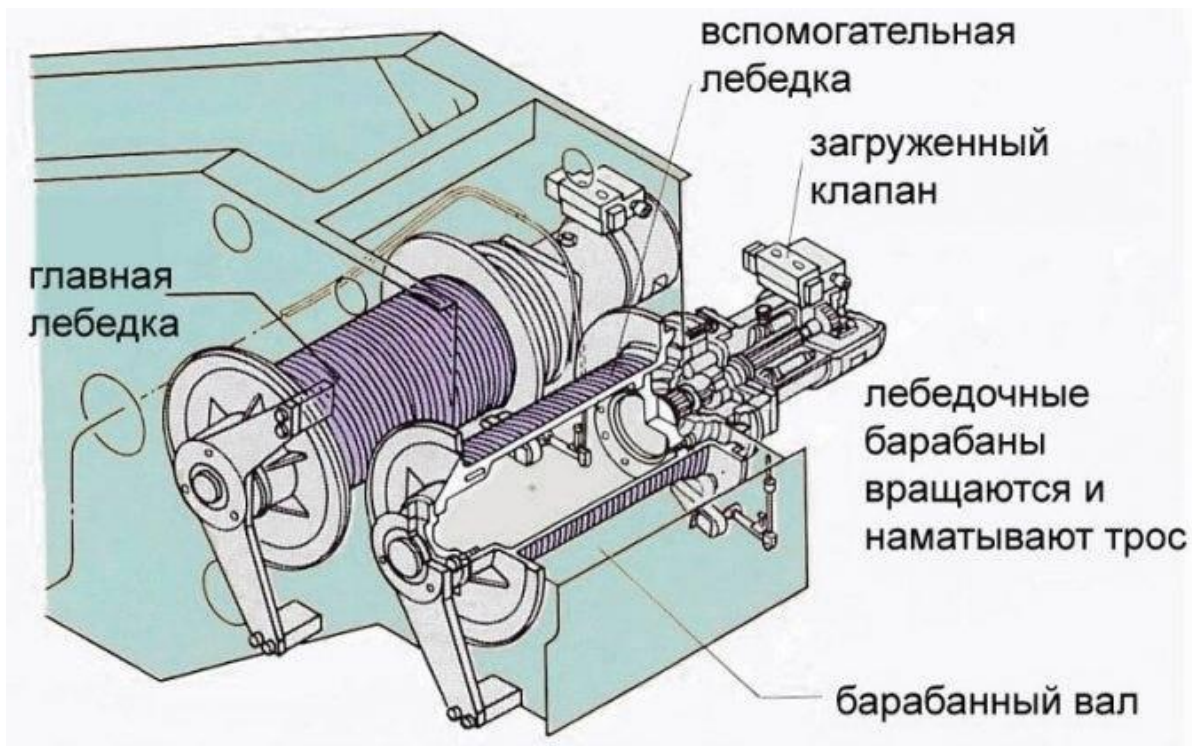
1. Какие основные признаки положены в основу классификация стреловых кранов.
2. Дайте классификацию и индексацию самоходных стреловых кранов.
3. Изобразите схемы стреловых кранов и поясните их устройство.
4. Назовите основные параметры стреловых кранов.



## Практическая работа № 8

### Изучение конструкции и работы механизмов кранов

**Цель:** Изучить устройство и принцип работы механизмов крана



Автокран поднимает стрелы, используя лебедочный механизм, управляемый тросом, который опускается со стрелы. К этому тросу при помощи крюка и крепится груз.

Когда лебедка начинает наматывать трос, груз поднимается. Система многократных блоков и тросов между крюком и стрелой снижает усилия, необходимые для работы лебедки.

Когда кран поднимает на стреле тяжелые грузы, он опирается на консольные балки или стабилизаторы — это необходимо, чтобы автокран не перевернулся. Каждая такая балка действует как точка опоры рычажных весов. С ее помощью поднимаемый груз уравнивается тяжестью самого автокрана. Выдвижные ноги опорной балки сделаны из стали, алюминия или нейлона. Каждая нога может отдельно подниматься и опускаться до тех пор, пока кран не займет нужного положения. Это позволяет найти устойчивое положение даже на неровном основании.

Механизм того, как автокран поднимает стрелу, основан на работе гидравлических цилиндров. Два гидроцилиндра управляют движением стрелы. Один цилиндр отвечает за подъем и опускание, а второй — за удлинение и укорачивание.



### Механизм стреловой лебедки крана

*Лебедка* – совокупность передач, муфт, тормозов, барабанов и станин, выполненных в виде единого агрегата. На автомобильных кранах устанавливают грузовую и вспомогательную лебедки для подъема и опускания груза соответственно на стреле и гуське и стреловую лебедку (краны с гибкой подвеской стрелового оборудования) для подъема — опускания стрелы. Как правило, барабаны грузовых лебедок выполняют с нарезными винтовыми

канавками для лучшей укладки каната, а стреловых – гладкими, реже также с канавками.

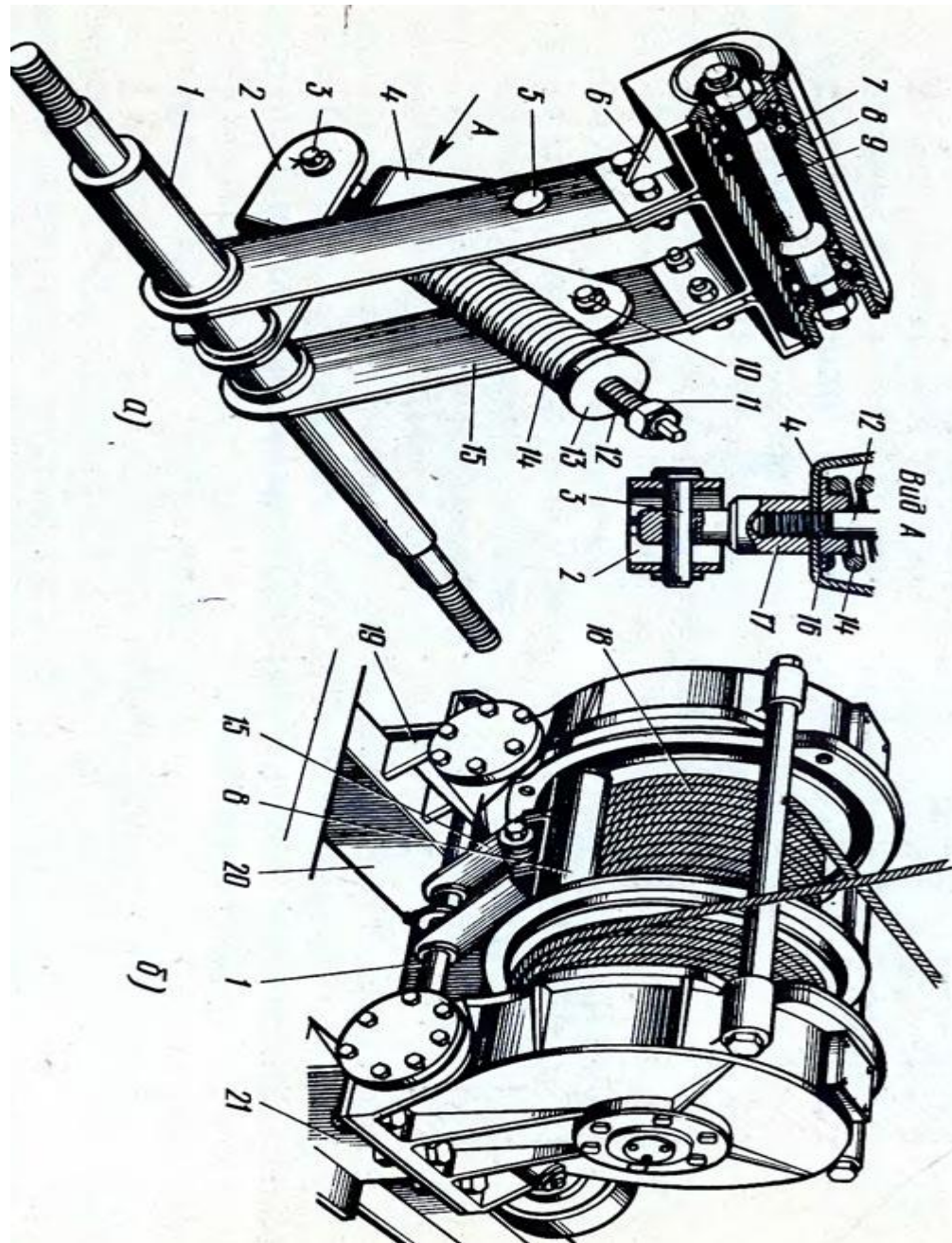


Рис.. Прижимной ролик грузовой лебедки крана (а) и его установка на поворотной платформе (б):

1 — шпилька, 2 — рычаг с проушиной, 3, 5, 9, 10 — оси, 4 — скоба, 6 — кронштейн, 7 — подшипник, 8 — ролик, 11 — гайка, 12 — тяга, 13, 16 — шайбы, 14 — пружина, 15, 19, 21 — стойки, 17 — вилка, 18 — барабан, 20 — поворотная рама.

На стойке 15, прикрепленной болтами к поворотной раме 20, установлены шпилька 1, скоба 4, а на осях 5 и 10 — кронштейны 6. 2 с проушинами, в проушинах — ось 3, на которой шарнирно установлена вилка 17. В вилку ввинчена тяга 12, пропущенная через отверстие в скобе 4. В кронштейнах установлена ось 9, а на ней на

подшипниках 7 — ролик 8. На тягу надета пружина 14, которая одним концом упирается в шайбу 16, а другим — в шайбу 13. Сжатие пружины регулируют гайкой 11. Разжимаясь, пружина поворачивает стойку 15 относительно шпильки 1 влево (на рис. 78,6 — вправо), и ролик прижимается к слою каната, намотанного на барабан 18 лебедки.

В трансмиссиях механических приводов с реверсивно-распределительными механизмами, а также электрических и гидравлических приводов лебедки имеют независимый привод от выходных валов реверсивно-распределительных механизмов, электродвигателей или гидромоторов. Для передачи движения барабанам лебедок используют цилиндрические, червячные и червячно-цилиндрические (комбинированные) редукторы. Цилиндрические редукторы на всех кранах стандартные двухступенчатые. У автомобильных кранов с гидравлическим приводом типа «ИВАНОВЕЦ» грузовая лебедка состоит (рис. 40) из смонтированных на плите редуктора, барабана, гидромотора, ленточных тормозов, кронштейнов. Барабан лебедки получает вращение от вала редуктора через две зубчатые полумуфты. Полумуфта жестко соединена с барабаном. Опорами барабана являются подшипник, установленный в кронштейне, и подшипник в зубчатой полумуфте, насаженной на вал редуктора. Передача крутящего момента от гидромотора, установленного на кронштейне, к редуктору осуществляется упругой муфтой со звездочкой.

Тормозной шкив установлен на быстроходном валу редуктора и является полумуфтой. На грузовой лебедке автомобильных кранов «ИВАНОВЕЦ» (рис. 40) установлены два ленточных, нормально закрытых тормоза. Тормоз состоит (рис. 41) из тормозной ленты с накладкой, рабочей тормозной пружины, кронштейна и гидроразмыкателя. Тормоз размыкается только при включении привода лебедки. Растормаживание осуществляется гидроразмыкателем, к которому подводится под давлением рабочая жидкость одновременно с подачей ее к гидромотору лебедки. Ручное растормаживание осуществляется с помощью монтажки за скобу. Провисание ленты *устраняется регулировочным болтом*.

Конструкция грузовой лебедки автомобильных кранов с электрическим приводом типа СМК отличается от лебедки аналогичного назначения кранов «ИВАНОВЕЦ». Барабан грузовой лебедки получает вращение от электродвигателя, закрепленного на поворотной платформе через трансмиссионный вал, соединенный с электродвигателем и входным валом редуктора с помощью зубчатых муфт и двухступенчатого цилиндрического редуктора.

### **Устройство механизма стреловой лебедки**

Стреловая лебедка является одной из главных частей любого крана. Она предназначена для подъема и перемещения грузов. Устройство данного механизма включает в себя несколько важных компонентов:

- **Вал лебедки:** служит основой для установки привода. На валу установлен мотор, который передает вращательное движение.

- **Редуктор:** предназначен для передачи вращательного движения от мотора на барабан. Редуктор снижает частоту вращения и увеличивает крутящий момент.
- **Барабан:** представляет собой цилиндрическую часть лебедки. На барабан наматывается трос или цепь, которые поддерживают груз. Барабан обеспечивает перемещение груза вверх или вниз.
- **Тормоз:** устанавливается на валу лебедки и предназначен для удержания груза в одном положении. Тормоз позволяет предотвратить случайное опускание груза во время работы крана.
- **Трос или цепь:** используются для поднятия и перемещения груза. Трос крепится к барабану и зафиксирован на стреле крана. Цепь представляет собой звенья, которые также крепятся к барабану и стреле крана.

### **Принцип работы механизма стреловой лебедки**

Механизм стреловой лебедки – это основное устройство крана, отвечающее за подъем и опускание стрелы. Принцип его работы заключается в преобразовании вращательного движения электрического двигателя в линейное движение через систему шестерен и зубчатых колес.

В основе механизма лебедки лежит лебедочный барабан, на который наматывается канат или трос. При запуске электрического двигателя он начинает вращаться, перемещая трос, закрепленный на барабане. В зависимости от направления вращения двигателя, трос либо наматывается, либо разматывается с барабана.

Для управления механизмом стреловой лебедки применяются специальные пульта управления, которые позволяют установить необходимую скорость подъема или опускания стрелы. Электрический двигатель обычно имеет несколько скоростей, что позволяет адаптировать работу лебедки к различным условиям.

Важным элементом механизма стреловой лебедки является тормозная система, которая обеспечивает безопасность работы крана. Тормоз позволяет удерживать стрелу в нужном положении и предотвращает ее нежелательное опускание или подъем во время работы.

Чтобы обеспечить равномерное распределение нагрузки на тросе и предотвратить его перекручивание, механизм стреловой лебедки обычно оснащен специальной системой блоков и роликов. Они увеличивают силу приложения натяжения каната и облегчают работу механизма.

Таким образом, принцип работы механизма стреловой лебедки заключается в переводе вращательного движения электрического двигателя в линейное движение троса, что позволяет поднимать и опускать грузы с помощью стрелы крана.

## **Контрольные вопросы**

1. Назначение и типы кранов.

2. Классификация кранов.

1. Основные параметры кранов.

2. Общее устройство крана.

3. Неповоротная часть крана.

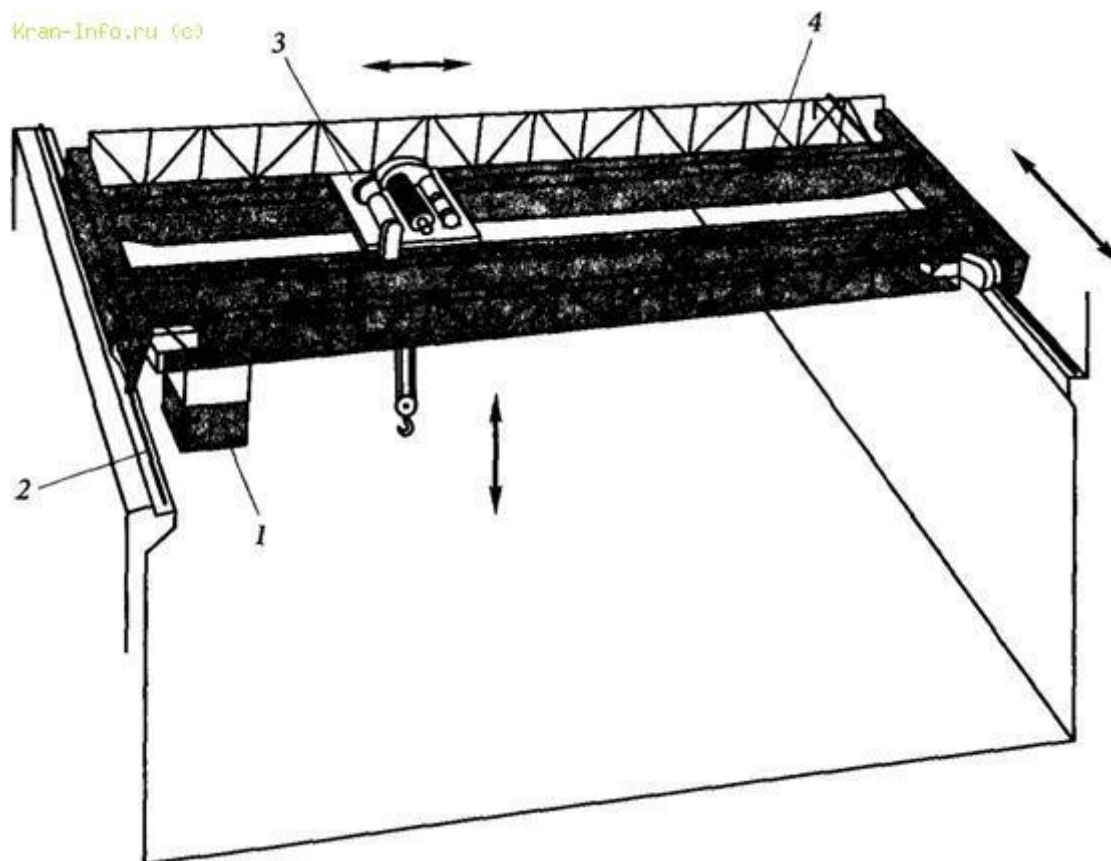
4. Поворотная часть крана.

5. Конструктивные особенности неповоротной и поворотной части изучаемых кранов.

## Практическая работа № 9

### Изучение конструкции и работы мостовых и козловых кранов

Мостовые краны (рис. 1) устанавливают в заводских цехах и на складах. Мост 4 крана перемещается по надземному крановому пути 2, который уложен на колоннах, поэтому кран не занимает полезную площадь помещения. Мостовые краны общего назначения могут иметь грузоподъемность от 5 до 50 т и пролет до 34,5 м.



**Рис. 1. Мостовой кран:**

1 — кабина; 2 — крановый путь; 3 — грузовая тележка; 4 — мост

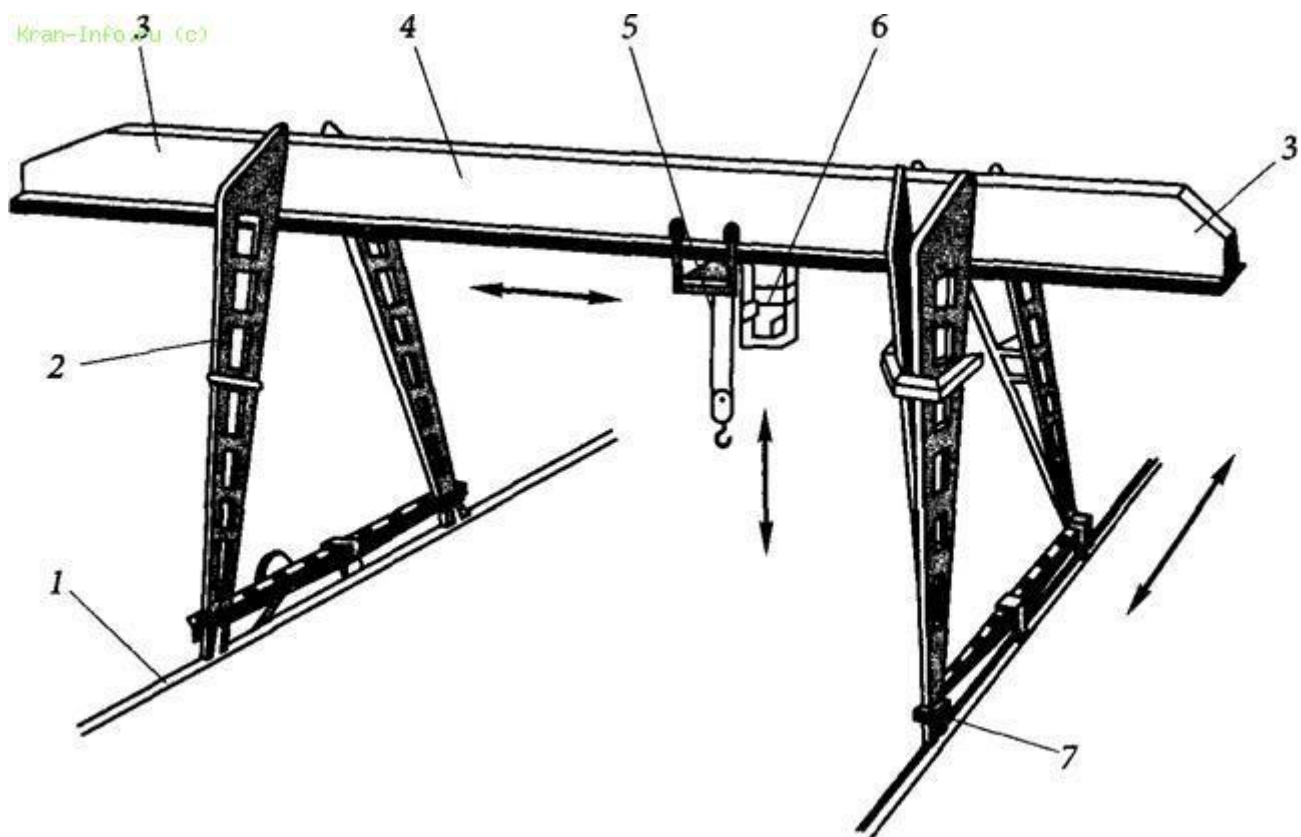
Мостовой кран состоит из двух основных частей: моста и перемещающейся по нему грузовой тележки 3. На тележке расположены механизм подъема и механизм передвижения тележки. Кроме основного механизма подъема на тележке может быть установлен вспомогательный механизм, грузоподъемность которого в 3 — 5 раз меньше грузоподъемности основного механизма.

Механизмы крана имеют электрический привод. Они обеспечивают три рабочих движения крана для перемещения груза в любую часть цеха: подъемопускание груза, передвижение грузовой тележки, передвижение моста.

**Кран-балка** — это мостовой кран, у которого грузовой тележкой является электрическая таль. Выпускают кран-балки грузоподъемностью до 5 т. Управление такими кранами осуществляется с пола с использованием подвешенного пульта.

## Как устроен козловой кран?

Мост козлового крана (рис. 2.) опирается на наземный крановый путь 1 при помощи опор 2 и ходовых тележек 7. Консоли 3 — это части моста, выступающие за опоры, консоли увеличивают зону обслуживания крана. На рисунке изображен козловой кран с подвесной грузовой тележкой 5, совместно с которой перемещается кабина управления 6.



**Рис. 2. Козловой кран:**

1 — крановый путь; 2 — опора; 3 — консоль; 4 — мост; 5 — грузовая тележка; 6 — кабина; 7 — ходовая тележка

Козловые краны применяют для погрузочно-разгрузочных работ на открытых складах. Козловые краны общего назначения могут иметь грузоподъемность до 60 т и пролет до 34,5 м.

## Как устроены башенные краны?

Башенные краны (рис. 3) различаются по конструкции, типу стрел, способу установки.

1о конструкции:

- 5. · кран с поворотной башней (рис. 2.7, а);
- кран с неповоротной башней (рис. 2.7, б).

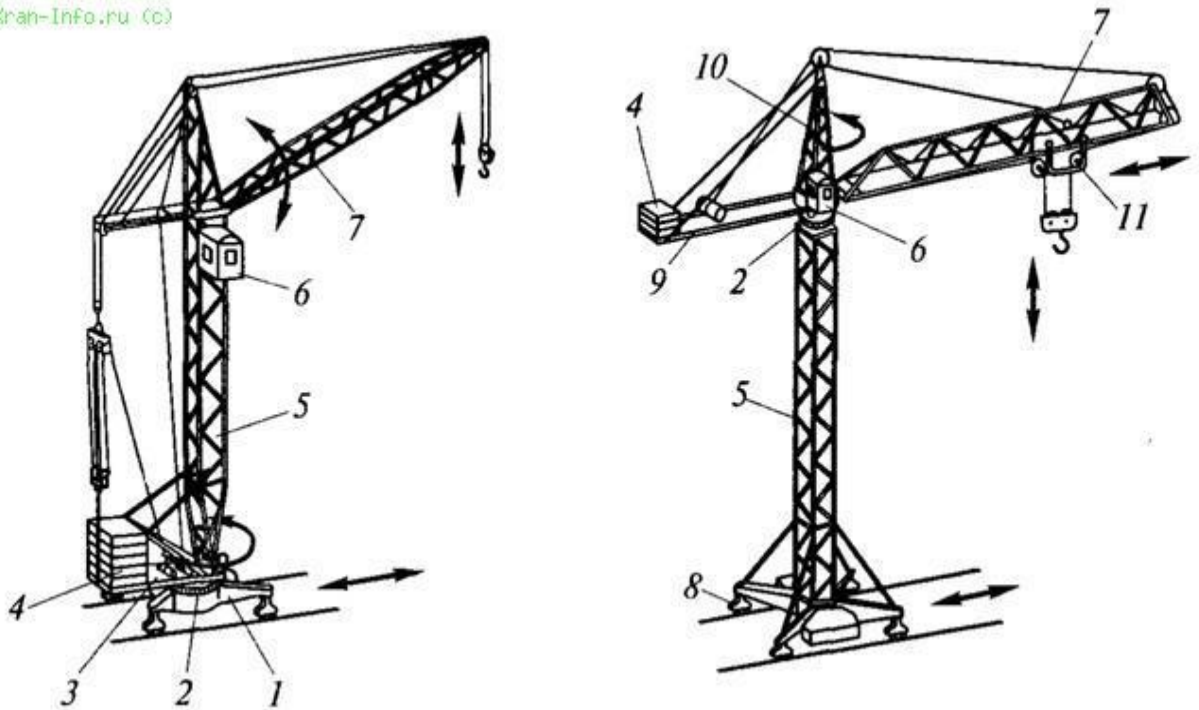
2о типу стрел:

- 6. · кран с подъемной стрелой (рис. 2.7, а);



кран с балочной стрелой (рис. 2.7, б).

Kran-Info.ru (с)



**Рис. 3 Башенные краны:**

а — кран с поворотной башней и подъемной стрелой; б — кран с неповоротной башней и балочной стрелой; 1 — рама; 2 — опорно-поворотное устройство; 3 — платформа; 4 — противовес; 5 — башня; 6 — кабина; 7 — стрела; 8 — ходовая тележка; 9 — консоль; 10 — оголовок; 11 — грузовая тележка

По способу установки:

7. · кран стационарный;

· кран передвижной (см. рис. 3, а, б).

Башенные краны выполняют четыре рабочих движения: подъем-опускание груза, изменение вылета, поворот крана, передвижение крана.

Поворотная платформа 3 кранов с поворотной башней опирается на ходовую раму 1 с помощью опорно-поворотного устройства 2. На поворотной платформе таких кранов смонтированы башня 5 со стрелой 7, противовес 4 и механизмы крана. К поворотной части кранов с неповоротной башней относятся оголовок 10 со стрелой и консолью 9 противовеса. У кранов с подъемной стрелой вылет изменяется поворотом (подъемом) стрелы относительно опорного шарнира. У кранов с балочной стрелой вылет изменяется за счет передвижения грузовой тележки 11 по неподвижно закрепленной стреле.

Передвижные башенные краны перемещаются по крановым путям с помощью ходовых тележек 8. Краны с высотой подъема более 70 м изготавливают стационарными (приставными), их устанавливают на фундамент и закрепляют к строящемуся зданию.

В настоящее время в строительстве в основном работают башенные краны грузоподъемностью 5... 12 т. Высота подъема некоторых передвижных кранов может достигать 90 м, а приставных 220 м.

### *Мостовой и козловой кран отличия*

Козловой и мостовой кран, разница между которыми лишь в подвижности опор, имеют схожие конструктивные решения:

- Манипуляция захватно-передвижным узлом ручная, при помощи пульта ДУ или комплексная;
- Оснащение одно- или двубалочной платформой для большей функциональности;
- Различные типы захватных устройств — крюки, клещи, грейферы, магниты, тележки.

Чем отличается козловой кран от мостового в отношении техники безопасности? Общий угол обзора из кабины оператора статичного механизма более обширный, что позволяет применять его в цехах с большим количеством людей и высоким уровнем опасности.

**Сделать вывод о основных разновидностях грузоподъемных кранов**

## Практическая работа № 10

### Изучение общего устройства и назначения копров

**Цель:** Изучить устройство копрового оборудования

Универсальным базовым оборудованием для перемещения свай с мест их раскладки к местам погружения, их установки, поддержания и направления, а также для крепления погружателя являются копры, обеспечивающие также передвижение сваебойного оборудования вдоль фронта работ. Копрами, кроме того, погружают сваи-оболочки кольцевого сечения диаметром от 0,5 до 2,5 м длиной до 30 м, состоящие из звеньев длиной 3...8 м, а также металлический шпунт специального корытного или Z-образного профиля длиной до 25 м. Различают копры рельсовые (КР) и навесные (КН) на тракторах, одноковшовых экскаваторах и автомобилях. Применяют также навесное копровое оборудование (КО) на гусеничных тракторах, экскаваторах и кранах, реже — на автомобильных (пневмоколесных) кранах. Для забивки свай и шпунта в воде используют плавучие копры. Навесные копры и копровое оборудование используют преимущественно в жилищном и промышленном строительстве, а рельсовые копры — в гидротехническом и энергетическом строительстве. Главным параметром отечественных копров, входящих в их индекс, является максимальная длина погружаемых свай (до 8, 12, 16, 20 и 25 м). Так, например, индекс КН-12 расшифровывают как копер навесной для свай длиной до 12 м; КР-16 — копер рельсовый для свай длиной до 16 м и т.д.

По степени подвижности рабочего оборудования различают копры универсальные, полууниверсальные и простые. *Универсальные* копры обеспечивают полный поворот платформы с установленным на ней оборудованием, изменение вылета и наклон копровой стрелы для погружения наклонных свай.

*Полууниверсальные* копры обеспечивают либо только поворот платформы для погружения вертикальных свай, либо наклон стрелы при работе с наклонными сваями. *Простые* копры, к которым относится обычно копровое оборудование, не имеют механизмов для поворотных (в плане) движений и наклона стрелы.

Рабочий процесс копра состоит из его перемещения к месту установки свай, ее строповки, подтягивания, установки на точку погружения по предварительно выполненной разметке, выверки правильности ее положения, закрепления на свае наголовника, предохраняющего ее от разрушения при ударном погружении, установку на сваю погружателя, расстроповку свай, ее погружение с последующей выверкой направления, подъем погружателя и снятие с погруженной сваи наголовника.

**Навесные копры** являются наиболее распространенным типом машин для производства свайных работ. Они могут быть универсальными и полууниверсальными. В качестве базовых машин используют тракторы, одноковшовые экскаваторы и автомобили. Каждую модель навесного копра

комплектуют свайными молотами соответствующих типоразмеров. Для начала работы на новой строительной площадке навесной копер подготавливают к функционированию в соответствии с инструкцией по эксплуатации, затем с помощью автомобильного крана навешивают на стрелу в ее нижней части свайный молот и закрепляют на нем канат копрового агрегата.

**Копры на тракторной базе** применяют для работы со сваями длиной от 8 до 12 м при их линейном или кустовом расположении. Копровую стрелу 2 обычно навешивают на базовый трактор 3 в его задней части (рис.155,а). Ее наклон в продольной вертикальной плоскости на угол от 10 до 33° и в поперечной

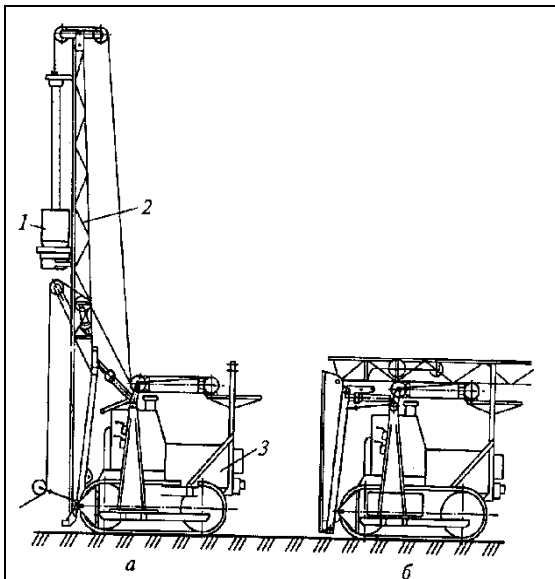


Рис.155. Копер на базе личного трактора с задней кой копрового оборудования: а — ее положение; б — транспортное жение

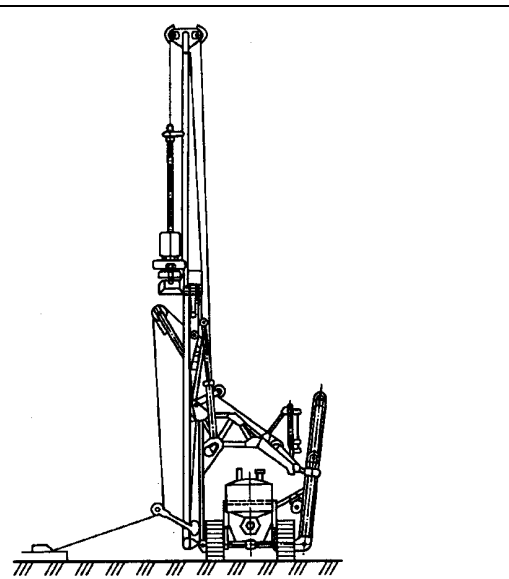
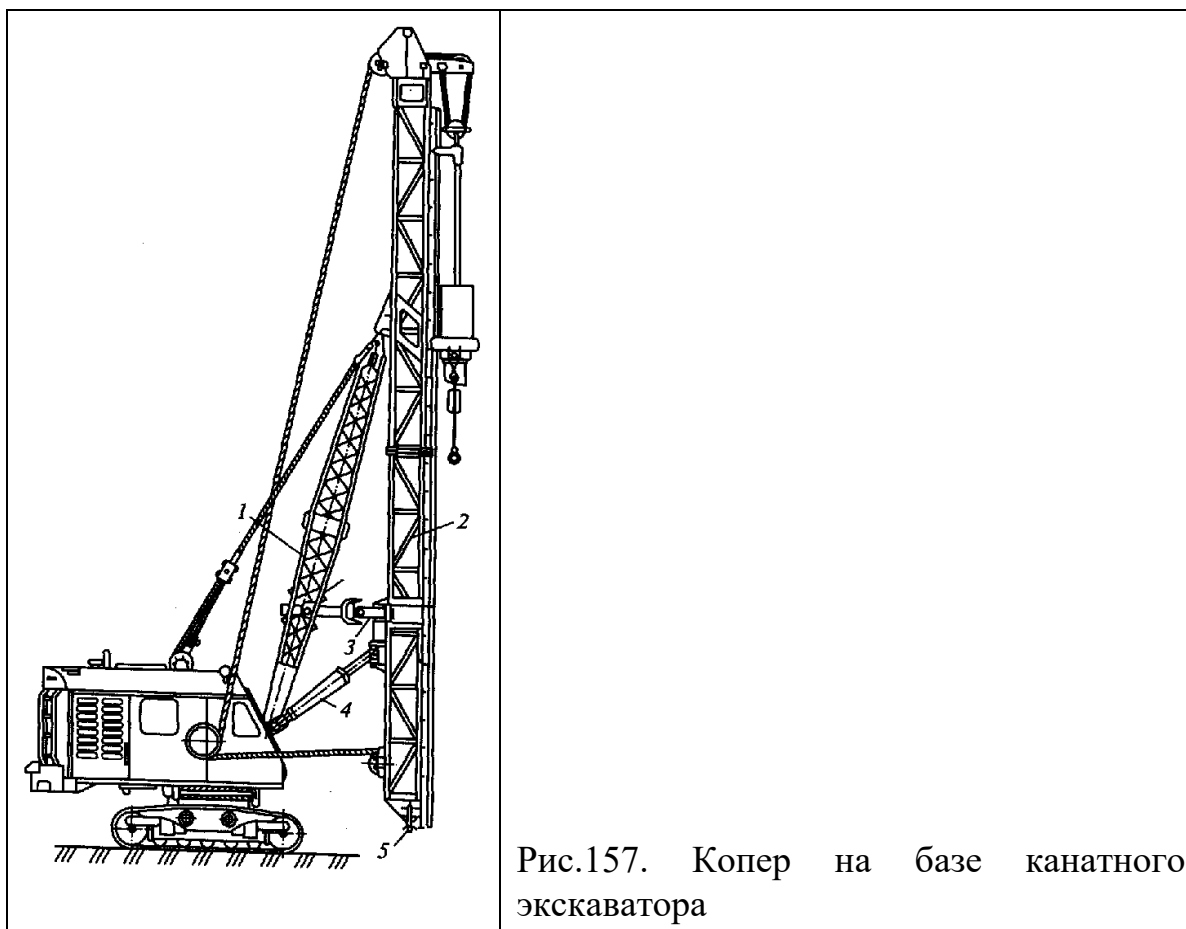


Рис.156. Копер на базе личного трактора с боковой кой копрового оборудования

плоскости на угол до 7° обеспечивается гидравлическими цилиндрами. Для подвески сваепогружателя (свайного молота) 1 с наголовником, подтаскивания и установки сваи в исходное для погружения положение используют канатно-блочные системы с гидравлическим приводом. Управляют копровым оборудованием с рабочей площадки с правой стороны по ходу трактора. Для подготовки к перебазированию копра с него снимают свайный молот, а верхнюю секцию стрелы соединенную с нижней секцией шарнирно, укладывают на подставку (рис.155,б). На небольшие расстояния копер перемещают собственным ходом, а на дальние перевозят на трейлере.

Копры на тракторной базе изготавливают также с боковой навеской копрового оборудования (рис.156) —обычно с левой стороны по ходу трактора. С правой же стороны располагают гидравлические цилиндры с полиспадами для подъема молота, сваи и противовеса. Управляют копровым оборудованием как из кабины машиниста, так и с выносного пульта. Последовательность забивки свай определяют так, чтобы суммарное время переездов копра от сваи к свае было минимальным. Наибольший эффект по этому условию достигается при линейной забивке свай, когда машина движется по оси свайного ряда. Для

повышения продольной устойчивости копра при его передвижении свайный молот опускают на стреле в его нижнее положение, а стрелу (при ее заднем расположении) несколько наклоняют по ходу трактора вперед. В случае работы в котловане перед въездом и выездом из него копер переводят в транспортное положение. Выезжают из котлована задним ходом.



**Копры на базе канатных экскаваторов** (рис.157) применяют преимущественно для забивки свай длиной до 16м в котлованах и траншеях, располагая их на бровках выемок. Копровую стрелу 2 соединяют с головой экскаваторной стрелы 1 универсальным шарниром, позволяющим стреле наклоняться в любом направлении (до  $20...35^\circ$  продольно и до  $1,5...5^\circ$  в поперечном направлении) и поворачиваться относительно вертикальной оси. В нижней части копровую стрелу соединяют с поворотной платформой экскаватора двумя гидроцилиндрами 4. В системе наведения используют гидравлический привод с раздельным управлением каждым из двух нижних гидроцилиндров и гидроцилиндра 3 привода механизма поворота стрелы относительно собственной продольной оси. В рабочем положении копровая стрела опирается на грунтовое основание через гидравлический домкрат или выдвижную телескопическую пята 5. Управляют копровым оборудованием из кабины машиниста.

За счет поворота платформы базового экскаватора рассматриваемые копры имеют обширную рабочую зону, благодаря чему они могут погружать несколько свай с одной рабочей позиции. По сравнению с тракторными копрами,

перемещающимися на новую позицию после погружения каждой сваи, экскаваторные копры затрачивают меньше времени на выполнение операций рабочего цикла и поэтому обеспечивают более высокую производительность при прочих равных условиях. Наиболее эффективно использование экскаваторных копров при кустовом расположении свай. Копры на экскаваторной базе при работе в однородных грунтах средней плотности и проходимости могут погружать за смену до 25...30 свай длиной 8м, до 15...20 свай длиной 12м и до 8...12 свай длиной 16м.

**Копры на автомобильной базе** применяют преимущественно на рассредоточенных свайных работах малых объемов в радиусе до 200км, в частности, в строительстве технологических трасс, в трубопроводном и сельскохозяйственном строительстве при длине свай до 8м. Автомобильными копрами погружают также пробные сваи при инженерно-геологических изысканиях, контрольных исследованиях, привязке и корректировке проектов свайных фундаментов. Конструктивно копровое оборудование сходно с таковым для навески на гусеничные тракторы.

В случае меж объектных переездов копровое оборудование укладывают в транспортное положение в течение 10...15 минут без разборки, снятия молота и применения грузоподъемных средств. Средняя эксплуатационная производительность автомобильных копров при работе со сваями длиной 6...8м в грунтах средней плотности и проходимости составляет 18...22 сваи в смену.

**Рельсоколесный копер** (рис.158) состоит из нижней рамы 1 с ходовыми тележками 2, поворотной платформы 6, опирающейся на нижнюю раму через опорно-поворотное устройство, с расположенными на ней силовой установкой (обычно электрической), механизмами (в том числе одной или двумя лебедками для подъема и установки в рабочее положение сваи и погружателя), органами управления, кабиной и противовесом, мачты 3 и механизмов 4 и 5 для изменения ориентации мачты относительно платформы.

В зависимости от принятой технологии работ копер комплектуют свайным молотом, вибропогружателем или вибромолотом.

Если размеры и конфигурация свайного поля таковы, что с одной установки рельсового пути нельзя погрузить в грунт все сваи, то для работы используют несколько копров, работающих каждый на своем рельсовом пути, или перекладывают рельсовый путь после выполнения работ с прежней его установки.

После перемещения копра его надежно стопорят стояночными тормозами или другими устройствами. Для районов массового жилищного и промышленного строительства, а также при возведении зданий и сооружений на слабых и водонасыщенных грунтах или при наличии в строящемся здании значительного технического подполья наиболее рационально применять копры

мостового типа — КМ (рис.159,а), называемые также мостовыми копровыми установками, состоящими из самоходного моста 4,

передвигающегося по рельсам 5, уложенным вдоль свайного поля (обычно на бровках котлована), и тележки 3 с копровым оборудованием 2 или рельсового копра, перемещающихся по мосту поперек свайного поля. Все механизмы копровой установки приводятся в движение электродвигателями с гидравлическими автоматизированными (координатно-шаговыми) или неавтоматизированными системами наведения. В случае автоматического наведения сваи на точку погружения установки обеспечены программным или полуавтоматическим управлением с использованием следящих устройств, устанавливаемых на механизмах передвижения моста и копрового оборудования. Управляют координатно-шаговым устройством из кабины 1 с кнопочного пульта или системы кнопочного набора кодовых знаков телефонного типа. Известны также мостовые копровые установки на рельсовом или гусеничном ходу, не имеющие систем наведения свай. Перевозят мостовые копры седельным автомобилем-тягачом с использованием прицепа-ропуска (рис.159,б), который подводят под мост после его вывешивания.

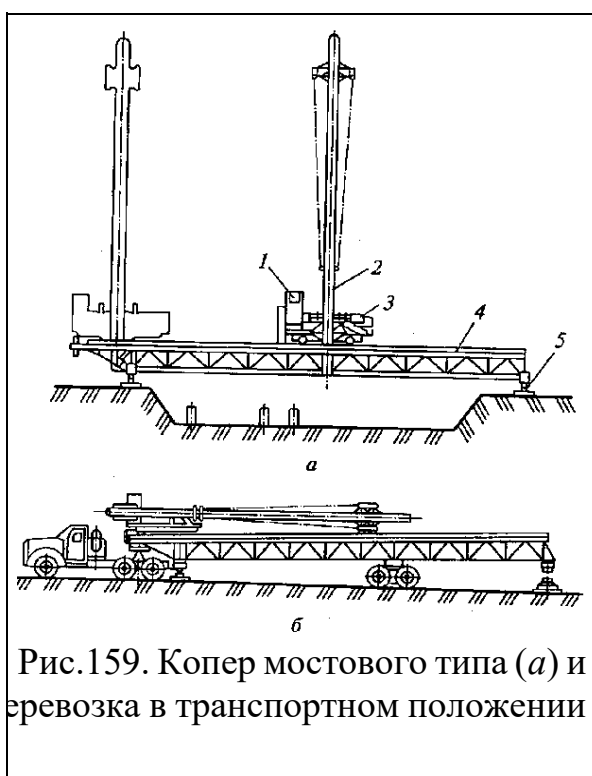


Рис.159. Копер мостового типа (а) и перевозка в транспортном положении

Копровую стрелу переводят в транспортное положение с помощью гидравлического механизма складывания. Продолжительность операций по переводу мостового копра в транспортное положение и обратно составляет 3...4ч без применения дополнительных грузоподъемных средств.

Для работы со сваями длиной 3...12м отечественная промышленность выпускает также копровое оборудование, навешиваемое на базовые машины (тракторы, автомобильные краны, одноковшовые экскаваторы).

Копровое оборудование автономно по энергоснабжению, маневренно на строительной площадке, надежно в эксплуатации. Его недостатком являются повышенные затраты времени на маневровые движения для установки сваи в заданную точку свайного поля. Навесное копровое оборудование на базе автомобильных кранов применяют при малых рассредоточенных объемах

свайных работ и необходимости быстрого перебазирования (пробные сваи при инженерно-геологических исследованиях, строительство линий электропередачи, трубопроводов большой протяженности и т.п.).

*Копры могут выполнять следующие функции:*

- транспортирование забиваемой сваи от места складирования к месту установки
- поднятие, переноска или перетаскивание;
- установка конца сваи в расчетную точку;
- забивание свай
- перемещение механизма свайного молота;
- лидерное бурение;
- извлечение сваи из грунта.



## Практическая работа № 11

### Изучение конструкции и работы машин для подготовительных работ

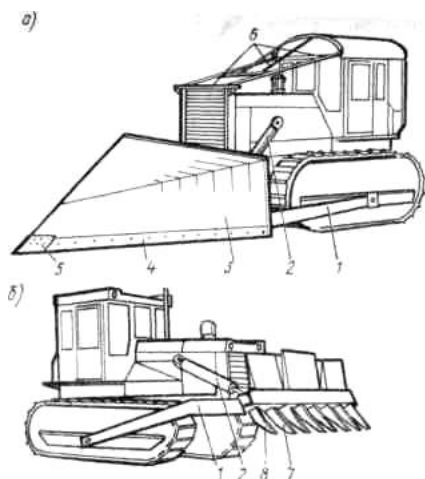
**Цель работы:** Изучить устройство и работу машин для подготовительных работ.

**Оборудование:** Плакаты, макеты, справочная литература, схемы.

**Назначение:** очистка будущей строительной площадки от леса и кустарников, вывозку древесины, корчевку и уборку пней, удаление валунов, устройство временных дорог и мостов через естественные и искусственные препятствия, понижение уровня грунтовых вод, предварительное рыхление прочных и мерзлых грунтов рыхлителями или зарядами взрывчатых веществ, закладываемых в пробуренные скважины (шпуры).

#### Кусторезы и корчеватели

Назначение:



Кусторезы (рис. 1, а) применяют для расчистки подлежащих застройке площадей от кустарника и мелких деревьев, а корчеватели (рис. 1, б) — для корчевки пней диаметром до 50 см, расчистки участков от крупных камней, сваленных деревьев и кустарника, а также для рыхления плотных грунтов. Эти машины изготовляют как навесные рабочие оборудования на гусеничные тракторы.

Рис. 1. Машины для подготовительных работ:

1 – рама; 2 – гидроцилиндры; 3 – отвал; 4 – ножи; 5 – колун; 6 – ограждающий каркас

#### Рыхлители

Назначение:

применяют для послойной разработки прочных грунтов, включая мерзлые, многолетнемерзлые и скальные, с последующей их уборкой землеройными, землеройно-транспортными или погрузочными машинами, при отрывке котлованов и широких траншей, устройстве выемок в гидротехническом

строительстве, корыт под дорожное полотно, разработке мерзлых россыпей полезных ископаемых, проведении вскрышных работ.

Классификация:

- основные —навесное оборудование к гусеничным или пневмоколесным тракторам;
- вспомогательные —агрегатируют с основным оборудованием ЗТМ и погрузчиков для рыхления плотных грунтов и слежавшихся материалов.

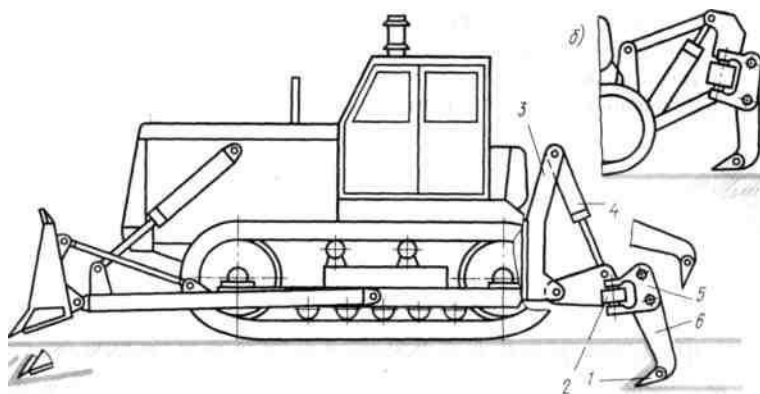


Рис. 2. Бульдозер-рыхлитель:

1 – сменные наконечники зубьев; 2 – поперечная балка; 3 – стойка; 4 – гидроцилиндры; 5 – кронштейны; 6 –зубья

Оборудование гидромеханизации

**Гидромеханизацией** называют способ механизации земляных и горных работ, при котором все или основная часть технологических процессов проводятся энергией движущегося потока воды. В строительном оборудовании, реализующем этот способ, используются устройства для разрушения грунтов как струей воды, так и механическим путем с последующим их транспортированием в потоке воды и укладкой в земляные сооружения. При гидравлическом способе разработки грунта требуемое давление потока воды создается водяным насосом, а струя формируется и направляется гидромонитором. В случае механической, обычно подводной, разработки применяют фрезерные рыхлители.

**Гидромонитор**

Параметры:  $P=0,7-2$  МПа (до 11 МПа)

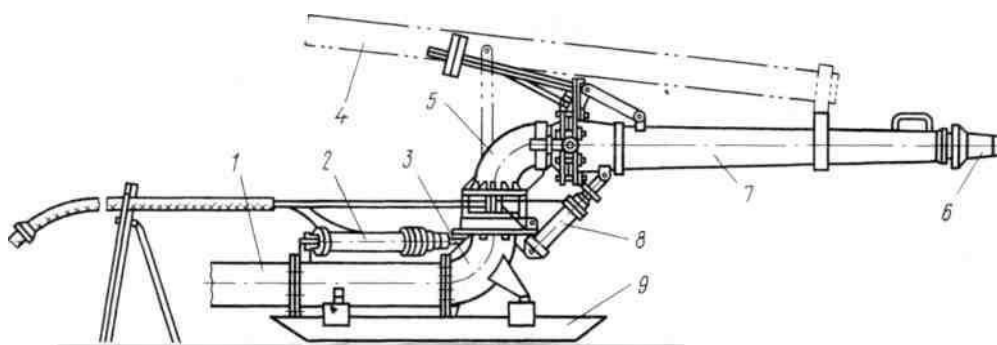


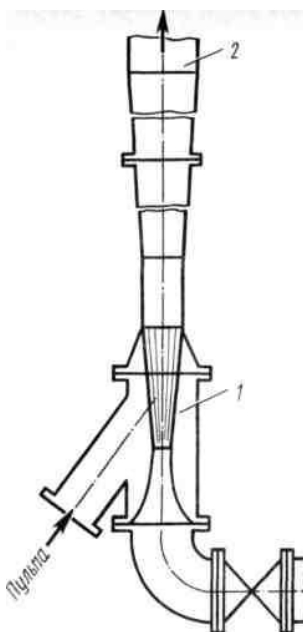
Рис. 3. Гидромонитор

1 – напорный трубопровод; 2, 8 – гидроцилиндры; 3 – неподвижное колено; 4 – рычаг; 5 – поворотное колено; 6 – сменная насадка; 7 – поворотный ствол

### Гидроэлеватор

Назначение:

реализуют поступление пульпы в транспортный трубопровод.



Достоинства: по сравнению с грунтовыми насосами они более долговечны.

Недостатки: имеют низкий коэффициент полезного действия из-за малой доли грунта в составе пульпы (не более 2 %).

Рис. 4. Гидроэлеватор

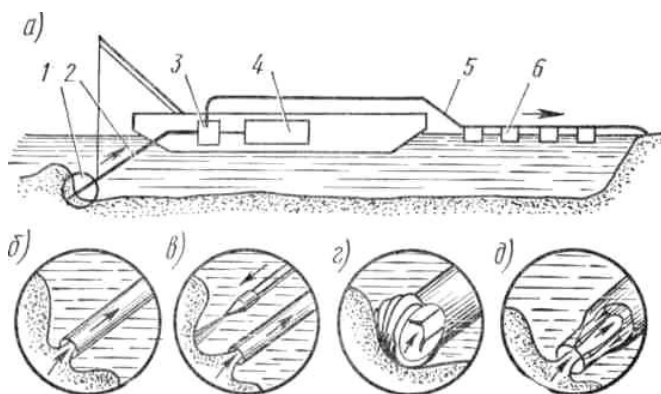
Чисто гидравлический (гидромониторный) способ может оказаться малоэффективным для разработки прочных грунтов. В некоторых случаях выгодно сочетание механического разрушения с транспортированием грунта в потоке воды. Этот способ разработки грунтов, называемый *гидромеханическим*, широко применяют в гидротехническом, мелиоративном и других видах строительства, в системе водного хозяйства, в горной промышленности. Этим способом сооружают и углубляют водоемы и водохранилища, намывают дамбы и плотины, добывают строительный песок и гравий, разрабатывают полезные ископаемые и т. п. Гидромеханический способ разработки грунтов отличается простотой оборудования, невысокой энергоемкостью и материалоемкостью, высоким качеством укладки грунта.

Сухопутные средства гидромеханизации (гидромонитор) представляют собой комплекты описанного выше гидромониторного и землесосного оборудования, смонтированного на салазках или самоходных, обычно гусеничных, шасси. В первом случае его применяют на объектах с большими объемами работ, а для перемещения с одной стоянки на другую используют внешние транспортные средства. Самоходные установки используют в случае рассредоточенных работ в условиях частой смены строительных объектов.

### Земснаряды

Назначение:

используются для подводной разработки грунтов — на мелиоративных и дноуглубительных работах, для сооружения крупных водоемов, намыв плотин и дамб, подводной добычи песка и гравия.



Параметры:

$$П=100-1000 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{всасыв.}} = 10-35 \text{ м/с}$$

Рис. 5. Земснаряд

1 – грунтоприемник; 2 – всасывающий грунтопровод; 3 – землесос; 4 – двигатель землесоса; 5 – нагнетательный грунтопровод; 6 – понтон

Земснаряд представляет собой плавучее устройство, к которому подвешен грунтоприемник, всасывающий грунт при помощи землесоса (рис. 5 а). Грунтоприемник (рис. 5, б) и землесос соединены всасывающим грунтопроводом. Для облегчения всасывания грунт разрушается дополнительно гидромонитором (рис. 5 в), специальной фрезой (рис. 5 г) или гидроэжекторным устройством (рис. 5, д).

### Контрольные вопросы

1. На каком типе шасси монтируются машины для подготовительных работ и почему?
2. Какую роль играет подковообразная рама бульдозеров?
3. Какая максимальная эффективная дальность транспортировки грунта скреперами?
4. Какие меры можно предпринять если тяги скрепера недостаточно для срезания грунта?

Оформить отчет

## Практическая работа № 12

### Изучение конструкции, работы и классификации бульдозеров

**Цель работы:** ознакомление с назначением, классификацией, конструкцией бульдозеров.

#### **Назначение**

Бульдозеры предназначены для послойной разработки и перемещения грунтов I...IV категорий, а также предварительно разрыхленных скальных, мерзлых и талых грунтов.

Их используют для обратной засыпки траншей и котлованов, сооружения насыпей из грунтов боковых резервов ( $h_n$  до 1...1, 5 м) или продольной возкой, грубого планирования земляных поверхностей, для подготовительных работ при расчистке полосы отвода. Применяются они также для распределения грунтовых отвалов при работе экскаваторов и землевозов, формировании террас на косогорах, в качестве толкачей скреперов и на ряде других работ.

Максимально возможный объем призмы волочения современные бульдозеры набирают на участке длиной 6...10 м. Экономически целесообразная дальность перемещения грунта не превышает 60...100 м для гусеничных бульдозеров и 100...140 м для пневмоколесных машин. Тяговый класс базового трактора (тягача) – главный параметр бульдозеров. Преимущественное распространение получили гусеничные бульдозеры, обладающие высокими тяговыми усилиями и проходимостью. Чем выше тяговый класс машины, тем больший объем земляных работ она способна выполнять в отведенный интервал времени и тем более прочные грунты может разрабатывать.

В процессе рабочего цикла при движении машины вперед отвал с помощью системы управления заглубляется в грунт, срезает ножами слой грунта и перемещает впереди себя образовавшуюся грунтовую призму волоком по поверхности земли к месту отсыпки; после завершения данной операции отвал поднимается в транспортное положение и машина возвращается к месту набора грунта.

#### ***Бульдозеры классифицируют:***

**по назначению** – общего назначения, используемые для выполнения основных видов землеройно-транспортных и вспомогательных работ в различных грунтовых и климатических условиях, и специальные, применяемые для выполнения целевых работ в специфических грунтовых или технологических условиях (бульдозеры-толкачи, подземные и подводные бульдозеры);

*в зависимости от тягового класса (номинального тягового усилия) базовых машин* – малогабаритные (класс до 0, 9), легкие (классов 1, 4...4), средние (классов 6...15), тяжелые (классов 25...35) и сверхтяжелые (класса свыше 35);

*по типу ходового устройства* – гусеничные и пневмоколесные;

*по конструкции рабочего органа* – с неповоротным в плане отвалом, постоянно расположенным перпендикулярно продольной оси базовой машины, и с поворотным отвалом, который может устанавливаться перпендикулярно или под углом до  $53^\circ$  в обе стороны к продольной оси машины;

*по типу системы управления отвалом* – с гидравлическим и механическим (канатно-блочным) управлением.

При канатно-блочной системе управления подъем отвала осуществляется зубчато-фрикционной лебедкой через канатный полиспаст, опускание – под действием собственной силы тяжести отвала. При гидравлической системе управления подъем и опускание отвала осуществляется принудительно одним или двумя гидроцилиндрами двустороннего действия. Бульдозеры с механическим управлением в настоящее время активно вытесняются более эффективными бульдозерами, снабженными гидравлическим приводом.

## **Конструкция**

Бульдозеры выполняют как навесное оборудование на гусеничных (рис..1, а) и пневмоколесных (рис..2) тракторах. У гусеничных рабочее оборудование в виде отвала 5 с ножами 4 в его нижней части навешивают на трактор 8 через два толкающих бруса 2 (рис. 1, б) или универсальную раму 3 (рис. 1, в), которые имеют шарнирные соединения 1 с боковыми балками ходовых тележек трактора. У пневмоколесных тракторов соединение осуществляется с кронштейнами их нижней рамы. Вместе с толкающими брусьями и раскосами 6 (см. рис. 1, а) отвал образует жесткую систему, которая с помощью одного или двух гидравлических цилиндров 7 может подниматься и опускаться, поворачиваясь в вертикальной плоскости относительно шарниров 1. При этом режущая кромка ножей отвала всегда остается перпендикулярной оси машины. По второй схеме отвал соединяют с универсальной рамой шаровым шарниром 12 (рис. 1, в) и двумя толкателями 10, задние шарниры 9 которых закреплены в ползунах, перемещающихся по направляющим боковых балок подковообразной универсальной рамы и фиксируемых в требуемых положениях закладными штырями. Горизонтальный поворот отвала с отклонениями в каждую сторону на угол  $30...36^\circ$  выполняют двумя гидроцилиндрами 11. Отвалы, навешенные на базовый трактор по этой схеме, называются поворотными (в плане) в отличие от неповоротных отвалов, навешенных по схеме рис. 1, б. Их применяют для обратной засыпки траншей и котлованов, на планировочных работах, для очистки площадей от строительного мусора и т.п. Замена раскосов 6 постоянной длины винтовыми стяжками (талрепами) или гидроцилиндрами, способными изменять свою длину, обеспечивает регулирование угла резания

и поперечный перекос отвала на угол до  $12^\circ$  в каждую сторону (рис. 1, *з*). Угол резания регулируют одинаковым изменением длин обоих раскосов, а для установки отвала с поперечным перекосом каждому раскосу задают разную длину. С теми же целями в схеме поворотных отвалов изменяют положение шарниров 9 (см. рис. 1, *в*) по высоте ползунов. За счет поперечных перекосов отвала удастся сократить число повторных проходов при планировке поверхностей с поперечными уклонами на косогорах и повысить тем самым производительность машины.

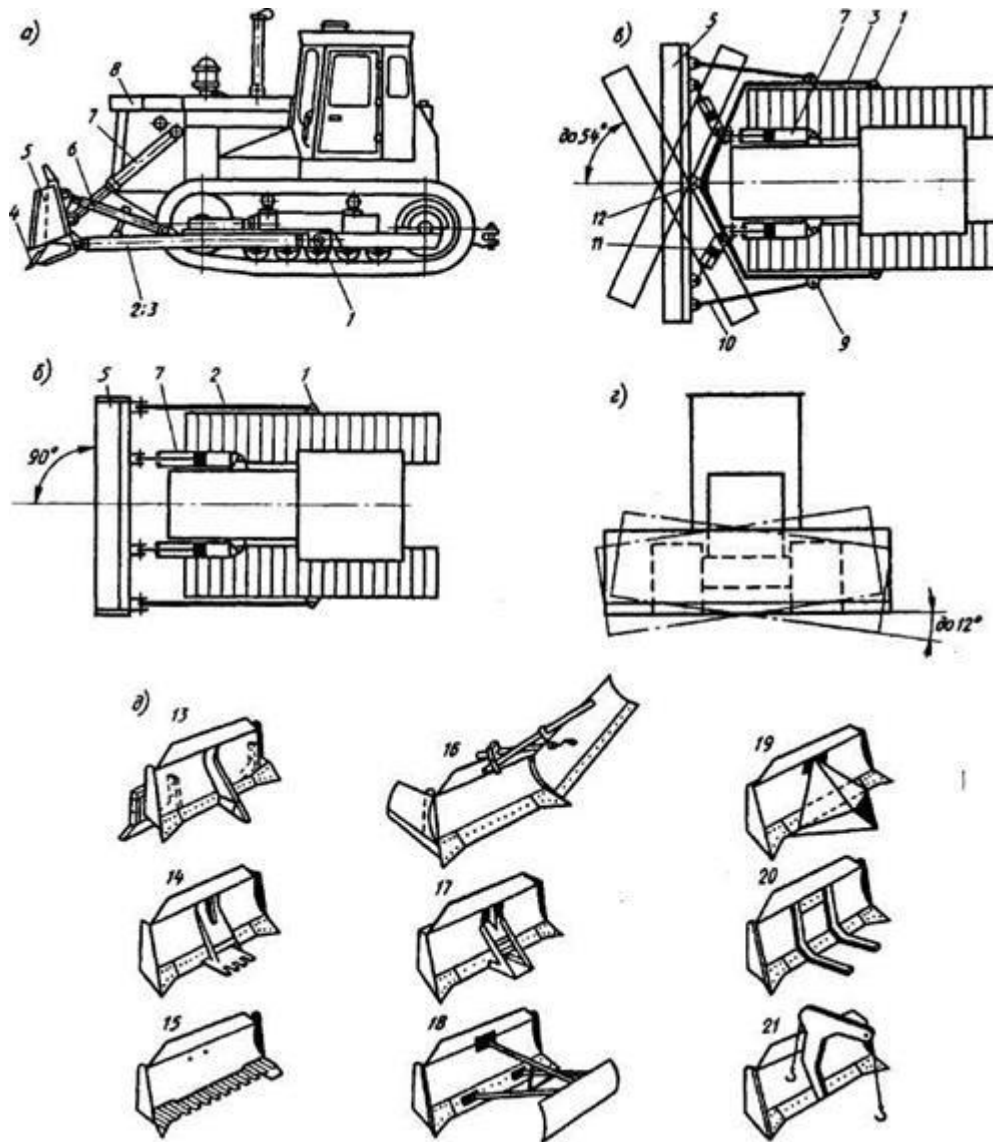


Рис. 1. Бульдозер на гусеничном ходу:

*а* – вид сбоку; *б* – вид в плане на бульдозер с неповоротным отвалом; *в* – то же, с поворотным отвалом; *г* – поперечный перекос отвала; *д* – сменные рабочие органы

Все большее распространение получают мощные неповоротные пневмоколесные бульдозеры на базе серийных колесных тракторов и специальных шасси с шарнирно сочлененной рамой, применяемые в основном для разработки легких и средних грунтов на рассредоточенных строительных объектах. Такие бульдозеры, почти не уступая в проходимости гусеничным машинам, обладают значительно большими (в 1,5...2 раза) рабочими и транспортными скоростями, повышенной маневренностью и производительностью.

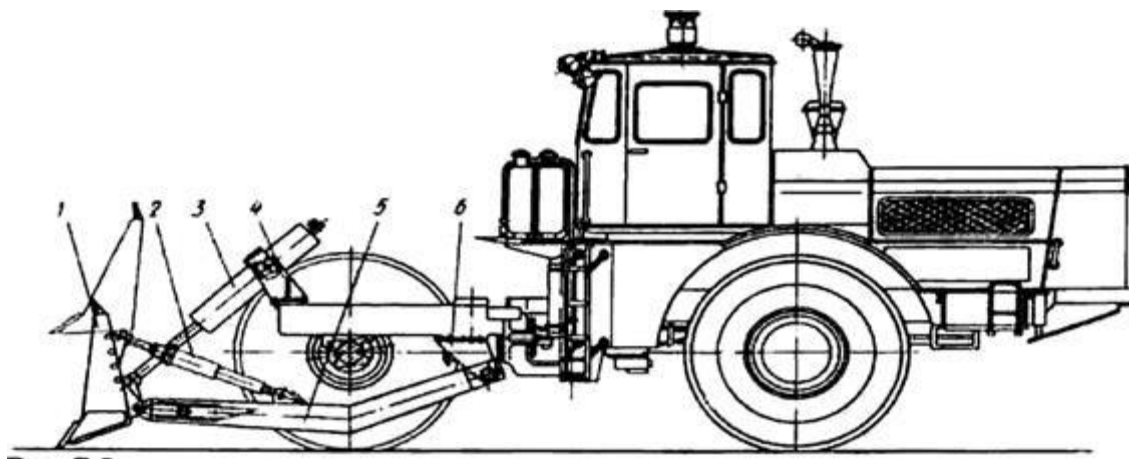


Рис..2. Бульдозер на пневмоколесном ходу:

1-отвал; 2- раскос; 3- гидроцилиндр; 4- кронштейн для крепления гидроцилиндра рабочего органа; 5- толкающий брус; 6- кронштейн для крепления бульдозерного оборудования

8.

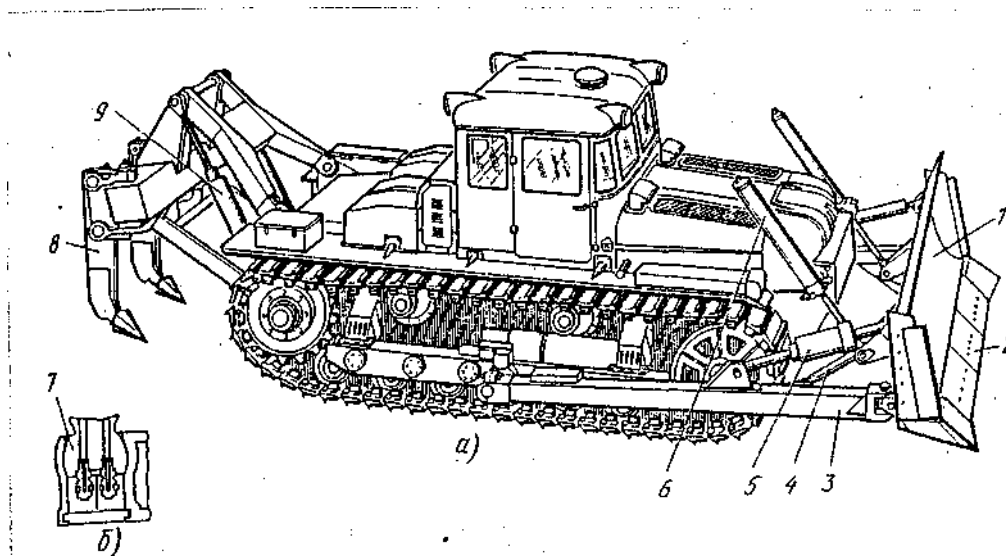


Рис. 3. Бульдозер-рыхлитель с неповоротным отвалом

Бульдозерное оборудование состоит из отвала 1 с ножом 2, толкающих брусьев или толкающей рамы 3, подкосов 4, звеньев наклона 5 и гидроцилиндров подъема и опускания отвала 6.



Бульдозер является машиной циклического действия. Цикл его работы складывается из операции рабочего хода, при которой происходит резание и транспортирование грунта к месту его укладки в сооружение или в грунтовой отвал, и операции холостого хода при возвращении бульдозера в забой.

По номинальному тяговому усилию бульдозеры бывают:

малогабаритные — с тяговым усилием до 25 кН;

легкие — 25...135 кН;

средние — 135...200 кН;

тяжелые — 200...300 кН;

сверхтяжелые — более 300 кН.

По мощности двигателей базовых машин бульдозеры делят аналогично на:

малогабаритные с мощностью менее 45 кВт;

легкие — 45...120 кВт;

средние — 120...150 кВт;

тяжелые — 150...225 кВт;

сверхтяжелые — более 225 кВт.

Рабочий цикл бульдозера (рис. 4) следующий: при движении машины вперед отвал с помощью системы управления заглубляется в грунт, срезает ножами слон грунта и перемещает впереди себя образовавшуюся грунтовую призму волоком по поверхности земли к месту разгрузки; после отсыпки грунта отвал поднимается в транспортное положение, машина возвращается к месту набора грунта, после чего цикл повторяется. Максимально возможный объем призмы золочения современные бульдозеры набирают на участке длиной 6...10 м. Экономически целесообразная дальность перемещения грунта не превышает 60..80 м для гусеничных бульдозеров и 100...150 м для пневмоколесных машин. Преимущественное распространение получили гусеничные бульдозеры, обладающие высокими тяговыми усилиями и проходимостью. Чем выше тяговый класс машины, тем больший объем земляных работ она способна выполнять и разрабатывать более прочные грунты.

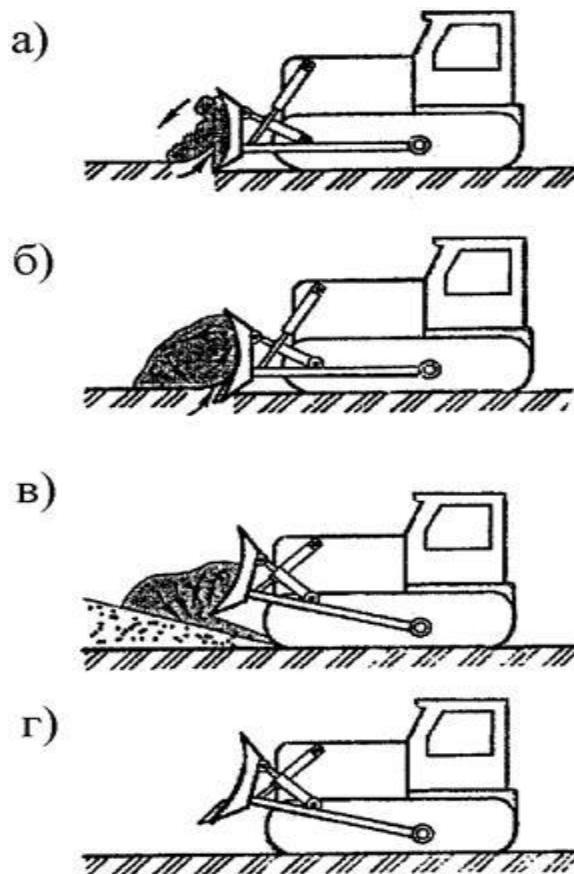


Рис..4. Схемы работы бульдозера при разработке грунтов: а – резание; б – транспортирование с подрезанием; в – отсыпка; г – откат назад (холостой ход).

Полный рабочий цикл бульдозера при копании и перемещении грунта состоит из следующих операций:

- а) внедрение отвала в грунт и набор призмы волочения (копание);
- б) перемещение грунта к месту укладки (транспортирование);
- в) укладка (разгрузка) грунта слоями или гудами;
- г) возвращение в забой (обратный ход);
- д) опускание отвала и установка его в положение внедрения.

### Контрольные вопросы

1. Отвал бульдозера представляет собой?
2. Чтобы предотвратить пересыпание грунта при работе на несвязных и рыхлых грунтах, к средней части отвала приваривают?
3. Вдоль нижней кромки отвала с помощью болтов крепят?
4. Для увеличения объема перемещаемого грунта (при работе на легких грунтах) отвал бульдозера может быть?
5. Толкающее устройство состоит?
6. Передняя часть толкающего устройства?
7. Отвалом бульдозера управляют?

## Практическая работа № 13

### Изучение конструкции и работы автогрейдера и назначение



#### *Виды грейдеров*

Автогрейдеры	Наиболее распространенный тип. Самоходная спецтехника для перемещения верхнего слоя грунта, снега, сыпучих стройматериалов.
Грейдеры-элеваторы	Состоят из рамы, транспортера, дисковых ножей и механизмов управления. Предназначены для послойной срезки грунта и погрузки транспортером в кузов самосвала.
Полуприцепные грейдеры	Опираются на сцепные устройства тягача. Отличаются большой тяговой мощностью, хорошей проходимостью. Могут использоваться при разработке карьеров, строительстве гидротехнических сооружений и дамб.
Минигрейдеры	Компактные, оборудованные отвалами. Способны выполнять основные функции грейдера. Используются в основном в городском коммунальном хозяйстве. Могут работать в труднодоступных местах, в стесненных условиях.

**Автогрейдером** называется самоходная колёсная машина с регулируемым отвалом, расположенным между задними и передней осями. Предназначены для планировочных профилировочных работ при строительстве дорог, аэродромов и других линейных и площадных объектов.

При отделке земляного полотна дороги требуется произвести вырезание кюветов и профилирование поверхности и боковых откосов насыпи и выемок для придания этим элементам дорожного полотна необходимых поперечных и продольных уклонов. Эти работы выполняют автогрейдеры и грейдеры.

Мощные автогрейдеры могут быть использованы и для возведения земляного полотна в нулевых отметках. Автогрейдеры применяют также на планировочных и вспомогательных работах и в других отраслях строительства при сооружении площадок, профильных выемок и насыпей. В зимнее время автогрейдером очищают дороги от уплотненного снега.

Автогрейдер обладает большой маневренностью и возможностью изменения углов установки отвала в горизонтальной и вертикальной плоскостях, а также может осуществлять вынос отвала в сторону.

Кроме основного рабочего органа отвала и имеющегося на многих автогрейдерах кирковщика, эта машина может работать также с различными видами сменного навесного рабочего оборудования: грейдер-элеваторного, снегоочистительного и другого, будучи дешевле специализированных машин. В силу этих причин выпуск прицепных грейдеров продолжается главным образом с целью сезонного использования тракторов, но этот тип машин не является перспективным и не развивается.

**Классификация.** Автогрейдеры можно классифицировать по следующим основным признакам:

а) по весу машины: легкие весом до 9 т, средние весом 10-12 т, тяжелые весом 13-15 т, и особо тяжелые весом 17-23 т;

б) по устройству ходового оборудования: двухосные —с одной или двумя ведущими осями и трехосные —с двумя или тремя ведущими осями;

в) по системе управления рабочими органами: с механическим (редукторным) или гидравлическим управлением. Легкие автогрейдеры используют для содержания и мелкого ремонта дорог и для постройки грунтовых дорог в нулевых отметках.

Средние автогрейдеры используют для возведения земляного полотна при небольших отметках насыпи и выемки в грунтах оптимальной влажности и для среднего ремонта дорог. Автогрейдеры тяжелые и особо тяжёлые целесообразно использовать при наличии больших объемов работ и в тяжелых грунтовых условиях.

### **Устройство и принцип действия рабочего оборудования**

Автогрейдер представляет собой самоходную колесную землеройно-транспортную машину с отвальным рабочим органом

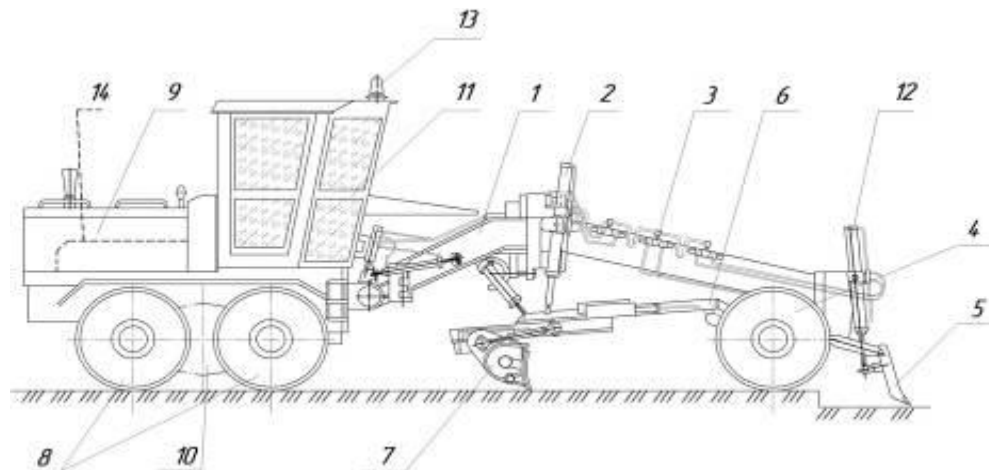


Рисунок 1 --Автогрейдер вид сбоку

Автогрейдер состоит из следующих основных частей:

Длинной и выгнутой в средней части основной рамы 1, служащей для установки на ней всех механизмов автогрейдера и опирающейся сзади на заднюю тележку 10, снабжённую балансирами с ведущими колёсами 8, а спереди на переднюю ось 4 с управляемыми колёсами; двигателя 14, закреплённого сверху рамы над задней тележкой; трансмиссии, передающей вращение от двигателя к ведущим колёсам, гидронасосам и пр.; грейдерного отвала 7, расположенного в пространстве под выгнутой узкой в плане частью рамы, называемой хребтовой балкой, на специальной тяговой раме 6, закреплённого с помощью сферического шарнира на концевой части хребтовой балки над передней осью и двух гидроцилиндров подъёма отвала 2, установленных на кронштейнах с двух сторон хребтовой балки в её самой приподнятой части; кабины 11 с органами и пультом управления и сиденьем машиниста; отвала бульдозера 5, гидроцилиндра 12 для их привода; капота 9 с откидными стенками, закрывающего двигатель; электросистемы сигнализации и освещения 13.

Рабочее оборудование автогрейдера подразделяется на основное и дополнительное

Тяговые рамы с отвалом. С помощью тяговой рамы передается отвалу тяговое усилие, необходимое для резания грунта. Поэтому тяговая рама содержит мощную продольную балку или два сходящихся лонжерона, оканчивающихся в месте их схода шаровым шарниром для шарнирного крепления тяговой рамы к переднему мосту автогрейдера. Сзади тяговая рама имеет поперечную связь, которая придает ей жесткость и позволяет закрепить снизу поворотный круг, изготовленный в виде открытого зубчатого венца большого диаметра с внутренними зубьями.

Сам поворотный круг, помимо плоского зубчатого венца, имеет кольцевую обечайку, придающую ему жесткость. К ней с боков параллельно продольной оси тяговой рамы приваривают два опущенных вниз плоских дугообразных кронштейна, предназначенных для шарнирного крепления непосредственно отвала. Как правило, опущенные вниз относительно поворотного круга концы этих кронштейнов жестко связываются с помощью труб между собой и с нижней плоскостью поворотного круга.

Отвал изготавливают из толстого стального листа, изогнутого по радиусу. С задней стороны этот лист усилен уголками или листами, придающими отвалу коробчатое поперечное сечение. Режущая наружная часть лобового листа несколько отогнута по всей его длине и в это место помещен и закреплен с помощью болтов с утопленными головками съемный нижний режущий нож 6, выполненный из специальной износостойкой стали с наплавкой из твердого сплава на режущей кромке. По бокам отвала закреплены на болтах также съемные боковые режущие ножи 5. Так как отвал во время работы автогрейдера должен быть ориентирован в пространстве определенным образом, в конструкции тяговой рамы предусмотрена возможность его бокового перемещения относительно рамы и изменения угла резания отвала.

Основные этапы работы грейдера включают:

- **Подготовка машины:** Водитель осуществляет предварительную проверку грейдера, включая проверку системы управления, гидравлических систем, режущего лезвия и уплотнительных колес. Также производится настройка и калибровка систем автоматического контроля поперечного профиля, если они установлены.
- **Установка необходимых параметров:** Водитель настраивает угол наклона режущего лезвия и глубину проникновения в грунт в зависимости от требуемого результата профилировки земли.
- **Работа с режущим лезвием:** Водитель управляет грейдером, перемещаясь вдоль трассы и регулируя положение и угол наклона режущего лезвия. Режущее лезвие удаляет излишки грунта или перемещает его в нужное место для создания требуемого профиля земли.
- **Уплотнение грунта:** Задние уплотнительные колеса грейдера служат для уплотнения поверхности земли после профилировки. Водитель перемещает грейдер по поверхности, чтобы обеспечить равномерное и эффективное уплотнение грунта.
- **Контроль качества работы:** В процессе работы водитель постоянно контролирует качество профилировки земли, используя визуальные наблюдения и при необходимости системы автоматического контроля поперечного профиля. Если требуется корректировка, водитель вносит соответствующие изменения в работу грейдера.

### Описание рабочего процесса автогрейдера

При первом проходе намечается разбивка дороги по ширине и направлению и поэтому первый проход является наиболее ответственным; целесообразно перед первым проходом размечать внешние края кюветов кольшками, которые облегчают водителю сохранять направление при движении.

При последующих проходах боковые кюветы углубляют и вырезанный из них грунт перемещают на дорожное полотно. Последними проходами дорожное полотно планируют (выравнивают) и профилируют, т. е. его поверхности придают поперечные уклоны обеспечивающие сток воды в боковые кюветы.

При выборе модели в первую очередь учитываются типы планируемых работ.

Например:

При работе на песчаных грунтах можно использовать легкие машины небольшой мощности. На глинистых или скальных — технику максимальной производительности.

К важным факторам, требующим внимания при выборе автогрейдера, относятся:

- длина и высота отвала;
- масса и габариты техники;
- радиус поворота;
- мощность привода;
- колесная формула;
- скорость перемещения;
- максимальное усилие при тяге.

## Практическая работа № 14

### Изучение конструкции и работы экскаваторов на гусеничном ходу

**Цель:** изучить и проанализировать виды одноковшовых экскаваторов,

#### 1. Теоретическая часть задания:

Любой строительный процесс начинается с производства земляных работ, с разработки грунта, перемещению его или погрузки на транспортные средства. Так, для устройства оснований или фундаментов любого здания или сооружения отрывают котлованы необходимых размеров и глубины, а для прокладки наружных сетей трубопроводов — траншеи. Иногда, для устройства таких сооружений, как плотины, дамбы или дороги, устраивают насыпи, причем с укаткой грунта. Все они по существу являются земляными сооружениями, которые по продолжительности службы могут быть временными и постоянными. Временные (котлованы, траншеи) устраиваются только на период строительства зданий, сооружений, сетей трубопроводов, а затем засыпаются грунтом, а постоянные (плотины, дамбы, каналы) рассчитаны на продолжительный срок эксплуатации.

Наиболее распространенным видом землеройных машин являются одноковшовые строительные экскаваторы. Они служат для разработки грунта и перемещения его в отвал или для погрузки в транспортные средства. Разрабатывают они грунты I...IV групп и разрыхленные мерзлые или скальные грунты. Кроме того, экскаваторы применяют на свабойных, погрузочно-разгрузочных, монтажных и других работах, используя различные виды сменного рабочего оборудования.

Одноковшовые экскаваторы относятся к машинам циклического действия. Рабочий процесс включает операции набора грунта, поворота груженого ковша, к месту выгрузки, выгрузки грунта в транспортное средство или в отвал и установки ковша и исходное положение. Совокупность указанных операций — рабочий цикл.

Одноковшовые экскаваторы классифицируют по назначению, конструкции ходового устройства, виду и подвеске рабочего оборудования, типу рабочих органов и другим признакам.

По назначению одноковшовые экскаваторы разделяют на: строительные, строительно-карьерные, карьерные, вскрышные и туннельные. Строительные и строительно-карьерные экскаваторы являются универсальными и применяются для выполнения различных работ в строительстве (отрывка котлованов и траншей, разработка карьеров строительных материалов, выполнение погрузочных и других работ). Карьерные экскаваторы используют для добычи полезных ископаемых открытым способом; вскрышные — для снятия верхнего слоя грунта или горной породы при подготовке карьеров к разработке; туннельные — для работы под землей при строительстве подземных сооружений и добычи полезных ископаемых.

У одноковшовых экскаваторов могут быть различные типы ходового устройства: гусеничное, пневмоколесное, шагающее, рельсового типа, специальное и комбинированное. Для строительных экскаваторов наиболее характерным является гусеничное и пневмоколесное ходовое устройство.



Ходовое устройство гусеничного типа, предназначено для передвижения экскаватора в пределах строительной площадки. Оно состоит из рамы и соединенных с ней двух гусеничных тележек. При передислокации с объекта на объект гусеничные экскаваторы перевозят на специальном прицепе при помощи автотягача.

Пневмоколесное ходовое оборудование обеспечивает большую мобильность: при передислокации с объекта на объект экскаватор может перемещаться своим ходом или на жесткой сцепке за тягачом (при этом должен быть отключен привод ведущих колес и гидроцилиндр управления поворотом передних колес). Поскольку жесткость пневмоколесного ходового оборудования невысока, при работе обязательно нужно использовать выносные опоры для разгрузки колеси увеличения опорного контура.

По назначению одноковшовые экскаваторы подразделяют на универсальные и специальные.

Универсальные экскаваторы оснащены несколькими видами сменного рабочего оборудования, а специальные оснащены только одним видом такого оборудования.

Сменное рабочее оборудование одноковшовых экскаваторов предназначено для выполнения различных земляных работ. Прямая лопата служит для разработки грунта, расположенного выше уровня стоянки экскаватора, в процессе копания ковш движется вверх от экскаватора.

«Прямая лопата» (рисунок1) широко применяется гидравлических экскаваторах 4-й —6-й размерных групп и на экскаваторах с механическим приводом. Ею разрабатывают грунты I —II категории в интервале температур от -40 до +40 °С.

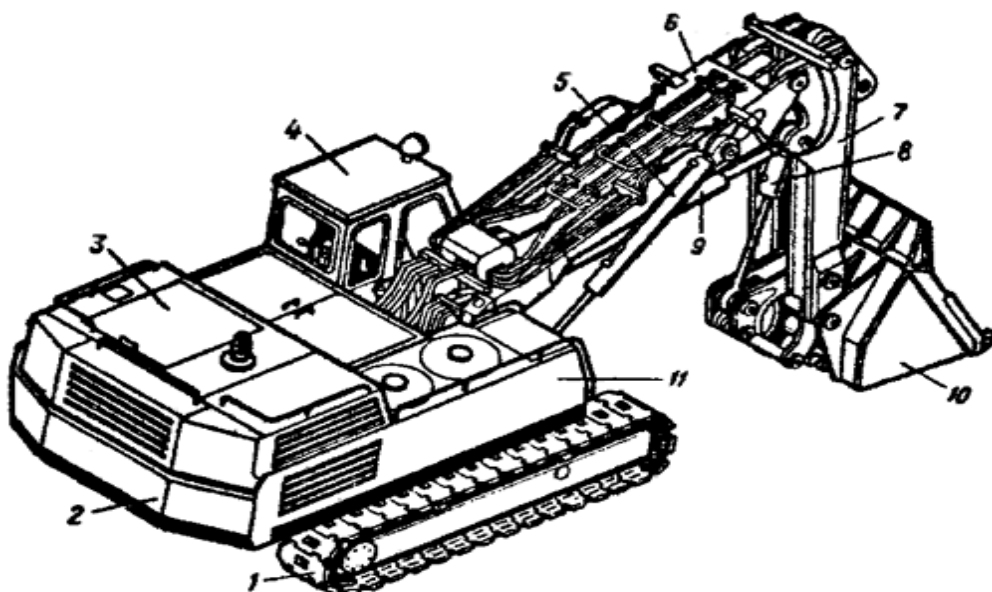


Рис.1. Гидравлический экскаватор с «прямой лопатой»

- 1 —ходовая тележка;
- 2 —противовес;
- 3 —силовая установка;

- 4 --кабина;
- 5, 8, 9 --гидроцилиндры стрелы, ковша и рукояти;
- 6 --стрела;
- 7 --рукоять;
- 10 --ковш;
- 11 --платформа.

Основными элементами рабочего оборудования являются стрела 6, рукоять 7, ковш 10 и гидроцилиндры: подъема стрелы 5, поворота рукояти 9 и поворота ковша 8. На экскаваторе могут устанавливаться как поворотные, так и неповоротные ковши. Поворотные значительно расширяют возможности экскаватора, обеспечивая помимо разработки грунта планировку забоя. В случае установки неповоротного ковша гидроцилиндр 8 служит для открывания днища ковша при выгрузке грунта.

«Обратная лопата» служит для разработки грунта, находящегося ниже уровня стоянки, при этом ковш движется вверх в сторону экскаватора.

«Обратная лопата» является основным рабочим оборудованием для гидравлических экскаваторов 2-й --5-й размерных групп. Экскаватор с «обратной лопатой» предназначен для разработки грунтов I --II категории и предварительно разрыхленных мерзлых и прочных грунтов ниже уровня стоянки экскаватора и выполнения погрузо-разгрузочных работ в интервале температур от -40 до +40 С.

При работе «обратной лопатой» реализуются большие усилия копания, так как отпор грунта воспринимается не только массой рабочего оборудования, но и массой всей машины. Кроме того, улучшена наполняемость ковша и точность выгрузки за счет поворота его относительно рукояти, возможно применение широкого спектра удлиненных стрел и рукоятей и профильных ковшей для очистки кюветов, каналов и т.д.

По конструктивному исполнению «обратную лопату» с гидроприводом выпускают нескольких разновидностей, но основными ее сборочными элементами (рисунок 2) является моноблочная (Г-образная) или составная стрела 6, рукоять 8, ковш 10 обратной лопаты и гидроцилиндры 11, 7, 9 подъема стрелы, поворота рукояти и ковша.

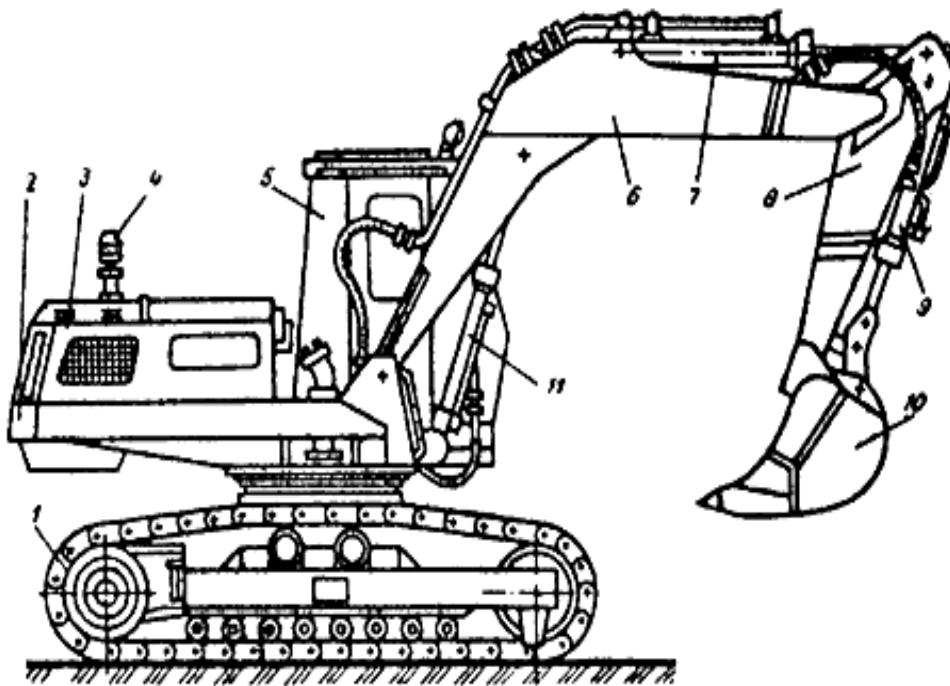


Рис.2. Экскаватор гидравлический с обратной лопатой

- 1 --ходовая тележка;
- 2 --поворотная платформа;
- 3 --силовая установка;
- 4 --труба выхлопных газов;
- 5 --кабина;
- 6 --стрела;
- 7, 9, 11 --гидроцилиндры рукояти, ковша и стрелы;
- 8 --рукоять;
- 10 --ковш.

Стрела «обратной лопаты» сварена из листовой легированной стали. Она шарнирно закреплена в проушинах поворотной платформы, к которой присоединены также гидроцилиндры 11 подъема стрелы. Штоки гидроцилиндров шарнирно соединены со стрелой, при выдвигении штоков изменяется угол наклона стрелы по отношению к платформе.

Рукоять шарнирно подвешена в головной части стрелы. В ее задней части шарнирно закреплен шток гидроцилиндра 7 поворота рукояти. С другой стороны гидроцилиндр связан со стрелой. Выдвижение или втягивание штока гидроцилиндра обеспечивает поворот рукояти относительно стрелы по часовой или против часовой стрелки. В передней части рукояти шарнирно установлен ковш 10, который свободно может поворачиваться при помощи гидроцилиндра, 9. Для увеличения угла поворота ковша гидроцилиндр связан с ним специальным шарнирным многозвенником.

«Обратную лопату» снабжают сменными ковшами различной формы и вместимости. Ковши «обратной лопаты» чаще всего изготавливают сварной конструкции без открывающегося днища. Верхний пояс ковша имеет усиление. В

районе режущей кромки передней стенки приварены карманы для установки зубьев, количество которых зависит от ширины ковша и вида работ, для которых они предназначены. Нередко зубья устанавливают и на боковых стенках, преимущественно при разработке грунта в траншеях. Эти зубья подрезают стенки траншеи, исключая заклинивание в ней ковша. Передняя стенка в нижней части имеет перфорацию для удаления воды при разработке переувлажненных грунтов.

При установке на экскаваторах составной стрелы основная и удлиняющая ее части соединяются между собой шарнирно, но для исключения их поворота друг относительно друга между ними устанавливают дополнительную тягу. Тяга имеет несколько фиксированных положений, что позволяет при необходимости изменять угол между основной в удлиняющей частями стрелы.

Разрабатывают грунт поворотом рукояти относительно стрелы или поворотом ковша относительно рукояти.

«Обратная лопата» экскаватора с механическим (канатным) приводом (рисунок 3) несколько отличается от «обратной лопаты» экскаватора с гидравлическим приводом.

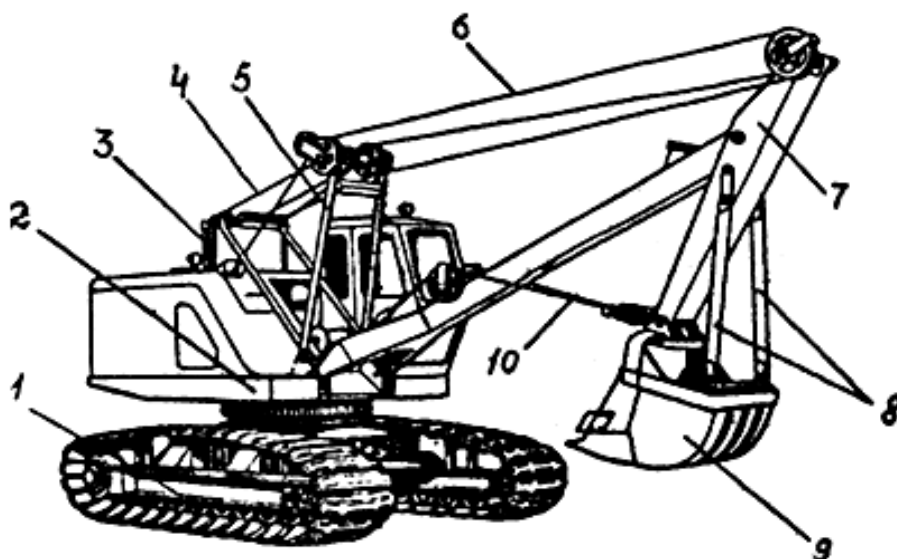


Рис.3. Гусеничный экскаватор 3-й размерной группы с механическим приводом и рабочим оборудованием «обратная лопата» 1 —ходовое устройство; 2 —поворотная платформа; 3 —стойки; 4, 6 —канаты; 5 —стойки блоков; 7 —рукоять; 8 —тяги реактивные; 9 —ковш обратной лопаты; 10 —канат тяговый.

Ковш 9 к рукояти 7 крепится неподвижно, что достигается установкой реактивных тяг 8 между задней стенкой ковша и рукоятью. Рабочие движения ковша обеспечиваются изменением длин тягового 10 и подъемного 6 полиспастов.

Драглайн (рисунок 4) 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.

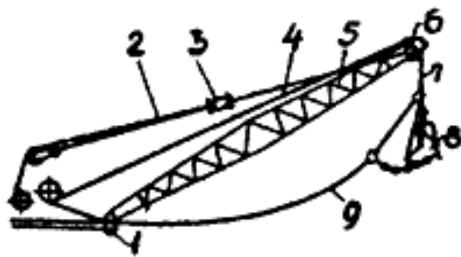


Рис.4. Схема стрелы драглайна

1 —наводка; 2 —канат; 3 —блок; 4 —канат; 5 —стрела; 6 —блок; 7 —канат; 8 —ковш драглайна; 9 —канат.

Рабочее оборудование включает стрелу решетчатого типа, ковш драглайна 8, тяговый 9 и подъемный 7 канаты. Подъемный канат огибает головной блок 6 стрелы и навивается на барабан подъемной лебедки. Тяговый канат направляется роликовым устройством (наводкой) 1 и навивается на барабан тяговой лебедки. Ковш подвешен к тяговому и подъемному канатам при помощи цепей, причем между ветвями подъемных цепей установлена распорка, обеспечивающая свободное перемещение ковша при разгрузке. Для того чтобы ковш разгрузить, его опрокидывают, ослабляя разгрузочный канат.

Грейфер (рисунок 5) 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.

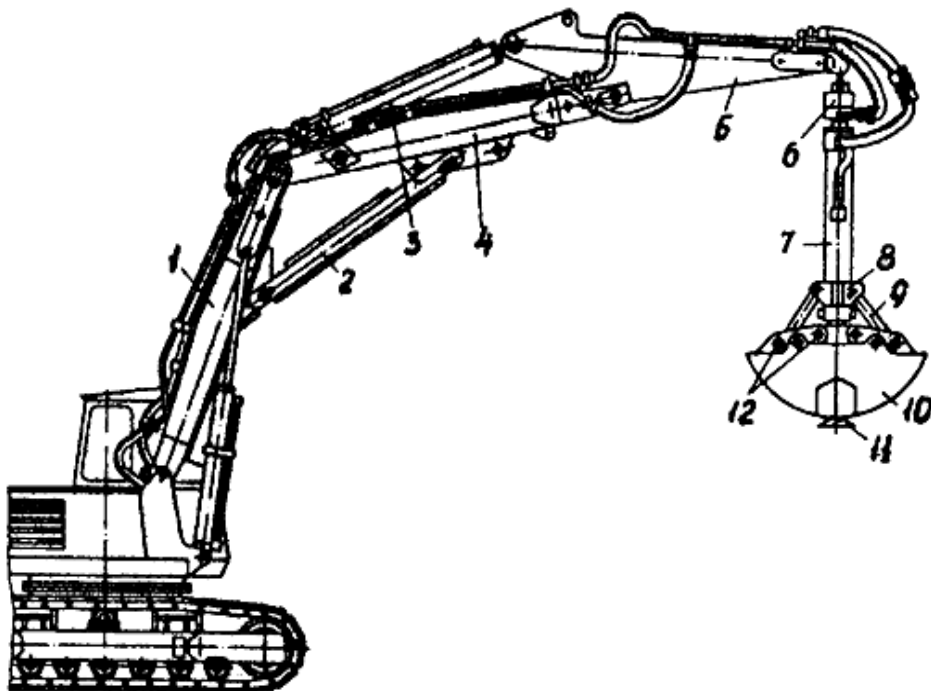


Рис.5. Рабочее оборудование грейфера

1 —базовая часть стрелы; 2 —тяга; 3 —гидроцилиндр рукояти; 4 —головная часть стрелы; 5 —рукоять; 6 —поворотная головка; 7 —рама; 8 —ползун; 9 —тяги; 10 —челюсть ковша; 11 —зубья ковша; 12 —оси.

Для навески грейфера используют базовую 1 и головную часть 4 стрелы, связанные тягой 2, и рукоять 5 обратной лопаты. Ковш грейфера состоит из двух

челюстей 10 с зубьями 11 и двух тяг 9. В механизм подвески ковша входит рама 7, поворотная головка 6, гидроцилиндр расположенный внутри рамы, и ползун 8. Ширина челюстей ковша зависит от условий использования. Грейферный ковш в зависимости от условий поворота в плане может крепиться к рукояти тремя способами: неповоротным, неполноповоротным и полноповоротным. При любом виде соединения ковш может раскачиваться в продольном и поперечном направлениях.

При копании исходное положение челюстей грейферного ковша — разомкнутое. Необходимое напорное усилие создается гидроцилиндрами 3 управления рукоятью. Замыкаются челюсти гидроцилиндром, расположенным внутри рамы. Поворотная головка обеспечивает поворот ковша в горизонтальной плоскости на 180°, что повышает эксплуатационные возможности оборудования.

При отрывке глубоких (до 30 м) колодцев применяют грейферное оборудование на напорной штанге, разработанное для экскаваторов 5-й и 6-й размерных групп.

При оборудовании грейфером экскаватора с механическим приводом на нем монтируют удлиненную решетчатую стрелу (рисунок 6). Челюсти ковша замыкают тяговым канатом, а высоту изменяют подъемным канатом.

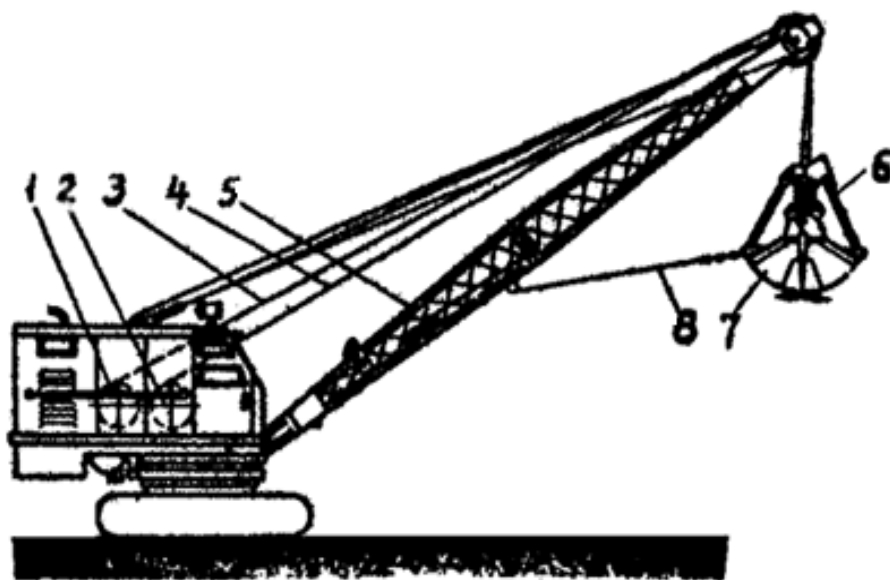


Рис.6. Схема грейфера с механическим приводом

1, 2 — барабаны; 3 — тяговый канат; 4 — подъемный канат; 5 — стрела; 6 — тяги челюстей ковша; 7 — грейфер; 8 — оттяжка.

Недостаток грейферного оборудования с канатным управлением заключается в том, что плотность разрабатываемого грунта зависит от его массы, поэтому основная область их применения погрузо-разгрузочные работы на сыпучих материалах.

По типу подвески рабочего оборудования (рисунок 7) различают экскаваторы с гибкими элементами (преимущественно канатами) для удержания и приведения в действие рабочего оборудования (гибкая подвеска) и с жесткими элементами — преимущественно гидравлическими цилиндрами (жесткая подвеска).

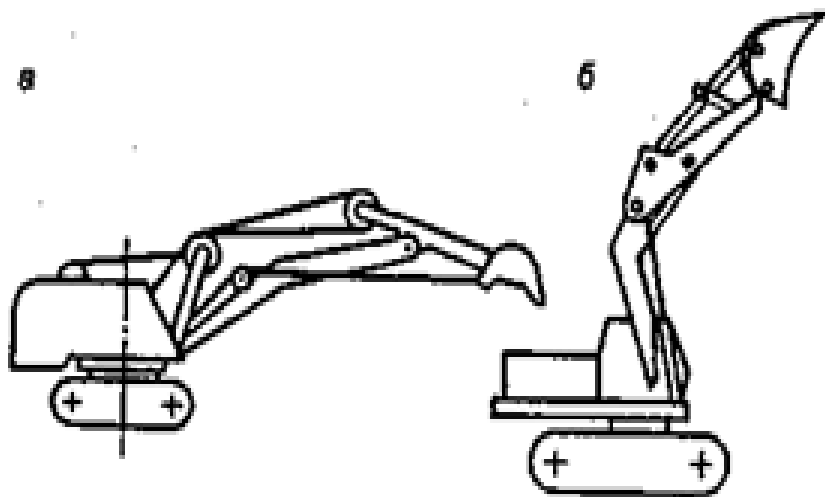


Рис. 7. Классификация экскаваторов по типу подвески рабочего оборудования:  
а —с гибкой подвеской; б —с жесткой подвеской

Конструктивные особенности рабочих органов определяются их назначением. По основному назначению применяются рабочие органы ковшового, грейферного и рыхлительного типов, однако следует отметить, что экскаваторы, являясь наиболее универсальными из всех строительных машин, имеют более сорока видов сменного рабочего оборудования.

По возможности поворота платформы экскаваторы подразделяют на полно- и неполноповоротные. На полноповоротных экскаваторах поворот рабочего оборудования в плане не ограничен. Неполноповоротные экскаваторы выпускают в качестве навесного рабочего оборудования на колесном тракторе, поэтому угол поворота поворотной колонки ограничен и составляет  $150\text{--}240^\circ$ . Для расширения производственных возможностей в настоящее время за рубежом освоен выпуск полноповоротных экскаваторов с поворотной колонкой.

Все одноковшовые экскаваторы, за исключением неполноповоротных, независимо от вида рабочего оборудования и типа подвески имеют одинаковую структурную базу (рисунок 8), включающую поворотную платформу 5, силовую установку 2, опорно-поворотное устройство 6, ходовое устройство 8, противовес 1, кабину оператора 3, рабочее оборудование 4, 7 и механизмы передвижения и поворота.

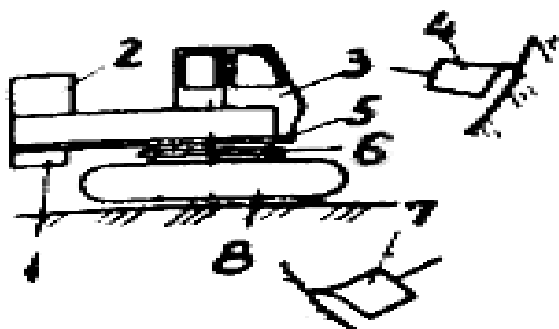


Рис.8. Базовая часть одноковшового экскаватора и

## основные виды сменного рабочего оборудования

1 --противовес; 2 --силовая установка; 3 --кабина; 4, 7 --труба выхлопных газов; 5 --поворотная платформа; 6 --опорно-поворотное устройство; 8 --ходовое устройство

Выбор типа экскаваторов, его модели и вида рабочего оборудования производят исходя из грунтовых и климатических условий, объемов и сроков производства работ, параметров земляных сооружений, дальности транспортирования грунта и ряда других факторов.

Основными положениями при выборе экскаватора также являются: выбор рациональной схемы работы; выбор рациональных технологических параметров забоя; рациональное использование взаимодействующих машин (экскаваторов и самосвалов).

Например, гусеничные экскаваторы рекомендуется применять на сосредоточенных объемах земляных работ, когда не требуются частые перебазировки; при работе на слабых грунтах; при разработке скальных грунтов, где пневматические шины быстро выходят из строя.

Пневмоколесные экскаваторы целесообразно применять на грунтах с высокой несущей способностью и на рассредоточенных объемах работ, а также в городских условиях, где требуется частая перебазировка машин собственным ходом.

Экскаваторы на специальном шасси автомобильного типа целесообразно применять на рассредоточенных работах (строительстве дорог, опор линий электропередачи, трубопроводов и т. п.).

Экскаваторы с навесным рабочим оборудованием на пневмоколесных тракторах целесообразно применять в условиях бездорожья и на рассредоточенных объектах.

### **Контрольные вопросы.**

1. Перечислите основные виды рабочих органов одноковшовых экскаваторов. Как они устроены?
2. Каковы особенности устройства гидравлических и механических одноковшовых экскаваторов? Дайте их сравнительную характеристику.
3. Для чего предназначены гидравлические экскаваторы с оборудованием обратной лопаты? Как они устроены и как работают?
4. Для чего предназначены гидравлические экскаваторы с оборудованием прямой лопаты? Как они устроены и как работают?



## Практическая работа № 15

### Изучение конструкции и работы конусных дробилок

**Цель работы** – изучение конструкции, области применения, принципа работы и определение основных параметров конусной дробилки мелкого дробления на натурном образце.

**Общие сведения.** Конусные дробилки служат для измельчения каменных материалов средней и большой прочности и предназначены для крупного, среднего и мелкого дробления.

Дробление материала в конусных дробилках осуществляется между двумя усеченными конусами, расположенными один в другом. Дробление осуществляется непрерывно при круговом (гирационном) движении внутреннего дробящего конуса. В камере дробления одновременно образуются зоны сближения (дробления) и отхода кусков (разгрузка). Обе зоны диаметрально противоположны и перемещаются по окружности в соответствии с вращением эксцентриковой втулки дробилки. Верхнее кольцеобразное сечение камеры дробления – приемное отверстие, нижнее – выходная щель. Наименьшее расстояние между окружностями кольца выходной щели является шириной выходной щели.

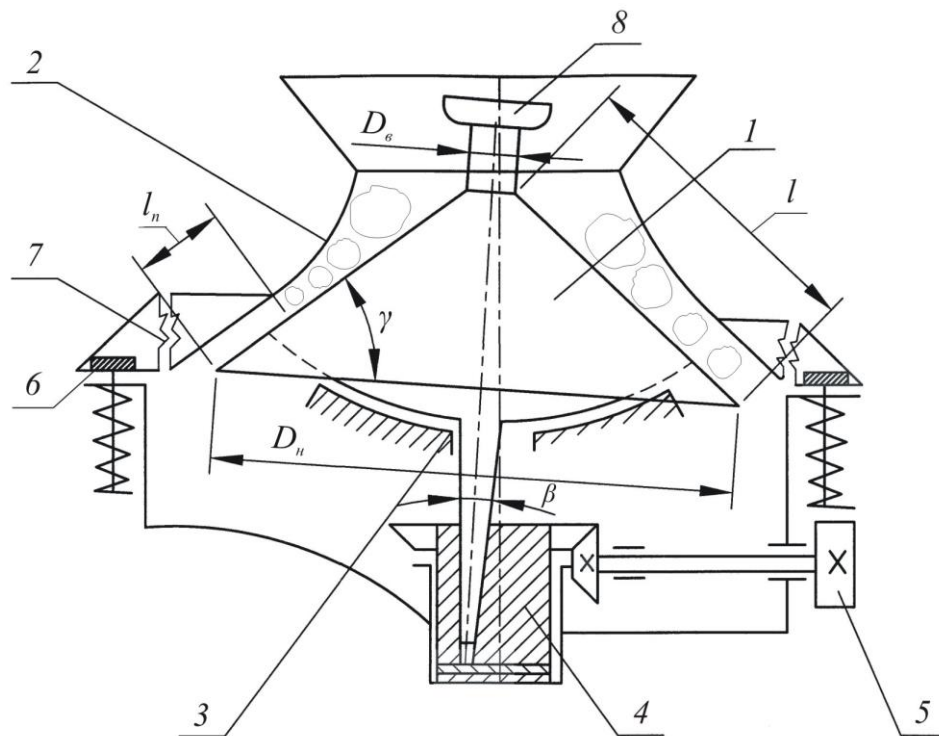
Главными параметрами конусных дробилок для среднего и мелкого дробления является размер основания дробящего конуса.

Конусные дробилки классифицируют по крупности дробления:

крупного (ККД) – максимальный размер поступающих кусков материала  $D_{max} = 1,5 \div 0,4$  м, размер выходного отверстия  $b_{max} = 0,3 \div 0,075$  м; среднего (КСД)  $D_{max} = 0,35 \div 0,075$  м;  $b_{max} = 0,06 \div 0,015$  м; мелкого (КМД)  $D_{max} = 0,075 \div 0,03$  м;  $b_{max} = 0,015 \div 0,003$  м.

Схема конусной дробилки мелкого дробления представлена на рис. 1. Основными сборочными единицами конусной дробилки мелкого дробления являются: подвижный 1 и неподвижный 2 конусы, сферический подшипник 3, эксцентриковая втулка 4, привод 5, станина, неподвижное (опорное) кольцо 6, регулировочный механизм 7, загрузочная воронка.

Дробящий конус 1 – основной рабочий орган дробилки – включает в себя корпус, насаженный на вертикальный консольный вал, футеровку и распределительную тарелку 8. Нижняя часть корпуса имеет опорную шаровую поверхность, служащую для передачи усилий дробления и массы конуса сферическому подшипнику 3. Нижний консольный конец вала свободно вставляется в коническую расточку эксцентриковой втулки 4. Эксцентриковая втулка приводится во вращение приводным устройством 5, состоящим из зубчатой конической и клиноременной передач. При этом подвижный конус получает гирационное движение, а расположенная в верхней части вала распределительная тарелка 8 покачивается вместе с конусом и равномерно распределяет исходный материал по окружности приемного отверстия.



**Рис. 1. Схема конусной дробилки мелкого дробления**

На верхнюю часть станины устанавливают опорное кольцо 6, прижимаемое к станине винтовыми пружинами, расположенными равномерно по окружности. На внутренней поверхности кольца нарезана резьба, в которую ввинчивается неподвижный конус 2. Пружины являются предохранительным элементом и в случае попадания недробимого предмета позволяют отжать неподвижный конус от подвижного.

Изменение размера выходной щели дробилки осуществляется проворачиванием корпуса неподвижного конуса по резьбе с помощью специального регулировочного механизма, выполняемого в виде механического или гидравлического домкрата.

### **Контрольные вопросы**

1. Дать краткое описание области применения и устройства конусных дробилок.
2. Представить кинематическую схему конусных дробилок с обозначением основных элементов.

Представить выводы

## Практическая работа № 16

### Изучение конструкции и работы молотковых и валковых дробилок

**Цель:** изучение конструкций, принципа действия (рабочего процесса),

В молотковых и роторных дробилках дробление материала осуществляется путем нанесения ему ударов движущимся рабочим органами. В молотковых дробилках удары наносятся молотками, шарнирно подвешенными на вращающемся с большой скоростью роторе. Сила удара создается силой тяжести молотка (рис. 1).

Степень дробления в роторных и молотковых дробилках доходит до 30 – 40 и выше, а удельный расход энергии на дробление ниже, чем в дробилках, работающих по другому принципу. Молотковые и роторные дробилки отличаются большой производительностью, приходящейся на единицу их сил тяжести.

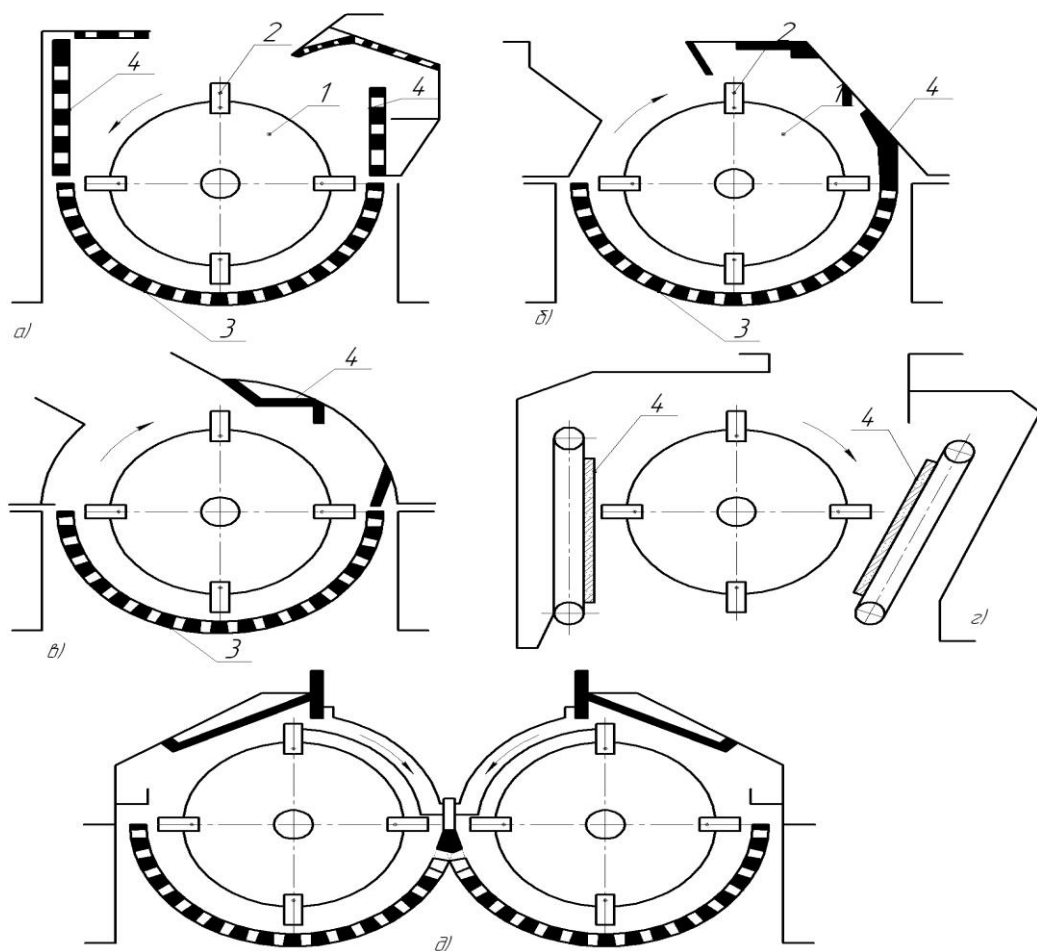


Рис. 1. Типы дробилок:

1 – ротор, 2 – молоток, 3 – колосники, 4 – отражательная плита; а – дробилка с центральной загрузкой, колосниковой решеткой и отбойной отражательной плитой; б, в – то же с боковой загрузкой; г – тоже только с отбойными плитами; д – двухроторная дробилка с колосниковой решеткой и отбойными плитами.

## **Контрольные вопросы**

1. Классификация машин для грубого дробления горных пород.
2. Что такое степень измельчения материала?
3. Изобразите конструктивные схемы дробилок.
4. Объясните принцип работы дробилки со сложным качением щеки.
5. От чего зависит эффективность дробления материала?

## Практическая работа № 17

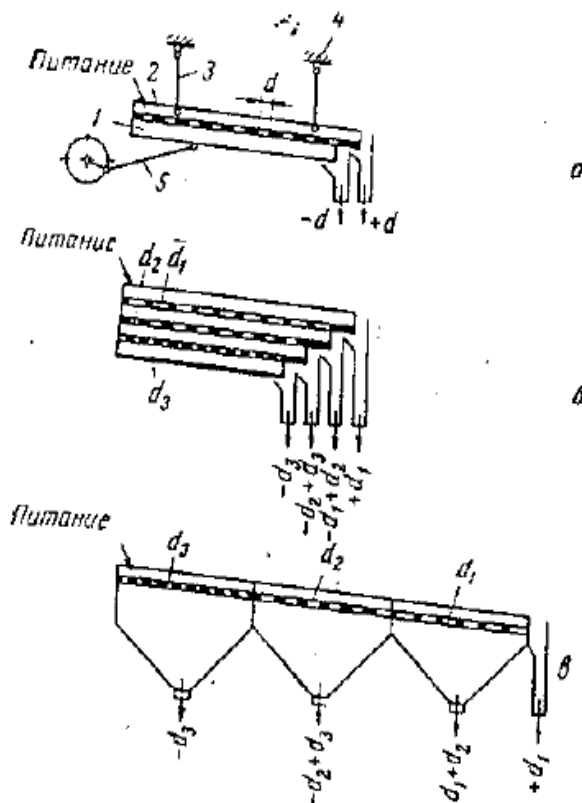
### Изучение конструкции и работы барабанных грохотов

**Цель:** изучение конструкций, принципа действия (рабочего процесса),

Грохоты предназначены для разделения материалов по крупности кусков или частиц. Принцип работы грохотов заключается в пропускании материала через разделительную перегородку с определенным размером отверстия. Частицы, размером которых меньше размера отверстия в сите, проходят сквозь него, а более крупные задерживаются. Применяя перегородки с разными отверстиями, можно разделять зернистый материал практически на любое число фракций.

По принципу действия, виду и типу грохоты делятся на: ситовые грохоты; валковые грохоты; вибрационные грохоты; барабанные грохоты; грохоты самобалансные.

#### Ситовые



а — односитовый

б — многоситовый с вертикальной компоновкой сит

в — многоситовый с горизонтальной компоновкой сит

1 — короб

2 — сито

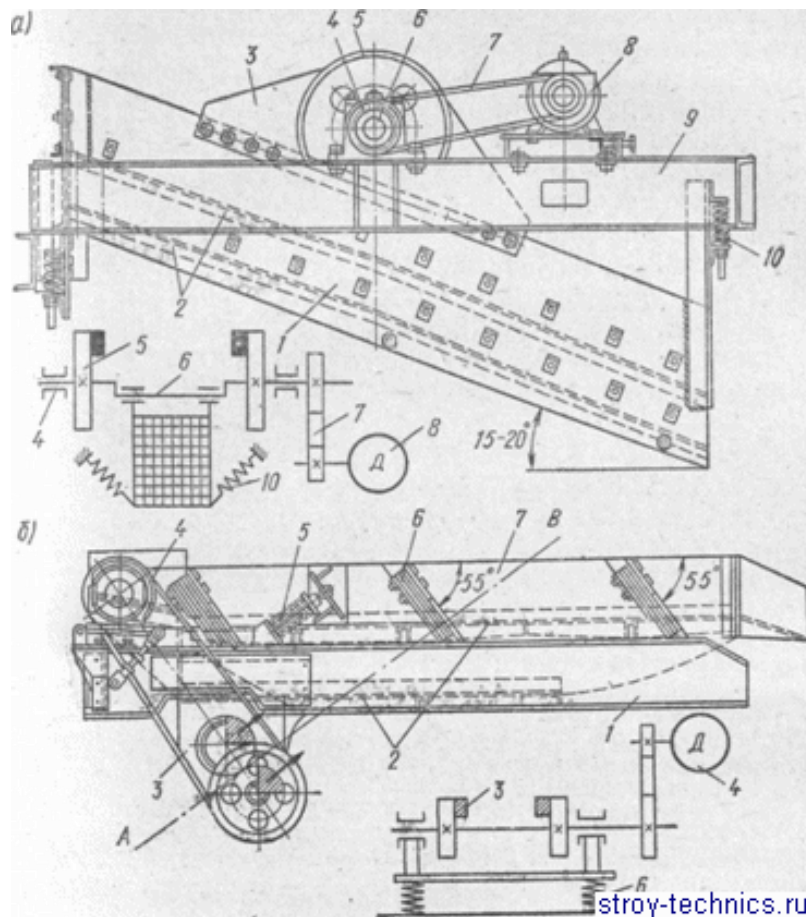
3 — подвеска

4 — опорная рама

5 — привод

Плоские грохоты подразделяют на эксцентриковые с принудительными поступательно-круговыми движениями сит и

инерционные с непринудительными колебаниями, возбуждаемыми вращением неуравновешенных масс-дебалансов. Колебания сит вызывают подбрасывание лежащих на них кусков материала, которые просыпаются в отверстия. Обычно число колебаний сит находится в пределах от 700 до 1800 в 1 мин, а амплитуда — от 2 до 15 мм. Производительность плоских грохотов колеблется в пределах от 12 до 60 м<sup>3</sup>/ч.



Эксцентрикковый грохот (рис., а) состоит из неподвижной рамы и подвижного корпуса с ситами. На неподвижной раме в подшипниках вращается эксцентрикковый вал, с которым жестко соединены маховики с дебалансами. Приводом вала служит электродвигатель, вращение от которого передается через клиноре-менную передачу. Подвижная рама кронштейнами подвешена к эксцентрикковому валу. На концах неподвижной рамы имеются пружинные опоры, фиксирующие подвижную раму под заданным углом к горизонту и удерживающие ее от поворотов при неравномерной загрузке материалом.

При вращении эксцентриккового вала подвижная рама совершает круговые колебания, число которых равно числу оборотов вала, а амплитуда — удвоенной величине эксцентриситета его шеек. Эксцентриситет в качающихся грохотах обычно равен 3—6 мм. Данные грохоты имеют по две-три просеивающие поверхности с размером в плане до 1750X4500 мм.

Инерционный грохот (см. рис., б) состоит из неподвижной рамы с ситами. Колебания подвижной рамы с ситами вызывает вибратор с неуравновешенными массами, установленный на кронштейне. Привод вибратора осуществляется от электродвигателя посредством клиноремной передачи. Подвижная рама подвешена к неподвижной с помощью трех пар пакетов рессорных пружин и двух спиральных пружин, установленных перпендикулярно рессорам. Вибратор состоит из двух вращающихся навстречу друг другу неуравновешенных валов, соединенных между собой зубчатой передачей, синхронизирующей скорость их вращения.

При добыче гравия или песка в карьерах и при производстве щебня дроблением известняков и гранита их разделяют по крупности зерен на несколько групп (фракций). Этот процесс выполняется как сухим, так и мокрым способом, т. е.

совмещенным с промывкой материалов при помощи барабанных или плоских грохотов.

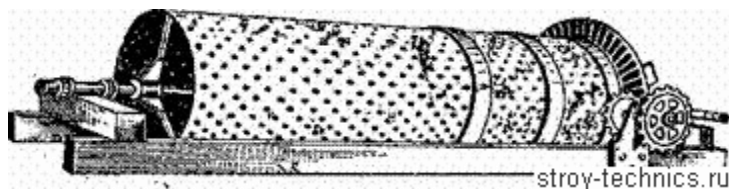


Рис. 1. Грохот барабанный

Барабанный грохот (рис. 1) состоит из цилиндрических решет, вращающихся относительно оси, установленной под небольшим углом ( $5—7^\circ$ ) к горизонту. Фракционируемый материал загружается внутрь барабанного грохота у верхнего торца барабана. Установка барабана под углом к горизонту обеспечивает продольное перемещение сортируемой массы при вращении барабана.

Решета установлены так, что сначала сортируемый материал проходит через мелкие, затем средние и самые большие отверстия. В бункере, который помещается под барабанным грохотом, должно быть несколько отсеков соответственно для мелкого, среднего и крупного заполнителя, а также для сверхмерных кусков горной массы, остающихся на крайнем левом решете с крупными отверстиями и выпадающих через нижний торец барабана.

Барабанные грохоты имеют ряд недостатков, основные из них — низкое использование поверхности решет (менее 20%), большая металлоемкость грохота, большие габаритные размеры.

## Практическая работа № 18

### Изучение конструкции и работы оборудования для транспортирования битума

**Цель:** изучить оборудование для транспортировки битума

Вязкие битумы перевозятся в бункерных опрокидывающихся полувагонах, автогудронаторах, автобитумовозах, ж/д цистернах оборудованных змеевиками для разогрева.

Для хранения используют хранилище закрытого типа: временные и постоянные.

Стенки и дно укрепляют ж/б плитами и они снабжены подогревом и шестереночным насосами с подогревом корпусом для подачи битума.

**Битумохранилище:** ямное, полуямное, наземное, подземное, переносное инвентарное.

По типу нагревателей различают с паровым, масляным, огневым, электрическим нагревом.

#### **Способы нагрева битума.**

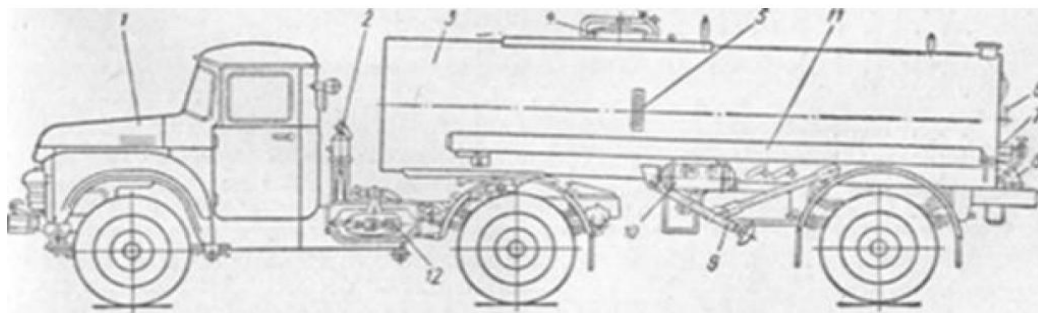
Битумы нагревают с помощью паровых, масляных, огневых, электрических нагревателей. Электрические нагреватели могут быть: спиральные низкой проводимости, спиральные высокой проводимости, пластинчатые, коаксиальные, трубчатые, инфракрасные.

В битумонагревательных котлах производится обезвоживание битума и нагрев (выпаривание воды). Нагрев битума в битумонагревательных котлах производится жаровыми трубами и котлами с экранными трубами.

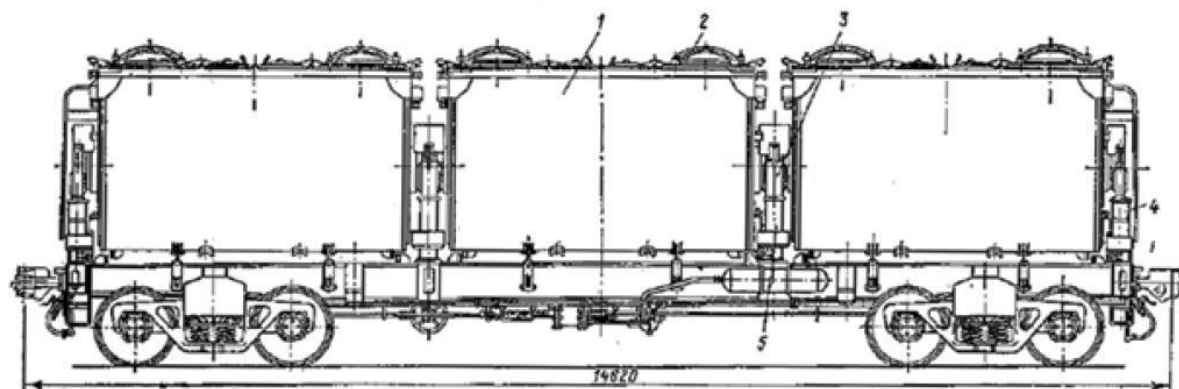
Битумонагревательные котлы с жаровыми трубами бывают: периодического и непрерывного действия.

**Недостаток** битумонагревательных котлов непрерывного действия заключается в малой производительности при подготовке обводненного битума, достоинство – в отсутствии элементов работающих под давлением.





**Автобитумовозы** применяют для транспортирования органических вязущих материалов в разогретом состоянии к месту потребления. Машины этого типа состоят из тягача с седельным устройством и полуприцепа-цистерны. На тягаче между лонжероном шасси смонтирован битумный насос с системой его обогрева. Привод насоса осуществляется от коробки отбора мощности тягача. Полуприцеп-цистерна безрамной конструкции представляет собой емкость эллиптического сечения. Передняя часть опирается шкворнем на седло тягача, а задняя – через опоры, кронштейны и рессорную подвеску на пневмоколесный ход. Внутри цистерны имеет перегородки-волнорезы для уменьшения гидравлических ударов при торможении машины. К волнорезам прикреплены две жаровые трубы, проходящие внутри цистерны на всю ее длину. При входе в цистерну жаровые трубы имеют расширение с огнеупорной смазкой, которое образует топочное пространство. Топливо в баке находится под давлением и подается к двум стационарным и одной переносной горелкам.



Насос не только заполняет цистерны битумом, но производит его циркуляцию и слив. Скорость нагрева битума при начальной температуре 70°C составляет 25град/ч для цистерны вместимостью 7000л и 10 град/ч для цистерны вместимостью 14500л. Охлаждение при температуре наружного воздуха 10°C соответственно 2 и 3 град/ч.

## **Контрольные вопросы**

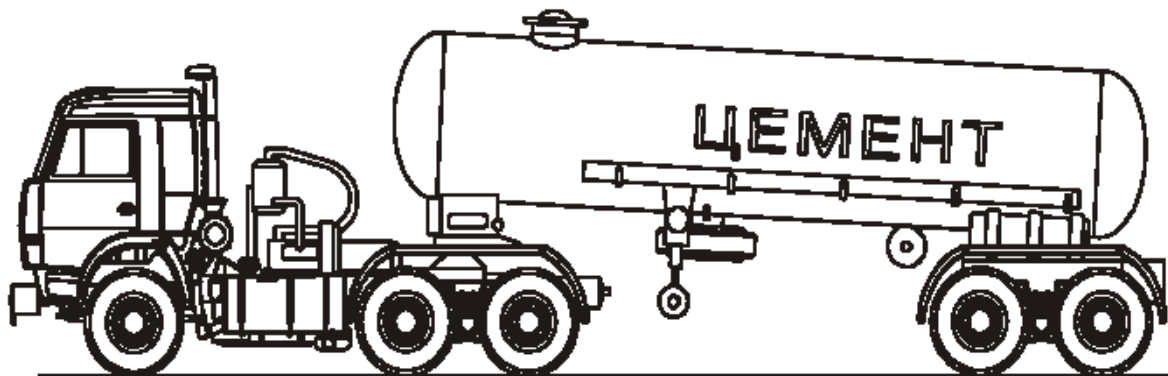
1. Типы хранилищ битума.

2. Устройство и работа нагревательно-перекачивающего устройства.

## Практическая работа № 19

### Изучение конструкции и работы автоцементовозов

**Цель:** изучить назначение, классификацию и устройство автоцементовозов



**Автоцементовозы** предназначены для бестарной перевозки порошкообразных и пылевидных строительных материалов (цемента, извести, сухой золы, минерального порошка) на расстояние до 150 км с механизированной погрузкой-выгрузкой при использовании вакуум-компрессорной установки.

По максимальной грузоподъемности разделяют 3 вида:

- 3-7 тонны (легкие);
- 7-12 тонн (средние);
- свыше 12 тонн (тяжелые).

По типу загрузки автоцементовозы могут быть самозагружающиеся и несамозагружающиеся. А по типу сцепления цистерны и шасси:

- полуприцепы-цистерны;
- прицепы-цементовозы;
- автомобильные цистерны.

#### **Устройство**

Цементовоз состоит из седельного тягача и цистерны-полуприцепа. На тягаче непосредственно за кабиной водителя смонтирован вакуум-компрессор с приводом от коробки отбора мощности через карданную и клиноременную передачи. Схема цистерны показана на рисунке 1.

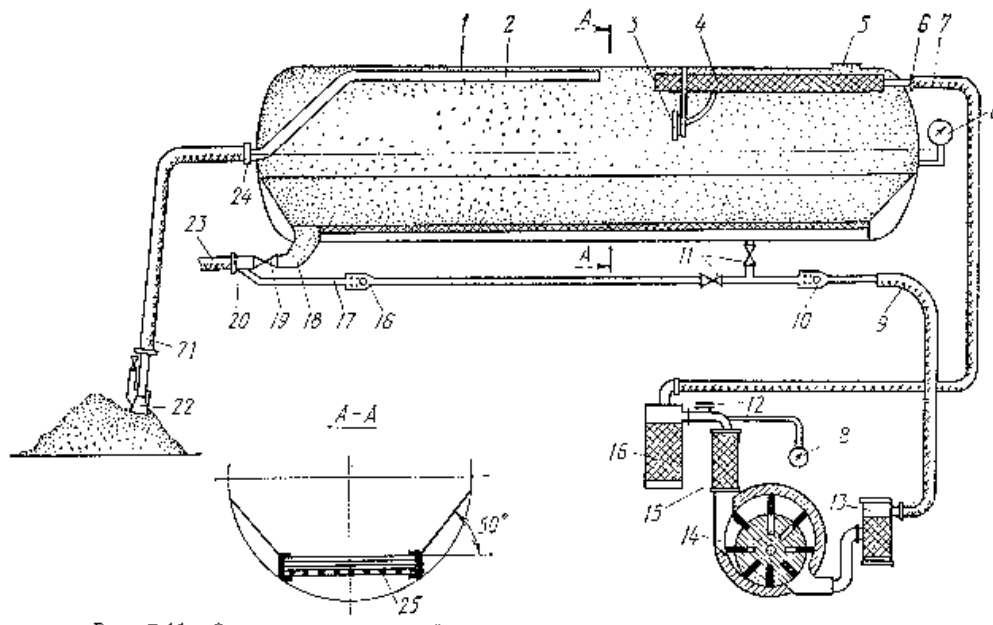


Рис. 1. Схема пневматической системы для загрузки-выгрузки цементовоза:

1 – цистерна; 2 – труба со щелью; 3 – мембранный указатель окончания наполнения; 4 – фильтр очистки воздуха от цемента; 5 – загрузочный люк  $\varnothing$  400 мм; 6, 24 – замок; 7 – вакуумный рукав; 8 – мановакуумметр; 9 – напорный рукав; 10 – обратный клапан; 11 – кран; 12 – крышка; 13 – влагомаслоотделитель; 14 – вакуум-компрессор; 15 – масляный фильтр; 16 – фильтр второй ступени очистки воздуха; 17 – воздухопровод; 18 – разгрузочный патрубок; 19 – кран; 20 – продувочная форсунка; 21 – загрузочный рукав; 22 – наконечник с краном; 23 – разгрузочный рукав; 25 – аэроднище

Труба со щелью предназначена для равномерного распределения цемента по длине цистерны. Мембранный указатель окончания заполнения имеет гибкую мембрану, при прогибе которой внутрь замыкаются контакты электрической цепи и включают звуковой сигнал автомобиля. Загрузочный наконечник имеет кран для регулировки подсоса воздуха и установления оптимального соотношения воздуха и цемента. Аэроднище представляет собой установленный в нижней части цистерны лоток, стенки которого для "стекания" цемента наклонены к днищу под углом  $50^\circ$ , а днище – сетка с несколькими слоями пористой ткани. При подаче воздуха под днище, воздух, проходя сквозь него, разрыхляет цемент, который легче соскальзывает со стенок и дальше, по наклоненной цистерне, к разгрузочному патрубку.

**Цистерна** имеет форму цилиндра, который опирается на шкворень седельного тягача. Ее крепление осуществляется при помощи кронштейна и рессора.

Загрузка цистерны осуществляется при помощи разрежения в ней, создаваемого вакуум-компрессором. Цемент в наконечнике смешивается с воздухом, поступает в цистерну и распределяется по ее длине. Об окончании заполнения свидетельствует звуковой сигнал.

## **Способ разгрузки**

с пневморазгрузкой и самозагрузкой,

с пневмомозагрузкой без самозагрузки

Разгрузка происходит при подаче в цистерну под аэроднище сжатого воздуха. Компрессор закачивает атмосферный воздух через открытую крышку между фильтром 2-ой ступени и масляным фильтром. Очищенный воздух поступает через аэроднище в цистерну, взрыхляет цемент и создает избыточное давление. Смесь воздуха и цемента через разгрузочный патрубок поступает к продувочной форсунке, где подхватывается потоком воздуха и подается на расстояние до 50 м и в высоту до 20 м по разгрузочному рукаву. Об окончании разгрузки свидетельствует падение давления в цистерне до нуля.

Цементовозы оборудуются устройством самозагрузки, что позволяет снизить трудозатраты и потерю материала в процессе выгрузки

### **Контрольные вопросы.**

1. Назначение автоцементовоза
2. Устройство автоцементовоза.
3. За счет чего происходит разгрузка?..

## Список литературы

1. Варис, В. С. Устройство автомобиля : учебник для СПО / В. С. Варис. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 430 с. — ISBN 978-5-4488-0260-7, 978-5-4497-0060-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/86528.html>
2. Устройство тракторов : учебное пособие / А. Н. Карташевич, О. В. Понталев, А. В. Гордеенко, В. А. Белоусов ; под редакцией А. Н. Карташевич. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 444 с. — ISBN 978-985-503-571-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67779.html>
3. Устройство и техническое обслуживание грузовых автомобилей: учебник водителя транспортных средств категории «С» / В. А. Родичев. — 11-е изд., доп. — М.: Издательский центр «Академия», 2019. — 256 с.
4. Тракторы: Устройство и техническое обслуживание: учеб. Пособие для нач. Проф. Образования / Г.И. Гладов, А.М. Петренко.- М.: Издательский центр «Академия» 2012, 256с.
5. Жулай, В. А. Строительные, дорожные машины и оборудование : справочное пособие / В. А. Жулай, Н. П. Куприн. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 99 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/55030.html>
6. Максименко, А. Н. Производственная эксплуатация строительных и дорожных машин : учебное пособие / А. Н. Максименко, Д. Ю. Макацария. — Минск : Вышэйшая школа, 2019. — 391 с. — ISBN 978-985-06-2498-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/48015.html>
7. Устройство и техническое обслуживание грузовых автомобилей: учебник водителя транспортных средств категории «С» / В. А. Родичев. — 11-е изд., доп. — М.: Издательский центр «Академия», 2018. — 256 с.
8. Жулай, В. А. Строительные, дорожные машины и оборудование : справочное пособие / В. А. Жулай, Н. П. Куприн. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 99 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/55030.html>
9. Иванов, В. П. Техническая эксплуатация автомобилей. Дипломное проектирование : учебное пособие / В. П. Иванов. — Минск : Вышэйшая школа, 2018. — 216 с. — ISBN 978-985-06-2575-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/48019.html>
10. Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В.М.

Виноградов, И.В. Бухтеева, В.Н. Редин. – 6-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 272 с.

11. Ремонт автомобилей и двигателей: Учеб. для студ. сред. проф. учеб. заведений/В.В. Петросов. – М.: Издательский центр «Академия», 2017, 224с.
12. Техническое обслуживание и ремонт автомобиля: в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ А. С. Кузнецов. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с.
13. Техническое обслуживание и ремонт автомобиля: в 2 ч. Ч.2: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ А. С. Кузнецов. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 368 с.
14. Варис, В. С. Ремонт двигателей автомобилей : учебное пособие для СПО / В. С. Варис. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 233 с. — ISBN 978-5-4486-0496-6, 978-5-4488-0220-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/79434.html>
15. Головин, А. А. Техническое обслуживание и ремонт гусеничных тракторов и мелиоративных машин : учебное пособие / А. А. Головин. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015. — 424 с. — ISBN 978-985-503-474-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67750.html>
16. Ремонт автомобилей и двигателей: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – 14-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 496 с.
17. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов; под ред. В.М. Власова. – 13-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2019. – 432 с.

Дополнительные источники:

1. Профессиональный ремонт ДВС автотранспортных средств, дорожно-строительных и сельскохозяйственных машин иностранного и отечественного производства. ИД «Форум», ИНФРА – М 2011, 304с.
2. Сеницын, А. К. Основы технической эксплуатации автомобилей : учебное пособие / А. К. Сеницын. — М. : Российский университет дружбы народов, 2011. — 284 с. — ISBN 978-5-209-03531-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/11545.htm>.
3. Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов: учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений / В.А. Набоких- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия» 2008, 240с.
4. Автослесарь по ремонту двигателей: учебное пособие / А.А. Федорченко. – Ростов Н./Д: Феникс 2009, 346с.

5. Слесарь по ремонту автомобилей (моторист): учебное пособие для нач. проф. Образования / А.С. Кузнецов. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия» 2011, 304с.
6. Автомобили и тракторы: краткий справочник/ В.И. Баловнев, Р.Г. Данилов. – М.: Издательский центр « академия» 2008,384с.
7. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебное пособие. Лабораторный практикум. – М.: ИД « Форум» ИНФРА-М, 2006 ,208с.
8. Организация капитального ремонта автомобилей: учебное пособие \ В.В. Беднарский. – Ростов Н/Д: Феникс, 2005 ,592с.
9. Устройство автомобилей: Учебник для студ. Учреждений сред. Проф. Образования / А.П Пехальский, И.А Пехальский. – М.: Издательский центр «Академия» 2005, 528с.
- 10.Техническое обслуживание автомобилей. Книга1. Техническое обслуживание и текущему ремонт автомобилей: Учебное пособие.- М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007,432с.
- 11.Техническое облуживание автомобилей. Книга2. Организация хранения, технического облуживания и ремонта автомобильного транспорта: Учебное пособие-м.: ФОРУМ: ИНФРА-М 2007,256с.
- 12.Эксплуатация и техническое обслуживание дорожных машин, автомобилей и тракторов: Учебник для сред. Проф. Образования/ Е.С. Локшина М. Мастерство 2002,464с.
- 13.Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта. Введение в специальность: Учеб. Пособие. – М. ИД "ФОРУМ". ИНФРА-М 2006, 192с.