

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 25.09.2022 14:41:48

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c019ba476ff42d064cf2781853be730df2774d16f3e0ce536f0f6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное Учреждение высшего профессионального образования «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ)

Кафедра автомобилей, транспортных систем и процессов

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор -

проректор по научной работе

_____ Е.А. Кудряшов

«_____» _____ 2011 г.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Лабораторный практикум для студентов специальности 290300 –
«Промышленное и гражданское строительство»

Курск 2011

УДК 69.057.7

Составители: В.И. Козликин, А.А. Давыдов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *В.В. Бредихин*

Строительные машины : лабораторный практикум / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.И. Козликин, А.А. Давыдов Курск, 2011. 129 с.: ил. 29, табл. 8, прилож. 10. Библиогр.: с. 105.

Содержит разработки восьми лабораторных занятий по дисциплине «Строительные машины». Изложены методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, содержанию отчета, приведены справочные материалы.

Предназначен для студентов очной и заочной форм обучения специальности 290300.

Текст печатается в авторской редакции.

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16.
Усл.печ.л. . Уч.-изд.л. . Тираж 100 экз. Заказ. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДА ПО КИНЕМАТИЧЕСКИМ СХЕМАМ.....	7
1.1. Цели работы.....	7
1.2. Общие положения	7
1.3. Порядок выполнения работы	18
1.4. Содержание отчета	18
1.5. Контрольные вопросы.....	18
2. ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ	20
2.1. Цели работы.....	20
2.2. Общие положения	20
2.2.1. Классификация и конструкция основных типов подшипников качения.....	20
2.2.2. Система условных обозначений (маркировки) подшипников качения.....	22
2.3. Порядок выполнения работы	27
2.4. Содержание отчета	28
2.5. Контрольные вопросы.....	28
3. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ОДНОКОВШОВОГО ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА	30
3.1. Цели работы.....	30
3.2. Общие положения	30
3.3. Порядок выполнения работы	37
3.4. Содержание отчета	38
3.5. Контрольные вопросы.....	38
4. БАШЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КРАНЫ	40
4.1. Цели работы.....	40
4.2. Общие положения	40
4.2.1. Классификация и индексация башенных кранов	40
4.2.2. Конструктивные схемы башенных кранов	44
4.2.2.1. Башенные краны с поворотной башней.....	44
4.2.2.2. Краны с неповоротной башней	48
4.2.3. Монтаж и демонтаж башенных кранов.....	49
4.2.4. Производительность башенных кранов.....	52
4.3. Порядок выполнения работы	53
4.4. Содержание отчета	55
4.5. Контрольные вопросы.....	55
5. ОДНОКОВШОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ.....	57
5.1. Цели работы.....	57
5.2. Общие положения	57
5.2.1. Назначение и классификация одноковшовых строительных экскаваторов. Система индексации	57
5.2.2. Устройство одноковшовых экскаваторов.....	60
5.2.3. Определение производительности экскаватора и подбор экскаваторных комплектов.....	64
5.3. Порядок выполнения работы	66
5.4. Содержание отчета	66
5.5. Контрольные вопросы.....	66

6. ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ (ЗТМ).....	68
6.1. Цели работы.....	68
6.2. Общие положения.....	68
6.2.1. Землеройно-транспортные машины: понятия, классификация.....	68
6.2.2. Бульдозеры.....	69
6.2.3. Скреперы.....	71
6.2.4. Автогрейдеры.....	74
6.2.5. Эксплуатационные расчеты.....	76
6.3. Порядок выполнения работы.....	77
6.4. Содержание отчета.....	79
6.5. Контрольные вопросы.....	79
7. ДРОБИЛЬНОЕ И СОРТИРОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	80
7.1. Цели работы.....	80
7.2. Общие сведения.....	80
7.3. Порядок выполнения работы.....	90
7.4. Содержание отчета.....	91
7.5. Контрольные вопросы.....	91
8. МАШИНЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ.....	92
8.1. Цели работы.....	92
8.2. Общие положения.....	92
8.3. Порядок выполнения работы.....	101
8.4. Содержание отчёта.....	102
8.5. Контрольные вопросы.....	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	104
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	105
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	106
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	112
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	117
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	118
ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	120
ПРИЛОЖЕНИЕ 6.....	123
ПРИЛОЖЕНИЕ 7.....	124
ПРИЛОЖЕНИЕ 8.....	125
ПРИЛОЖЕНИЕ 9.....	126
ПРИЛОЖЕНИЕ 10.....	129

ВВЕДЕНИЕ

Решение таких узловых проблем строительства, как повышение качества выполняемых работ, увеличение их темпов без прироста ресурсов, сокращение ручного труда в значительной степени определяется развитием строительного машиностроения.

Совершенствование механизации строительства осуществляется по следующим основным направлениям: разработка структуры парка машин, обеспечивающих повышение мощности, производительности и выработки на одного работающего; создание высокопроизводительных машин повышенной единичной мощности; создание и выпуск машин многоцелевого назначения с большим набором рабочего оборудования на базе малогабаритных пневмоколесных тягачей и тракторов; повышение качества, надежности, технического уровня и эффективности машин и оснащение их системами автоматизации управления с применением микропроцессорной техники и гидрооборудования высокого давления; создание высокоэффективных машин на основе достижений науки и техники с использованием ультразвука, энергии взрыва, лазерного излучения и принципиально новых технологических процессов; разработка строительных манипуляторов и роботизированных устройств, обеспечивающих повышение качества и безопасности работ, снижение энергозатрат, улучшение экономических показателей и сокращение количества обслуживающего персонала.

Основой профессиональной деятельности инженера-строителя является выполнение различных технологических операций строительных процессов и процессов, которые реализуются при эксплуатации инженерных сооружений. Строительное производство в настоящее время не мыслимо без применения строительных машин и оборудования, что и определяет значимость дисциплины «Строительные машины» в подготовке специалистов для промышленного и гражданского строительства.

Цель дисциплины «Строительные машины» состоит в том, чтобы освоить основные сведения по строительным машинам и оборудованию, необходимые инженеру-строителю для организации механизированного производства строительных работ.

В результате выполнения цикла лабораторных работ студенты должны закрепить знания по устройству машин и оборудования, применяемых для механизации технологических процессов в строительстве, технологическим возможностям машин с основным и сменными видами рабочего оборудования, условиям обеспечения безопасности и вопросам охраны окружающей среды, а также приобрести умения осуществлять выбор машин и оборудования для эффективной механизации строительного-монтажных работ в зависимости от конкретных производственных условий, определять основные технологические параметры строительных машин и оборудования.

1. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДА ПО КИНЕМАТИЧЕСКИМ СХЕМАМ

1.1. Цели работы

1. Изучить классификацию, устройство механических передач трансмиссий строительных машин, условные графические обозначения элементов передач, предусмотренные ГОСТ 2.770-68 и используемые в кинематических схемах

2. Овладеть навыками составления и анализа кинематических схем механических трансмиссий строительных машин и оборудования

3. Изучить методику и произвести расчет основных параметров и характеристик механических трансмиссий (в соответствии с индивидуальным заданием)

1.2. Общие положения

Строительные машины в целом, ее отдельные механизмы и узлы, например рабочее и ходовое оборудование, приводятся в действие силовыми системами – *приводами*. Привод состоит из первичного силового агрегата и передаточных устройств. Первичный силовой агрегат – это электродвигатель или двигатель внутреннего сгорания. В качестве передаточных устройств, преобразующих его энергию, в строительных машинах применяют отдельно и в сочетании механические, пневматические и гидравлические элементы. Соответственно привод бывает электрический, механический, пневматический и гидравлический.

Механические передачи (передаточные устройства) используют зацепление деталей (зубчатые, червячные и цепные передачи) или трение между деталями (фрикционные и ременные передачи). Элемент, передающий энергию, называется *ведущим*, а получающий ее –

ведомым.

Важнейшим параметром передачи является передаточное число:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad (1)$$

где ω_1, ω_2 – угловые скорости ведущего и ведомого элементов, рад/с;

n_1, n_2 – частоты вращения ведущего и ведомого элементов, об/мин (об/с).

При $i > 1$ передача является понижающей, а при $i < 1$ – повышающей.

Передаваемая мощность (Вт):

$$N = P \times V, \quad (2)$$

где P – окружная сила, действующая в передаче, Н;

$$P = \frac{M}{R}, \quad (3)$$

M – передаваемый момент, Н·м;

R – радиус зубчатого колеса (шкива, барабана и т.д.), м;

V – окружная скорость, м/с;

$$V = \frac{2\pi Rn}{60}. \quad (4)$$

Тогда мощность (Вт):

$$N = \frac{\pi Mn}{30 \eta}. \quad (5)$$

При передаче мощности часть ее теряется, например, на трение, нагрев. Эти потери учитываются коэффициентом полезного действия (КПД) η .

Величину момента на ведомом валу M_2 можно определить через момент на ведущем валу M_1 :

$$M_2 = M_1 \times i \times \eta. \quad (6)$$

Передаточное число механизма, состоящего из нескольких передач равно произведению передаточных чисел каждой передачи:

$$i_{\text{общ}} = i_1 \times i_2 \times \dots \times i_n. \quad (7)$$

Аналогично, КПД такого механизма равен произведению КПД отдельных передач.

Зубчатая передача выполнена в виде находящихся в зацеплении зубчатых колес. Одно из них соединено с ведущим валом, другое – с ведомым. Для передачи вращения между двумя параллельными валами применяют цилиндрические зубчатые колеса (рис. 1, а), а между валами, оси которых не параллельны – конические (рис. 1, в). С помощью зубчатого зацепления можно преобразовать вращательное движение в поступательное, для этой цели применяют пару «колесо – рейка с зубьями». При вращении ведущего колеса ведомое вращается во встречном направлении.

У зубчатых передач:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}, \quad (8)$$

где Z – количество зубьев ведущего колеса (с индексом 1) и ведомого колеса (с индексом 2).

Зубчатые передачи имеют наибольшее распространение в машинах, они могут передавать большие мощности, обеспечивают постоянство передаточного числа, компактны, надежны.

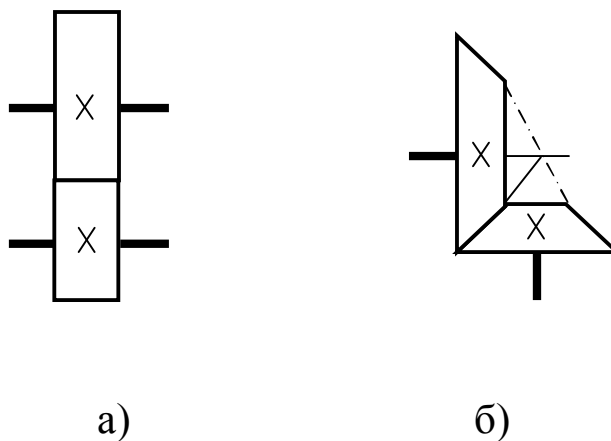


Рис. 1. Виды зубчатых колес:
а – цилиндрические; б - конические

Червячные передачи (рис. 2) применяют для передачи вращения между перекрещивающимися валами под углом 90° . Эта передача работает по принципу винтовой пары. Винт-червяк может быть одно- или многозаходным. За каждый оборот червяка колесо поворачива-

ется на столько зубьев, сколько заходов у червяка. Передаточное число этой передачи:

$$i = \frac{Z_k}{Z_u}, \quad (9)$$

где Z_k – число зубьев колеса;
 Z_u – число заходов червяка.

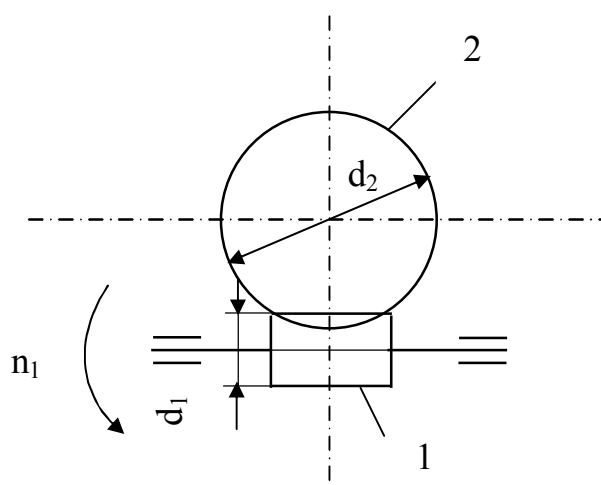


Рис. 2. Схема червячной передачи

Передаточные отношения червячной передачи значительны и равны 50...60, при этом они обладают свойством самоторможения, в связи с чем при их использовании не требуется тормозных устройств.

Зубчатые и червячные передачи выполняются в виде *редукторов* – специальных механизмов, оформленных в виде узлов и деталей, помещенных в общий корпус.

Цепные передачи применяют для передачи вращения между параллельными валами при сравнительно большом расстоянии между ними (до 8...10 м). Эта передача состоит из двух звездочек (рис. 3) и соединяющей их цепи, типа пластинчатой или втулочно-роликовой. Передаточное число этих передач постоянно и равно:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}. \quad (10)$$

Достоинства цепных передач – простота конструктивных эле-

ментов, малые габариты и масса, высокий КПД. Недостатки – возможность внезапного обрыва цепи, повышенный износ элементов и необходимость установки натяжных устройств.

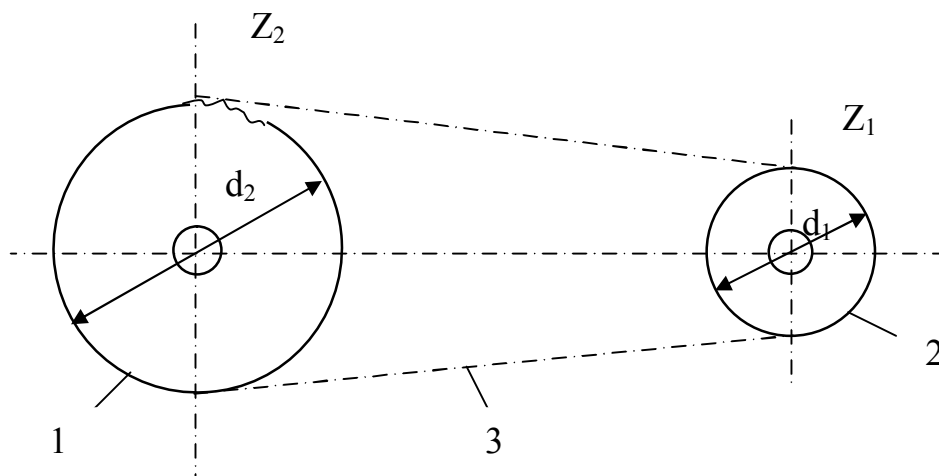


Рис. 3. Схема цепной передачи

Ременные передачи используют при статических, плавных нагрузках и при значительном расстоянии между валами. Эта передача состоит из ведущего и ведомого шкивов (рис. 4), соединенных между собой ремнями. Передача работает благодаря трению между шкивом и ремнем. По форме поперечного сечения различают плоские и клиновые ремни. Плоскоременная передача проще клиноременной, но последняя обеспечивает получение большей силы трения между шкивом и ремнем и, следовательно, большую компактность при передаче одинаковых мощностей.

Уменьшение натяжения ремня, износ шкивов, попадание на детали передачи масла приводят к возможности проскальзывания ремня. Это обстоятельство резко снижает эффективность передачи, т.к. повышается износ ее деталей, вращение становится неравномерным, снижается КПД.

Передаточное число также зависит от проскальзывания:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1 \cdot (1 - K_{\text{п}})}, \quad (11)$$

где D – диаметр ведущего (с индексом 1) и ведомого (с индексом 2) шкивов;

K_{Π} – коэффициент скольжения, зависит от материала, натяжения ремня, передаваемого крутящего момента.

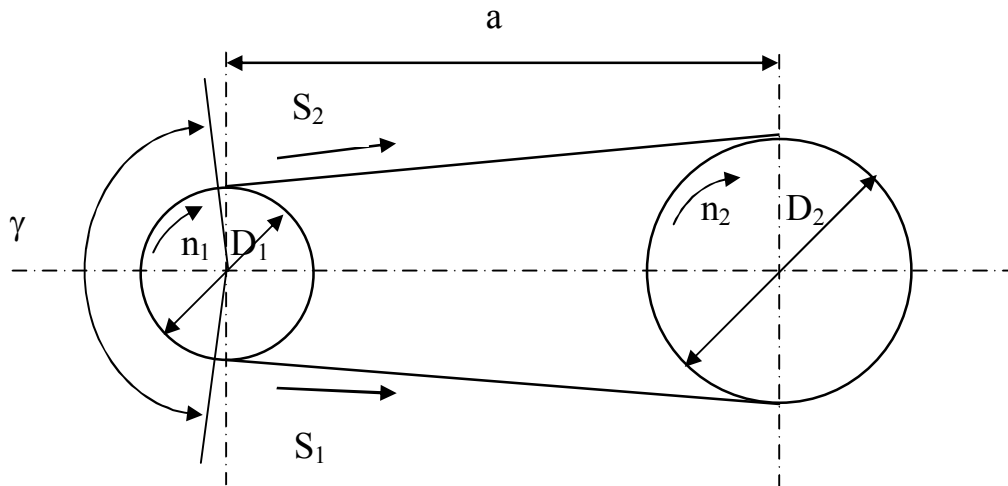


Рис. 4. Схема ременной передачи

В современной строительной технике широко распространены машины, агрегаты и системы, работа которых определяется совокупностью действия механических, пневматических, гидравлических и электрических устройств.

Изучение принципа и последовательности действия таких устройств по чертежам часто весьма затруднительно. Поэтому, кроме чертежей, могут составляться специальные схемы, позволяющие значительно быстрее разобраться в принципе и последовательности действия элементов того или иного устройства.

Схемами называются конструкторские документы, на которых составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними изображены условно.

В зависимости от характера элементов и связей, входящих в состав изделия, схемы подразделяются на следующие виды: кинематические (К), гидравлические (Г), пневматические (П) и электрические (Э).

Кинематические схемы устанавливают состав механизмов и по-

ясняют условия взаимодействия их элементов. На рис. 5 представлена кинематическая принципиальная схема привода компрессора. В схеме применены условные графические обозначения элементов машин и механизмов, предусмотренные ГОСТ 2.770-68 (табл. 1).

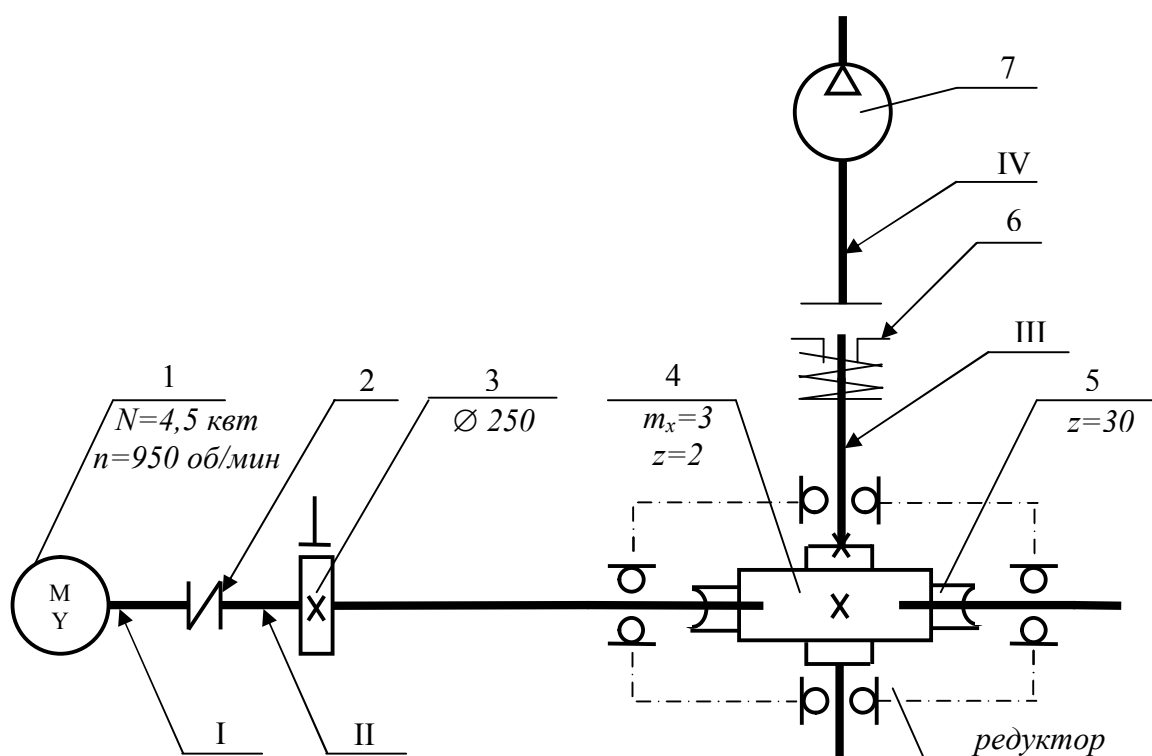


Рис. 5. Кинематическая схема привода компрессора

Соотношение размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов на схеме должно примерно соответствовать действительному соотношению размеров этих элементов в изделии.

На кинематических схемах валы, оси, шатуны, кривошипы изображают сплошными основными линиями.

Варианты соединения детали с валом (зубчатым колесом, катком, шкивом и т.п.) изображены на рис. 6.

Кинематические схемы выполняются, как правило, в виде развертки: все валы и оси условно считаются расположенными в одной плоскости или в параллельных плоскостях.

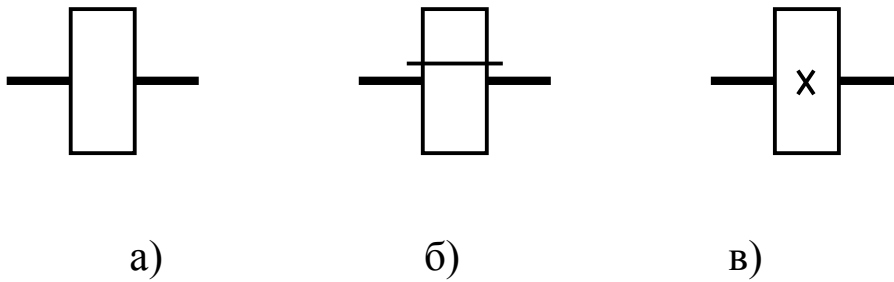




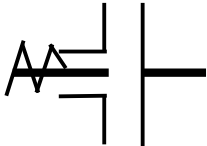
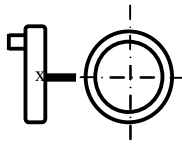
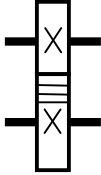
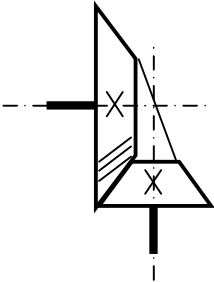
Рис. 6. Варианты соединения детали с валом:
 а- свободное соединение; б– подвижное соединение без вращения;
 в- глухое соединение

Таблица 1

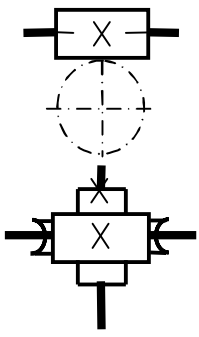
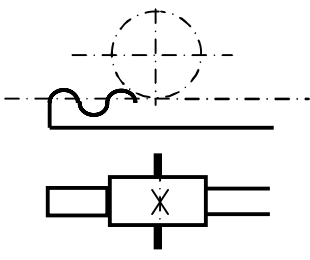
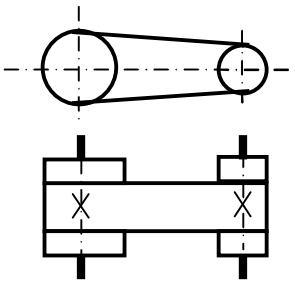
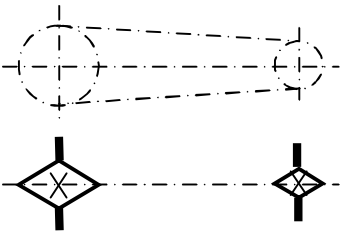
Условные графические обозначения элементов кинематики
 (выдержка из ГОСТ 2.770-68)

Наименование	Обозначение	Назначение
1	2	3
Вал, ось, стержень и т.п.		Для поддержания вращающихся деталей: зубчатых колес, шкивов, роликов и т.п. для передачи крутящего момента
Подшипник: а) скольжения радиальный б) качения радиальный (общее обозначение)		Для поддержания вращающегося вала или оси

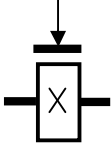

Продолжение табл. 1

1	2	3
Муфта упругая (эластичное соединение двух валов)		Для эластичного соединения валов при помощи упругих элементов, смягчающих толчки и вибрации при работе механизмов
Муфта сцепления: а) кулачковая односторонняя б) предохранительная	 	Для соединения и разъединения двух валов и предохранения от поломок при перегрузке а) за счет сцепления кулачков б) за счет сил трения между элементами муфты
Маховичок		Для сообщения вращения валу или винту вручную
Передача зубчатая: а) цилиндрическая (с прямыми зубьями) б) коническая (с прямыми зубьями)	 	Для передачи вращения от одного вала к другому: а) при параллельных валах б) при пересекающихся валах

Продолжение табл. 1

1	2	3
<p>в) червячная с цилиндрическим червяком</p>		<p>в) при скрещивающихся валах</p>
<p>г) реечная (общее обозначение без уточнения типа зубьев)</p>		<p>Для преобразования вращательного движения в поступательное или наоборот</p>
<p>Передача:</p> <p>а) плоским ремнем, открытая</p>		<p>Для передачи вращения от одного вала к другому при значительном расстоянии между ними</p>
<p>б) цепью (общее обозначение без уточнения типа цепи)</p>		

Продолжение табл. 1

1	2	3
Тормоз колодочный		Для снижения скорости вращения вала или прекращения его вращения
Пружина цилиндрическая		Для создания усилия, действующего на какую-либо деталь

Каждому кинематическому элементу, изображенному на схеме, как правило, присваивают порядковый номер, начиная от источника движения. Валы нумеруют римскими цифрами, остальные элементы – арабскими. Порядковый номер элемента проставляют на полке линии – выноски. Под полкой линии – выноски указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента. В соответствии с ГОСТ 2.703-68 ниже перечислены отдельные кинематические звенья и дан примерный перечень их характеристик и параметров, которые следует указывать на схеме:

- а) источник движения – наименование, тип, характеристика;
- б) шкив ременной передачи – диаметр шкива;
- в) зубчатое колесо – число зубьев, модуль;
- г) червяк – модуль осевой, число заходов.

Чтение схемы (рис. 5) следует начинать от источника движения (электродвигателя 1). Вал I электродвигателя эластично соединен упругой муфтой 2 с валом II редуктора. На валу II редуктора установлен колодочный тормоз 3. На том же валу II закреплен червяк 4, вращающий червячное колесо 5, расположенное на валу III, который при помощи предохранительной муфты 6 соединяется с валом IV компрессора 7.

1.3. Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство механических передач, используемых в трансмиссиях строительных машин
2. Ознакомиться с условными графическими обозначениями элементов передач (в соответствии с ГОСТ 2.770-68)
3. Составить кинематическую схему механизма (привода)
4. Произвести расчет основных параметров и характеристик механизмов по кинематическим схемам (индивидуальное задание – см. приложение 1)

1.4. Содержание отчета

1. Цель работы
2. Краткая характеристика основных типов механических передач
3. Выдержка из ГОСТ 2.770-68 «Элементы кинематики» (условные графические обозначения)
4. Кинематическая схема механизма, выполненная в соответствии с ГОСТ 2.770-68
5. Расчет основных параметров и характеристик механизмов по кинематической схеме

1.5. Контрольные вопросы

1. Какие передачи относятся к передачам зацеплением?
2. Какие передачи относятся к передачам трением?
3. Какой элемент передачи называется ведущим?
4. Что понимают под передаточным числом?
5. Какая передача называется понижающей?
6. Что называется коэффициентом полезного действия (КПД) передачи?
7. В каких случаях применяют фрикционные передачи?

8. Как передается движение от одного элемента к другому у фрикционных передач?
9. Каким может быть взаимное расположение валов при использовании фрикционной передачи?
10. В каких случаях применяют ременные передачи?
11. Какие материалы, для изготовления ремней, обладают наибольшей прочностью?
12. Какой вид зубчатых передач применяется для передачи вращения между параллельными валами?
13. Какие качества червячной передачи обуславливают ее применение в грузоподъемных устройствах?
14. В каких случаях применяют цепные передачи?
15. Что понимают под валом?
16. Какими по конструкции валами осуществляют передачу движения между деталями, не имеющими жесткую связь?

2. ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

2.1. Цели работы

1. Изучить классификацию и конструкцию основных типов подшипников качения
2. Ознакомиться с системой условных обозначений (маркировкой) подшипников качения
3. По условному обозначению подшипника определить его внутренний диаметр, тип и основные характеристики

2.2. Общие положения

2.2.1. Классификация и конструкция основных типов подшипников качения

Опоры вращающихся осей и валов называются *подшипниками*. Подшипники служат также для поддержания различных деталей, вращающихся на осях.

По виду трения различают: *подшипники скольжения*, в которых опорная поверхность оси или вала скользит по рабочей поверхности подшипника; *подшипники качения*, в которых используется трение качения благодаря установке шариков или роликов между опорными поверхностями оси или вала и подшипника.

По направлению действия воспринимаемой нагрузки подшипники делят на: *радиальные*, воспринимающие радиальные нагрузки; *упорные*, воспринимающие от вала только осевые нагрузки; *радиально-упорные*, воспринимающие одновременно радиальные и осевые нагрузки.

Подшипники качения. По сравнению с подшипниками скольжения подшипники качения имеют следующие преимущества: малый коэффициент трения; большую грузоподъемность при меньшей ширине подшипника; незначительный расход смазочных материалов; взаимозаменяемость; простоту монтажа, ухода и обслуживания. К

недостаткам относятся: значительно меньшая долговечность при больших частотах вращения и при больших нагрузках; ограниченная способность воспринимать ударные нагрузки; большие наружные диаметры по сравнению с подшипниками скольжения.

Существует много типов подшипников качения (рис. 7)

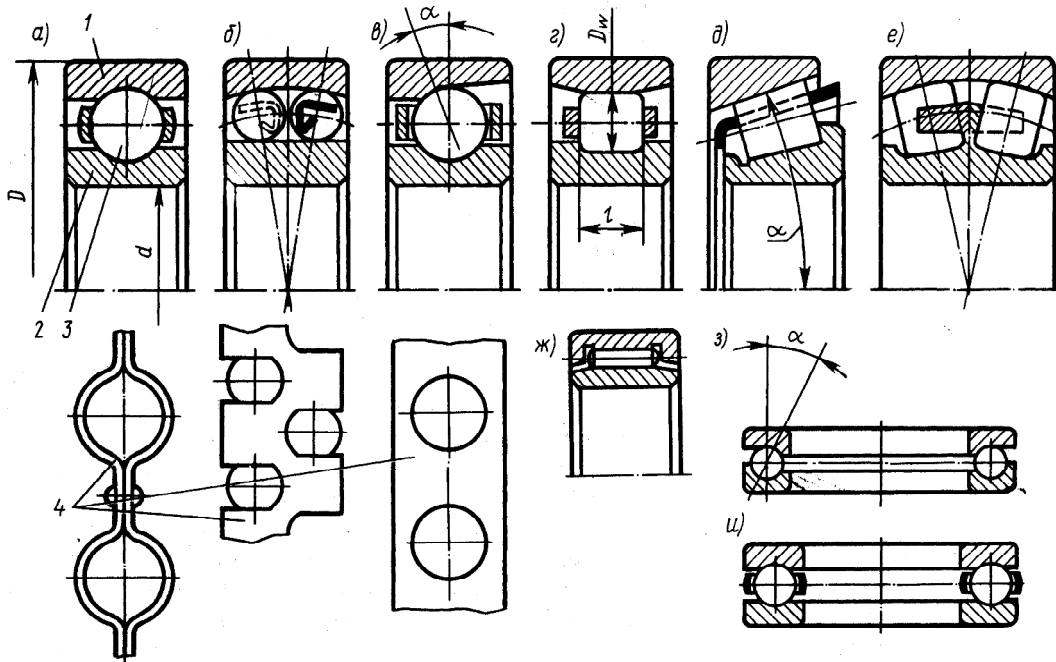


Рис. 7. Основные типы подшипников качения

По форме тел качения подшипники качения делят на *шариковые* (рис. 7, а, б, в, з, и) и *роликовые* (рис. 7, г, д, е, ж). Ролики могут быть цилиндрические короткие (рис. 7, г), цилиндрические длинные, витые, игольчатые (рис. 7, ж), бочкообразные и конические (рис. 7, д).

По числу рядов тел качения различают *однорядные* (рис. 7, а, в, г, д), *двурядные* (рис. 7, б, е) и *четырёхрядные* подшипники.

По способу компенсации перекосов вала подшипники делят на *несамоустанавливающиеся* и *самоустанавливающиеся* (со сферической внутренней поверхностью наружного кольца у радиальных подшипников) – рис. 7, б, е.

По радиальным габаритам при одинаковом внутреннем диаметре подшипники делят на следующие серии: *сверхлегкие, особо легкие, легкие, средние, тяжелые*; **по ширине** подшипники различают: *узкие, нормальные, широкие* и *особо широкие*.

Подшипники качения (рис. 7) в общем случае состоят из наружного 1 и внутреннего 2 колец, между которыми помещают тела качения 3 в виде шариков или роликов и сепаратора 4, удерживающего тела качения на строго определенном расстоянии друг от друга.

Подшипники могут не иметь наружного или внутреннего кольца, когда их функции выполняют соответствующие части вала или корпуса, и сепаратора, когда беговые дорожки полностью заполнены телами качения.

Подшипники качения имеют незначительные потери на трение, просты в эксплуатации. Выпускают свыше тысячи их типоразмеров.

2.2.2. Система условных обозначений (маркировки) подшипников качения

Маркировка подшипников качения отражает основные параметры и конструктивные особенности подшипников. Условные обозначение подшипника наносят на торцы колец клеймением, травлением или электроискровым способом. На наружной поверхности наружного кольца – электрохимическим травлением.

Основное условное обозначение состоит из семи цифр. Первые две цифры, считая справа налево, означают внутренний диаметр подшипника. Для подшипников с внутренним диаметром от 20 до 495 мм, эти две цифры следуют умножить на 5, чтобы получить фактический внутренний диаметр в миллиметрах. Для подшипников с диаметром до 20 мм принято следующее обозначение внутреннего диаметра:

Маркировка	00	01	02	03
Фактический диаметр, мм	10	12	15	17

Третья цифра справа указывает серию подшипника по диаметру. Приняты следующие обозначения: 1 – особо легкая серия; 2 – легкая серия; 3 – средняя серия; 4 – тяжелая серия; 5 – легкая широ-

кая серия; 6 – средняя широкая серия.

Четвертая цифра справа означает тип подшипника. Приняты следующие обозначения типов: 0 – радиальный шариковый однорядный (рис. 7, а); 1 – радиальный шариковый двухрядный сферический (рис. 7, б); 2 – радиальный с короткими цилиндрическими роликами; 3 – радиальный двухрядный сферический с бочкообразными роликами (рис. 7. е); 4 – радиальный роликовый с длинными цилиндрическими роликами или игольчатые (рис. 7, ж); 5 – радиальный с витыми роликами; 6 – радиально-упорный шариковый (рис. 7, в); 7 – роликовый конический (рис. 7. д); 8 – упорный шариковый (рис. 7. и); 9 – упорный роликовый.

Пятая и шестая цифры справа характеризуют конструктивные особенности подшипника (угол контакта шариков в радиально-упорных подшипниках, наличие стопорной канавки на наружном кольце и т.п.). Перечень обозначения конструктивных разновидностей основных типов подшипников приводится в приложение 2.

Седьмая цифра справа означает серию подшипника по ширине (от 0 до 9, отличающихся номинальной шириной наружного кольца подшипника; например, 3 – широкая).

Все подшипники с внутренними диаметрами до 9 мм включительно имеют в обозначении первую цифру справа, указывающую непосредственное значение диаметра внутреннего кольца.

Если серия ширин, конструктивное исполнение и тип подшипника имеют в обозначении знаки 0 или 00, то стоящие левее последней значащей цифры знаки опускаются. В этом случае условное обозначение подшипника будет состоять из двух, трех или четырех цифр, например 106.

Норма точности (класс точности) указывается цифрой (0 – нормальная, 6, 5, 4, 2 – повышенные, в порядке возрастания) через тире впереди основного обозначения подшипника. Нормальный класс точности (цифра 0) в обозначении подшипников не указывают.

Кольца подшипников и тела качения изготавливают из хромистых сталей ШХ6, ШХ9, ШХ15, ШХ16ГС, хромоникелевых сталей 12Х3А, 12Х2Н4А и других с закалкой до твердости 61...66 НРС. Сепараторы штампуют из стальной холоднотянутой ленты, тонколистовой и листовой качественной стали, латунной и бронзовой ленты, а также из текстолита. В обозначение подшипника вводят дополни-

тельные знаки, которые обозначают следующее:

- категория - буква А или В обозначает наличие дополнительных технических требований, установленных в технических условиях на подшипники категорий А, В, С или в конструкторской документации, утвержденной в установленном порядке. Знак категории С не проставляется. Знаки, проставленные перед обозначением категории А и В, обозначают дополнительные технические требования;

- момент трения - цифра 1, 2, 3... обозначает норму момента трения. При этом в условном обозначении радиально-упорных и радиальных однорядных подшипников с радиальным зазором по нормальной группе на месте обозначения радиального зазора проставляется буква М;

- радиальный зазор - цифра 1,2,3... обозначает группу радиальных зазоров по ГОСТ 24810;

- класс точности - обозначение О, Х, 6, 5, 4, 2 характеризует в порядке повышения точности значения предельных отклонений размеров, формы, расположения поверхностей подшипников, Буква «У», стоящая после знака класса точности, означает повышенную точность конических роликовых подшипников по монтажной высоте;

- конструкция подшипника - буква Н обозначает: радиальный роликовый двухрядный сферический подшипник с кольцевой проточкой и отверстиями для смазки по ГОСТ 5721, ГОСТ 24696 и ГОСТ 24850; радиальный роликовый подшипник с короткими цилиндрическими роликами и габаритами по ГОСТ 5577; упорный шариковый одинарный или двойной подшипник с размерами диаметра свободного кольца по ГОСТ 7872;

- подшипник повышенной грузоподъемности – буква А;

- материал деталей - обозначения (цифры указывают на последующие исполнения):

- Ю,Ю1...- все детали подшипника или часть деталей из нержавеющей стали;

- Х, Х1... - кольца и тела качения или только кольца (в том числе одно кольцо) из цементируемой стали;

- Р, Р1... - детали подшипника из теплостойких (быстрорежущих) сталей;

- Г, Г1... - сепаратор из черных металлов;

- Б, Б1 ... - сепаратор из безоловянистой бронзы;
- Д, Д1... - сепаратор из алюминиевого сплава;
- Е, Е1... - сепаратор из пластических материалов;
- Л, Л1... - сепаратор из латуни;
- Я, Я1... - детали подшипника из редко применяемых материалов (твердых сплавов керамики, стекла и др.);
- Н, Н1... - кольца и тепа качения или только кольца (в том числе одно кольцо) из модифицированной жаропрочной стали (кроме подшипников радиальных роликовых сферических двухрядных);
- З, З1... - детали подшипника из стали ШХ со специальными легирующими добавками (кальций, кобальт и др.);
- конструктивные изменения - обозначение К, К1. . . с цифрами в порядке исполнения. Для роликовых цилиндрических подшипников «К» обозначает стальной штампованный сепаратор. Для шариковых радиально-упорных подшипников К, К6 и К7 определяются по ГОСТ 832:
 - роликовые подшипники с модифицированным контактом - обозначение М, М1. . . с цифрами в порядке исполнения;
 - специальные технические требования - обозначение У, У1... - ужесточенные требования по шероховатости, по точности вращения и др. с цифрами в порядке исполнений;
 - требования к температуре отпуска - Т, Т1...Т 4 - обозначение температуры стабилизирующего отпуска при изготовлении (160, 180, 200, 250, 300°С соответственно);
 - смазочные материалы - обозначения С1, С2...С30 - виды смазочных материалов для подшипников закрытого типа;
 - требования по уровню вибрации - Ш, Ш1...Ш5 - обозначение уровня вибрации. С возрастанием цифрового индекса величина уровня вибрации уменьшается.

Некоторые игольчатые подшипники имеют условное обозначение в виде трех сомножителей. При этом числовые значения сомножителей определяют внутренний диаметр, наружный диаметр и ширину подшипника в мм в порядке перечисления. Буква, стоящая в конце обозначения, обозначает материал сепаратора, буквы стоящие перед произведением чисел - конструктивную разновидность подшипника, например:

- К - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без колец, например, К25х30х10Д;
- ИК - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный с сепаратором, например, ИК15х27х16;
- ИКВ - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без внутреннего кольца, с канавкой и отверстием для смазки, с сепаратором, например, ИКВ45х55х16Е;
- КК - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами двухрядный без колец, например, КК20х26х34Е.
- КВК – подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без колец, для опор поршневых пальцев, например, КВК12х16х13Г;
- КСК - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без колец, для опор кривошипно-шатунного механизма, например, КСК18х24х13Г;
- АК - подшипник упорный одинарный с игольчатыми роликами без колец, например, АК28,8х45,5х3Е.

В подшипники закрытого типа закладывают пластические смазки, условные обозначения которых также вводят в число дополнительных знаков справа от основного обозначения подшипника (например, смазка ЦИАТИМ 221С имеет условный знак С4, ЦИАТИМ 202 – С5, ВНИИНП 271 – С7, Литол 24 – С17).

Пример условного обозначения подшипника с дополнительными знаками приведен на рис. 8.



Рис. 8. Структура условного обозначения подшипника 5–3160206 E C4

2.3. Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию основных типов подшипников качения, их классификацию и систему условных обозначений (маркировки)
2. Получить планшет «Подшипники качения»
3. Определить тип подшипника, диаметр внутреннего кольца и другие его характеристики, используя для этого маркировку, нанесенную на торец кольца
4. Заполнить таблицу 2

2.4. Содержание отчета

1. Цель работы
2. Краткие сведения об основных типах подшипников качения и их конструктивные схемы
3. Сведения о маркировке подшипников качения
4. Заполненная таблица 2 с результатами определения типов подшипников и их характеристик по маркировке

Таблица 2

Результаты определения характеристик подшипников качения

Маркировка подшипника	Диаметр внутреннего кольца, мм	Серия по диаметру	Тип подшипника	Конструкт. особенности	Серия по ширине	Класс (норма) точности	Материал деталей (при наличии доп. знаков)

2.5. Контрольные вопросы

1. Какие различают подшипники в зависимости от характера силы трения?
2. Какие различают подшипники качения в зависимости от характера воспринимаемой нагрузки?
3. В каких случаях применяют роликовые подшипники?
4. Из каких деталей состоят подшипники качения?
5. Каковы достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками трения?
6. Какие различают основные типы шарико- и роликоподшипников по конструкции и где они применяются?

7. Каковы особенности конструкции и работы сферических и игольчатых подшипников? Где они применяются?

8. Определите тип и размер внутреннего диаметра подшипников, имеющих условные обозначения: например, 408, 7206, 2306 и т.д.

9. Сравните подшипники, имеющие условные обозначения: например, 7206 и 5-7406

10. Из каких материалов изготавливают тела качения, кольца, сепараторы подшипников?

3. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ОДНОКОВШОВОГО ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

3.1. Цели работы

1. Изучить назначение, классификацию и конструкцию одноковшовых погрузчиков. Ознакомиться с техническими характеристиками отечественных и зарубежных погрузчиков
2. Произвести расчет технической производительности погрузчика
3. Выбрать транспортное средство (автомобиль-самосвал) для совместной работы с погрузчиком заданной модели

3.2. Общие положения

Одноковшовыми погрузчиками называют самоходные подъемно-транспортные машины, у которых основным рабочим органом служит ковш, установленный на конце подъемной стрелы. Зачерпывают насыпной груз ковшем, опущенным вниз, при движении погрузчика вперед в сторону штабеля. Разгружают погрузчик после перемещения его к загружаемому транспортному средству и подъема ковша вверх.

Одноковшовые погрузчики в основном предназначены для погрузки на транспортные средства (автомобили-самосвалы) сыпучих и кусковых грузов и прежде всего заполнителей (песка, гравия, щебня), а также грунта, строительного мусора, каменного угля, кокса и др.

При установке специальных ковшей (на погрузчиках свыше 1,5 т) их также применяют для перегрузки скальных пород, разработки и погрузки гравийно-песчаных материалов в карьерах, а при больших грузоподъемностях – и материковых грунтов I-II категории.

Когда вместо ковша устанавливают разное сменное оборудование, погрузчики выполняют ряд вспомогательных работ: монтажных, зачистных, планировочных, снегоуборочных и др.

Одноковшовые погрузчики можно классифицировать по следующим основным признакам:

По способу агрегатирования погрузчики на специальных шасси и навесные на серийно выпускаемых гусеничных и пневмоколесных тракторах. Погрузчики на специальных шасси являются наиболее совершенными, так как отвечают всем требованиям, предъявляемым к машинам такого типа по мощности двигателя, прочности основных узлов, скорости движения, маневренности, условиям труда машиниста, безопасности эксплуатации и производительности.

Навесные погрузчики на тракторах, удовлетворяя требованиям низкой стоимости, расширения области применения базовой машины и увеличения ее сезонной загрузки, могут существенно уступать машинам на специальном шасси в эффективности эксплуатации.

По грузоподъемности погрузчики разделяют на четыре класса: легкие (грузоподъемностью 0,5...2,0 т), средние (2...4 т), тяжелые (4...10 т) и большегрузные (свыше 10 т). Небольшие погрузчики (грузоподъемностью до 0,5 т) относят иногда к малогабаритным.

По виду ходового оборудования – колесные и гусеничные погрузчики. В настоящее время преимущественное развитие получают колесные погрузчики, так как они наиболее полно отвечают требованиям по скорости, маневренности, условиям труда. Однако для специальных условий (работа на грунтах с низкой несущей способностью, горячих шлаках, вечной мерзлоте и т.п.) продолжают широко использоваться гусеничные погрузчики.

По направлению разгрузки ковша погрузчики бывают с передней (фронтальные погрузчики), боковой (полуповоротные погрузчики) и задней (перекидные) разгрузкой.

По способу осуществления поворота – погрузчики с шарнирно-сочлененной рамой, управляемыми колесами и бортовым поворотом. В настоящее время наиболее часто применяют систему поворота с шарнирно-сочлененной рамой, так как она по сравнению с системой поворотных передних или задних колес обеспечивает более высокую маневренность, унификацию переднего и заднего мостов, лучшую обзорность фронта работ, большую долговечность.

Погрузчики, предназначенные для перегрузки ковшом строительных насыпных грузов, относят к *строительным*.

Одноковшовые погрузчики являются машинами циклического действия; наполнение ковша насыпным грузом, перемещение погрузчика с грузом или без груза, а также разгрузку ковша выполняют последовательно.

В мировой практике наиболее распространены *фронтальные погрузчики на специальном шасси*. Они отличаются универсальностью, высокими скоростями движения, проходимостью и маневренностью, тяговыми качествами, устойчивостью. Строительные фронтальные погрузчики могут работать на неподготовленных поверхностях с большими уклонами и неровностями.

Основным рабочим органом погрузчика является ковш. У погрузчиков грузоподъемностью свыше 1...1,5 т применяют три одинаковых по форме, но разных по объему ковша для зачерпывания насыпных грузов: легких (с объемной массой до 1,4 т/м³), средних (1,4...1,8 т/м³) и тяжелых (1,8...2,5 т/м³). Основным является ковш для зачерпывания средних по плотности насыпных грузов.

Для того чтобы расширить область применения погрузчиков взамен ковшей применяют сменное оборудование. По назначению его можно разделить на четыре основные группы: землеройно-погрузочное, грузоподъемное, снегоуборочное и вспомогательное. Погрузчики с таким оборудованием не заменяют специализированные машины, а позволяют механизировать различные работы, когда при малых объемах применение этих машин сложно и нерентабельно.

В настоящее время серийно выпускаются погрузчики на специальных шасси и навесные на тракторах. Технические характеристики фронтальных погрузчиков приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Техническая характеристика погрузчиков на специальных шасси

Показатели	ТО-30	ТО-18А	ТО-28	ТО-27-2	ТО-21-1А
Наименование по ОСТ 22-1694-89	ПК-2	ПК-3	ПК-4	ПК-6	ПК-15
Номинальная грузоподъемность, т	2,2	3,0	4,0	7,3	16,5
Вместимость основного ковша, м ³	1,1	1,5	2,0	3,5	8,0
Максимальная высота разгрузки ковша при угле разгрузки 45°, мм	2750	2800	3170	3200	4500
Вылет кромки ковша на максимальной высоте разгрузки при угле разгрузки 45°, мм	750	1100	1150	1485	2250
Ширина режущей кромки ковша, мм	2320	2550	2600	3150	4180
Марка двигателя	Д-240	А-01МК	А-01МК*	-	-
Мощность двигателя, кВт	55,15	95,5	99	220,8	515
Максимальная скорость движения, км/ч	35	44,3	37,8	34,8	25
Габаритный радиус поворота, м	5,05	5,95	5,75	6,8	9,8
Габаритные размеры, мм:					
длина	6230	7100	7230	9725	12750
ширина	2320	2550	2600	3150	4180
высота	3290	3350	3500	3845	5052
Эксплуатационная масса, т	7,5	10,530	12,950	27,0	74,0

* До освоения двигателя А-01Т мощностью 117,6 кВт.

Таблица 4

Техническая характеристика навесных гусеничных и колесных погрузчиков

Показатели	гусеничные		колесные		
	ТО-7А	ТО-10А	ТО-25	ДЗ-133	
Номинальная грузоподъемность, т	2,0	4,0	3,0	0,75	
Вместимость основного ковша, м ³ : геометрическая номинальная	1,0 1,1	2,0 2,2	1,5 1,7	0,38 0,40	
	2700	3200	2760	2600	
Вылет на максимальной высоте разгрузки при повороте ковша на 45°, мм	742	1100	1100	585	
Ширина режущей кромки ковша, мм	2048	2900	2550	1600	
Базовый трактор	ДТ-75Б	Т-130МГ-1	Т-150К	МТЗ-80/82	
Мощность двигателя, кВт	58,8	117,6	121,5	55,15	
Максимальная скорость, км/ч	10,0	10,0	30,43	16,0	
Габаритные размеры, мм:					
	длина	5607	7500	7000	5230
	ширина	2048	2900	2550	2130
высота	2304	3080	3015	2850	
Эксплуатационная масса, кг	8750	22500	10150	4450	

Для ознакомления с принципиальным устройством ковшового погрузчика возьмем за основу конструкцию погрузчика на специальном шасси (рис. 9, а).

На раме погрузчика установлена сварная конструкция П-образной формы, называемая порталом 6. Он служит опорой для стрелы 4 и для корпусов двух пар гидроцилиндров 5 и 7, применяемых для поворота ковша 1 и подъема стрелы. Ковш шарнирно установлен на конце стрелы. Стрела и ковш имеют возможность углового перемещения в вертикальной плоскости под действием указанных цилиндров; штоки цилиндров 7 шарнирно связаны непосредственно со стрелой, а штоки цилиндров 5 – с ковшом через рычажный механизм, состоящий из двух пар коромысел 3 и поворотных тяг 2. Стре-

лу 4 с ковшом, рычажным механизмом и цилиндрами относят к навесному погрузочному оборудованию.

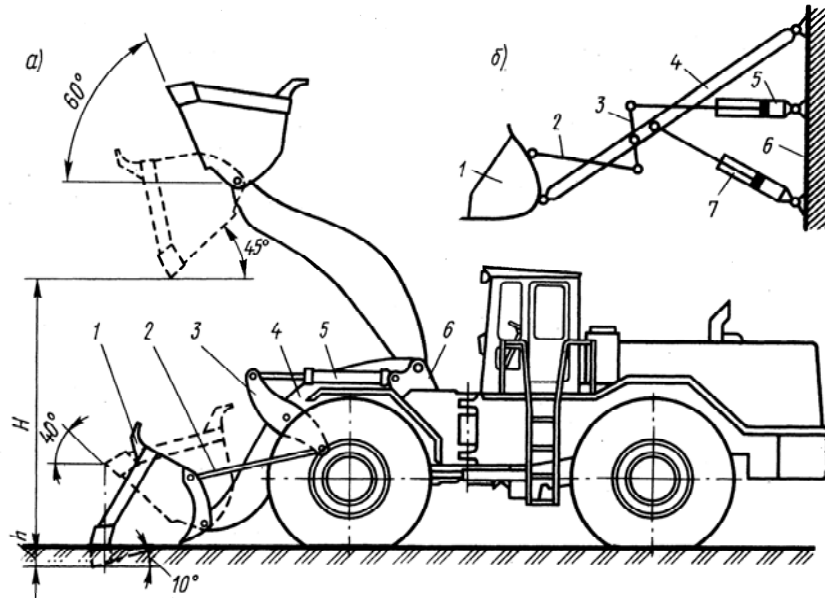


Рис. 9. Одноковшовый фронтальный погрузчик:

а – схема конструкции;

б – кинематическая схема погрузочного оборудования

Рабочий процесс фронтального погрузчика, оборудованного ковшом, состоит из следующих операций: перемещение погрузчика к месту набора материала с одновременным опусканием ковша, внедрение ковша в материал напорным усилием машины, подъем ковша со стрелой, транспортировка материала к месту разгрузки и разгрузки ковша опрокидыванием.

Техническая производительность (в т/час) одноковшового погрузчика на выполнении погрузочно-разгрузочных работ определяется с учетом свойств разрабатываемого материала и условий работы

$$P_{\text{тех}} = 3600 \times \frac{q \times \rho \times K_n}{T_{\text{ц}} \times K_p} \times K_m, \quad (12)$$

где q - геометрический объем ковша, м^3 ;

ρ - объемная масса (плотность) разрабатываемого материала, $\text{т}/\text{м}^3$;

K_n – коэффициент наполнения ковша;

K_p – коэффициент разрыхления; для материковых материалов $K_p = 1,25$; для насыпных $K_p = 1,0$;

K_m – коэффициент технологичности или условий выполнения работ; $K_m = 0,85 \dots 0,90$;

T_u – время цикла, с; $T_u = 40 \dots 70$ с.

Для определения технической производительности значения плотности материала и коэффициента наполнения принимают по табл. 5.

Таблица 5

Рекомендуемые значения плотности материала и коэффициента наполнения ковша

Материал	ρ , т/м ³	K_n
Уголь, шлак	1,2...1,4	1,3...1,5
Насыпной грунт	1,2...1,5	1,2...1,3
Влажный песок	1,6...1,8	1,2...1,4
Гравий, щебень размером до 50 мм	1,7...1,8	1,0...1,1
Крупный щебень, камень, битый кирпич	1,8...1,9	0,7...0,8
Грунт II категории	1,3...1,6	1,1...1,3

Для эффективной совместной работы погрузчика и транспортного средства (приложение 2) необходимо выполнить согласование некоторых технических и конструктивных параметров (рис. 10):

❖ объема кузова V_k транспортного средства и объема основного ковша q погрузчика;

❖ максимальной высоты разгрузки H_e (расстояние от опорной поверхности до режущей кромки опрокинутого ковша, обычно при угле его разгрузки 45°) и высоты борта кузова самосвала H_c ;

❖ вылета L на максимальной высоте разгрузки (расстояние от наиболее выступающей вперед части машины до режущей кромки опрокинутого ковша при угле его разгрузки 45°) и ширины кузова самосвала B_k .

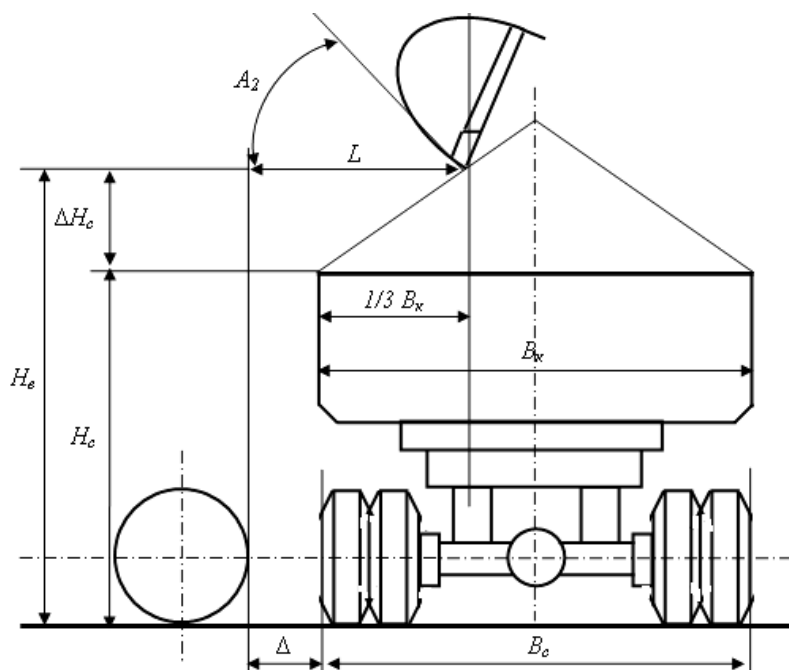


Рис. 10. Схема загрузки кузова самосвала погрузчиком

Погрузчик используется наиболее эффективно, если для загрузки транспортного средства требуется 3...6 ковшей, т.е. $V_{\kappa}/q = 3...6$. Оптимальная загрузка транспортного средства достигается, когда режущая кромка опрокинутого ковша перекрывает ширину кузова B_{κ} не менее чем на $1/3$, а высота разгрузки ковша H_g превосходит высоту борта кузова на $0,2 B_{\kappa}$. Таким образом, необходимо чтобы выполнялись следующие условия

$$L \geq \Delta + \frac{1}{3} \times B_{\kappa} \quad , \quad (13)$$

$$H_g \geq H_c + 0,2 \times B_{\kappa}$$

где Δ – зазор безопасности; $\Delta = 0,1...0,25$ м.

3.3. Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство и технологические возможности одноковшовых фронтальных погрузчиков. Для ознакомления с техническими характеристиками погрузчиков необходимо использовать табл. 3 и 4.

2. В соответствии с заданием преподавателя определить техническую производительность конкретной модели погрузчика, используя данные табл. 3, 4 и 5.

3. Произвести подбор транспортного средства (приложение 3) для эффективной работы с заданной моделью погрузчика.

3.4. Содержание отчета

1. Цель работы

2. Сведения о классификации, конструкции и технических возможностях одноковшовых погрузчиков. Конструктивная схема одноковшового фронтального погрузчика

3. Результаты расчета технической производительности погрузчика с обоснованием принятых параметров

4. Результаты подбора транспортного средства для совместной эффективной работы с погрузчиком с последовательным изложением согласования их технических параметров

3.5. Контрольные вопросы

1. Приведите определение понятия «одноковшовый погрузчик». Каково его назначение?

2. По каким признакам классифицируют одноковшовые погрузчики?

3. Каковы отличительные особенности одноковшовых фронтальных погрузчиков?

4. Какое сменное оборудование применяют на погрузчиках? Что это дает?

5. Из каких основных элементов состоит одноковшовый фронтальный погрузчик?

6. Каково назначение портала?

7. Поясните рабочий процесс одноковшового фронтального погрузчика.

8. Какие конструктивные параметры погрузчика влияют на его производительность?

9. Какие параметры одноковшового фронтального погрузчика и транспортного средства, работающих совместно, подлежат согласованию?

10. Что такое вылет ковша L , максимальная высота разгрузки H_e ?

11. Каково должно быть соотношение между вылетом ковша L и шириной кузова самосвала B_k ?

4. БАШЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КРАНЫ

4.1. Цели работы

1. Изучить классификацию и индексацию, устройство кранов с неповоротной и поворотной башнями
2. Ознакомиться с последовательностью и особенностями монтажа и демонтажа башенных кранов
3. Овладеть методикой расчета эксплуатационных показателей башенных кранов

4.2. Общие положения

4.2.1. Классификация и индексация башенных кранов

Башенные краны являются ведущей машиной в строительстве жилых, гражданских зданий, обеспечивая до 98 % всех подъемно-транспортных работ при монтаже строительных элементов. Эти краны широко используются и в промышленном строительстве, при работе на складах и полигонах, при выполнении нулевого цикла в строительстве и других работ.

Башенные краны классифицируют по способу установки, конструкции стрел и башен.

По способу установки на месте работ (на строительной площадке, складе или полигоне) различают *стационарные* (приставные), *передвижные* и *самоподъемные* краны.

Стационарными называют краны, устанавливаемые на фундаменте и обслуживающие площадку с одной стоянки. При большой высоте подъема такие краны дополнительно крепят к возводимому сооружению и они работают как приставные.

Передвижными называют краны, оборудованные ходовым устройством для перемещения по площадке в рабочем положении. В случае оборудования кранов автономным двигателем (внутреннего сгорания) передвижные краны называют *самоходными*. Передвиж-

ные краны имеют ограниченную высоту подъема.

Самоподъемными называют краны, устанавливаемые на конструкциях возводимого сооружения и перемещаемые вверх с помощью собственных механизмов по мере возведения этого сооружения.

По конструкции стрелы различают три основные группы башенных кранов: с подъемной, балочной и шарнирно-сочлененной стрелами.

При оборудовании кранов *подъемными стрелами* груз подвешен к концу стрелы, а вылет изменяют путем подъема стрелы (или точнее подъема головной части стрелы при ее повороте относительно неподвижного опорного шарнира в корневой части).

При оборудовании кранов *балочными стрелами* груз подвешен к грузовой тележке, перемещаемой при изменении вылета вдоль стрелы по направляющим балкам.

Шарнирно-сочлененные стрелы состоят из двух секций, шарнирно-соединенных друг с другом.

По конструкции башни различают краны с поворотной и неповоротной башнями. В кранах с поворотной башней опорно-поворотное устройство (ОПУ) размещено внизу на ходовой части. Краны с указанной конструкцией башни могут быть выполнены с нижним или верхним расположением противовеса. При повороте этих кранов вращается весь кран (включая кабину), за исключением ходовой части.

В кранах с поворотной башней ОПУ размещено в верхней части башни, поэтому при повороте этих кранов вращаются только стрела, оголовок, противовесная консоль с размещенными на ней кабиной, механизмами и противовесом.

Краны с поворотной башней и нижним расположением противовеса на поворотной платформе проще в монтаже, имеют повышенную устойчивость благодаря пониженному центру тяжести и проще в обслуживании из-за размещения всех механизмов внизу на поворотной платформе. Их, как правило, перевозят с объекта на объект в укрупненном виде без разборки на отдельные узлы. Вследствие этого их называют мобильными кранами. Общее время монтажа мобильных, наиболее массовых кранов составляет одну... две смены.

Краны с поворотной башней и верхним расположением противовеса, а также краны с неповоротной башней при перевозке разби-

рают на отдельные узлы, что увеличивает трудоемкость монтажа и требует применения при монтаже стреловых кранов грузоподъемностью 25...40 т.

Преимущество кранов с неповоротной башней является возможность их крепления к зданию при большой высоте подъема. Поэтому универсальные и приставные краны могут работать практически с неограниченной высотой подъема.

В настоящее время для маркировки башенных кранов Минтяжмаша (бывший Минстройдормаш) применена система индексации, показанная на рис. 11. Индекс включает буквенную и цифровую части. Буквенная часть состоит из двух-трех букв и обозначает «кран башенный» (КБ), третью букву добавляют в случае освоения кранов на основе модульной системы (М), кранов, предназначенных для специальных целей: гидротехнического строительства (Г) или ремонта (Р).

Основная цифровая часть состоит из трех цифр: первая – указывает размерную группу, вторая и третья – номера очередной регистрации. При этом номера от 01 до 69 присваивают кранам с поворотной башней, от 71 до 99 кранам – с неповоротной башней. Дополнительно может быть указан цифровой номер исполнения 1, 2, 3..., 99 (для базовой модели не указывается). Вслед за номером исполнения дается буквенное обозначение очередной модернизации (А, Б,...), а также климатического исполнения: для умеренного климата У (в индексе не указывается), тропического Т, холодного ХЛ. Ранее в индексе крана для районов с холодным климатом вместо ХЛ указывалась буква С (северное исполнение).

Основной объем производства в Российской Федерации (90 %) составляют краны серии КБ. Отличительные особенности этой группы кранов следующие:

1. Наличие в типоразмерном ряду кранов с поворотной башней (при нижнем расположении противовеса) и с неповоротной башней (при верхнем расположении противовеса).

2. Краны с поворотной башней выполнены в мобильном исполнении. Перевозка их может осуществляться укрупненно, без демонтажа в виде одного автопоезда кран-тягач, почти без демонтажа канатов и электрооборудования. Съёмные секции башни и стрелы перевозят отдельно. После перебазирования краны монтируют посредст-

вом собственных механизмов (с незначительным использованием стрелового крана при монтажных операциях по установке противовеса и отдельных узлов на кран).

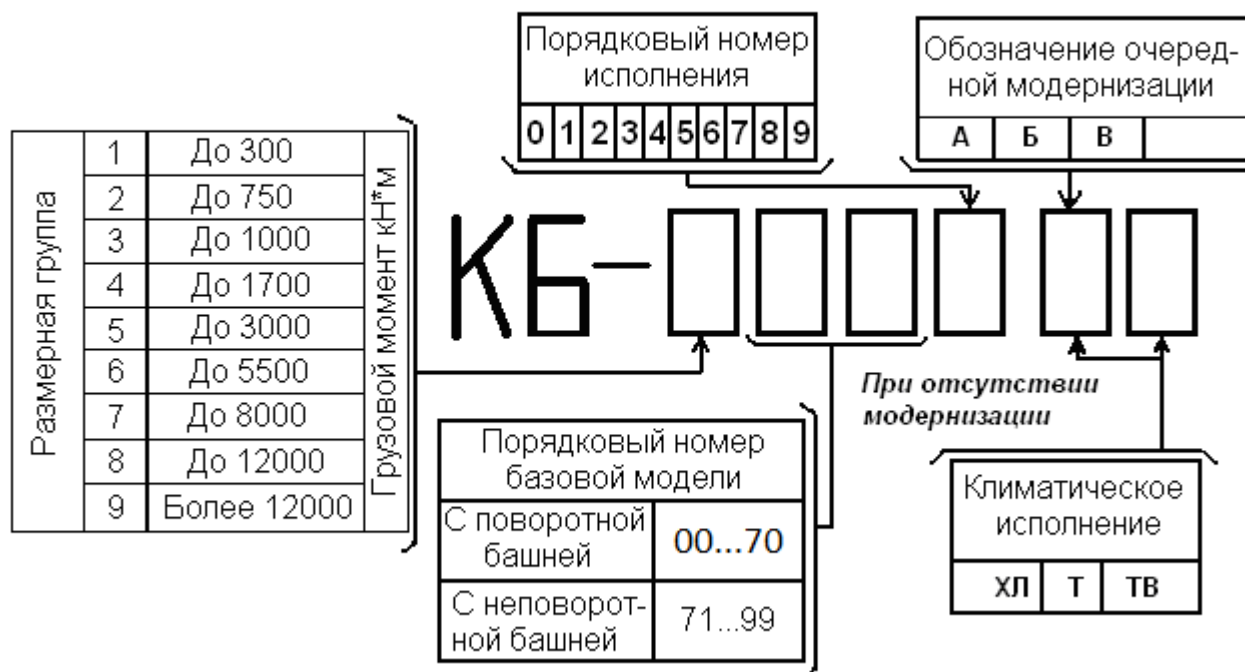


Рис. 11. Система индексации башенных кранов

3. Краны с неповоротной башней, имеющие исполнения с высотой подъема до 150 м, перевозят по частям и монтируют на объекте с помощью стрелового крана грузоподъемностью 25 т до первоначальной отметки 26 м от опорного шарнира стрелы. Дальнейшее наращивание высоты крана при монтаже съемных промежуточных секций башни производят с помощью собственных механизмов крана.

4. Все краны являются передвижными, на рельсовом ходу, универсальными. Краны шестой размерной группы (с грузовым моментом 320...400 т·м) при высоте более номинальной, определяющей их работоспособность как свободностоящих, можно крепить к зданию и рельсовому пути. При этом они будут работать как стационарные приставные краны.

5. Соединение поворотных и неповоротных частей кранов осу-

ществляется с помощью роликовых ОПУ (для кранов КБ-674А и КБ-676 – шариковых ОПУ). Краны с грузовым моментом 100...160 т·м выполняют с однорядным ОПУ, с грузовым моментом 250...400 т·м – с двухрядными.

6. Поворотные башни кранов выполняют разгруженными от изгибающего момента и закрепляют в вертикальном положении подкосами, связывающими башню с двуногой стойкой поворотной платформы. Благодаря длинным подкосам и большой высоте закрепления башни существенно снижается действие ветровых и динамических нагрузок.

7. Краны изготовляют с электроприводом от внешней трехфазной сети напряжением 220/380 В.

4.2.2. Конструктивные схемы башенных кранов

4.2.2.1. Башенные краны с поворотной башней

Башенные краны, перемещающиеся по наземным подкрановым путям в настоящее время в основном изготовляют с поворотной башней (рис. 12).

При такой конструкции все механизмы крана и противовес располагают на поворотной платформе над уровнем основания, что обеспечивает снижение высоты общего центра тяжести крана и, следовательно, улучшение устойчивости и условий монтажа и демонтажа.

Башня крана 2 (рис. 12) крепится к поворотной платформе 4, которая через опорно-поворотное устройство 6 опирается на ходовую часть 5. На поворотной платформе размещаются: противовес 7, грузовая 8, стреловая 9 лебедки и механизм вращения поворотной платформы 3. Стрела 1 крепится шарнирно к башне и удерживается канатными тягами 12, которые через направляющие блоки соединены с подвижной обоймой стрелового полиспаста 10. Подъем и опускание груза выполняются грузовым полиспастом 13 с помощью грузовой лебедки и крюковой подвески.

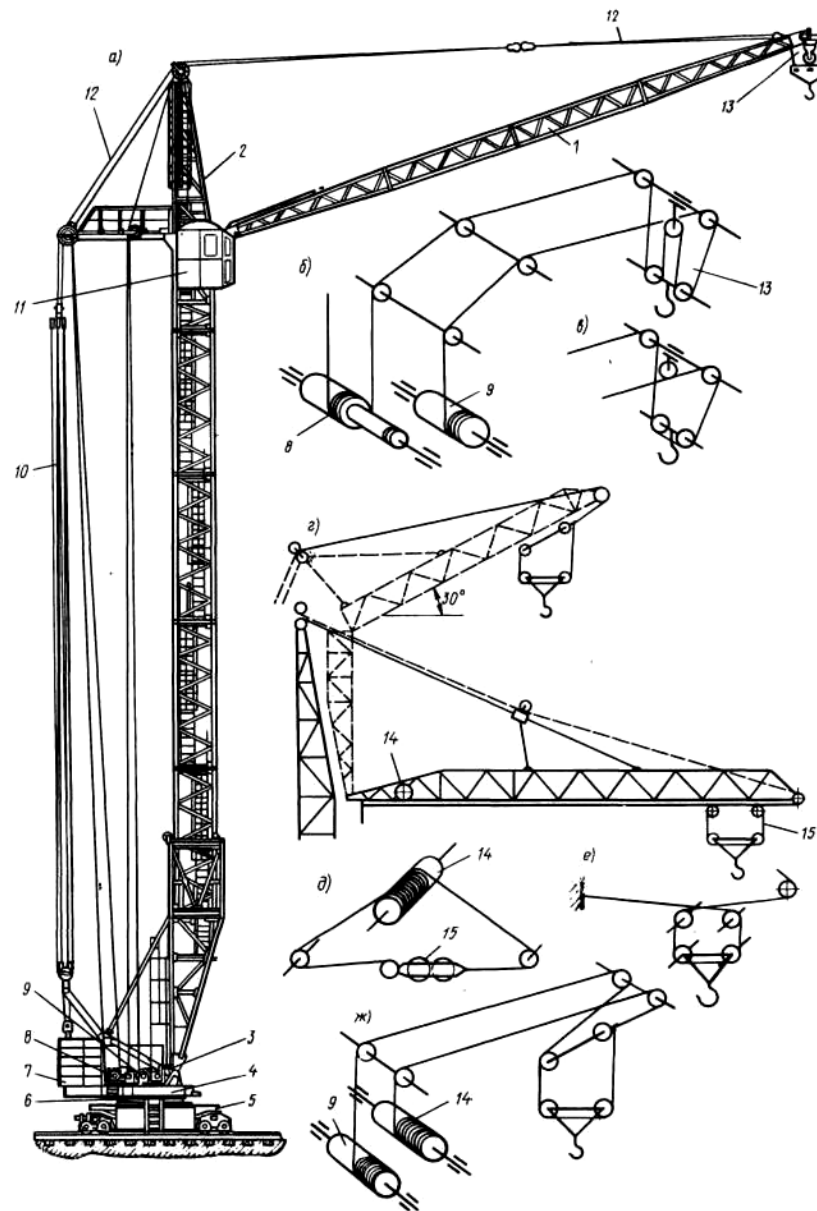


Рис. 12. Башенный кран с поворотной башней:
 а- схема крана с подъемной стрелой; б – схема запасовки грузового каната при подъемной стреле и четырехкратном полиспасте; в – то же, при двукратном полиспасте; г – схема крана с горизонтальной и наклонной с переломом балочной стрелой; д – схема запасовки тягового каната при горизонтальной стреле; е – то же, грузового каната; ж – то же, грузового и тягового канатов при наклонной с переломом балочной стреле

Управление краном ведется из кабины 11. В башенных кранах для механизма подъема груза в зависимости от грузоподъемности применяют одиночные и сдвоенные полиспасты двух, трех, четырех

и большей кратности.

Полиспастом называют систему, состоящую из нескольких подвижных и неподвижных блоков и каната, последовательно огибающего все блоки. Один конец полиспаста закрепляется на обойме подвижных или неподвижных блоков, а другой на барабане лебедки.

Сила тяжести груза Q , подвешенного к обойме подвижного блока распределяется на все рабочие ветви m каната.

Зависимость между тяговым усилием S_k на сбегающей ветви каната и подъемной силой полиспаста Q во время его работы приближенно выражается формулой:

$$S_k = \frac{Q}{m \eta^Z}, \quad (14)$$

где m – число рабочих ветвей (кратность) полиспаста;

η – КПД одного блока; $\eta=0,98$ при установке блока на подшипниках качения и $0,96$ – на подшипниках скольжения;

Z – число блоков.

Скорость подъема груза Q полиспаста меньше скорости свободного конца каната полиспаста в соотношении, равном его кратности

$$V_n = \frac{V_k}{m}. \quad (15)$$

Крюковые подвески состоят из грузового крюка, траверсы, двух боковых шеек, осей с установленными на них блоками. Грузовой крюк крепится в траверсе на упорном подшипнике, благодаря чему он может свободно поворачиваться и предохранять грузовой канат от закручивания. Число блоков в подвеске определяется кратностью полиспаста, а также необходимостью изменения ее для повышения грузоподъемности крана без увеличения мощности грузовой лебедки. В некоторых конструкциях кранов с большой высотой подъема груза применяют подвески с разнесенными блоками (см. ниже рис. 13, поз. 15) для предотвращения каната от закручивания.

Изменение вылета груза осуществляется наклоном стрелы (рис. 12, а) или перемещением каретки с грузом вдоль горизонтальной стрелы (рис. 12. б).

При оборудовании крана горизонтальной балочной стрелой грузовая каретка перемещается вдоль стрелы с помощью тяговой электрореверсивной лебедки 14, расположенной на стреле или на пово-

ротной платформе. Тяговый канат навивается на барабан лебедки, а два свободных его конца огибают направляющие блоки и крепятся с разных сторон к каретке 15 (рис. 12, д). На каретке размещены блоки грузового каната. При перемещении каретки блоки обкатываются по грузовому канату и груз, не изменяя положения по высоте, перемещается вдоль стрелы (рис. 12, е). При необходимости изменения вылета груза наклоном стрелы грузовая каретка фиксируется на стреле.

Высота подъема груза при горизонтальной стреле ниже, чем при наклонной. Однако горизонтальное перемещение груза вдоль стрелы требует меньшей энергии, чем перемещение этого груза подъемом всей стрелы и одновременно упрощает операции по наводке монтажного элемента на место монтажа. У кранов с наклонной стрелой при изменении вылета груз одновременно изменяет свое положение и по высоте. Для устранения этого недостатка необходимо обеспечить горизонтальное перемещение груза при изменении вылета стрелы.

На рис. 12, б, в предоставлена схема канатопроведения грузового каната при четырех- и двукратном полиспасте. Один конец грузового каната закреплен на грузовом барабане, а второй – на стреловом барабане меньшего диаметра в обратном по отношению к стреловому направлении. При изменении вылета крюка грузовой канат будет сматываться (или наматываться) со стрелового барабана при неизменном по высоте положении крюка. Балочная стрела с грузовой кареткой может быть установлена и в наклонном с переломом в 30° положении. При этом грузовая каретка по приведенной на рис. 12, ж схеме может перемещаться по наклонной стреле при сохранении горизонтального хода груза и увеличенной высоте его подъема. Однако изготовление кранов с нижним расположением опорно-поворотного устройства, у которых вращается весь кран, кроме его ходовой части, при большей грузоподъемности с большой высотой подъема груза приводит к значительному увеличению всей массы крана. Поэтому башенные краны грузоподъемностью более 10т изготавливаются с неповоротной башней и вращающейся только верхней частью крана.

4.2.2.2. Краны с неповоротной башней

Краны с неповоротной башней и горизонтальной стрелой (рис. 13). Башня крана 1 через опорную часть – раму 2 или портал – установлена на ходовые тележки 3, которые перемещают кран по рельсовому пути. На опорной части расположен балласт 4, обеспечивающий устойчивость крана в рабочем и нерабочем состояниях. Поворотная головка 12 опирается на верхнюю секцию башни через опорно-поворотное устройство 6. Стрела 14 и противовесная консоль 7 шарнирно закреплены на поворотной головке и удерживаются растяжками 10. На противовесной консоли размещены грузовая лебедка 9, лебедка передвижения противовеса 11 и противовес 8, уравнивающий верхнюю часть крана. По нижнему поясу стрелы перемещается грузовая каретка 15 с помощью тяговой лебедки 13, размещенной внутри корневой секции стрелы. Нарращивание башни осуществляется с помощью монтажной стойки 5.

Для подъема груза применяют двухканатные (рис. 13, д) или четырехканатные (рис. 13. г) грузовые полиспасты, обеспечивающие различные грузовые характеристики. Запасовка канатов механизмов передвижения противовеса и грузовой каретки показана на рис. 13. б, в.

Кран КБ-674А с неподвижной башней имеет свыше десяти исполнений, отличающихся высотой башни, длиной стрелы и грузовой характеристикой, что обусловило его широкое применение для механизации строительно-монтажных работ при возведении высотных жилых и административных зданий, а также промышленных объектов.

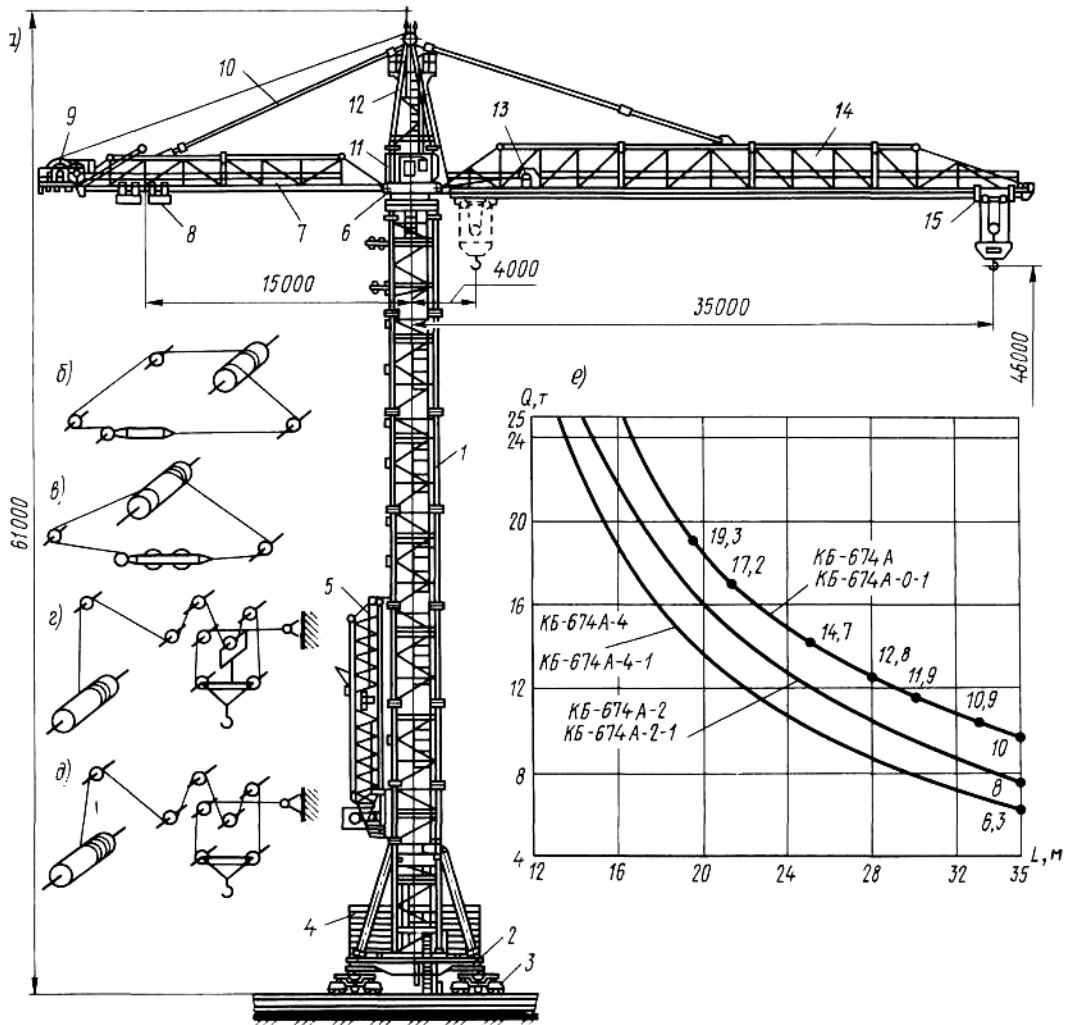


Рис. 13. Башенный кран с неповоротной башней:
 а- схема крана; схемы запаски канатов; б – перемещения противовеса; в – перемещения каретки; г – подъема груза при четырехкратном полиспасте; д – то же, при двукратном полиспасте; е – график грузоподъемности.

4.2.3. Монтаж и демонтаж башенных кранов

Башенные краны перевозят с одного строительного объекта на другой, по возможности не разбирая на составные единицы. Наибольшая масса транспортных единиц и их габаритные размеры определяются грузоподъемностью вспомогательного стрелового крана, используемого при их погрузке и выгрузке, грузоподъемностью транспортных средств и дорожными условиями.

Сборочные единицы крана перевозят и раскладывают на пло-

щадке в последовательности, соответствующей процессу монтажа.

Краны с поворотной башней перевозят без разборки на сборочные единицы, сложенными в транспортное положение. Отдельно от крана перевозят блоки контргруза (пригрузочного балласта). Под ходовую тележку крана устанавливают специальную одноосную тележку на пневмошинах, а головную часть башни крана укладывают на поворотный коник, закрепленный на раме тягача.

Монтаж кранов с поворотной башней после доставки его на строительную площадку выполняют в следующем порядке: ходовую часть крана, доставленного на строительную площадку (рис. 14) без разборки, завозят на подкрановые пути; при помощи вспомогательного стрелового крана головную часть башни снимают с тягача и устанавливают на монтажные козелки. Включением грузовой лебедки наклоняют раму ходовой тележки, чтобы выкатить из-под нее транспортную одноосную тележку, устанавливают ходовую часть крана колесами на рельсы подкранового пути и загружают противовесную консоль поворотной рамы блоками контргруза. Включением грузовой лебедки поднимают башню, а затем после закрепления башни на поворотной платформе поднимают в рабочее положение стрелу.

Монтаж кранов с неповоротной башней малых и средних размеров осуществляют при помощи собственных крановых стрел, используемых в начальной стадии монтажа в качестве монтажных мачт. Последовательность монтажа следующая: на рельсы заранее уложенного подкранового пути устанавливают ходовую тележку (портал) крана. С одной ее стороны укладывают и шарнирно соединяют с тележкой собранную башню с противовесной консолью, а с другой – стрелу основанием, обращенным к тележке, а также шарнирно связывают с ней. В некотором отдалении от оголовка стрелы устанавливают якорь, к которому крепится якорный канат, другим концом, соединенным с оголовком стрелы.

Головная часть башни крана соединяется с головной частью стрелы монтажным многониточным полиспастом, тяговый канат которого присоединен к барабану грузовой лебедки.

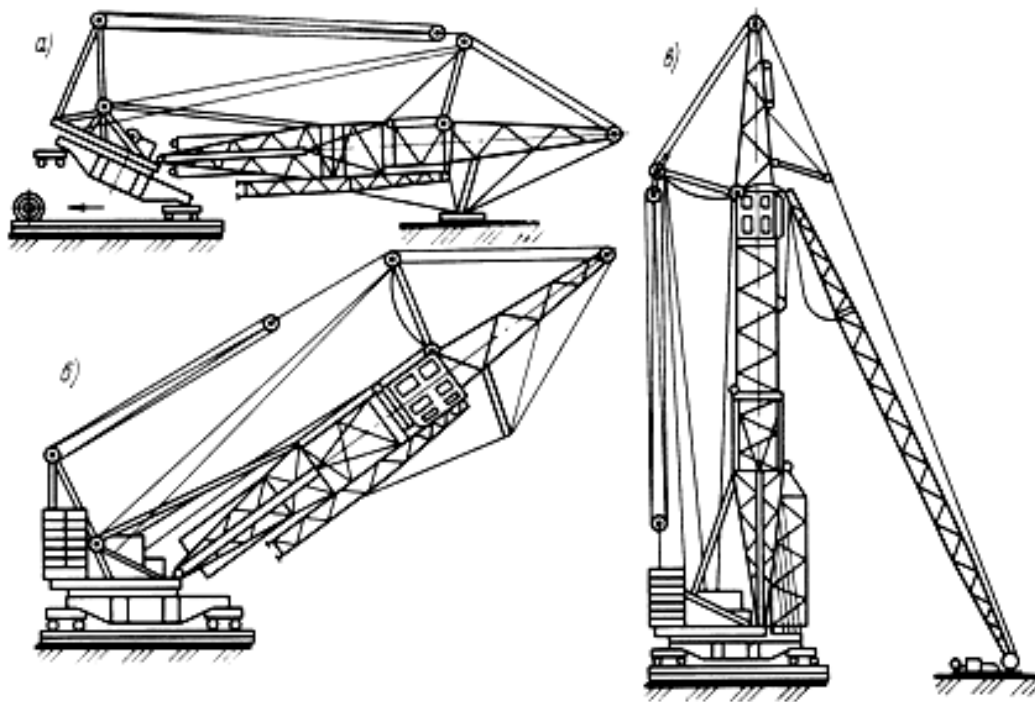


Рис. 14. Схема монтажа башенных кранов с поворотной платформой серии КБ: а – начало монтажа; б – подъем башни со стрелой; в – подращивание башни

При пуске грузовой лебедки на подъем монтажный полиспаст сокращается и поднимает стрелу до тех пор, пока не натянется якорный канат. Стрела при этом будет находиться под углом $70...75^\circ$ к основанию.

При дальнейшем сокращении монтажного полиспаста поднимается башня. Работу лебедки приостанавливают при подходе башни в положение, близкое к неустойчивому равновесию, т.е. когда ее центр тяжести будет пересекать вертикаль, проходящую через ось монтажного шарнира. В этот момент винтовой домкрат, смонтированный у основания башни упрется в гнездо на ходовой тележке. Дальнейшая установка башни в рабочее положение происходит под влиянием собственной массы и массы стрелы при вывинчивании монтажного домкрата.

После установки башни осуществляют опускание стрелы, демонтаж якорного каната и монтажного полиспаста, подъем стрелы и присоединение ее к шарниру поворотного шатра, запасовку стрело-

вого полиспаста и подъем стрелы в рабочее положение.

Краны большой грузоподъемности независимо от того, выполнены ли они с неповоротной или поворотной башней, монтируют при помощи других грузоподъемных кранов и средств. Демонтаж кранов выполняют в последовательности, обратной монтажу.

4.2.4. Производительность башенных кранов

Производительность крана, определяемая расчетно, называется технической производительностью и может быть найдена из условий средних перемещений крана в течение одного цикла при жилищном строительстве: при подъеме-опускании груза $h=H_{зд}/2$ на зданиях высотой $H_{зд}$, при повороте $\alpha=2\cdot 108^\circ$, при передвижении крана $S=5,6$ м и при изменении вылета $\Delta l=12,4$ и $3,4$ м соответственно при наличии балочных и подъемных стрел. Исходя из указанных перемещений и приняв теоретически время на строповку и монтаж груза в пределах 2 мин в цикле и возможность совмещения операций, можно определить техническую производительность по формуле:

$$П_{тех} = 60 \cdot \frac{Q \cdot K_{Г}}{t_{ц}} \text{ (т/ч)}, \quad (16)$$

где Q – грузоподъемность, т;

$K_{Г}$ – коэффициент использования крана по грузоподъемности;
 $K_{Г}=0,5 \dots 0,65$;

$t_{ц}$ – продолжительность рабочего цикла, мин.;

$$t_{ц} = t_{м} + t_{п.о.}, \quad (17)$$

где $t_{м}$ – средняя продолжительность машинного времени цикла;

$t_{п.о.}$ – средняя продолжительность ручных операций по строповке, наводке и установке груза в проектное положение

$$t_{ц} = 2 \cdot \left[\frac{h}{V_{сп}} + \frac{\Delta l}{V_1} + \frac{S}{V_2} + \frac{\alpha}{360 \cdot n} \right] \cdot k + t_{п.о.}, \quad (18)$$

где h – высота подъема груза;

$V_{сп}$ – скорость подъема груза;

Δl – средний путь грузовой каретки;

S – средний путь крана;
 V_1 – скорость изменения вылета;
 V_2 – скорость передвижения крана;
 α – угол поворота крана, град;
 n – частота вращения крана, об/мин;
 k – коэффициент, учитывающий совмещение операций;
 $k=0,85\dots 0,95$.

4.3. Порядок выполнения работы

1. Изучить назначение, классификацию и устройство башенных строительных кранов. Ознакомиться с техническими характеристиками и индексацией башенных кранов, особенностями демонтажа и монтажа кранов с неповоротной и поворотной башнями.

2. В соответствии с индивидуальным заданием (кинематическая схема одного из механизмов крана, схема полиспаста, модель башенного крана) определить техническую производительность крана. Последовательность расчета определяется содержанием задания:

❖ для случая, когда в задании представлена кинематическая схема механизма подъема:

- определить скорость навивки каната на барабан $V_{к}$, используя кинематическую схему;
- определить скорость подъема груза, используя схему запасовки канатов полиспаста

$$V_{зп} = \frac{V_{к.зп}}{m}; \quad (19)$$

- определить время подъема груза

$$t_n = \frac{h}{V_{зп}}; \quad (20)$$

- принять остальные технические характеристики, необходимые для расчета продолжительности других операций цикла заданной модели крана по приложению 4;
- определить техническую производительность башен-

ного крана.

❖ для случая, когда в задании представлена кинематическая схема стреловой лебедки:

- определить скорость навивки каната на барабан, используя кинематическую схему;
- определить скорость изменения вылета груза, используя схему запасовки канатов полиспада

$$V_1 = \frac{V_{k.в}}{m}; \quad (21)$$

- определить время изменения вылета

$$t_{в} = \frac{\Delta l}{V_1}; \quad (22)$$

- принять остальные технические характеристики, необходимые для расчета продолжительности других операций цикла заданной модели крана по приложению 4;
- определить техническую производительность башенного крана.

❖ для случая, когда в задании представлена кинематическая схема механизма передвижения крана:

- определить скорость передвижения крана V_2 , используя кинематическую схему;
- определить время передвижения крана

$$t_{пер} = \frac{S}{V_2}; \quad (23)$$

- принять остальные технические характеристики, необходимые для расчета продолжительности других операций цикла заданной модели крана по приложению 4;
- определить техническую производительность башенного крана.

❖ для случая, когда в задании представлена кинематическая схема механизма поворота крана:

- определить частоту вращения крана n , используя кинематическую схему;
- определить время на поворот крана

$$t_{нов} = \frac{\alpha}{360 \cdot n}; \quad (24)$$

- принять остальные технические характеристики, необходимые для расчета продолжительности других операций цикла заданной модели крана по приложению 4;
- определить техническую производительность башенного крана.

4.4. Содержание отчета

1. Цель работы
2. Краткие сведения о классификации и индексации башенных кранов. Устройство кранов с неповоротной и поворотной башнями. Конструктивные схемы.
3. Результаты расчета технической производительности башенного крана с обоснованием принятых параметров. Схема полиспаста (см. приложение 1).

4.5. Контрольные вопросы

1. Какова область применения строительных башенных кранов?
2. По каким признакам классифицируют башенные краны?
3. Какие краны называются стационарными, передвижными, самоподъемными?
4. Поясните какие различают группы кранов по конструкции стрелы?
5. Охарактеризуйте конструкции башен кранов.
6. Поясните структуру индекса башенных кранов.
7. Какие основные конструктивные элементы входят в состав кранов с неповоротной башней?
8. Из каких основных элементов состоит кран с поворотной башней?
9. Последовательность демонтажа и монтажа кранов с непово-

ротной башней.

10. Последовательность демонтажа и монтажа кранов с поворотной башней.

5. ОДНОКОВШОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ

5.1. Цели работы

1. Изучить назначение и классификацию, систему индексации одноковшовых строительных экскаваторов
2. Изучить устройство экскаваторов, виды сменного рабочего оборудования, технологические возможности
3. Определить эксплуатационную среднечасовую производительность одноковшового экскаватора и произвести подбор экскаваторных комплектов (грузоподъемность автосамосвалов и их количество)

5.2. Общие положения

5.2.1. Назначение и классификация одноковшовых строительных экскаваторов. Система индексации

Экскаватором называют землеройную машину, осуществляющую операции по отделению грунта от массива и перемещению его в отвал или транспортные средства в пределах зоны досягаемости рабочего оборудования. Экскаваторы оборудуют одним или несколькими ковшами. В первом случае их называют *одноковшовыми*, во втором – *многоковшовыми*.

Одноковшовые экскаваторы – землеройные машины циклического действия – бывают универсальными и специальными.

Универсальные экскаваторы оснащены различным сменным рабочим оборудованием для выполнения земляных, планировочных, монтажных, сваебойных и других строительных работ. В Российской Федерации свыше 90 % выпускаемых одноковшовых экскаваторов являются универсальными.

Специальные экскаваторы оснащены только одним видом рабочего оборудования для земляных или погрузочных работ.

По назначению одноковшовые экскаваторы подразделяют на:

➤ *строительные и строительско-карьерные* (масса машины 2...250 т, вместимость ковша 0,1...6 м³) – универсальные машины для выполнения многих строительных работ;

➤ *карьерные* (масса машины 75...1000 т, вместимость ковша 2...20 м³) – в основном для разработки тяжелого грунта в карьерах и гидротехническом строительстве с погрузкой в транспортные средства;

➤ *вскрышные* (масса машины 170...13000 т, вместимость ковша 4...160 м³) – для выемки грунтов, закрывающих полезные ископаемые, или на открытых горных работах и в гидротехническом строительстве;

➤ *туннельные и шахтные* с укороченным рабочим оборудованием (масса машины 16...30 т, вместимость ковша 0,5...1,0 м³) – для работы под землей при строительстве различных инженерных сооружений и разработке полезных ископаемых.

По типу подвески рабочего оборудования различают экскаваторы с *гибкой подвеской*, т.е. с гибкими элементами, преимущественно канатами для удержания и приведения в действие рабочего оборудования, и с *жесткой подвеской*, т.е. с жесткими элементами, преимущественно гидравлическими цилиндрами.

По виду рабочего оборудования различают экскаваторы с *прямой лопатой* – для производства работ выше уровня стоянки экскаватора; с *обратной лопатой* – для производства работ ниже уровня стоянки экскаватора; с *драглайном* – также применяется для разработки грунта ниже уровня стоянки экскаватора, но радиус его действия больше; с *грейферным оборудованием* – для погрузочных и разгрузочных работ, а также разработки глубоких котлованов. Применяются также *копер* (для забивки свай), *струг*, *корчеватель*, *планировщик откосов*, *погрузчик* и другое сменное оборудование для планировочно-отделочных и вспомогательных процессов.

Система индексации (маркировки) экскаваторов, действующая в настоящее время, была принята в 1986 г. Индекс экскаватора (рис. 15) имеет две буквы ЭО (экскаватор одноковшовый) и четыре основные цифры, соответственно обозначающие размерную группу машины, тип ходового устройства, конструктивное исполнение рабочего оборудования и порядковый номер модели данной машины. Кроме того, используются буквенные обозначения очередной модернизации

экскаватора и его климатического исполнения: для северных и тропических условий.

Например, индекс ЭО-3322 АТ обозначает: экскаватор одноковшовый универсальный третьей размерной группы, на пневмоколовом ходовом устройстве, с жесткой подвеской рабочего оборудования, второй модели, прошедшей первую модернизацию, тропического исполнения.

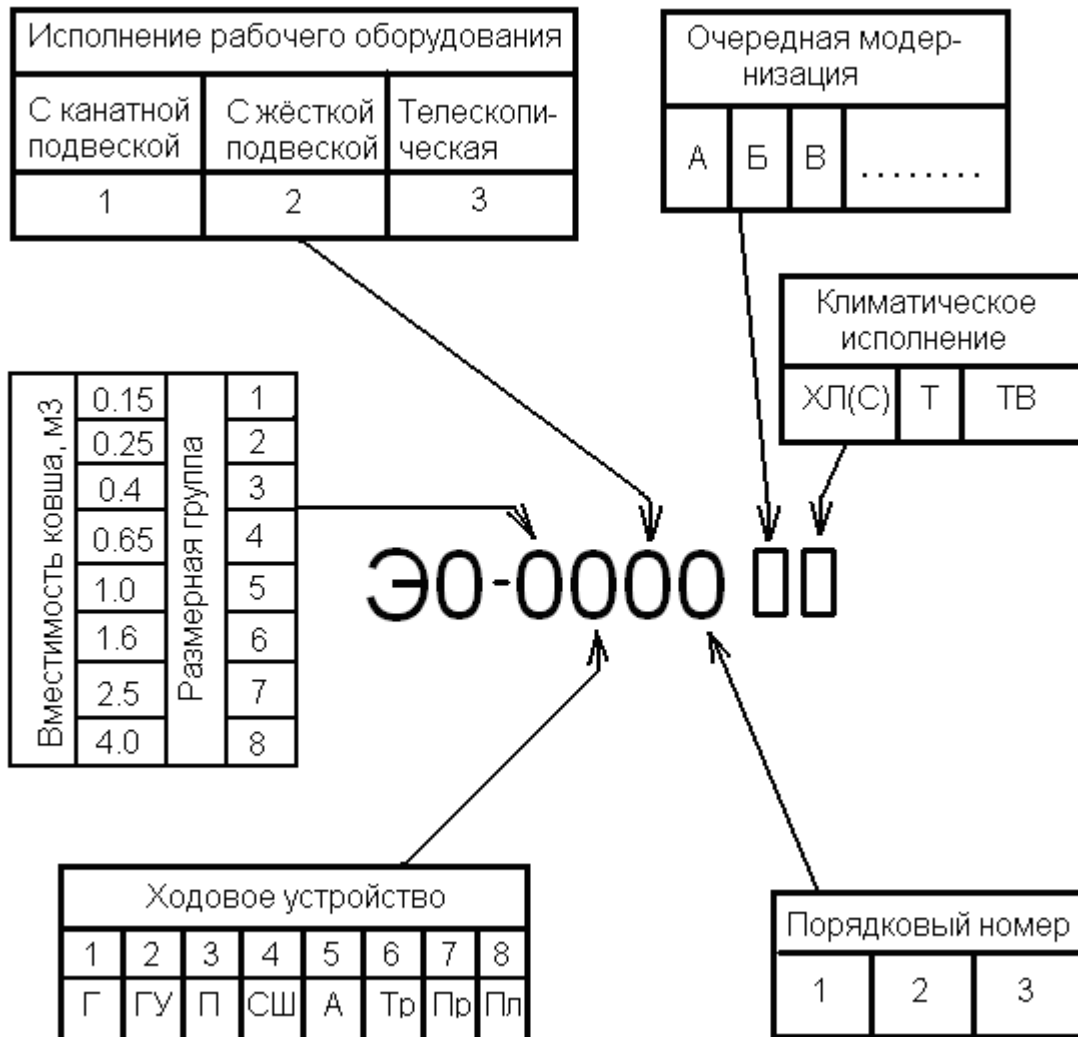


Рис. 15. Система индексации строительных экскаваторов

5.2.2. Устройство одноковшовых экскаваторов

Экскаваторы с жесткой подвеской рабочего органа. К ним относятся экскаваторы с гидравлическим приводом, которые преобладают в экскаваторном парке, отличаются универсальностью, обеспечивают большие (по сравнению с механическими) усилия копания и практически исключают затраты ручного труда на финишных операциях. В этой группе различают экскаваторы на пневмоколесном и гусеничном ходу. Главным параметром является вместимость ковша, она определяет производственные возможности и в первую очередь производительность экскаватора. Чем больше ковш, тем более мощной делают машину. В результате приходится увеличивать ее массу. Типоразмерный ряд наиболее распространенных гидравлических экскаваторов имеет вместимости ковша: 0,25; 0,5; 0,65; 1,0; 1,6; и 2,5 м³. Из них первые два типоразмера экскаваторов 0,25 и 0,5 м³ выпускаются на пневмоколесном ходу, а последние три: 1,0; 1,6; и 2,5 м³ – на гусеничном. Экскаваторы с ковшом 0,65 м³ выпускают с пневмоколесным и гусеничным ходовым оборудованием.

Самый легкий экскаватор с ковшом 0,25 м³ представляет собой навесное оборудование на базовом колесном тракторе мощностью 44 кВт. С увеличением вместимости ковша расширяются эксплуатационные возможности машины: увеличивается радиус их действия, глубина разработки, усилие копания.

Экскаваторы выпускаются с набором сменного оборудования. Наибольшее распространение получили обратная и прямая лопаты, погрузчик и грейфер (рис. 16). Для повышения универсальности применения в разных группах каждый экскаватор имеет несколько сменных ковшей обратной лопаты, погрузчика и грейфера разной вместимости. Это позволяет более полно использовать силовую установку машины. Мощность силовой установки пневмоколесных экскаваторов должна быть выше, чем у гусеничных на 25...30 % для обеспечения необходимых скоростей передвижения и повышения мобильности машины.

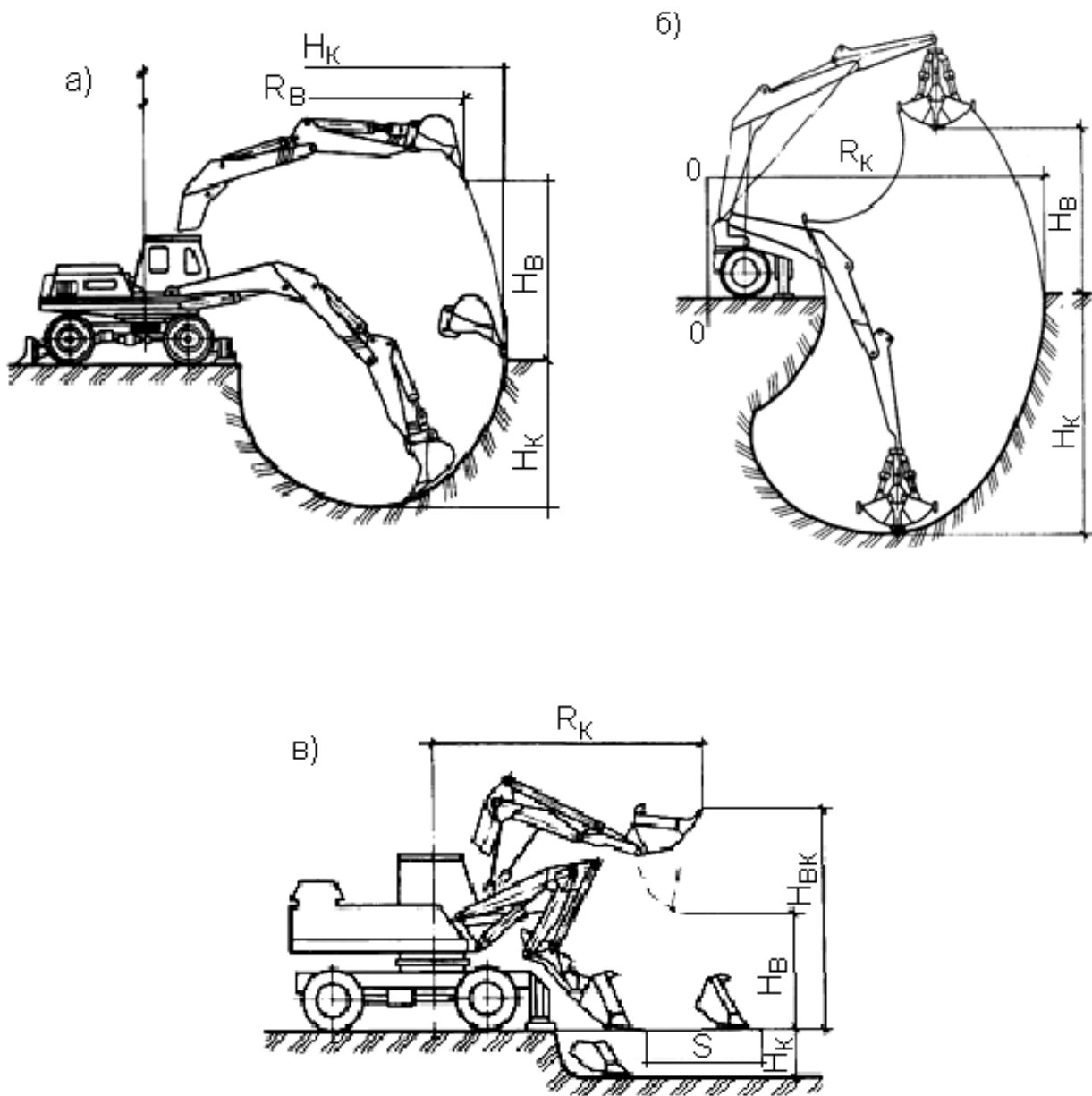


Рис. 16. Экскаваторы с жесткой подвеской рабочего органа:
 а - обратная лопата; б – грейфер; в – прямая лопата; R_K – наибольший радиус копания; H_K – глубина копания; R_B – радиус выгрузки; H_B – высота выгрузки

Рабочее оборудование гидравлического экскаватора с наиболее распространенным оборудованием обратная лопата состоит из *стрелы*, которая включает верхнюю и нижнюю шарнирно соединенные части, *рукояти* и *ковша*. Такой механизм позволяет совершать от-

дельные рабочие операции стрелой, рукоятью и ковшом, а также сочетать их в технологически требуемой последовательности. При этом реализуются значительные усилия копания, так как отпор грунта воспринимается не только массой рабочего оборудования, но и массой всей машины; улучшается управление ковшом. Рабочее оборудование шарнирно крепится к поворотной платформе.

На поворотной платформе расположены также дизель, гидронасос с ограничителем расхода рабочей жидкости, механизм поворота и противовес. Принцип действия механизма поворота состоит в передаче вращения от гидромотора к планетарному редуктору, который увеличивает крутящий момент и уменьшает частоту вращения платформы. Поворотная платформа опирается на ходовое оборудование.

Гидропривод ходового оборудования – пневмоколесного или гусеничного хода – состоит из гидромоторов, редукторов, тормозного устройства и ходовой рамы. Гидроцилиндры всех механизмов экскаватора в основном унифицированы и отличаются только ходом поршня.

Экскаваторы с гибкой подвеской рабочего органа имеют механический или дизель-электрический привод (у мощных машин) и блочно-канатный механизм управления рабочим оборудованием. Строительные экскаваторы выпускаются с ковшом 0,4; 0,65; 1,0 и 2,5 м³.

Экскаватор состоит из поворотной платформы, на которой расположены дизель, кабина и механизмы управления; главного редуктора с лебедками, фрикционами и тормозами и рабочего оборудования.

Экскаваторы выпускают с рабочим оборудованием прямой, обратной лопат, драглайна, крана и грейфера (рис. 17). Основное отличие экскаваторов состоит в применении механической трансмиссии, которая включает главную лебедку подъема ковша, лебедку подъема стрелы, механизм реверса, фрикционные муфты сцепления, зубчатые и цепные передачи.

В наборе оборудования механических экскаваторов следует выделить драглайн. Это рабочее оборудование отличается большим радиусом действия и глубиной копания. Оно состоит из стрелы (удлиненной решетчатой конструкции), тягового, подъемного и стрелового канатов, ковша с подвеской. Такая канатная система позволяет реа-

лизовать основное преимущество драглайна даже перед гидравлическими экскаваторами – возможность работать в глубоких выемках и планировать откосы с большими рабочими отметками.

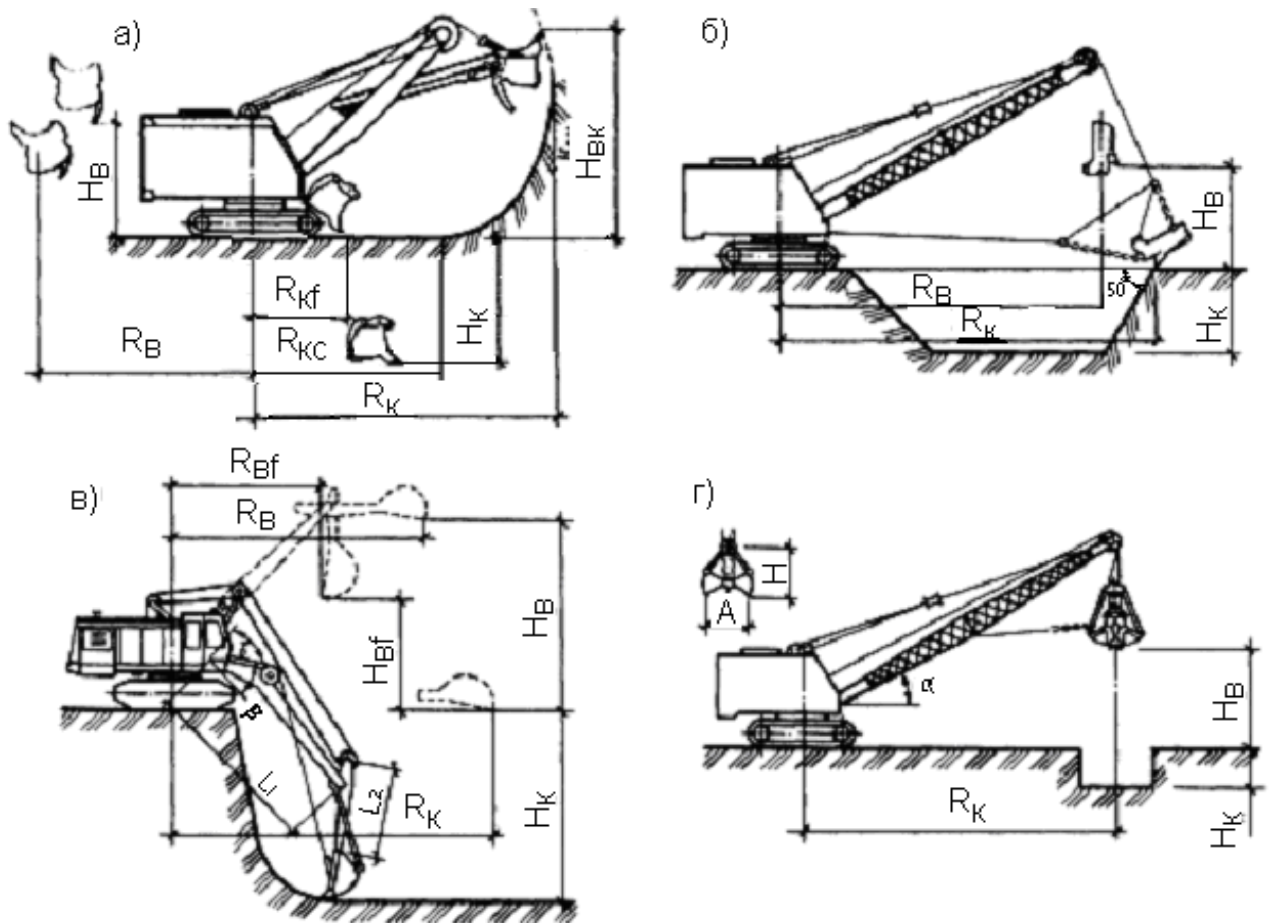


Рис. 17. Экскаваторы с гибкой подвеской рабочего органа:
 а – прямая лопата; б – драглайн; в – обратная лопата; г – грейфер; R_K , H_K – наибольший радиус и глубина копания; R_e , H_e – радиус и высота выгрузки

5.2.3. Определение производительности экскаватора и подбор экскаваторных комплектов

Эксплуатационная среднечасовая производительность одноковшового экскаватора, м³/ч

$$P_{\text{э}} = \frac{3600 \times q \times K_n}{T_{\text{ц}} \times K_p} \times K_{\text{в}}, \quad (25)$$

где q – вместимость ковша, м³;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла работы экскаватора, с;

K_n – коэффициент наполнения ковша;

K_p – коэффициент разрыхления грунта;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования экскаватора по времени в течение рабочей смены; $K_{\text{в}} = 0,85 \dots 0,9$.

Как и у других машин циклического действия, производительность пропорциональна главному параметру q и обратно пропорциональна продолжительности цикла:

$$T_{\text{ц}} = t_n + 2t_p + t_p, \quad (26)$$

где t_n , t_p , t_n – соответственно продолжительность набора грунта в ковш, разгрузку и поворота на разгрузку и обратно. При выполнении работы принять время цикла $T_{\text{ц}}$ по приложению 4.

Коэффициент наполнения ковша зависит от вида оборудования, плотности и влажности грунта. Наибольшее наполнение ковша у прямой и обратной лопат. В песках $K_n = 1,02$, а в глинах – 1,18. Во влажных грунтах его значение равно соответственно 1,15...1,35.

Коэффициент разрыхления грунта $K_p = 1,1 \dots 1,3$. Для драглайна величина K_p меньше на 10...15 %, чем у прямой и обратной лопаты.

Пути повышения производительности одноковшовых экскаваторов состоят в сокращении за счет рациональных технологических схем продолжительности цикла, правильном выборе и при необходимости своевременной замены рабочего оборудования. Важную роль играет правильный подбор экскаваторных комплектов. Рациональное соотношение вместимости ковша и грузоподъемности автосамосвалов сокращает время технологических перерывов на замену транспортных средств при работе экскаватора с погрузкой грунта.

Формирование комплектов машин заключается в выборе в соответствии с технологическими схемами моделей и количества ком-

плектующих машин, обеспечивающих по своим параметрам наиболее эффективное выполнение заданного на объекте объема работ.

На выбор моделей и числа автосамосвалов влияют два фактора. С увеличением грузоподъемности уменьшаются простои экскаватора для смены автосамосвалов, растет его выработка. К тому же большее количество автосамосвалов малой грузоподъемности увеличивает стоимость комплекта.

Рациональное соотношение емкости ковша экскаватора q и грузоподъемности автосамосвала Q равно примерно 1:10, т.е.

$$\frac{q}{Q} \approx 0,1. \quad (27)$$

Количество автосамосвалов может быть примерно определено по формуле:

$$n_c = \frac{П_э}{П_a}, \quad (28)$$

где $П_э$, $П_a$ – соответственно среднечасовая производительность экскаватора и автосамосвала.

При отсутствии данных по производительности автосамосвала ее можно определить по следующей формуле:

$$П_a = \frac{Q \times \gamma \times V_T \times \beta}{\rho \times (l_{e.z.} + t_{n-p} \times V_T \times \beta)}, \quad (29)$$

где γ – коэффициент использования автосамосвала по грузоподъемности; $\gamma = 0,9 \dots 1,0$;

V_T – техническая скорость автосамосвала; $V_T = 20 \dots 30$ км/час (большие значения скорости для самосвалов небольшой грузоподъемности);

β – коэффициент использования пробега; $\beta = 0,5$;

ρ – плотность насыпного грунта, т/м³;

$l_{e.z.}$ – среднее расстояние ездки с грузом (для расчетов последовательно принять 1, 3, 5 км);

t_{n-p} – продолжительность погрузочно-разгрузочных операций за ездку; $t_{n-p} = 0,1$ час.

5.3. Порядок выполнения работы

1. Изучить назначение и классификацию, устройство одноковшовых строительных экскаваторов и виды сменного рабочего оборудования, технологические возможности экскаваторов с различными видами рабочего оборудования; ознакомиться с индексацией одноковшовых строительных экскаваторов

2. Для заданной модели экскаватора с соответствующим видом рабочего оборудования (по приложению 5) определить эксплуатационную среднечасовую производительность и произвести подбор экскаваторного комплекта (модели и числа автосамосвалов)

5.4. Содержание отчета

1. Цели работы

2. Краткие сведения о назначении, классификации и индексации одноковшовых строительных экскаваторов. Устройство экскаваторов и их технологические возможности в зависимости от вида сменного рабочего оборудования. Конструктивные схемы экскаваторов с основными видами рабочего оборудования

3. Результаты расчета эксплуатационной среднечасовой производительности экскаватора и обоснование принятых решений по выбору экскаваторного комплекта

5.5. Контрольные вопросы

1. Приведите определение понятия «экскаватор».

2. Какие экскаваторы называют универсальными?

3. Какие различают экскаваторы в зависимости от назначения?

4. По каким признакам классифицируют одноковшовые строительные экскаваторы?

5. Какие бывают экскаваторы по типу подвески?

6. Какими видами сменного рабочего оборудования оснащаются

одноковшовые строительные экскаваторы?

7. Каковы технологические возможности экскаваторов с прямой (обратной) лопатами?

8. Какая информация содержится в индексе одноковшового экскаватора?

9. Какое ходовое оборудование и какова емкость ковша у экскаватора ЭО-3322 АТ?

10. Перечислите основные конструктивные элементы экскаватора с рабочим оборудованием прямая (обратная) лопата (драглайн, грейфер).

11. По какой зависимости определяют эксплуатационную среднечасовую производительность экскаватора?

12. Как подбирают экскаваторный комплект?

6. ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ (ЗТМ)

6.1. Цели работы

1. Изучить назначение, классификацию, особенности рабочего процесса землеройно-транспортных машин
2. Изучить устройство бульдозеров, скреперов, автогрейдеров и их технологические возможности
3. Освоить методику расчета технической производительности бульдозера при различных схемах разработки грунта

6.2. Общие положения

6.2.1. Землеройно-транспортные машины: понятия, классификация

Землеройно-транспортными называют такие машины, которые за счет тягового усилия послойно отделяют грунт от массива и транспортируют его к месту укладки (отсыпки) в процессе собственного перемещения. Исключение составляют грейдеры-элеваторы и землеройные струги, у которых грунт транспортируется и отсыпается в отвал или транспортные средства специальным транспортирующим органом (ленточным отвальным конвейером) одновременно с его разработкой.

По режиму работы ЗТМ делят на машины циклического (бульдозеры, автогрейдеры, скреперы) и непрерывного (грейдер-элеваторы, землеройные струги) действия.

По конструкции рабочего органа различают отвальные (бульдозеры, автогрейдеры), ковшовые (скреперы) и ножевые (грейдер-элеваторы, землеройные струги) ЗТМ.

Рабочий процесс ЗТМ циклического действия состоит из операций отделения грунта от массива (копания), его транспортирования к месту укладки (отсыпки), разгрузки и возвращения машины на исходную позицию. Грунт отделяют от массива ножами за счет тягового

усилия тягача. В зависимости от вида рабочего оборудования отделенный грунт накапливается перед отвалом или поступает в ковш, которым он транспортируется к месту отсыпки. Скорости передвижения ЗТМ выбирают в зависимости от преодолеваемых сопротивлений. При копании скорости машин минимальны. При транспортировании грунта сопротивления передвижению ЗТМ ниже, чем при копании. Поэтому в транспортном режиме скорости передвижения машины увеличатся. Еще большими они будут при возвращении машины на исходную позицию вследствие снижения сопротивлений передвижению разгруженной машины. В большинстве случаев ЗТМ перемещаются передним ходом. Некоторые виды работ в зависимости от местных условий могут выполняться по челночной схеме с возвратом машины на исходную позицию задним ходом, например при засыпке траншей и котлованов бульдозером, при планировочных работах на коротких по длине участках.

Все операции рабочего цикла ЗТМ непрерывного действия (копание, транспортирование и разгрузка грунта) совмещаются по времени. При этом для копания используется землеройный рабочий орган, а для перемещения и отсыпки грунта – специальный транспортирующий орган в виде ленточного конвейера.

6.2.2. Бульдозеры

Бульдозеры предназначены для послойной разработки грунтов с их последующим перемещением перед рабочим органом (отвалом) по поверхности земли на небольшие расстояния (до 40...60 м). Их используют при сооружении выемок и насыпей, обратной засыпке траншей и котлованов, грубой планировке земляной поверхности, разравнивании грунтовых отвалов при работе экскаваторов и землевозов, устройстве террас на косогорах, штабелировании и перемещении сыпучих материалов, подготовительных работах, а также в качестве толкачей скреперов. Эффективность работы бульдозера в значительной мере зависит от тягово-сцепных качеств базового трактора.

шины. По второй схеме отвал соединяют с универсальной рамой шаровым шарниром 12 (рис. 18, б) 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 до $30...36^\circ$ выполняют двумя гидроцилиндрами 11. Отвалы, навешенные на базовый трактор по этой схеме, называются поворотными (в плане) в отличие от неповоротных отвалов, навешенных по схеме на рис. 18, б. Их применяют для обратной засыпки траншей и котлованов, на планировочных работах, для очистки площадей от строительного мусора и т.п.

Бульдозеры могут быть дополнительно оборудованы навешиваемыми в задней части базового трактора рыхлителями для предварительного разрыхления мерзлой корки грунтов перед их разработкой отвалом, разрыхления прослоек плотных грунтов и т.п. Рыхлители обеспечивают автономную работу бульдозера в широком диапазоне грунтовых условий без привлечения для этого других машин и оборудования.

6.2.3. Скреперы

Скреперы предназначены для послойного (горизонтальными слоями) копания грунтов, транспортирования и отсыпки их в земляные сооружения спланированными слоями заданной толщины. Кроме того, при движении по насыпям скреперы своими колесами уплотняют отсыпанные слои грунта, благодаря чему сокращается потребность в применении специальных грунтоуплотняющих машин.

Скреперы используют для разработки разнообразных грунтов - от чернозема и песка до тяжелой глины. Очень плотные грунты обычно предварительно разрыхляют специальными машинами-рыхлителями.

Дальность транспортирования грунта является основным показателем, от которого зависит возможность применения скреперов. Прицепные скреперы с базовыми гусеничными тракторами обычно

используют при дальностях транспортирования от 100 до 800 метров. Чем больше емкость ковша скрепера, тем на больших дальностях транспортирования целесообразно применять агрегат.

Полуприцепные и самоходные скреперы, агрегатируемые с базовыми быстроходными колесными тягачами применяют в благоприятных условиях при дальностях транспортирования от 300 до 3000 м и более.

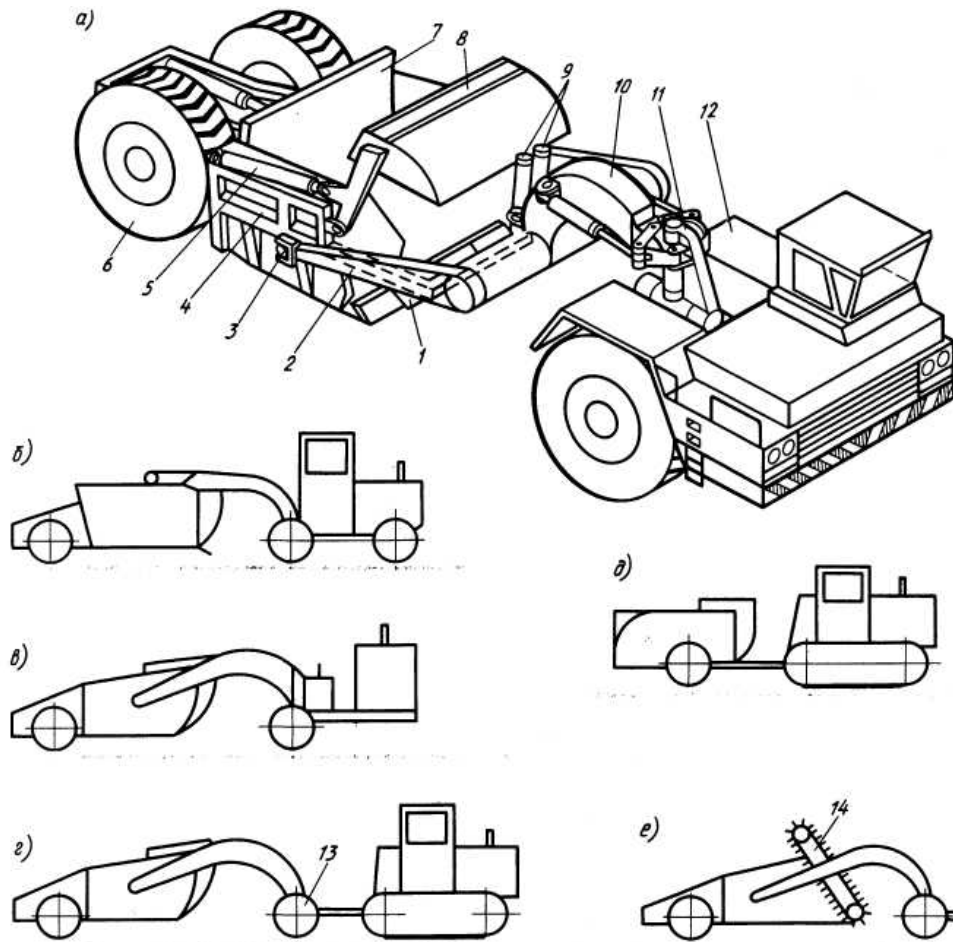


Рис. 19. Самоходный скрепер (а), схемы соединения с тягачом (б...д), скрепер с принудительной загрузкой ковша скребковым элеватором (е).

У прицепных скреперов (рис. 19, г, д) вся масса конструкции и содержащегося в ковше грунта передается только на собственные несущие колеса и оказывают дополнительное сопротивление качению колес по опорной поверхности. У полуприцепных (рис. 19, б) и самоходных (рис. 19, в) скреперов значительная часть (до 55 %) конструктивной массы и массы транспортируемого грунта передается на

базовую машину, масса которой используется в качестве активного сцепного веса, увеличивающего тяговое усилие.

По способу загрузки ковша грунтом различают:

➤ скреперы с загрузкой движущим усилием (рис. 19, а...д), т.е. тягой базовой машины и толкача (в случае применения последнего);

➤ скреперы с принудительной загрузкой при помощи скребкового элеватора, установленного на самом скрепере (рис. 19, е).

По способу выгрузки грунта из ковша различают скреперы:

➤ *со свободной (самосвальной) разгрузкой* опрокидыванием ковша вперед (рис. 19, д) или назад по ходу скрепера;

➤ *с полупринудительной передней загрузкой*, осуществляемой опрокидыванием вперед (по ходу машины) днища и задней стенки ковша, выполненных в общем сварном узле. Опрокидывание производится относительно шарнира, укрепленного на верхней части подножевой плиты ковша;

➤ *с принудительной загрузкой ковша* (рис. 19, а), осуществляемой при поднятой заслонке прямолинейным выдвиганием задней стенки ковша, которая принудительно вытесняет грунт вперед по ходу за подножевую плиту.

Рабочим органом скрепера служит ковш 4 (рис. 19, а), ограниченный днищем, боковыми и задней стенками и оснащенный ножами 1. Спереди ковш закрыт заслонкой 8, соединенной с ним шарнирно. Задней частью ковш опирается на ось задних колес 6, а в передней части он соединен упряжными шарнирами 3 с боковыми балками 2 тяговой рамы, относительно которой он может изменять свое положение в вертикальной плоскости. Тяговая рама своей передней балкой 10, чаще всего изогнутой в вертикальной плоскости, соединена с тягачом 12.

Рабочий цикл скрепера состоит из последовательно выполняемых операций копания грунта и заполнения им ковша, транспортирования грунта в ковше к месту укладки, разгрузки ковша и возвращения машины на исходную позицию. В начале копания ковш опускают на грунт с помощью гидроцилиндров 9, приоткрывая гидроцилиндрами 5 заслонку с таким расчетом, чтобы в режиме копания грунта при заглубленных ножах ее нижний обрез находился несколько выше уровня поверхности грунта. Перемещаясь вперед, принуди-

тельно с помощью гидроцилиндров 9 (рис. 19, а), ковш заглубляют в грунт и, регулируя в дальнейшем теми же механизмами толщину срезаемого слоя, заполняют ковш. После заполнения ковша его поднимают в транспортное положение так, чтобы между режущей кромкой ножей и поверхностью грунта был достаточный для транспортирования клиренс, закрывают ковш заслонкой и перемещают на транспортной скорости к месту укладки грунта, где его разгружают, затем ковш снова переводят в транспортное положение и возвращают машину на исходную позицию.

6.2.4. Автогрейдеры

Автогрейдер является самоходной пневмоколесной землеройно-транспортной машиной с отвальным рабочим органом. Автогрейдеры применяют в дорожном строительстве для профилирования поверхности грунта, возведения невысоких насыпей, перемещения грунта и дорожно-строительных материалов, планировки откосов, выемок и насыпей, устройства корыт и боковых канав, строительства, ремонта и содержания грунтовых, гравийных, асфальтобетонных и цементобетонных дорог, при железнодорожном, мелиоративно-ирригационном и гидротехническом строительстве, а также для очистки дорог и площадей от свежевыпавшего снега.

Ходовая часть автогрейдера (рис. 20, а) состоит из четырех приводных задних пневмоколес 1 и двух приводных или не приводных управляемых передних колес 11. Задние колеса с каждой стороны машины попарно объединены балансирными балками 2, шарнирно соединенными с подрамником 3, продолжением которого служит основная рама 4, называемая также хребтовой балкой. Последняя опирается на ось передних колес. Это соединение выполнено в виде цилиндрического шарнира, позволяющего оси совершать поперечные угловые (балансирные) перемещения. Такая подвеска передних и задних колес обеспечивает опирание машины на все шесть колес независимо от рельефа местности.

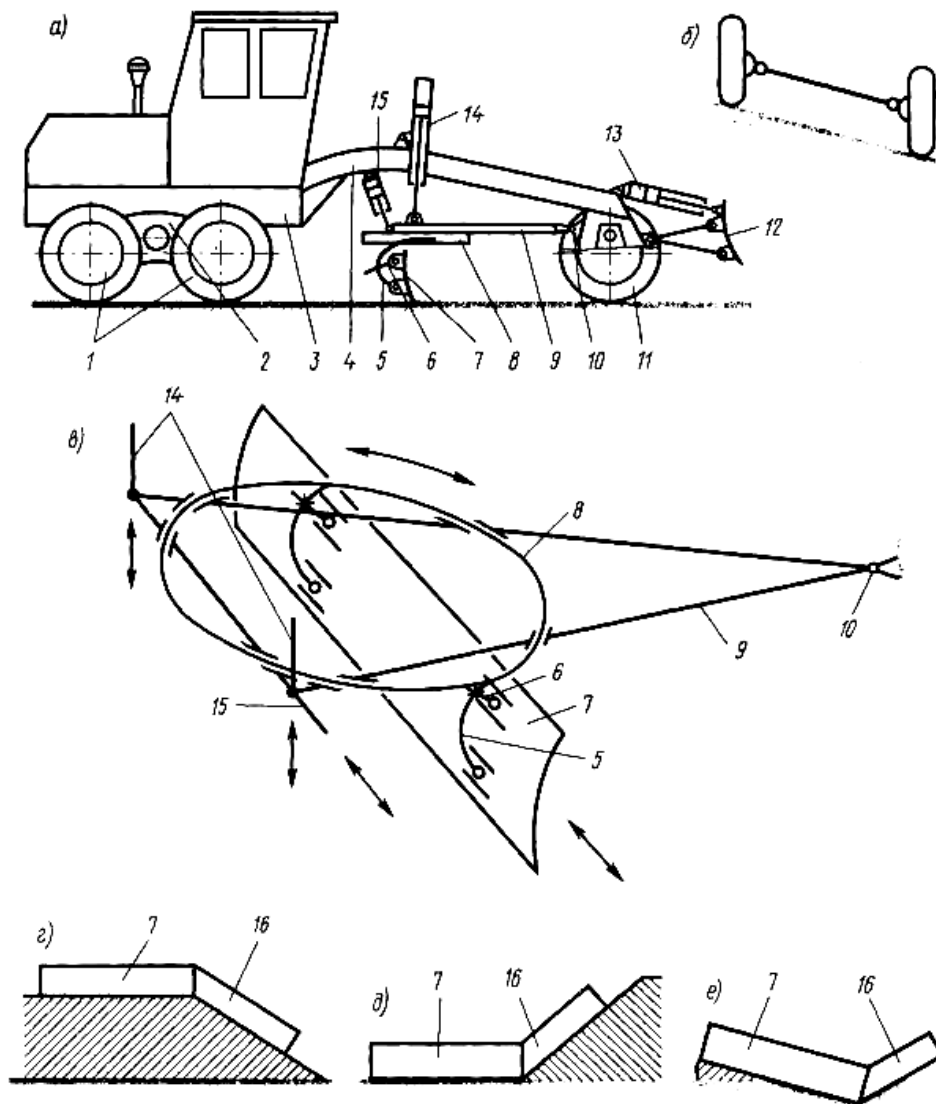


Рис. 20. Автогрейдер:

а- конструктивная схема; б – боковой наклон передних колес; в – кинематическая схема рабочего оборудования; г, д, е – схемы работы отвала с откосниками – планирование поверхности насыпи и откоса (г), подошвы насыпи и откоса (д), очистка канав (е)

Рабочий орган – отвал 7 (рис. 20, а, в) через кронштейны 5 и поворотный круг 8 закрепляют на тяговой раме 9. Последнюю располагают под хребтовой балкой и соединяют с ней в передней части универсальным шарниром 10, а в задней с помощью гидравлических цилиндров 14 и 15 подвешивают к хребтовой балке. Два гидравлических цилиндра 14, работающих независимо один от другого, обеспе-

чивают подъем передней части тяговой рамы и ее перекося, и гидроцилиндр 15 – ее вынос в сторону от продольной оси автогрейдера. Вращением поворотного круга 8 с жестко закрепленными на нем кронштейнами 5 обеспечивается установка отвала в плане.

На автогрейдеры навешивают также вспомогательное оборудование 12 бульдозера или кирковщика, располагая последний перед передними колесами.

6.2.5. Эксплуатационные расчеты

Техническую производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) бульдозера при сплошной разработке грунтов определяют в зависимости от вида земляного сооружения. При разработке выемок она равна объему грунта, вынутому из выемки за 1 ч непрерывной работы, приведенному в его объему в естественном залегании

$$P_{\text{тех}} = 3600 \times \frac{V_{\text{np}}}{K_p \times T_{\text{ц}}}, \quad (30)$$

где V_{np} – объем грунта в призме волочения в конце процесса копания, м^3 ;

K_p – коэффициент разрыхления грунта, м^3 ;

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

$$V_{\text{np}} = \frac{B \times H_o^2}{2 \times K_{\text{np}}} \approx \frac{B \times H_o^2}{2 \times \text{tg} \varphi_o}, \quad (31)$$

где φ_o – угол естественного откоса грунта; $\varphi_o = 15^\circ \dots 50^\circ$ в зависимости от типа состояния грунта; среднее значение $\varphi_o = 30^\circ$;

B – ширина отвала;

H_o – высота отвала с козырьком.

Продолжительность цикла будет определяться принятой схемой разработки грунта (рис. 21). При продольно-поворотной схеме продолжительность цикла (с) будет:

$$T_{\text{ц}} = \frac{l_{\text{к}}}{V_1} + \frac{l_{\text{н}}}{V_2} + \frac{l_{\text{xx}}}{V_3} + 2t_{\text{нов}} + t_o \quad (32)$$

при разработке грунта по челночной схеме:

$$T_{\text{ц}} = \frac{l_{\text{к}}}{V_1} + \frac{l_{\text{н}}}{V_2} + \frac{l_{\text{хх}}}{V_{3\text{ хх}}} + t_o \quad (33)$$

где $l_{\text{к}}$ – длина пути копания грунта, м; $l_{\text{к}} = 6 \dots 10$ м;

$l_{\text{н}}$ – длина пути перемещения грунта, м (определяется проектом производства работ и может достигать 60 м);

$l_{\text{хх}}$ – длина пути холостого хода бульдозера; $l_{\text{хх}} \approx l_{\text{к}} + l_{\text{н}}$;

$V_1, V_2, V_3, V_{3\text{ хх}}$ – скорости соответственно копания, перемещения грунта, возвратного движения передним и задним ходом;

$V_1 = 0,4 \dots 0,5$ м/с; $V_2 = 0,9 \dots 1,0$ м/с; $V_3 = 1,5 \dots 2,2$ м/с; $V_{3\text{ хх}} = 1,1 \dots 1,5$ м/с;

$t_{\text{нов}}$ – время на разворот бульдозера в конце участка; $t_{\text{нов}} = 10$ с;

t_o – время на переключение передач и маневра навесным оборудованием (за цикл); зависит от типа трансмиссии; для механической трансмиссии $t_o = 4 \dots 10$ с; для гидравлической $t_o = 3$ с.

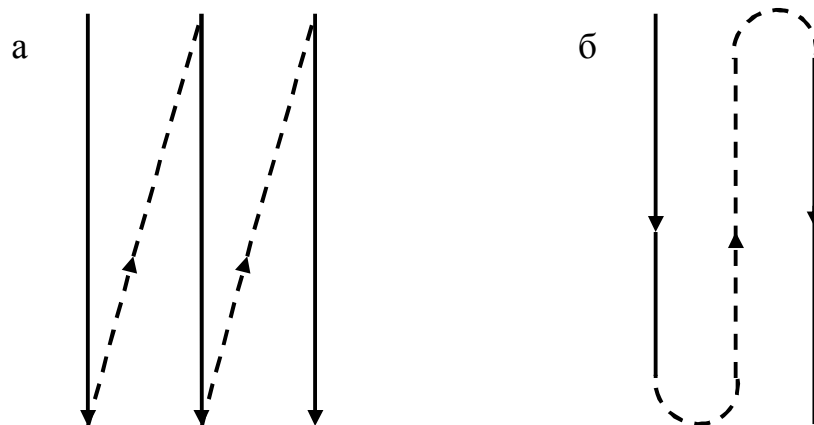


Рис. 21. Технологические схемы работы бульдозера:
а – челночная; б – продольно-поворотная

6.3. Порядок выполнения работы

1. Изучить назначение, классификацию и устройство бульдозеров, скреперов, автогрейдеров

2. Для заданной модели бульдозера, используя техническую характеристику (приложение 6), принять значения конструктивных параметров отвала бульдозера (B, H_o), необходимые для расчета технической производительности бульдозера.

3. Определить область рационального использования (по дальности перемещения грунта) различных технологических схем работы бульдозера (челночная, продольно-поворотная), принимая в качестве критерия оптимальности техническую производительность. Решение поставленной задачи выполнить в следующей последовательности:

➤ произвести расчет технической производительности бульдозера для дальности перемещения грунта 10, 30 и 50 м при работе по челночной и продольно-поворотной схемам;

➤ построить графики $\Pi_{тех} = f(l_n)$ для челночной и продольно-поворотной схем работы бульдозера (рис. 22);

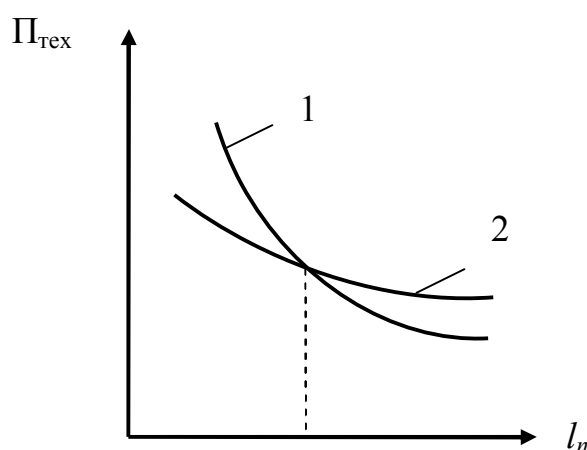


Рис. 22. Зависимость производительности бульдозера от дальности перемещения грунта: 1 – при челночной схеме; 2 – при продольно-поворотной схеме работы бульдозера

➤ сделать вывод о целесообразности использования той или иной схемы работы бульдозера в зависимости от дальности перемещения грунта.

6.4. Содержание отчета

1. Цели работы
2. Краткие сведения о назначении, классификации и устройстве бульдозеров, скреперов, автогрейдеров. Конструктивные схемы
3. Результаты расчета и графические зависимости производительности от дальности перемещения грунта для челночной и продольно-поворотной схем работы бульдозера. Выводы.

6.5. Контрольные вопросы

1. Определение понятия «землеройно-транспортная машина». Классификация ЗТМ
2. Назначение бульдозеров, их технологические возможности
3. Устройство бульдозеров с неповоротным отвалом
4. Устройство бульдозеров с поворотным отвалом
5. Назначение скреперов, их технологические возможности
6. Классификация скреперов
7. Поясните способы загрузки ковша скрепера
8. Поясните способы разгрузки ковша скрепера
9. Устройство скрепера
10. Назначение и технологические возможности автогрейдера
11. Устройство автогрейдера
12. Как определяют производительность бульдозера?

7. ДРОБИЛЬНОЕ И СОРТИРОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

7.1. Цели работы

1. Изучить назначение дробильного и сортировочного оборудования, состав операций технологической обработки каменных материалов
2. Изучить устройство основных типов дробильного оборудования (щековые, конусные, роторные дробилки)
3. Освоить методику выбора оборудования для дробления каменных материалов и расчета его основных эксплуатационных показателей

7.2. Общие сведения

Дробильное и сортировочное оборудование широко используется в промышленности нерудных строительных материалов при производстве щебня, гравия, песка.

Поступающие из карьеров каменные материалы по крупности, зерновому составу, загрязненности и другим показателям не пригодны к непосредственному применению в строительстве. Поэтому их подвергают технологической обработке, которая включает в себя следующие основные операции:

- предварительное сортирование для отделения мелочи перед первичным дроблением;
- дробление сырья для получения требуемых по крупности фракций щебня;
- сортирование продуктов дробления на заданные фракции;
- промывку от глинистых, илистых частиц и других загрязнений;
- транспортирование и складирование готовой продукции.

Состав операций и выбор типоразмеров оборудования зависят от характеристики сырья, требований к готовому продукту и заданной производительности предприятия.

Основным технологическим оборудованием для предприятий промышленности нерудных строительных материалов являются: *дробилки, грохоты, промывочные и обезвоживающие машины*, классификаторы и вспомогательное оборудование.

Технологическое оборудование выпускается в виде отдельных машин и передвижных дробильно-сортировочных установок.

Дробильное оборудование. По крупности продукта дробления d_{max} различают следующие виды дробления: *крупное* $d_{max} = 100 \dots 300$ мм; *среднее* $d_{max} = 30 \dots 100$ мм; *мелкое* $d_{max} = 5 \dots 30$ мм.

Операции дробления осуществляются в специальных машинах-дробилках.

В зависимости от конструктивного исполнения дробилки классифицируют на следующие основные типы: щековые, конусные, роторные, молотковые и валковые. В промышленности нерудных строительных материалов широкое применение нашли первые три типа, конструктивные схемы которых и основные параметры даны в табл. 6.

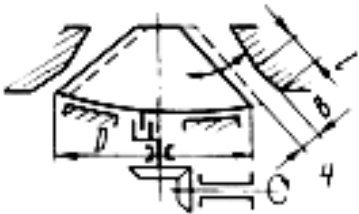
Щековые дробилки. Дробление материала в щековых дробилках происходит между двумя прямоугольными плитами – щеками, одна из которых совершает колебательное движение. По характеру движения рабочего органа различают дробилки с простым и сложным движением подвижной щеки.

При простом движении точки подвижной щеки совершают возвратно-поступательное движение по дуге окружности. При сложном движении точки подвижной щеки движутся по замкнутым эллиптическим траекториям. Простое движение достигается подвеской щеки на оси, а сложное – установкой подвижной щеки на эксцентриковом валу.

Главным параметром щековых дробилок является размер приемного отверстия (ширина×длина). Приемное отверстие определяется как горизонтальное сечение камеры дробления в верхней, самой широкой ее части. Камера дробления к низу сужается. Нижнее, самое узкое сечение камеры дробления является разгрузочным отверстием.

Таблица 6

Классификация основных типов дробилок, применяемых в промышленности нерудных строительных материалов

Тип дробилки	Схема	Назначение	Крупность исходного материала, мм
1	2	3	4
Щековая с простым движением щеки		Крупное и среднее дробление прочного и абразивного материала	750...1300 750
Щековая со сложным движением щеки		Крупное и среднее дробление материала прочного и средней прочности	210...510
Конусная среднего и мелкого дробления		Среднее и мелкое дробление прочного и абразивного материала	40...500
Роторная, молотковая		Крупное, среднее и мелкое дробление малоабразивного материала	100...1100

Конструкция щековой дробилки с простым движением щеки показана на рис. 23. Ее основными конструктивными узлами являются: станина 1, подвижная щека 2, шатун 3, распорные плиты 7.

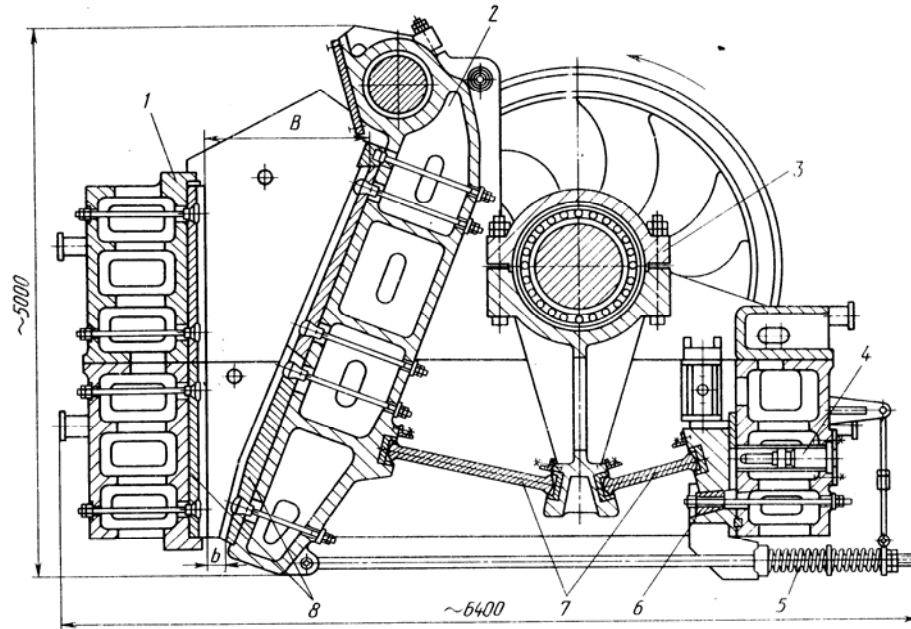


Рис. 23. Щековая дробилка с простым движением щеки

На станине 1 монтируют основные узлы дробилки. Кроме того, ее передняя стенка выполняет функцию неподвижной щеки и вместе с подвижной щекой и боковыми стенками образует камеру дробления.

Подвижная щека 2 – основной рабочий орган щековой дробилки. Верхней частью щека подвешена на ось, а в нижней – имеется паз для установки распорной плиты 7 и прилив для крепления тяги замыкающего устройства 5.

На подвижной и неподвижной щеках устанавливают дробящие плиты 8 с рифленой рабочей поверхностью.

Качательное движение подвижной щеке передается от шатуна 3, состоящего из крышки и корпуса, стягиваемых болтами при сборке с эксцентриковым валом. В нижней части шатуна имеются два поперечных паза для установки распорных плит 7. Задняя распорная плита упирается в регулировочное устройство 6.

На концах эксцентрикового вала дробилки установлены махо-

вики, один из которых выполняет функцию ведомого шкива. Маховики связаны с эксцентриковым валом с помощью фрикционных муфт, которые обеспечивают защиту деталей дробилки от перегрузки в случае попадания недробимых тел.

Для надежного соединения деталей кинематической цепи (подвижная щека, передняя распорная плита, шатун, задняя распорная плита и регулировочное устройство) служит замыкающее устройство 5, которое состоит из тяг и пружин.

Привод дробилки осуществляется с помощью электродвигателя.

Щековые дробилки со сложным движением щеки отличаются от дробилок с простым движением щеки конструкцией механизма привода подвижной щеки и конструктивным исполнением отдельных узлов (рис. 24).

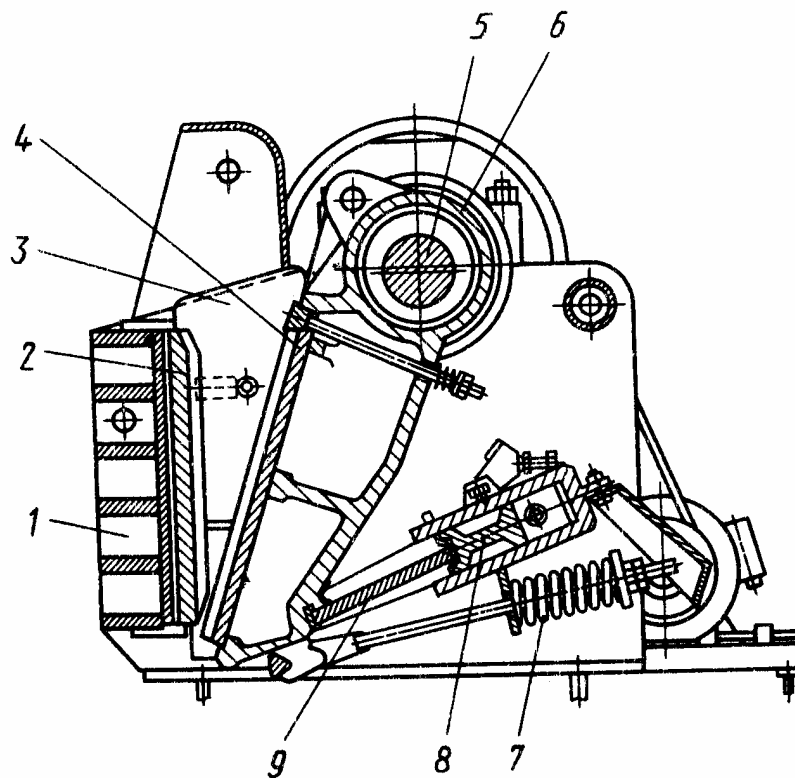


Рис. 24. Щековая дробилка со сложным движением щеки:
 1 – станина; 2,4 – дробящие плиты; 3 – боковая футеровка; 5 – эксцентриковый вал; 6 – подвижная щека; 7 – замыкающее устройство; 8 – регулировочное устройство; 9 – распорная плита

Подвижная щека 6 установлена верхней частью на эксцентриковом валу 5 дробилки, а нижней опирается на распорную плиту 9 и плотно прижимается к ней замыкающим устройством 7. Распорная плита 9 вторым концом соединена с регулировочным устройством 8.

Конусные дробилки. Дробление материала в конусных дробилках осуществляется между двумя усеченными конусами, расположенными один в другом (см. табл. 6). Дробление осуществляется непрерывно при круговом движении внутреннего дробящего конуса. В камере дробления одновременно образуются зоны сближения (дробление) и отхода конусов (разгрузка). Обе зоны диаметрально противоположны и перемещаются по окружности в соответствии с вращением эксцентрикового вала дробилки.

Верхнее кольцеобразное сечение камеры дробления – приемное отверстие, нижнее – выходная щель.

Главным параметром конусных дробилок для среднего и мелкого дробления является диаметр основания дробящего конуса.

Конусные дробилки классифицируют по крупности дробления: крупного (ККД), среднего (КСД), мелкого (КМД). В нерудной промышленности применяют конусные дробилки среднего (КСД) и мелкого (КМД) дробления.

Конструкция конусной дробилки типа КСД-600 показана на рис. 25. Основными сборочными единицами конусной дробилки являются: подвижный 11 и неподвижный 4 конусы, сферический подпятник 14, эксцентриковый 19 и вертикальный 7 валы, вал 17 привода, станина 9, неподвижное кольцо 8, регулировочный механизм, загрузочная воронка 2.

Монтаж всех сборочных единиц производят на станине 9 дробилки. Дробящий конус 11 – основной рабочий орган конусной дробилки – включает в себя корпус, насаженный на вертикальный консольный вал 7, футеровку 12 и распределительную тарелку 1. Нижняя часть корпуса имеет опорную шаровую поверхность, служащую для передачи усилий дробления и массы конуса сферическому подпятнику 14.

На верхней части вала закреплена распределительная тарелка 1. При работе дробилки распределительная тарелка покачивается вместе с конусом и равномерно распределяет исходный материал по окружности приемного отверстия. Нижний консольный конец вала

свободно вставляется в коническую расточку эксцентрикового вала 14. Ось конической расточки наклонена к оси дробилки под углом $2...2,5^\circ$ и пересекается с осью дробилки над зоной приемного отверстия.

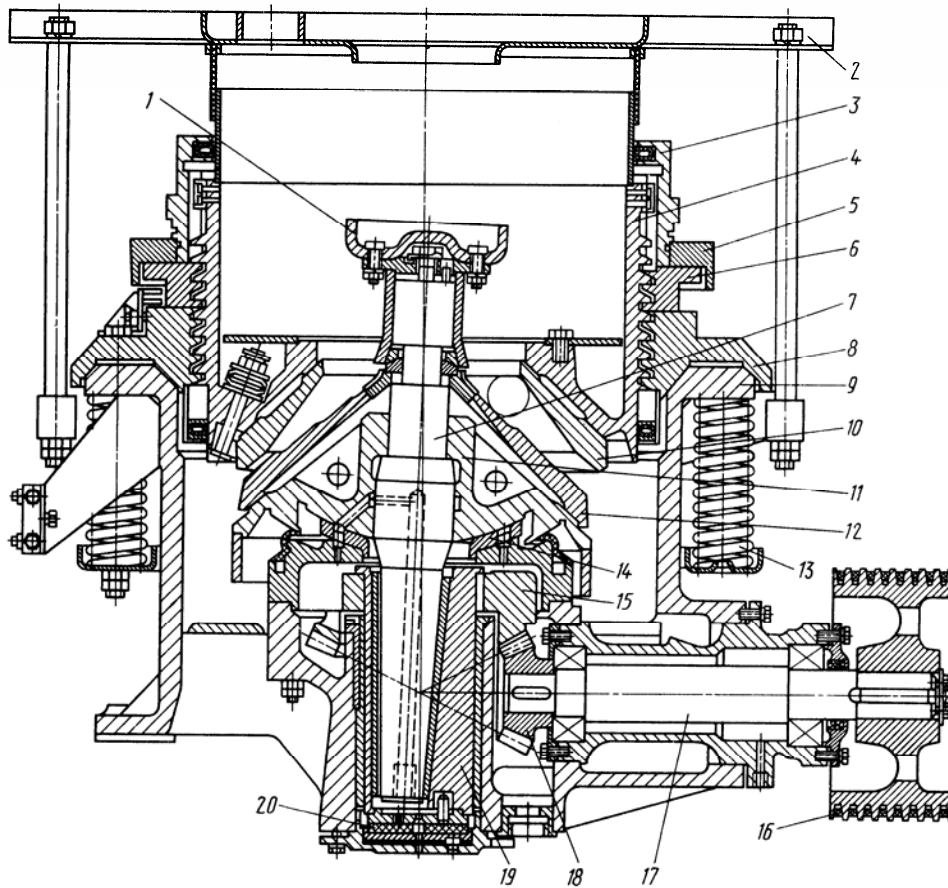


Рис. 25. Конусная дробилка

На верхней части станины 9 устанавливают опорное кольцо 8, прижимаемое к станине винтовыми пружинами 13, расположенными равномерно по окружности. На внутренней части кольца нарезана резьба, в которую ввинчивается неподвижный конус 4. Пружины являются предохранительным элементом дробилки и в случае перегрузки позволяют отжать неподвижный конус от подвижного. Одновременно при перегрузке происходит отключение электродвигателя привода дробилки.

Роторные дробилки. По технологическому признаку различают роторные дробилки крупного, среднего и мелкого дробления. По конструктивному признаку получил распространение в основном один тип дробилок – однороторные нереверсивные с отражательными плитами.

Дробилки крупного дробления предназначены главным образом для первой стадии дробления, дробилки среднего и мелкого дробления – для последующих стадий дробления.

Роторные дробилки по сравнению со щековыми и конусными более производительны, имеют меньшую массу и габариты, проще в изготовлении и обслуживании, менее чувствительны к попаданию недробимых предметов, обладают избирательностью дробления и обеспечивают выход щебня лучшей формы (больше кубообразных частиц). Основным недостатком роторных дробилок, препятствующим их широкому распространению, является невысокий ресурс бил, которые необходимо часто заменять при дроблении прочных и абразивных материалов.

Главными параметрами роторных дробилок являются размеры ротора – диаметр и длина.

Конструкция однороторной дробилки крупного дробления СМД-86А приведена на рис. 26. Камера дробления роторной дробилки образуется ротором 6, отражательными плитами 1 и 4 и боковыми стенками корпуса. В дробилке СМД-86А две камеры дробления, так как она имеет две отражательные плиты.

Ротор 6 состоит из корпуса ротора – массивной цилиндрической отливки с продольными пазами для установки бил 5, торцевых дисков и вала. Поскольку работа роторов происходит при больших окружных скоростях вращения (20...50 м/с), к их уравниванию предъявляют высокие требования.

У дробилки СМД-86А имеется три ряда бил. Число рядов бил зависит от типоразмера дробилки и обычно составляет 2...6.

Корпус дробилки состоит из станины 7, верхней неподвижной 8 и откидной 3 частей. В верхней неподвижной части закреплены приемный лоток и первая отражательная плита.

Конструкция отражательных плит 1 и 4 симметричная. При изнашивании нижней части плиты могут быть переставлены. Отражательные плиты снабжены пружинными возвратно-регулирующими

устройствами 2 с резиновыми амортизаторами. Устройство позволяет плите отойти от ротора в случае возникновения ударных перегрузок при попадании в камеру дробления недробимых предметов, а затем возвращает плиту в начальное положение.

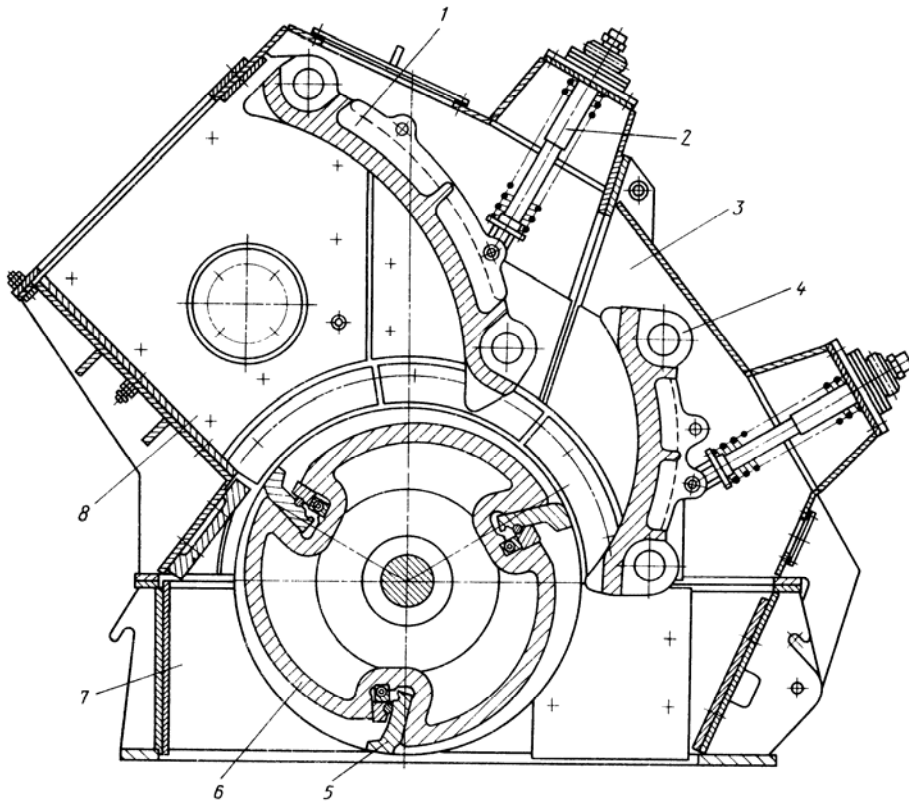


Рис. 26. Однороторная дробилка крупного дробления

Расчет основных эксплуатационных показателей

Производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) щековых дробилок определяют по формуле:

$$Q = \frac{1,8 \cdot 10^3 \cdot S_{cp} \cdot L \cdot b \cdot n \cdot (B + b)}{D_{cv} \cdot \text{tg} \alpha} \cdot C, \quad (34)$$

где C – коэффициент кинематики (для дробилок с простым движением $C=0,84$, со сложным движением $C=1,0$);

S_{cp} – средний ход щеки, равный полусумме значений ходов сжатия вверху и внизу камеры дробления, м;

L и B – длина и ширина приемного отверстия, м;

b – ширина выходной щели, м;

n – частота вращения эксцентрикового вала, с^{-1} ;

$D_{св}$ – средневзвешенный размер кусков исходного материала, м (для дробилок с шириной приемного отверстия 600 мм и менее $D_{св}$ принимают равным ширине приемного отверстия B , для дробилок с шириной приемного отверстия 900 и более, работающих на рядовой горной массе, $D_{св}=(0,3\dots 0,4)\cdot B$;

α – угол захвата.

Оптимальные значения ходов сжатия в мм для щековых дробилок с различной кинематикой определены экспериментально и равны:

➤ для дробилок со сложным движением

$$S_г=(0,06\dots 0,03)\cdot B, \quad S_н=7+0,10\cdot b;$$

➤ для дробилок с простым движением

$$S_г=(0,01\dots 0,03)\cdot B, \quad S_н=8+0,26\cdot b;$$

где $S_г$ – ход сжатия в верхней части камеры дробления;

$S_н$ – ход сжатия в нижней части камеры дробления;

B и b – размеры приемного отверстия и выходной щели в мм.

Для расчета числа оборотов вала (с^{-1}) щековых дробилок в секунду со сложным и простым движением подвижной щеки ВНИИ-Стройдормаш предложил следующие эмпирические зависимости:

➤ для дробилок с шириной приемного отверстия 600 мм и менее

$$n=17\cdot b^{-0,3};$$

➤ для дробилок с шириной приемного отверстия 900 мм и более

$$n=13\cdot b^{-0,3},$$

где b – ширина выходной щели, мм.

При расчете производительности конусных дробилок среднего и мелкого дробления ($\text{м}^3/\text{с}$) принимают, что за один оборот эксцентрикового вала (втулки) кусок материала проходит длину параллельной зоны

$$Q = \mu \cdot \pi \cdot n \cdot b \cdot l \cdot D, \quad (35)$$

где μ – коэффициент разрыхления; $\mu=0,45$;

n – частота вращения конуса, с^{-1} ;

b – ширина параллельной зоны (выходной щели), м;

l – длина параллельной зоны, м;

D – диаметр основания дробящего конуса, м.

Экспериментальные исследования, проведенные ВНИИСтрой-дормашем на серийных роторных дробилках, позволили вывести формулу их производительности (м³/ч)

$$Q = 480 \cdot \frac{L_p \cdot D_p^{1,5}}{V_p^{0,35} \cdot Z^{0,5}} \cdot K_\beta, \quad (36)$$

где K_β – коэффициент, зависящий от положения отражательной плиты, равный для дробилок крупного дробления 1,7...2,0, среднего и мелкого – 1,1;

L_p – длина ротора, м;

D_p – диаметр ротора, м;

V_p – окружная скорость ротора, м/с;

Z – число рядов бил.

7.3. Порядок выполнения работы

1. Изучить назначение дробильного и сортировочного оборудования, состав операций технологической обработки каменных материалов, устройство щековых, конусных и роторных дробилок

2. Для заданного вида каменного материала, принимая во внимание его абразивность и механическую прочность (см. прилож. 7 и 8), произвести выбор типа дробилки, используя рекомендации табл. 6

3. Подобрать модель дробилки выбранного типа, используя технические характеристики (прилож. 9, табл. 1, 2, 3 и 4). Выбор модели дробилки произвести по крупности загружаемого каменного материала

4. Произвести расчет производительности выбранной модели дробилки; конструктивные параметры дробилки принять по технической характеристике (прилож. 9, табл. 1, 2, 3 и 4)

7.4. Содержание отчета

1. Цели работы
2. Краткие сведения о назначении дробильного и сортировочного оборудования, устройстве щековых, конусных и роторных дробилок
3. Результаты выбора типа и модели дробилки (с обоснованием принятых решений); расчет производительности. Конструктивная схема дробилки

7.5. Контрольные вопросы

1. Назовите основные операции технологической обработки каменных материалов
2. Назовите основное технологическое оборудование предприятий промышленности нерудных строительных материалов
3. Классификация дробильного оборудования по крупности продукта дробления и конструктивному исполнению
4. Поясните кинематику привода дробилок с простым и сложным движением щеки
5. Поясните назначение и конструкцию дробилок с простым движением щеки
6. Поясните назначение и конструкцию дробилки со сложным движением щеки
7. Поясните назначение и конструкцию конусной дробилки
8. Поясните назначение и конструкцию роторной дробилки
9. Выбор типа и модели дробильного оборудования

8. МАШИНЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

8.1. Цели работы

1. Изучить назначение, классификацию и устройство основных типов бетоносмесителей
2. Изучить методику расчета основных эксплуатационных показателей бетоносмесителей циклического действия. Ознакомиться с рекомендациями по выбору бетоносмесителей
3. Изучить состав технологического и вспомогательного оборудования, входящего в бетоносмесительные установки

8.2. Общие положения

Бетонные работы включают следующие основные процессы: приготовление бетонной смеси, доставку ее на строительную площадку, подачу, распределение и уплотнение смеси в форме (опалубке), «уход» за твердеющим бетоном, контроль качества.

Бетонной смесью называется правильно подобранная перемешанная до однородного состояния, еще не затвердевшая смесь вяжущего материала, заполнителей, затворителей и специальных добавок. При затворении цемента водой образуется цементный клей, склеивающий зерна заполнителей. По технологическим свойствам бетонная смесь должна удовлетворять двум основным требованиям:

- сохранять при транспортировании, перегрузке и укладке в опалубку или формы однородность, полученную в процессе приготовления;
- обладать удобоукладываемостью, соответствующей типу бетонируемой конструкции, принятым методам и условиям формирования сборных изделий и интенсивности уплотнения смеси.

Однородность смеси обусловлена минимально необходимой связностью (нерасслаиваемостью), исключающей возможность выделения из смеси составляющего или воды.

Удобоукладываемость, т.е. способность смеси легко уклады-

ваться под действием средств уплотнения, оценивают по показателям подвижности и жесткости, установленным ГОСТ 10181.1-81.

Подвижность бетонной смеси характеризуется выраженной в сантиметрах осадкой конуса (ОК), свежееотформованного из контролируемой смеси (табл. 7). При осадке конуса, равной нулю, смесь признают не обладающей подвижностью и ее технологические свойства характеризуют жесткостью.

Таблица 7

Классификация бетонных смесей

Категория бетонной смеси	Краткое обозначение	Подвижность ОК, см	Жесткость Ж, с
Особо жесткая	Ж1	-	≥ 31
Повышенножесткая	Ж2	-	30...21
Жесткая	Ж3	-	20...11
Умеренножесткая	Ж4	-	10...5
Малоподвижная	Ж5	-	≤ 4
Подвижная	П1	1...4	-
Пластичная	П2	5...9	-
Весьма пластичная	П3	10...15	-
Литая	П4	≥ 16	-

Жесткость бетонной смеси определяют по времени вибрации в секундах, необходимому для выравнивания и уплотнения предварительно отформованного конуса бетонной смеси в приборе для определения жесткости.

Бетоном называется искусственный камневидный строительный материал, представляющий собой затвердевшую смесь вяжущих, заполнителей, затвердителей и необходимых добавок. Важнейшим свойством бетона является его прочность, определяемая маркой и расходом цемента, видом и крупностью заполнителя, способом перемешивания.

Для экономного расхода цемента очень важно получить бетон, равнопрочный по всей массе. Поэтому машины и оборудование для приготовления бетонных смесей должны обеспечить высокую однородность бетона в конструкции в первую очередь по прочности.

Прочность бетона определяется временным сопротивлением при сжатии образцов бетона кубической формы с размером ребра 15 и 20 см в зависимости от крупности заполнителя. Для образцов монолитного бетона промышленного и гражданского строительства срок выдержки при нормальном твердении (при температуре 20° С и относительной влажности не ниже 90%) равен 28 суткам.

Бетоносмесители. Процесс приготовления бетонной смеси состоит из операций дозирования компонентов и их смешивания. Для вяжущего (цемента), воды, химических добавок и заполнителей (песка, щебня или гравия) предназначены бетоносмесители. Их классифицируют по трем основным признакам: условиям эксплуатации, режиму работы и способу перемешивания.

По условиям эксплуатации различают *передвижные* и *стационарные бетоносмесители*.

Передвижные бетоносмесители используют для небольших объемов работ на рассредоточенных объектах. Они имеют емкость готового замеса малых и средних размеров.

Стационарные бетоносмесители используют в комплекте технологического оборудования бетоносмесительных установок и заводов средней и большой производительности.

По режиму работы бетоносмесители делятся на две группы: циклического и непрерывного действия.

В *циклических бетоносмесителях* процесс приготовления бетонной смеси происходит по операциям: загрузка, перемешивание и выгрузка готового замеса. Следующая порция отдозированных компонентов подается в смесительную емкость после выгрузки готового замеса.

Главным показателем циклических бетоносмесителей является полезная вместимость емкости, в которой смешиваются компоненты. В технической характеристике вместимость характеризует объем готового замеса в литрах, а также объем загрузки сыпучих компонентов.

Бетоносмесители непрерывного действия загружаются компонентами бетонной смеси непрерывным потоком постоянного сечения с помощью ленточных питателей и ленточных конвейеров. Компоненты подаются в бетоносмеситель одновременно и в процессе пе-

ремешивания перемещаются к выгрузочному люку. Готовая смесь непрерывно поступает в транспортные средства. Главным показателем является производительность, измеряемая в м³/ч. Широко применяется в строительстве, где требуется одномарочный бетон в больших объемах.

По способу смешивания бетоносмесители разделяются на гравитационные и принудительного действия.

Гравитационные смесители имеют рабочие органы в виде вращающихся барабанов, на внутренних поверхностях которых размещены лопасти. При вращении барабана компоненты бетонной смеси подхватываются лопастями, поднимаются в положение при котором свободно падают, перемешиваясь с нижними слоями, которые в свою очередь увлекаются вверх. Таким образом, происходит смешивание компонентов. Эти смесители хорошо смешивают умеренно подвижные и подвижные бетонные смеси, но не обеспечивают достаточной однородности жестких и малоподвижных бетонных смесей.

В *смесителях принудительного действия* потоки смешиваемой массы создаются лопастями, движущимися внутри смесительной емкости. Смесительная емкость может быть *корытообразной формы* (лотковые смесители) с горизонтальным лопастным валом, *чашеобразной* (роторные или тарельчатые смесители) с вертикальным лопастным валом или вертикальным вращающимся ротором.

В этих смесителях можно приготовить малоподвижные и жесткие бетонные смеси. Однако такие смесители требуют большей мощности на привод лопастного аппарата и имеют повышенный износ корпуса и лопастей. Классификация бетоносмесителей приведена в табл. 8.

Гравитационные цикличные бетоносмесители. ГОСТ 16349-85 предусматривает 13 типоразмеров гравитационных бетоносмесителей с объемом готового замеса бетонной смеси: 33, 65, 165, 250, 330, 500, 750, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000 л (приложение 9).

Бетоносмеситель СБ-174 с объемом готового замеса 65 л (рис. 27) выполнен передвижным на колесном ходу и предназначен для приготовления подвижных бетонных смесей с крупностью заполнителя до 40 мм на стройках с небольшим объемом работ, где невозможно централизованное обеспечение с бетонных заводов. Загрузка

компонентов осуществляется вручную.

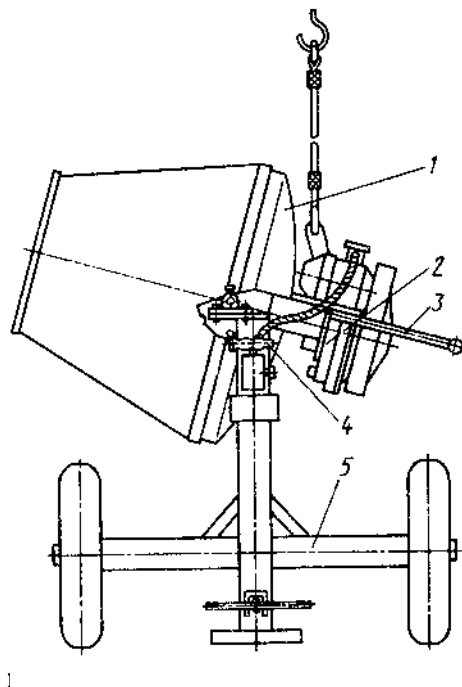


Рис. 27. Бетоносмеситель СБ-174

Основными узлами бетоносмесителя являются смесительный барабан 1, редуктор 2, механизм поворота 3 и фиксации 4 барабана, рама 5 с ходовой частью.

Смесительный барабан выполнен из листовой стали. Верхняя часть его имеет форму усеченного конуса, нижняя – цилиндра, в днище которого вварена втулка для посадки на вал редуктора. К стенкам барабана прикреплены лопасти. Конструкция крепления обеспечивает быструю замену лопастей при изнашивании. Редуктор со смесительным барабаном поворачивается вокруг горизонтальной оси на подшипниках, смонтированных на раме, что обеспечивает изменение положения барабана. Поворот и изменение положения смесительного барабана осуществляются вручную с помощью рукоятки управления, которая входит в отверстие кронштейна на раме бетоносмесителя. Привод барабана осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу и планетарный редуктор. Частота вращения ба-

рабана 25 мин^{-1} .

Цикличные бетоносмесители принудительного действия роторного типа. ГОСТ 16349-85 предусматривает 11 типоразмеров бетоносмесителей принудительного действия с объемом готового замеса 93, 65, 165, 250, 330, 500, 750, 1000, 2000, 3000, 4000 л (табл. 2, приложение 9).

По сравнению с гравитационными бетоносмесители принудительного действия более металлоемкие и энергоемкие, сложнее по конструкции, но обеспечивают быстрое и высококачественное перемешивание бетонных смесей, различных по подвижности и жесткости.

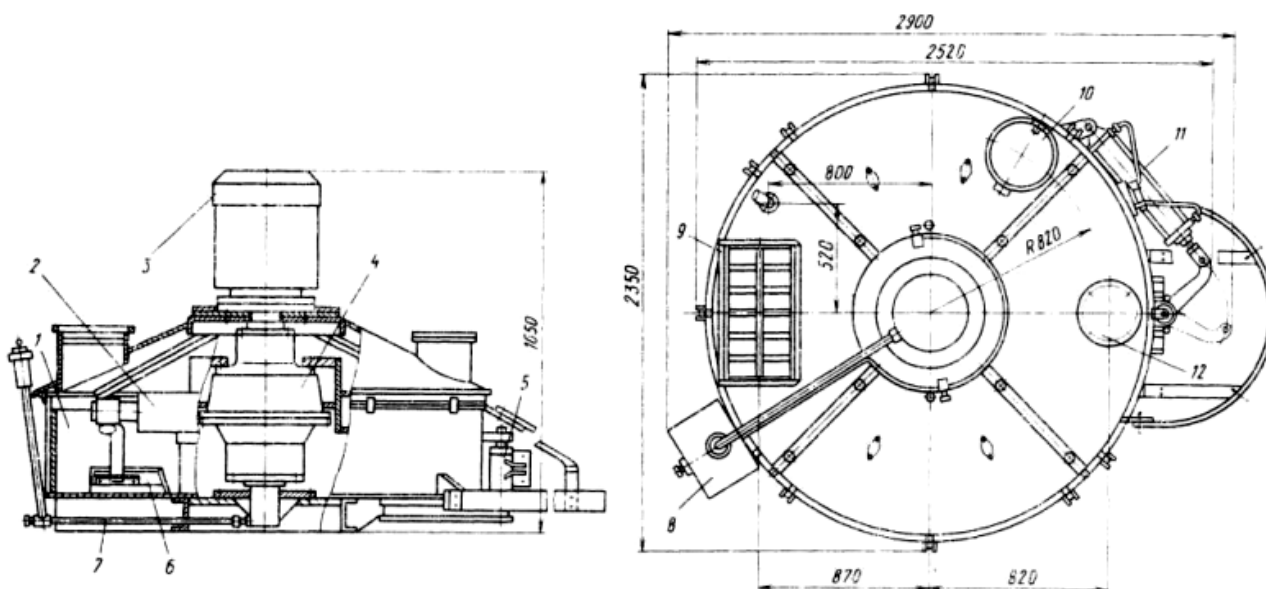


Рис. 28. Бетоносмеситель СБ-146А

1 – чаша; 2 – ротор; 3 – электродвигатель; 4 – редуктор планетарный дифференциальный; 5 – затвор; 6 – смесительные лопасти; 7 – заливная трубка; 8 – пульт управления; 9 – загрузочный патрубок; 10 – смотровой люк; 11 – пневмоцилиндр; 12 – вытяжной (аспирационный) патрубок.

Бетоносмеситель СБ-146А (рис. 28) с объемом готового замеса 500 л, роторного типа предназначен для приготовления бетонных смесей и строительных растворов в технологических линиях сборного желе-

зобетона, бетонорастворных заводов и бетоносмесительных установок.

Бетоносмеситель состоит из неподвижного цилиндрического корпуса (чаши) 1, ротора 2 со смесительными лопастями 6, привода вращения ротора и электрооборудования. Для смягчения динамических нагрузок на привод при пуске электродвигатель 3 прикреплен к крышке бетоносмесителя на рессорах. Смесительные лопасти снабжены торсионными амортизаторами. Частота вращения ротора $25,8 \text{ мин}^{-1}$. Выгрузка смеси осуществляется через секторный затвор 5 горизонтального типа, приводимый пневмоцилиндром 11.

Бетоносмеситель непрерывного действия (рис. 29) производительностью $120...150 \text{ м}^3/\text{час}$ предназначен для приготовления подвижных бетонных смесей с крупностью заполнителей до 150 мм и применяется на заводах и бетоносмесительных установках непрерывного действия. Использование таких заводов и установок целесообразно при укладке больших объемов бетонных смесей, где требуется в основном одномарочный бетон, как, например, в гидротехническом и дорожном строительстве. Получение бетонной смеси происходит путем механического смешивания исходных, отдозированных компонентов при свободном их падении и перемещении от загрузочного к выгрузочному отверстию.

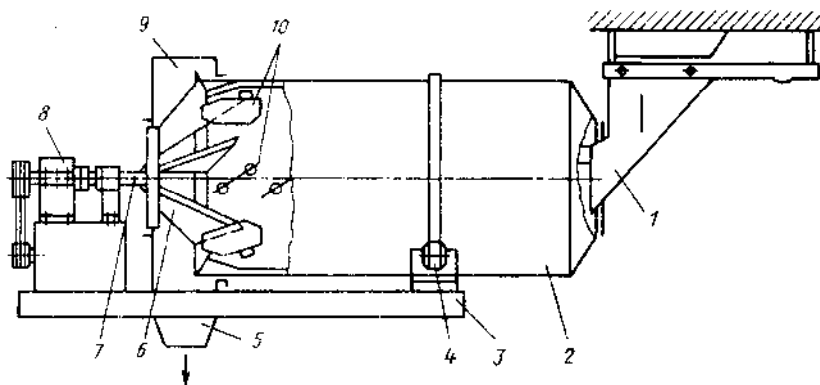


Рис. 29. Бетоносмеситель непрерывного действия

Бетоносмеситель состоит из смесительного барабана 2, загрузочной воронки 1, рамы 3, роликовой опоры 4, разгрузочной воронки 5, привода 8 смесительного барабана.

Смесительный барабан представляет собой цилиндрическую

обечайку диаметром 1600 мм, сваренную из листовой стали. Внутренняя поверхность барабана снабжена футеровкой, состоящей из отдельных износостойких секций, закрепленных на обечайке. На внутренней поверхности барабана под углом к его оси прикреплены плоские лопасти 10, которые можно заменять. Вращение осуществляется от электродвигателя мощностью 40 кВт через редуктор 8 и вал 7, соединенный с барабаном тремя спицами 6. Разгрузочное пространство бетоносмесителя защищено кожухом 9.

Расчет основных эксплуатационных показателей

Цикл приготовления бетонных и растворных смесей включает следующие технологические операции: загрузку исходных материалов в смеситель; смешивание; выгрузку готовой смеси; возврат разгрузочного затвора (барабана) в исходное положение.

Энергоемкость приготовления смеси ($\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$) может быть определена по формуле:

$$E = \frac{N}{3,6 \cdot V} \cdot (t_1 + t_2 + t_3), \quad (37)$$

где N – мощность электродвигателя бетоносмесителя, кВт;

V – объем готового замеса, л;

t_1 – продолжительность загрузки исходных компонентов; при загрузке скиповым ковшом $t_1 = 15 \dots 20$ с, а из сборной воронки $10 \dots 15$ с;

t_2 – продолжительность перемешивания;

t_3 – продолжительность выгрузки (с возвратом разгрузочного затвора в исходное положение); при выгрузке из наклоняющегося барабана $t_3 = 10$ с, а при разгрузке через шиберный затвор $20 \dots 30$ с.

Производительность смесителей циклического действия ($\text{м}^3/\text{ч}$):

$$\Pi_{\text{экс}} = \frac{V_3 \cdot Z}{1000} \cdot K_{\text{вых}} \cdot K_{\text{в}}, \quad (38)$$

где V_3 – объем смесительного барабана по загрузке, л;

Z – число циклов в час;

$K_{\text{вых}}$ – коэффициент выхода смеси; $K_{\text{вых}} = 0,65$;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования смесителя по времени; $K_{\text{в}} = 0,82 \dots 0,85$.

$$Z = \frac{3600}{t_1 + t_2 + t_3} \quad (39)$$

Продолжительность перемешивания зависит от конструкции бетоносмесителя, вида применяемых материалов, технологических требований, предъявляемых к смеси.

В циклических смесителях принудительного перемешивания продолжительность перемешивания бетонных смесей с осадкой конуса до 6 см на плотных заполнителях в среднем 60...90 с; при увеличении осадки конуса до 10 см – 30...45 с, для бетонных смесей с показателем жесткости 20...30 с цикл перемешивания увеличивается до 120...180 с.

Для получения бетонных смесей на пористых заполнителях минимальная продолжительность перемешивания выше, чем для бетонов на плотных заполнителях. Так, для приготовления смесей подвижностью до 3 см цикл перемешивания в бетоносмесителях объемом 500...1000 л составляет 150...180 с, для смесей с осадкой конуса 3...8 см – 120...150 с, 8...12 см – 75...135 с.

Для приготовления смесей на пористых заполнителях необходимо использовать бетоносмесители принудительного перемешивания.

Если бетоносмесительная установка должна выдавать бетонную смесь одной и той же рецептуры достаточно длительное время, как это обычно бывает при снабжении бетонной смесью различных объектов гидротехнического, дорожного строительства и др., рекомендуются бетоносмесители непрерывного действия. Если же установка (завод) предназначена для обслуживания большого круга потребителей и в связи с этим рецептура выдаваемой бетонной смеси часто меняется, ее, как правило, оснащают бетоносмесителями циклического действия.

На установках, предназначенных для приготовления жестких бетонных смесей, применяют бетоносмесители с принудительным смешиванием, а для приготовления смесей пластичных и умеренной жесткости – смесители гравитационные.

Бетоносмесительные установки. Под бетоносмесительной установкой (БСУ) понимают комплекс технологического и вспомогательного оборудования, обеспечивающего выполнение операций по приготовлению бетонной смеси: прием компонентов в расходные

емкости, подачу их к дозировочным устройствам, дозирование, подачу в смеситель, смешивание и выдачу готовой смеси.

ВНИИСтройдормашем разработана следующая классификация БСУ: по характеру технологического процесса – цикличные, непрерывные; по компоновке технологического оборудования – башенные, партерно-ступенчатые; по расположению расходных емкостей – с гнездовым или линейным расположением; по возможности перебазирования – стационарные, инвентарные, инвентарно-мобильные, мобильные; по климатическому исполнению – летние, для умеренно отрицательных температур (до - 15° С), для районов Крайнего Севера (до - 30 ° С).

8.3. Порядок выполнения работы

1. Изучить перечень технологических операций, выполняемых при производстве бетонных работ; основные понятия и определения, характеризующие бетонные работы; классификацию бетонных смесей

2. Изучить назначение, классификацию и устройство бетоносмесителей и бетоносмесительных установок

3. Освоить методику расчета основных эксплуатационных показателей бетоносмесителей и ознакомиться с рекомендациями по их выбору

4. Выполнить индивидуальное задание по данным приведенных в табл. 8

Для заданного варианта произвести выбор типа и модели бетоносмесителя пользуясь приведенными в методических указаниях рекомендациями и техническими характеристиками (см. приложение 10). Определить энергоемкость приготовления смеси и производительность бетоносмесителя.

Исходные данные к индивидуальному заданию

Вариант задания	Характеристика бетонной смеси		Вид крупного заполнителя	Крупность в мм
	Подвижность ОК, см	Жесткость Ж, с		
1	2	3	4	5
1	5	-	плотный (щебень)	40
2	9	-	плотный (щебень)	120
3	-	25	плотный (гравий)	70
4	2	-	пористый (пемза)	70
5	4	-	пористый (ракушечник)	40
6	10	-	пористый (шлак)	70
7	-	35	плотный (гравий)	70
8	-	25	пористый (керамзит)	70
9	-	15	плотный (щебень)	70
10	-	8	пористый (вермикулит)	70

8.4. Содержание отчета

1. Цели работы
2. Краткие сведения о процессах, выполняемых при производстве бетонных работ, назначении, классификации и устройстве бетоносмесителей и БСУ
3. Результаты выбора бетоносмесителей и расчета его основных эксплуатационных показателей (индивидуальное задание). Конструктивная схема бетоносмесителя

8.5. Контрольные вопросы

1. Какие основные процессы включают бетонные работы?
2. Какие требования предъявляются к технологическим свойствам бетонной смеси?
3. Приведите определение технологических свойств (однородность, удобоукладываемость) бетонной смеси.
4. Назовите основные признаки, по которым классифицируют бетоносмесители.
5. Поясните устройство гравитационных бетоносмесителей циклического действия.
6. Поясните устройство бетоносмесителей принудительного перемешивания циклического действия.
7. Поясните устройство бетоносмесителей непрерывного действия.
8. Приведите основные рекомендации по выбору бетоносмесителей.
9. Как определяется производительность бетоносмесителей циклического действия?
10. Что представляет собой бетоносмесительная установка?
11. Назовите основные признаки, по которым классифицируют БСУ?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При изучении дисциплины «Строительные машины» студентами специальности 290300 – «Промышленное и гражданское строительство» зачастую возникает вопрос, в какой мере и с какой степенью детализации следует изучать эту дисциплину.

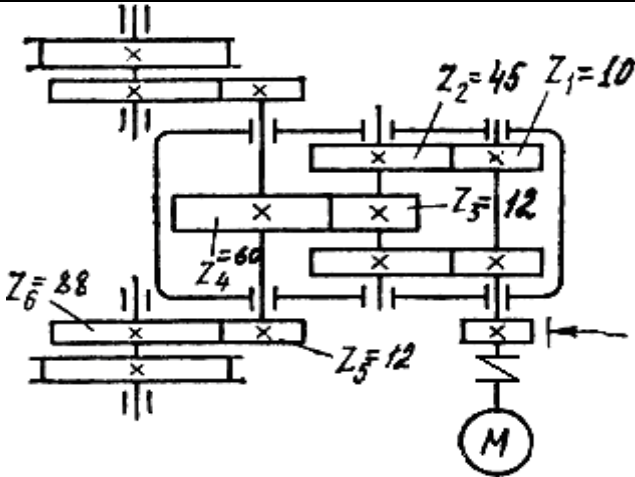
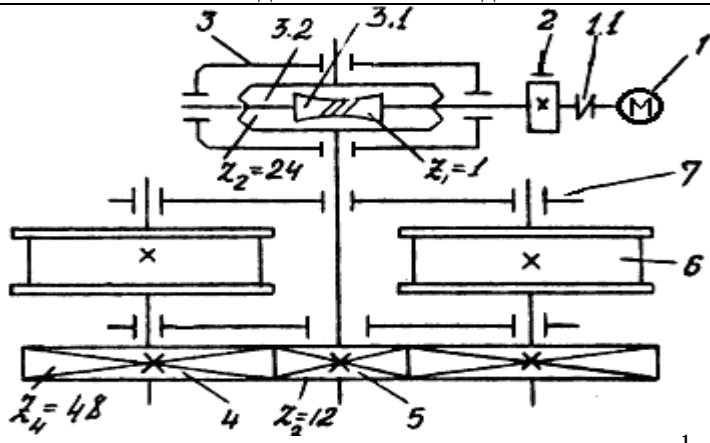
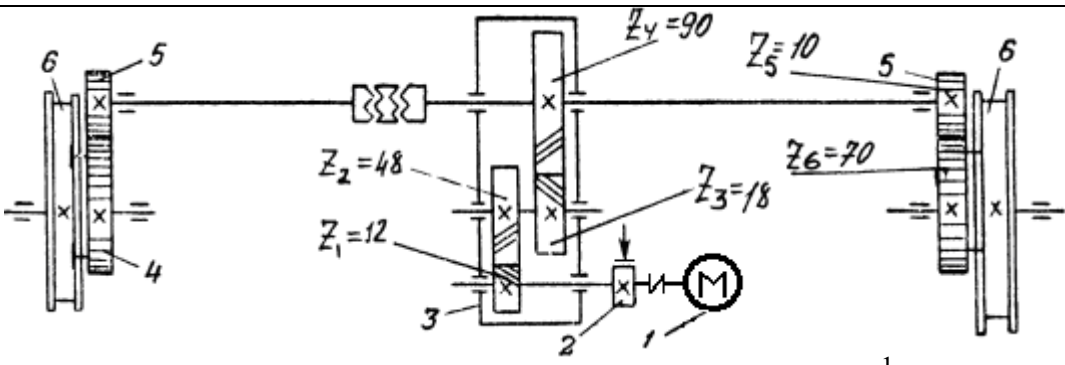
При ответе на этот вопрос нужно исходить из достаточности полученных знаний для того, чтобы в будущей профессиональной деятельности специалисты-строители адекватно понимали технические возможности машин с целью совершенствования на этой основе технологии строительных процессов. Следует также учитывать, что уже сейчас многие технологические процессы с использованием элементов заводского изготовления утратили прежнюю строительную специфику и представляют по существу монтажные процессы, выполняемые машинами с участием механизаторов и рабочих-монтажников. С дальнейшим развитием механизации и индустриализации строительства эти тенденции будут углубляться.

Строительные машины представляют собой весьма динамичную продукцию хозяйственной деятельности человека. С развитием машиностроения, а также с возрастающими требованиями строительного производства строительные машины и оборудование непрерывно совершенствуются, а в ряде случаев создаются новые специальные машины, в других – в одной машине сочетаются несколько функциональных возможностей и т.д. Поэтому при более глубоком изучении строительных машин наряду с указанной учебной литературой, в которой описаны машины, отражающие уровень науки и техники, достигнутый к середине 90-х годов, следует использовать также специальную литературу и отраслевые журналы «Строительные и дорожные машины» и «Механизация строительства».

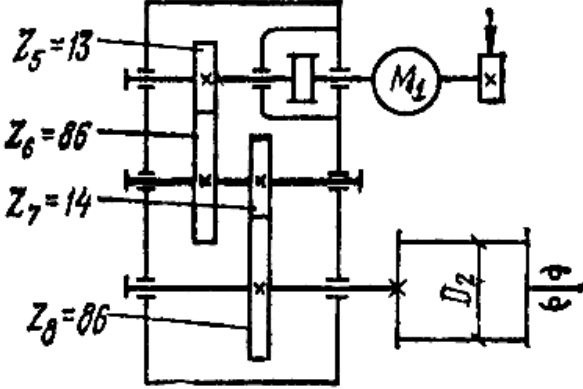
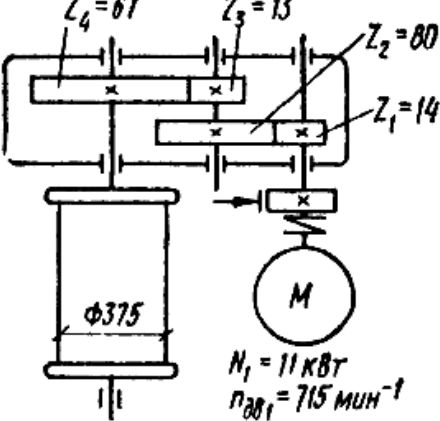
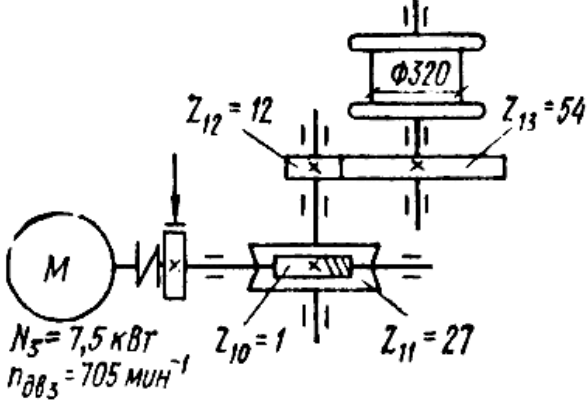
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

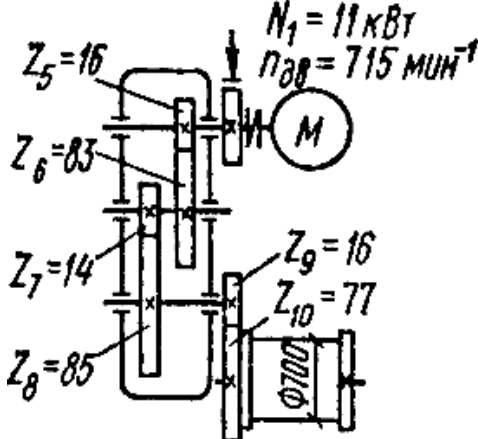
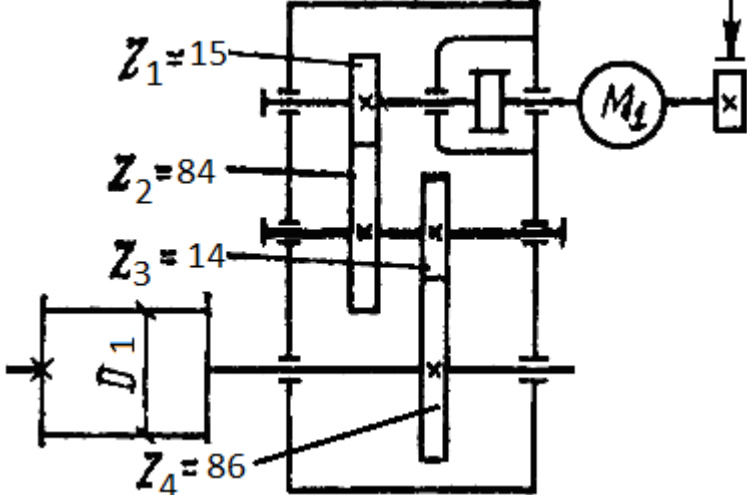
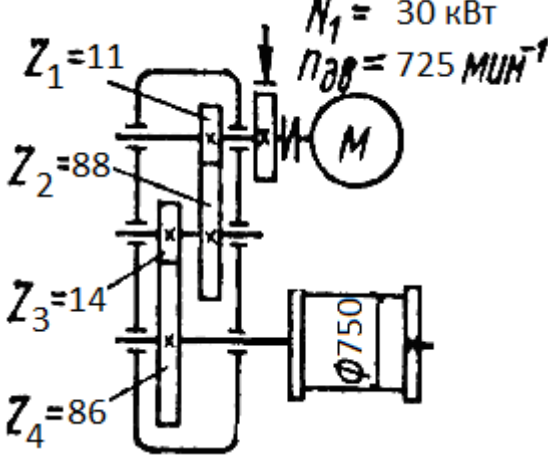
1. Строительные машины [Текст]: Справочник: в 2 т. Т. 1: Машины для строительства промышленных, гражданских сооружений и дорог / А.В. Раннев, В.Ф. Корелин, А.В. Жаворонков и др.; Под общ.ред. Э.Н. Кузина. М.: Машиностроение, 1991. 496 с.
2. Строительные машины [Текст] / Под ред. Д.П. Волкова. М.: Высш.шк., 1988. 319 с.
3. Строительные машины и основы их автоматизации [Текст] / Под ред. В.М. Помазана. М.: Агропромиздат, 1992. 351 с.

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

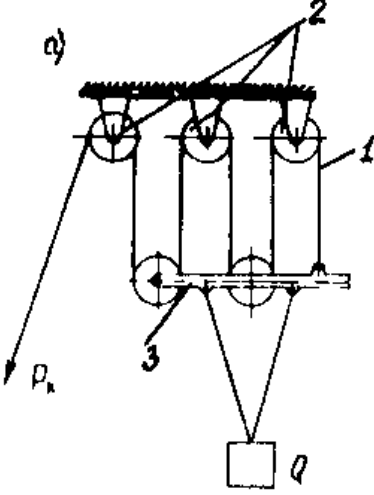
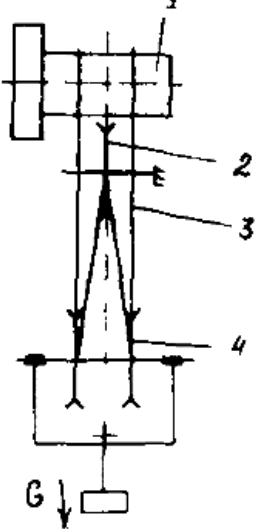
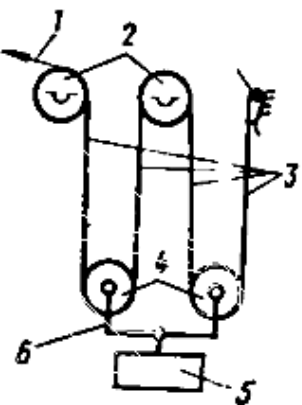
Вариант	Кинематическая схема
1	2
Кинематические схемы механизмов передвижения башенных кранов	
1	 <p data-bbox="512 1064 1214 1115">$D_k=800 \text{ мм}; N_{\text{дв}}=10 \text{ кВт}; n_{\text{дв}}=900 \text{ мин}^{-1}$</p>
2	 <p data-bbox="512 1556 1225 1608">$D_k=700 \text{ мм}; N_{\text{дв}}=9 \text{ кВт}; n_{\text{дв}}=960 \text{ мин}^{-1}$</p>
3	 <p data-bbox="502 2004 1230 2042">$D_k=750 \text{ мм}; N_{\text{дв}}=10 \text{ кВт}; n_{\text{дв}}=1000 \text{ мин}^{-1}$</p>

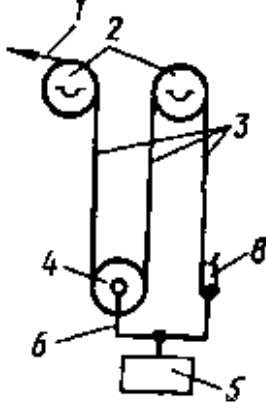
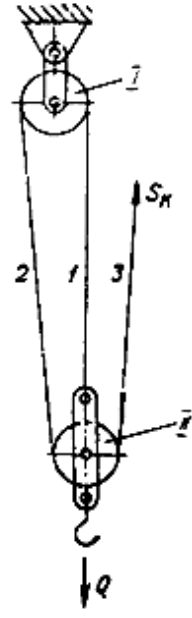
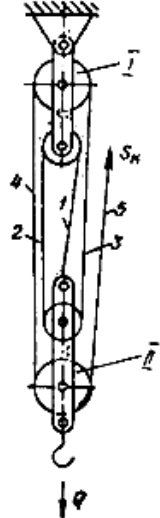
1	2
4	<p> $\Phi 900$ $Z_{19} = 82$ $Z_{29} = 18$ $Z_{21} = 12$ $Z_{22} = 88$ $N = 11 \text{ кВт}$ $n_{об} = 715 \text{ мин}^{-1}$ </p>
Кинематические схемы механизмов поворота башенных кранов	
5	<p> $N_{дв} = 5 \text{ кВт}$ $n_{дв} = 1000 \text{ мин}^{-1}$ $Z_1 = 17$ $Z_2 = 137$ $Z_4 = 13$ $Z_6 = 53$ $Z_7 = 18$ $Z_8 = 108$ $Z_3 = 90$ $Z_5 = 13$ </p>
6	<p> $N = 6 \text{ кВт}$ $n_{об} = 928 \text{ мин}^{-1}$ $Z_{11} = 13$ $Z_{12} = 66$ $Z_{13} = 14$ $Z_{14} = 85$ $Z_{15} = 14$ $Z_{16} = 30$ $Z_{17} = 12$ $Z_{18} = 110$ </p>

1	2
Кинематические схемы механизмов подъема груза башенных кранов	
7	 <p data-bbox="526 750 1204 806">$D_2=360 \text{ мм}; N_{\text{дв}}=9 \text{ кВт}; n_{\text{дв}}=750 \text{ мин}^{-1}$</p>
8	 <p data-bbox="869 1198 1061 1276">$N_1=11 \text{ кВт}$ $n_{\text{дв}1}=715 \text{ мин}^{-1}$</p>
9	 <p data-bbox="574 1646 766 1736">$N_5=7,5 \text{ кВт}$ $n_{\text{дв}3}=705 \text{ мин}^{-1}$</p>

1	2
10	 <p> $N_1 = 11 \text{ кВт}$ $n_{ДВ} = 715 \text{ мин}^{-1}$ $Z_5 = 16$ $Z_6 = 83$ $Z_7 = 14$ $Z_8 = 85$ $Z_9 = 16$ $Z_{10} = 77$ $\Phi 70$ </p>
11	 <p> $Z_1 = 15$ $Z_2 = 84$ $Z_3 = 14$ $Z_4 = 86$ $D_1 = 400 \text{ мм}$; $N_{ДВ} = 10 \text{ кВт}$; $n_{ДВ} = 970 \text{ мин}^{-1}$ </p>
12	 <p> $N_1 = 30 \text{ кВт}$ $n_{ДВ} = 725 \text{ мин}^{-1}$ $Z_1 = 11$ $Z_2 = 88$ $Z_3 = 14$ $Z_4 = 86$ $\Phi 75$ </p>

СХЕМЫ КАНАТНЫХ ПОЛИСПАСТОВ БАШЕННЫХ КРАНОВ

Вариант	Схема полиспаста
1 7	
8	
9	

1	2
10	
11	
12	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПЕРЕЧЕНЬ ОБОЗНАЧЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ
ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОДШИПНИКОВ

- 000 - подшипник радиальный шариковый однорядный, комплектный, с сепаратором - основной тип, например: 206, 1000907;
- 001 - подшипник радиальный шариковый сферический двухрядный с цилиндрическим отверстием, комплектный, с сепаратором - основной тип, например, 1007;
- 002 - подшипник радиальный роликовый с короткими цилиндрическими роликами однорядный, с бортами на внутреннем кольце, комплектный, с сепаратором - основной тип, например, 2206;
- 003 - подшипник радиальный роликовый сферический двухрядный с бортами на внутреннем кольце и несимметричными роликами - основной тип, например, 3518;
- 007 - подшипник радиально-упорный роликовый однорядный с коническими роликами, с углом контакта до 16° , комплектный, с сепаратором - основной тип, например, 7520;
- 008 - подшипник упорный шариковый одинарный, комплектный, с сепаратором - основной тип, например, 8703;
- 009 - подшипник упорный роликовый одинарный, комплектный, с сепаратором - основной тип, например, 9102;
- 012 - подшипник радиальный роликовый с короткими цилиндрическими роликами однорядный с односторонним наружным кольцом, например, 12115;
- 013 - подшипник радиальный роликовый сферический двухрядный основного типа с закрепительной втулкой, например, 13530;
- 023 - подшипник радиальный роликовый сферический однорядный, например, 23508;
- 024 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без внутреннего кольца и сепаратора, с бортами, например, 4024106;

027 - подшипник радиально-упорный роликовый однорядный с коническими роликами и углом конуса 20-30°, например, 27313;

039 - подшипник упорно-радиальный роликовый со сферическими роликами, например, 9039434;

042 - подшипник радиальный роликовый с короткими цилиндрическими роликами однорядный с бортами на наружном кольце и однобортовым внутренним кольцом, например, 42212;

046 - подшипник радиально-упорный шариковый однорядный с углом контакта 26°, например, 46204;

050 - подшипник радиальный шариковый однорядный со стопорной канавкой на наружном кольце, например, 50206;

053 - подшипник радиальный роликовый сферический двухрядный с симметричными роликами, без бортов на внутреннем кольце, например, 53608;

060 - подшипник радиальный шариковый однорядный с одной стальной защитной шайбой, например, 60204;

066 - подшипник радиально-упорный шариковый однорядный с углом контакта 36°, например, 66312;

073 - подшипник радиальный роликовый сферический двухрядный основного типа со стяжной втулкой, например, 73544;

074 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный, без сепаратора, с бортами на наружном кольце, например, 4074106;

080 - подшипник радиальный шариковый однорядный с двумя стальными защитными шайбами, например, 80213;

083 - подшипник радиальный роликовый сферический двухрядный основного типа с уплотнениями, например, 83720;

084 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без внутреннего кольца и сепаратора, с бортами, с внутренним диаметром в дюймовом измерении, например, 4084110;

093 - подшипник радиальный роликовый сферический двухрядный основного типа со стяжной втулкой, нестандартизированных размеров, например, 93624;

102 - подшипник радиальный роликовый с короткими цилиндрическими роликами однорядный и двумя стопорными шайбами, бессепараторный, например, 102308;

106 - подшипник упорно-радиальный шариковый четырехрядный, например, 106901;

113 - подшипник радиальный роликовый сферический двухрядный основного типа с коническим отверстием, например, 113556;

126 - подшипник радиально-упорный шариковый однорядный с разъемным внутренним кольцом и трехточечным контактом, например, 126805;

128 - подшипник упорно-радиальный шариковый многорядный с углом контакта 60° , например, 128726;

129 - подшипник упорный роликовый одинарный в кожухе, например, 129316;

150 - подшипник радиальный шариковый однорядный со стопорной канавкой на наружном кольце и одной стальной защитной шайбой, например, 150213;

153 - подшипник радиальный роликовый сферический двухрядный с симметричными роликами и коническим отверстием, например, 153532;

154 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без внутреннего кольца, с сепаратором, и увеличенным по толщине наружным кольцом с одним бортом, например, 154901;

160 - подшипник радиальный шариковый однорядный с односторонним уплотнением, например, 160202;

170 - подшипник радиальный шариковый однорядный с канавкой для ввода шариков и стопорной канавкой на наружном кольце, например, 170314;

176 - подшипник радиально-упорный шариковый однорядный с разъемным внутренним кольцом и четырехточечным контактом, например, 176222;

180 - подшипник радиальный шариковый однорядный с двухсторонним уплотнением, например, 180305;

- 224 - подшипник радиальный комбинированный двухрядный с валиком вместо внутреннего кольца, шариками и короткими цилиндрическими роликами, например, 4224703;
- 244 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный с сепаратором, бортами на наружном кольце, например, 4244910;
- 254 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без внутреннего кольца, с сепаратором, например, 254703;
- 256 - подшипник радиально-упорный шариковый двухрядный с двухсторонним уплотнением, например, 256907;
- 263 - подшипник радиально-упорный роликовый сферический, например, 263215;
- 284 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный с упорным бортом на наружном кольце и бортами на внутреннем кольце, например, 284913;
- 292 - подшипник радиальный роликовый с короткими цилиндрическими роликами однорядный с бортами на наружном кольце и без внутреннего кольца, например, 292220;
- 330 - подшипник радиальный шариковый двухрядный с валиком вместо внутреннего кольца, например, 330902;
- 348 - подшипник упорно-радиальный шариковый однорядный с защитными шайбами и разъемным внутренним кольцом, например, 348702;
- 353 - подшипник радиальный роликовый сферический двухрядный с симметричными роликами, без бортов на внутреннем кольце, с закрепительной втулкой, например, 353613;
- 464 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без колец, например, 464916;
- 524 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без внутреннего кольца, с сепаратором, например, 524706;
- 614 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без внутреннего кольца, с бочкообразной наружной опорной поверхностью и бортами на кольце, например, 614706;

664 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами двухрядный без колец (может иметь в комплекте валик), например, 664706;

704 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без внутреннего кольца, с закрытым торцом (карданный), например, 704702;

714 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами двухрядный с двумя сепараторами и бортами на наружном кольце, например, 6714912;

753 - подшипник радиальный роликовый сферический двухрядный с симметричными роликами, без бортов на внутреннем кольце, со стяжной втулкой, например, 753614;

804 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без внутреннего кольца, с закрытым торцом (карданный), разной конструкции, например, 804907;

819 - подшипник упорный роликовый одинарный с увеличенным в наружном диаметре наружным кольцом, например, 819705;

824 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без внутреннего кольца, с бочкообразной наружной опорной поверхностью, например, 824904;

864 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без колец, например, 864710;

904 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами однорядный без внутреннего кольца, с закрытым торцом (карданный), например, 904902;

953 - подшипник радиальный роликовый сферический двухрядный с симметричными роликами, без бортов на внутреннем кольце, со стяжной втулкой, нестандартизированных размеров, например, 953613;

984 - подшипник радиальный роликовый с игольчатыми роликами двухрядный с двумя сепараторами и бортами на наружном кольце, например, 6984919;

999 - подшипник упорный роликовый без колец, например, 999702.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМОБИЛЕЙ-САМОСВАЛОВ

Модель автомобиля-самосвала	ГАЗ-СА3-3507	ЗИЛ-ММЗ-2502	ЗИЛ-ММЗ-45065	ЗИЛ-ММЗ-45085	КамАЗ-43255	КамАЗ-65115	КамАЗ-6540	МАЗ-5551	МАЗ-6501	КрАЗ-6510
Грузоподъемность, кг	4250	3750	5700	5800	7000	14500	18500	10000	20100	1350
Снаряженная масса, кг	3600	3005	5275	5120	7150	10550	12350	8200	13325	12500
Число сторон разгрузки	3	3	3	1	1	1	1	3	3	1
Углы наклона платформы	45-50	47-50	47-50	50	55	60	55	47	47	55
Время подъема платформы, с	15	15	15	15	30	19	19	15	19	18
Объем платформы, м ³ : с основными бортами с надставными бортами	5 10	2,3 7,21	6 12,5	3,8	6	10	11	5,4 7,7	11 14	10,5 12
Внутренние размеры платформы, мм: длина ширина высота высота *	3516 2280 620 (1250)	2890 2170 520 (1150)	3350 2300 777 (1630)	2990 2270 580	3765 2395 700	3630 2300 985	5745 2300 985	3850 2265 650	5000 2265 1450	4360 2230 1500
Габаритные размеры автомобиля, мм: длина ширина высота	6471 2456 2320	5460 2210 2370	6370 2420 2810	6370 2500 2810	6090 2500 2920	6690 2500 2955	7720 2500 3020	6000 2550 2950	7750 2550 3300	8350 2500 2910
Погрузочная высота **(без груза), мм	1828	2365	2255	1910	1360	2100	2100	2300	2840	2460
Мощность двигателя, кВт	92	80	110	110	155	206	206	169	294	240

* С надставными бортами ** От дороги до верхней кромки бокового борта

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ХАРАКТЕРИСТИКА БАШЕННЫХ КРАНОВ

Показатель	КБ-100.3А	КБ-308А	КБ-309ХЛ	КБ-402В		КБ-403А	КБ-403Б	КБ-405.1А	КБ-408	КБМ-401	КБ-406	КБ-504	КБ-572А	КБ-674А	КБ-676	КБМ-671
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Грузовой момент, т·м	100	100	125	125	50	132	120	187,5	160	160	200	250	300	400	320	400 ... 460
Грузоподъемность, т: - на максимальном вылете - максимальная	4 8	4 8	5 8	5 8	2 3	4,5 8	3 8	7,5 10	6 10	6 10	8 10	6,2 10	10 10	10 25	5,6 12,5	10 25
Вылет, м: - максимальный - при максимальной грузоподъемности	25 12,5	25 12,5	25 15,6	25 13	25 13	25 16,5	30 15	25 18	25 16	25 16	25 20	40 25	30 30	35 16	50,5 25,6	35 16 ... 18,4
Высота подъема, м: - при максимальном вылете - максимальная	33 48	32 42	22 37	46 60,5	59,5 66,5	41 52	41 54,7	46 57,8	46,6 57,1	47,2 57,8	12 12	60 77	13,5 13,5	46 49	83 83	46 46
Глубина опускания, м	5	5	5	5	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Частота вращения, мин ⁻¹	0,7	0,77	0,8	0,6	0,6	0,6	0,65	0,72	0,65	0,72	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,65
Колея, м	4,5	4,5	4,5	6	6	6	6	6	6	6	6	7,5	6	7,5	7,5	7,5
Установленная мощность, кВт	55,1	55,1	58,1	62,6	62,6	77,6	77,6	102,2	77,6	92,2	45,5	110,5	65,7	138,5	138,5	154,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Скорость, м/мин: - подъема груза максимальной массы	15	16	15	22,5	45	40	40	31	30	30	11,3	60	20	17,5	35	27,5
- подъема груза максимальная	45	48	33	22,5	45	58	55	46	83	46; 83	11,3	160	20	100	100	140
- плавной посадки	2,5	2,5	1,5	4,8	9,6	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	2,5	1,5	4,5	1,25	2,5	4,8
- передвижения крана	28	18,5	30,5	18	18	18	18	27	18	28	18,4	19,2	30	20	20	20
- передвижения грузовой тележки (изменения вылета)	(15)	27,2	(15,6)	(10)	(10)	23	30	(10,5)	30	30	27	27,5	25	36,7	36,7	50
Масса, т: - конструктивная	34	39	30,7	48	47	50	50,5	64,4	52,8	60	37,4	108	53,6	115,2	137,2	105
- общая	95	92,2	70,7	78	77	80	80,5	114,4	93,2	110	79,7	163	121	210,2	232,2	210
Тип стрелы*	ПС	БС	ПС	ПС	ШС	БС	БС	ПС	БС	БС	БС	БС	БС	БС	БС	БС
Тип башни**	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	ПБ	НБ	НБ	НБ	НБ

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

** ПБ – поворотная башня; НБ – неповоротная башня

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСКАВАТОРОВ

Экскаваторы, оборудованные обратной лопатой												
Показатель	С жесткой подвеской рабочего оборудования								С гибкой подвеской рабочего оборудования			
	ЭО-2621В-2 (ЭО-2621 В-3)	ЭО-3323	ЭО-3122	ЭО-3221	ЭО-4321Б	ЭО-4125 (ЭО-4124)	ЭО-5124 (ЭО-5124-2)	ЭО-6123 (ЭО-6123-1)	ЭО-3311Е	ЭО-3211Е	ЭО-4112 (ЭЩ-4111Г)	ЭО-5111Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вместимость ковша, м ³	0,25	0,63			0,80	1,0	1,6	2,5	0,4	0,4	0,65 18,1 (20,0)	1,0
Минимальная продолжительность рабочего цикла при угле поворота 90° с выгрузкой в отвал, с	16,5 (16,0)	16,5	16,3	17,0	19,6	18,5 (19,0)	25,0	28,0	15,0	15,7		23,0
Радиус копания R_k , м	5,3	7,75	7,75	7,9	8,85	9,3 (9,1)	10,0	11,6	7,8	8,2	10,16	10,9
Наибольшая высота выгрузки H_b , м	3,2 (3,5)	4,7	4,5	5,02	5,5	5,15 (5,0)	5,5	5,8	5,6	5,4	5,3 (6,1)	4,2
Наибольшая глубина копания H_k , м	4,15 (4,25)	4,5	4,8	4,5	5,5	6,0 (5,7)	6,5	7,2 (7,4)	4,3	4,2	6,9	6,9

Экскаваторы, оборудованные прямой лопатой										
Показатель	С жесткой подвеской рабочего оборудования							С гибкой подвеской рабочего оборудования		
	ЭО-2621 В-2 (ЭО-2621 В-3)	ЭО-3323	ЭО-3122	ЭО-4321 Б	ЭО-4125 (ЭО-4124)	ЭО-5124 (ЭО-5124-2)	ЭО-6123 (ЭО-6123-1)	ЭО-3311 Е	ЭО-4112 (ЭО-4111 Г)	ЭО-5111 Б
Вместимость ковша, м ³	0,25	0,63	0,63	1,0	1,0	1,6 (2,0)	3,2	0,40	0,65	1,0
Продолжительность рабочего цикла при угле поворота 90° с выгрузкой в отвал, с	15,0	15,9	16,0	17,0	18,0 (17,0)	20,0	23,0	15,0	15,0	17,0
Наибольший радиус копания R_k , м	5,00	6,8	6,8	7,8	7,9 (7,1)	8,9	10,2	5,9	7,8 (7,9)	9,2
Наибольшая высота копания H , м	2,85	7,66	7,3	7,9	8,33 (7,3)	9,6	10,7 (10,85)	6,2	7,9	8,2
Радиус копания R_{kc} на уровне стоянки, м	-	-	-	-	4,3 (4,05)	-	-	-	4,7	5,0

Экскаваторы, оборудованные драглайном										
Показатель	ЭО-3311 Е	ЭО-3211 Е	ЭО-4112 (ЭО-4111 Г)				ЭО-5111 Б			
Вместимость ковша, м ³	0,4		0,8				1,0			
Продолжительность рабочего цикла при угле поворота 135°, с выгрузкой в отвал на грунте III группы и средней глубине копания, с	19	17,3	21				23			
Длина стрелы, м	10,5		10,0		12,0		12,5		15,0	
Угол наклона стрелы, град	30	45	30	45	30	45	30	45	30	45
Наибольший радиус копания R _к , м	11,0	10,2	11,1	10,2	14,3	13,2	13,5	12,0	16,0	14,0
Наибольший радиус выгрузки R _в , м	10,0	8,3	10	8,3	12,5	10,4	12,2	10,2	14,4	12,0
Глубина копания, м:										
- при боковом проходе	5,3		4,4	3,8	6,6	5,9	5,5	4,4	7,8	5,7
- при концевом проходе	7,6		7,3	5,6	10,0	7,8	9,4	7,4	10,0	9,2

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГУСЕНИЧНЫХ БУЛЬДОЗЕРОВ С РЫХЛИТЕЛЯМИ НА ТРАКТОРАХ ТЯГОВЫХ КЛАССОВ 10...75

Показатели	с механической трансмиссией		с гидравлической трансмиссией							
	ДЗ-116В	ДЗ-117А	ДЗ-126А	ДЗ-126В-1/2	ДЗ-15-ДП-34-1	ДЗ-158/ДП-34-2	ДЗ-94С/ДЗ-94С-1	ДЗ-129ХЛ	ДЗ-141ХЛ	ДЗ-159-ДП-35
Базовый трактор	Т-130МГ-1		ДЭТ-250М	ДЭТ-250М2	Т-25-01		Т-330		Т-500	Т-75.01
Мощность, кВт (л.с.)	117,6 (160)		243 (330)		250 (340)		250 (340)		368 (500)	603 (820)
Тяговый класс	10		25		25		35		35	75
Скорость, км/ч:										
- вперед	2,375...10,5		1,14...19	0,98...15,73	0...11,3		0...13		0...13	0...12
- назад	3,325...12,6		1,14...19	0,98...15,73	0...13,4		0...10,8		0...11,1	0...15
Бульдозер	ДЗ-110В	ДЗ-109Б	ДЗ-118	ДЗ-132-2 (1)	ДЗ-158		ДЗ-59ХЛ	ДЗ-124ХЛ	-	ДЗ-159
Отвал:	Прямой		Прямой/полусферический		Прямой/полусфер.		Прямой		Полусферический	
- ширина отвала, мм	3220	4120	4310	4590	4200		4730	4860	4800	5500
- высота отвала, мм	1300	1140	1550	1700	1700		1750	1880	2000	2300
- угол поперечного перекоса (в каждую сторону), ...°	12	6	12	10	12		12	12	10	10
- подъем над опорной поверхностью при погруженных грунтозацепах, мм	960	935	835	1200	1300		1040	1700	1670	1745
- опускание ниже опорной поверхности при погруженных грунтозацепах, мм	465	535	515	520	600		600	780	720	805

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ШКАЛА ВНИИСТРОЙДОМАША ДЛЯ ОЦЕНКИ АБРАЗИВНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УДАРНЫХ СПОСОБАХ РАЗРУШЕНИЯ

Класс абразивности	Материал
неабразивные	тальк, аргиллит, каменный уголь чистый
малоабразивные	известняк, мрамор, алевролит, аргиллит, каменный уголь, мелкозернистый песчаник
средней абразивности	известняк средней абразивности, песчаник, кирпич, сидерит и другие руды
высокой абразивности	гранит, базальт, диорит, кварцит, прочный песчаник, гравий из изверженных пород, известняк высокой абразивности
очень высокой абразивности	шлак конверторный, шлак электропечной роговик, некоторые железные руды

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ И МОДУЛИ УПРУГОСТИ НЕКОТОРЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Горная порода	Объемная масса ρ, кг/м³	Предел прочности при сжатии σ_c, МПа	Модуль упругости, МН/м²
Сланец глинистый	1200	25-40	11000-19000
Известняк мягкий	1400	40-60	35000-50000
Песчаник желтый	2000	50-80	34000-50000
Мрамор	2800	55-150	56500-70000
Известняк прочный	2700	100-120	35000-50000
Песчаник серый	2700	100-120	34000-50000
Гранит крупнозернистый	2700	120-140	51500-61400
Порфир	2700	150-280	68000-80000
Гранит мелкозернистый	3300	180-200	60000-70000
Диабаз	2700	190-250	61200-79000
Базальт	2800	200-300	56200-97300

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДРОБИЛОК

Таблица 1

Основные параметры щековых дробилок

Параметры	Размеры приемного отверстия в мм									
	с простым движением щеки				со сложным движением щеки					
	600×900	900× ×1200	1200× ×1500	1500× ×2100	160×250	250×400	250×900	400×600	400×900	600×900
Наибольшая крупность исходного материала, мм	510	700	1000	1300	140	210	210	340	340	510
Угол захвата, градусы (не более)	19	20	20	20	15	15	15	17	17	19
Номинальная выходная щель*, мм	100	130	150	180	30	40	40	60	60	100
Минимальный диапазон изменения выходной щели, %, не менее	±25	±25	±25	±25	±50	±50	±50	-30 +50	-30 +50	±25
Производительность при номинальной щели, м ³ /ч	50,0	160,0	280,0	550,0	2,8	7,0	14,0	15,0	25,0	55,0
Мощность электродвигателя, кВт (не более)	75	100	160	250	10	17	40	30	55	75
Масса дробилки без электродвигателя, т (не более)	27,0	70,0	140,0	240,0	1,5	3,0	8,0	7,0	12,0	20,0
Габаритные размеры, м (не более):										
длина	3,9	5,0	6,4	7,5	1,0	1,4	1,7	1,7	2,2	2,7
ширина	2,5	6,0	6,8	7,0	1,0	1,3	1,7	1,8	2,2	2,6
высота	3,0	4,0	5,0	6,0	1,1	1,5	2,3	1,6	2,6	2,5

* Номинальная щель – наиболее часто применяемое значение щели для данного типоразмера

Таблица 2

Основные параметры конусных дробилок среднего (КСД) и мелкого (КМД) дробления

Показатель	КСД-600Гр	КСД-900Гр	КСД-1200Г	КСД-1200Гр	КСД-1750Гр	КСД-2200Г	КСД-2000Гр	КМД-1200	КМД-1750	КМД-2200
Производительность, м ³ /ч	19-32	38-62	30-85	70-105	160-300	120-340	340-580	12-55	40-120	75-220
Диаметр основания подвижного конуса, мм	600	900	1200	1200	1750	2200	2200	1200	1750	2200
Наибольший размер загружаемого материала, мм	75	115	100	150	215	250	300	35	85	100
Размер выходной щели, мм	12-25	15-50	8-25	20-50	25-60	10-30	30-60	3-15	5-20	5-20
Длина параллельной зоны, мм	50	70	150	110	150	250	150	200	275	350
Частота вращения эксцентриковой втулки, об/с	5,8	5,4	4,3	4,3	4,1	3,7	3,7	4,3	4,1	3,7

Таблица 3

Основные технические параметры роторных дробилок крупного дробления (ГОСТ 12375-70)

Параметр	ДРК 5×4	ДРК 6×5	ДРК 8×6 СМД-85	ДРК 10×8	ДРК 12×10 СМД-86	ДРК 16×12 СМД-95	ДРК 20×16 СМД-87	ДРК 25×20
Размеры ротора в мм: диаметр	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
длина	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
Число бил	2	2	2	3	3	3	4	4
Максимальный размер куска загружаемого материала D_m , мм	250	300	400	500	600	800	1100	1500
Окружная скорость бил ротора v_p , м/с	20; 26,5; 35							

Таблица 4

Основные технические параметры роторных дробилок среднего и мелкого дробления
(ГОСТ 12376-71)

Параметр	ДРС 5×5 —	ДРС 6×6 —	ДРС 8×8 —	ДРС 10×10 СМД-75	ДРС 12×12 СМД-94	ДРС 16×12 СМД-95	ДРК 16×16 —
Размеры ротора в мм:							
диаметр	500	630	800	1000	1250	1600	2000
длина	500	530	800	1000	1250	1600	2000
Число бил	2	2	2	3	3	4	4
Максимальный размер куска загружаемого материала D_m , мм	150	190	240	300	375	480	600
Окружная скорость бил ротора v_p , м/с		20,0	24,0	28,8	34,6	41,5	50,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИКЛИЧНЫХ БЕТНОСМЕСИТЕЛЕЙ

Техническая характеристика циклических гравитационных смесителей

Показатели	СБ-174	СБ-30Г	СБ-16Г	СБ-91Б	СБ-153А	СБ-162
Объем готового замеса бетонной смеси, л	65	165	330	500	1000	3000
Объем по загрузке сухими составляющими, л	100	250	500	750	1500	4500
Максимальная крупность заполнителя, мм	40	70			120	150
Частота вращения смесительного барабана, мин ⁻¹	25	20	18		17,6	13
Мощность электродвигателя привода вращения барабана, кВт	0,5	2,2	4		15	30
Габаритные размеры, мм:						
ширина	1100	1690	2020	1800	2520	3500
высота	1400	2260	2850*	2000	2300	3260
длина	1760	1915	2550*	1850	2600	3530
Масса, кг	150	700	1900	970	2700	8700

* Ковш поднят

Техническая характеристика циклических бетоносмесителей принудительного действия роторного типа

Показатели	СБ-169А	СБ-146А	СБ-138Б
Объем готового замеса бетонной смеси, л	250	500	1000
Объем по загрузке сухими составляющими, л	375	750	1500
Максимальная крупность заполнителя, мм	70		
Частота вращения смесительного барабана, мин ⁻¹	31	25,8	22
Мощность электродвигателя привода вращения барабана, кВт	7	22	37
Габаритные размеры, мм:			
ширина	2000	2350	2750
высота	2200	1650	1850
длина	2500	2900	3050
Масса, кг	1970	2750	3410