

3382



Министерство образования
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Строительные и дорожные машины»

МЕХАНИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Методическое пособие

Минск 2008

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Строительные и дорожные машины»

**МЕХАНИЗАЦИЯ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Методическое пособие
для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»

Минск 2008

УДК 69.002.5 (076.5)

ББК 39.311.06-05я7

М 55

Авторы:

*А.В. Вавилов, А.Я. Котлобай,
А.А. Котлобай, Ю.В. Соколовский*

Рецензенты:

М.Д. Гирко, П.В. Шнишляков

Вавилов, А.В.

М 55 Механизация в строительстве: методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / А.В. Вавилов [и др.]. – Минск: БНТУ, 2008. – 128 с.

ISBN 978-985-479-889-9.

Методическое пособие содержит задания, описание устройства и работы современных строительных машин, применяемых в строительном комплексе Республики Беларусь, а также их краткие технические характеристики и методические указания по определению технико-эксплуатационных и экономических показателей этих машин.

Предназначено для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» при изучении дисциплины «Механизация в строительстве» и может быть рекомендовано для студентов других строительных специальностей.

УДК 69.002.5 (076.5)

ББК 39.311-06-05я7

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Механизация в строительстве» предусмотрена учебным планом при подготовке инженеров по специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» прежде всего для обоснованного приобретения строительных машин и выбора вариантов механизации строительных работ. Поэтому при изучении студентами этой дисциплины кроме лекционного курса предусматривается выполнение лабораторных работ, на которых устройство и работа машин углубленно изучаются на натуральных образцах и моделях.

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ ОБЩЕЙ СТРУКТУРЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМА ПЕРЕДАЧИ ДВИЖЕНИЯ К РАБОЧЕМУ ОРГАНУ И ХОДОВОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

Задание

1. Изучить конструкцию типовых деталей машин, устройство передач и их условные обозначения на кинематических схемах.

2. Вычертить условные графические обозначения типовых деталей передач в схемах.

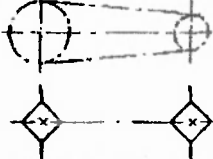
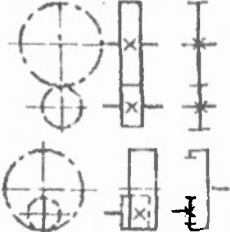
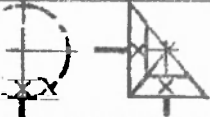
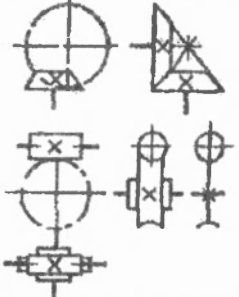
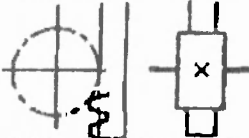
3. Вычертить кинематическую схему привода строительной машины [1] в соответствии с вариантом задания.



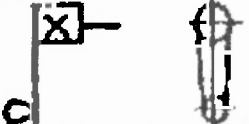
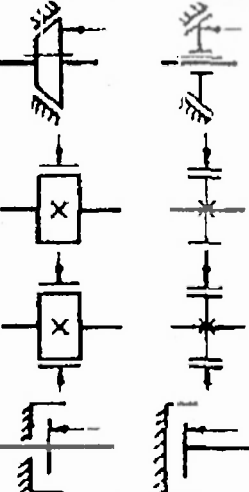

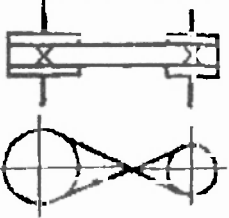
4. Определить основные параметры элементов передач, их геометрические размеры, основные и производственные характеристики механизма, моменты на валах в соответствии с вариантом задания (табл. 1.1).

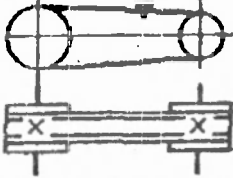


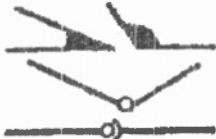
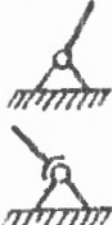
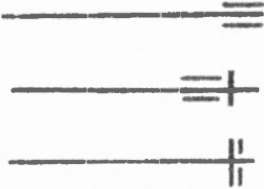
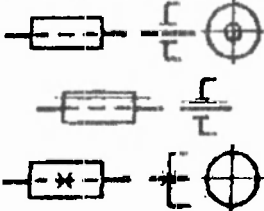
Таблица 1.1

Привод строительной машины	Вариант				
	Мощность двигателя (кВт) и его частота вращения (мин^{-1})				
	1	2	3	4	5
Мешалка двухвалковая	1,7; 1440	2,2; 960	3,0; 1440	5,0; 960	3,0; 2880
Электродвигатель и редуктор зубчатый	1,5; 1440	1,0; 960	0,8; 1440	3,0; 960	1,5; 2880
Электродвигатель и редуктор червячный с цепной передачей	1,0; 960	1,1; 1440	2,2; 2880	1,5; 1440	5,5; 2880
Мельница лабораторная	1,0; 960	2,2; 2880	1,7; 1440	0,8; 1440	1,5; 2880
Электродвигатель и редуктор (модель)	0,8; 1440	1,0; 960	0,2; 2880	1,1; 1440	1,5; 960










Условные обозначения основных типовых деталей
и сборочных единиц в кинематических схемах машин




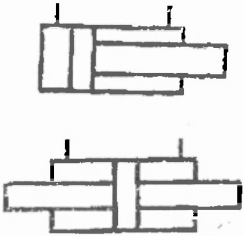



Наименование 1	Обозначение 2
<p>Передача цепью (общее обозначение без уточнения типа цепи)</p>	
<p>Передачи зубчатые (цилиндрические): а) внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)</p> <p>б) внутреннее зацепление</p>	
<p>Передачи зубчатые с пересекающимися валами (конические): общее обозначение без уточнения типа зубьев</p>	
<p>Передачи зубчатые со скрещающимися валами: а) гипоидные</p> <p>б) червячные с цилиндрическим червяком</p>	
<p>Передачи зубчатые реечные: общее обозначение без уточнения типа зубьев</p>	

1	2
Гайка на винте, передающем движение, неразъемная	
Пружины: а) цилиндрические сжатия б) цилиндрические растяжения	
Рукоятка	
Тормоза: а) конусные б) колодочные в) ленточные г) дисковые	
Передачи плоским ремнем: а) открытые	
б) перекрестные	

1	2
<p>Передача клиновидным ремнем</p>	
<p>Вал, валик, ось, стержень, шатун и т.п.</p>	
<p>Неподвижное закрепление оси, стержня, пальца и т.п.</p>	
<p>Соединение стержней: а) жесткое б) шарнирное в) шаровым шарниром</p>	
<p>Соединение стержня с неподвижной опорой: а) шарнирное с движением в плоскости чертежа б) шаровым шарниром</p>	
<p>Подшипники скольжения и качения на валу: а) радиальные б) радиально-упорные в) упорные</p>	
<p>Соединение детали с валом: а) свободное при вращении б) подвижное без вращения в) глухое</p>	

1	2
Соединение двух валов: а) эластичное б) шарнирное в) телескопическое	
Муфты сцепления кулачковые: а) односторонняя б) двусторонняя	
Блок контактной передачи	
Двигатель. Общее обозначение	
Двигатель (мотор) тепловой. Общее обозначение	
Управление ручное или ножное. Общее обозначение	
Кнопка	
Рукоятка	
Педаль	
Насос постоянной производительности: а) с постоянным направлением потока	

1	2
б) с реверсивным потоком	
Насос с регулируемой производительностью:	
а) с постоянным направлением потока	
б) с реверсивным потоком	
Компрессор	
Гидромотор Общее обозначение	
Гидромотор нерегулируемый:	
а) с постоянным направлением потока	
б) с реверсивным потоком	
Гидромотор регулируемый:	
а) с постоянным направлением потока	
б) с реверсивным потоком	

1	2
<p>Пневмомотор. Общее обозначение</p>	
<p>Цилиндр. Общее обозначение</p>	
<p>Цилиндр одностороннего действия без указания способа возврата штока</p>	
<p>Цилиндр двухстороннего действия: а) с односторонним штоком б) с двухсторонним штоком</p>	
<p>Бак под атмосферным давлением</p>	
<p>Фильтр для жидкости или воздуха</p>	
<p>Аккумулятор гидравлический или пневматический: а) пневматический (ресивер, баллон, воздухосборник) б) гидравлический (без указания принципа действия)</p>	

1	2
<p>Распределитель 4/2 с управлением:</p> <p>а) от рукоятки с фиксатором</p> <p>б) от электромагнита и пружинным возвратом</p>	
<p>Распределитель 4/3 с соединением нагнетательной линии и обоих отводов на бак при среднем положении золотника с управлением:</p> <p>а) от рукоятки с фиксатором</p> <p>б) от двух электромагнитов</p>	
<p>Клапан предохранительный (клапан, ограничивающий максимальное давление p_1) – клапан прямого действия</p>	
<p>Делитель потока гидравлический на два потока</p>	
<p>Сумматор потоков гидравлический – двух потоков</p>	
<p>Регулятор потока – дроссель</p>	
<p>Клапан обратный</p>	
<p>Клапан обратный управляемый (гидрозамок) односторонний</p>	

Общие сведения об устройстве строительной машины

Строительная машина – это устройство, предназначенное для выполнения определенной работы в строительстве. Основное назначение машины – частичная или полная замена производственных функций человека для облегчения труда и повышения его производительности.

Основные части строительной машины: силовое оборудование, трансмиссия, рабочее оборудование, ходовое оборудование (для мобильных машин), система управления.

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

Деталь – это неразъемная элементарная часть каждой машины.

Методические указания к работе

На первом этапе работы на натурных образцах изучаются типовые детали машин, основные типы механических передач и устройства и вычерчиваются их условные обозначения. В дальнейшем студенты знакомятся с конструкцией, принципом работы заданного привода строительной машины, составляют кинематическую схему, снабдив ее обозначениями и характеристиками. Кинематический расчет проводится в следующей последовательности.

1. *Определяются конструктивные параметры передач:*

а) для зубчатой и цепной передач производится подсчет чисел зубьев $z_{1(2)}^I$; $z_{1(2)}^{II}$; $z_{1(2)}^{III}$ и т.д.;

б) для червячной пары подсчитывается число зубьев червячного колеса и устанавливается заходность червяка z_q . Обычно $z_q = 1 \dots 4$.

При наличии в приводе ременной передачи производят замеры наружных диаметров шкивов.

2. *Определяются передаточные числа:*

а) для зубчатых и цепных передач

$$u^I = \frac{z_2^I}{z_1^I}; \quad u^{II} = \frac{z_2^{II}}{z_1^{II}} \text{ и т.д.};$$

б) для червячной пары

$$u_{\text{ч}} = \frac{z_{\text{к}}}{z_{\text{ч}}};$$

в) для ременной передачи

$$u_{\text{р}} = \frac{D_2}{D_1}.$$

3. *Определяется общее передаточное число механизма (привода).*
Так, например, для трехступенчатого зубчатого механизма

$$u_{\text{общ}} = u^{\text{I}} u^{\text{II}} u^{\text{III}}.$$

Здесь и далее индекс 1 присваивается всем параметрам ведущего звена передачи, индекс 2 – параметрам ведомого звена передачи. Индексы I, II, III и т.д. указывают на соответствующие ступени привода.

Для привода, включающего червячную, ременную и цепную передачи:

$$u_{\text{общ}} = u_{\text{р}} u_{\text{ч}} u_{\text{ц}}.$$

4. *Устанавливается число оборотов валов механизма (привода).*
Используя данные о частоте вращения двигателя и полученные значения передаточных чисел отдельных передач, входящих в механизм, определяют частоту вращения валов, следующих после двигателя.

Частота вращения второго вала

$$n_2 = \frac{n_{\text{дв}}}{u^{\text{I}}};$$

частота вращения третьего вала

$$n_3 = \frac{n_2}{u^{\text{II}}}, \quad \text{или} \quad n_3 = \frac{n_{\text{дв}}}{u^{\text{I}} u^{\text{II}}} \text{ и т.д.}$$

Частота вращения выходного вала

$$n_{\text{вых}} = \frac{n_{\text{дв}}}{u_{\text{общ}}}$$

5. Определяется общий КПД привода с учетом КПД отдельных механических передач, входящих в привод, а также КПД опорных устройств:

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_{\text{зуб}}^i \eta_{\text{п}}^j \eta_{\text{р}} \eta_{\text{ц}} \eta_{\text{ч}}$$

где i, j – количество зубчатых пар и пар подшипников.

Значения КПД для передач и опорных устройств:

зубчатые передачи $\eta_{\text{зуб}} = 0,97 \dots 0,98$;

подшипники качения – одна пара $\eta_{\text{п}} = 0,99$;

подшипники скольжения $\eta_{\text{пш}} = 0,92 \dots 0,94$;

ременная передача $\eta_{\text{р}} = 0,95 \dots 0,96$;

цепная передача $\eta_{\text{ц}} = 0,95 \dots 0,96$;

червячная передача $\eta_{\text{ч}} = 0,72 \dots 0,92$.

6. Определяется мощность на валах привода.

На выходном валу

$$F_{\text{вых}}^1 = F_{\text{дв}}^1 \eta_{\text{общ}}, \text{ кВт.}$$

На промежуточных валах потери мощности устанавливаются с учетом потерь в кинематической цепи от двигателя до рассматриваемого вала привода.

7. Находятся значения вращающих моментов на валах $T_{\text{дв}}, T_2$ и т.д. На валу двигателя

$$T_{\text{дв}} = 9,56 \frac{P_{\text{дв}}}{n_{\text{дв}}}, \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

На n -м валу T_n устанавливается с учетом вращающего момента на предыдущем валу T_{n-1} , передаточного числа ступени u_{n-1} и потерь на ступенях до рассматриваемого вала:

$$T_n = T_{n-1} u_{n-1} \eta_n, \text{ Н м.}$$

8. Заполняется сводная таблица (табл. 1.3) основных параметров механизма.

Таблица 1.3

Основные параметры привода

Номер вала	n , об/мин	P , кВт	T , Н·м	u	η

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Задание

1. Изучить устройство и принцип работы объемного гидропривода.
2. Изучить назначение, устройство и принцип работы основных компонентов объемных гидроприводов.
3. Изучить правила символических изображений компонентов гидропривода.
4. Изучить правила построения гидравлических схем приводов.
5. В соответствии с указанными преподавателем по заданному варианту исходными параметрами (табл. 2.1) произвести расчет гидропривода.

Таблица 2.1

Показатели	Обо- значе- ние	Вариант						
		1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Рабочий объем, см ³ :								
насоса	$V_{он}$	10	32	50	120	200	32	32
гидромотора	$V_{огм}$	50	—	—	60	100	100	—
Частота вращения, с ⁻¹ :								
насоса	n_n	30	?	30	30	?	?	?
гидромотора	$n_{гм}$?	—	—	?	30	9	—
Мощность на валах, кВт:								
насоса	N_n	?	?	?	?	20	?	?
гидромотора	$N_{гм}$?	—	—	?	?	?	—
Параметры гидроцилиндра, мм:								
диаметр поршня	D	—	100	?	—	—	—	120
диаметр штока	d	—	30	40	—	—	—	40
Давление рабочей жидкости, МПа:								
на выходе из насоса	p_n	?	?	15	10	?	15	?
на входе в гидромотор	$p_{гм}$	10	—	—	?	?	?	—
на входе в гидроцилиндр	$p_{гц}$	—	?	?	—	—	—	?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Масса груза, кг	G	—	1500	2000	—	—	—	2000
Скорость подъема груза, м/с	v	—	0,2	?	—	—	—	0,5
Механический КПД:								
насоса		0,96	0,96	0,96	0,96	0,98	0,96	0,96
гидромотора		0,96	—	—	0,96	0,96	0,96	—
гидроцилиндра		—	0,90	0,90	—	—	—	0,90
Гидравлический КПД:								
насоса		0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
гидромотора		0,98	—	—	0,98	0,98	—	—
гидроцилиндра		—	0,98	0,98	—	—	0,98	0,98
распределителя		0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Объемный КПД:								
насоса		0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
гидромотора		0,96	—	—	0,96	0,96	0,96	—
гидроцилиндра		—	0,99	0,99	—	—	—	0,99
распределителя		0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

Знаком «?» обозначена определяемая величина.

Устройство и принцип работы гидропривода

Гидроприводом называется система, в которой передача энергии от источника (обычно насоса) к гидродвигателю (гидромотору или гидроцилиндру) осуществляется посредством капельной жидкости.

Структурно гидропривод состоит из насоса(-ов), контрольно-регулирующей и распределительной аппаратуры, гидродвигателя(-лей), рабочей жидкости, емкости (бака) для ее содержания и средств (фильтров и охладителей), сохраняющих ее качества, а также соединительной и герметизирующей арматуры.

На рис. 2.1 изображена схема изучаемого объемного гидропривода, состоящего из насоса 1, предохранительного клапана 2, распределителей 3 и 4, гидравлических двигателей — гидромотора 5 и гидроцилиндра 6, замедлительного устройства 7 опускания груза 8, бака и установленного в сливную гидролинию фильтра 9, сблокированного клапаном 10.

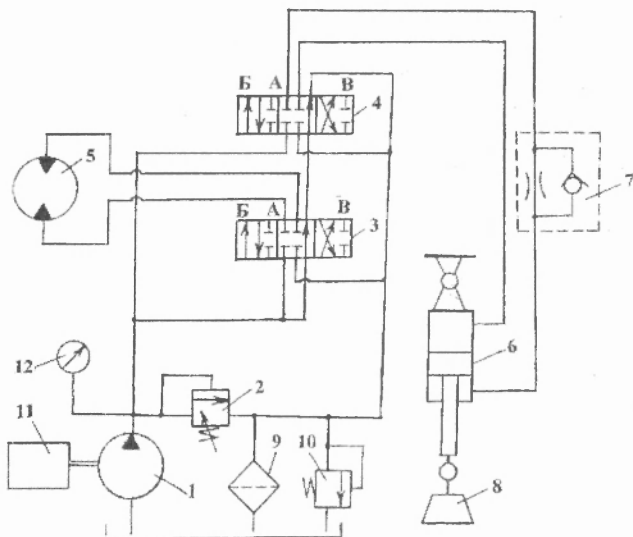


Рис. 2.1. Схема изучаемого гидропривода

Насос *1* предназначен для преобразования механического энергетического потока, поступающего от первичного энергетического источника *11* (электрического или топливного двигателя) в гидравлический энергетический поток, т.е. в поток рабочей жидкости под давлением, который в зависимости от положений (позиций) затворов распределителей *3*, *4* может направляться непосредственно (холостой режим) или через один или оба вместе гидравлические двигателя *5*, *6* (рабочий режим) в бак. При этом величина давления на выходе из насоса зависит от совокупности сопротивлений, встречаемых потоком рабочей жидкости на пути от насоса до бака. В тех случаях, когда распределители *3* и *4* находятся в позициях «А» (см. рис. 2.1), поток рабочей жидкости от насоса *1* проходит в бак через упомянутые распределители, гидрелинии и фильтр *9* (холостой режим). Величина давления на выходе из насоса составляет

$$p_n = \sum \Delta p_{г\lambda} + \Delta p_p + \Delta p_{\phi},$$

где $\Delta p_{г\lambda}$, Δp_p , Δp_{ϕ} – величины давлений необходимых для преодоления потоком рабочей жидкости сопротивлений участков гидрелиний, распределителей и фильтра соответственно.

В тех случаях, когда по команде извне один или оба распределителя 3, 4 переводятся в любое положение «Б» или «В», в работу включается(-ются) соответственно один или оба гидродвигателя. Направление движения гидродвигателей зависит от положения «Б» и «В» их распределителей. Когда в работу включен только один гидродвигатель, например гидромотор 5, рабочее давление на выходе из насоса составит

$$p_p = \sum \Delta p_{гд} + \Delta p_p + \Delta p_{гм} + \Delta p_{ф} ,$$

где Δp_p – потери давления на преодоление сопротивления распределителей 3, 4;

$\Delta p_{гм}$ – потери давления на привод гидромотора 5, зависящие от преодолеваемой нагрузки на его валу.

В том случае, когда одновременно включены гидромотор 5 и гидроцилиндр 6, их совместная работа возможна только при одинаковых требуемых давлениях. Если у одного из них требуемое давление ниже, чем у другого, то их совместная работа невозможна, так как поток жидкости в основном будет уходить в сторону меньшего сопротивления и нарушать нормальную работу гидропривода в целом.

Если в гидроприводе требуемое давление превышает допустимое, срабатывает предохранительный клапан 2 и отводит через себя поток рабочей жидкости от насоса 1 в бак (режим перегрузки), обеспечивая этим ограничение давления в гидроприводе и защиту его элементов от разрушения.

Для обеспечения плавности опускаемых грузов (рабочих органов) в гидроприводах используются замедлительные устройства (см. рис. 2.1, поз. 7), обычно состоящие из обратного клапана и дросселя. При подъеме груза (рабочего органа) рабочая жидкость поступает в цилиндр через обратный клапан и дроссель. При опускании груза жидкость из полости цилиндра уходит в бак только через дроссель, оказывающий ей сопротивление, величина которого зависит от величины потока жидкости, и этим обеспечивающий плавность опускания груза. При этом противоположная полость гидроцилиндра заполняется жидкостью, подаваемой насосом. В случае избыточного количества подаваемой насосом жидкости часть ее будет отводиться на слив через предохранительный клапан 2.

Для визуального контроля давления в гидроприводе предназначен манометр 12. Для очистки рабочей жидкости от твердых загрязнителей (абразивов, продуктов изнашивания) в гидроприводах используют фильтры различного конструктивного исполнения.

Гидравлические машины

Гидравлическими машинами (гидромашинами) называются механические устройства, предназначенные для преобразования видов энергетических потоков с использованием капельной жидкости в качестве энергоносителя.

Гидромашины подразделяются на насосы и гидродвигатели.

Насосами называют гидромашины, предназначенные для преобразования механического энергетического потока в гидравлический энергетический поток.

Гидродвигателями называют гидромашины, предназначенные для преобразования гидравлического энергетического потока в механический энергетический поток.

Гидродвигатели, выходные звенья которых совершают линейные возвратно-поступательные движения, называются гидравлическими цилиндрами (гидроцилиндрами).

Гидродвигатели, выходные звенья которых совершают вращательные движения, называются гидравлическими моторами (гидромоторами).

В зависимости от угла поворота выходного звена гидромоторы подразделяются на полно- ($\alpha > 360^\circ$) и неполноповоротные ($\alpha < 360^\circ$).

Гидромашины, в которых рабочий процесс основан на использовании кинетической энергии жидкости, называются динамическими, а те машины, в которых рабочий процесс основан на использовании потенциальной энергии жидкости, – объемными.

Основной особенностью объемных гидромашин является то, что они содержат по крайней мере одну рабочую камеру, объем которой изменяется $\left[\vec{V}_{\min} \rightarrow \vec{V}_{\max} \right]$ в течение рабочего цикла. При этом каждая рабочая камера содержит подвижный элемент, предназначенный для изменения ее объема. Обычно подвижный элемент рабочей камеры называют вытеснителем. В качестве вытеснителей

могут быть поршни, плунжеры, зубья шестерен, шарики, ролики, пластины, мембраны и т.д.

В процессе работы объемной гидромашины каждая ее камера поочередно сообщается с линией низкого и высокого давления, т.е. рабочие камеры насоса поочередно сообщаются со всасывающей и нагнетательной линиями, а у двигателей – с выходной линией высокого давления и с линией слива.

Величина развиваемого (реализуемого) насосом давления зависит от сопротивления потребителя (обычно гидродвигателя) и соединительной гидроарматуры.

Величина потребляемого гидродвигателем давления рабочей жидкости зависит от величины реализуемой им нагрузки на выходном звене.

По виду вытеснителей гидромашины подразделяют на поршневые, плунжерные, шариковые, роликовые, зубчатые (шестеренные), пластинчатые, мембранные и т.д., а по числу рабочих камер – на одно- и многокамерные.

Гидромашины, у которых рабочие камеры вместе с вытеснителями совершают вращательное движение, называются р о т о р н ы м и .

Величина изменяющегося объема рабочих камер гидромашины называется ее р а б о ч и м о б ъ е м о м . Рабочий объем гидромашин принято выражать в кубических сантиметрах.

Количество рабочей жидкости, подаваемой насосом в систему за единицу времени, называется его п о д а ч е й .

Если известен рабочий объем (V_0) насоса и частота рабочих циклов (i_0), то его идеальную подачу можно определить по формуле

$$Q_{ид} = V_0 \cdot i_0.$$

В связи с тем, что между подвижными элементами насоса имеют место утечки рабочей жидкости, фактическая подача будет всегда меньше идеальной, т.е.

$$Q_{ф} = Q_{ид} - \Delta Q_{н} = V_0 \cdot i_0 \cdot \eta_{он},$$

где $\Delta Q_{н}$ – величина утечек через зазоры;

$$\eta_{он} = \frac{Q_{ф}}{Q_{ид}} \text{ -- объемный КПД насоса.}$$

Идеальная частота вращения гидромотора определяется по формуле

$$n_{ид} = Q_{вх} / V_{огм} ,$$

а фактическая –

$$n_{ф} = Q_{вх} \cdot \eta_{огм} / V_{огм} ,$$

где $Q_{вх}$ – величина входного потока рабочей жидкости;

$V_{огм}$ – рабочий объем гидромотора;

$\eta_{огм}$ – объемный КПД гидромотора.

Объемный КПД гидромотора может быть определен по формуле

$$\eta_{огм} = Q_{п} / Q_{вх} \Leftrightarrow n_{фгм} / n_{идгм} ,$$

где $Q_{п} = Q_{вх} - \Delta Q_{огм}$ – величина потока рабочей жидкости, полезно используемого в гидромоторе;

$\Delta Q_{огм}$ – величина утечек через зазоры в гидромоторе.

Приводную мощность насоса можно определить по формуле

$$N_{п.н} = N_{р.ж} / \eta_{п} = Q_{ф} p_{н} / \eta_{о} \eta_{г} \eta_{м} ,$$

где $N_{р.ж} = Q_{ф} p$ – мощность потока рабочей жидкости на выходе из насоса;

$\eta_{п} = \eta_{о} \eta_{г} \eta_{м}$ – полный КПД насоса;

p – величина давления на выходе из насоса;

$\eta_{г} = p / p_{к}$ – гидравлический КПД насоса;

$p_{к}$ – величина давления в рабочей(-их) камере(-ах) насоса;

$\eta_{м}$ – механический КПД насоса.

Энергетическое качество гидромотора характеризуется его полным КПД, который можно определить как отношение величины мощности на его выходном валу $N_{вых}$ к величине мощности входного потока жидкости $N_{вх}$, т.е.

$$\eta_{п.гм} = \frac{N_{\text{ВЫХ}}}{\dot{N}_{\text{ВХ}}} = \frac{M\omega}{P_{\text{ВХ}} \cdot Q_{\text{ВХ}}} = \frac{2M\pi n_{\phi.гм}}{P_{\text{ВХ}} \cdot \hat{Q}_{\text{ВХ}}},$$

$$M = \frac{N_{\text{ВЫХ}}}{\omega} = \frac{\Delta p Q_{\text{н}}}{2\pi n_{\phi.гм}} = \frac{V_{\text{о.гм}} \Delta p}{2\pi},$$

где M – крутящий момент;

ω – угловая скорость;

Δp – перепад давления в гидромоторе.

Большинство объемных гидромашин являются обратимыми, т.е. они способны работать как в функции насосов, так и в функции гидромоторов.

В гидроприводах строительных и дорожных машин в качестве насосов наиболее широко используются шестеренные (рис. 2.2) и аксиальные (рис. 2.3) гидромашин, а в качестве гидромоторов – аксиальные (рис. 2.3) и радиальные (рис. 2.4).

В связи с тем, что в роторных насосах происходит перемещение рабочих камер с жидкостью из полости всасывания в полость нагнетания, они отличаются от простых поршневых (плунжерных) насосов отсутствием клапанного распределения жидкости, что, в свою очередь, повышает их быстроходность до 85 с^{-1} и обеспечивает высокую равномерность подачи и давления. Все роторные гидромашин могут работать лишь на чистых, неагрессивных жидкостях, которые обладают хорошими смазочными свойствами и предназначены для гидроприводов.

Шестеренные гидромашин

Шестеренными называют роторные гидромашин с рабочими камерами, образованными поверхностями зубчатых колес, корпуса и боковых крышек.

Шестеренные гидромашин выполняют с шестернями внешнего (рис. 2.2, а) или внутреннего (рис. 2.2, б) зацепления. Такая гидромашин представляет собой пару (чаще всего одинаковых) шестерен 1 и 2, находящихся в зацеплении и помещенных в корпус с малыми радиальными зазорами (обычно $10 \dots 15 \text{ мкм}$).

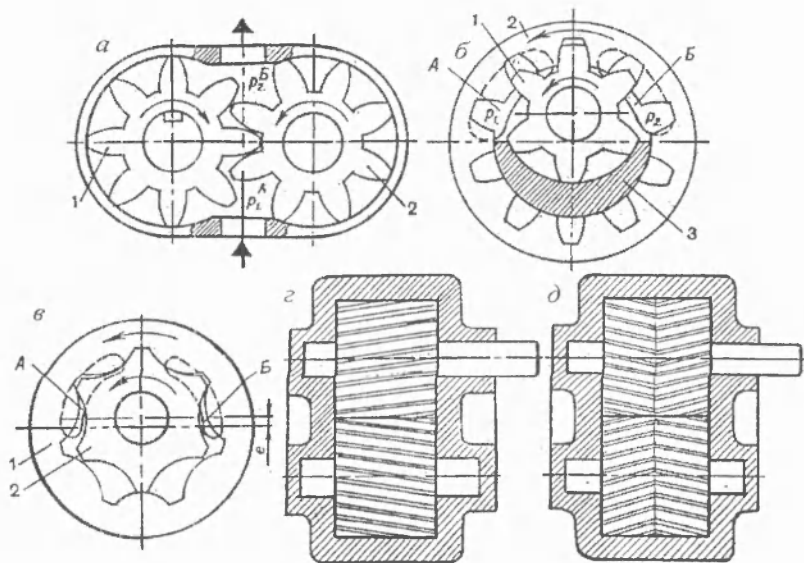


Рис. 2.2. Схемы шестеренных (зубчатых) гидромашин

Рабочий процесс шестеренного насоса с внешним зацеплением происходит следующим образом. Ведущая шестерня 1 (см. рис. 2.2, а) приводит во вращательное движение ведомую шестерню 2. При вращении шестерен в противоположные стороны в камере «А» их зубья выходят из зацепления, что приводит к увеличению объема рабочей камеры и понижению давления рабочей жидкости до вакуумметрического значения. За счет образовавшегося перепада давления между резервуаром (баком) и всасывающей камерой «А» рабочая жидкость из бака будет поступать в камеру «А» и заполнять впадины между зубьями шестерен 1 и 2. При дальнейшем движении шестерен рабочая жидкость во впадинах между зубьями переносится из зоны всасывания (из камеры «А») в зону нагнетания (в камеру «Б»). В зоне нагнетания зубья шестерен входят в зацепление и выталкивают жидкость из впадин в нагнетательную гидролинию под давлением, величина которого зависит от сопротивления потребителя и соединительной гидроарматуры.

В насосах с внутренним зацеплением шестерен (см. рис. 2.2, б) ведущей чаще всего является внутренняя шестерня 1 с наружными зубьями. Всасывающее «А» и нагнетательное «Б» окна выполняются с торцевой стороны зубьев шестерен в боковой крышке или корпусе

насоса. Охватывающая шестерня 2 с внутренними зубьями вращается в цилиндрической расточке корпуса. Между шестернями располагается разделительный серповидный элемент 3, посредством которого всасывающая полость «А» отделена от нагнетательной «Б».

В последнее время в гидравлических усилителях рулевых управлений машин широко применяются гидромашины с шестернями внутреннего зацепления со специальным профилем зуба (см. рис. 2.2, в), в которых отсутствует разделительный элемент полостей с различным уровнем давления. Такие гидромашины называют героторными или бироторными, т.е. с двумя роторами. У кольцевого ротора (колеса) 1 на один зуб больше, чем у внутреннего (шестерни) 2. Их оси смещены одна относительно другой на величину e , образуя зацепление шестерен в зоне верхней разделительной перемычки. Контакт зубьев при переходе ими нижней разделительной перемычки обеспечивает разделение полостей высокого и низкого давлений. Входная и выходная гидролинии с межзубовыми впадинами соединяются посредством серпообразных окон «А» и «Б».

Героторные гидромашины применяются в качестве насосов, работающих на давлениях рабочей жидкости до 14 МПа и частоте вращения вала 30 с^{-1} . Они могут быть использованы в качестве быстроходных низкомоментных гидромоторов. В отдельных случаях героторные гидромашины способны работать на давлении 30 МПа при частоте вращения до 60 с^{-1} .

Рабочий процесс (всасывание и нагнетание) в шестеренных насосах с внутренним зацеплением аналогичен процессу в насосах с внешним зацеплением.

При равных рабочих объемах габаритные размеры и масса насосов с внутренним зацеплением значительно меньше, чем насосов с наружным зацеплением.

Прямозубое зацепление шестерен насосов характеризуется прямолинейным контактом рабочих поверхностей (профилей) зубьев по всей их ширине (длине), при неточном изготовлении которых возникает неравномерность движения ведомой шестерни и шум, а также наблюдается быстрый износ рабочих поверхностей.

Эти недостатки устранены в косозубых (спиральных) и шевронных шестернях (см. рис. 2.2, з и д). Вход в зацепление зубьев и выход из него в этих шестернях происходит постепенно, благодаря чему уменьшаются погрешности в профиле зуба и достигается плавная и относительно бесшумная работа гидромашины.

В насосах с косозубыми шестернями пульсация подачи и крутящего момента, а также запираение жидкости во впадинах значительно ниже, чем в насосах с цилиндрическими шестернями. Для снижения пульсаций давления необходимо, чтобы произведение $b \cdot \operatorname{tg} \varphi$ равнялось $t, 2t, 3t$ и т.д., где φ – угол наклона зубьев; b – ширина шестерни; t – шаг зубьев.

Угол φ выбирают таким, чтобы сдвиг зубьев по окружности на торцах шестерен составлял половину шага. Практически этот угол обычно не превышает $7 \dots 10^\circ$.

При работе насосов с косозубыми шестернями возникают осевые усилия, которые прижимают шестерни к торцам корпуса (крышек). Этот недостаток устранен в насосах с шевронными шестернями (см. рис. 2.2, *д*). Угол наклона зубьев φ шевронных шестерен, используемых в насосах, обычно равен $20 \dots 25^\circ$.

Аксиальные гидромашины

Аксиальные гидромашины характерны тем, что оси их цилиндров параллельны оси вращения блока цилиндров или составляют с ней угол не более 45° .

Преимущества аксиальных гидромашин:

- высокое рабочее давление ($35 \dots 70$ МПа);
- быстроходность ($80 \dots 550$ с⁻¹);
- малая металлоемкость ($0,5 \dots 0,6$ кг/кВт);
- широкий диапазон регулирования частоты вращения вала гидромотора (1:100 при переменных и 1:1000 при постоянных нагрузках);
- возможность работы гидромоторов на низких частотах вращения (до $0,01$ с⁻¹);
- большая долговечность (до 12000 ч);
- высокое быстродействие (изменение подачи от нулевой до максимальной и наоборот за $0,04 \dots 0,08$ с);
- низкие эксплуатационные затраты и быстрая окупаемость.

Аксиальные гидромашины бывают с наклонным блоком цилиндров (см. рис. 2.3, *а, б*) или с наклонной шайбой (см. рис. 2.3, *в, г*). Они могут быть поршневыми (см. рис. 2.3, *а, б*) или плунжерными (см. рис. 2.3, *в, г*) с переменным (регулируемым) или постоянным (нерегулируемым) рабочим объемом. Аксиально-поршневые

гидромашины имеют небольшую радиальную нагрузку на поршень, большой угол наклона блока цилиндров (до 45°), а также более высокий (на 2...3 %) КПД, чем у гидромашины с наклонной шайбой.

На рис. 2.3, *а* представлена схема аксиально-поршневой регулируемой гидромашины с наклонным блоком. Она состоит из вала 1, блока цилиндров 2, торцового распределителя 3, центральной оси 4, поршней 5, шатунов 6 и кардана 7.

Описываемая гидромашинка в функции насоса работает следующим образом. Вращение приводного вала через кардан 7 и шатуны 6 передается блоку цилиндров 2. При соосном расположении вала 1 и блока цилиндров 2 поршни 5 не совершают возвратно-поступательного движения и, следовательно, подача насоса равна нулю. Отклонение оси блока цилиндров от оси приводного вала приводит к возвратно-поступательному движению поршней.

За один оборот каждый поршень совершает один рабочий цикл. Величины ходов поршней зависят от угла наклона блока цилиндров. При изменении угла наклона блока цилиндров в противоположную от нуля сторону изменяется направление подачи насоса, т.е. гидромашинка обеспечивает реверсирование гидропривода.

Аксиальные гидромашинки с наклонной шайбой характеризуются следующими преимуществами по сравнению с гидромашинками с наклонным блоком цилиндров: возможностью работы при более высоких давлениях (до 70 МПа); низким уровнем шума; малыми габаритами; низкой стоимостью; простотой конструкции и ее технологичностью.

На рис. 2.3, *в* приведена упрощенная схема аксиально-плунжерной гидромашины с наклонной шайбой. В цилиндрах ее блока 1 установлены плунжеры 2, которые посредством пружин 6 через башмаки 3 кинематически связаны с наклонной шайбой 4.

Описанная гидромашинка в функции насоса работает следующим образом. Вал 5 приводит во вращение блок цилиндров 1. При этом плунжеры 2 совершают возвратно-поступательное движение в блоке цилиндров. Величина хода плунжеров, соответственно подаче насоса, определяется углом наклона шайбы 4. Когда плунжеры под воздействием пружин 6 выдвигаются из блока цилиндров, происходит всасывание рабочей жидкости, а при их обратном ходе – нагнетание.

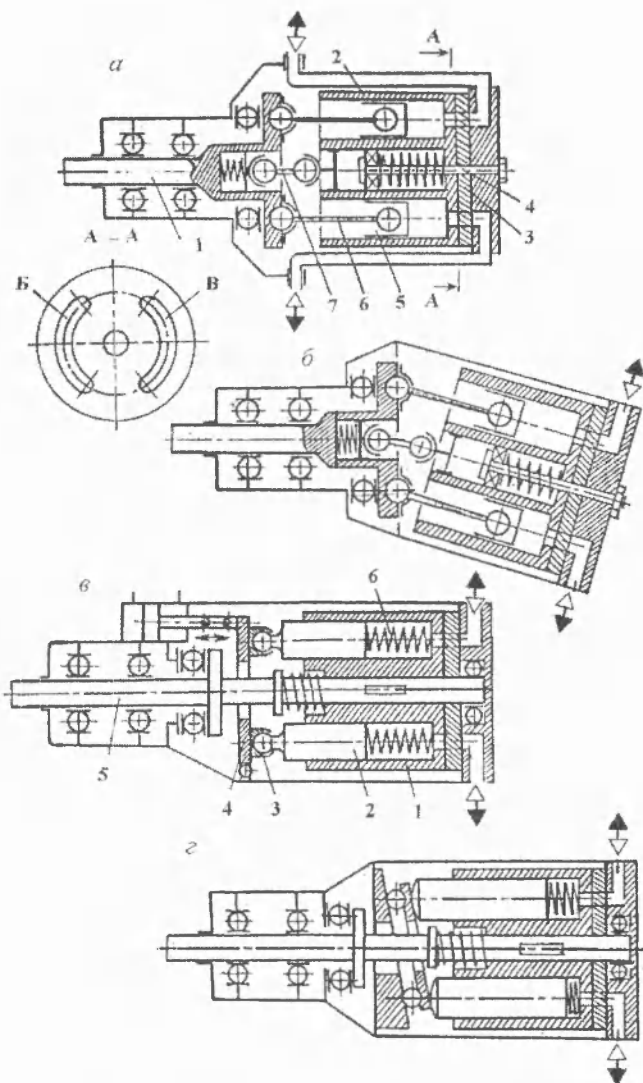


Рис. 2.3. Схемы аксиальных гидромашин

Аксиально-плунжерные гидромашины с наклонной шайбой зачастую используют в функциях регулируемых и нерегулируемых гидромоторов, принцип работы которых аналогичен принципу работы аксиальных гидромашин с наклонным блоком цилиндров.

Радиальные гидромашины

К *роторным радиальным* относятся такие гидромашины, рабочие камеры которых образованы поверхностями поршней (плунжеров, шариков, роликов) и цилиндров, расположенных перпендикулярно к оси вращения ротора (блока цилиндров) или составляющих с ней угол не менее 45° .

Радиальные гидромашины (рис. 2.4) подразделяют по следующим признакам:

- *возможности регулирования рабочего объема* – на регулируемые (рис. 2.4, а) и нерегулируемые (рис. 2.4, б, в);
- *направлению потока рабочей жидкости* – с постоянным и реверсивным потоком;
- *числу рабочих циклов, совершаемых за один оборот ротора (блока цилиндров)*; – на одно- (рис. 2.4, а) и многократного действия (рис. 2.4, б, в);
- *исполнению подвижного элемента (вытеснителя) рабочей камеры* – на поршневые, плунжерные, шариковые, роликовые;
- *механизму распределения рабочей жидкости* – на цапфовые и торцовые.

Радиальные гидромашины являются обратимыми, т.е. они способны работать как в функции насосов, так и гидромоторов.

В радиальной гидромашине однократного действия (рис. 2.4, а) статор 1 размещен с эксцентриситетом e относительно ротора (блока цилиндров) 2. В цилиндрах, радиально выполненных в роторе, установлены плунжеры 3, которые контактируют с опорной поверхностью статора. Виды контактов плунжеров и поршней со статором приведены на рис. 2.4, з. Оси цилиндров пересекаются с осью ротора в одной точке. Распределение рабочей жидкости в рассматриваемой гидромашине осуществляется неподвижным цапфовым распределителем 4, в котором «А» – всасывающая, «Б» – нагнетательная полости, при работе в функции насоса и указанном на чертеже направлении вращения ротора. Входной вал жестко соединен с ротором 2.

Описываемая гидромашина в функции насоса работает следующим образом. При вращении ротора вытеснители (в данном случае плунжеры) совершают сложное движение – они вращаются вместе с ротором и за счет центробежных сил, а иногда и специальных устройств (рис. 2.4, з), прижимаются к направляющей дорожке статора,

копируя ее, совершают возвратно-поступательные движения, обеспечивающие изменение объемов рабочих камер цилиндров. В цилиндрах, проходящих при вращении зону полости (окна) «А», происходит увеличение объемов рабочих камер и заполнение их жидкостью, т.е. происходит процесс всасывания. При переходе цилиндров в зону полости «Б» происходит уменьшение объемов их рабочих камер и вытеснение жидкости в нагнетательную линию, т.е. происходит процесс нагнетания.

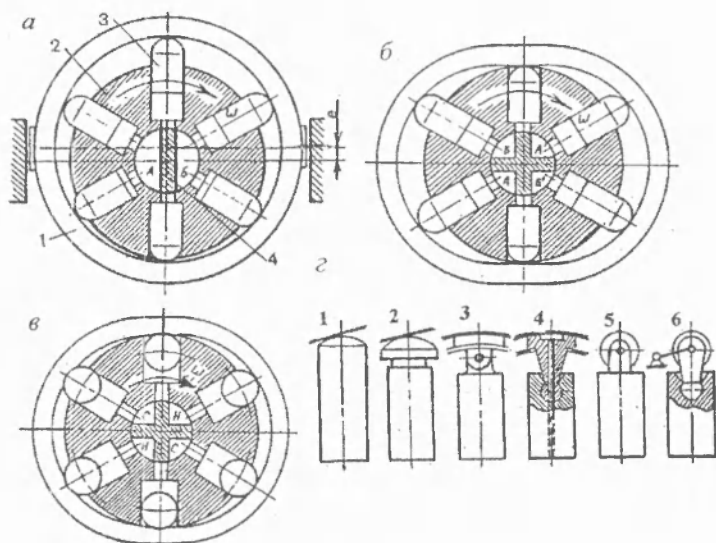


Рис. 2.4. Схемы радиальных гидромашин

Регулирование величины рабочего объема радиальных машин однократного действия достигается за счет изменения величины эксцентриситета e . В регулируемых насосах эксцентриситет меняют в пределах $e_{\max} \leftrightarrow 0$ и этим достигают изменение рабочего объема $V_{0\max} \leftrightarrow 0$ и, как следствие, изменение подачи насоса $Q_{\max} \leftrightarrow 0$. В реверсивных насосах эксцентриситет меняют в пределах $(e_{\max})_л \leftrightarrow 0 \leftrightarrow (e_{\max})_п$, за счет чего изменяются величина и направления подачи потока жидкости.

Работа радиальных гидромашин в функции гидромоторов происходит следующим образом. В зависимости от требуемого направления

вращения гидромотора рабочую жидкость подают в соответствующую полость (окно) «А» или «Б». При этом на каждый из плунжеров, находящихся в зоне окна, через которое подводится рабочая жидкость, действует сила от их давления. В зоне контакта плунжера с наклонной поверхностью направляющей дорожки статора сила от давления раскладывается на нормальную и тангенциальную составляющие. Под воздействием тангенциальной составляющей происходит вращение ротора и, соответственно, выходного вала гидромашин.

Особенностью устройства радиальных машин многократного действия (см. рис. 2.4, б, в) является то, что их статоры выполнены с профильными направляющими дорожками, а число разделительных поясков на цапфовом распределителе в два раза больше кратности гидромашин.

Для увеличения рабочего объема радиальные гидромашин иногда выполняют многорядными с расположением цилиндров в нескольких параллельных плоскостях.

Гидроцилиндры

Гидроцилиндром называется гидродвигатель, выходное звено которого совершает линейные возвратно-поступательные движения. По конструктивному исполнению гидроцилиндры подразделяются на поршневые (рис. 2.5, а-г), плунжерные (рис. 2.5, д, е) и комбинированные (рис. 2.6). Поршневые гидроцилиндры подразделяются на одно- (рис. 2.5, а-в) и двухштоковые (рис. 2.5, г). В зависимости от направления реализуемого рабочего (полезного) усилия гидроцилиндры подразделяются на одно- (рис. 2.5, а, б, д, е) и двухстороннего (рис. 2.5, в, г) действия.

В гидроцилиндрах одностороннего действия движение выходного звена в одну сторону происходит за счет давления рабочей жидкости, а в противоположную – за счет внешних сил (нагрузки). Гидроцилиндры одностороннего действия бывают поршневыми, плунжерными и комбинированными (телескопическими).

В гидроцилиндрах двухстороннего действия движение выходного звена (штока) происходит в обе стороны под давлением рабочей жидкости. Указанные гидроцилиндры бывают одно- и двухштоковыми.

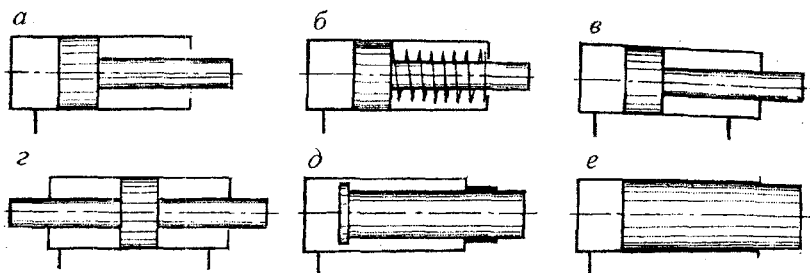


Рис. 2.5. Схемы гидроцилиндров

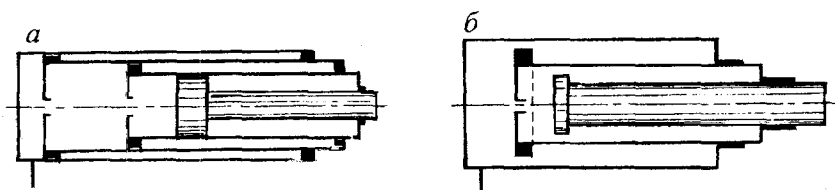


Рис. 2.6. Схемы телескопических гидроцилиндров

Основными элементами поршневых гидроцилиндров (рис. 2.7) являются цилиндрическая гильза 1, поршень 2, шток 3, торцовые крышки 4, 5 и уплотнительные элементы 6, 7.

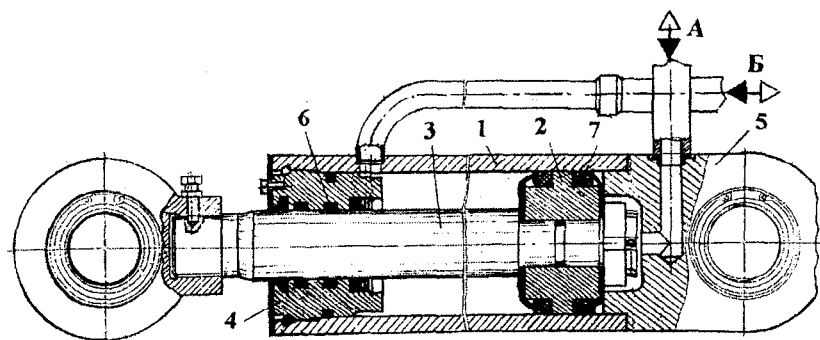


Рис. 2.7. Конструктивное исполнение одноштокового двухходового гидроцилиндра

Величина реализуемой силы F_1 при подаче рабочей жидкости в канал «А» под давлением p будет равна

$$F_1 = p \cdot S_{\text{п}} = p \frac{\pi D^2}{4},$$

а при подаче в канал «Б»

$$F_2 = p(S_{\text{п}} - S_{\text{шт}}) = p \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4},$$

где $S_{\text{п}}$, $S_{\text{шт}}$ – площади поршня и штока;

D , d – диаметры поршня и штока.

Скорость движения штока (поршня) при подаче Q жидкости в канал «А» определяется по формуле

$$v_1 = \frac{Q}{S_{\text{п}}} = \frac{4Q}{\pi D^2},$$

а при подаче жидкости в канал «Б»

$$v_2 = \frac{Q}{S_{\text{п}} - S_{\text{шт}}} = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d^2)}.$$

Плунжерные гидроцилиндры (рис. 2.8) состоят из гильзы 1, плунжера 2, направляющей крышки 3 и уплотнительных элементов 4.

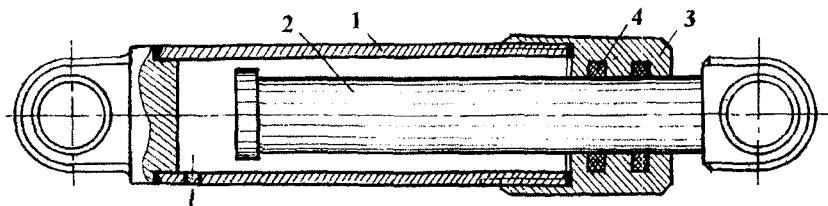


Рис. 2.8. Конструктивное исполнение плунжерного гидроцилиндра

Усилие, развиваемое плунжерным гидроцилиндром:

$$F = p \frac{\pi D_{\text{п}}^2}{4}.$$

Скорость плунжера определяется по формуле

$$v = \frac{Q}{S_{\text{пл}}} = \frac{4Q}{\pi D_{\text{п}}^2},$$

где $S_{\text{пл}}$ – площадь плунжера.

Гидравлические распределители

Гидравлическими распределителями (гидрораспределителями) называются механические устройства, предназначенные для управления направлениями подачи потока рабочей жидкости.

В гидроприводах машин используются распределители различного конструктивного исполнения. Однако общим в них является то, что каждый из них содержит корпус с системой каналов и затвор, по команде извне обеспечивающий прием и распределение рабочей жидкости между каналами корпуса (гидролиниями) в задаваемых вариантах.

В зависимости от конструктивного исполнения затворной группы гидрораспределители подразделяются на золотниковые, крановые и клапанные.

Особенность золотниковых распределителей заключается в том, что их затворы совершают линейные возвратно-поступательные перемещения и могут быть цилиндрическими или плоскими (рис. 2.9, поз. 1...12).

В крановых распределителях затворы совершают поворотные или вращательные перемещения и могут быть цилиндрическими, коническими или плоскими (рис. 2.9, поз. 13...16).

Клапанные распределители характерны тем, что их затворы – седельного типа со сферическими, коническими или плоскими распределительными поверхностями (рис. 2.9, поз. 17).

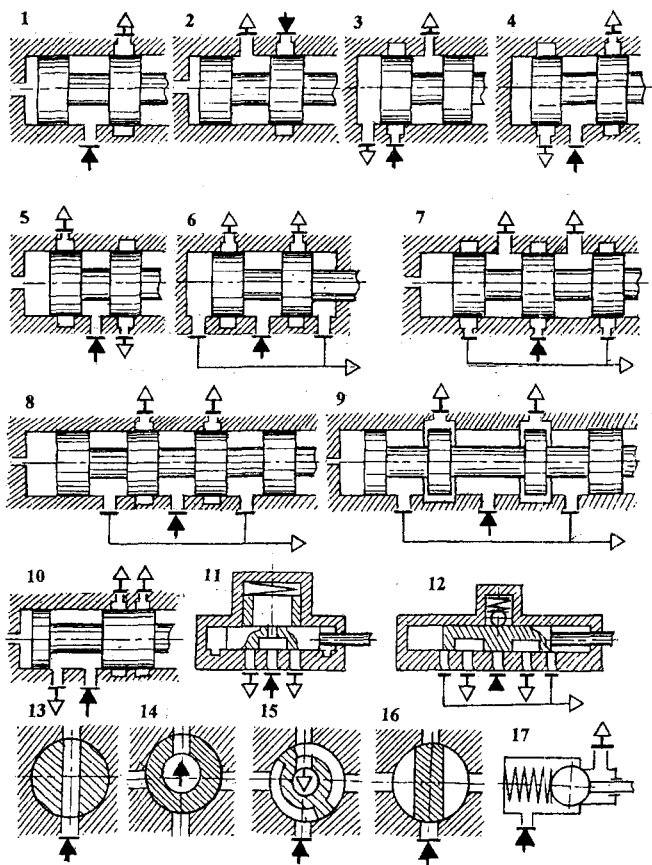


Рис. 2.9. Конструктивные схемы гидрораспределителей

Число неоднозначных гидролиний, подключенных к распределителю, характеризует его линейность, а число его рабочих положений (позиций) – позиционность.

Независимо от конструктивного исполнения затвора на гидравлических схемах распределители изображаются в виде символов, состоящих из набора квадратов, число которых равно числу всех позиций затвора. При этом один из квадратов выбирается основным, отображающим состояние гидролиний в исходном состоянии, а в остальных квадратах указывается состояние соединений гидролиний при включении в работу соответствующей позиции распределителя.

Лабораторная работа № 3

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА БУЛЬДОЗЕРОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Задание

1. Изучить устройство и работу бульдозеров.
2. Вычертить принципиальную схему бульдозера в соответствии с заданием.
3. Описать устройство и работу землеройного оборудования.
4. Определить эксплуатационную производительность бульдозера в соответствии с вариантом задания.

Таблица 3.1

№ п/п	Параметры	Обозначения	Вариант					
			1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Марка бульдозера		ДЗ-42	ДЗ-42П	ТС-10	Т-15.01	Т-20.01	ДЗТ-25
2	Средняя глубина копания, м	h	0,07	0,16	0,12	0,18	0,20	0,15
3	Путь транспортирования, м	$l_{тр}$	70	80	30	60	100	40
4	Угол местности, градус: подъем, спуск	α , +/-	+5	-5	-10	-10	0	+10
5	Род грунта (табл. 3.3)		СТ	ПС	СЛ	ПК	ПС	СП
6	Длина планируемого участка, м	l	70	60	80	70	80	50
7	Угол установки отвала в плане, градус	φ	90	63	90	63	90	63
6	Ширина перекрытия проходов, м	b	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,3
9	Число проходов при планировании	$n_{пр}$	2	1	2	2	1	3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Задание для вычерчивания		Бульдозер с неповоротным отвалом (вид спереди)	Бульдозер с поворотным отвалом (вид спереди)	Основные типы бульдозерных отвалов	Схемы работы бульдозера при разработке грунтов (резание и транспортирование с подрезанием)	Схемы работы бульдозера при разработке грунтов (отсыпка и откат)	Основные типы бульдозерных отвалов

Классификация и конструкция бульдозеров

Бульдозеры представляют собой самоходные землеройно-транспортные машины, в основном предназначенные для срезания, планировки и перемещения грунтов и материалов на расстояние до 150 м. В настоящее время на земляных работах бульдозеры выполняют 30...40 % общего объема всех работ.

Бульдозеры классифицируют по назначению, тяговому классу и типу ходового устройства базовых машин, конструкции рабочего органа и типу системы управления отвалом. По назначению различают бульдозеры общего назначения, используемые для выполнения основных видов землеройно-транспортных и вспомогательных работ в различных грунтовых условиях, и специальные. В зависимости от тягового класса базовых машин бульдозеры разделяют на малогабаритные (класс до 0,9), легкие (классов 1,4...4), средние (классов 6...15), тяжелые (классов 25...35) и сверхтяжелые (класса свыше 35). По типу ходового устройства бульдозеры разделяются на гусеничные и пневмокошесные. По конструкции рабочего органа различают бульдозеры с неповоротным в плане отвалом, постоянно расположенным перпендикулярно продольной оси базовой машины, и с поворотным отвалом, который может устанавливаться перпендикулярно или под углом до 53° в обе стороны к продольной оси машины. По типу системы управления отвалом различают бульдозеры с гидравлическим и механическим (канатно-блочным) управлением.

Рассмотрим конструктивные особенности бульдозеров с неповоротным и поворотным отвалами.

У бульдозера с неповоротным отвалом (рис. 3.1) отвал 1 крепится посредством универсальных шарниров 8 к толкающему устройству в виде двух брусьев 7 коробчатого сечения, задние концы которых соединены с помощью упряжных шарниров 6 с балками 5 ходового устройства базового трактора 4. Шарниры позволяют при перекосе отвала толкающим брусьям поворачиваться в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Подъем и опускание отвала осуществляются с помощью двух гидроцилиндров двойного действия 3, штоки которых шарнирно прикреплены к отвалу через кронштейны. Отвал в рабочем положении удерживают гидрораскос 2 и винтовой жесткий раскос 10, которые установлены в плоскостях соответственно левого и правого толкающих брусьев. Нагрузка между толкающими брусьями равномерно распределяется механизмом 9 компенсации перекоса, обеспечивающим устойчивость отвала в горизонтальной плоскости.

Гидрораскос осуществляет перекося отвал в поперечной плоскости путем поворота его на угол до $+12^\circ$ и представляет собой гидроцилиндр двойного действия с гидрозамком, который включен в гидросистему трактора. Винтовой раскос служит для механического изменения угла резания ножей.

У поворотного бульдозера ДЗ-109 Б (рис. 3.2) отвал 1 монтируется на универсальной толкающей раме 7, охватывающей снаружи трактор 4 и состоящей из двух жестко соединенных между собой полурам прямоугольного сечения. Рама крепится к ходовым тележкам трактора с помощью упряжных шарниров 5. На раме вместо отвала может быть установлено различное сменное оборудование с гидравлическим управлением – кусторез, древовал, корчеватель-собирающий, плужный снегоочиститель и др.

Поворотный отвал соединен с толкающей рамой посредством центрального шарового шарнира 10 и двух боковых толкателей 8 с винтовыми раскосами 2, обеспечивающими различное положение отвала относительно рамы. При одинаковом изменении длины раскосов от среднего положения регулируют угол резания ножей. Угол поперечного перекося отвала в вертикальной плоскости регулируется путем изменения межцентрового расстояния проушин раскосов.

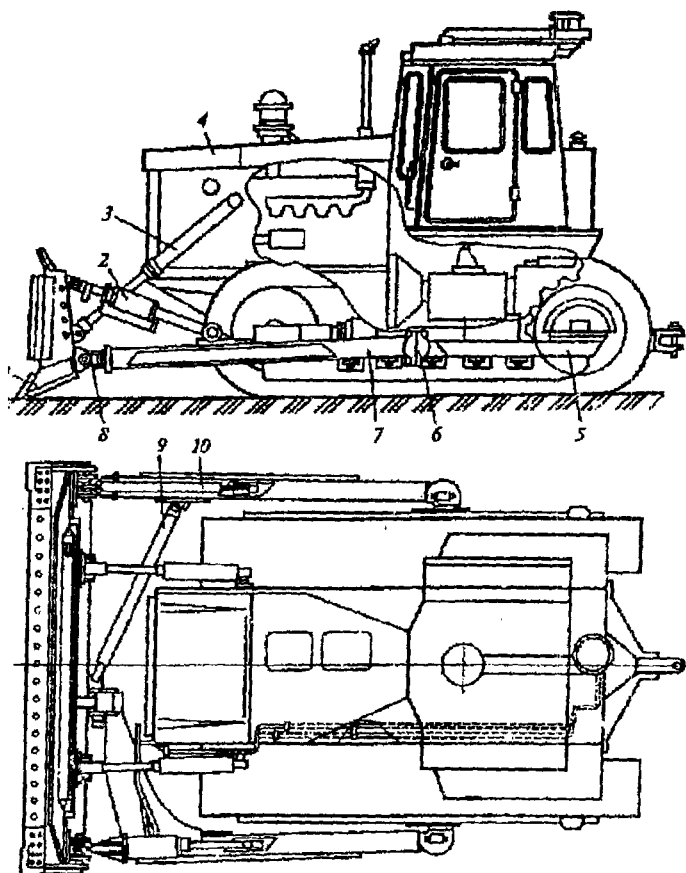


Рис. 3.1. Бульдозер с неповоротным отвалом

Отвал может быть установлен в плане под углом γ в обе стороны от продольной оси машины и под прямым углом к ней. Для установки отвала в три положения (прямое, правое и левое) на верхней полке каждой полурамы установлена по три опорных кронштейна 6, в которых шарнирно крепятся толкатели. На скошенной части полурам установлены кронштейны 9 для крепления гидроцилиндров 3 подъема-опускания отвала.

Бульдозеры оснащаются различными типами отвалов (рис. 3.3).

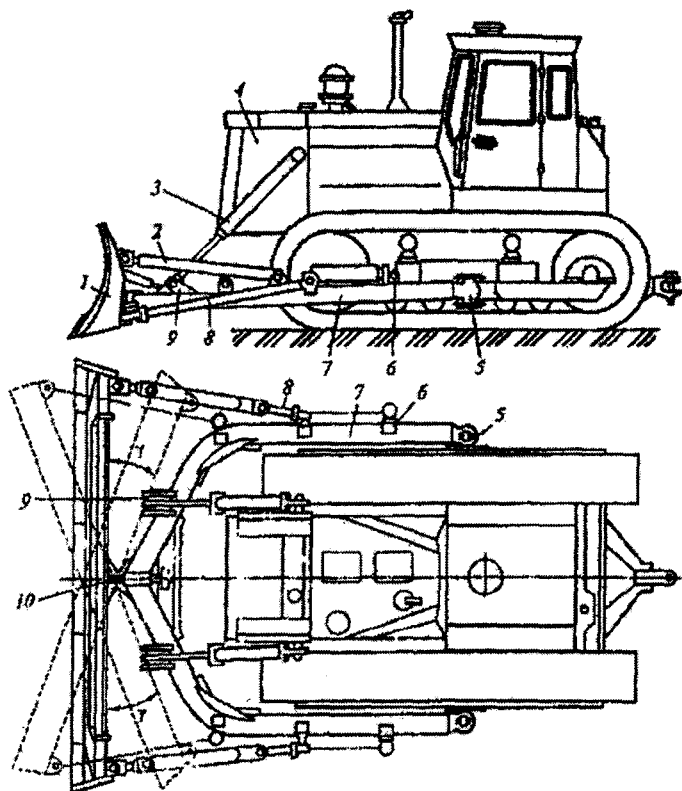


Рис. 3.2. Бульдозер с поворотным отвалом (ДЗ-109Б)

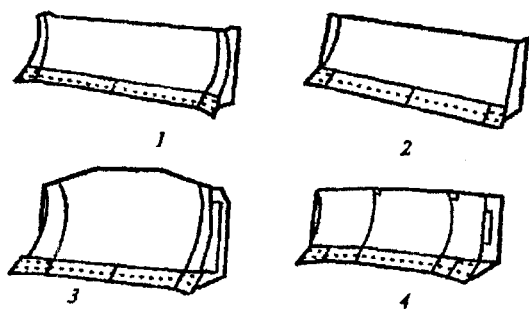


Рис. 3.3. Основные типы отвалов бульдозеров:
 1 – прямой поворотный; 2 – прямой неповоротный; 3 – полусферический;
 4 – сферический

Основные технические характеристики современных бульдозеров приведены в табл. 3.2

Таблица 3.2

Основные технические характеристики гусеничных бульдозеров на базе тракторов тягового класса 3-25

Параметры	Марка машины					
	ДЗ-42	ДЗ-42П	ТС-10	Т-15.01	Т-20.01	ДЭТ-250
Тяговый класс базового трактора	3	3	10	15	20	25
Базовый трактор	ДТ-75Н	Д75Д	ТС-10	Т-15.01	Т-20.01	ДЭТ-250
Мощность двигателя, кВт	70	70	132	176	206	237
Размеры отвала, мм:						
длина	2560	2800	3240	4180	4225	4250
высота	800	800	1300	1560	1700	1850
Скорость движения вперед, км/ч	5,3...11,3	5,3...11,3	0...9,5	3,9...11,1	3,6...10,4	1,2...15,2

Рабочий цикл бульдозера (рис. 3.4) следующий: при движении машины вперед отвал с помощью системы управления заглубляется в грунт, срезает ножами слой грунта и впереди себя волоком по поверхности земли перемещает образовавшуюся грунтовую призму к месту разгрузки; после отсыпки грунта отвал поднимается в транспортное положение, машина возвращается к месту набора грунта, после чего цикл повторяется. Максимально возможный объем призмы волочения современные бульдозеры набирают на участке длиной 6...10 м. Экономически целесообразная дальность перемещения грунта не превышает 60...80 м для гусеничных бульдозеров и 100...150 м для пневмоколесных машин. Преимущественно используются гусеничные бульдозеры, обладающие высокими тяговыми усилиями и

проходимостью. Чем выше тяговый класс машины, тем больший объем земляных работ она способна выполнять и разрабатывать более прочные грунты.

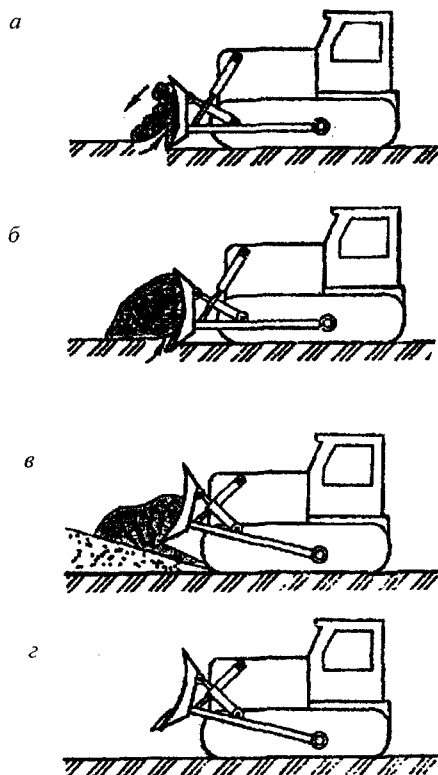


Рис. 3.4. Схемы работы бульдозера при разработке грунтов:
а – резание; б – транспортирование с подрезанием;
в – отсыпка; г – откат назад (холостой ход)

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

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

Время рабочего цикла бульдозера может быть подсчитано по формуле

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{к}} + t_{\text{тр}} + t_{\text{о}} + t_{\text{доп}}, \text{ с},$$

где $t_{\text{к}}, t_{\text{тр}}, t_{\text{о}}$ – соответственно время копания, транспортирования и обратного хода;

$t_{\text{доп}}$ – дополнительные затраты времени:

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{п}} + t_{\text{оп}} + 2t_{\text{пов}} \approx 0,5 \text{ мин};$$

$t_{\text{п}}$ – время переключения передач (около 5 с);

$t_{\text{оп}}$ – время опускания отвала (приблизительно 2 с);

$t_{\text{пов}}$ – время поворота (приблизительно 10 с).

При челночной схеме работы без поворотов машины $t_{\text{пов}} = 0$.

Время на укладку грунта в расчете цикла не учтено, так как оно обычно совмещается с временем транспортирования.

Длительность основных операций рабочего цикла определяется с учетом пути и скорости передвижения бульдозера на этих операциях:

$$t_{\text{к}} = \frac{l_{\text{к}}}{v_{\text{к}}}, \text{ с}; \quad t_{\text{тр}} = \frac{l_{\text{тр}}}{v_{\text{тр}}}, \text{ с}; \quad t_{\text{о}} = \frac{l_{\text{к}} + l_{\text{тр}}}{v_{\text{с}}}, \text{ с}.$$

В эти формулы путь подставляется в метрах, а скорость – в метрах в секунду. Копание грунта обычно осуществляется на первой передаче в коробке передач трактора, транспортирование – на второй, а обратный ход – на третьей или задним ходом.

Путь копания зависит от объема грунта q , накапливаемого перед отвалом, и глубины копания k :

$$l_{\text{коп}} = \frac{q}{hL}, \text{ м}; \quad q = \frac{LH^2 k_{\text{ог}}}{2 \text{tg} \rho_{\text{о}} \cdot k_{\text{р}}}, \text{ м}^3,$$

где L, H – длина и высота отвала (табл. 3.2–3.4);

$\rho_{\text{о}}$ – угол естественного откоса грунта;

$k_{\text{р}}$ – коэффициент разрыхления (табл. 3.3).

Значение угла естественного откоса ρ_0
и коэффициент разрыхления k_p

Род грунта	Сокращенное обозначение	ρ_0 , градус	k_p
Песок средний	ПС	35	1,08...1,17
Песок крупный	ПК	32	1,08...1,17
Супесь	СП	34	1,08...1,17
Суглинок тяжелый	СГ	40	1,24...1,30
Суглинок легкий	СЛ	30	1,15...1,28
Растительный	Р	35	1,24...1,30

Таблица 3.4

Ориентировочные значения коэффициента $k_{ог}$ уменьшения объема
призмы грунта с учетом его вязкости и отношения L/H

L/H	Несвязные грунты	Связные грунты
0,15	0,64	0,97
0,20	0,63	0,93
0,25	0,62	0,89
0,30	0,61	0,85
0,35	0,58	0,82
0,40	0,54	0,78

Эксплуатационная производительность бульдозера определяется с учетом количества грунта перед отвалом q , времени цикла $T_{ц}$ и поправочных коэффициентов по формуле

$$П_э = \frac{3600q}{T_{ц}} k_{п} k_{у} k_{в}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $k_{п}$ – коэффициент, учитывающий потери грунта от дальности транспортирования:

$$k_{\text{п}} \approx 1 - 0,005 l_{\text{тр}};$$

k_y – коэффициент, учитывающий изменения производительности в зависимости от угла наклона местности α к горизонту;

$k_{\text{в}}$ – коэффициент использования машины по времени (0,8...0,9).

Таблица 3.5

Значение коэффициента k_y в зависимости от угла наклона местности α к горизонту

α , град.	0	Подъем			Спуск		
		+5	+10	+15	-5	-10	-15
k_y	1	0,8	0,5	0,45	1,3	1,8	2,3

Для увеличения производительности бульдозера при копании легких грунтов с обоих концов отвала устанавливают сменные уширители, открьлки и удлинители, применяют сферические и полусферические отвалы. Для уменьшения потерь грунта при транспортировании используют технологические приемы:

а) перемещение с непрерывным дополнительным подрезанием грунта на глубину 5...10 см для компенсации потери;

б) перемещение в ранее сооруженной с помощью двух валиков грунта траншее, которая предохраняет призму грунта от потерь;

в) перемещение с промежуточным накоплением грунта, который подхватывается отвалом при последующих проходах и восполняет потери.

Эксплуатационная производительность бульдозера при планировочных работах находится по формуле

$$\Pi_3 = \frac{3600l(L-b)k_{\text{в}}}{n_{\text{пр}}(l/v_{\text{пл}} + t_{\text{пов}})}, \text{ М}^2/\text{ч},$$

где $n_{\text{пр}}$ – число проходов.

Величины, входящие в формулу для расчета Π_3 , даны в табл. 3.2, а $k_{\text{в}}$ и $t_{\text{пов}}$ могут быть приняты из предыдущего расчета.

Лабораторная работа № 4

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ОДНОКОВШОВЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ С НАБОРОМ СМЕННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Задание

1. Изучить устройство и рабочий процесс одноковшовых экскаваторов с гидравлическим приводом.
2. Вычертить принципиальную схему экскаватора и описать его работу в соответствии с вариантом задания (табл. 4.1).
3. Определить эксплуатационную производительность экскаватора при заданных условиях работы.

Таблица 4.1

Показатели	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
I	2	3	4	5	6	7
Индекс машины	ЕК-12	ЕА-17	ЕК-18	ЕТ-14	ЕТ-18	ЕТ-25
Категория разрабатываемого грунта	I	I	II	III	IV	IV
Коэффициент разрыхления k_p	1,20	1,15	1,25	1,27	1,35	1,37
Коэффициент влияния трудности разработки k_T	0,95	1,0	0,9	0,80	0,75	0,70
Коэффициент наполнения ковша k_H	1,0	1,0	0,950	0,85	0,75	0,77
Коэффициент пропорциональности k_i	1,79	1,79	1,68	1,65	1,47	1,47
Копание k_{IK}	1,65	1,65	1,36	1,54	1,49	1,49
Поворот на выгрузку k_{II}	1,85	1,65	1,82	1,83	1,62	1,62
Выгрузка k_{IV}	0,85	1,65	1,82	1,83	1,62	1,62
Поворот в забой k_{I3}	1,21	1,21	1,34	1,38	1,33	1,33

1	2	3	4	5	6	7
Задание для вычерчивания	Рабочее оборудование обратная лопата	Рабочее оборудование прямая лопата	Погрузочное оборудование	Грейферное оборудование	Гидравлический молот	Экскаватор-планировщик

Конструкция гидравлических экскаваторов

Экскаваторы – это самоходные землеройные машины с ковшовым рабочим оборудованием, предназначенные для разработки грунтов с перемещением их на сравнительно небольшие расстояния в отвал или в транспортные средства.

По характеру рабочих процессов различают экскаваторы циклического и непрерывного действия. К экскаваторам *циклического действия* относятся одноковшовые экскаваторы, которые выполняют 35 % объема земляных работ в строительстве, а во всем народном хозяйстве – около 70 %.

Одноковшовые экскаваторы с гидравлическим приводом [2] представляют собой многомоторные машины с жесткой подвеской рабочего оборудования, у которых для передачи мощности от двигателя к рабочим механизмам используется гидравлический объемный привод. Параметры гидравлических экскаваторов регламентированы ГОСТ 30067-93 «Экскаваторы одноковшовые универсальные полноповоротные». По сравнению с механическими гидравлические экскаваторы имеют более широкую номенклатуру сменных рабочих органов, число которых постоянно растет, и большее количество основных и вспомогательных движений рабочего оборудования, что значительно расширяет их технологические возможности и обеспечивает высокий уровень механизации земляных работ, особенно в стесненных условиях.

Гидравлический привод позволяет значительно упростить кинематику трансмиссии и рабочего оборудования; расширить номенклатуру сменного рабочего оборудования; уменьшить габариты машины; рационально совмещать рабочие операции; максимально использовать мощность силовой установки; повысить мобильность и

универсальность машин и улучшить качество выполняемых работ, сообщать сменным рабочим органам движения, позволяющие выполнять земляные работы в труднодоступных местах; обеспечивать плавность движения и точную ориентацию рабочего органа; реализовать большие (в 1,5...2 раза) усилия копания; повысить производительность машин в среднем на 30...35 %; улучшить условия труда машиниста.

Различают гидравлические экскаваторы с шарнирно-рычажным (рис. 4.1, а, б) и телескопическим (рис. 4.1, в) рабочим оборудованием, для удержания и приведения в действие которого используют жесткие связи – гидравлические цилиндры. Основными рабочими движениями шарнирно-рычажного оборудования являются изменение угла наклона стрелы, поворот рукояти с ковшом относительно стрелы и поворот ковша относительно рукояти, телескопического – выдвигание - втягивание телескопической стрелы.

Гидравлические полноповоротные экскаваторы с шарнирно-рычажным рабочим оборудованием созданы на базе единых конструктивных схем, широкой унификации агрегатов и узлов и серийно выпускаются 3...5-й размерных групп. Привод сменного рабочего оборудования таких экскаваторов осуществляется от гидроцилиндров двойного действия, а поворот платформы и передвижение машины – от индивидуальных гидромоторов.

В качестве сменных рабочих органов гидравлических экскаваторов (рис. 4.2) при выполнении обычных земляных работ используют ковши обратных (поз. 1...3) и прямых (поз. 4) лопат различной вместимости, ковши для дренажных работ (поз. 5) и рытья узких траншей (поз. 6), ковши с зубьями и со сплошной режущей кромкой для планировочных (поз. 7) и зачистных (поз. 8) работ, двухчелюстные грейферы для рытья траншей и котлованов (поз. 9) и погрузки крупнокусковых материалов и камней (поз. 10), погрузочные ковши большой вместимости для погрузочных работ (поз. 11...13), бульдозерные отвалы (поз. 14) для засыпки ям, траншей и небольших котлованов, захваты для погрузки труб и бревен (поз. 15), крановую подвеску (поз. 16) для различных грузоподъемных и монтажных работ, многозубые (поз. 17) и однозубые (поз. 18) рыхлители для рыхления мерзлых и плотных грунтов и взламывания асфальтовых покрытий, пневматические, гидравлические (поз. 19) и гидропневматические (поз. 20)

молоты многоцелевого назначения со сменными рабочими инструментами для разрушения скальных и мерзлых грунтов, железобетонных конструкций, кирпичной кладки и фундаментов, дорожных покрытий, дробления негабаритов горных пород, трамбования грунтов, погружения свай и шпунта, с бурами для бурения шпуров и скважин и т.д.

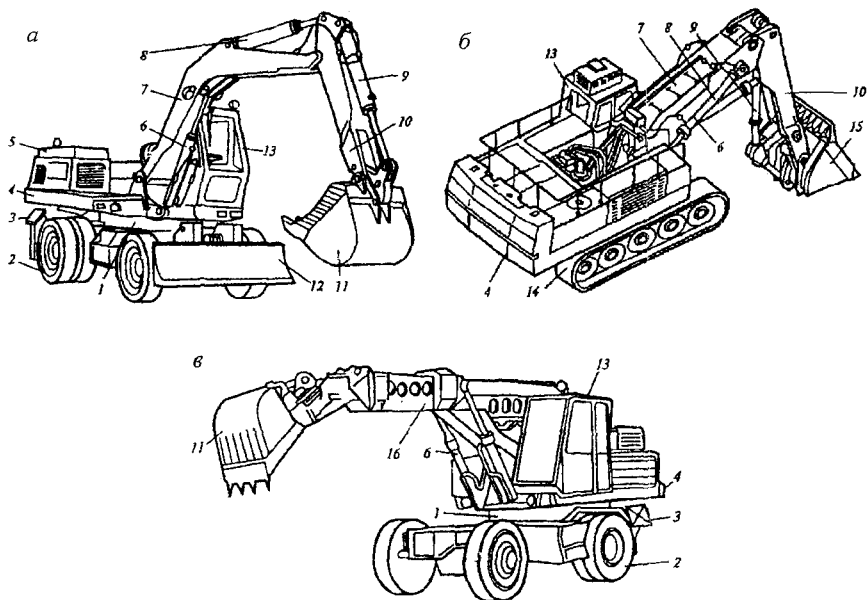


Рис. 4.1. Одноковшовые гидравлические полноповоротные экскаваторы с жесткой подвеской рабочего оборудования:

а – экскаватор с оборудованием обратная лопата; *б* – экскаватор с оборудованием прямая лопата; *в* – экскаватор-планировщик; 1 – опорно-поворотное устройство; 2 – пневмоколесное ходовое устройство; 3 – выносная опора; 4 – поворотная платформа; 5 – силовая установка; 6, 8, 9 – гидроцилиндры стрелы; 7 – стрела; 10 – рукоять; 11 – ковш обратной лопаты; 12 – бульдозерный отвал; 13 – кабина машиниста; 14 – гусеничное ходовое устройство; 15 – ковш прямой лопаты; 16 – телескопическая стрела

К основным видам сменного рабочего оборудования относятся прямая и обратная лопаты, грейфер, погрузчик. Для разработки мерзлых грунтов широко используется рыхлительное оборудование и гидромолоты.

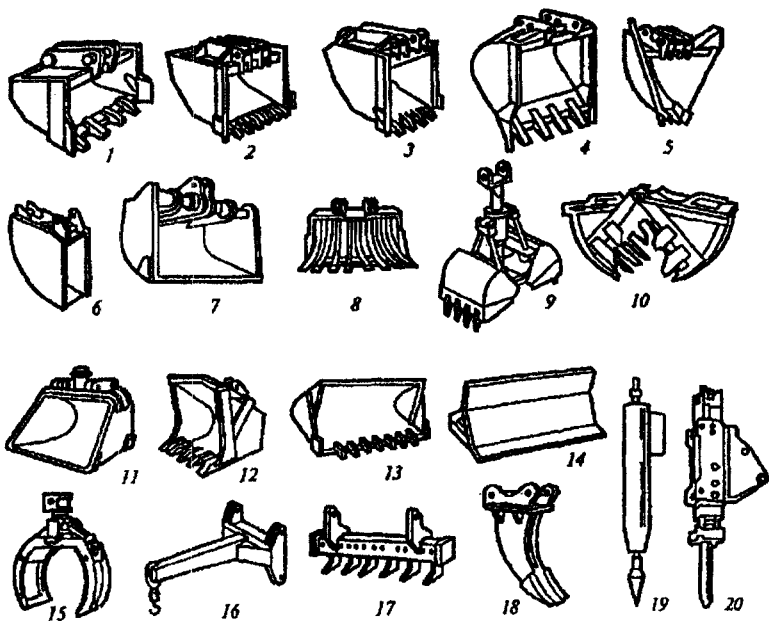


Рис. 4.2. Сменные рабочие органы гидравлических экскаваторов

Обратная лопата является самым распространенным видом рабочего оборудования гидравлических экскаваторов и предназначена для копания выемок, расположенных ниже уровня стоянки экскаватора.

В комплект оборудования обратная лопата (рис. 4.3) входят стрела моноблочная Г-образной формы или составная 1, 6 изменяемой длины, рукоять 5, поворотный ковш 4, гидроцилиндры 2, 3, 8 подъема стрелы, поворота рукояти и ковша. Копание грунта производят поворотом ковша относительно рукояти и поворотом рукояти относительно стрелы. Копание можно осуществлять только поворотом ковша относительно неподвижной рукояти, что позволяет вести работы в стесненных условиях, а также в непосредственной близости от подземных коммуникаций.

Поворотом ковша производят не только копание, но и выгрузку грунта, а также зачистку основания забоя. Толщину срезаемой при копании стружки регулируют путем подъема или опускания стрелы. Составная стрела дает возможность изменять глубину H_k и радиус R_k копания (а также высоту выгрузки H_b), что в сочетании со сменными

профильными ковшами различной вместимости позволяет расширить область применения экскаватора и использовать его с максимальной производительностью в различных грунтовых условиях.

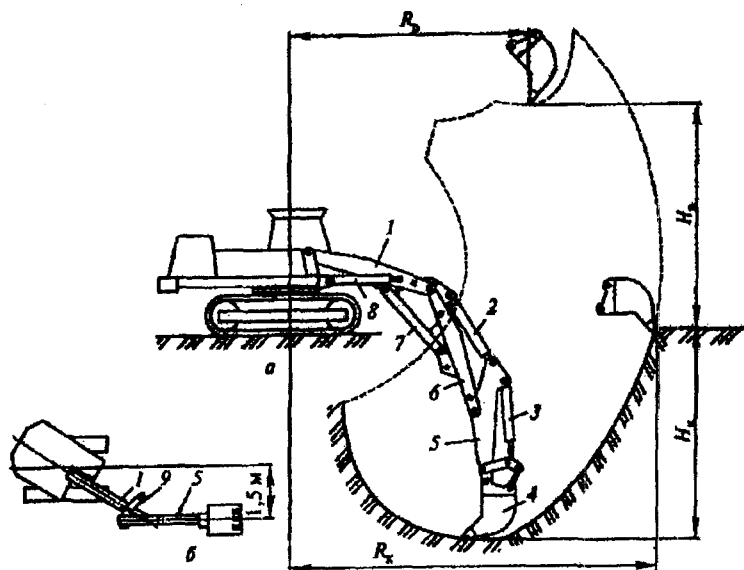


Рис. 4.3. Рабочее оборудование обратная лопата

Основная 1 и удлиняющая 6 части составной стрелы соединены шарниром и тягой 7, установкой которой в различные положения на удлиняющей части достигается изменение длины стрелы. На основную часть стрелы устанавливают оборудование прямой лопаты, грейфера и погрузчика. При работе вблизи фундаментов зданий и других сооружений, а также при копании траншей, ось которых не совпадает с продольной осью экскаватора, в оборудовании обратная лопата применяют специальную промежуточную вставку 9, позволяющую устанавливать рукоять 5 с гидроцилиндром под углом в плане к продольной оси стрелы. Вставка обеспечивает смещение оси копания до 1,5 м относительно продольной оси машины. Оборудование со смещенной осью копания является одним из преимуществ гидравлических экскаваторов.

Прямая лопата с поворотным ковшом широко применяется на экскаваторах 4...6-й размерных групп и предназначена для разработки

грунта как выше (преимущественно), так и ниже уровня стоянки машины, а также для погрузочных работ.

Оборудование прямой лопаты (рис. 4.4) включает стрелу 1, рукоять 2, ковш 3 и гидроцилиндры 4, 5, 6 подъема стрелы, поворота рукояти и ковша. Копание грунта осуществляется поворотом рукояти и ковша, движущегося от машины в сторону забоя. Толщину стружки регулируют подъемом или опусканием стрелы. При разгрузке ковш поворачивают гидроцилиндром 4. Прямой лопатой с поворотным ковшом можно производить планирование и зачистку основания забоя.

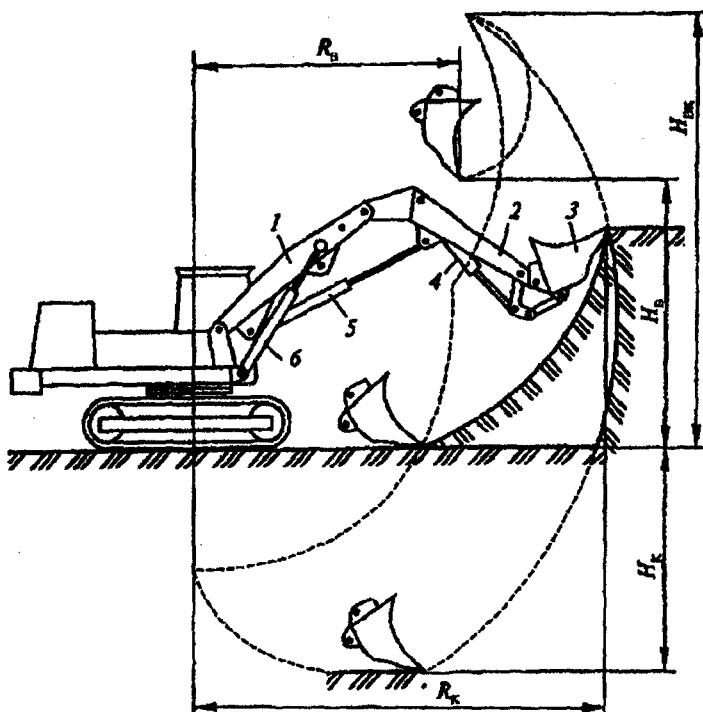


Рис. 4.4. Рабочее оборудование прямая лопата

Погрузочное оборудование применяют для погрузки сыпучих и мелкокусковых материалов выше стоянки экскаватора, разработки и погрузки в транспортные средства (или отсыпки в отвал) грунтов I и II категорий, а также для планировочных работ на уровне стоянки машины. Вместимость ковша погрузчика в 1,5...2 раза больше вместимости

ковша обратной лопаты, что значительно повышает производительность экскаватора при использовании его на погрузочных работах.

В комплект погрузочного оборудования (рис. 4.5) входят стрела 1, рукоять 3, ковш 5 и гидроцилиндры 2, 4, 6 подъема стрелы, поворота рукояти и ковша. Кинематическая схема погрузчика обеспечивает горизонтальное движение ковша от экскаватора при внедрении его в грунт или штабель материала и при планировочных работах. После внедрения в разрабатываемый материал возможен поворот ковша гидроцилиндром 2 для лучшего его заполнения, которым поворачивают поднятый на заданную высоту ковш при разгрузке.

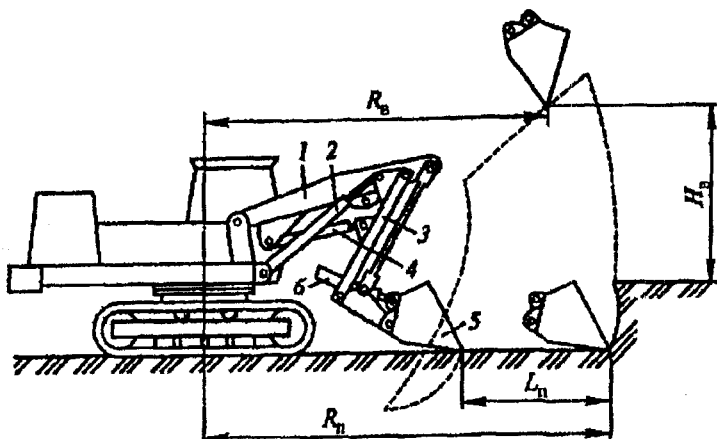


Рис. 4.5. Погрузочное оборудование

Грейфер применяют для рытья котлованов, траншей, колодцев и при погрузочно-разгрузочных работах. Особенно эффективно использование такого оборудования при копании глубоких выемок, а также в стесненных условиях. На гидравлических экскаваторах устанавливают жестко подвешенные грейферы, у которых необходимое давление на грунт при врезании создается принудительно с помощью гидроцилиндров рабочего оборудования. Это позволяет эффективно разрабатывать плотные грунты независимо от массы грейфера. Грейфер шарнирно крепят к рукояти обратной лопаты вместо ковша так, чтобы было возможно его продольное и поперечное раскачивание.

Оборудование грейфера (рис. 4.6) состоит из составной стрелы 1, рукоятки и гидроцилиндров 2, 7, используемых от обратной лопаты,

двухчелюстного грейферного ковша *б* с гидроцилиндрами *5* для замыкания и открывания челюстей и механизма *4* поворота ковша в плане. Челюсти ковша в исходном положении раскрыты. Наполнение его происходит при смыкании челюстей гидроцилиндрами *5*. Необходимое напорное усилие создается опусканием стрелы. Разгружают ковш размыканием челюстей. Для глубокого копания колодцев (до 30 м), траншей и котлованов в оборудовании грейфера используют удлиняющие промежуточные вставки.

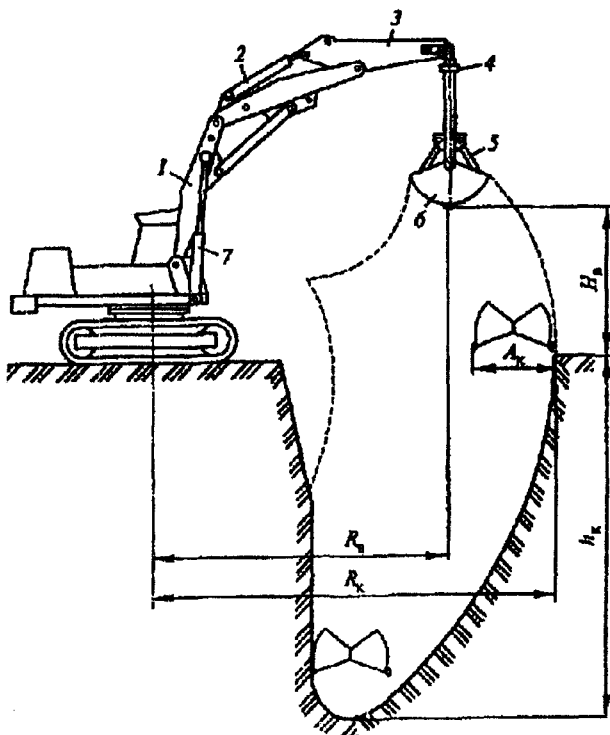


Рис. 4.6. Грейферное оборудование

Грейферное оборудование на напорной штанге (рис. 4.7) применяют для разработки узких и глубоких (до 2 м) траншей с вертикальными стенками в грунтах 1...4-й категорий с каменистыми включениями размером до 200 мм при возведении подземных сооружений способом «стена в грунте», а также для разработки выемок под сваи в промышленном, городском и сельском строительстве.

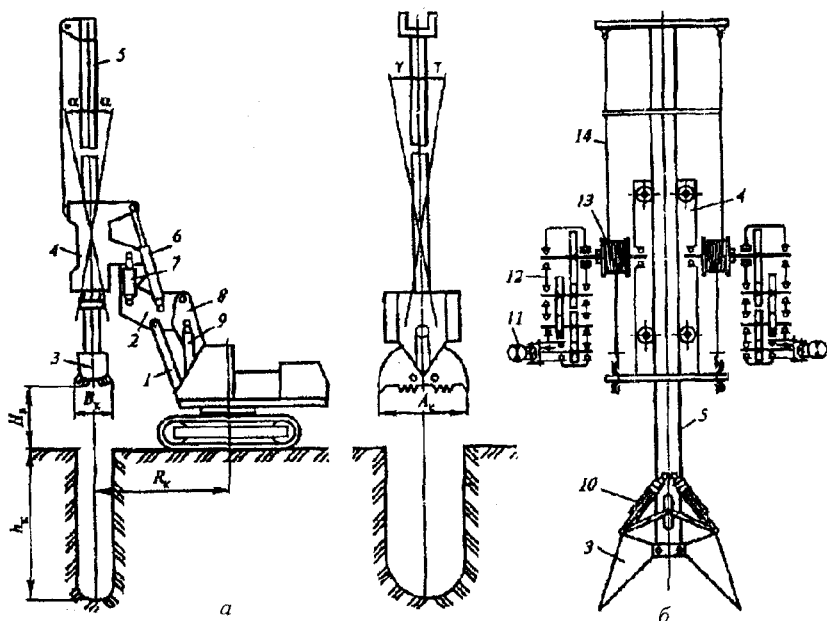


Рис. 4.7. Грейферное оборудование для возведения сооружений методом «стена в грунте»: а — общий вид; б — кинематическая схема механизма

Способом «стена в грунте» можно без отрывки котлована возводить подземную часть промышленных и гражданских зданий и сооружений, стены насосных станций, тоннели метрополитенов неглубокого заложения, колодцы коллекторов, борта каналов и т. п.

Грейферное оборудование устанавливают на базовой части стрелы экскаваторов пятой размерной группы; оно включает в себя (см. рис. 4.7) напорную штангу 5, грейферный ковш 3, направляющий корпус 4 с механизмом перемещения штанги, рычажный механизм 2, гидроцилиндры подъема-опускания штанги и наклона штанги в поперечной плоскости. Направляющий корпус шарнирно соединен с кронштейном, относительно которого может быть повернут двумя гидроцилиндрами в вертикальной плоскости на угол 90° вдоль продольной оси экскаватора.

Дополнительным гидроцилиндром 7 штанга может быть наклонена в поперечной плоскости на угол γ в обе стороны от вертикали. Рабочим

органом оборудования является гидравлический двухчелюстной грейфер (рис. 4.7, б) с приводом сменных челюстей полукруглой формы от двух гидроцилиндров 10, расположенных внутри его корпуса. Режущие кромки челюстей снабжены сменными зубьями, а боковые стенки – резцами с износостойкой наплавкой. Грейфер крепится к напорной штанге, перемещаемой канатным механизмом, смонтированным на направляющем корпусе. Механизм перемещения (подъема-опускания) штанги состоит из двух унифицированных лебедок, каждая из которых включает барабан 13 для перематывания напорно-возвратного каната 14, трехступенчатый цилиндрический редуктор 12 (аналогичный редуктору механизма передвижения экскаватора), тормоз и гидромотор 11. Напорное движение на грейфер создается весом штанги с грейфером и лебедками. Рычажный механизм 2 (см. рис. 4.7, а) жестко крепится к базовой части стрелы и через упорную стойку 1 к пяте стрелы 8. В процессе работы упорная стойка воспринимает нагрузки от рабочего оборудования. Перевод рабочего оборудования из рабочего положения в транспортное обеспечивается поворотом гидроцилиндрами 6 направляющего корпуса 4 со штангой назад на 90° при одновременном опускании вперед гидроцилиндрами 9 базовой части стрелы с кронштейном и упорной стойкой 7. Вертикальное положение оборудования контролируется прибором «Вертикаль-20Б», датчики которого установлены на направляющем корпусе, а указатели – в кабине машиниста. Гидросистема грейферного оборудования питается от насосной установки базового экскаватора. Управление грейферным оборудованием гидравлическое и осуществляется из кабины машиниста.

Гидравлические молоты навешиваются на экскаваторы 2...5-й размерных групп вместо ковша обратной лопаты и соединяются с рукоятью посредством быстросъемного крепления. Экскаватор, оборудованный гидромолотом с рабочим инструментом в виде клина, пики и трамбовки, можно применять при рыхлении мерзлого грунта, дроблении негабаритов твердых и горных пород, взламывании мерзлого фундамента и дорожных покрытий, кирпичных и бетонных фундаментов и других работах, а также для уплотнения грунта. При разработке грунта можно изменять угол наклона гидромолота к поверхности грунта. В комплект оборудования гидромолота (рис. 4.8) входят стрела 1, рукоять 4, гидромолот 5 и гидроцилиндры 2, 3, 6 подъема стрелы, поворота рукояти и молота.

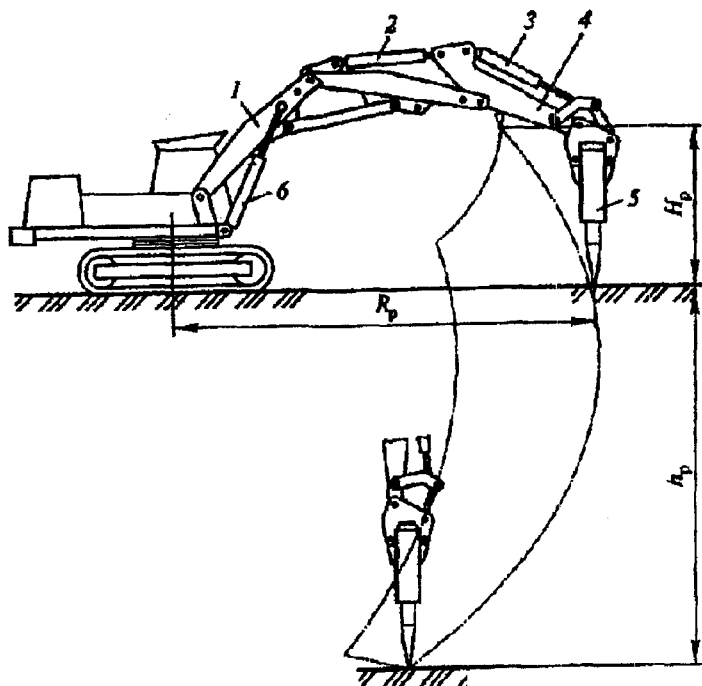


Рис. 4.8. Гидравлический молот

Гидромолоты приводятся в действие от насосов гидросистемы базового экскаватора, что обеспечивает лучшее использование установленной мощности и снижение эксплуатационных затрат. По принципу работы гидромолоты аналогичны паровоздушным. Гидромолоты создают значительные импульсы силы направленного действия и обеспечивают наименьшую энергоемкость процесса разработки мерзлых грунтов и разрушения твердых покрытий.

Различают гидромолоты простого и двойного действия. В гидромолотах двойного действия подъем ударной части (холостой ход) осуществляется под давлением рабочей жидкости, а разгон ее вниз при рабочем ходе — под действием собственного веса и энергии рабочей жидкости или сжатого газа, накопленной во время холостого хода в гидравлическом или пневматическом аккумуляторе. Молоты с пневмоаккумулятором называют также гидропневматическими.

Блок I (рис. 4.9) управляет потоком жидкости, идущим от секции 2 насоса к гидромоторам 10 и 11 левой гусеничной тележки и вращения поворотной платформы, а также к гидроцилиндрам 12 и 13 открывания днища ковша прямой лопаты и вращения ковша грейфера. Блок II направляет поток жидкости от секции 1 насоса к гидроцилиндрам 14 стрелы, рукояти прямой лопаты и погрузочного оборудования 15, рукояти обратной лопаты 16, ковша погрузчика 17, ковша обратной и прямой лопаты и замыкания ковша грейфера 18, к гидромотору 19 привода правой гусеничной тележки.

При включении одного из золотников 6 или 7 рабочая жидкость от секции 3 подается в гидромотор 10 левой гусеничной тележки или гидромотор 11 привода вращения поворотной платформы. При включении золотников 7, 21 и 22 рабочая жидкость подается в гидроцилиндры рабочего оборудования. Одновременным включением золотников 7 и 22 при погрузчике и обратной лопате на поворот рукояти подается поток рабочей жидкости от обеих секций насоса (при невключенных остальных золотниках). Одновременным включением золотников 7 и 21 при прямой лопате поток рабочей жидкости от обеих секций 2 и 1 насоса подается на поворот ковша.

Золотник 20 включает гидромотор 19 правой тележки механизма передвижения. Золотники 20...23 при невключенных золотниках 5...7 подают на соответствующее движение поток рабочей жидкости от обеих секций насоса.

Объединение потоков обеспечивает возможность использования полной мощности насосов при выполнении основных рабочих операций, благодаря чему получают максимальные скорости движения штоки гидроцилиндров подъема стрелы, поворота рукояти и ковша. Давление в системе привода рабочего оборудования составляет 25 МПа. Распределительные блоки позволяют независимо совмещать подъем-опускание стрелы с вращением платформы и поворотом рукояти и ковша.

При нейтральном положении всех золотников рабочая жидкость проходит через гидрораспределители, охладитель, фильтры и сливается в гидробак 4.

Шестеренный насос 1 подает рабочую жидкость в гидроцилиндры управления тормозами передвижения 8 и вращения поворотной платформы 9 через краны управления. Шестеренный насос 24 служит для заполнения гидробака рабочей жидкостью или для ее подогрева в зимнее время. Рациональное использование насосной установки и совмещение рабочих операций позволяют сократить продолжительность рабочего цикла экскаватора и повысить его производительность.

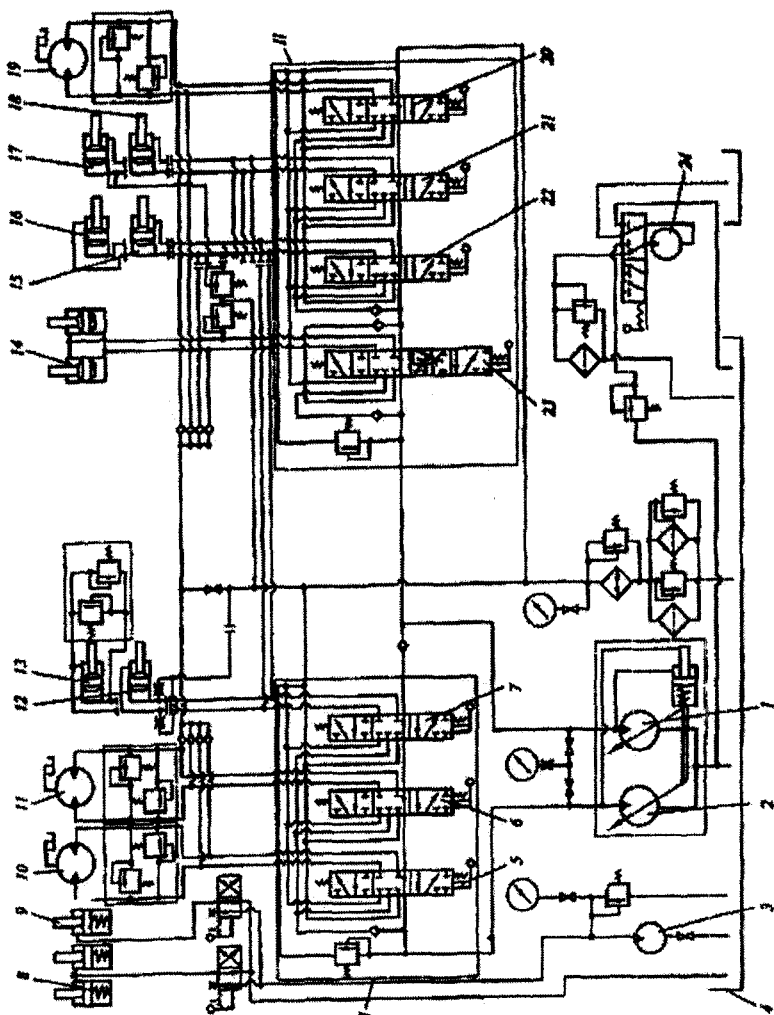


Рис. 4.9. Типовая гидравлическая схема полноповоротных экскаваторов четвертой размерной группы

Управление экскаватором сосредоточено в кабине машиниста и осуществляется двумя рукоятками рабочего оборудования, двумя педалями для управления поворотом платформы и двумя рычагами управления ходом.

Гидравлические одноковшовые полноповоротные экскаваторы в СНГ выпускают в настоящее время в основном экскаваторные заводы России (г. Тверь, Ковров, Воронеж, Пермь и др.) и машиностроительное предприятие «Святовит» (Республика Беларусь).

Технические характеристики одноковшовых гидравлических полноповоротных экскаваторов приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Технические характеристики одноковшовых гидравлических полноповоротных экскаваторов

Параметры	Марка машины				
	ЕК-12	ЕА-17	ЕТ-14	ЕТ-18	ЕТ-25
Ходовое устройство	Пневмокошесное		Гусеничное		
Масса эксплуатационная, т	12,85	17,5	14,8	18,5	26,6
Вместимость ковша, м ³	0,65	0,65	0,65	1,0	1,25
Скорость передвижения, км/ч	20	65	2,4	2,4	2,3/3,4
Максимальная глубина копания, м	4,8	4	5,2	6	6,48
Максимальный радиус копания, м	8,25	7,1	8,2	9,2	9,8
Максимальный радиус копания на уровне стоянки, м	8,06	6,8	7,9	9	9,64
Максимальная высота выгрузки, м	6,4	4,8	5,42	6	7
Угол поворота ковша, град	173	172	173	177	177
Продолжительность рабочего цикла, с	15	15	16	18,5	22

Экскаваторы-планировщики представляют собой универсальные гидравлические полноповоротные машины четвертой размерной

группы, основным рабочим движением которых является выдвигание-втягивание телескопической стрелы с полноповоротным ковшом при копании, планировании и транспортировании грунта в ковше после экскавации. Эти машины разрабатывают грунты I...III категории и характеризуются малой габаритной высотой, что позволяет эффективно использовать их в стесненных условиях городской застройки, в труднодоступных местах и закрытых помещениях, в частности для разработки грунта под мостами, на участках пересечения подземных коммуникаций, при их ремонте и в аварийных ситуациях, внутри зданий и сооружений; для зачистки дна и вертикальных стенок траншей и котлованов; подсыпки и разравнивания грунта под полы, фундаменты и подпольные каналы; засыпки пазух фундаментов, траншей и котлованов; подачи материалов через проемы в стенах под низкое перекрытие и т. п.

Экскаваторы с телескопическим рабочим оборудованием широко применяют на рассредоточенных объектах малого объема как универсальные землеройные машины. Наиболее эффективно они используются при планировании наклонных поверхностей каналов, насыпей и выемок земляного полотна, расположенных ниже уровня стоянки экскаватора. Основными частями экскаваторов-планировщиков (рис. 4.10) являются базовое шасси 7, поворотная платформа 2 (с расположенными на ней силовой установкой, узлами гидропривода и кабиной машиниста) и телескопическое рабочее оборудование. Поворотная платформа опирается на раму ходового оборудования через ролик опорно-поворотное устройство. Телескопическое рабочее оборудование экскаваторов-планировщиков имеет единую принципиальную схему и состоит из телескопической стрелы прямоугольного сечения, сменного рабочего органа и механизмов выдвигания-втягивания стрелы, подъема-опускания стрелы, поворота ковша относительно собственной оси и продольной оси стрелы.

Телескопическая стрела включает две секции – наружную 3, шарнирно прикрепляемую к поворотной платформе, и выдвигную внутреннюю 4, несущую на переднем конце сменный рабочий орган 5. Гидравлический привод рабочего оборудования обеспечивает выполнение пяти рабочих движений: прямолинейное движение рабочего органа при изменении длины телескопической стрелы (ход стрелы $l_c < 4,15$ м) с помощью длинноходового гидроцилиндра, подъем (на угол $\alpha = 0...30^\circ$) и опускание (на угол $\beta = 0...70^\circ$) стрелы

в вертикальной плоскости двумя параллельно установленными гидрочилиндрами, поворот ковша относительно оси его подвески (на угол $\gamma = 0...145^\circ$) и вокруг продольной оси стрелы (360°). Три из пяти рабочих движений можно совмещать: при планировочных работах – выдвигание (втягивание) стрелы, ее подъем (опускание) и поворот ковша; при повороте на выгрузку (в забой) – подъем (опускание) стрелы, ее выдвигание и поворот платформы.

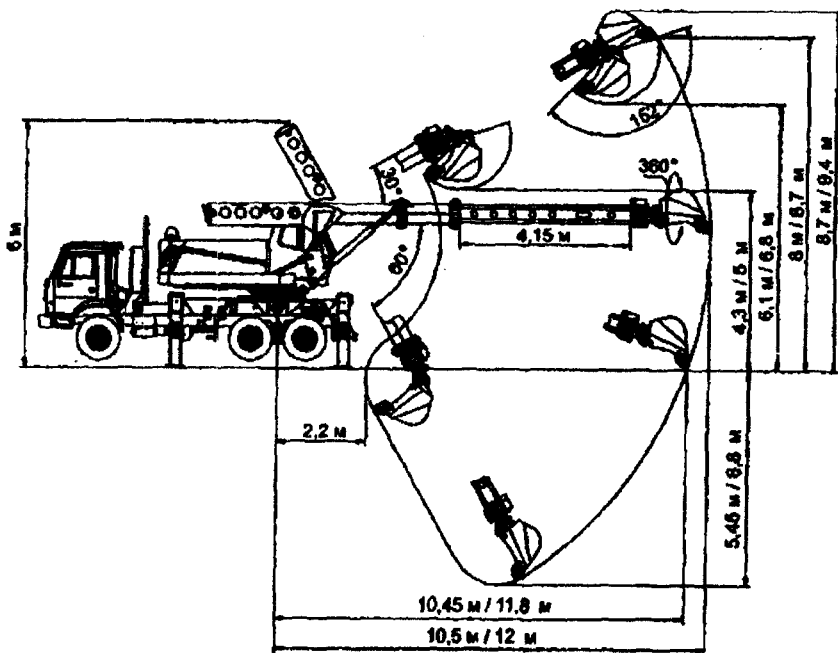


Рис. 4.10. Схема рабочей зоны экскаватора-планировщика

Выполнение основных видов земляных работ осуществляется следующими движениями стрелы и ковша:

планированием и зачисткой наклонных поверхностей, расположенных ниже уровня стоянки машины, – втягивание телескопической стрелы с коррекцией толщины срезаемой стружки небольшим поворотом ковша;

зачисткой и планированием горизонтальных поверхностей на уровне и ниже уровня стоянки экскаватора – совмещением опускания и втягивания стрелы с периодической коррекцией положения ковша;

зачисткой и доводкой боковых (наклонных и вертикальных) поверхностей земляных сооружений при расположении экскаватора вдоль оси сооружения (например, в траншеях) – втягиванием телескопической стрелы и поворотом рабочего органа относительно продольной оси стрелы на некоторый угол.

В настоящее время в Беларуси основным производителем универсальных полноповоротных экскаваторов-планировщиков четвертой размерной группы на автомобильных шасси является машиностроительное предприятие СП «Святовит».

Машиностроительное предприятие СП «Святовит» выпускает базовую модель экскаватора-планировщика EW-25M1 (рис. 4.11) на базе автомобилей МАЗ-630303 (6 × 4) или МАЗ-63107 (6 × 6) и ее модификации EW-25-M1.1 (на шасси КамАЗ-53228) и EW-25-M1.2 (на шасси Урал-4320). Модификации экскаваторов-планировщиков конструктивно подобны, максимально унифицированы, имеют сходные технические характеристики и различаются между собой базовыми шасси и габаритами. При работе экскаватор-планировщик устанавливается на выносные гидравлические опоры. Экскаваторы имеют возможность перемещаться по строительной площадке со скоростью до 1,5 км/ч при выключенном двигателе базового шасси и работающем дизеле экскаваторной установки. Управление перемещением экскаватора ведется из кабины оператора.

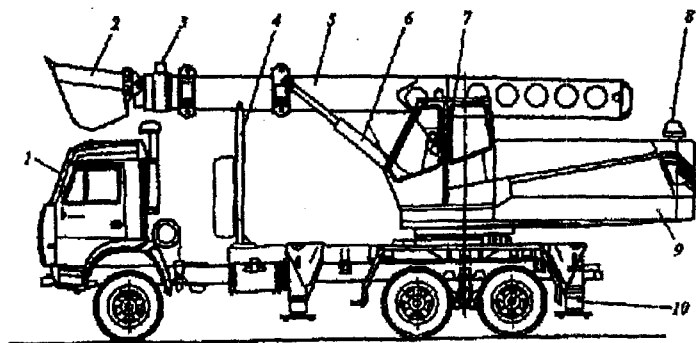


Рис. 4.11. Экскаватор-планировщик:

- 1 – базовое шасси; 2 – ковш; 3 – выдвижная секция стрелы; 4 – стойка;
- 5 – основная (наружная) секция стрелы; 6 – гидроцилиндр подъема-опускания стрелы;
- 7 – кабина оператора; 8 – дизель экскаваторной установки;
- 9 – поворотная платформа; 10 – выносная гидравлическая опора

В комплект рабочего оборудования экскаваторов-планировщиков «Святовит» входят экскавационные ковши с зубьями вместимостью 0,63; 0,4; 0,18 м³, шириной 1,35 м; планировочный ковш вместимостью 0,4 м³ и шириной 1,35 м; планировочный ковш вместимостью 0,4 м³ и шириной 2,5 м; профильный ковш; траншейный ковш; планировочный отвал; доска планировочная; зуб-рыхлитель; клещевой захват; кирковщик; удлинитель стрелы; каток.

Предприятием «Святовит» также выпускаются модификации экскаваторов EW-25M1 «Антей». Эти экскаваторы по всем параметрам аналогичны базовой модели и ее модификациям и отличаются тем, что комплектуются гидроаппаратурой ведущих мировых производителей, имеют увеличенный запас прочности и повышенную надежность гидроразводки, что позволило увеличить гарантийный срок эксплуатации машин.

Широкая номенклатура сменных рабочих органов и конструктивные особенности телескопического оборудования обеспечивают практически полную механизацию экскавационных, планировочных, зачистных, доводочных и погрузочно-разгрузочных работ в стесненных условиях, большинство из которых не могут быть выполнены (частично или полностью) универсальными одноковшовыми экскаваторами.

Методические указания

Эксплуатационная производительность одноковшового экскаватора определяется по формуле

$$П_э = \frac{3600qk_n k_t k_b k_y}{t_u k_p}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где q – вместимость ковша, м³;

k_n – коэффициент наполнения ковша;

k_t – коэффициент влияния трудности разработки;

k_b – коэффициент использования экскаватора по времени ($k_b = 0,85$);

k_y – коэффициент управления машиной, зависящий от квалификации машиниста ($k_y = 0,89 \dots 0,98$);

k_p – коэффициент разрыхления грунта.

Продолжительность цикла

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{к}} + t_{\text{пв}} + t_{\text{пз}}, \text{ с,}$$

здесь $t_{\text{к}}$ – продолжительность копания, с;

$t_{\text{пв}}$ – продолжительность выгрузки, с;

$t_{\text{пз}}$ – продолжительность поворота в забой, с.

Значения продолжительности операций цикла могут быть определены с использованием коэффициентов пропорциональности k_i , принимаемых по табл. 4.1.

Продолжительность операции

$$t_i = k_i \sqrt[3]{m},$$

где m – масса экскаватора, т.

Лабораторная работа № 5

ИЗУЧЕНИЕ ДИЗЕЛЬ-МОЛОТОВ И ПОРЯДОК ИХ ПОДБОРА

Задание

1. Изучить назначение и принцип работы, общее устройство и особенности конструкции основных узлов штангового и трубчатого дизель-молотов.

2. Изучить назначение и устройство копра.

3. Вычертить схему трубчатого дизель-молота.

4. Изучить порядок выбора дизель-молота.

Свайные молоты состоят из массивной ударной части, движущейся возвратно-поступательно относительно направляющей конструкции в виде цилиндра (трубы), поршня со штоком, штанг и т. п. Ударная часть молота наносит чередующиеся удары по головке сваи и погружает сваю в грунт. Направляющая часть молота снабжена устройством для закрепления и центрирования молота на свае.

Рабочий цикл молота включает два хода – холостой (подъем ударной части в крайнее верхнее положение) и рабочий (ускоренное движение ударной части вниз и удар по свае).

Дизельные молоты представляют собой прямодействующие двигатели внутреннего сгорания, работающие по принципу двухтактного дизеля. Они получили преимущественное распространение в строительстве благодаря энергетической автономности, мобильности, простой и надежной конструкции и высокой производительности.

По типу направляющих для ударной части дизель-молоты делятся на штанговые и трубчатые. У трубчатого дизель-молота направляющей ударной части в виде массивного подвижного поршня служит неподвижная труба, у штангового направляющими ударной части в виде массивного подвижного цилиндра служат две штанги. Распыление дизельного топлива в камере сгорания у штанговых молотов – форсуночное, а у трубчатых – ударное.

Дизель-молоты подвешиваются к копровой стреле с помощью захватов и подъемно-сбрасывающего устройства («кошки»), предназначенного для подъема и пуска молота и прикрепленного к канату лебедки копровой установки.

Технические характеристики дизельных молотов приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Технические характеристики дизельных молотов

Параметры	Марки дизельных молотов						
	трубчатые					штанговые	
	СП-75	СП-76	СП-77	СП-78	СП-79	СП-60	СП-6Б
Масса ударной части	1250	1800	2500	3500	5000	240	2500
Максимальная потенциальная энергия ударной части, кДж	40	56	82	115	160	1,7	36,7
Масса забиваемых свай, т	1,2...3	1,8...5	2,5...6,5	3,5...8	5...10	0,4	3,2
Масса молота, т	2,7	3,85	5,6	7,8	10,0	0,4	4,2
Габаритные размеры:							
длина	750	800	920	1000	1000	1980	950
ширина	600	600	730	950	950	550	1100
высота	4400	4400	5200	5500	5500	500	4560

Легкий дизель-молот СП-60 с подвижными штангами предназначен для забивки деревянных свай с помощью копра СП-13Б. Дизель-молот СП-6Б применяют для забивки в грунт железобетонных и металлических свай с помощью копра грузоподъемностью не менее 9 т.

Штанговый дизель-молот (рис. 5.1) состоит из следующих основных узлов: поршневого блока 1 с шарнирной опорой, ударной части – подвижного рабочего цилиндра 3, двух направляющих штанг 4 с траверсой 6, механизма подачи топлива и захвата – «кошки» 5. Поршневой блок включает поршень 2 с компрессионными кольцами, отлитый заодно с основанием. В центре днища поршня установлена распылительная форсунка 12, соединенная топливопроводом 13 с плунжерным топливным насосом высокого давления (до 50 МПа), питающимся из топливного резервуара. Основание поршневого блока опирается на шарнирную опору, состоящую из сферической пяты 15 и наголовника 17, которые соединены серьгой 16 и пальцем 14. Шарнирная опора обеспечивает направление

удара по центру сваи в случае некоторого несовпадения осей молота и сваи. В основании блока закреплены нижние концы направляющих штанг 4, верхние концы которых соединены траверсой 6. По штангам перемещается чугунный ударный цилиндр с камерой сгорания в донной части. На внешней поверхности цилиндра укреплен штырь (выступающий стержень) 8, воздействующий на рычаг 7 топливного насоса при падении ударной части вниз. Для управления топливным насосом при запуске молота в работу служит рычаг 9. Для запуска молота захват – «кошку» 5 подвешивают для обеспечения автоматического зацепления крюка «кошки» за валик 11 ударного цилиндра, после чего «кошку» и сцепленную с ней ударную часть поднимают лебедкой крайнее в верхнее положение. Далее поворотом вручную (через канат) рычага сброса 10 от «кошки» освобождают ударный цилиндр, который под действием собственного веса скользит по направляющим штангам вниз. При движении цилиндра на поршень 2 воздух, находящийся во внутренней полости цилиндра, сжимается (в 16...25 раз), а температура его резко повышается (до 600 °С). При нажатии штыря 8 цилиндра на приводной рычаг 7 топливного насоса дизельное топливо по топливопроводу 13 подается к форсунке 12 и распыляется в камере сгорания, смешиваясь с горячим воздухом. При дальнейшем движении цилиндра вниз горячая смесь самовоспламеняется, и в то же мгновение цилиндр наносит удар по шарнирной опоре наголовника 17, которой надет на головку сваи. Расширяющиеся продукты сгорания смеси (газы) выталкивают ударную часть вверх и выходят в атмосферу. Поднимающийся рабочий цилиндр быстро теряет скорость, под действием собственного веса начинает опять падать вниз, и цикл повторяется. Дизель-молот работает автоматически до выключения топливного насоса.

Штанговые дизель-молоты обладают малой энергией удара (25...35 % потенциальной энергии ударной части). Их применяют для забивки в слабые и средней плотности грунты легких железобетонных и деревянных свай, стальных труб и шпунта при сооружении защитных шпунтовых стенок траншей, котлованов и каналов.

Трубчатые дизель-молоты предназначены для забивки в грунт преимущественно железобетонных свай массой 1,2...10 т и могут работать при температуре окружающего воздуха –40...+40 °С. При температуре ниже –25 °С молоты при запуске подогревают.

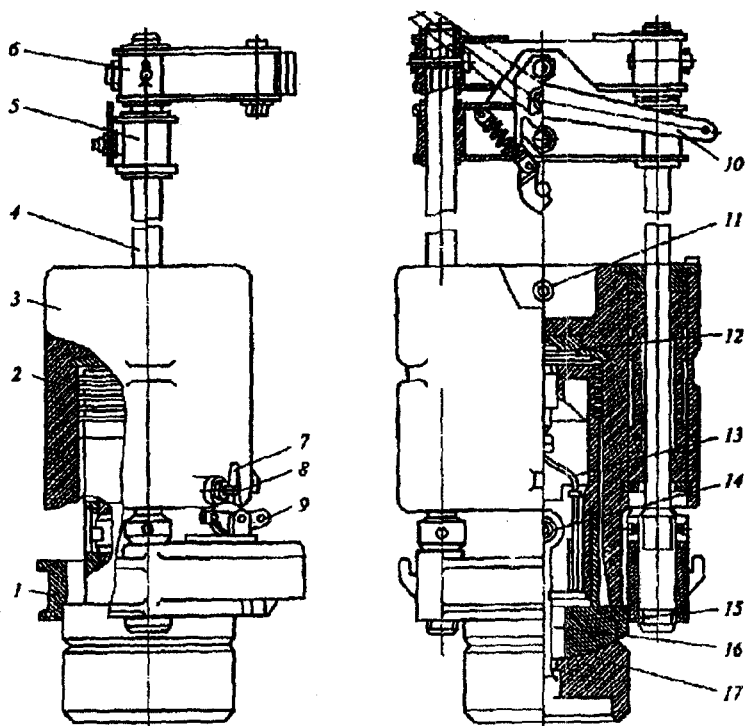


Рис. 5.1. Штанговый дизель-молот

ОАО "Завод «Строймаш»" выпускает ряд моделей однотипных трубчатых дизель-молотов, различающихся между собой массой ударной части: дизель-молот СП-75А с ударной частью массой 1250 кг, СП-76А (1800 кг), СП-77А (2500 кг), СП-78А (3500 кг) и СП-79 (5000 кг).

Конструктивно-технологической особенностью трубчатых дизель-молотов является применение водяной системы охлаждения, кольцевой камеры сгорания типа «Тор» и принудительной смазки.

Все трубчатые дизель-молоты выполнены по единой конструктивной схеме, максимально унифицированы и состоят из следующих основных узлов (рис. 5.2): ударной части – поршня 8 с компрессионными кольцами 4, сменного рабочего цилиндра 3 и направляющей трубы 9, шабота 2, по которому поршень наносит удар, топливной и масляной систем, пускового устройства «кошки» 12

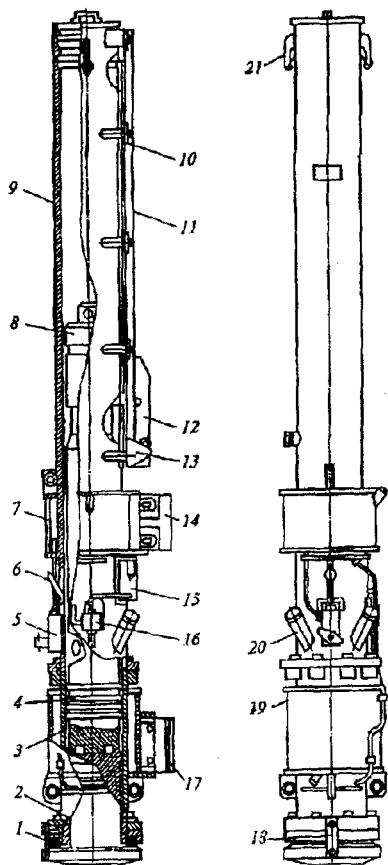


Рис 5.2. Конструктивная схема трубчатого дизель-молота

с подъемно-сбрасывающим механизмом. В верхней части направляющей трубы имеются две проушины 21 для крепления каната при установке молота на копр. Рабочий цилиндр герметично закрыт снизу шаботом с компрессионными кольцами, передающим энергию удара поршня на сваю. К фланцу шабота прикрепляется свайный наголовник. Между фланцами рабочего цилиндра и шабота установлен кольцевой резиновый амортизатор 1, предотвращающий жесткое соударение корпуса цилиндра и шабота при больших осадках сваи. В нерабочем состоянии рабочий цилиндр и шабот соединяют планкой 18. Нижний торец поршня — сферический и по форме соответствует выемке в шаботе. При полном контакте сферических поверхностей поршня и шабота (в момент удара) кольцевая полость, образованная кольцевыми выточками в их сферах, представляет собой камеру сгорания.

Топливо в сферу шабота подается под давлением 0,3...0,5 МПа плунжерным насосом 5, которым управляет падающий поршень, нажимающий на приводной рычаг 6. К насосу топливо поступает по гибким резиновым шлангам из топливного бака 7. Полость рабочего цилиндра 3 сообщается с атмосферой через четыре всасывающе-выхлопных патрубка 20, направленных вверх.

Смазка трущихся рабочих поверхностей цилиндра и поршня осуществляется принудительно. Масло из бака 15 подается к трущимся

поверхностям по гибкому маслопроводу с помощью масляного плунжерного насоса 16, по устройству и принципу действия аналогичного топливному. Отвод тепла от стенок рабочего цилиндра при повышенных температурах окружающего воздуха обеспечивается системой водяного охлаждения циркуляционно-испарительного типа, состоящей из расположенного в зоне камеры сгорания бака 19 для воды с заливной и сливной горловинами.

В направляющей трубе со стороны, обращенной к копру, имеется продольный паз, в котором перемещается подъемный рычаг кошки, входящий в зацепление с поршнем при его подъеме в момент запуска молота. На наружной поверхности направляющей трубы установлены направляющая 11 «кошки» 12, упор 13 для взвода подъемного рычага «кошки», упор 10 для сброса поршня и два захвата (левый 17 и правый 14) для подъема дизель-молота.

Рабочий цикл дизель-молота осуществляется в такой последовательности (рис. 5.3): перед пуском молота поршень 4 поднимается «кошкой» 5, подвешенной на канате 6 лебедки копра, в крайнее верхнее положение, после чего происходит автоматическое расцепление «кошки» и поршня (положение I). При свободном падении вниз в направляющей трубе 3 поршень нажимает на приводной рычаг 7 топливного насоса 8, который подает дозу топлива в сферическую выточку шабота 1 (положение II). При дальнейшем движении вниз поршень перекрывает отверстия всасывающе-выхлопных патрубков 2 и начинает сжимать воздух в рабочем цилиндре 9, значительно повышая его температуру. В конце процесса сжатия головка поршня наносит удар по шаботу, чем обеспечивается погружение сваи в грунт и распыление топлива в кольцевую камеру сгорания, где оно самовоспламеняется, перемешиваясь с горячим сжатым воздухом (положение III).

Часть энергии расширяющихся продуктов сгорания – газов (максимальное давление сгорания 7...8 МПа) передается на сваю, производя ее дополнительное (после механического удара) погружение, а часть расходуется на подброс поршня вверх на высоту до 3 м. Вследствие воздействия на сваю последовательно двух ударов – механического и газодинамического – достигается высокая эффективность трубчатых дизель-молотов. При движении поршня вверх (положение IV) расширяющиеся газы по мере открывания всасывающе-

выхлопных патрубков 2 выбрасываются в атмосферу. При дальнейшем движении поршня вверх, через те же патрубки засасывается свежий воздух. Достигнув крайнего верхнего положения, поршень начинает свободно падать вниз, рабочий цикл повторяется, и в дальнейшем молот работает автоматически до полного погружения сваи.

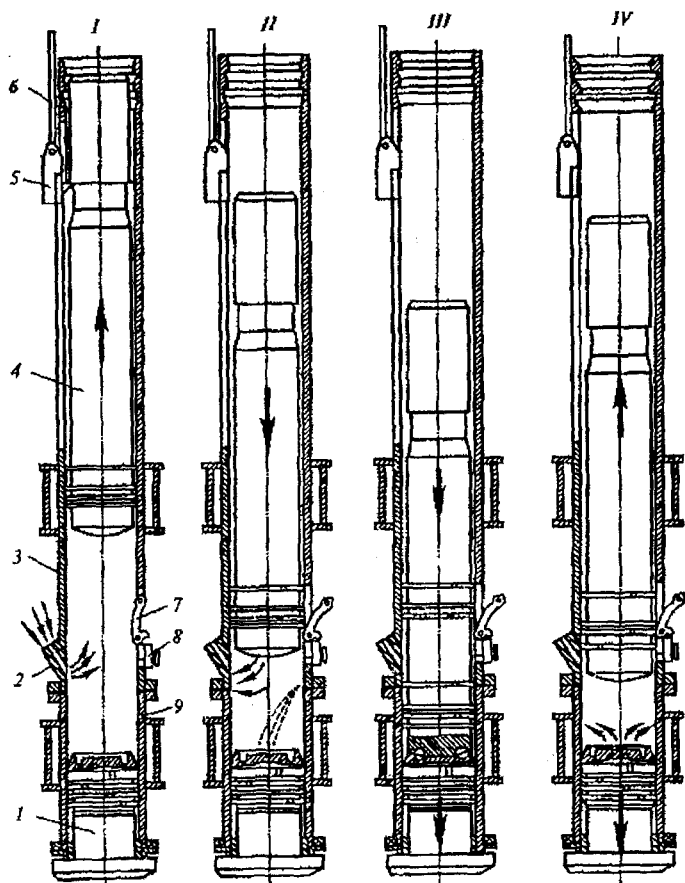


Рис. 5.3. Последовательность работы трубчатого дизель-молота

Таким образом, в течение первого такта цикла работы трубчатого дизель-молота происходит продувка цилиндра, сжатие воздуха,

впрыск и разбрызгивание топлива, а в течение второго – самовоспламенение горячей смеси топлива с воздухом и расширение продуктов сгорания, выхлоп отработанных газов в атмосферу и засасывание в цилиндр свежего воздуха.

Высота подскока ударной части дизель-молотов регулируется путем изменения количества впрыскиваемого насосом топлива, что позволяет изменять величину энергии удара в зависимости от типа свай и плотности грунта.

Трубчатые молоты более эффективны, чем штанговые, так как при равной массе ударной части могут забивать более тяжелые (в 2...3 раза) сваи за один и тот же отрезок времени. Штанговые дизель-молоты имеют низкие энергетические показатели и невысокую долговечность (в 2 раза меньшую, чем трубчатые).

Общим недостатком дизель-молотов является большой расход энергии на сжатие воздуха (50...60 %) и поэтому – сравнительно небольшая мощность, расходуемая на забивку свай. Массу ударной части дизель-молота подбирают в зависимости от массы погружаемой сваи и типа применяемого молота. Так, масса ударной части штангового дизель-молота должна быть не менее 100...125 %, а трубчатого – 40...70 % от массы сваи, погружаемой в грунт средней плотности.

Самоходные копровые установки представляют собой навесное и сменное копровое оборудование, смонтированное на гусеничных тракторах, экскаваторах и грузовых автомобилях. Такие установки обладают энергетической автономностью, полной механизацией вспомогательных операций, достаточными мобильностью и маневренностью, высокими технико-экономическими показателями.

Тракторные копровые установки используют для погружения вертикальных и наклонных свай длиной до 16 м при возведении фундаментов в крупнопанельном и каркасно-панельном домостроении, кирпичных зданий гражданского и промышленного назначения. Копровое оборудование навешивается сбоку или сзади базовой машины. Наибольшее распространение в строительстве получили навесные копровые установки СП-9Д, базирующиеся на тракторах класса 10. Копровое оборудование этих установок аналогично по конструкции, имеет гидравлический привод и навешивается

сбоку базовой машины. Оно предназначено для подъема, передвижения и удерживания сваепогрузителя на мачте; подтаскивания, подъема и установки сваи под сваепогрузитель на точку забивки и в необходимое положение (наклонное или вертикальное); выдвигания мачты со сваепогрузителем и поднятой свайей; навешивания устройств для скручивания (срезки) голов забитых свай.

Технические характеристики навесного и сменного копрового оборудования приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Технические характеристики навесного и сменного копрового оборудования

Параметры	Индекс машины			
	на базе тракторов		на базе экскаваторов	
	СП-49П	КО-16	Э-652Б, ЭО-4111В, ЭО-4112	ЭО-5111Б, ЭО-5115
1	2	3	4	5
Производительность, свай/смену	25	20	20	20
Высота, м:				
полезная	12	16	12	14
полная	19	23	18,6	21
Грузоподъемность, т	11	16	10	15
Наибольшая масса погрузаемой сваи, т	5	7,5	3	5
Рабочие наклоны мачты:				
назад	1:3	1:3	1:10	-
вперед	1:4	1:4	1:10	-
в стороны	1:8	1:8	1:10	-
Угол поворота мачты вокруг вертикальной оси, градус	-	-	360	360
Максимальное изменение вылета мачты, м	0,4	0,4	1,4	-
Базовая машина	Т-130МБГ-1	Т-130БГ-1	-	-
Дизельный молот	СП-6Б СП-76	СП-77 СП-78	СП-75	СП-6Б СП-76

	1	2	3	4	5
Масса, т:					
навесной части		9,14		3,8	6,5
общая		29,6		26,2	39,2

Копровая установка СП-49Д (рис. 5.4, а) включает в себя базовый трактор 1, дизель-молот 10 с наголовником 11, несущую раму 4, подвижную раму 2, гидравлические полиспасты 6 для подъема молота и сваи, двухсекционную мачту 8 с оголовком 9 и направляющими для свайного молота, боковой 5 и задний 7 гидравлические раскосы, гидрооборудование 3, свайную стрелку 12 для установки свай под молот, упор 13, устройство 14 для подтаскивания свай. Навесное оборудование с гидравлическим приводом обеспечивает выполнение следующих операций: подтаскивание, подъем, установку сваи на точку забивки и под молот, наклоны мачты в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, выдвижение мачты, подъем и опускание молота, опускание мачты в транспортное и подъем ее в рабочее положение.

Гидрополиспасты для подъема молота (рис. 5.4, б) и сваи (рис. 5.4, в) приводятся в действие гидроцилиндрами 17 и через десятикратную запасовку обеспечивают подъем сваи канатом 19 и молота канатом 18. Гидрополиспасты смонтированы на тракторе со стороны, противоположной молоту, и выполняют роль противовесов, придающих копру устойчивость.

Для наклонов мачты в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, установки ее вертикально, независимо от неровностей и уклонов строительной площадки или котлована, а также перевода мачты из транспортного (горизонтального) положения в рабочее и наоборот служат одинаковые по конструкции боковой 5 и задний 7 гидравлические раскосы, состоящие соответственно из гидроцилиндров 13 и 16 и стоек.

Перемещение мачты в направлении, перпендикулярном продольной оси машины (на расстояние до 0,4 м), осуществляется при выдвижении подвижной рамы 2 гидроцилиндром 15, что позволяет достаточно точно, без дополнительных маневров базовой машины наводить сваю на точку забивки без нарушения вертикальности мачты. На нижней секции мачты смонтированы выдвижная свайная стрелка 12, управляемая гидроцилиндром, упор 13 для наведения

сваи на точку забивки и установлены отводные блоки каната подъема молота и сваи. С помощью стрелки с изменяемым вылетом верхний конец сваи заводят в наголовник молота. Нижний конец сваи упором отталкивается от мачты, чтобы придать свае вертикальное положение. При забивке сваи стрелка гидроцилиндром убирается в нишу мачты. Гидроцилиндры копрового оборудования обслуживаются гидросистемой базовой машины. Пульт управления копровым оборудованием находится в кабине машиниста.

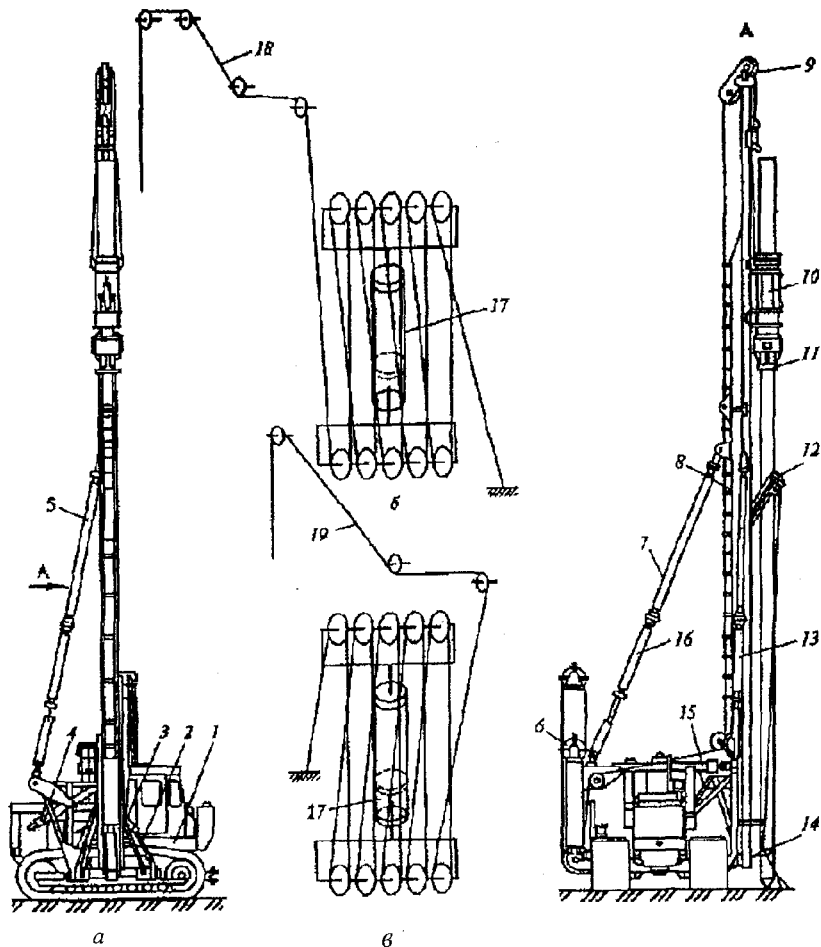


Рис. 5.4. Навесной копр.

Навесное копровое оборудование на базе экскаваторов позволяет забивать несколько свай с одной стоянки экскаватора, что очень важно при погружении свай кустами и при двухрядном их расположении. Различают подвесные копровые мачты и сменное копровое оборудование к экскаваторам.

Подбор дизель-молота

Основной показатель, характеризующий погружающую способность молота, – энергия одного удара. Последняя зависит от веса и высоты падения ударной части, а также энергии сгорания топлива. Количественно значение энергии удара для штанговых молотов определяется по следующему выражению:

$$E = Gh\eta, \text{ кДж},$$

где G – вес ударной части молота, Н;

h – величина рабочего хода ударной части, м;

η – КПД молота (для штанговых дизель-молотов 0,35...0,4).

Для конкретных условий строительства молот подбирают по необходимой номинальной энергии одного удара и коэффициенту применимости молотов.

Необходимая номинальная энергия удара

$$E_n \geq 25P,$$

где P – расчетная нагрузка на сваю, Н.

По полученному значению E_n подбирают молот (по соответствующим справочникам), а затем его проверяют по коэффициенту применимости молота k , который определяют из отношения веса молота и свай к энергии удара, т. е.

$$k = (Q_1 + q) / E_n,$$

где Q_1 – собственный вес молота, Н;

q – вес свай (включая вес наголовника и подбабка), Н.

Значение k колеблется от 3,5 до 6 (в зависимости от материала сваи и типа молота). Например, для забивки деревянных свай штанговым дизель-молотом $k = 3,5$, железобетонных свай $k = 5$.

В комплект к молоту входит, как правило, наголовник, который необходим для закрепления сваи в направляющих сваебойной установки, предохранения головы сваи от разрушения ударами молота и равномерного распределения удара по площади сваи.

Забивку свай начинают с медленного опускания молота на наголовник после установки сваи на грунт и ее выверки. Под действием веса молота свая погружается в грунт. Чтобы обеспечить правильное направление сваи, первые удары производят с ограничением энергии удара. Затем энергию удара постепенно увеличивают до максимальной. От каждого удара свая погружается на определенную величину, которая уменьшается по мере углубления. В дальнейшем наступает момент, когда после каждого залого свая погружается на одну и ту же величину, называемую отказом.

Сваи забивают до достижения расчетного отказа, указанного в проекте. Измерение отказов следует производить с точностью до 1 мм. Отказ принято находить как среднюю величину после замера погружения сваи от серии ударов, называемой залогом. При забивке свай дизель-молотами залог принимают равным 10 ударам.

Если средний отказ в трех последовательных залогох не превышает расчетного, то процесс забивки сваи считают законченным.

Лабораторная работа № 6

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА БАШЕННОГО КРАНА И СТРОИТЕЛЬНОГО ПОДЪЕМНИКА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Задание

1. Изучить устройство строительного подъемника и башенного крана и принцип их работы.
2. Вычертить их конструктивные схемы в соответствии с заданием.
3. Определить технико-эксплуатационные показатели строительных подъемников и башенного крана.

Таблица 6.1

Показатели	Варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
Средняя масса поднимаемого элемента Q , кг	1	1,5	5	6	3	1,4	8
Высота подъема H , м	20	30	25	35	22	32	38
Длина пути передвижения грузовой тележки S_r , м	10	14	10	8	14	20	8
Длина пути передвижения крана по рельсам S_k , м	15	10	12	15	14	10	15
Угол поворота платформы α , градус	100	90	150	180	120	135	160
Время наводки и установки t_n , мин	0,7	1,0	1,5	1,2	2,0	0,9	1,5
Время зацепки и отцепки монтируемого элемента t_3 , мин	3	5	2,5	3,5	4	7	5

1	2	3	4	5	6	7	8
Графическая часть	Схема запа- совки каната меха- низма- подъе- ма груза	Схема запа- совки каната меха- низма подъе- ма стрелы	Схема запа- совки каната меха- низма изме- нения вылета	Схема меха- низма пово- рота	Схема подъ- емника	Схема поли- спаста уста- новки	Схема поли- спаста уста- новки

Назначение башенных кранов

Башенные краны – это краны стрелового типа со стрелой, закрепленной в верхней части вертикально расположенной башни.

Они широко применяются в жилищном, коммунальном, промышленном и других видах строительства для выполнения монтажных работ, подачи строительных материалов и изделий на сооружаемые объекты [1].

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

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

По расположению поворотного устройства различают башенные краны с *нижним поворотом*, т. е. с башней, вращающейся

вместе со стрелой, и с *верхним поворотом* – с поворотной стрелой и неповоротной башней. Башни кранов представляют собой трубчатые или пространственные конструкции различного сечения.

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

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

Параметрический ряд серии унифицированных башенных кранов (КБ) по ГОСТ 13556–85 включает семь основных типоразмеров. Башенные краны для массового строительства от 1-й до 5-й размерных групп предусмотрены с балочной (горизонтальной) стрелой и грузовой тележкой.

В настоящее время широкое применение в строительстве получил башенный кран КБ-403Б.

Методические указания по изучению устройства башенного крана КБ-403Б

Кран КБ-403Б (рис. 6.1) выполнен на рельсовом ходу и состоит из ходовой рамы 1 с флюгерами 2 и ходовыми тележками 3, поворотной платформы 4 с размещенными на ней грузовой 5 и стреловой 6 лебедками, механизмом поворота 7, противовесом 8, башни с распоркой 9 и навесной кабиной 10, балочной стрелой 11 с грузовой тележкой 12 и механизмом 13 ее передвижения.

Ходовая рама 1 крана представляет собой сварное кольцо коробчатого сечения, которое проушинами шарнирно соединено с четырьмя диагонально расположенными флюгерами 2. Флюгеры через цапфы опираются на ходовые тележки, две из которых ведущие. Шарнирное соединение флюгеров с ходовой рамой и тележками, которые выполнены балансирными, облегчает прохождение крана по закруглениям рельсового пути.

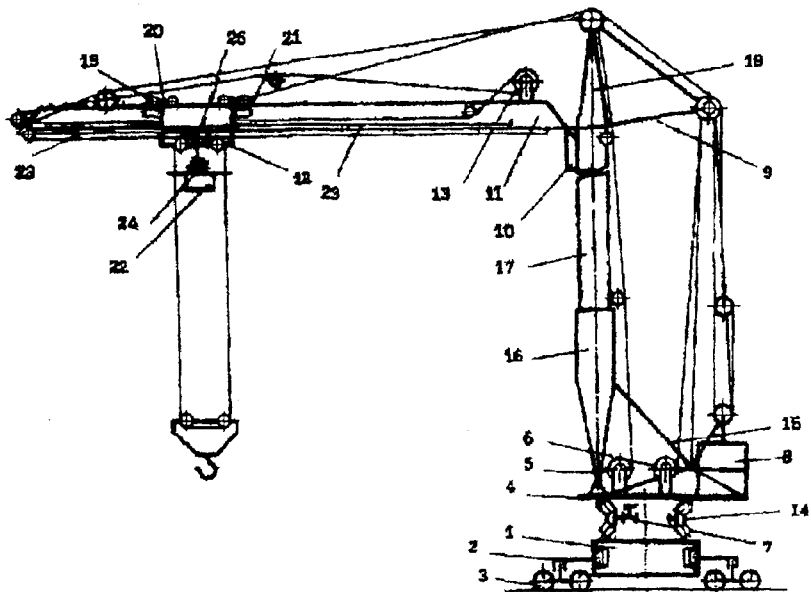


Рис. 6.1. Общий вид башенного крана КБ-403 Б

Для предотвращения угона крана в нерабочем состоянии ветром тележки снабжены противоугонными захватами. Поворотная платформа 4 опирается на ходовую раму 1 с возможностью вращения в горизонтальной плоскости. Это соединение осуществлено с помощью роликового опорно-поворотного устройства 14, выполняющего роль подшипника для вращения поворотной платформы.

Составная, телескопическая башня решетчатой сварной конструкции, выполненная из труб, установлена на поворотной платформе шарнирно и удерживается в вертикальном положении посредством подкосов 15. Башня состоит из портала 16, секций 17, оголовка 18, распорки 9 и механизма выдвижения. Удлинение башни на необходимую высоту осуществляется снизу, по мере возведения строящегося объекта.

В верхней части башни крепятся кабина 10 и стрела 11, выполненная сварной из труб. Для перемещения грузовой тележки стрела имеет направляющие в виде продольных уголков.

Стрела состоит из четырех секций и может иметь длину 20, 25, 30 м.

Для увеличения высоты подъема груза стрела длиной 20 и 25 м может устанавливаться под углом 30 и 50°. Грузовая тележка 12

опирается на направляющие стрелы четырьмя парами роликов 19, которые для равномерного распределения нагрузок соединены с рамой тележки балансиром 20. Для устранения перекосов при движении тележка снабжена четырьмя боковыми роликами 21.

Привод крана выполнен много моторным, индивидуальным с питанием электродвигателей от сети трехфазного переменного тока и содержит пять механизмов: грузовой, стреловой, передвижения тележки (тележечный), поворота платформы и передвижения крана по рельсам.

Каждый механизм снабжен отдельным реверсивным двигателем. На кране установлены три электрические реверсивные лебедки: грузовая, стреловая и тележечная.

Грузовой механизм крана состоит (рис. 6.2) из лебедки 1, каната 2, закрепленного на барабане лебедки и огибающего неподвижный блок 3 на оголовке башни, неподвижные блоки 4 и 5 на головной части стрелы, неподвижные блоки 6 и 7 на раме 8 грузовой тележки, подвижные блоки 9 и 10 крюковой подвески 11, содержащей крюк 12. Грузовой канат образует двухкратный грузовой полиспаст 13. Второй конец грузового каната прикреплен к стреле через ограничитель грузоподъемности 14, который автоматически отключает грузовую лебедку при превышении установленной грузоподъемности.

Грузовая лебедка выполнена двухдвигательной. Электродвигатели последовательно соединены с ведущим валом редуктора и включаются автоматически в зависимости от массы поднимаемого груза. Для подъема груза массой до 2 т со скоростью 58 м/мин включается один из двигателей. Для подъема груза массой более 2 т со скоростью 40 м/мин включается другой двигатель, имеющий меньшую частоту вращения.

Стреловый механизм крана (рис. 6.2) состоит из лебедки 15, каната 16, закрепленного на барабане лебедки и огибающего неподвижный блок 17 на распорке башни, три блока 18 неподвижной обоймы 22 и два блока 20 подвижной обоймы 24 стрелового полиспаста 19. Второй конец стрелового каната 16 закреплен на поворотной платформе. Неподвижная обойма 22 стрелового полиспаста крепится к поворотной платформе через две оттяжки 23. Подвижная обойма 24 стрелового полиспаста 19 соединена со стрелой посредством стрелового расчала 25, состоящего из двух канатов, которые огибают блоки 26 и 27 на распорке башни и блоки 28 и 29 на оголовке башни. Стреловый полиспаст четырехкратный.

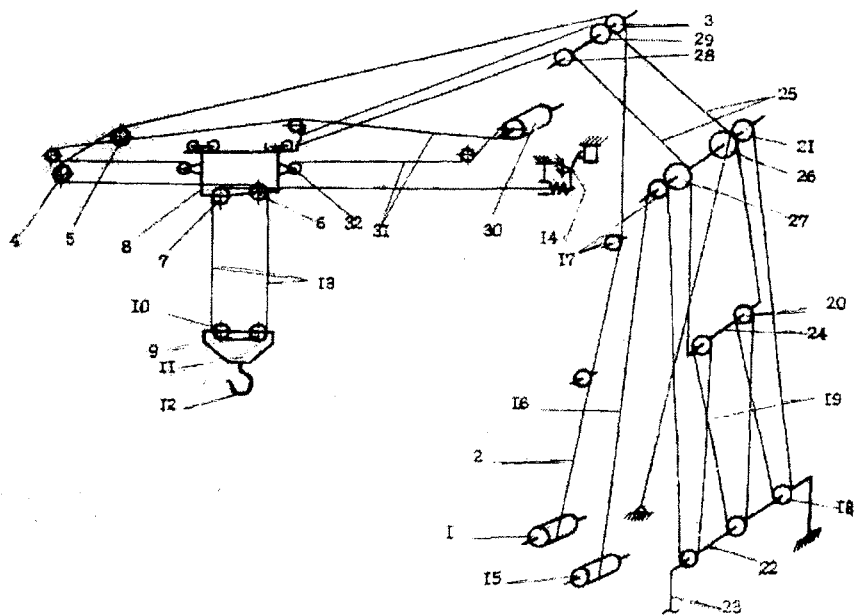


Рис. 6.2. Схема запасовки канатов

Стреловая унифицированная лебедка крана Л-600С имеет обычную типовую конструкцию.

Замкнутый канатный привод передвижения грузовой тележки 8 состоит из лебедки 30 (см. рис. 6.2), установленной на стреле, тележечных канатов 31 и двух барабанов 32, снабженных храповыми остановами для натяжения тележечных канатов. Тележечные канаты левыми концами закреплены на барабане 32 с противоположных сторон тележки, а правыми – с противоположных сторон барабана 30.

При вращении барабана по часовой стрелке тележка перемещается вправо и вылет груза уменьшается. При вращении барабана против часовой стрелки тележка перемещается влево и вылет груза увеличивается.

Кран снабжен ограничителем высоты подъема груза (см. рис. 6.1). Упор 22 ограничителя подвешен к стреле посредством каната 23, огибающего два блока 24 на упоре и два блока 25 на тележке. Левый конец каната 23 прикреплен к передней части стрелы, а правый – к рычагу конечного выключателя, расположенного на задней части стрелы.

Натяжением каната 23 под действием веса упора 22 конечный выключатель замыкает цепь питания электродвигателя грузовой лебедки. При подъеме груза на максимальную высоту крюковая подвеска приподнимает упор 22. При этом канат 23 перестает воздействовать на конечный выключатель, который обесточивает двигатель. Подъем груза автоматически прекращается.

Устройство для вращения поворотной платформы крана (рис. 6.3) состоит из механизма поворота и опорно-поворотного устройства. Механизм поворота осуществляет принудительное вращение поворотной платформы, а опорно-поворотное устройство является для нее подвижной опорой (подшипником).

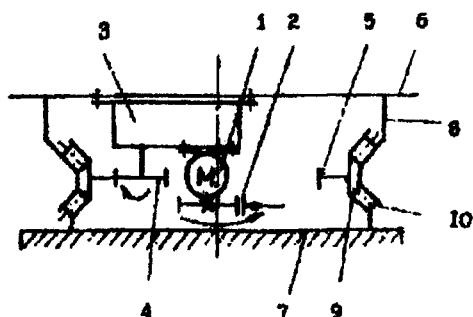


Рис. 6.3. Схема механизма вращения поворотной платформы

На кране КБ-403Б установлен унифицированный механизм поворота, применяемый для башенных кранов серии КБ. Механизм состоит из установленных в одном блоке электродвигателя 1, колодочного тормоза 2, трехступенчатого цилиндрического редуктора 3 и шестерни 4, закрепленной на ведомом валу редуктора. Шестерня 4 зацеплена с внутренними зубьями зубчатого венца 5, который выполнен за одно целое с внутренней обоймой 9 опорно-поворотного устройства. Корпус редуктора 3 прикреплен к поворотной платформе. Электродвигатель 1 имеет фланцевое крепление к редуктору.

Поворотная платформа 6 установлена на ходовой раме 7 посредством роликового двухрядного опорно-поворотного устройства. Оно, как и обычный подшипник качения, состоит из двух обойм (колец): наружной 8, внутренней 9 и двух рядов тел качения (роликов) 10 между обоймами. Причем наружная обойма 8 соединена с

поворотной платформой 6, а внутренняя обойма 9 вместе с зубчатым венцом 5 соединена с ходовой рамой 7. При вращении поворотной платформы ходовая рама, обойма 9 и венец 5 остаются неподвижными, а относительно их совершает горизонтальное вращение поворотная платформа вместе с наружной обоймой 8, перекачиваемой на роликах по внутренней неподвижной обойме 9.

При включенном электродвигателе 1 через редуктор 3 приводится во вращение шестерня 4, которая, обкатываясь по зубьям венца 5, совершает планетарное движение и увлекает во вращение сам механизм поворота, а вместе с ним и поворотную платформу 6.

Методические указания по изучению рабочего процесса строительных монтажных кранов

Рабочий процесс строительных кранов осуществляется циклично. Основными операциями рабочего цикла являются зацепка груза; подъем груза; перемещение груза в горизонтальной плоскости посредством передвижения грузовой тележки по стреле крана по рельсам и поворота поворотной платформы; наводка груза и установка его в проектное положение; отцепка груза; опускание крюка; перемещение крюка в горизонтальной плоскости к месту очередной зацепки.

Для сокращения времени цикла и повышения производительности крана широко используется совмещение операций: подъем или опускание крюка с поворотом; поворота с перемещением крюка в горизонтальном направлении и др.

Суммарное время рабочего цикла крана может быть подсчитано по формуле

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{м}} + t_{\text{р}},$$

где $t_{\text{м}}$ – машинное время;

$t_{\text{р}}$ – время ручных операций.

$$t_{\text{м}} = A \left(\frac{H}{v_1} + \frac{H}{v_2} + \frac{2S_{\text{т}}}{v_{\text{т}}} + \frac{2S_{\text{к}}}{v_{\text{к}}} + \frac{2\alpha}{360n_{\text{п}}} \right), \text{ мин},$$

где H – высота подъема груза, м;

- S_T – путь передвижения грузовой тележки по стреле, м;
 S_K – путь передвижения крана по рельсам, м;
 α – угол поворота, градус;
 v_1 – скорость подъема, м/мин (58 и 40 м/мин при массе груза до 2 и выше 2 т);
 v_2 – скорость опускания крюка, м/мин (65 м/мин);
 v_T – скорость передвижения грузовой тележки, м/мин (23 м/мин);
 v_K – скорость передвижения крана, м/мин (18 м/мин);
 n_{Π} – частота вращения поворотной платформы, об/мин (0,6 об/мин);
 A – коэффициент, учитывающий совмещение операций, который принимается в зависимости от угла поворота:

α , град	90	100	120	135	150	160	180
A	0,90	0,88	0,83	0,80	0,77	0,74	0,70

Время ручных операций

$$t_p = t_z + t_y,$$

где t_z – время зацепки и отцепки груза;

t_y – время наводки и установки монтируемого элемента с частичным использованием механизмов крана.

Сменная эксплуатационная производительность крана определяется по формуле

$$P_{\text{см}} = \frac{60 t_{\text{см}} Q k_B}{T_{\text{ц}}}, \text{ т/см},$$

где $t_{\text{см}} = 8,2$ ч – средняя продолжительность смены при пятидневной рабочей неделе;

Q – средняя масса поднимаемого элемента, т;

k_B – коэффициент использования крана по времени работы.

При монтажных работах $k_B = 0,7 \dots 0,9$.

$$Q = Q_{\max} k_r,$$

где Q_{\max} — грузоподъемность крана;

k_r — коэффициент использования крана по грузоподъемности.

Строительные подъемники

Строительные подъемники предназначены для подъема (опускания) в грузонесущих органах строительных грузов и людей на этажи и кровлю зданий и сооружений при выполнении строительного-монтажных, отделочных и ремонтных работ. Грузонесущие органы строительных подъемников (клеть, кабина, платформа, ковш, крюк, бункер, бадня, захваты и т. д.) движутся, как правило, по вертикальным жестким направляющим.

Строительные подъемники классифицируют по назначению, способу установки, конструкции направляющих, типу грузонесущего органа и механизма подъема, способу монтажа и степени мобильности.

По назначению различают грузовые подъемники, предназначенные только для транспортирования грузов, и грузопассажирские — для транспортирования грузов и людей.

По способу установки подъемники делят на передвижные (самоходные и несамоходные), способные перемещаться относительно здания в процессе работы, и стационарные, которые могут быть приставными, прикрепляемыми к зданию и свободностоящими — без крепления к зданию. Передвижные подъемники на рельсовом или пневмоколесном ходу используются довольно редко.

По конструкции направляющих грузонесущего органа различают подъемники с подвесными (гибкими) и жесткими направляющими. Подъемники с жесткими направляющими бывают мачтовыми, скиповыми и шахтными. Тип грузонесущего органа подъемника определяется его назначением. Грузопассажирские подъемники оборудуются кабинами, грузовые — выдвигными и невыдвигными, поворотными и неповоротными платформами, выдвигными рамами, выкатными консолями, монорельсами и направляющими с подвесной клетью, а также саморазгружающимися ковшами. Механизмы подъема подъемников разделяются на канатные и бесканатные.

В канатных механизмах подъема используются канатно-блочная система и лебедка, в бесканатных – зубчато-реечные или цевочно-реечные механизмы модульного типа.

По способу монтажа подъемники делятся на мобильные, перевозимые с объекта на объект в собранном виде, и немобильные, разбираемые при демонтаже на секции и перевозимые в таком виде к месту монтажа.

Главным параметром подъемников является грузоподъемность – максимально допустимая масса груза, поднимаемая подъемником. К основным параметрам относятся наибольшая высота подъема груза (расстояние по вертикали от уровня земли до нижнего уровня груза, находящегося в крайнем верхнем положении); скорость подъема и опускания груза; величина перемещения груза по горизонтали (максимальное расстояние от оси мачты подъемника до конца платформы, производительность и т.д.).

В строительстве преимущественное применение получили мачтовые грузовые подъемники.

Унифицированный грузовой мачтовый подъемник ТП-16-3 грузоподъемностью 320 кг имеет рабочие органы в виде выкатной платформы, с помощью которой осуществляются подъем и горизонтальная подача в проемы зданий строительных материалов и опускание их на кровлю и перекрытия при выполнении строительных, отделочных и ремонтных работ.

Подъемник ТП-16-3 (рис. 6.4, а) состоит из мачты, опорной рамы 10, лебедки 1, грузовой каретки 7 с выкатной платформой 8, грузового каната 3, настенных опор 4 и электрооборудования. Мачта подъемника крепится к зданию настенными опорами и состоит из рядовых 6, верхней 5 и нижней 9 секций и смонтирована на опорной раме, на которой установлены лебедка ТЛ-14А с канатоведущим шкивом и шкаф электрооборудования 2. Лебедка с помощью грузового каната обеспечивает подъем и опускание грузовой каретки с выкатной платформой, с помощью которой груз поднимается на соответствующий этаж и подается в оконный проем или на кровлю. Выкатная платформа состоит из рамы, ограждения, механизма горизонтального перемещения выкатной платформы и грузоподъемного механизма. Механизм перемещения грузовой платформы имеет ручной привод и состоит из рукоятки в сборе с водилом. Грузоподъемный механизм (рис. 6.4, а) смонтирован

в нижней части выкатной платформы и предназначен для подъема на крюке грузов штучных, затаренных в ящики и бады, сыпучих и жидких. Механизм включает в себя барабан 3 с ручным приводом от системы телескопических рычагов 6, запасованный на барабан канат и крюковую подвеску 2.

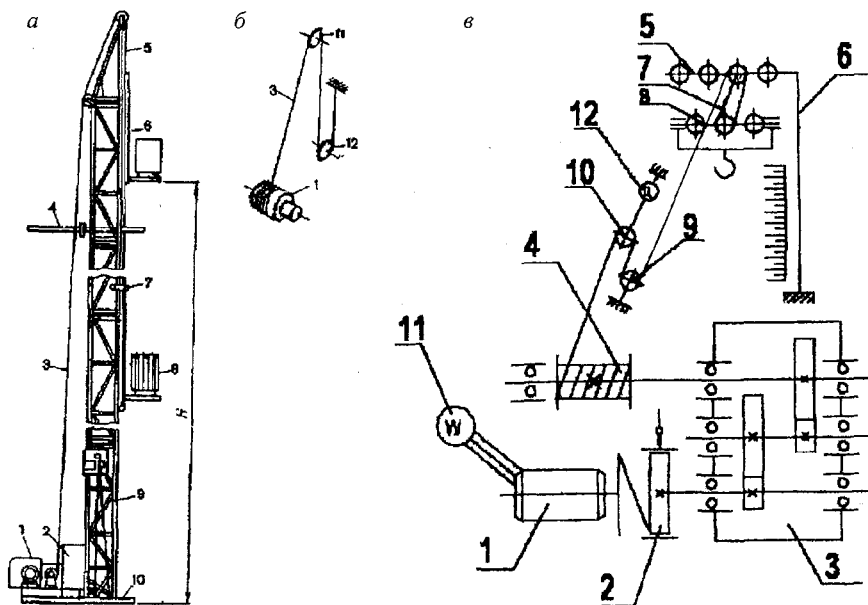


Рис. 6.4. Строительные подъемники:

а – грузовой мачтовый подъемник ТП-16-3; б – схема запасовки грузового каната грузового мачтового подъемник ТП-16-3; в – электрореверсивная лебедка Т-66 Г

С помощью подъемного механизма груз можно опускать внутри проема на перекрытие, а также на землю в нижнем положении грузовой каретки. Грузовая каретка подвешена на грузовом канате (см. рис. 6.4, б) и роликами опирается на направляющие элементы мачты. Грузовой канат 3 огибает головной блок 11 мачты, блок 12 грузовой каретки и крепится на мачте. В случае обрыва или ослабления грузового каната торможение грузовой каретки обеспечивается эксцентриковым ловителем. Перемещение грузовой каретки вверх и вниз ограничивается предохранительным устройством, отключающим также привод лебедки при выдвигении выкаткой платформы.

В подъемнике ТИ-16-3 предусмотрена возможность адресования груза на заданный этаж. Пусковая аппаратура подъемника расположена в электрошкафу. Для дистанционного управления приводом лебедки используется выносной кнопочный пост. С объекта на объект подъемник перевозится в разобранном виде с помощью автотранспортных средств.

Изучаемый в данной работе грузоподъемный механизм (рис. 6.4, в) состоит из следующих элементов: электрореверсивной лебедки Т-66Г, грузового полиспаста, мачты и измерительного комплекса.

Электрореверсивная лебедка Т-66Г состоит из смонтированных на раме электродвигателя 1, тормоза 2, редуктора 3 и барабана 4.

Для электрореверсивных лебедок характерна жесткая кинематическая связь барабана с электродвигателем, при которой изменение направления вращения барабана достигается изменением направления вращения (реверсированием) двигателя.

У электрореверсивной лебедки вал электродвигателя и барабан постоянно и жестко связаны зубчатыми парами цилиндрического редуктора и упругой муфтой.

Опускание груза в таких лебедках производится принудительно (на режиме двигателя), что обеспечивает высокую безопасность их работы.

Питание привода лебедки осуществляется от сети переменного тока напряжением 380/220 В через трехполюсный рубильник и силовые контакты магнитного пускателя.

Управление электродвигателем происходит при помощи кнопочной станции с двумя кнопками, которые служат для подъема и опускания груза. Эти операции осуществляются при нажатии и держании соответствующих кнопок; при отпускании их барабан автоматически останавливается и затормаживается. Цапфы барабана опираются на радиально-сферические подшипники, один из которых заключен в корпусе редуктора. Полумуфты, связывающие электродвигатель и редуктор, соединены между собой резиновыми вкладышами. Ведомый шкив – полумуфту – охватывают колодки гидравлического тормоза, шарнирно закрепленные на рычагах. При затормаживании под действием сжатой пружины рычаги поворачиваются на пальцах и прижимают колодки к поверхности тормозного шкива. При этом толкатель не работает; его шток находится в нижнем положении. При включении толкателя поршень выдвигает

шток вверх и рычаги, освободившись от действия пружины, расходятся, растормаживая шкив. Растормаживание заканчивается при достижении поршнем толкателя крайнего верхнего положения.

Грузовой полиспаст предназначен для подъема грузов и состоит из верхней обоймы (четыре неподвижных блока) 5, подвешенной на гуське мачты 6, и нижней обоймы (три подвижных блока) 7, подвешенной на канате 8 (см. рис. 6.4, в).

В грузоподъемных машинах применяются полиспасты, характерной особенностью которых является подвеска груза к подвижной обойме. Полиспаст, образованный неподвижной обоймой 5, подвижной обоймой 7 и охватывающим их канатом 8, используется для выигрыша в силе.

Основным параметром полиспаста является его кратность (рис. 6.5), которая зависит от числа подвижных и неподвижных блоков в обоймах и направления сбегания каната. Если канат сбегает с блока неподвижной обоймы, кратность полиспаста равна числу задействованных подвижных и неподвижных блоков; если канат сбегает с блока подвижной обоймы, кратность такого полиспаста на единицу больше.

В изучаемом грузоподъемном механизме канат сбегает с блока неподвижной обоймы полиспаста, поэтому его кратность всегда равна числу блоков, т.е.

$$i = z_6,$$

где z_6 – число задействованных блоков полиспаста.

Если свободный конец каната закреплен на верхней обойме, кратность полиспаста будет четной, если на нижней – нечетной. Кратность полиспаста показывает, во сколько раз получают выигрыш в силе.

Схемы запасовки каната грузового полиспаста для выигрыша в силе и получения заданной кратности показаны на рис. 6.5.

В полиспастах для выигрыша в скорости (обратный полиспаст) усилие прикладывается к неподвижной обойме. В изучаемом грузоподъемном механизме имеется и обратный полиспаст. Он образован неподвижным блоком 9 (см. рис. 6.4, в), подвижным блоком 10 (к которому приложено усилие) и охватывающим их канатом 8. Передаточное отношение этого полиспаста равно $1/2$.

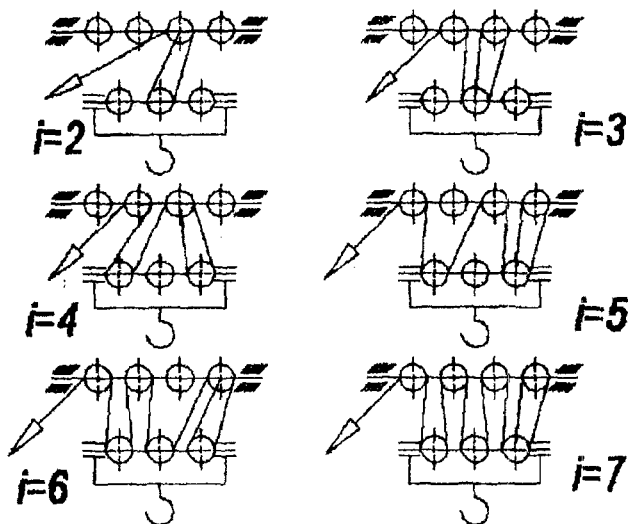


Рис. 6.5. Схемы запасовки каната грузового полиспаста

В измерительный комплекс изучаемого грузоподъемного механизма (см. рис. 6.4, в) входят ваттметр 11, предназначенный для измерения потребляемой электродвигателем мощности, и динамометр 12 для измерения тягового усилия каната на барабане. Ваттметр включен в систему питания электродвигателя лебедки, а динамометр через систему блоков закреплен на сбегающей ветви грузового полиспаста. В измерительный комплекс входят также тахометр, секундомер и мерная линейка.

Основными технико-эксплуатационными параметрами лебедки или грузоподъемного механизма являются тяговое усилие каната на барабане лебедки, скорость каната при навивке его на барабан и канатоемкость барабана.

Для экспериментальной проверки необходимо произвести замеры числа оборотов барабана, тягового усилия на барабане, высоты подъема груза, времени подъема груза и мощности двигателя.

Технические характеристики лебедки Т-66Г

Тяговое усилие, Н	3200
Диаметр барабана, 10^{-3} м	150
Диаметр бортов барабана, 10^{-3} м	230

Длина барабана, 10^{-3} м	340
Тормоз	ТТ-160
Редуктор	РМ-250-Ш-4
Передаточное число	31,5
Электродвигатель типа	АОС-42-2Щ2
Мощность, кВт	2,8
Частота вращения, c^{-1}	23,3

Технические характеристики грузового полиспаста

Число блоков в неподвижной обойме, шт.	4
Число блоков в подвижной обойме, шт.	3
Диаметр каната, 10^{-3} м	5,5
Диаметр блоков, 10^{-3} м	45
Масса грузозахватного приспособления, кг	1,0

**Методические указания
к определению технико-эксплуатационных параметров
грузоподъемного механизма**

Определение технико-эксплуатационных параметров и их экспериментальная проверка должны производиться в последовательности, рекомендуемой ниже.

Последовательность действий:

1. Вычисление КПД полиспаста по заданному варианту задания (табл. 6.2):

$$\eta_n = \frac{(1 - \eta_{\text{бл}}^u) \eta_{\text{бл}}^i}{(1 - \eta_{\text{бл}}) u},$$

где $\eta_{\text{бл}}$ – КПД блока, при установке блока на подшипниках качения $\eta_{\text{бл}} = 0,98$, на подшипниках скольжения $\eta_{\text{бл}} = 0,96$;

u – кратность полиспаста;

i – число обводных блоков.

2. Определение максимального расчетного натяжения в канате при его сбегании с барабана:

$$S = \frac{Qg}{u \eta_n z_n},$$

где z_{Π} – число полиспастов;

$z_{\Pi} = 1$ для одинарного полиспаста;

$z_{\Pi} = 2$ – для сдвоенного полиспаста.

Таблица 6.2

Варианты заданий

Параметры	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
Кратность полиспаста i_{Π}	2	3	4	5	6	7
Грузоподъемность механизма Q , кг	48	48	48	66	66	66

3. Выбор каната из условия

$$F_p \geq S \cdot z_p,$$

где F – разрывное усилие каната в целом, Н, при проектировании кранов принимается по стандартам на канаты; для кранов, находящихся в эксплуатации, – по сертификатам на канат ;

z_p – минимальный коэффициент использования каната – коэффициент запаса прочности, принимаемый по таблицам «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» Промагнадзора Республики Беларусь в зависимости от группы классификации механизмов.

4. Определение мощности электродвигателя привода:

$$P = \frac{S \cdot v_{\Gamma} \cdot u}{1000 \cdot 60 \cdot \eta_m},$$

где η_m – КПД механизма привода барабана; $\eta_m = 0,85$;

$v_{\Gamma} = \frac{h}{t} u$ – скорость подъема груза;

h – высота подъема груза, м;

t – время подъема, мин.

5. По заданному варианту задания выполнить пункты 1...4 для реальных механизмов подъема (табл. 6.3).

Таблица 6.3

Характеристики механизмов подъема

Задание №	Грузоподъемность Q , кг	Скорость подъема груза v_r , м/мин	Наибольшая высота подъема груза h , м	Группа классификации механизма	Минимальный коэффициент использования канатов Z_p
1	2	3	4	5	6
1	2000	30	20	M1	3,15
2	2500	30	40	M2	3,35
3	3000	20	40	M3	3,55
4	5000	20	20	M4	4,0
5	7500	10	40	M5	4,5
6	10000	10	20	M6	5,6
7	5000	15	10	M7	7,1
8	7500	15	10	M8	9,0
9	10000	15	30	M1	3,15
10	15000	10	30	M2	3,35
11	20000	10	40	M3	3,55
12	2000	30	20	M4	4,0
13	2500	20	35	M5	4,5
14	3000	20	45	M6	5,6
15	5000	20	50	M7	7,1
16	7500	20	30	M8	9,0
17	10000	20	40	M1	3,15
18	15000	10	35	M2	3,35
19	6000	10	20	M3	3,55
20	4000	20	35	M4	4,0
21	4500	20	40	M5	4,5
22	3000	30	50	M6	5,6
23	8000	20	40	M7	7,1
24	7000	10	30	M8	9,0
25	7500	10	25	M1	3,15
26	10000	10	40	M2	3,35
27	7500	15	40	M3	3,55
28	10000	10	45	M4	4,0
29	5000	25	25	M5	4,5
30	7500	25	40	M6	5,6

Лабораторная работа № 7

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ И ПОДАЧИ ЕЕ К МЕСТУ УКЛАДКИ

Задание

1. Изучить устройство и рабочий процесс бетоносмесителей.
2. Вычертить схему бетоносмесителя заданного типа.
3. Описать устройство и рабочий процесс бетоносмесителя, приведенного на схеме.
4. Определить критическую частоту вращения смесительного барабана и производительность, бетоносмесителя.
5. Определить техническую производительность бетоносмесителя заданного типа в соответствии с вариантами задания (табл. 7.1.–7.3).

Таблица 7.1

Наименование показателей	Вариант						
	1	2	3	4	5	6	7
Марка бетоносмесителя	СБ-30	СБ-103	СБ-28	СБ-10А	СБ-101	СБ-15	СБ-94
Время перемешивания, с	60	120	40	80	50	60	120
Способ загрузки материала в барабан	хх	ххх	х	ххх	х	ххх	ххх

Примечание. х – вручную, хх – скиповым подъемником, ххх – из грузоприемных ковшей дозаторов.

Таблица 7.2

Показатель	Варианты							
	1	2	3	5	6	7	8	
Марка бетоносмесителя	СБ-31А	СБ-35	СБ-62	СБ-31А	СС-35	СБ-62	СБ-79	
Продолжительность перемешивания, с	55	50	45	45	60	55	50	

Технические характеристики циклических гравитационных бетоносмесителей

Показатели	Марка бетоносмесителя						
	СБ-28	СБ-101	СБ-30	СБ-15	СБ-10А	СБ-94	СБ-103
Вместимость смесительного барабана, л	100	100	250	500	1200	1500	3000
Объем готового замеса, л	65	65	165	330	800	1000	2000
Частота вращения смесительного барабана, об/мин	23	30	20	18,2	17	12,6	12,6
Максимальная крупность заполнителя, мм	40	40	70	70	120	120	120
Мощность двигателя привода смесительного барабана, кг	4,4	0,6	1,0	2,8	13,0	25,0	25,0
Масса бетоносмесителя, кг	265	213	500	1370	3945	3000	7600

Устройство и работа циклических гравитационных бетоносмесителей

Циклические гравитационные бетоносмесители предназначены для приготовления подвижных бетонных смесей, имеющих водоцементное отношение 0,5...0,6 и выше.

Рабочим органом циклических гравитационных бетоносмесителей является вращающийся относительно своей продольной оси барабан, к внутренним стенкам которого под определенными углами прикреплены лопасти.

Наибольшее распространение получили циклические гравитационные бетоносмесители с грушевидным опрокидным и с двухконусным наклоняющимся барабаном.

Бетоносмеситель СБ-27, СБ-28, СБ-101 с опрокидным грушевидным барабаном выполнен передвижным на колесном ходу и используется для приготовления бетонной смеси непосредственно на строительных площадках при небольших объемах бетонных работ.

Смесительный барабан 4 (рис. 7.1, а) указанных бетоносмесителей закреплен на выходном валу редуктора 5. Корпус редуктора соединен с трубой 2, которая через подшипники опирается на раку 6. Ведущий вал редуктора 5 проходит в трубе 2 и приводится в действие от электродвигателя 7 через ременную передачу 1. К трубе 2 наглухо прикреплен рычаг 3 для поворота барабана с редуктором 5.

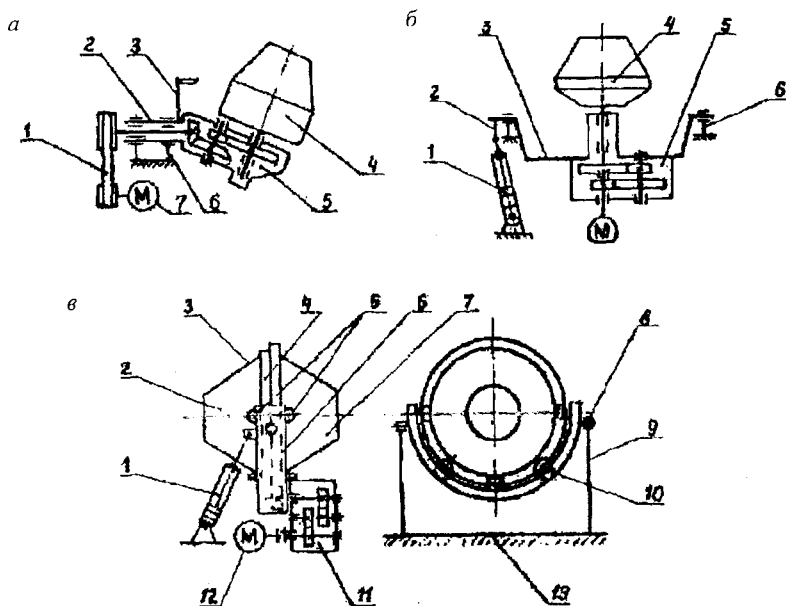


Рис. 7.1. Циклические гравитационные бетоносмесители:
 а, б – бетоносмесители с опрокидным грушевидным барабаном;
 в – бетоносмеситель с двухконусным наклоняющимся барабаном

Барабан 4 состоит из корпуса, цилиндрического пояса и днища, в которое вварена втулка для посадки его на выходной вал редуктора. К внутренней поверхности барабана 4 прикреплены три лопасти.

Бетоносмесители с опрокидным барабаном СБ-30, СБ-84, СБ-91, СБ-94 выполняются по принципиальной схеме, приведенной на рис. 7.1, б.

Смесительный барабан 4 такого бетоносмесителя состоит из двух усеченных конусов и обечайки. Внутри к стенкам барабана 4 прикреплены лопасти.

Барaban 4 крепится наглухо на выходном валу редуктора 5, установленного вместе с электродвигателем 7 на поворотной траверсе 3. Траверса 3 опирается на подшипники рамы 6 и может поворачиваться в них гидро- или пневмоцилиндром 1, шток которого шарнирно соединен с рычагом 2, наглухо закрепленном на траверсе 3. Бетоносмеситель СБ-30 является передвижным (на полозьях) и имеет скиповый подъемник для загрузки сухих составляющих в барабан, бетоносмесители СБ-84, СБ-91, СБ-94 – стационарные, а составляющие бетонной смеси загружаются в их барабаны из грузоприемных ковшей дозаторов.

Бетоносмесители с двухконусным наклоняющимся барабаном СБ-10А, СБ-15 и СБ-103 выполняются стационарными.

Конструктивная схема бетоносмесителей СБ-10А, СБ-15 и СБ-103 приведена на рис. 7.1, в.

Рабочим органом бетоносмесителя СБ-103 является барабан, состоящий из двух усеченных конусов 2 и 7, соединенных большими основаниями с цилиндрической вставкой. На внешней стороне последней приварен бандаж 3 и зубчатый венец 4. На внутренней стороне барабана закреплены лопасти с уклоном к середине барабана. Барабан бандажем 3 опирается на опорные ролики 10 траверсы 6 и фиксируется на ней тремя парами упорных роликов 5, установленных на осях с обеих сторон траверсы 6.

Траверса 6 своими цапфами 8 опирается на подшипники, закрепленные на стойках 9 основной рамы 13.

Электродвигатель 12 и редуктор 11 привода барабана установлены на траверсе 6 и приводят во вращение зубчатый венец барабана. Пневмо- или гидроцилиндр 1 наклона траверсы с барабаном закреплен на одной из стоек 9, а шток его соединен шарниром с кронштейном траверсы 6.

Рабочий цикл гравитационных бетоносмесителей состоит из следующих операций: загрузка составляющих бетонной смеси в барабан, перемешивание материала, нагрузка готовой смеси, возвращение барабана в положение загрузки.

Отдозированные сухие составляющие бетонной смеси загружаются в смесительный барабан в зависимости от вместимости бетоносмесителя вручную, скиповым подъемником или из грузоприемных ковшей дозаторов. Затем в барабан подается требуемое количество воды. При этом барабан приводится двигателем во вращение

относительно своей оси, расположенной с наклоном примерно 15° к горизонту у бетоносмесителей с грушевидным опрокидным барабаном или относительно горизонтальной продольной оси у двухконусных бетоносмесителей.

При вращении барабана составляющие бетонной смеси под действием сил трения о стенки барабана и между собой, а также лопастями, прикрепленными внутри барабана, поднимаются на некоторую высоту, под действием сил тяжести скользят по лопастям и свободно падают вниз.

При этом различные частицы материала движутся относительно других частиц по пути наименьшего сопротивления и заполняют свободное пространство между более крупными частицами. Для выгрузки готовой бетонной смеси барабан опрокидывают соответствующим устройством горловиной вниз так, чтобы продольная ось его была наклонена под углом около 45° к горизонту.

После выгрузки смеси барабан поворачивается в положение выгрузки.

Устройство и работа циклических бетоносмесителей принудительного действия

Циклические бетоносмесители принудительного действия (технические характеристики даны в табл. 7.4) предназначены для быстрого и высококачественного перемешивания строительных растворов и бетонных смесей любой консистенции.

Таблица 7.4

Технические характеристики циклических бетоносмесителей принудительного действия

Показатель	Марка бетоносмесителя			
	СБ-31А	СБ-35	СБ-79	СБ-62
1	2	3	4	5
Тип бетоносмесителя	Роторный	Роторный	Роторный	Планетарно-роторный
Объем готового замеса, л	165	330	500	800
Вместимость по загрузке сухих составляющих, л	250	500	750	1200

1	2	3	4	5
Диаметр смесительной чаши, мм	1250	1800	2200	2170
Число лопастей и скребков	2 + 2	5 + 5	7 + 2	(2 + 2 + 1) + 2
Частота вращения ротора, об/мин	31-35	30	26	20
Мощность электродвигателя, кВт	4,5	14	28	30
Масса, кг	1240	2000	3445	4035

Наиболее рационально их использовать для приготовления мелкозернистых и жестких бетонных смесей на заводах железобетонных изделий.

Крупность заполнителя бетона, приготовляемого в таких бетоносмесителях, не должна превышать 60...70 мм, желательно использовать заполнитель крупностью до 40 мм.

Циклические бетоносмесители принудительного действия изготавливаются роторного (см. рис. 7.2, а) и планетарно-роторного (см. рис. 7.2, б) типов.

Бетоносмесители роторного типа (рис. 7.2, а) модели СБ-79 имеют вертикальную неподвижную чашу, состоящую из днища, внешнего 1 и внутреннего 9 цилиндров, создающих кольцевую зону, в которой осуществляется перемешивание смеси.

Рабочим органом бетоносмесителя является ротор 3, на шести стержнях-держателях 6 которого закреплены пять рабочих лопастей 7 и два очистных скребка для очистки внешнего 10 и внутреннего 11 цилиндров чаши. Рабочие лопасти 7 расположены на разных расстояниях от центра вращения с таким расчетом, чтобы перекрывать все кольцевое пространство смесителя, и установлены под различными углами в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Ротор приводится во вращение от мотор-редуктора 5 через зубчатую передачу 4, на ведомом валу которой закреплен корпус ротора 3. Загрузка составляющих сухих смесей осуществляется из грузоприемных ковшей дозаторов через загрузочное отверстие 2. Выгрузка готовой бетонной смеси — через секторный люк с затвором 8, управляемым пневмоцилиндром 12. Для защиты держателей и лопастей от поломок на корпусе ротора предусмотрены пружинные амортизаторы.

Перемешивание смеси осуществляется в кольцевой смесительной камере путем силового воздействия на смесь лопастей, вращающихся вместе с ротором относительно вертикальной оси. При этом частицы смеси под давлением лопастей движутся по сложным траекториям с различными скоростями, занимая свободное пространство между более крупными частицами. Очистные скребки очищают вертикальные стенки цилиндров от налипшего материала и направляют его в зону перемешивания. Вода подается в смеситель из дозатора по специальному трубопроводу.

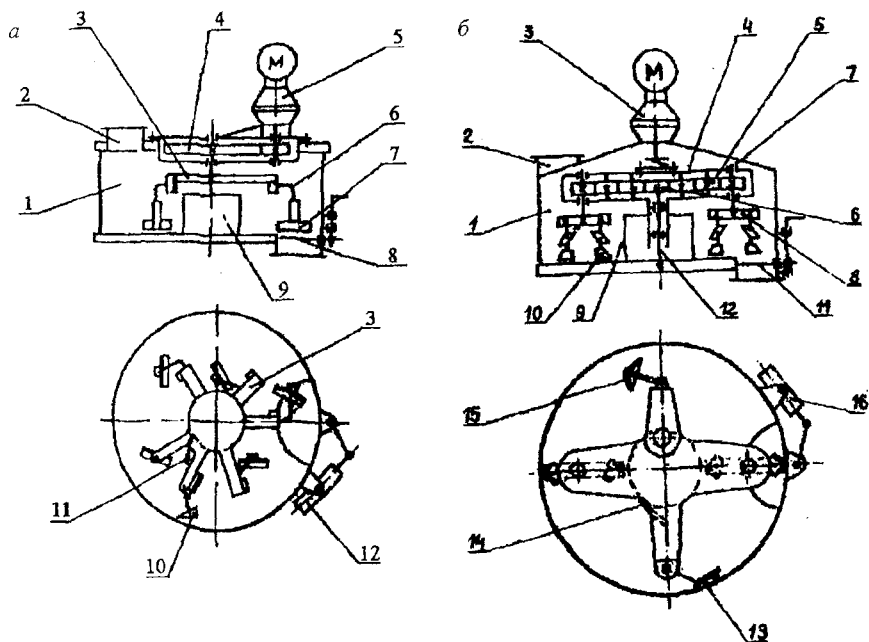


Рис. 7.2. Циклические бетоносмесители принудительного действия:
 а – роторного типа; б – планетарно-роторного типа

Планетарно-роторный бетоносмеситель СБ-62 (см. рис. 7.2, б) имеет вертикальную неподвижную чашу, состоящую из внешнего 1 и внутреннего 9 цилиндров и днища, в кольцевом пространстве между которыми осуществляется перемешивание смеси. В днище имеется люк для выгрузки готовой смеси с затвором 11, управляемым пневмоцилиндром 16. Сверху чаша закрыта откидными крышками,

в одной из которых имеется загрузочный патрубок 2, а в другой – смотровой люк. Сверху чаши крепится мотор-редуктор 3 для привода ротора и смесительных лопастных валов 7.

Вал мотор-редуктора 3 соединен эластичной муфтой с траверсой 4, являющейся корпусом планетарного редуктора, и приводит ее во вращение вокруг неподвижно закрепленного на вертикальной стойке 12 зубчатого колеса 6.

При этом шестерни 5 обкатываются вокруг зубчатого колеса 6 и через паразитные шестерни вращают валы 7, на держателях 8 которых закреплены лопасти 10, расположенные в два ряда по высоте. Таким образом, смесительные лопасти вращаются одновременно вокруг центральной 12 и собственных 7 осей и совершают сложное планетарное движение в кольцевой смесительной чаше. На траверсе 4 при помощи рычагов и кронштейнов закреплены подгребающая лопасть 15 и скребки 13 и 14 для очистки внешнего и внутреннего цилиндров смесительной чаши. Сухие составляющие смеси загружаются в чашу из грузоприемных ковшей дозаторов.

Бетонная смесь перемешивается под действием лопастей, совершающих планетарное движение в смесительной чаше. При этом частицы смеси под действием давления лопастей перемещаются по сложным траекториям с различными скоростями, сдвигают расположенные рядом частицы и занимают пространство между более крупными частицами. Подгребающая лопасть непрерывно подает перемешиваемый материал под смешивающие лопасти, а очистные лопасти очищают вертикальные стенки чаши от налипающего материала. Вода подается в смеситель из дозатора по специальному трубопроводу.

По окончании перемешивания готовая бетонная смесь выгружается через люк в днище, который открывается поворотом затвора в горизонтальной плоскости. При этом вращающиеся лопасти способствуют перемещению смеси к разгрузочному отверстию. Когда выгрузка смеси окончена, закрывается люк в днище и чаша готова к приему очередной порции составляющих смеси.

Определение частоты вращения смесительного барабана

Частота вращения смесительного барабана гравитационного бетоносмесителя должна быть такой, чтобы при его работе материал под действием силы тяжести смог падать с определенной высоты,

преодолевая силы его трения о лопасти и центробежные силы инерции, прижимающие материал к стенкам барабана.

Исходя из сказанного, критическую частоту вращения барабана определяют по формуле

$$n = 30 \sqrt{\frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{R}}, \text{ об/мин,}$$

где α – угол наклона лопасти к горизонту; $\alpha = 45^\circ$;

μ – коэффициент трения смеси о сталь; $\mu = 0,6$;

R – радиус внутренней поверхности барабана, м.

Радиус внутренней поверхности барабана измеряется непосредственно на машине или может быть определен по формуле

$$R = 0,792V_{\text{заг}}^{0,31}, \text{ м,}$$

где $V_{\text{заг}}$ – вместимость барабана по загрузке сухих составляющих, м³.

Определение производительности циклических бетоносмесителей

Техническая производительность циклических бетоносмесителей определяется по формуле

$$\Pi = \frac{3600V}{1000T_{\text{ц}}},$$

где V – объем готового замеса;

$$V = V_{\text{заг}} k_{\text{вых}}, \text{ л;}$$

$V_{\text{заг}}$ – вместимость барабана по загрузке сухих компонентов, л;

$k_{\text{вых}}$ – коэффициент выхода бетонной смеси; $k_{\text{вых}} = 0,65 \dots 0,70$;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность одного рабочего цикла, с;

$$T_{\text{и}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \text{ с,}$$

где t_1 – продолжительность загрузки барабана; принимается: при ручной загрузке $t_1 = 40 \dots 50$ с, при загрузке скиповым подъемником $t_1 = 15 \dots 25$ с, при загрузке из грузоподъемных ковшей дозатора $t_1 = 10 \dots 15$ с;

t_2 – продолжительность перемешивания (см. табл. 7.1);

t_3 – продолжительность выгрузки готовой бетонной смеси; для бетоносмесителей с опрокидным и грушевидным барабаном и с двухконусным наклонявшимся барабаном $t_3 = 10 \dots 20$ с, причем большие значения принимаются для бетоносмесителей с большей вместимостью барабана;

t_4 – продолжительность поворота барабана в положение загрузки составляющих смеси; принимается $t_4 = 3 \dots 5$ с.

Машины для транспортирования бетонных смесей

Основными способами транспортирования бетонных смесей и строительных растворов являются перевозка их автотранспортом от места приготовления к строительным площадкам, перекачивание по трубопроводам, подача на место укладки в бадьях или других емкостях с помощью кранов.

Определенные требования к конструкции бетонотранспортных средств накладывают такие свойства бетонных смесей и растворов, как схватывание в течение ограниченного времени, расслаивание при перевозках без побуждения, испарение затворителей, подверженность воздействию атмосферных осадков, отрицательных и повышенных температур и т.п. С учетом этих требований, а также неизбежных потерь при транспортировании, сопровождающихся загрязнением окружающей среды, неспециализированные транспортные средства – самосвалы, бадьи, бункера и т.п. – повсеместно вытесняются специализированными бетонотранспортными машинами: автобетоносмесителями, автобетоновозами, растворовозами, бетононасосами, растворонасосами, установками для набрызга бетонной смеси.

Наибольшая экономическая эффективность использования бетонотранспортной техники достигается при сосредоточении ее в едином

бетоноукладочном комплексе в составе бетононасоса (растворонасоса) и нескольких автотранспортных средств (3...10 автобетоносмесителей), число которых рассчитывают, исходя из условия непрерывного подвоза бетонной смеси и в зависимости от расстояния между бетонным заводом и строительной площадкой. С усовершенствованием организации бетонных работ в состав комплекса могут быть также включены бетоносмесительные установки, а персонал комплекса дополнен бригадой бетонщиков.

Автобетоносмесители и авгорастворовозы

Автобетоносмесители предназначены для доставки отдозированных компонентов бетонной смеси, приготовления ее в пути следования или по прибытии на строительный объект, а также доставки готовой смеси потребителю.

Автобетоносмесители представляют собой гравитационные смесители грушевидной формы, установленные на шасси автомобиля (табл. 7.5). В качестве приводного двигателя используется двигатель шасси либо автономный дизель-мотор. Смесительный барабан приводится во вращение либо через механическую передачу, включающую редуктор, цепь и зубчатый венец, закрепленный на барабане, либо через гидромеханическую передачу, включающую в себя гидронасос, гидромотор и планетарный редуктор.

Смесительные барабаны внутри имеют винтовые лопасти, обеспечивающие перемешивание бетонной смеси при вращении барабана в одну сторону и разгрузку – при вращении в обратном направлении.

Автобетоносмесители снабжены лоточными загрузочно-разгрузочными устройствами, баками для воды затворения и промывки, аппаратурой для подачи воды под давлением и ее дозирования.

Для обеспечения эксплуатации в зимний период водяной бак, водяные трубы и другую водяную арматуру утепляют.

Автобетоносмеситель СБ-159А показан на рис. 7.3. Рама 8 технологического оборудования прикреплена к раме шасси 1 автомобиля КамАЗ-5511 с помощью болтов и кронштейнов и представляет собой сварной узел, состоящий из продольной рамы 11, задней стойки и передней стойки, которая является опорой для редуктора 10, и бака для воды. На задней стойке установлена роликовая опора барабана из двух роликов 3.

Технические характеристики автобетоносмесителей

Показатели	Марка бетоносмесителя			
	СБ-159А	АБС-5	АБС-6	СБ-92В-1
Базовое шасси	КамАЗ-5511		КрАЗ-250	КамАЗ-5511
Привод смесительного барабана	Гидромеханический от дизеля шасси			Механиче- ский от автоном- ного дизеля
Максимальный объем перевозимой бетонной смеси, м ³ , в зависимости от плотности ρ , т/м ³ :				
1,8	5,0	5,0	6,0	5,0
2,2	4,0	4,1	5,0	4,0
Время перемешивания, мин	15...20			
Частота вращения смесительного барабана, мин ⁻¹	0...20	0...18	0...12	6...14
Темп выгрузки, м ³ /мин, при подвижности бетонной смеси:				
2...5 см	1			
7...8 см	2			
Наибольшая скорость автобетоносмесителя при полной загрузке на горизонтальном участке дороги с твердым покрытием, км/ч	60			
Габаритные размеры автобетоносмесителя, мм, не более:				
длина	8000	7350	9540	7350
ширина	2500	2500	2500	2500
высота	3500	3420	3640	3460
Масса автобетоносмесителя, т, не более:				
снаряженного (порожного)	9,75	9,85	12,75	10,15
загруженного	19,15	19,425	24	19,15

Смесительный барабан 4 выполнен в виде двух усеченных конусов, повернутых друг к другу основаниями и соединенных цилиндрической вставкой. Ось барабана имеет наклон 15° . Лопастей смесительного барабана винтовые двухзаходные. В переднем конусе барабана имеются два смотровых люка, через которые можно осуществлять аварийную разгрузку. Передней частью смесительный барабан прикреплен к редуктору; бандажом, установленным на заднем конусе, барабан опирается на роликовую опору.

Загрузочно-разгрузочное устройство 5 состоит из приемного бункера и системы лотков, которые могут поворачиваться относительно друг друга и изменять наклон, обеспечивая выгрузку бетонной смеси в нужном направлении.

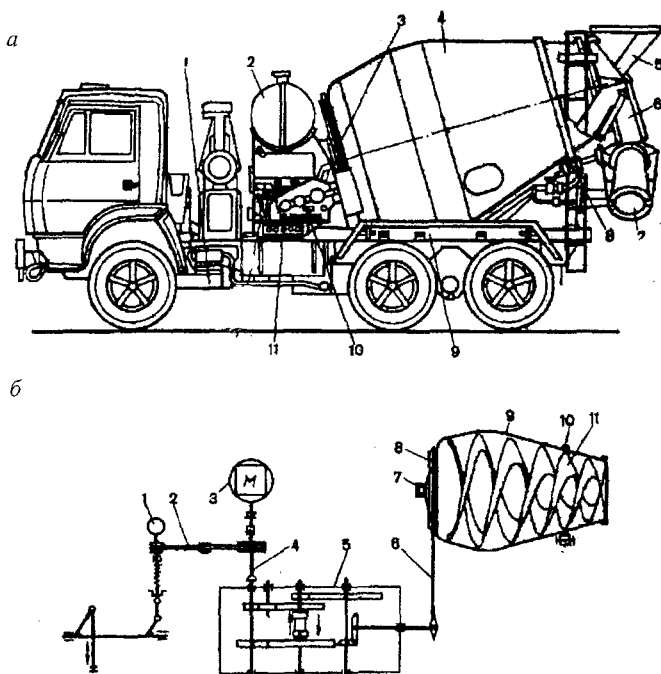


Рис. 7.3. Автобетоносмеситель СБ-159А

Водяной бак 2 выпускается в двух модификациях (емкостью 400 и 800 л), снабжен указателем уровня и водомером. Наполнение бака производится по рукаву. Дозируемая вода подается сжатым

воздухом в смесительный барабан через разбрызгиватель; расход воды контролируется по указателю уровня и водомеру. Вода для промывки подается в обход водомера. Для подогрева воды в бак помещен теплообменник гидросистемы.

Для подачи воды используется избыточный сжатый воздух тормозной системы шасси, который через систему вентиля и предохранительный клапан, настроенный на 0,4 МПа, поступает в водяной бак и выдавливает из него воду.

Привод смесительного барабана осуществляется следующим образом. Крутящий момент от двигателя шасси через коробку отбора мощности и карданный вал передается главному гидронасосу 8. От гидронасоса рабочая жидкость поступает в реверсивный гидромотор. Рабочее давление в системе составляет 16...20 МПа. Гидромотор соединен с трехступенчатым планетарным редуктором, выходной вал которого вращает смесительный барабан.

Гидросистема автобетоносмесителя имеет также подпиточный насос, восполняющий утечки в системе главного гидронасоса и гидромотора, систему клапанов, рукавов высокого давления, бак и теплообменник.

Изменение подачи и направления потока масла (реверсирования подачи насоса) осуществляется изменением угла наклона поворотного корпуса главного насоса, выполненного по аксиально-поршневой схеме. При изменении угла от нуля до максимума в ту или иную сторону гидромотор вращает смесительный барабан по часовой стрелке или против нее.

Процессом загрузки и выгрузки управляют с выносного пульта, расположенного на задней стойке рамы; процессом побуждения в пути следования можно управлять из кабины водителя.

Автобетоносмеситель СБ-92В-1 отличается от автобетоносмесителя СБ-159А преимущественно конструкцией привода и органов управления (см. рис. 7.3, б). Автобетоносмеситель снабжен индивидуальным двигателем внутреннего сгорания Д144-663 для привода барабана 9 с двумя винтовыми полостями 11. От двигателя крутящий момент через фрикционную муфту сцепления передается карданным валом 4 на входной вал редуктора 5. Вращение с выходного вала редуктора 5 посредством цепной передачи 6 передается на зубчатый венец 8 барабана, установленного на подшипниках 7 и роликах 10 опор. Редуктор имеет зубчатую муфту, два рабочих положения которой обеспечивают реверсирование направления вращения

выходного вала; при нейтральном положении зубчатой муфты вращение на выходной вал не передается. Управление автономным двигателем, фрикционной и зубчатой муфтами обеспечивается с помощью рычагов и тяг 1, 2, расположенных с левой стороны машины.

Вода из водяного бака подается в смесительный барабан центробежным насосом, приводимым с помощью клиноременной передачи от того же индивидуального двигателя Д144-66.

Авторастворовоз СБ-89В используется для перевозки строительных растворов различных марок и их порционной выдачи на строительные объектах. В пути и на строительном объекте раствор находится в режиме побуждения.

Авторастворовоз выполнен в виде цистерны со встроенным лопастным побудителем, установленной на шасси ЗИЛ-431412.

Техническая характеристика авторастворовоза

Максимальный объем перевозимой смеси, м ³	2,2
Максимальная грузоподъемность, т	4,4
Высота загрузки, мм, не более	2400
Масса технологического оборудования, кг, не более	1950
Максимальная скорость движения с полной загрузкой, км/ч	60
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина (в транспортном положении)	7100
ширина	2500
высота	2400

Цистерна представляет собой сварную металлоконструкцию с торцовыми днищами эллиптического сечения, в центрах которых находятся фланцы для крепления подшипниковых узлов побудителя. В нижней части размещены разгрузочные лотки и затвор, приводимый гидроцилиндром. Шибер затвора плоский, уплотненный резиновыми прокладками. В верхней части цистерны находятся крышки.

Побудитель имеет стальную трубу, к которой стяжными болтами прикреплены радиально расположенные стойки для винтовых лопастей. К крайним стойкам приварены лопатки для очистки эллиптических днищ. Для привода побудителя применены гидромотор и цепная передача. Рабочая жидкость подается в гидромотор и гидроцилиндр шибера гидронасосом, приводимым от коробки отбора мощности ЗИЛа.

Крышки цистерны после загрузки фиксируют замками. Раствор транспортируют к месту выдачи при периодически включаемом побудителе. Периоды включения зависят от подвижности и состава раствора, степени заполнения цистерны, температуры окружающего воздуха. При возбуждении раствора побудитель вращается по часовой стрелке (со стороны привода), включение побудителя осуществляется гидрораспределителем.

На месте выдачи раствора в нужном положении устанавливают лоток, открывают затвор и выгружают содержимое цистерны, регулируя темп разгрузки наклоном лотка и включением побудителя поворотом против часовой стрелки. После работы цистерна, разгрузочные лотки и затвор должны быть тщательно промыты горячей водой.

Расчет основных эксплуатационных показателей автобетоносмесителей

Объем перевозимой бетонной смеси V_c и геометрическая вместимость смесительного барабана V_r связаны зависимостью

$$V_c = V_r k,$$

где k – коэффициент загрузки.

При перевозке готовых бетонных смесей принимают $k \leq 0,5...0,6$. Нижнее значение k соответствует условиям транспортирования сухих компонентов с последующим приготовлением бетонной смеси в автобетоносмесителе. Верхнее значение k соответствует условиям перевозки готовой бетонной смеси.

Мощность привода смесительного барабана рассчитывают по формуле

$$N = \frac{M_{\delta} n_{\delta}}{\eta_m \eta_{гп}},$$

где M_{δ} – момент на валу смесительного барабана, соответствующий режиму загрузки и перемешивания, определяется экспериментально (для автобетоносмесителей с объемом перевозимой смеси 5 м^3 $M_{\delta} = 1500 \text{ Н}\cdot\text{м}$);

n_b – частота вращения смесительного барабана в режиме загрузки и перемешивания;

η_m – КПД механической передачи;

$\eta_{гг}$ – КПД гидравлической передачи.

Бетононасосы

Бетононасосы предназначены для перекачивания по трубам (бетоноводам) бетонных смесей, принимаемых из автотранспортных средств, и подачи смесей к месту укладки. Их применяют во всех областях гражданского, промышленного и сельского строительства. Дополнительные возможности создает использование бетононасосов в комплекте с автономными бетонораспределительными стрелами-манипуляторами.

Использование бетононасосов требует высокой степени организации работ на строительной площадке; экономическая эффективность применения бетононасосов резко возрастает с увеличением объемов сменной выработки.

Таблица 7.6

Технические характеристики бетононасосов

Показатели	СБ-126Б	СБ-126Б-1	БН-80-20М	СБ-161
1	2			3
Тип	Автобетононасос			Стационарный
Базовое шасси	КамАЗ-53213		КрАЗ-250	–
Производительность максимальная, м ³ /ч	65			60
Давление (максимальное) на бетонную смесь, МПа	6			
Подвижность перекачиваемой бетонной смеси (осадка конуса), см	6...12		4...12	6...12
Наибольшая крупность заполнителя, мм	50		40	40
Высота подачи бетонной смеси стрелой (максимальная), м	21		20	–

1	2	3	4	
Вылет стрелы, м	18	17	—	
Объем приемной воронки, м ³	0,6	0,4	0,6	
Высота загрузки, мм	1400			
Габаритные размеры, мм:				
длина	10000	9887	5500	
ширина	2500	2500	1850	
высота	3800	3700	1500	
Масса конструктивная, кг	17000	19100	19750	5400
Рабочая температура окружающего воздуха, °С	+40...-5	+40...-40	+40...-30	+40...-5

Использование бетононасосов требует высокой степени организации работ на строительной площадке; экономическая эффективность применения бетононасосов резко возрастает с увеличением объемов сменной выработки. Это определяется как факторами, общими для всех строительных машин, так и необходимостью выполнения специфических трудоемких вспомогательных работ – подачи пускового раствора для смазывания бетонопроводов, промывки и очистки рабочих органов и бетонопроводов при перерывах в работе, а также перекладывания и фиксации стационарных бетонопроводов.

Бетононасосы классифицируются по принципу действия, способу передвижения и установки, типу приводного двигателя.

По принципу действия конструкции серийно выпускаемые бетононасосы разделяются на поршневые и роторно-шланговые (перистальтические).

По способу передвижения и установки различают автобетононасосы на базе автомобильных шасси (рис. 7.4), прицепные на колесном ходу и стационарные на рамах.

Источником энергии в автобетононасосах является дизель шасси или автономный дизель. Прицепные и стационарные бетононасосы могут быть оборудованы как дизелями, так и электродвигателями.

В бетононасосах всех типов можно выделить следующие основные узлы, смонтированные на общей раме: загрузочную воронку 6, привод, качающий узел 4, нагнетательный бетоновод 7, вспомогательные механизмы.

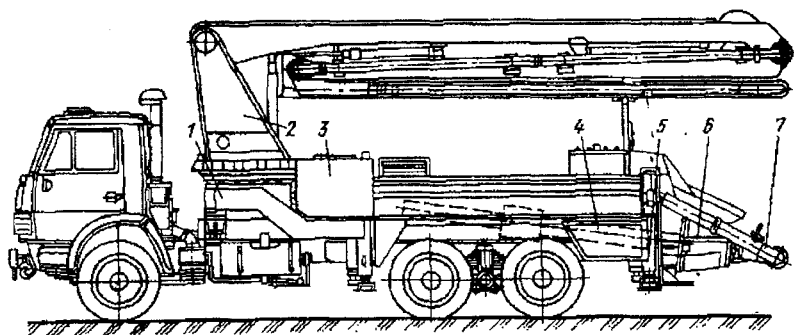


Рис. 7.4. Автобетононасос

Автобетононасосы, как правило, снабжены бетонораспределительной стрелой-манипулятором 2. Привод всех современных бетононасосов является гидравлическим с большим разнообразием принципиальных схем.

Качающий узел поршневого бетононасоса состоит из цилиндропоршневой группы 5 и бетонораспределителя 3, поочередно направляющего нагнетаемую бетонную смесь в бетоновод 2 (рис. 7.5), при этом процесс нагнетания имеет циклический характер.

Качающий узел роторно-шланговых бетононасосов (см. рис. 7.5) выполнен в виде ротора, несущего 2–3 прижимных ролика и вращающегося внутри барабана, при этом ролики обкатываются по шлангу, уложенному по внутренней поверхности барабана, и выталкивают бетонную смесь из шланга в бетоновод. Благодаря образуемому в шланге разрежению в него всасываются новые порции бетонной смеси из приемной воронки. Таким образом, процессы всасывания и нагнетания осуществляются практически непрерывно.

Поршневые бетононасосы развивают давление на бетонную смесь 6 МПа и более, но при этом отличаются сложностью гидросхем привода. Роторные бетононасосы развивают давление не более 3 МПа, но благодаря простоте конструкции отличаются большей надежностью и простотой обслуживания.

Бетоноводы бетононасосов собирают из отрезков труб с внутренним диаметром 100...125 мм, соединяемых между собой быстросъемными замками с резиновыми манжетными уплотнениями. Назначение бетоноводов – подача бетонной смеси от качающего узла к месту укладки. В автобетононасосах бетоноводы прикрепляют к раме и бетонораспределительной стреле-манипулятору.

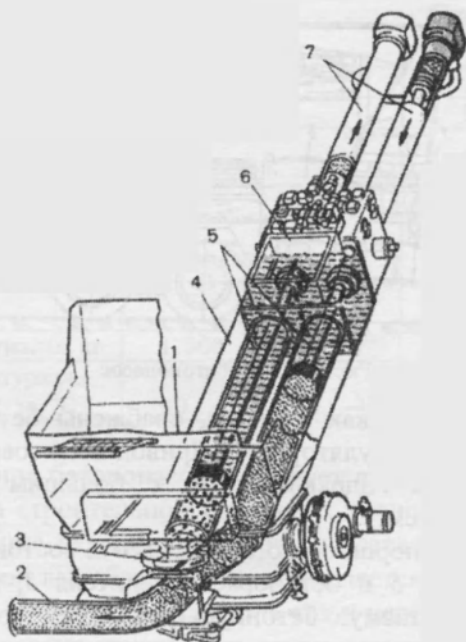


Рис. 7.5. Качающий узел поршневого бетононасоса СБ-126Б

Стационарные и прицепные бетононасосы нагнетают бетонную смесь в бетоноводы, проложенные по строительной площадке к ее сооружениям.

Бетонораспределительные стрелы автобетононасосов состоят из трех и более шарнирно сочлененных секций, раскладывающихся с помощью гидроцилиндров.

Вспомогательные механизмы – компрессор и водяной насос – обеспечивают промывку и очистку рабочих органов бетононасоса после работы. Бетоновод очищается шарами из губчатой резины, продавливаемыми под давлением, создаваемым компрессором. Прочие узлы технологического оборудования от бетонной смеси отмываются струей из шланга, присоединенного к водяному насосу.

Автобетононасосы, предназначенные для работы при отрицательных температурах, оборудованы кабинами операторов и снабжены системами обогрева технологического оборудования.

Автобетононасос СБ-126Б имеет качающий узел, состоящий из цилиндропоршневой группы и бетонораспределителя (см. рис. 7.5).

В цилиндропоршневую группу входят два бетонотранспортных цилиндра 5 диаметром по 180 мм, поршни которых приводятся в движение штоками главных цилиндров 7 гидропривода диаметром по 100 мм. Между цилиндрами гидропривода и бетонотранспортными цилиндрами расположена промывочная воронка 6, в которую перед работой бетононасоса заливается вода с целью смазывания рабочих поверхностей бетонотранспортных цилиндров и их обрешенных поршней.

Поршни бетонотранспортных цилиндров работают в противофазном режиме: когда один из них обеспечивает всасывание бетонной смеси, другой синхронно осуществляет такт нагнетания, после завершения которого этот поршень, в свою очередь, становится всасывающим, а первый – нагнетающим и т.д. Выходные отверстия нагнетающих цилиндров попеременно соединяются с бетоноводом 2 с помощью поворотного бетонораспределителя 3, помещенного в загрузочную воронку 1 и выполненного в виде трубчатого тройника. Перемещения бетонораспределителя осуществляются с помощью двух плунжерных гидроцилиндров 4.

Согласованная работа всех гидроцилиндров в автоматическом режиме обеспечивается принципиальной гидросхемой (открытого типа), включающей три насоса и ряд гидрораспределителей с гидравлическим управлением. Привод всех насосов осуществляется от дизеля шасси КамАЗ-53213 через коробку отбора мощности.

Бетонораспределительная стрела 2 (см. рис. 7.4) с вылетом 18 м состоит из трех секций коробчатого сечения; первая (корневая) секция поднимается спаренными гидроцилиндрами диаметром 100 мм, вторая – цилиндром диаметром 125 мм и третья – цилиндром диаметром также 100 мм.

Корневая секция стрелы шарнирно закреплена на стойке, установленной на поворотном круге. Поворот стрелы на 360° осуществляется гидромотором через зубчатое зацепление, венец которого входит в конструкцию поворотного круга.

Бетоновод 7, проложенный вдоль всех секций стрелы, заканчивается резиноканевым шлангом длиной 5 м. В местах шарнирного соединения секций стрелы секции бетоновода также имеют поворотные уплотненные соединения.

В рабочем положении автобетононасос устанавливают на выдвинутые опоры 1 и 5.

Вспомогательные механизмы – компрессор и водяной насос – имеют гидравлический привод, каждый из них развивает давление до 0,7 МПа. Вода в водяной насос поступает из бака 3 вместимостью 400 л.

Управление работой качающего узла 4 и бетонораспределительной стрелы 2 осуществляется с помощью выносного пульта, снабженного кабелем длиной 18 м. Вспомогательные механизмы и подвижные опоры управляются со стационарного пульта.

Автобетононасос СБ-126Б-1 является модификацией насоса СБ-126Б, предназначенной для работы в интервале температур от +40 до –40 °С. От основной модели модификация отличается наличием кабины оператора и теплоизолирующего кожуха, закрывающего качающий узел и загрузочную воронку, которая имеет закрывающийся люк для загрузки бетонной смеси. Под кожухом находятся также два отопителя ОВ-35, работающих на дизельном топливе и обогревающих подкапотное пространство, бетоновод и кабину оператора.

Бетоноводы и водяной бак, расположенные вне кожуха, также утеплены с целью предотвращения замерзания в них бетонной смеси и воды. Водяной бак, кроме того, отапливается отработавшими газами дизеля шасси, проходящими по коллектору внутри бака.

Бетононасос СБ-161 выполнен стационарным, на раме. Качающий узел, приемная воронка, принципиальная гидросхема, вспомогательные механизмы такие же, как и у бетононасоса СБ-126Б, однако бетононасос СБ-161 не имеет распределительной стрелы, а привод всех гидронасосов обеспечивается от электродвигателей.

Автобетононасос БН-80-20М предназначен для работы при температуре +40...–30 °С. Основные показатели технической характеристики – максимальные производительность и давление на бетонную смесь – такие же, как и у бетононасоса СБ-126Б. Однако рабочие органы этого автобетононасоса имеют некоторые конструктивные отличия. Загрузочная воронка оборудована мешалкой с приводом от гидромотора через одноступенчатый редуктор. Бетонораспределительная стрела имеет вылет 17 м, поворот ее стойки осуществляется с помощью гидроцилиндра через зубчато-реечную передачу.

Расчет основных эксплуатационных показателей бетононасоса

Основными показателями технической характеристики бетононасоса являются производительность Q и давление на бетонную смесь p . Произведение этих величин дает формулу затрачиваемой мощности в общем виде:

$$N = \frac{Qp}{\eta_m \eta_{гп}}, \quad (7.1)$$

где η_m – механический КПД привода;

$\eta_{гп}$ – КПД гидропривода.

Как видно из выражения (7.1), при ограниченной мощности приводного гидронасоса максимальные значения Q и p не могут быть достигнуты одновременно.

Различают теоретическое Q_T и техническое Q_3 значения производительности; в табл. 7.6 указаны ее технические значения.

Теоретическая производительность

$$Q_T = 60 \frac{\pi D^2}{4} L n, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где D – диаметр бетонотранспортного цилиндра, м;

L – ход бетонотранспортного поршня, м;

n – суммарное число ходов бетонотранспортных поршней в минуту.

Техническая производительность

$$Q_3 = Q_T \eta_0,$$

где η_0 – объемный КПД бетонотранспортного цилиндра.

Значения η_0 , характеризующие заполнение бетонотранспортного цилиндра при всасывании, обусловлены реологическими свойствами бетонных смесей. Для наиболее распространенных марок $\eta_0 = 0,7 \dots 0,9$.

Давление на бетонную смесь p , развиваемое бетонотранспортным поршнем, определяется по формуле

$$p = p_{\Gamma} \frac{d^2}{D^2} - \Delta p_{\Gamma},$$

где p_{Γ} – давление в гидросистеме, максимальное значение которого задается настройкой предохранительного клапана;

d – диаметр главного гидроцилиндра;

Δp_{Γ} – потери в гидросистеме, составляющие около $0,1 p_{\Gamma}$.

Лабораторная работа № 8

ВЫБОР СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ОБНОВЛЕНИЯ БАЗЫ МЕХАНИЗАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЕ ЧИСЛЕННОСТИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАННЫХ ОБЪЕМОВ РАБОТ

Задание

1. Осуществить выбор строительной машины при обновлении базы механизации по одному из критериев эффективности.
2. Подсчитать количество требуемых машин для выполнения заданного объема работ, обеспечивая комплексную механизацию.

Таблица 8.1

Показатели	Типы машин; варианты				
	Экскаваторы				
	1	2	3	4	5
Марка экскаватора	ЭО-3131	ЭО-3333	EW-25-M1 на базе МА3а	EW-25-M1 на базе КамАЗа	EW-25-M1 на базе УРАЛа
Мощность, кВт	55,2	55,2	176	169	160
Геометрический объем ковша, м ³	0,35	0,4	0,4	0,4	0,65
Марка автомобиля- самосвала	МАЗ- 555102- 2125	МАЗ- 551603- 2121	МАЗ- 551605- 2121	МАЗ- 551650- 2131	БелАЗ- 75404
Средняя скорость движения, км/ч	50	50	50	50	35
Мощность, кВт	169	184	243	243	312
Объем платформы, м ³	5,4	10,5	10,5	10,5	15,0
Объем работ, W_i тыс. м ³					
Дальность транспор- тирования грунта, км	10	10	10	10	10
Число дней работы машин, дни	10	12	14	16	18
Критерий эффективности	Удельная энергоемкость				

Методические указания

Критериями эффективности выбираемых строительных машин при обновлении баз механизации могут быть минимальная удельная энергоемкость $N_{уд}$ и минимальная себестоимость производства единицы продукции C_{min} :

$$N_{уд} = \frac{N}{\Pi_3}; \quad C_{min} = \frac{C_{м-ч}}{\Pi_3},$$

где N – мощность установленных на машине двигателей, кВт;

Π_3 – эксплуатационная производительность машины, м³/ч;

$C_{м-ч}$ – стоимость машино-часа, руб./маш-ч.

В качестве обобщенного критерия эффективности применяется показатель годового экономического эффекта, определяемый как разница приведенных затрат сравниваемых вариантов:

$$\mathcal{E}_{Г^*} = [(C_{ед1} + E_n K_1) - (C_{ед2} - E_n K_2)] A_2,$$

где $C_{ед}$ – себестоимость единицы конечной продукции механизированных работ, руб.;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K_1, K_2 – удельные капитальные вложения, руб.;

A_2 – годовой объем работ в натуральном измерении по новой технике;

1, 2 – индексы обозначения старого и нового вариантов.

Для выполнения первого пункта задания согласно вариантам необходимо определить удельную энергоемкость.

Эксплуатационная производительность одноковшовых экскаваторов определяется по формуле

$$\Pi_{эз} = V n k_{ц} k_n k_v / k_p, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где V – геометрический объем ковша, м³;

$k_n = 0,6 \dots 1,2$;

$$k_b = 0,65 \dots 0,85;$$

$$k_p = 1,1 \dots 1,4;$$

$n_{ц}$ – число циклов за один час работы:

$$n_{ц} = 3600/T_{ц},$$

здесь $T_{ц}$ – продолжительность одного рабочего цикла, с, включает в себя время, необходимое на копание, подъем ковша, поворот стрелы с ковшом, выгрузку ковша, поворот стрелы в забой и опускание ковша. Значения $T_{ц}$ для экскаваторов с различным объемом ковша приведены в табл. 8.2.

Таблица 8.2

Продолжительность цикла одноковшовых экскаваторов

Объем ковша, м ³	Продолжительность цикла, с	
	прямой лопаты	обратной лопаты
0,4	15...16	15...21
0,65	16...18	16...23
1	16...21	20...26
1,6	20...21	24...26

Производительность вспомогательных автотранспортных средств, обслуживающих ведущие строительные машины, определяется по формуле

$$П_a = \frac{gk_n k_b}{t_{пр} + L/(\beta v)},$$

где g – вместимость кузова автомобиля, м³;

$$k_n = 0,8 \dots 1,2;$$

$$k_b = 0,8 \dots 0,9;$$

$t_{пр}$ – время простоя машины при загрузке и разгрузке, ч. Время простоя при загрузке определяется временем работы экскаватора:

$$t_{\text{пр}} = T_{\text{ц}} \cdot g / V;$$

L – дальность транспортирования, км; $L = l_3$, см. табл. 8.1;

β – коэффициент использования пробега;

v – техническая скорость перемещения машины:

$$v = 2v_1v_2 / (v_1 + v_2), \text{ км/ч,}$$

здесь v_1, v_2 – скорости движения машины соответственно в грузе и в порожнем состоянии.

После выполнения расчетов выбираются экскаватор и самосвал с минимальной удельной энергоемкостью (из всех пяти вариантов) для обновления базы механизации.

Количество автомобилей-самосвалов, обслуживающих ведущую машину комплекта, например экскаватор, определяется из равенства эксплуатационных производительностей этих машин:

$$n = \frac{\Pi_{\text{эз}}}{\Pi_{\text{а}}}.$$

Расчет потребности предприятия в технике для выполнения заданного объема работ производят методом прямого счета, в основу которого положено выражение

$$M = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^n \frac{W_i}{\Pi_i},$$

где M – число экскаваторов;

t – продолжительность работы машины за планируемый период:

$$t = D k_{\text{см}} t_{\text{с}},$$

D – число дней работы машины на планируемый период (см. табл. 8.1);

$k_{\text{см}}$ – коэффициент сменности; для основных типов машин (экскаваторов) достижимые в настоящее время значения коэффициента сменности в парках машин 1,4...1,6;

t_c – среднесуточная наработка:

$$t_c = t_{см} k_{см} k_b, \text{ мото-ч};$$

$t_{см}$ – продолжительность смены, ч ($t_{см} = 8,2$ ч);

k_b – коэффициент использования машин по времени в течение смены, $k_b = 0,8 \dots 0,9$.

W_i – объем работ i -й машины (см. табл. 8.1);

Π_i – часовая эксплуатационная производительность экскаватора i -й марки;

n – число машин.

Полученное количество экскаваторов (необходимое для выполнения заданных объемов работ) умножается на количество самосвалов, приходящихся на один экскаватор, что в результате дает общее количество самосвалов, необходимых для выполнения заданных объемов работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсам «Строительные, дорожные и транспортные машины», «Механизация в строительстве» / А.В. Вавилов [и др.]. – Минск: БНТУ, 2003. – 205 с.

2. Добронравов, С.С. Строительные машины и оборудование: справочник / С.С. Добронравов. – М.: Высшая школа, 1991. – 456 с.

3. Максименко, А.Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин / А.Н. Максименко. – СПб., 2006. – 387 с.

4. Технология, механизация и автоматизация *строительства* / С.С. Атаев [и др.]. – М.: Высшая школа, 1990. – 585 с.

5. Учебно-методическое пособие к курсовому проектированию по дисциплине «Эксплуатация строительных и дорожных машин» для студентов специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» / А.В. Вавилов [и др.]. – Минск: БНТУ, 2003. – 95 с.

6. Добронравов, С.С. Строительные машины и оборудование: справочник / С.С. Добронравов, М.С. Добронравов. – М.: Высшая школа, 2006. – 445 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1 ИЗУЧЕНИЕ ОБЩЕЙ СТРУКТУРЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМА ПЕРЕДАЧИ ДВИЖЕНИЯ К РАБОЧЕМУ ОРГАНУ И ХОДОВОМУ ОБОРУДОВАНИЮ.....	4
Лабораторная работа № 2 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН.....	16
Лабораторная работа № 3 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА БУЛЬДОЗЕРОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.....	36
Лабораторная работа № 4 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ОДНОКОВШОВЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ С НАБОРОМ СМЕННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.....	46
Лабораторная работа № 5 ИЗУЧЕНИЕ ДИЗЕЛЬ-МОЛОТОВ И ПОРЯДОК ИХ ПОДБОРА.....	66
Лабораторная работа № 6 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА БАШЕННОГО КРАНА И СТРОИТЕЛЬНОГО ПОДЪЕМНИКА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	79
Лабораторная работа № 7 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ И ПОДАЧИ ЕЕ К МЕСТУ УКЛАДКИ.....	97
Лабораторная работа № 8 ВЫБОР СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ОБНОВЛЕНИЯ БАЗЫ МЕХАНИЗАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЕ ЧИСЛЕННОСТИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАННЫХ ОБЪЕМОВ РАБОТ.....	121
Литература.....	126

Учебное издание

ВАВИЛОВ Антон Владимирович
КОТЛОБАЙ Анатолий Яковлевич
КОТЛОБАЙ Андрей Анатольевич
СОКОЛОВСКИЙ Юрий Викторович

МЕХАНИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Методическое пособие
для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»

Редактор Т.Н. Микулик
Технический редактор О.В. Дубовик
Компьютерная верстка О.В. Дубовик

Подписано в печать 29.09.2008.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 5,82. Тираж 100. Заказ 292.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0131627 от 01.04.2004.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.