

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Б. Г. Ким С. В. Прохоров

ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ»



Владимир 2015

УДК 69.002.5

ББК 38.6.-5

К40

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент
кафедры теплогазоснабжения, вентиляции и гидравлики
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
М. В. Мельников

Доктор технических наук, профессор
зав. кафедрой гидравлики, теплотехники и инженерных сетей
Ивановского государственного политехнического университета
Н. Н. Елин

Ким, Б. Г. Практикум по дисциплине «Строительные
К40 машины» / Б. Г. Ким, С. В. Прохоров ; Владим. гос. ун-т
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2015. –
95 с. – ISBN 978-5-9984-0647-8.

Приведены методики расчета и подбора строительных машин для производ-
ства основных видов строительно-монтажных работ. Приводятся основные расче-
ты при разработке технологической карты на монтаж.

Предназначен для студентов всех форм обучения по направлению 08.03.01 –
Строительство.

Табл. 61. Ил. 33. Библиогр.: 5 назв.

УДК 69.002.5

ББК 38.6.-5

ISBN 978-5-9984-0647-8

© Ким Б. Г., Прохоров С. В., 2015

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование и ускорение строительного производства, подъем его на качественно новый уровень возможны исключительно только за счет индустриализации и комплексной механизации основных трудоемких работ с конечной целью полного исключения ручного труда. Широкое внедрение комплексной механизации способствует сокращению сроков строительства и его себестоимости, повышению производительности труда. В свою очередь, комплексная механизация невозможна без насыщения строительства необходимым количеством высокопроизводительных машин и оборудования.

За последние несколько лет появились признаки возрождения отечественного машиностроения, произошло определенное обновление номенклатуры выпускаемого оборудования, которое стало более современным и менее энергоемким, появились новые предприятия. Большое количество техники стали производить совместно с зарубежными партнерами, по новым технологиям, с учетом новых требований.

Представленный практикум позволяет будущим специалистам, научиться осуществлять подбор необходимого комплекта машин и оборудования для механизации строительных процессов.

Практическое занятие № 1

РАСЧЕТ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ ЛЕБЕДОК

Цель и задачи занятия

Изучение конструкции, определение параметров и расчет грузоподъемных лебедок.

Содержание занятия

1. Начертить схему запасовки канатов.
2. Определить общий КПД подъемного механизма.
3. Подобрать тип стального каната.
4. Определить длину, диаметр и канатоемкость барабана лебедки.
5. Определить мощность и тип двигателя.

Методика выполнения расчета

1. Изучить конструкцию, устройство и принцип работы предложенной машины. Нарисовать схему ее общего устройства. Изучить рабочий цикл и методику определения производительности.

Таблица 1.1

Варианты заданий

№	Схема по рис. 1.	Тип машины	Масса груза Q кг	Скорость подъема груза $V_{гр}$, м/с	Высота подъема груза H , м	Продолжительность включения ПВ, %
1	Б	БК	2000	1,2'	60	25
2	В	БК	1500	1.2	70	40
3	Б	БК	4500	1.0	60	25
4	Г	КК	3200	0,17	15	25
5	А	СП	750	0,6	35	40
6	Б	БК	6850	0.5	55	40
7	В	БК	3300	0,5	38	40
8	Г	БК	7000	0.7	58	40
9	А	КК	4900	0.33	28	25
10	А	СП	800	0.5	90	25

Примечание: Для вариантов по строительному подъемнику диаметр барабанов лебедки: $Dб = 230$ мм, $Dб = 370$ мм. В башенном и козловом $Dб = 410$ мм, $Dб = 670$ мм.

Начертить схему канатного полиспаста в соответствии с вариантом задания (рис. 1.1).

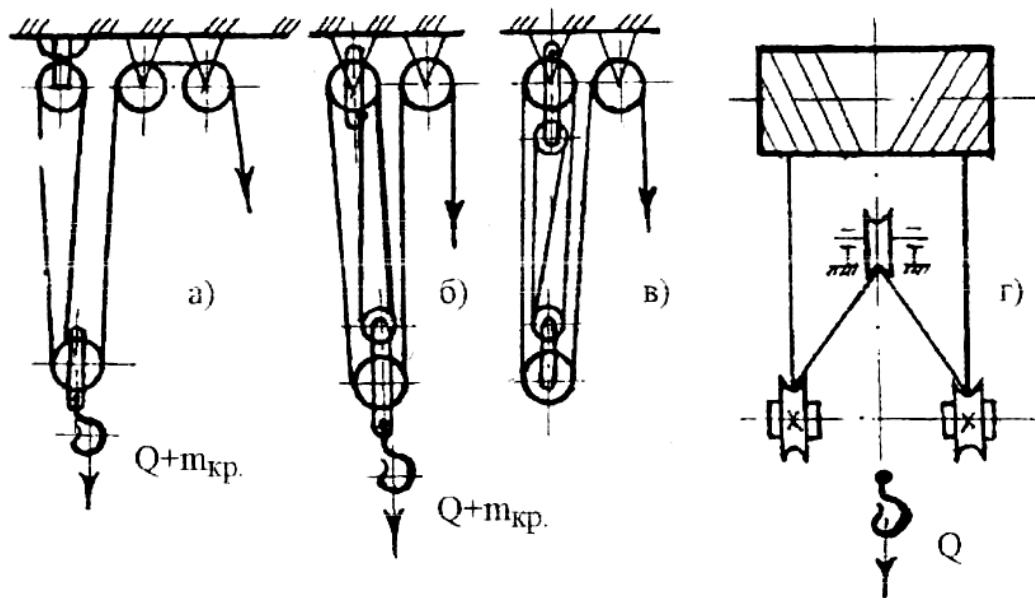


Рис. 1.1 – Схемы полиспастов (а, б, в, г - варианты заданий)

Рассчитать общий коэффициент полезного действия грузоподъемного механизма

$$\eta_{общ} = \eta_{пол} \cdot \eta_{обв.бл} \quad (1.1)$$

где $\eta_{пол}$ - КПД полиспаста; $\eta_{обв.бл.}$ - КПД обводных (отклоняющих) блоков.

Для полиспаста, у которого тянущая ветвь сходит с верхнего неподвижного блока

$$\eta_{пол} = \frac{\eta_{бл} \cdot i - \eta_{бл}^2}{i_{пол} \cdot i - \eta_{бл}} \quad (1.2)$$

а при сбегании каната с нижнего подвижного блока

$$\eta_{пол} = \frac{i}{i + i_{пол}} \cdot \frac{i - \eta_{бл}^z}{i - \eta_{бл}} \quad (1.3)$$

где $\eta_{бл} = 0,98$ - КПД одного блока; $i_{пол}$ - кратность полиспаста; z - число блоков в полиспасте.

4. Подобрать стальной канат.

В грузоподъемных машинах применяют преимущественно канаты двойной свивки типа ЛК с шестью прядями в поперечном сечении

и числом проволок в каждой 19-37. Подбирают стальной канат по допускаемому усилию, H .

$$S_R = k \cdot P_K, \quad (1.4)$$

где k - коэффициент запаса прочности каната. В зависимости, от режима работы лебедки (15 % - легкий, $k = 5$; 25 % - средний, $k = 5,5$; 40% - тяжелый, $k = 6,0$); P_K - максимальное рабочее усилие в канате, H . Выбирать канат следует с учетом среднего временного сопротивления разрыву.

1. Максимальное рабочее усилие в канате, навиваемом на барабан при подъеме.

$$P_K = \frac{9,81 \cdot (Q + m_{кр})}{i_{пол} \cdot \eta_{общ}} \text{ или } \frac{9,81 \cdot Q_{рас}}{i_{пол} \cdot \eta_{общ}}, \quad (1.5)$$

где Q , $m_{кр}$ - масса поднимаемого груза и крюковой подвески, кг для кранов; $Q_{рас} = (Q + m_{г.пл.})$ кг - для строительных подъемников, здесь $m_{г.пл.}$ - масса грузовой платформы ($m_{г.пл.} \sim 150$ кг в расчетах можно пренебречь)

Необходимый диаметр каната и все его данные на основании расчетного разрывного усилия каната приведены в табл. 1.2

В соответствии с исходными данными следует выбрать тип барабана (рис. 1.2). Размеры профиля канавок в барабане приведены в табл. 1.3 Рабочая длина барабана определяется:

а) при многослойной навивке

$$L_{\bar{\sigma}} = \frac{L_k \cdot t}{\pi \cdot m \cdot (D_{\bar{\sigma}} + d_k \cdot m)} \quad (1.6)$$

б) при однослойной навивке

$$L_{\bar{\sigma}} = \frac{L_k \cdot t}{\pi \cdot (D_{\bar{\sigma}} + d_k)} \quad (1.7)$$

где L_k - длина каната, навиваемого на барабан; t - шаг витков каната (при многослойной навивке); m - число слоев навивки. Длина каната, навиваемого на барабан

$$L_k = i_{пол} \cdot H + 2 \cdot \pi \cdot (D_{\bar{\sigma}} + d_k) \quad (1.8)$$

где H - заданная высота подъема груза.

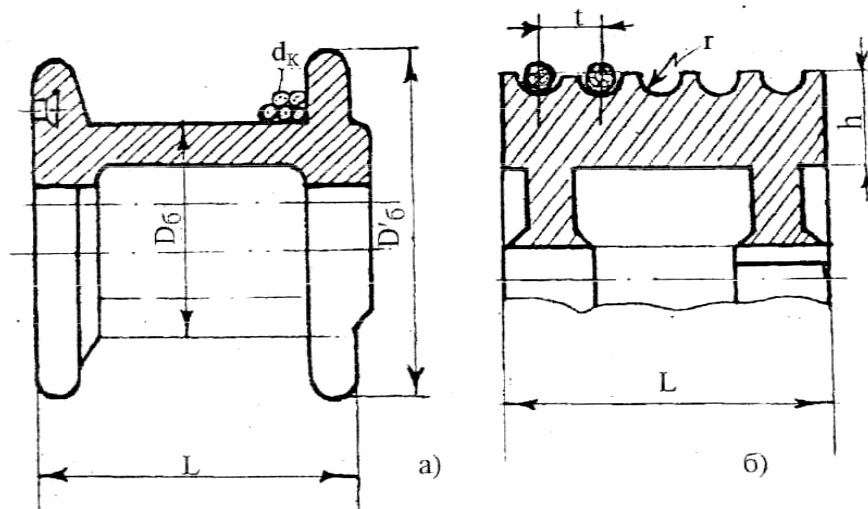


Рис.1.2. - Разновидности барабанов грузовых лебедок: а) гладкий; б) с канавками

Таблица 1.2
Разрывное усилие S_p , H стальных канатов (ГОСТ 2688-80);
канатов двойной свивки типа ЛК-Р

Диаметр каната, мм	Масса 1 м каната, кг	Временное сопротивление разрыву, Н/мм ²			
		1370 (140)	1570 (160)	1770 (180)	1960 (200)
8,3	0,256		34800	38150	41600
9,9	0,359	-	48850	53450	58350
12,0	0,527	-	71750	78550	85750
13,0	0,597	71050	81250	89000	97000
14,0	0,728	86700	108000	118000	98950
15,0	0,804	100000	114500	125500	137000
18,0	1,220	145000	166000	181500	198000
21,0	1,635	194500	222000	243500	265500
23,5	2,110	250500	287000	314000	343000
25,5	2,585	319000	365000	399500	436500

Таблица 1.3
Размеры профиля канавок на барабане лебедок, мм

Диаметр каната \varnothing , мм	Радиус r канавки барабана	Толщина K стенки барабана	Шаг нарезки, t	d_k	r	h	t
74...8	4,5	2,5	9	20	12	6,5	24
9	5,0	3,0	10	23	12,5	7,0	26
11	6,0	3,5	12,5	26	14	8,0	29
12	7,0	4,0	15,0	14	7,5	4,5	16
15	8,5	4,5	17,0	16	9,5	5,0	18

Таблица 1.4

Характеристики электродвигателей

Электродвиг.	КБ-100	КБ-160.2	КБК-160.2	МСК-5-20А	МСК-10-20
1	2	3	4	5	6
Марка	МТВ- 411-8	МТВ-412- 6С	МТВ-412-6С	МТВ-412-8 МТК-111-6	МТВ-412-8 МТК-112-6
Мощность, кВт	30	30	30	22 и 15	22 и 5
Частота вращения, мин ⁻¹	11,83	16,1	16,1	11,9 и 14,6	11,9 и 14,6
Марка	МТ-51-8	МТ-51-8	МТ-61-8		
Мощность, кВт	22	2x22	2x45		
Частота вращения, мин	12,05	12,05	12,05		

Число слоев навивки каната на барабан:

$$m = \frac{D_{\sigma}' - D_{\sigma}}{2 \cdot d \cdot k} - 2 \quad (1.9)$$

где D_{σ}' , D_{σ} - диаметры барабанов лебедки (см. примечание в табл. 1.1).

Расчетное число слоев навивки каната на барабан округляется до целого числа (большого). Канатоемкость барабана:

$$L = \pi \cdot L_{\sigma} \cdot m \cdot (D_{\sigma} + m \cdot d_k) / d_k \quad (1.10)$$

Пригодность лебедки по канатоемкости определяется из условия $L_k < L$.

6. Необходимая мощность двигателя определяется по максимальному рабочему усилию в канате P_k , скорости навивки каната $V_k = V_{гр} i_{пол}$ и $\eta_{леб} = 0,8$

$$N_{дв} = \frac{P_k \cdot V_k}{1000 \cdot \eta_{леб}}, \text{ кВт} \quad (1.11)$$

Выбор типа двигателя осуществляется по табл. 1.5

Таблица 1.5

Основные характеристики электродвигателей

Электродвигатель	ТИ-3А	ТП-4	ТП-2	ТП-5	ТП-7
Марка	АО-2-31-4	АОС-42- 2	АОС-42-2	АОС-52-4	АОС-42-2
Мощность, кВт	2,2	2,8	2,8	7	2,8
Частота вращения	22,7	44,5	44,5	22,25	44,5

Требования к отчету

1. Графическая часть включает в себя схему запасовки полиспастов и рисунок барабана.
2. Расчетная часть состоит из формул 1.1-1.11.

Контрольные вопросы

1. Какие виды барабанов для лебедок вы знаете?
2. От чего зависит грузоподъемность лебедки?
3. Что такое передаточное отношение?
4. Какие виды навивки канатов вы знаете?
5. От чего зависит КПД лебедки?

Практическое занятие № 2

РАСЧЕТ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Цель и задачи занятия

Целью занятия является определение производительности ленточного конвейера, подбор ширины ленты и мощности электродвигателя.

Содержание занятия

1. Определить площадь поперечного сечения материала на ленте.
2. Определить ширину ленты.
3. Вычислить мощность на валу приводного барабана конвейера.
4. Вычислить необходимую мощность двигателя.
5. Вычислить окружное усилие на приводном барабане и натяжение набегающей и сбегающей ветвей ленты.
6. Определить количество прокладок в ленте.
7. Определить диаметр приводного барабана и передаточное отношение приводного редуктора.

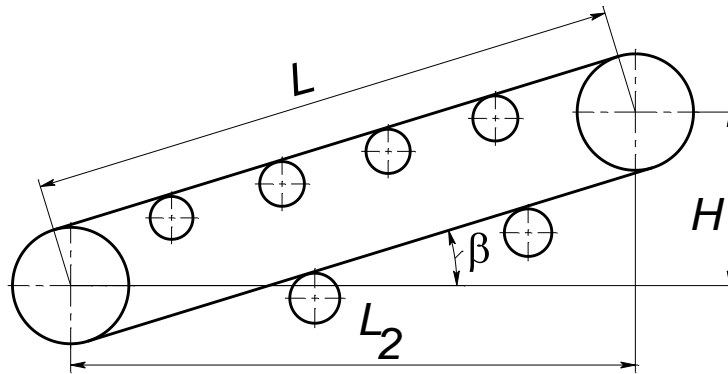


Рис.2.1. - Схема ленточного конвейера

Методика выполнения расчета

1. По заданной производительности (табл. 2.1) определяем площадь поперечного сечения материала на ленте конвейера

$$F = \frac{\Pi}{3,6\nu\rho}, \text{ м}^2, \quad (2.1)$$

где Π – производительность конвейера, т/ч; ν – скорость движения ленты, м/с выбираем из табл. 2.3 в зависимости от транспортируемого материала; ρ – насыпная плотность материала, кг/м³ (табл. 2.6).

2. Определяем ширину ленты по одной из формул (2.2) – (2.4) в зависимости от формы ленты (см. рис. 2.2). Форма ленты выбирается по заданию преподавателя.

2.1 Лента плоская без бортов (рис. 2.2, а)

$$B = \sqrt{\frac{F}{0,25cK^2 \text{tg}\rho_3}}, \text{ м}, \quad (2.2)$$

где c – коэффициент, учитывающий уменьшение площади сечения от ссыпания материала назад при транспортировании его наклонным конвейером (табл. 2.4); ρ_3 – угол при основании площади поперечного сечения материала равен 15°, а $\text{tg}\rho_3=0,27$.

2.2 Плоская лента с бортами (рис. 2.2, б)

$$B = \sqrt{\frac{F}{0,25cK^2 \text{tg}\rho_3 + KE}}, \text{ м}, \quad (2.3)$$

где E – отношение численно равно $\frac{h}{B} = 0,25$

2.3 Желобчатая лента (рис. 2.2, в)

$$B = \sqrt{\frac{F}{0,25[cK^2 \operatorname{tg} \rho_3 + (K^2 - K_1^2) \operatorname{tg} \psi]}}, \text{ м}, \quad (2.4)$$

где K_1 – отношение, численно равно 0,38; ψ – угол наклона боковых стенок $\psi = 30^\circ$, $\operatorname{tg} \psi = 0,58$; K – отношение, численно равно 0,85.

Получив ширину ленты, принимаем в сторону увеличения из табл. 2.9 для дальнейших расчетов ее уточненное значение.

3. Вычисляем мощность на валу приводного барабана конвейера

$$N = (0,003PH + 0,00015PL_2 + 0,03L_2 Bv)k_1 k_2 + kП, \text{ кВт} \quad (2.5)$$

где H – высота подъема материала (рис. 2.1)

$$H = L \sin \beta, \text{ м}; \quad L_2 = L \cos \beta, \text{ м}, \quad (2.6)$$

где L – длина конвейера, м (табл. 2.1); β – угол наклона конвейера, рад. (табл. 2.1); L_2 – длина горизонтальной проекции конвейера, м; k_1 – эмпирический коэффициент, учитывающий влияние относительной длины конвейера (табл. 2.5); k_2 – коэффициент, учитывающий расход энергии на преодоление сопротивлений, возникающих при прохождении ленты через сбрасывающую тележку (табл. 2.2); k – коэффициент, учитывающий расход энергии на работу сбрасывающего устройства (табл. 2.2).

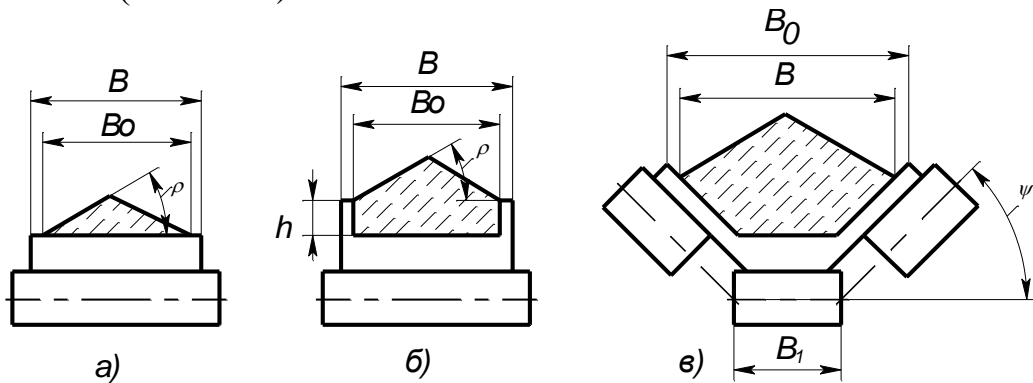


Рис.2.2. - Размещение транспортируемого материала на ленте при различных формах поперечного сечения конвейера

4. Вычисляем необходимую мощность электродвигателя

$$N_{\text{дв}} = \frac{N}{\eta}, \text{ кВт}, \quad (2.7)$$

где η – коэффициент полезного действия привода барабана (0,75-0,8)

Из таблицы 2.10 подбираем марку электродвигателя.

Таблица 2.1

Данные к заданию

№	Вид транспортируемого материала	П, т/ч	L, м	β , рад	Материал трущейся поверхности барабана	Состояние атмосферы	α , рад
1.	Руда	100	100	0	чугун	очень влажно	3,14
2.	Камень	105	50	0,0175	чугун	влажная	3,67
3.	Кокс	110	40	0,07	чугун	сухая	4,2
4.	Песок	115	30	0,105	резина	очень влажно	4,8
5.	Цемент	120	20	0,140	резина	очень влажно	3,14
6.	Руда	125	10	0,3675	резина	сухая	3,67
7.	Щебень	130	100	0,2625	дерево	очень влажно	4,2
8.	Уголь	135	50	0,035	дерево	влажная	4,8
9.	Гравий	140	40	0,2275	дерево	сухая	3,14
10.	Мел	145	30	0,350	чугун	сухая	3,67
11.	Руда	150	20	0,385	чугун	влажная	4,2
12.	Камень	155	10	0,1225	чугун	очень влажно	4,8
13.	Кокс	160	100	0,245	резина	очень влажно	3,14
14.	Земля	165	50	0,3325	резина	влажная	3,67
15.	Гипс	170	40	0,210	резина	сухая	4,2
16.	Руда	175	30	0,0875	дерево	очень влажно	4,8
17.	Щебень	180	20	0,1575	дерево	влажная	3,14
18.	Уголь	185	10	0,315	дерево	сухая	3,67
19.	Песок	190	100	0,2275	чугун	очень влажно	4,2
20.	Цемент	195	50	0,385	чугун	влажная	4,8
21.	Руда	200	40	0,0175	чугун	сухая	3,14
22.	Камень	205	30	0,0525	резина	очень влажно	3,67
23.	Кокс	210	20	0,105	резина	влажная	4,2
24.	Гравий	215	10	0,1925	резина	сухая	4,8
25.	Мел	220	100	0,3325	дерево	сухая	3,14
26.	Руда	225	50	0,210	дерево	влажная	3,67
27.	Щебень	230	40	0,0275	дерево	очень влажно	4,2
28.	Камень	235	20	0,0525	резина	очень влажно	3,07
29.	Кокс	240	20	0,0105	резина	влажная	4,2
30.	Уголь	245	10	0,3675	чугун	сухая	4,5

Таблица 2.2

Дополнительные варианты к заданию 2

Конструкция разгрузочного устройства	k_2	k
При наличии сбрасывающей тележки	1,25	0,005
При разгрузке через натяжной барабан	1,0	0,05

Таблица 2.3

Скорость движения ленты

Транспортируемый материал	v , м/с
Крупнокусковые абразивные грузы (руда)	1,6-3,15
Среднекусковые абразивные грузы (камень, щебень)	1,6-4,0
Малоабразивные среднекусковые грузы (кокс, уголь)	1,6-5,0
Абразивные мелкокусковые и зернистые грузы (песок, гравий, земля)	2,5-6,3
Пылевидные грузы (цемент, гипс, мел)	0,8-1,25

Таблица 2.4

Величина коэффициента c

Угол наклона транспортера β , рад	0-0,175	0,1925-0,2625	0,28-0,385
Коэффициент c	1	0,97	0,9

Таблица 2.5

Величина коэффициента k_1

Относительная длина конвейера L , м	до 16	15-30	30-50	свыше 50
Коэффициент k_1	1,25	1,15	1,05	1,0

Таблица 2.6

Насыпная плотность груза ρ

Вид груза	ρ , кг/м ³	Вид груза	ρ , кг/м ³	Вид груза	ρ , кг/м ³
Руда	1750	Уголь	1300	Цемент	1300
Камень	1900	Песок	1550	Мел	950
Щебень	1700	Гравий	1800	Гипс	1100
Кокс	650	Земля	1250		

Таблица 2.7

Значение коэффициента трения μ и величины ξ

Материал трущейся поверхности	Состояние атмосферы	μ	ξ
Обработанный чугун	Очень влажная	0,10	0,03
Обработанный чугун	Влажная	0,20	0,019
Обработанный чугун	Сухая	0,30	0,008
Футеровка из обрешиненной ленты	Очень влажная	0,15	0,01
Футеровка из обрешиненной ленты	Влажная	0,25	0,006
Футеровка из обрешиненной ленты	Сухая	0,40	0,002
Футеровка из дерева	Очень влажная	0,15	0,02
Футеровка из дерева	Влажная	0,25	0,012
Футеровка из дерева	Сухая	0,35	0,004

5. Вычисляем окружное усилие на приводном барабане

$$P = \frac{1000N_{дв}}{\nu}, \text{ Н}, \quad (2.8)$$

и натяжение набегающего и сбегающего концов ленты

$$\text{сбегающего} \quad S_c = P \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1}, \text{ Н}, \quad (2.9)$$

$$\text{набегающего} \quad S_n = P \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1}, \text{ Н}, \quad (2.10)$$

где μ - коэффициент трения ленты о барабан (табл. 2.7); α - угол обхвата, рад (табл. 2.1); Значение $e^{\mu\alpha}$ даны в табл. 2.8.

6. Определяем количество прокладок в ленте

$$i_n = \frac{S_n}{B \cdot P} \quad (2.11)$$

где P – допустимая нагрузка на 1 м ширины одной прокладки, $P = 5500$ Н/м.

Подсчитанное число прокладок должно находиться в пределах, приведенных в табл. 2.9

7. Определяем диаметр приводного барабана и лебедки

$$D_{БАР} = (0,12 \div 0,15)i_n, \text{ м}, \quad (2.12)$$

и передаточное отношение приводного редуктора

$$i = \frac{n_{дв}}{n_{бар}}, \quad (2.13)$$

где $n_{дв}$ – частота вращения ротора электродвигателя, об/мин. Значение $n_{дв}$ берем из табл. 2.10 по марке подобранного электродвигателя; $n_{бар}$ – частота вращения приводного барабана.

$$n_{БАР} = \frac{60\nu}{D_{БАР}\pi(1-\xi)}, \text{ об/мин}, \quad (2.14)$$

где ξ – величина, характеризующая относительное скольжение и зависящая от материала трущейся поверхности барабана и состояния атмосферы (табл. 2.7).

Таблица 2.8

Значение $e^{\mu\alpha}$

Угол обхвата α , рад	Коэффициент трения μ						
	0,1	0,15	0,20	0,25	0,3	0,35	0,4
3,14	1,36	1,60	1,37	2,19	2,56	3,00	3,51
3,67	1,44	1,73	2,08	2,50	3,01	3,61	4,34
4,2	1,53	1,88	2,32	2,86	3,52	4,35	5,37
4,8	1,08	2,09	2,61	3,32	4,32	5,37	6,82

Таблица 2.9

Допустимое число прокладок в зависимости от ширины ленты

B, м	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
in	3-4	3-5	3-6	3-7	4-8	5-10	6-10	7-10

Таблица 2.10

Типы и основные параметры электродвигателей

Тип двигателя	Ндв, Квт	пдв, об/мин	Тип двигателя	Ндв, кВт	пдв, об/мин
4AA50A2Y3	0,9	3000	4A118M2Y3	7,5	3000
4AA56A4Y3	0,12	1500	4A160M8Y3	11,0	750
4AA63A6Y3	0,18	1000	4A160M6Y3	15,0	1000
4AA63B6Y3	0,35	1000	4A160M4Y3	18,5	1500
4AA63B4Y3	0,37	1500	4A180S2Y3	22,0	3000
4AA63B2Y3	0,55	3000	4A225M8Y3	30,0	750
4A90LA8Y3	0,75	750	4A225M6Y3	37,0	1000
4A80B6Y3	1,1	1000	4A200L4Y3	45,0	1500
4A80B4Y3	1,5	1500	4A225M2Y3	55,0	3000
4A80B2Y3	2,8	3000	4A280M8Y3	75,0	750
4A112MB8Y3	3,0	750	4A280M6Y3	90,0	1000
4A112MB6Y3	4,0	1000	4A280S4Y3	110,0	1500
4A112MAУ3	5,0	1500	4A280M2Y3	132,0	3000

Требования к отчету

1. Графическая часть включает в себя эскиз конвейера с размерами.
2. Расчетная часть состоит из пп.1-7 с описанием составляющих формул

Контрольные вопросы

1. Как устроен ленточный конвейер?
2. Как рассчитать производительность конвейера?
3. Как рассчитать мощность привода конвейера?
4. От чего зависит производительность ленточного конвейера?
5. Как подбирается и от чего зависит число прокладок?

Практическая работа № 3

ТЯГОВЫЕ РАСЧЕТЫ ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА

Цель и задачи занятия

Произвести тяговые расчеты тракторного транспорта в условиях строительства и определить производительность тракторного поезда.

Содержание занятия.

1. Определить возможную силу тяги трактора по условиям сцепления применительно к наиболее тяжелому участку пути.
2. Установить, на какой передаче может двигаться трактор, исходя из возможного сцепления.
3. Вычислить вес груза в прицепе.
4. Подсчитать количество прицепов применительно к наиболее тяжелому участку пути.
5. Определить требуемые тяговые усилия на крюке трактора и скорости движения на всех участках трассы.
6. Рассчитать продолжительность движения поезда на отдельных участках трассы с грузом и без него.
7. Вычислить длительность рейса поезда, включая погрузку и разгрузку.
8. Определить сменную производительность тракторного поезда.

Методика выполнения работы

Данные для расчета приведены в табл. 3.1 и 3.2.

1. Определяем возможную силу тяги трактора по условиям сцепления применительно к наиболее тяжелому участку пути (рис. 3.1):

$$F_{сц} = G_{тр} \cdot \varphi, \text{ кгс} \quad (3.1)$$

где $G_{тр}$ — вес трактора, кгс (табл. 3.3); φ — коэффициент сцепления гусениц с дорогой (табл. 3.5).

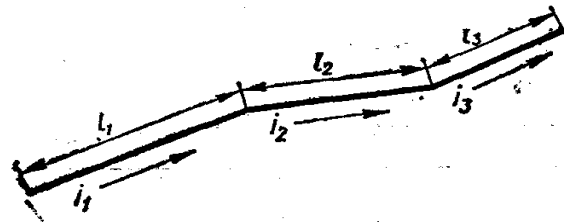


Рис. 3.1 Схема движения

2. Устанавливаем, на какой передаче может двигаться трактор, исходя из возможного сцепления. Для движения трактора должно быть выполнено условие.

$$F_{кр} > F_{сц} - G_{тр} \cdot \omega_{тр}, \text{ кгс} \quad (3.2)$$

где $F_{кр}$ — тяговое усилие на крюке трактора при соответствующей передаче, кгс (табл. 3.4); $\omega_{тр}$ — основное удельное сопротивление движению трактора (табл. 3.5).

Учитывая это условие, по технической характеристике трактора устанавливаем, на какой передаче трактор может реализовать наибольшее тяговое усилие по условиям сцепления.

3. Вычисляем вес груза в прицепе:

$$Q = \gamma \cdot V, \text{ кгс} \quad (3.3)$$

где γ — насыпная плотность, кг/м³ (табл. 3.6); V — емкость кузова прицепа, м³ (табл. 3.4).

4. Подсчитываем количество прицепов применительно наиболее тяжелому участку дороги:

$$n = (F_{кр} - G_{пр}) / (Q + G_{пр}) \cdot (\omega + i), \quad \text{шт} \quad (3.4)$$

где $G_{пр}$ — вес прицепа без груза, кгс (табл. 3.4); ω — основное удельное сопротивление движению прицепа на горизонтальном пути (табл. 3.5); i — подъем.

5. Определяем требуемые тяговые усилия на крюке трактора и скорости движения на всех участках трассы, исходя из следующего условия движения тракторного поезда:

$$F_{кр} > n \cdot (Q + G_{np}) \cdot (\omega + i) + G_{mp} \cdot i, \text{ кгс.} \quad (3.5)$$

По табл. 3.3 устанавливаем, на каких передачах, будет двигаться тракторный поезд и каковы будут его наивысшие возможные скорости на участках трассы.

6. Рассчитываем продолжительность движения поезда по отдельным участкам трассы с грузом $t^{гп}$ и порожнего (без груза) $t^{ноп}$:

$$t_1^{гп} = 3,6\ell_1 / 0,8v_1, \text{ сек} \quad (3.6)$$

$$t_2^{гп} = 3,6\ell_2 / 0,8v_2, \text{ сек} \quad (3.7)$$

$$t_3^{гп} = 3,6\ell_3 / 0,8v_3, \text{ сек} \quad (3.8)$$

здесь v_1, v_2, v_3 - скорости движения груженого поезда (км/ч) на различных участках ℓ_1, ℓ_2 и ℓ_3 трассы, м, найденные по табл.3.3; 3,6 - коэффициент перевода из км/ч в м/сек; 0,8 - коэффициент, учитывающий затраты времени на ускорение, замедление и переключение передач.

Порожний поезд практически движется на IV передаче (скорость v_{IV} км/ч). Поэтому продолжительность движения порожнего поезда

$$t^{ноп} = 3,6 \cdot (\ell_1 + \ell_2 + \ell_3) / 0,8 \cdot v_{IV}, \text{ сек} \quad (3.9)$$

7. Вычисляем длительность рейса тракторного поезда:

$$t_p = t_1^{гп} + t_2^{гп} + t_3^{гп} + t^{ноп} + n \cdot (t_{загр} + t_{разгр}), \text{ сек} \quad (3.10)$$

здесь $t_{загр}$ — продолжительность загрузки одного прицепа, сек;
 $t_{разгр}$ — продолжительность разгрузки одного прицепа, сек.

8. Определяем число рейсов в смену

$$n_p = (3600 \cdot k_g \cdot T) / t_p \quad \text{рейсов} \quad (3.11)$$

где T — количество часов в смене; k_g — коэффициент использования сменного времени, равный 0,75 - 0,8.

Число рейсов округляем до целого числа в меньшую сторону.

9. Сменную производительность тракторного поезда:

$$П_c = n_p \cdot Q \quad \text{т/смену} \quad (3.12)$$

Таблица 3.1

Варианты индивидуальных заданий

Вариант	Длина участка, м (см. Рис. 1)			Вариант	Длина участка, м (см. Рис. 1)		
	L ₁	L ₂	L ₃		L ₁	L ₂	L ₃
1	200	800	450	16	200	1000	450
2	250	900	400	17	250	1100	400
3	300	1000	350	18	300	1200	350
4	350	800	450	19	350	800	400
5	400	900	400	20	400	900	450
6	450	1000	350	21	450	1000	350
7	50	800	450	22	500	800	450
8	350	1100	300	23	550	700	500
9	400	1200	250	24	600	700	400
10	450	1300	200	25	350	1300	300
11	200	800	300	26	400	1400	250
12	250	900	250	27	450	1500	200
13	300	1000	200	28	200	800	300
14	500	800	300	29	250	900	250
15	550	700	200	30	300	1000	200

Таблица 3.2

Дополнительные данные для вариантов заданий

Варианты	Подъём участка			Марка прицепа	Продол. загрузки прицепа, сек.	Продол., сек.	Перевозимый груз
	I – дорога не укатанная	I2 – дорога укатанная	I3 – дорога укатанная				
1 – 7	0,09	0,04	0,05	Д-179-А	150	200	Гравий
8 – 15	0,08	0,05	0,06	Д-179-А	150	200	Гравий
16 – 24	0,01	0,06	0,04	Д-258	120	160	Щебень
25 – 30	0,07	0,05	0,04	Д-258	120	160	Щебень

Таблица 3.3

Варианты заданий

№ варианта	Категория грунта	Марка бульдозера	Базовый трактор	Ширина отвала, м	Высота отвала, м	Уклон местности	Масса бульдозера
1	I	ДЗ-54	Т-130	3,20	1,30	+0,06	15710
2	I	ДЗ-9	Т-180	3,35	1,38	+0,04	17855
3	II	ДЗ-34	Т-330	4,80	1,37	-0,04	53100
4	II	ДЗ-34	ДЭТ-250	4,50	1,20	-0,02	28535
5	I	ДЗ-53	Т-100МЗ	3,94	1,00	-0,03	14000
6	III	ДЗ-29	Т-74	2,52	0,80	-0,06	6370
7	I	ДЗ-42	ДТ-75	2,60	0,90	+0,06	7000

Окончание таблицы 3.3

8	II	ДЗ-54	Т-130	3,20	1,30	+0,02	15710
9	III	ДЗ-34	ДЭТ-250	4,50	1,20	+0,06	28535
10	I	ДЗ-53	Т-100МЗ	3,94	1,00	+0,08	14000

Таблица 3.4

Техническая характеристика базовых тракторов

Показатели	Т-180	Т-74	ДТ-75	Т-100МЗ	Т-130	ДЭТ-250	Т-330
Мощность двигателя, кВт	130	55	100	74	118	220	240
Скорости, (м/с)(тяговое усилие, кгс):							
- на первой передаче	0,79 (44300)	0,82 (18109)	1,38 (19565)	0,79 (25291)	1,02 (31235)	1,13 (52566)	0,64 (95000)
- на второй передаче	1,38 (22000)	1,12 (9565)	1,55 (12653)	1,30 (12351)	1,22 (26325)	1,84 (44361)	1,39 (45623)
- на четвертой передаче	2,63 (11120)	1,71 (5600)	1,91 (10100)	2,16 (8564)	2,44 (13253)	3,25 (22152)	4,55 (20356)
- назад	1,04	0,49	1,36	0,77	0,97	0,97	0,55

Таблица 3.5

Технические характеристики тракторных прицепов на пневмоколесном ходу

Показатели	Д-179-А	Д-258
Ёмкость кузова V, м ³	9	12
То же, с «шапкой», м ³	12	15
Вес порожнего прицепа Gпр, дан (кгс)	5300	11800

Таблица 3.6

Удельные сопротивления движению ω (пневмоколёс) и $\omega_{тр}$ (гусеничного хода) и коэффициенты сцепления гусеничного хода φ

Грунтовая дорога	ω	$\omega_{тр}$	φ
Укатанная	0,03	0,06	1
Не укатанная	0,08	0,1	0,7

Таблица 3.7

Насыпная плотность груза

Материал	γ , кг/м ³
Гравий	1800
Щебень	1700

Требования к отчету

1. Графическая часть включает в себя эскиз трассы движения бульдозера
2. Расчетная часть состоит из пп.1-8 с описанием составляющих формул

Контрольные вопросы

1. Что такое тяговое усилие?
2. Что такое тракторный поезд?
3. От каких факторов зависит производительность тракторного поезда?
4. Какие условия движения бульдозера в тракторном поезде?
5. Каковы резервы уменьшения времени цикла?

Практическая работа № 4

ТЯГОВЫЕ РАСЧЕТЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Цель и задачи занятия

Произвести тяговые расчеты автомобильного транспорта, определить производительность и сменный пробег автомобиля.

Содержание занятия

1. Проверить возможность движения автосамосвала по сцеплению на каждом участке пути.
2. Определить скорости движения груженого самосвала на каждом участке трассы.
3. То же, порожнего самосвала.
4. Определить продолжительность движения груженого и порожнего самосвалов на каждом участке трассы.
5. Подсчитать продолжительность загрузки автосамосвала.
6. Вычислить длительность рейса автосамосвала, Включая время на загрузку и разгрузку.
7. Определить сменную производительность автосамосвала.
8. Подсчитать сменный пробег машины.

Методика выполнения работы

1. Проверяем заданные участки дороги по сцеплению (рис. 4.1), исходя из движения с установившейся скоростью, по формуле

$$\varphi \cdot G_{сц} > G \cdot (\omega + i), \text{ кгс} \quad (4.1)$$

где $G_{сц}$ — сцепной вес автосамосвала, кгс (табл. 4.3); G — полный вес груженого автосамосвала, кгс (табл. 4.3); φ — коэффициент сцепления шин с покрытием дороги (табл. 4.4); ω — основное удельное сопротивление движению на горизонтальном пути (табл. 4.4); i — заданный подъем участка.

2. Определяем скорость движения груженого автосамосвала на каждом участке трассы по его динамической характеристике $D = f(v)$, исходя из того, что динамический фактор при установившемся движении (то есть при постоянной скорости) численно равен $\omega + i$.

Динамические характеристики МАЗ-503А, КрАЗ-256Б, БелАЗ-540 приведены на рис. 4.2

3. Определяем скорости движения порожнего автосамосвала. При $\omega + i > 0$ пользуемся шкалой динамического фактора порожнего самосвала D_0 (рис. 4.2).

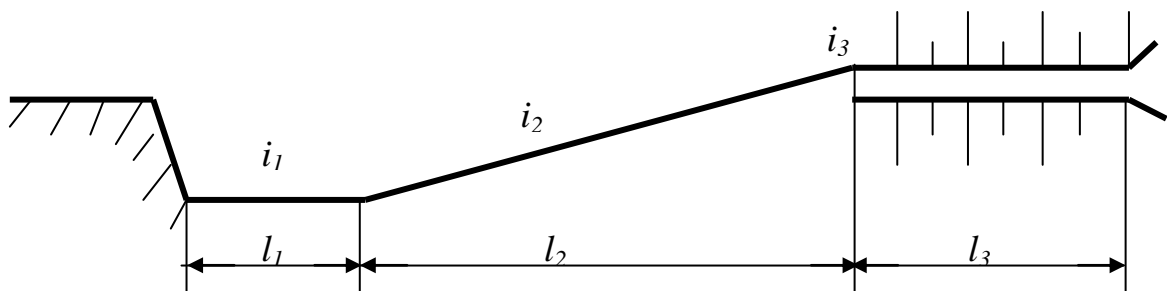


Рис. 4.1. - Схема трассы движения

При $\omega - i < 0$ руководствуемся допустимым тормозным путем S_T и формулой:

$$v_{пор} = \sqrt{130 \cdot S_T \cdot (\varphi - i + \omega)} \text{ км/ч} \quad (4.2)$$

Для условий строительной площадки можно принимать $S_T \approx 15$ м.

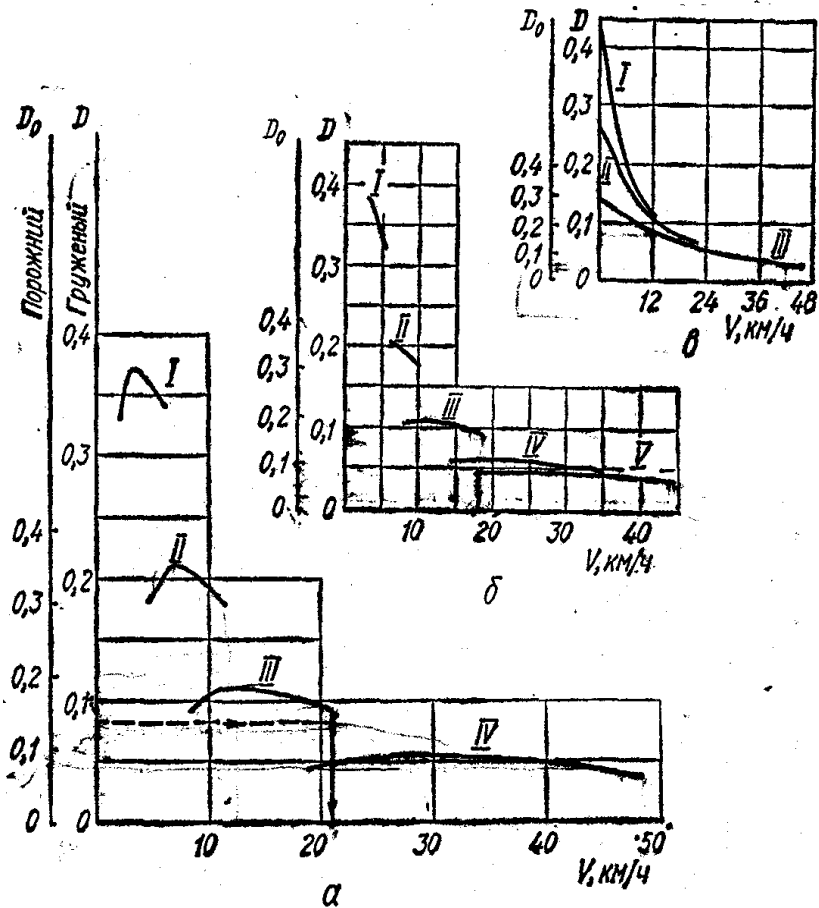


Рис.4.2. - Динамические характеристики автосамосвалов
а — МАЗ-503А; б — КрАЗ-256Б; в — БелАЗ-540.

4. Определяем продолжительность движения груженого и порожнего автосамосвалов по отдельным участкам трассы:

$$t_1 = 3,6l_1/0,9v_1 + 3,6l_1/0,9v_1^{nop}, \text{ сек} \quad (4.3)$$

$$t_2 = 3,6l_2/0,9v_2 + 3,6l_2/0,9v_2^{nop}, \text{ сек} \quad (4.4)$$

$$t_3 = 3,6l_3/0,9v_3 + 3,6l_3/0,9v_3^{nop}, \text{ сек} \quad (4.5)$$

Здесь v_1, v_2 и v_3 — скорости движения груженого автосамосвала (км/ч) на каждом участке трассы, подсчитанные по динамическим характеристикам; $v_1^{nop}, v_2^{nop}, v_3^{nop}$ — то же, для порожнего автомобиля; l_1, l_2, l_3 — длины этих участков, м; 3,6 — коэффициент перевода из км/ч в м/сек; 0,9 — коэффициент, учитывающий затраты времени на ускорение и замедление движения.

5. Вычисляем продолжительность загрузки автосамосвала, исходя из рабочего цикла экскаватора ($t_{ц}$, сек) и количества ковшей грунта, вмещающихся в кузов самосвала n (табл. 4.2), то есть $t_{загр} = t_{ц}n$ сек.

6. Подсчитываем полную длительность рейса автосамосвала:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_{загр} + t_{разгр}, \text{ сек} \quad (4.6)$$

где $t_{разгр}$ – длительность разгрузки автосамосвала с учетом маневров, сек (табл.4.3).

7. Подсчитываем сменный пробег автосамосвала:

$$L_c = 3,600 \cdot T \cdot k_g \cdot 2 \cdot (\ell_1 + \ell_2 + \ell_3) / 1000 \cdot t_p \text{ км.} \quad (4.8)$$

8. Определяем число рейсов автосамосвала:

$$n_p = (3600 \cdot k_g \cdot T) / t_p \text{ рейсов} \quad (4.9)$$

где T – количество часов в смене; k_g – коэффициент использования сменного времени, равный 0,75 - 0,8.

Число рейсов округляем до целого числа в меньшую сторону.

9. Сменную производительность автосамосвала определяем:

$$П_c = n_p \cdot Q \text{ т/смену} \quad (4.10)$$

где Q – грузоподъемность автосамосвала, т (табл.4.3).

Таблица 4.1

Варианты индивидуальных заданий

Вариант	Длина участка, м			Подъем участка (см. рис. 4.1)		
	L ₁	L ₂	L ₃	I ₁ – дорога забойная	I ₂ – дорога щебёночная	I ₃ – дорога отвальная
1	400	1600	300	0,02	0,06	0,045
2	450	1700	400	0,03	0,08	0,035
3	500	1800	500	0,04	0,12	0,025
4	550	2000	300	0,025	0,05	0,04
5	600	2500	400	0,035	0,07	0,03
6	650	3000	500	0,045	0,10	0,02
7	700	1600	300	0,02	0,06	0,045
8	750	1700	400	0,025	0,08	0,035
9	800	1800	450	0,03	0,1	0,025
10	850	2000	500	0,04	0,12	0,04
11	500	1500	300	0,02	0,06	0,05
12	550	1700	450	0,03	0,05	0,04
13	600	1900	500	0,04	0,065	0,01
14	650	2000	400	0,02	0,06	0,045
15	400	2500	300	0,03	0,08	0,035
16	450	3000	400	0,04	0,12	0,025
17	500	3500	500	0,05	0,04	0,02
18	700	2500	600	0,035	0,07	0,04
19	600	2000	400	0,035	0,07	0,04
20	650	2500	500	0,045	0,07	0,02
21	400	1600	300	0,02	0,06	0,045
22	450	1700	400	0,03	0,08	0,065
23	500	1800	500	0,04	0,12	0,02

Окончание таблицы 4.1

24	550	3000	300	0,025	0,05	0,04
25	600	3500	400	0,035	0,07	0,03
26	650	4000	500	0,045	0,1	0,02
27	550	2000	300	0,04	0,12	0,035
28	600	2500	400	0,05	0,07	0,02
29	700	2000	550	0,025	0,06	0,04
30	800	3000	600	0,035	0,07	0,03

Таблица 4.2

Дополнительные данные для вариантов заданий

Варианты	Марка автосамосвала	Ёмкость ковша экскаватора, м ³	Продолжительность рабочего цикла экскаватора, сек	Количество ковшей грунта n, вмещающихся в кузов
1 -10	МАЗ-503А	0,5	15	9
11 – 20	КрАЗ-256	1	20	7
21 – 30	БелАЗ-540	4,6	40	4

Таблица 4.3

Технические характеристики самосвалов

Показатели	Марка		
	МАЗ-503А	КрАЗ-256	БелАЗ-540
Грузоподъемность Q, тс	8	12	27
Полный вес груженого самосвала G, дан (кгс)	15250	23000	48000
Сцепной вес автосамосвала G _{сц} , дан (кгс)	10000	19000	32400
Продолжительность разгрузки с маневрированием, тразгр, сек	80	100	120

Таблица 4.4

Основное удельное сопротивление движению на горизонтальном пути ω и коэффициент сцепления ϕ на влажной дороге

Дорога	ω	ϕ
Забойная	0,04 – 0,05	0,2
Щебеночная	0,02 – 0,03	0,3
Отвальная	0,06 – 0,07	0,2

Требования к отчету

1. Графическая часть включает в себя эскиз трассы движения бульдозера
2. Расчетная часть состоит из пп.1-8 с описанием составляющих формул

Контрольные вопросы

1. Каково назначение автосамосвала?
2. Классификация автосамосвалов
3. Составляющие цикла автосамосвала
4. Какие пути повышения производительности автосамосвалов вы знаете?
5. Какие мероприятия для уменьшения времени цикла вы можете назвать?

Практическая работа № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУЛЬДОЗЕРА

Цель и задачи занятия

Ознакомиться практикой применения бульдозеров и освоить методику расчета их производительности.

Содержание занятия

1. Определить объем грунта (в плотном теле) в призме волочения, м³
2. Определить продолжительность рабочего цикла бульдозера
3. Подсчитать коэффициент потерь грунта при его транспортировании
4. Определить скорость перемещения бульдозера
5. Определить производительность бульдозера, м²/ч

Методика выполнения работы.

1. Определить объем грунта в призме волочения, м³

$$V = B \cdot H^2 / 2 \cdot K_p \cdot \operatorname{tg} \varphi_0, \quad \text{м}^3 \quad (5.1)$$

где B – длина отвала, м; H – высота отвала, м; K_p – коэффициент разрыхления грунта (табл. 5.1); φ_0 – угол естественного откоса грунта в движении (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Характеристики грунтов

№ п/п	Наименование грунта	Плотность грунта, кг/м ³	Коэффициент разрыхления грунта K_p	Удельное сопротивление резанию K , Н/м ²	Угол φ_0
1	Сухой песок	1500-1600	1,0-1,2	$1 \cdot 10^4$ - $3 \cdot 10^4$	25-30
2	Влажный песок	1600-1700	1,1-1,2	$3 \cdot 10^4$ - $5 \cdot 10^4$	30-32
3	Супесь легкая	1500-1700	1,1-1,2	$5 \cdot 10^4$ - $6 \cdot 10^4$	28-30
4	Супесь и суглинок	1600-1800	1,2 - 1,4	$6 \cdot 10^4$ - $8 \cdot 10^4$	20-40
5	Суглинок средний	1600-1800	1,2-1,3	$8 \cdot 10^4$ - $1 \cdot 10^5$	40-50
6	Суглинок тяжелый	1600-1800	1,2-1,3	$1 \cdot 10^5$ - $1,6 \cdot 10^5$	40 - 50
7	Глина сухая	1700-1800	1,2-1,3	$1,6 \cdot 10^5$ - $2,5 \cdot 10^5$	45- 50

2. Определить продолжительность рабочего цикла бульдозера

$$T = \ell_1/V_1 + \ell_2/V_2 + (\ell_1 + \ell_2)/V_3 + n \cdot t_1 + t_2, \text{ сек} \quad (5.2)$$

где ℓ_1, ℓ_2 — длины участков, проходимые бульдозером при резании грунта и его транспортировании, соответственно, м; V_1, V_2 — скорости трактора при копани грунта, его транспортировании к месту укладки и обратном (холостом ходе), м/с; n — число переключений в течение цикла; t_1 — время переключения передачи $t_1 = 4,5$ с; t_2 — время опускания отвала $t_2 = 1,2$ с.

3. Подсчитать коэффициент потерь грунта при его транспортировании

$$K_n = 1 - 0,005 \cdot \ell_2, \quad (5.3)$$

4. Определить скорость перемещения бульдозера

$$\sum W_i \leq T_i, \quad (5.4)$$

где T_i — тяговое усилие трактора при соответствующей скорости, Н; $\sum W_i$ — суммарное сопротивление перемещению бульдозера

$$\sum W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \quad (5.5)$$

где W_1 — сопротивление грунта резанию, $W_1 = K \cdot B \cdot h$, Н; K — удельное сопротивление резанию грунта, Н/м²; h — толщина срезаемой стружки, м или $W_1 = T_i - (W_2 + W_3 + W_4)$; W_2 — сопротивление перемещению призмы волочения:

$$W_2 = P_{np} \cdot \mu_1 \quad (5.6)$$

где P_{np} – вес приз грунта, Н; μ_1 – коэффициент трения грунта по грунту (табл. 5.2):

Таблица 5.2

Коэффициент трения грунта по грунту

Вид грунта	μ_1
Песок и супесь	0,35
Средний суглинок	0,50
Тяжелый суглинок и глина	0,80

$$P_{np} = V \cdot \rho \cdot g \quad (5.7)$$

где ρ – плотность грунта, кг/м³; g – ускорение силы тяжести, м/с²; W_3 – сопротивление, возникающее при движении грунта вверх по отвалу:

$$W_3 = P_{np} \cdot \mu_2 \cdot \cos^2 \cdot \delta, \quad (5.8)$$

где μ_2 – коэффициент трения грунта по металлу, $\mu_2 = 0,75$; δ – угол резания; W_4 – сопротивление, возникающее при перемещении бульдозера как транспортной машины:

$$W_4 = P_b \cdot (f \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha), \quad (5.9)$$

где P_b – масса бульдозера, кг; f – коэффициент сопротивления перемещению движителя трактора, для гусеничных тракторов = 0,10...0,12; α – угол наклона транспортного участка пути горизонту. Резание рекомендуется проводить на горизонтальном участке и под уклон.

Таблица 5.3

Техническая характеристика базовых тракторов

Показатели	Т-180	Т-74	ДТ-75	Т-100МЗ	Т-130	ДЭТ-250	Т-330
Мощность двигателя, кВт	130	55	100	74	118	220	240
Скорости, (м/с) (тяговое усилие, кгс):							
- на первой передаче	0,79 (44300)	0,82 (18109)	1,38 (19565)	0,79 (25291)	1,02 (31235)	1,13 (52566)	0,64 (95000)
- на второй передаче	1,38 (22000)	1,12 (9565)	1,55 (12653)	1,30 (12351)	1,22 (26325)	1,84 (44361)	1,39 (45623)
- на четвертой передаче	2,63 (11120)	1,71 (5600)	1,91 (10100)	2,16 (8564)	2,44 (13253)	3,25 (22152)	4,55 (20356)
- назад	1,04	0,49	1,36	0,77	0,97	0,97	0,55

5. Определить производительность бульдозера, м³/ч

$$П = 3600 \cdot V \cdot K_n \cdot K_y \cdot K_e / T \quad (5.10)$$

где K_y – коэффициент, учитывающий влияние уклона местности на производительность бульдозера (табл. 5.4); K_e – коэффициент использования бульдозера по времени, принимаем равным 0,7...0,9.

Таблица 5.4

Коэффициент, учитывающий влияние уклона местности на производительность бульдозера

Угол подъема +α	K_y	Угол уклона - α,	K_y
0-5	1,0-0,67	0-5	1.0-1.37
5-10	0,67-0,5	5-10	1.37-1.94
10-15	0,5-0,4	10-15	1.94-2.25

Технические характеристики бульдозера подбираются по табл. 5.3 исходя из заданной по варианту марки бульдозера (табл. 5.5) и вычисляемому T_i

Таблица 5.5

Варианты заданий

№ варианта	Категория грунта	Марка бульдозера	Базовый трактор	Ширина отвала, м	Высота отвала, м	Уклон местности	Длина участка, м	Масса бульдозера, кг
1	I	ДЗ-54	Т-130	3,20	1,30	+0,06	60	15710
2	I	ДЗ-9	Т-180	3,35	1,38	+0,04	100	17855
3	II	ДЗ-34	Т-330	4,80	1,37	-0,04	110	53100
4	II	ДЗ-34	ДЭТ-250	4,50	1,20	-0,02	80	28535
5	I	ДЗ-53	Т-100МЗ	3,94	1,00	-0,03	90	14000
6	III	ДЗ-29	Т-74	2,52	0,80	-0,06	100	6370
7	I	ДЗ-42	ДТ-75	2,60	0,90	+0,06	110	7000
8	II	ДЗ-54	Т-130	3,20	1,30	+0,02	120	15710
9	III	ДЗ-34	ДЭТ-250	4,50	1,20	+0,06	60	28535
10	I	ДЗ-53	Т-100МЗ	3,94	1,00	+0,08	70	14000

Примечания .

1. Резание грунта производится на первой передаче.
2. Толщина стружки h определяется расчетом после нахождения W_2 , W_3 , W_4 и составления неравенства $\sum W_i \leq T_i$, где T_i — тяговое усилие трактора на 1-й передаче.
3. Длина резания определяется по формуле $l_p = V/Bh$

Требования к отчету

1. Графическая часть включает в себя эскиз бульдозера с указанием параметров отвала, призмы грунта, глубины резания, угла резания. Показать в масштабе: схему набора грунта и диаграмму составляющих цикла работы бульдозера.

2. Расчетная часть состоит из пп. 1 — 5 с описанием составляющих формул

Контрольные вопросы

1. Назначение бульдозера.
2. Классификация бульдозеров.
3. Дополнительное оборудование бульдозеров.
4. Пути повышения производительности бульдозеров.
5. Составляющие цикла работы бульдозера.
6. Резервы уменьшения времени цикла.

Практическая работа № 6

ВЫЧИСЛЕНИЕ СМЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БАШЕННОГО КРАНА

Цель и задача занятия

В конкретных условиях работы башенного крана определить его производительность.

Содержание занятия

1. Определить требуемую высоту подъема крюка и соответствующий этой высоте вылет стрелы для заданных условий работы.
2. Вычислить коэффициент использования крана по грузоподъемности.
3. Начертить рабочую зону крана в масштабе.

4. Определить продолжительность отдельных операций рабочего цикла крана.

5. Вычислить длительность рабочего цикла без совмещения и при совмещении операций. Начертить схемы последовательности операций рабочего цикла,

6. Определить сменную производительность крана при работе по совмещенному и не совмещенному циклам.

Методика выполнения работы

Варианты заданий приведены в табл. 6.1.

1. Выбираем основные параметры крана и определяем коэффициент его использования по грузоподъемности. Требуемую высоту подъема крюка (рис. 6.1) определяем суммированием: заданной высоты уровня монтажа; длины стропов; размера изделия; высоты подъема груза над уровнем монтажа $h_{\text{зап}}$. По условиям техники безопасности величину $h_{\text{зап}}$ принимаем равной 2,5 - 3 м. В соответствии с выбранной высотой подъема крюка по табл. 6.1 находим вылет стрелы и грузоподъемность крана на этом вылете.

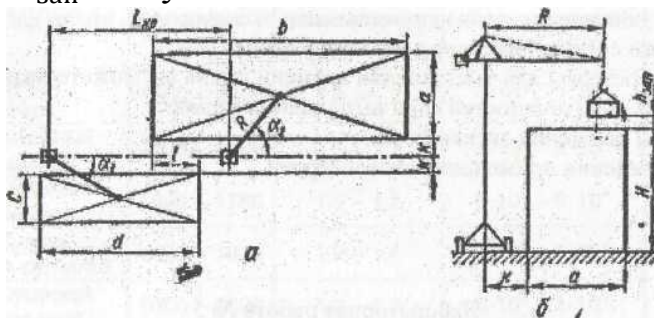


Рис. 6.1 - Схема рабочей зоны крана

2. Коэффициент использования крана по грузоподъемности

$$K_{\Gamma} = \frac{G}{Q} \quad \tau \quad (5.1)$$

где G - вес монтируемого элемента, т; Q - грузоподъемность крана при выбранном вылете стрелы, т.

Этот коэффициент характеризует степень загрузки крана при подъеме заданного груза в конкретных условиях его работы.

3. Чертим рабочую зону крана в масштабе на основании рис. 6 с учетом числовых данных варианта и выбранного вылета стрелы R .

Расстояние k от оси подкранового пути до здания и склада можно принимать 4 - 5 м.

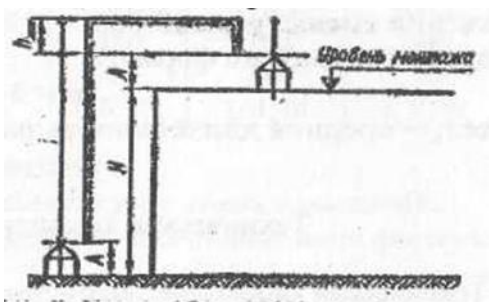
3. Определяем продолжительность операций рабочего цикла крана:

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} \text{сек} \quad (5.2)$$

t_1 - строповка монтируемых элементов; t_2 - подъем этих элементов до нужного уровня; t_3 - поворот стрелы крана; t_4 - перемещение крана по рельсовому пути; t_5 - опускание груза до уровня монтажа; t_6 - удержание монтируемого элемента во время установки, закрепления, подливки раствора, выверки положения и других операций; t_7 - расстроповка монтируемых элементов; t_8 - подъем крюка с грузозахватными приспособлениями над уровнем монтажа; t_9 - возвратный поворот стрелы; t_{10} - возвратное перемещение крана; t_{11} - опускание крюка с грузозахватными приспособлениями.

Продолжительность ручных операций t_1, t_6, t_7 принимаем по нормативным данным (табл. 6.1), а длительность остальных операций вычисляем приближенно по установившимся скоростям рабочих движений крана без учета периодов разгона и торможения.

Продолжительность подъема (рис. 6.2), сек.,



$$t_2 = (H + h_{\text{зап}}) / V_{\text{под}} \text{ сек} \quad (5.3)$$

где $V_{\text{под}}$ - скорость подъема, м/с,

Рабочий поворот, сек.,

$$t_3 = 60 \cdot \alpha_{\text{ср}} / 2\pi \text{ сек} \quad (5.4)$$

где $\alpha_{\text{ср}}$ - средний рабочий угол,

рад; n - скорость поворота, об/мин

Средний рабочий угол поворота находим по схеме рабочей зоны крана (см. рис. 6.1) графическим или

Рис. 6.2 - Схема для определения длительности вертикального перемещения

аналитическим способом по формуле

$$\alpha_{\text{ср}} = \alpha_1 + \alpha_2 = \arcsin\left(\frac{k + 0,5c}{R}\right) + \arcsin\left(\frac{k + 0,5a}{R}\right), \quad (5.5)$$

где R - расчетный вылет стрелы.

Время перемещения крана по рельсовому пути, сек,

$$t_4 = L_{\text{пер}} / V_{\text{пер}} \text{ сек} \quad (5.6)$$

где $L_{\text{пер}}$ - средний путь перемещения, м; $V_{\text{пер}}$ - скорость перемещения, м/с.

Средний путь перемещения крана (рис. 6.1) принимаем равным расстоянию между центрами рабочих зон склада и здания и определяем его графически или аналитически по формуле

$$L_{\text{пер}} = 0,5 \cdot (b + d) - 1 + R \cdot (\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2) \quad (5.7)$$

Опускание груза до уровня монтажа, сек.,

$$t_5 = h_{\text{зап}}/V_{\text{оп}} \quad \text{сек} \quad (5.8)$$

где $V_{\text{оп}}$ - скорость опускания, м/с.

Продолжительность подъема крюка со стропами над уровнем монтажа, сек.,

$$t_8 = \frac{h_{\text{зап}}}{V_{\text{оп}}} \quad \text{сек} \quad (5.9)$$

Длительность остальных операций определяем аналогично

$$t_9 = t_3, t_{10} = t_4, t_{11} = (H + h_{\text{зап}})/V_{\text{оп}} \quad \text{сек} \quad (5.10)$$

Вычисляем длительность рабочего цикла крана. При работе без совмещения операций рабочий цикл крана равен сумме времени всех операций

$$t_{\text{ц}} = \sum t_i \quad \text{сек} \quad (5.11)$$

Для повышения производительности крана некоторые операции можно совмещать (например подъем и перемещение груза). В этом случае при подсчете длительности рабочего цикла учитывают только наиболее длительную из совмещаемых операций

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_{2>(4)} + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_{10>(11)} \quad \text{сек} \quad (5.12)$$

7. Определяем сменную производительность крана по формуле, т/смену,

$$P_{\text{см}} = T \cdot Q \cdot k_{\text{г}} \cdot k_{\text{в}} \cdot n \quad \text{т/см} \quad (5.13)$$

где T - продолжительность смены, ч; Q - грузоподъемность крана, при данном вылете стрелы, тс; $k_{\text{г}}$ - коэффициент использования крана по грузоподъемности; $k_{\text{в}}$ - коэффициент использования крана по времени на протяжении смены, равный 0,82 - 0,83; n - число рабочих циклов крана в час, подсчитываемое по формуле

$$n = 3600/t_{\text{ц}} \quad \text{циклов} \quad (5.14)$$

где $t_{\text{ц}}$ - средняя длительность рабочего цикла, с.

Таблица 6.1

Технические характеристики башенных кранов

Техническая характеристика	КБ-405.1А	КБ-401	КБ-403.1А	КБ-473
Максимальный грузовой момент, тм	187,5	125	160	164
Грузоподъемность максимальная, т	10	8	8	8
Грузоподъемность при максимальном вылете, т	7,5	5	3	4,8
Высота подъема, м: при максимальном вылете максимальная	46 57,8	34,9 49,4	41 57,50	42,4 42,4
Количество промежуточных секций башни	5	3	5	5
Общая масса крана, т	113,1	76,5	79	111,9
Вылет, м: максимальный минимальный при максимальной грузоподъемности	25 13 18	25 13 18	30 5,5 15	30 3,2 20,5
Частота вращения, мин ⁻¹	0,72	0,72	0,72	0,72
Колея и база, м	6	6	6	-
Задний габарит, м	4	4	4	-
Масса плит противовеса, т	50,05	40,65	46,05	-
Скорость, м/мин: подъема (опускания) груза подъема (опускания) крюковой подвески плавной посадки груза максимальной массы, не более передвижения крана	31 (46) 46 4,8 27	36(8) - 4,8 30	67(8) 46 4,8 30	31 (46) 46 4,8 -
Время полного изменения вылета, мин	1,2	1,2	1,5	1,2
Наименьший радиус закругления рельсового пути (внутреннего рельса), м	10	10	7	-
Установленная мощность, кВт	101,7	58,6	110,7	101,7
Напряжение, В	380	380	380	380
Частота, Гц	50	50	50	50
Ветровой район по ГОСТ 1451-77	I, II, III	I, II, III,	I, II, III	I, II, III

Таблица 6.2

Номер варианта	Марка крана	Продолжительность, мин t_1	Продолжительность, мин t_6	Продолжительность, мин t_7
1	КБ-405.1А	5	10	5
2	КБ-401	6	15	3
3	КБ-403.1А	5	10	2
4	КБ-473	6	15	5
5	КБ-405.1А	7	20	3
6	КБ-401	8	13	2

Окончание таблицы 6.2

7	КБ-403.1А	4	14	6
8	КБ-473	10	16	5
9	КБ-405.1А	10	17	7
10	КБ-401	15	18	8
11	КБ-403.1А	2	20	9
12	КБ-473	5	21	5
13	КБ-405.1А	5	22	6
14	КБ-401	9	15	9
15	КБ-403.1А	5	10	8
16	КБ-473	2	6	5
17	КБ-405.1А	5	9	6
18	КБ-401	4	8	9
19	КБ-403.1А	5	7	6
20	КБ-473	4	10	5

Требования к отчету

1. Графическая часть включает в себя рабочую зону крана в масштабе.
2. Расчетная часть состоит из п. 1 — 6 с описанием составляющих формул.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение башенного крана?
2. Виды башенных кранов.
3. Какие особенности башенных кранов для гражданского строительства вы знаете?
4. Пути повышения производительности кранов.
5. Из чего состоит рабочий цикл башенного крана?
6. Резервы уменьшения времени цикла.
7. Основные узлы кранов.

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ БАШЕННОГО КРАНА

Цель и задачи занятия

Проверить грузовую и собственную устойчивость башенного крана

Содержание занятия

1. Определить координаты центра тяжести крана при горизонтальной стреле и при ее максимальном подъеме.
2. определить координаты центра парусности при горизонтальном положении стрелы ρ и при ее максимальном подъеме ρ_1 .
3. Вычислить наветренную площадь крана при горизонтальной стреле и при ее максимальном подъеме.
4. Определить распределенную ветровую нагрузку.
5. Проверить грузовую устойчивость крана.
6. Проверить собственную устойчивость крана.

Методика выполнения работы

1. Для определения координат центра тяжести крана располагаем координатные оси так, чтобы ось абсцисс лежала в плоскости головок рельсов, а ось ординат совпала с осью вращения крана.

Схему крана (рис. 7.1) разбиваем на части, вес которых известен. Сумму моментов сил тяжести этих частей относительно оси координат y или x приравняем к моменту силы тяжести всего крана относительно той же оси. Из этих двух уравнений определяем координаты центра тяжести.

Например, для нахождения абсциссы c центра тяжести уравнение будет иметь такой вид:

$$\sum_{i=1}^{i=n} M_i y_k = c \sum_{i=1}^{i=n} G \quad (7.1)$$

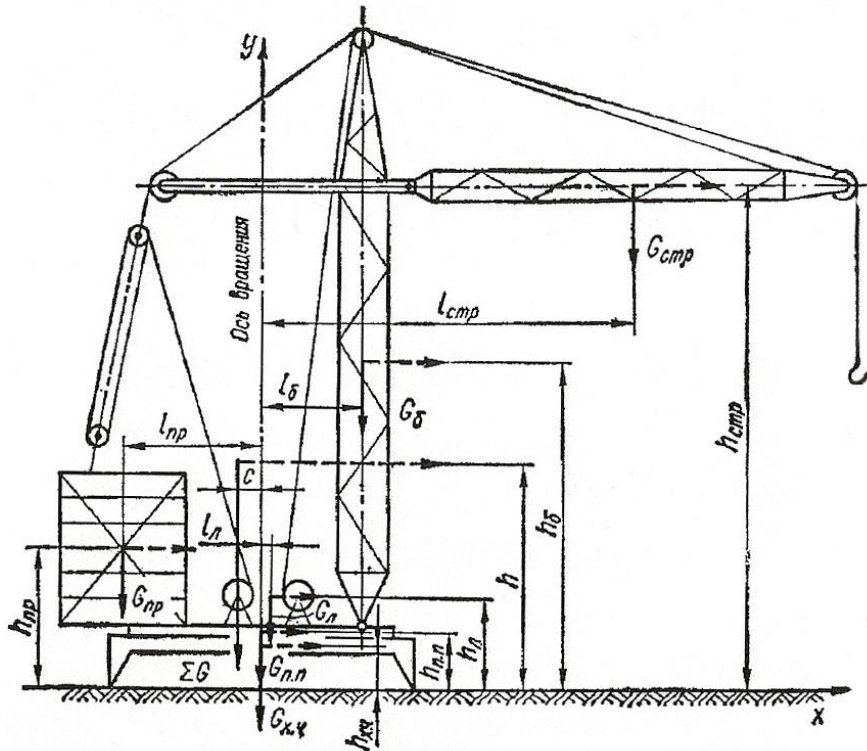


Рисунок 7.1 – Схема к определению центра тяжести крана

Отсюда

$$c = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} M_{i_k}^y}{\sum G}, \quad (7.2)$$

где

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^{i=n} M_{i_k}^y &= G_{\text{пр}} l_{\text{пр}} + G_{\text{л}} l_{\text{л}} + G_{\text{б}} l_{\text{б}} + G_{\text{стр}} l_{\text{стр}} \\ \sum G &= G_{\text{пр}} + G_{\text{л}} + G_{\text{б}} + G_{\text{стр}} + G_{\text{х.ч.}} + G_{\text{п.п.}} \end{aligned} \right\} \quad (7.3)$$

где $G_{\text{пр}}$ – вес противовеса, Н; $l_{\text{пр}}$ – плечо вектора веса противовеса относительно оси y , м; $G_{\text{л}}$ – вес лебедок, Н; $l_{\text{л}}$ – плечо вектора веса лебедок относительно оси y , м; $G_{\text{б}}$ – вес башни крана, Н; $l_{\text{б}}$ – плечо вектора веса башни относительно оси y , м; $G_{\text{стр}}$ – вес стрелы, Н; $l_{\text{стр}}$ – плечо вектора веса стрелы относительно оси y , м; $G_{\text{х.ч.}}$ – вес ходовой части крана, Н; $G_{\text{п.п.}}$ – вес поворотной платформы, Н;

Для определения ординаты h центра тяжести рекомендуется повернуть всю систему сил на 90° . Как это сделано на рис. 7.1 Составляем уравнение моментов

$$\sum_{i=1}^{i=n} M_{i_k}^x = c \sum_{i=1}^{i=n} Gh \quad (7.4)$$

Отсюда

$$c = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} M_{i_k}^x}{\sum G}, \quad (7.5)$$

где $\sum_{i=1}^{i=n} M_{i_k}^x = G_{\text{ПР}} h_{\text{ПР}} + G_{\text{Л}} h_{\text{Л}} + G_{\text{Х.Ч.}} h_{\text{Х.Ч.}} + G_{\text{П.П.}} h_{\text{П.П.}} + G_{\text{Б}} h_{\text{Б}} + G_{\text{СТР}} h_{\text{СТР}}.$ (7.6)

Координаты центра тяжести крана при максимально поднятой стреле определяем так же, как в случае, когда стрела крана горизонтальна.

Когда момент силы тяжести при горизонтальной стреле подсчитан, для перехода к моменту при поднятой стреле рекомендуется учитывать только разность моментов сил тяжести при ее горизонтальном и поднятом положении.

2. Координату центра парусности определяем как координату центра тяжести наветренной площади крана. В этом случае наветренную площадь разбиваем на фигуры, центры тяжести которых легко определить (рис. 7.2).

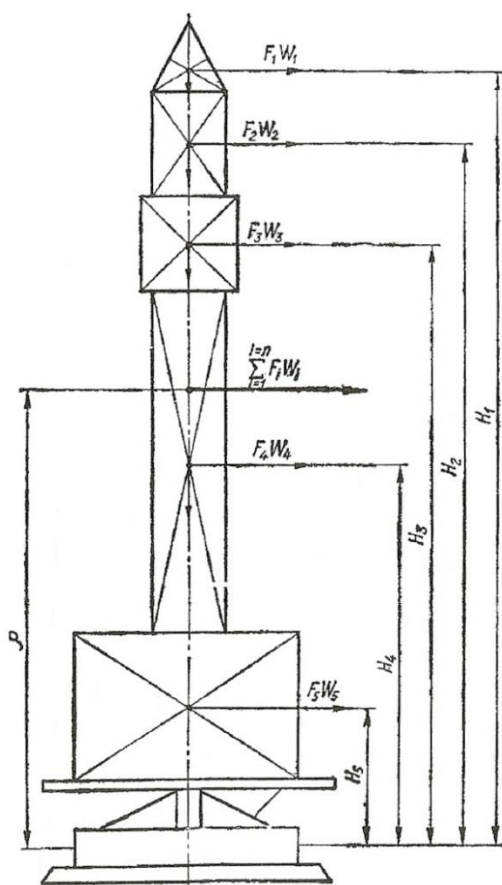


Рисунок 7.2 – Схема к определению центра парусности крана

Составляем уравнение, в котором сумму моментов давления ветра на отдельные части крана относительно плоскости головок рельсов приравняем к моменту давления ветра на кран относительно той же плоскости. Согласно рис. 7.2,

$$F_1 H_1 \omega_1 + F_2 H_2 \omega_2 + F_3 H_3 \omega_3 + F_4 H_4 \omega_4 + F_5 H_5 \omega_5 = \rho \sum_{i=1}^{i=n} F_i \omega_i, \quad (7.7)$$

откуда

$$\rho = \frac{F_1 H_1 \omega_1 + F_2 H_2 \omega_2 + F_3 H_3 \omega_3 + F_4 H_4 \omega_4 + F_5 H_5 \omega_5}{\sum F_i \omega_i}, \quad (7.8)$$

где $F_1 - F_5$ – наветренные площади частей крана, м^2 ; $H_1 - H_5$ – высоты центров соответствующих площадей частей крана, м ; $\omega_1 - \omega_5$ – распределенная ветровая нагрузка на наветренную часть соответствующих поверхностей крана, Н/м^2 .

3. Расчетные наветренные площади элементов металлоконструкций и узлов крана принимаем равными:

- для отдельных стержней и канатов – произведению длины стержня или каната на расчетную ширину сечения, указанную на схемах в табл. 7.9, или на диаметр стержня или каната;
- для плоских ферм – сумме площадей проекций элементов на плоскость фермы;
- для пространственных ферм – расчетной площади грани шириной b (схемы в табл. 7.12 и 7.13), рассматриваемой как плоская ферма;
- для кабин, лебедок, машинных отделений, плит балласта, противовеса и груза – площади проекции на плоскость, перпендикулярную к направлению ветра.

4. Распределенную ветровую нагрузку ω вычисляем по формуле

$$\omega = q_0 n c \gamma \beta, \quad (7.9)$$

где q_0 – скоростной напор ветра на высоте 10 м над поверхностью земли (табл. 7.3), Н/м^2 ; n – поправочный коэффициент на возрастание скоростного напора в зависимости от высоты над поверхностью земли (табл. 7.4); c – аэродинамический коэффициент (расчет этого коэффициента по формуле 7.12); γ – коэффициент перегрузки, при рас-

чете устойчивости крана принимаемый равным 1; β - коэффициент, учитывающий динамическое воздействие пульсации скоростного напора и определяемый по формуле

$$\beta = 1 + m_{\Pi} \xi. \quad (7.10)$$

Здесь m_{Π} – коэффициент пульсации скоростного напора, определяемый в зависимости от высоты расположения опорного шарнира стрелы над поверхностью земли, м (табл. 7.5); ξ - коэффициент динамичности, определяемый в зависимости от периода свободных колебаний крана T_1 по табл. 7.6.

Период свободных колебаний T_1 , сек, для крана с грузом на крюке определяем по формуле

$$T_1 = T_0 \sqrt{\frac{H_{\text{Б}}}{L_{\text{С}}}}, \quad (7.11)$$

где T_0 – принимают по табл. 7.7 в зависимости от вылета груза L_{Γ} и его нормативного веса $Q^{\text{Н}}$; $H_{\text{Б}}$ – высота башни, м; $L_{\text{С}}$ – длина стрелы, м.

Для кранов без груза на крюке период свободных колебаний принимают равным половине периода свободных колебаний крана с наибольшим для данного вылета грузом на крюке.

Коэффициент β_{Γ} для ветровой нагрузки на груз принимается равным 1,25.

Аэродинамические коэффициенты c для стержней круглого сечения при ветре, перпендикулярном к их оси, берем из табл. 7.8.

Для стержней из прокатных и сварных профилей при ветре по стрелке аэродинамические коэффициенты принимаем по табл. 7.9.

Аэродинамические коэффициенты для кабин, лебедок, машинных отделений, плит балласта и противовеса, а также груза канатов и кабелей принимаем равными $c = 1,2$.

Для плоских ферм или сплошных балок, расположенных одна за другой (рис. 7.3), аэродинамические коэффициенты определяем по формуле

$$c = K_1 \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_i F_i}{F} \left[1 - \eta_{\Phi} (N_{\Phi} - 1) \right] \quad (7.12)$$

где K_1 – коэффициент, определяемый по табл. 7.10; c_i – аэродинамический коэффициент i -го элемента фермы на ее плоскость; F_i –

площадь проекции i – го элемента фермы на ее плоскость; $F = \sum_1^i F_i$, м²;
 η_{Φ} – коэффициент, определяемый по табл. 7.11; N_{Φ} – количество ферм.

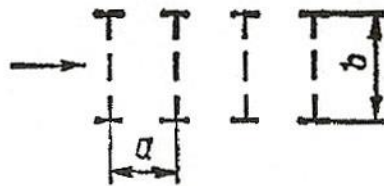


Рисунок 7.3 – Схема расположения ферм или сплошных балок к определению аэродинамического коэффициента

В табл. 7.10 и 7.11 ψ – коэффициент заполнения, равный отношению F к площади, ограниченной наружным контуром фермы.

Аэродинамические коэффициенты для пространственных ферм из угловой стали при ветре, перпендикулярном к продольной оси фермы, определяем по табл. 7.12.

Для пространственных ферм из труб при ветре, перпендикулярном к продольной оси фермы, аэродинамические коэффициенты определяем по формуле

$$c = K_2 c_0, \quad (7.13)$$

где K_2 – коэффициент, принимаемый для ферм треугольного сечения с углом $\alpha = 30^\circ$ при набегании ветра на основание или боковую грань треугольника равным 1; c_0 – берем по табл. 7.13.

При проверке грузовой и собственной устойчивости следует выбирать такое положение ребра опрокидывания, при котором кран по устойчивости максимально приближается к предельному состоянию.

5. Для обеспечения грузовой устойчивости крана должно выполняться следующее неравенство (рис. 7.4, 7.5):

$$Q^p b_Q + M_w \leq m Q_c b_c, \quad (7.14)$$

где Q^p – расчетная нагрузка от веса поднимаемого груза, Н; b_Q – плечо силы Q^p , определяемое с учетом наклона основания фермы, м; M_w – момент относительно ребра опрокидывания от расчетной ветровой нагрузки, действующей на кран и груз, Н; $m = m_1 m_2 m_3$ – коэффициент условий работы. При расчете грузовой устойчивости башенных кранов, обслуживающих все виды строительства, кроме малоэтажного и сельского принимаем: $m_1 = 0,9$; $m_2 = 0,8$; $m_3 = 1$; (тогда

$m = 0,72$); Q_G – расчетная нагрузка от веса крана, Н; b_G – плечо силы Q_G , определяемое с учетом наклона основания крана, м.

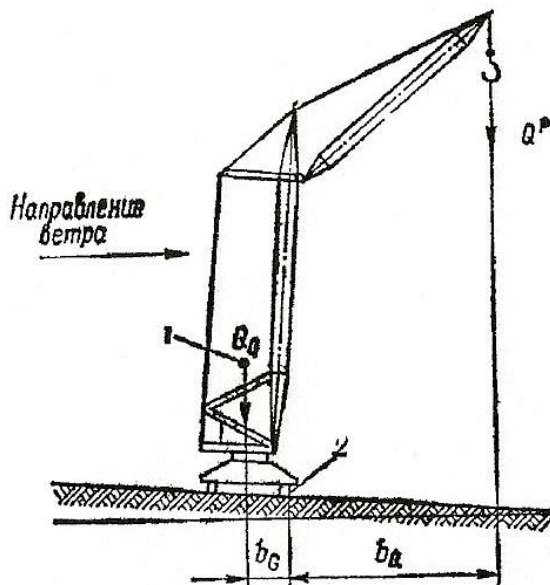


Рисунок 7.4 – Схема к определению грузовой устойчивости крана: 1 – центр тяжести крана; 2 – ребро опрокидывания

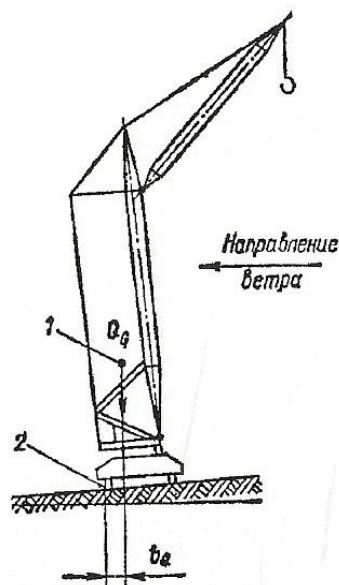


Рисунок 7.5 – Схема к определению собственной устойчивости крана:
1 – центр тяжести крана; 2 – ребро опрокидывания

6. Для обеспечения собственной устойчивости крана должно выполняться неравенство (рис. 7.5)

$$M_W \leq m_0 Q_G b_G, \quad (7.15)$$

где M_W – момент относительно ребра опрокидывания от расчетной ветровой нагрузки, действующей на кран, Н; m_0 – коэффициент условий работы, принимаемый равным 1.

Таблица 7.1

Варианты заданий

Вариант	Кран	Груз	
		вес, Н	Размеры наветренной поверхности, м ²
1	БК-215А	15000	5,0x0,2
2		20000	
3		30000	
4	С-390	15000	3,5x0,2
5		20000	3,5x2
6		30000	5,0x0,2
7	МСК-3-5-20	50000	5,0x0,3
8		30000	5,0x0,2
9		40000	

Окончание таблица 7.1

10	МБТК-80	50000	5,0x0,3
11		45000	
12		40000	
13	БКСМ-5-5А	50000	6,0x0,3
14		45000	
15		40000	
16	БК-5-248	50000	6,0x0,3
17		40000	5,0x0,3
18		45000	
19	КБ-60	40000	5,0x0,2
20		30000	
21		50000	5,0x0,3
22	КБ-100.0	50000	5,0x0,2
23		40000	
24		50000	
25	КБ-100.1	50000	6,0x0,3
26		50000	5,0x0,3
27		40000	5,0x2,0
28	КБ-160.2	80000	6,0x3,0
29		65000	6,0x2,0
30		50000	6,0x0,3

Таблица 7.3

Скоростной напор ветра q_0 Н/м²

Ветровые районы	Состояние крана	
	нерабочее	рабочее
1-3	450	11
4-5	700	15
6-7	1000	18

Таблица 7.4

Значения коэффициента n

Высота над поверхностью земли, м	До 10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
		n	1,0	1,32	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,12

Таблица 7.5

Коэффициент пульсации скоростного напора ветра, m_{Π}

Высота над поверхностью земли, м	До 20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100- 120
	m_{Π}	0,35	0,34	0,33	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22

Таблица 7.6

Коэффициент динамичности ξ

T1, сек	1	2	3	4	5	6	7	8
ξ	1,75	2,25	2,65	2,96	3,16	3,22	3,26	3,3

Таблица 7.7

К подсчету периода свободных колебаний T_0 , сек

ЛГ, м	QH, кН									
	5-10	10-20	20-40	40-80	80-120	120-160	160-200	200-300	300-400	400-500
4	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
16	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4
20	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,6
30	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8
40	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0

Таблица 7.8

Значения коэффициента c для стержней круглого сечения

$q_0 n d^2$, Н	До 3	5	10	15	20	25	26-140	250	500	1000	1500	2000-10000
c	1,2	1,1	0,8	0,65	0,5	0,35	0,33	0,44	0,52	0,6	0,65	0,7

Таблица 7.9

Значения коэффициента c для профильных стержней

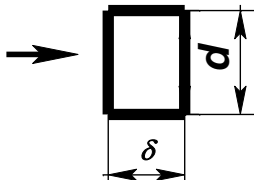
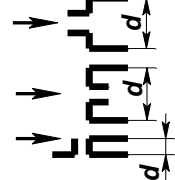
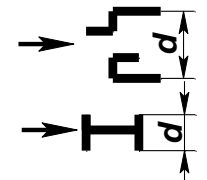
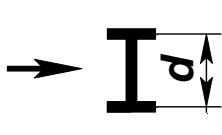
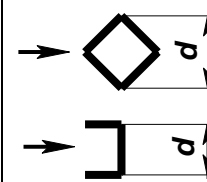
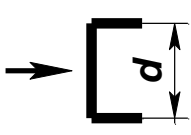
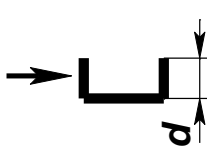
Профиль				
c	2	1,5	1,75	
Профиль				
c	2,05	2,2	1,9	1,25

Таблица 7.10

Коэффициент $K_1 = f(\psi)$

ψ	0	0,3-0,9	1
K	1	0,75	1

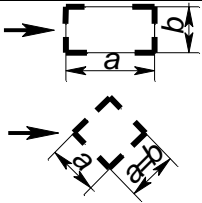
Таблица 7.11

Коэффициент $\eta_{\phi} = f(\psi)$

ψ	Отношение a/b			
	До 1	2	4	6
	η_{ϕ}			
0,1	1	1	1	1
0,2	0,85	0,9	0,93	0,97
0,3	0,68	0,75	0,8	0,8
0,4	0,5	0,6	0,67	0,7
0,5	0,33	0,45	0,53	0,6
0,6	0,15	0,3	0,4	0,5

Таблица 7.12

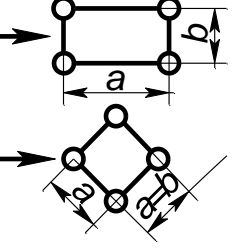
Коэффициент $c = f(\psi)$

Поперечное сечение фермы		ψ					
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	
		c					
	$\frac{a}{b}$	2,0	3,56	3,32	3,08	2,85	2,62
		1,5	3,55	3,24	2,96	2,71	2,49
		1,0	3,53	3,13	2,78	2,47	2,24
		0,67	3,5	3,05	2,34	2,24	2,0
		0,50	3,45	2,84	2,34	2,02	1,08

Примечание. ψ - коэффициент заполнения грани шириной b .

Таблица 7.13

Коэффициент $c_0 = f(\psi)$

Поперечное сечение фермы		ψ					
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	
		c_0					
	$\frac{a}{b}$	2,0	2,34	1,94	1,77	1,66	1,7
		1,5	2,22	1,9	1,74	1,64	1,58
		1,0	2,13	1,82	1,68	1,56	1,5
		0,67	2,05	1,76	1,6	1,5	1,44
		0,50	2,0	1,68	1,54	1,44	1,38

Примечание. ψ - коэффициент заполнения грани шириной b

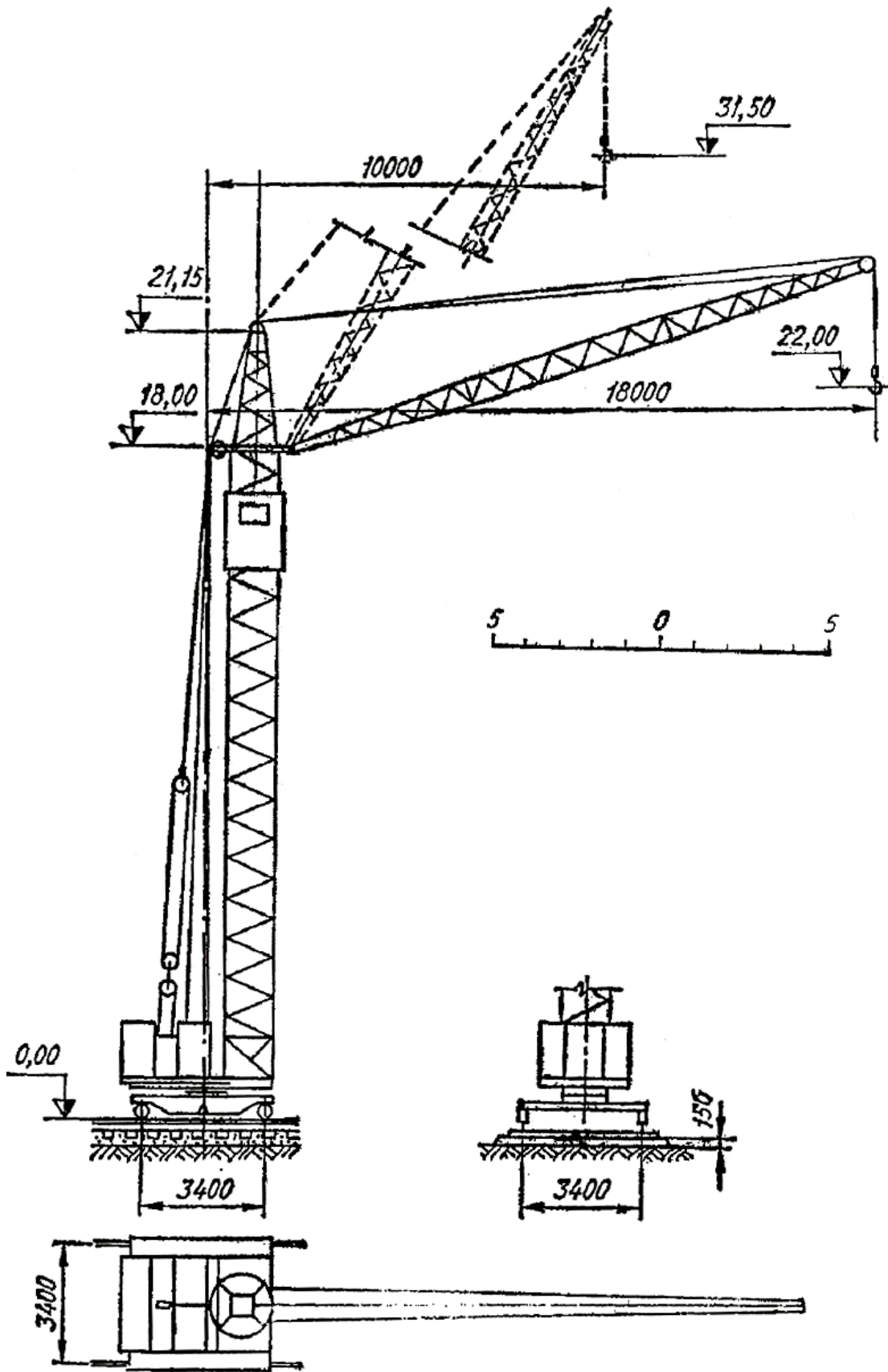


Рисунок 7.6 – Схема крана БК-215А

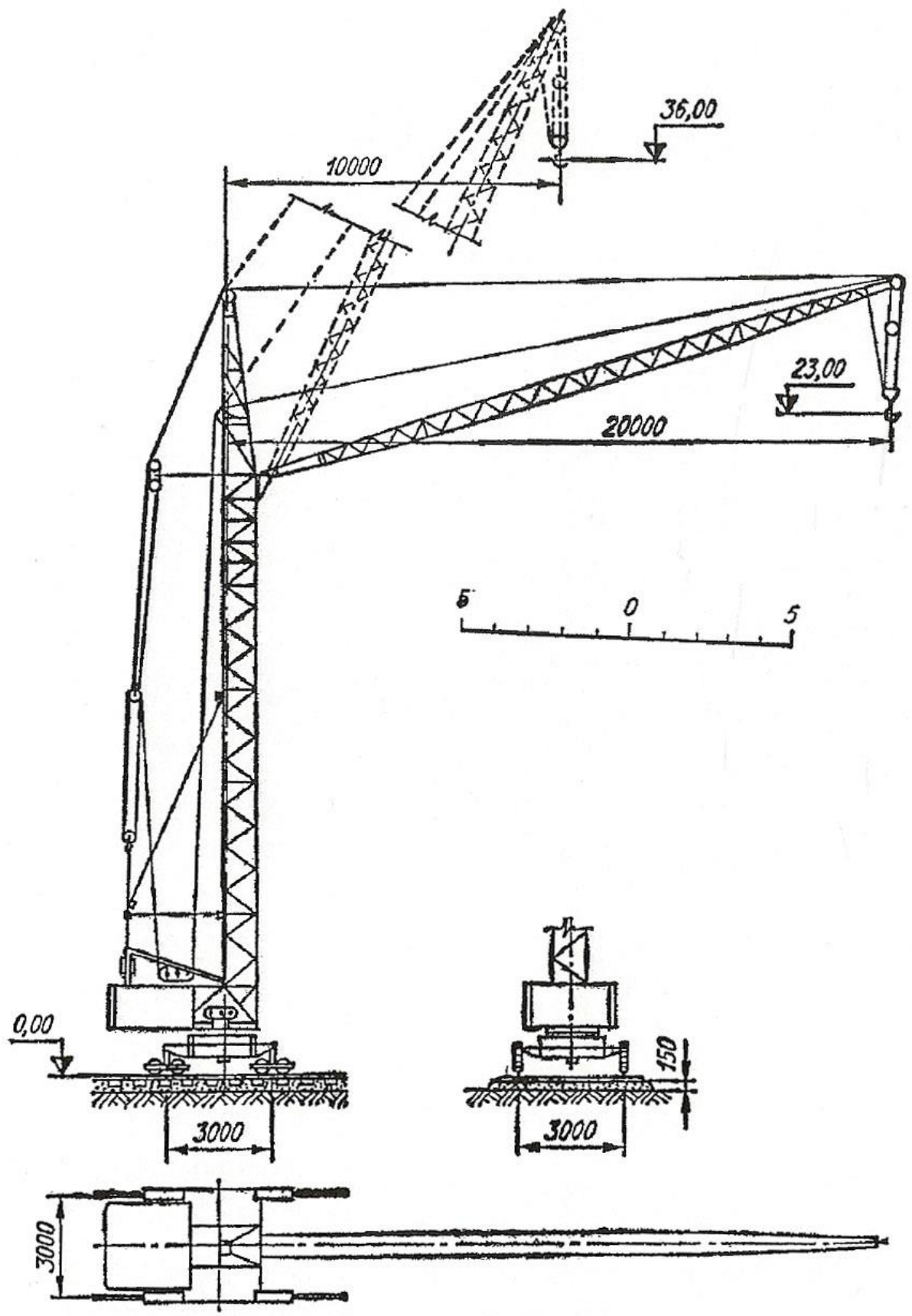


Рисунок 7.7 – Схема крана С-390

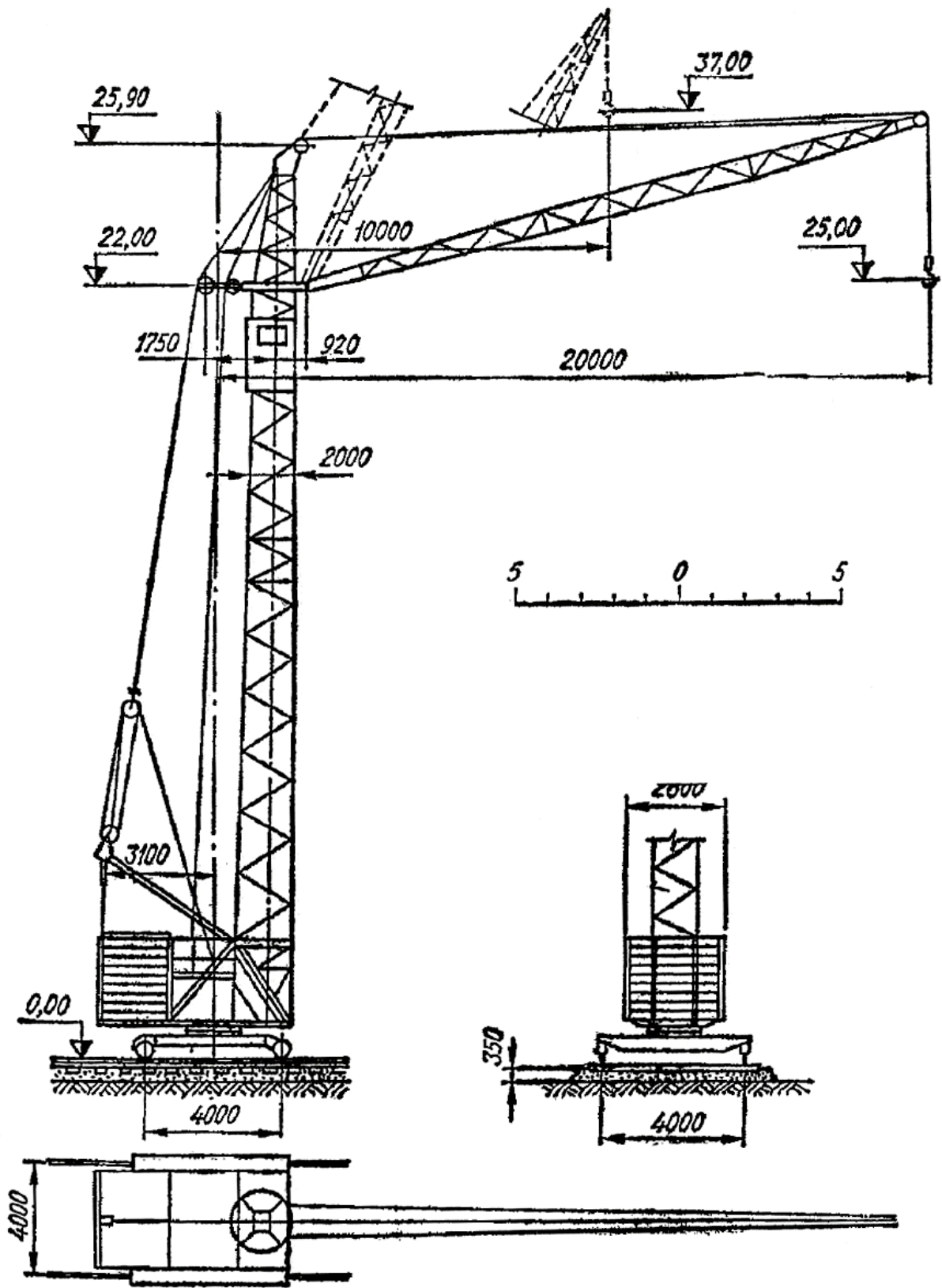


Рисунок 7.8 – Схема крана МСК-3-5-20

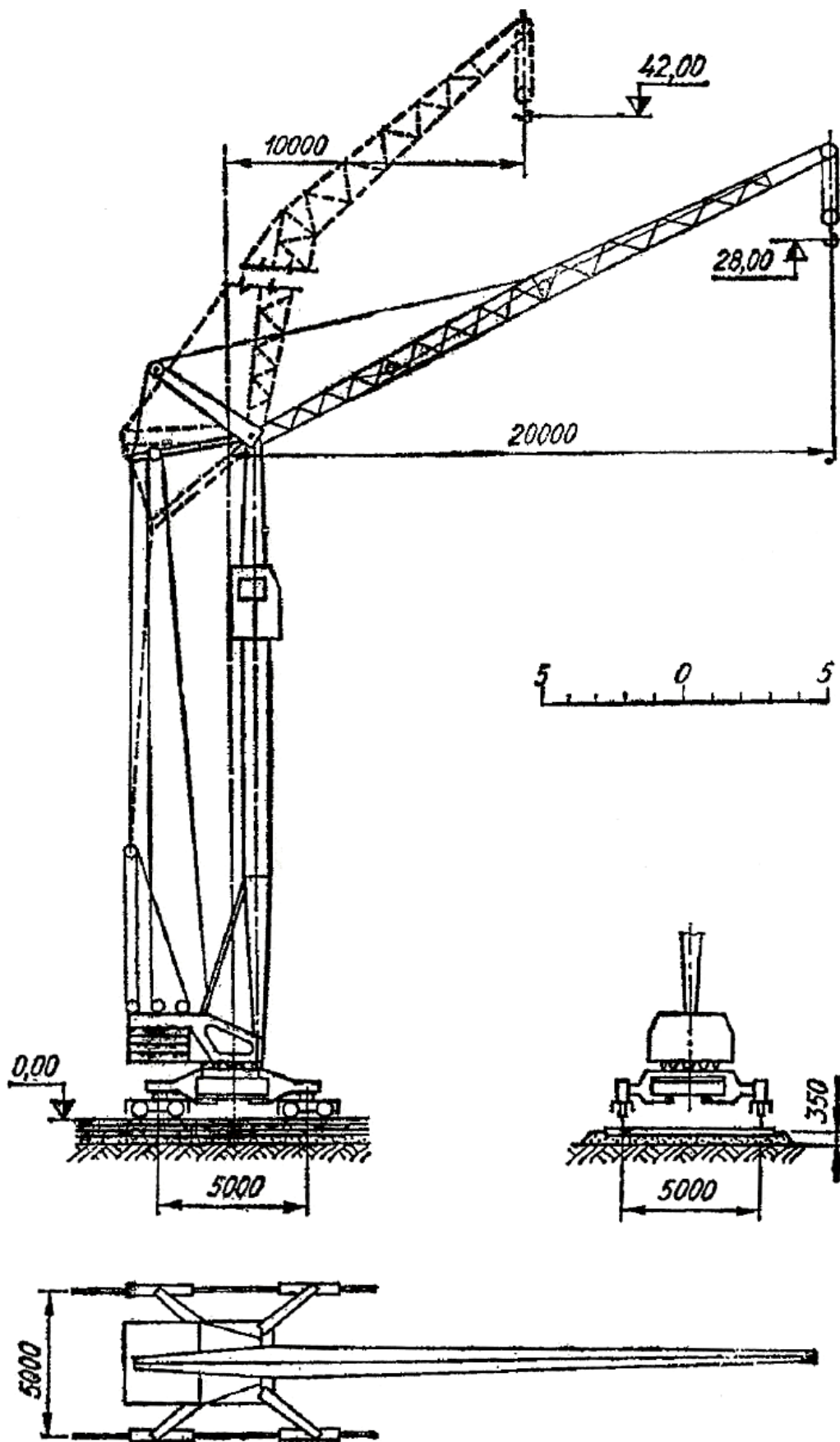


Рисунок 7.9 – Схема крана МБТК-80

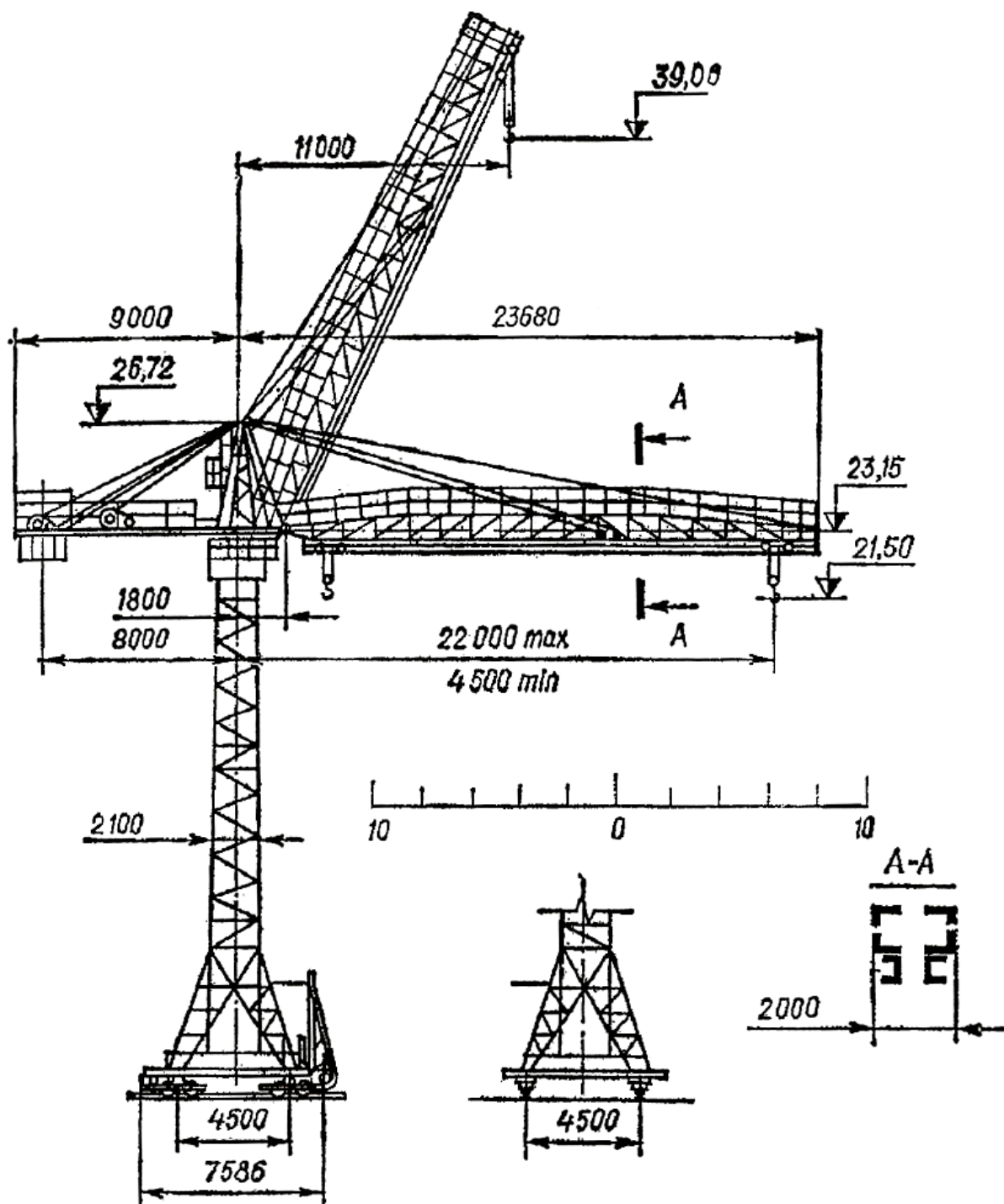


Рисунок 7.10 – Схема крана БКМ-5-5А

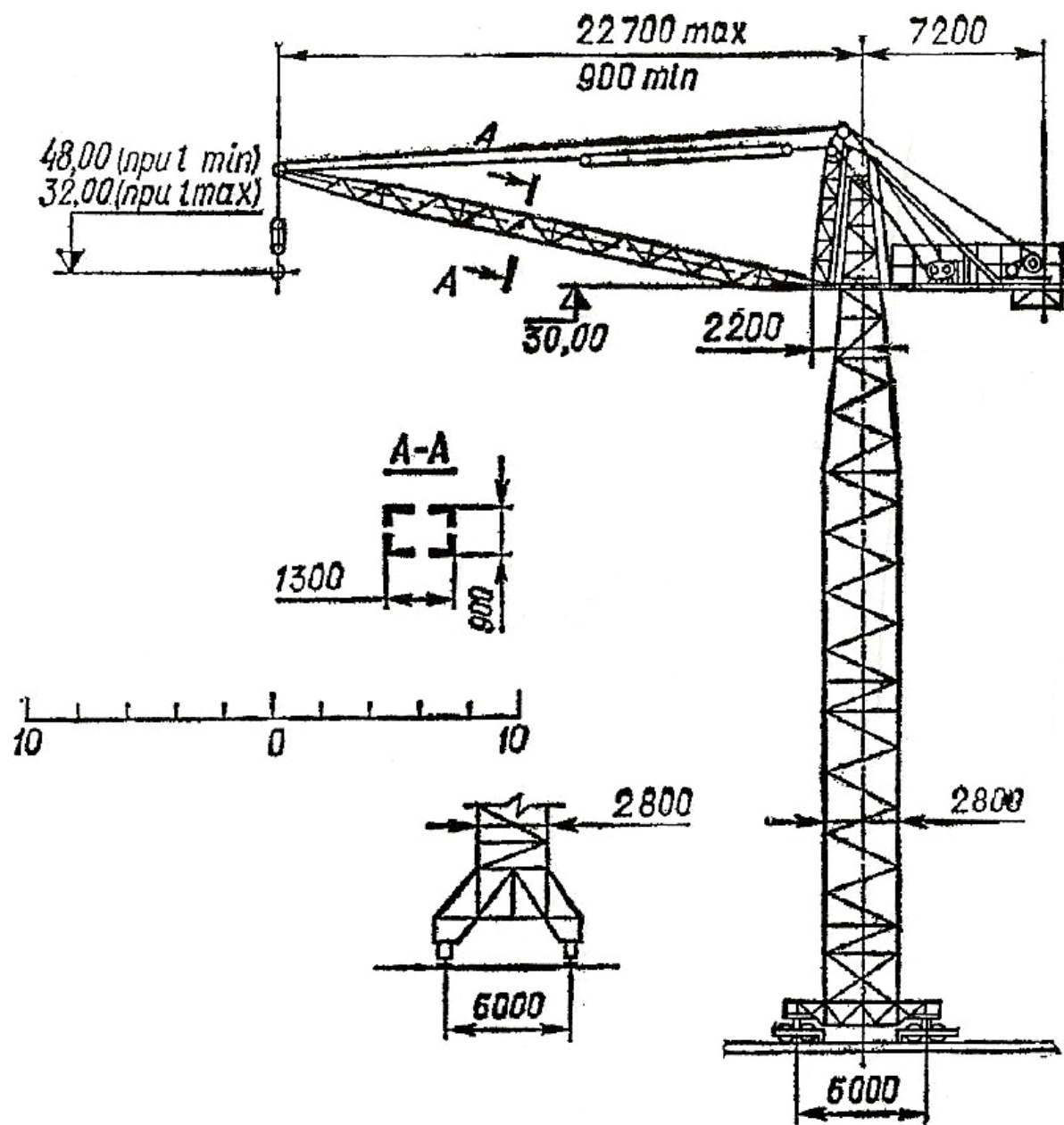


Рисунок 7.11 – Схема крана БК-5-248

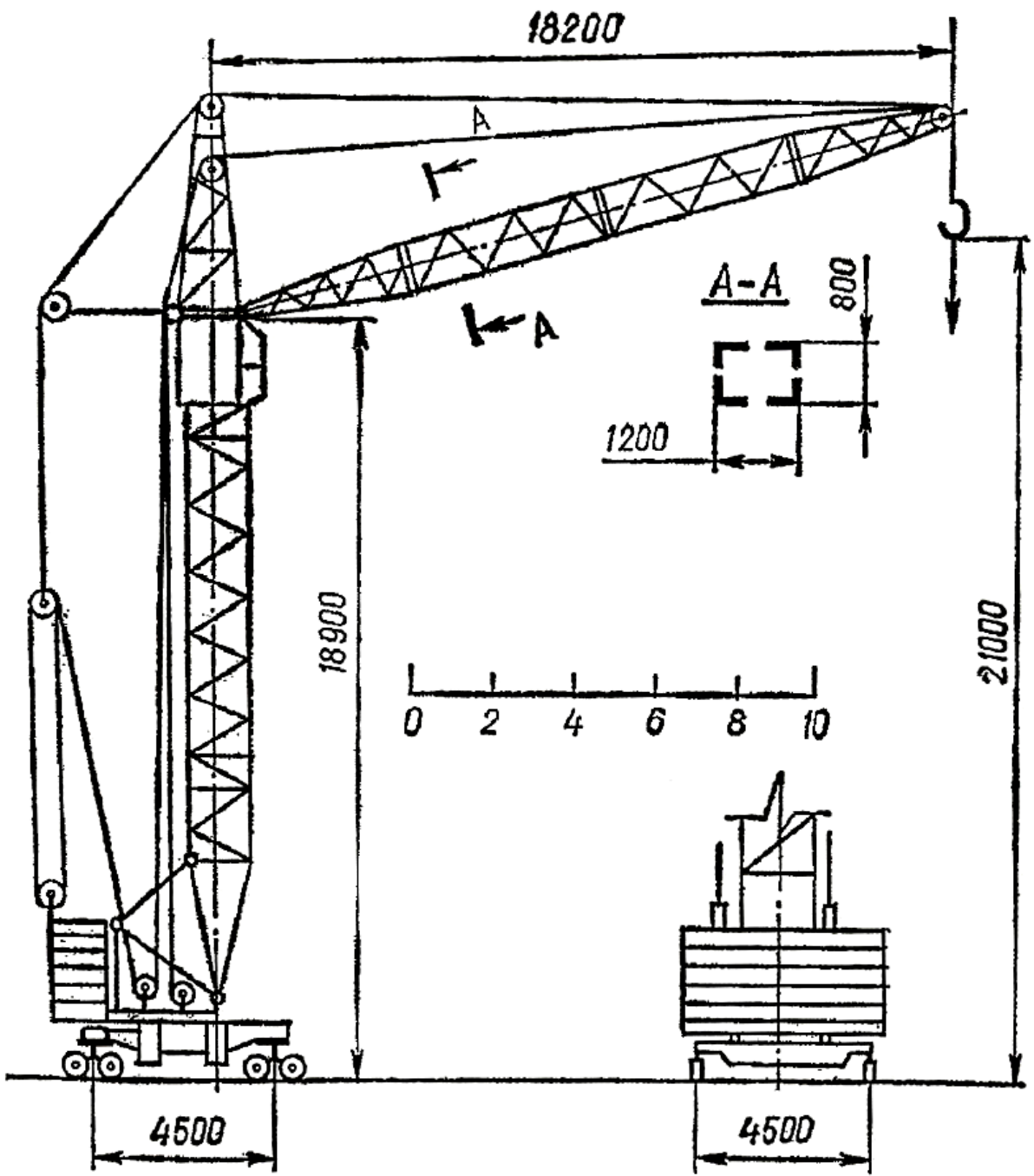


Рисунок 7.12 – Схема крана КБ-60

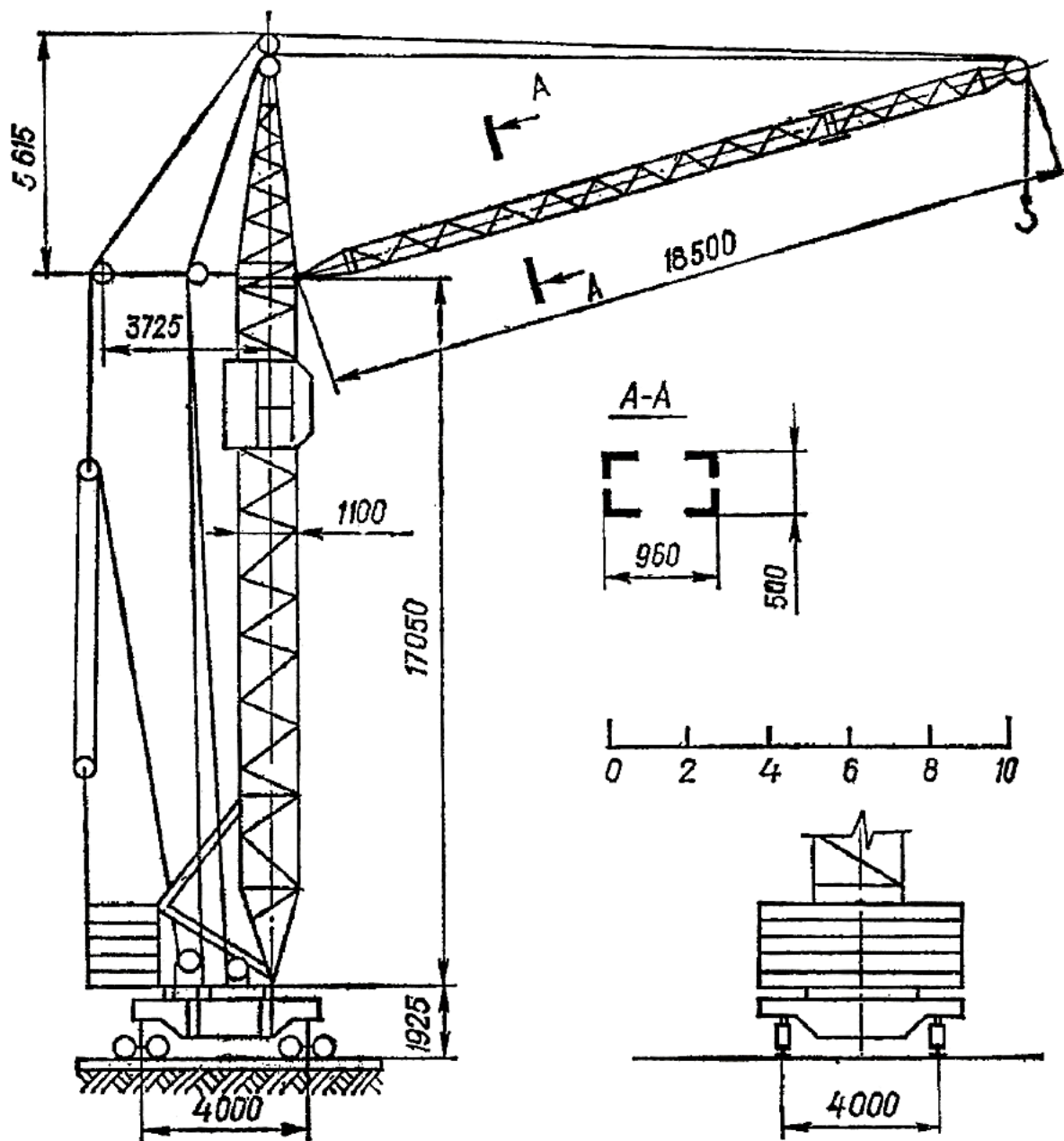


Рисунок 7.13 – Схема крана КБ-100.0

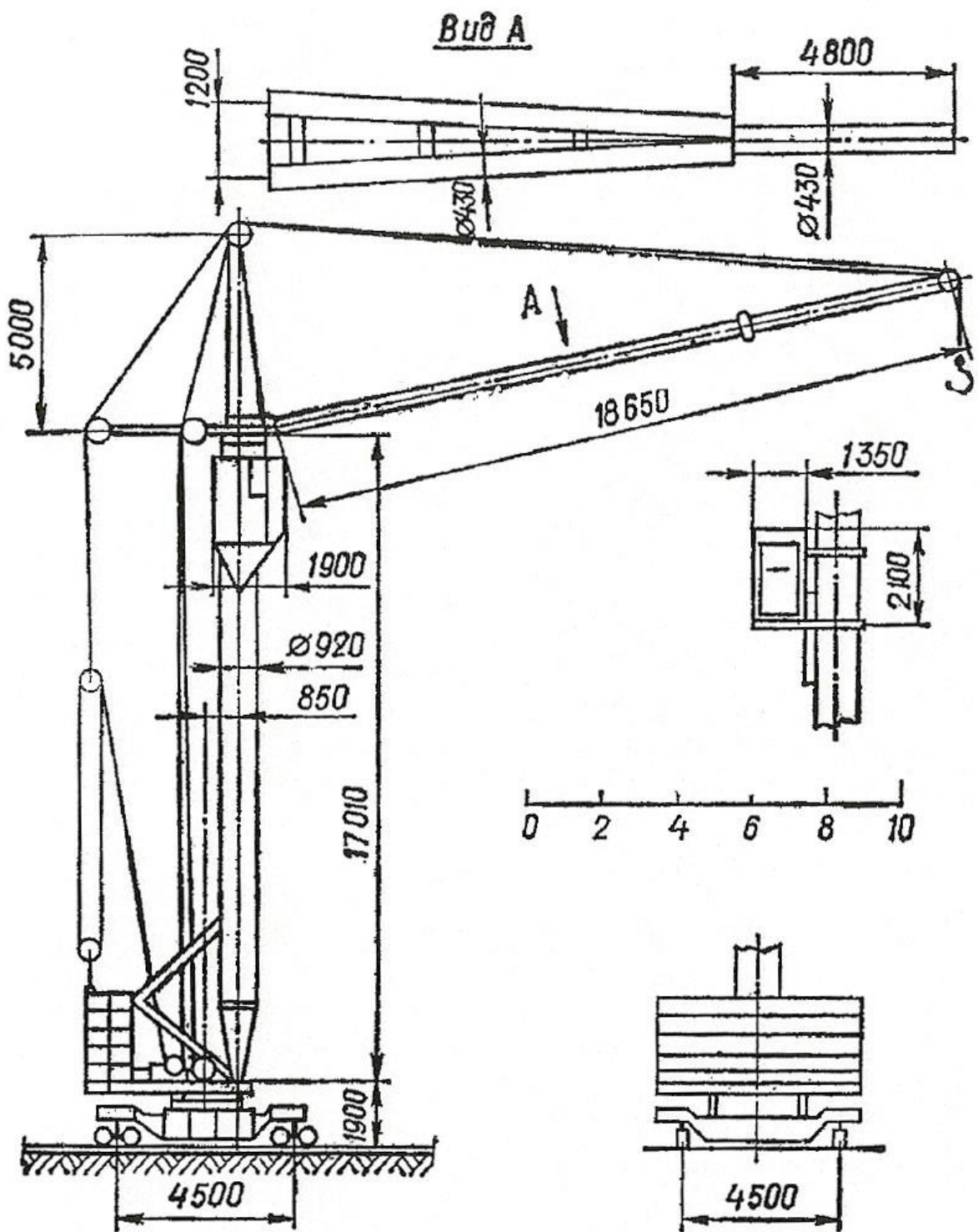


Рисунок 7.14 – Схема крана КБ-100.1

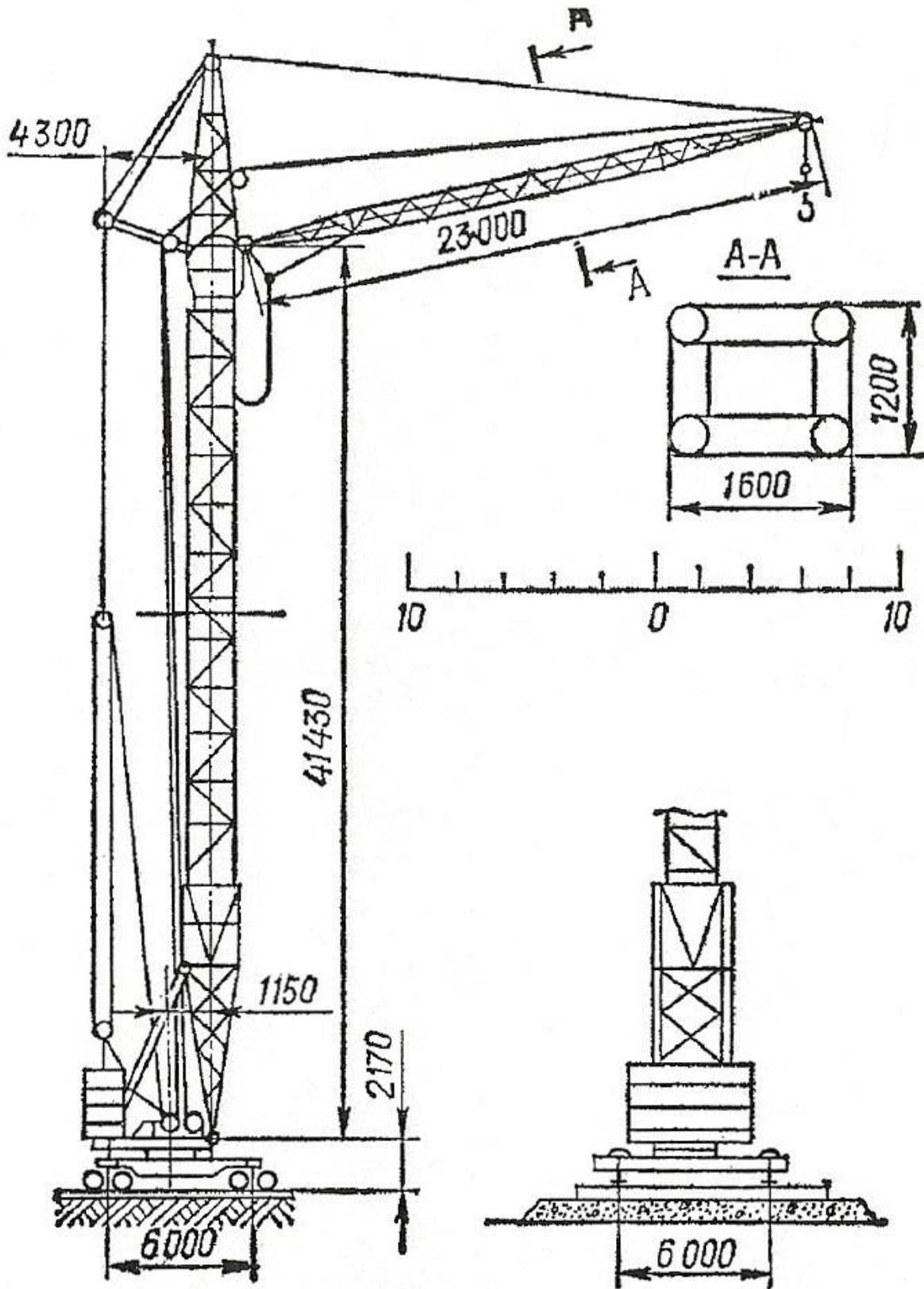


Рисунок 7.15 – Схема крана КБ-160.2

Таблица 7.14

Технические характеристики башенных кранов

Основные параметры	Краны											
	БК-215А	С-390	МСК-3-5-20	МБТК-80	БКСМ-5-5А	БК-5-248	КБ-60	КБ-100.0	КБ-100.1	КБ-160.2		
Грузоподъемность, кН:												
наибольшая	30	30	50	50	50	50	50	50	50	80		
наименьшая	15	15	30	40	50	50	30	50	50	50		
Вылет стрелы, м:												
наибольший	18	20	20	20	22	22,7	20	20	20	25		
наименьший	10	10	10	10	4,5	9	10	10	10	13		
Высота подъема груза, м:												
наибольшая	33	36	35	42	39	48	33,5	33	33	60,5		
наименьшая	22	23	25	28	21,5	32	21,5	21	21	46		
Длина стрелы, м	16,5	19	18	20	21,9	21,5	18,5	18,65	18,65	23		
Ширина колеи, м	3,4	3	4	5	4,5	5	4	4,5	4,5	6		
База крана, м	3,4	3	4	5	4,5	5	4	4,5	4,5	6		
Вес крана (полный), кН	237	275	450	440	718	790	382	501	512	780		
Вес элементов крана, кН												
канаты	3	5	5	5	4,5	7	7	8	14,6	15,4		
механизмы	54	45	86	86	88	100	74	69	28,6	111		
электрооборудование	15	20	26	25	-	30	-	-	9,8	22		
противовес	-	-	-	-	100	50	-	-	-	-		
балласт	80	120	200	160	258	360	170	240	244	300		
металлоконструкции, в т.ч.	85	85	133	164	267,5	243	131	18,4	215	331,6		
стрела	8	8	13	20	41	36	15	20	19,1	27		
башня	30	30	47	47	87,5	14,5	51	68	62,5	157,6		
поворотная головка	-	-	-	-	46	22	-	-	-	-		
портал	-	-	-	-	93	40	-	-	-	-		
поворотная платформа	22	25	36	38	-	-	25	31	41,1	66		
ходовая рама	25	22	37	59	-	-	40	65	92,3	81		

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Цель и задача занятия

Изучить общее устройство экскаваторов с механическим и гидравлическим приводами, правила и порядок работы основных механизмов. Исследовать рабочий процесс машины и определить ее производительность.

Общие положения и основные понятия

Одноковшовый экскаватор состоит из ходового оборудования, поворотной платформы, рабочего оборудования, трансмиссии и системы управления (рис. 8.1)

Рабочее оборудование включает комплекс узлов (стрела, рукоять, ковш, подвеску ковша, привод подъема стрелы и ковша, система управления и т.п.). Выбор типа экскаватора и его рабочего оборудования осуществляется по технической характеристике и рабочим геометрическим параметрам.

Условное схематичное изображение механизмов экскаваторов, их взаимосвязь и передача мощностного потока от силовой установки к рабочим органам и ходовому устройству разъясняется на кинематических (рис. 8.1) или гидравлических схемах (рис. 8.3).

В состав механизмов, показанных на кинематической схеме входит главная трансмиссия, осуществляющая отбор мощности от двигателя путем включения главной муфты. Следует иметь в виду, что при включении главной муфты работа механизмов экскаватора будет осуществляться после включения соответствующих муфт и фрикционов, обеспечивающих соединение механизма (подъема стрелы, ковша, поворота платформы, передвижения и т.п.) с главной трансмиссией. В ряде случаев один и тот же фрикцион (главный реверс) можно использовать для подключения нескольких механизмов, при этом тот или иной механизм соединяется с ведомой частью фрикциона кулачковой муфтой или подвижной шестеренкой.

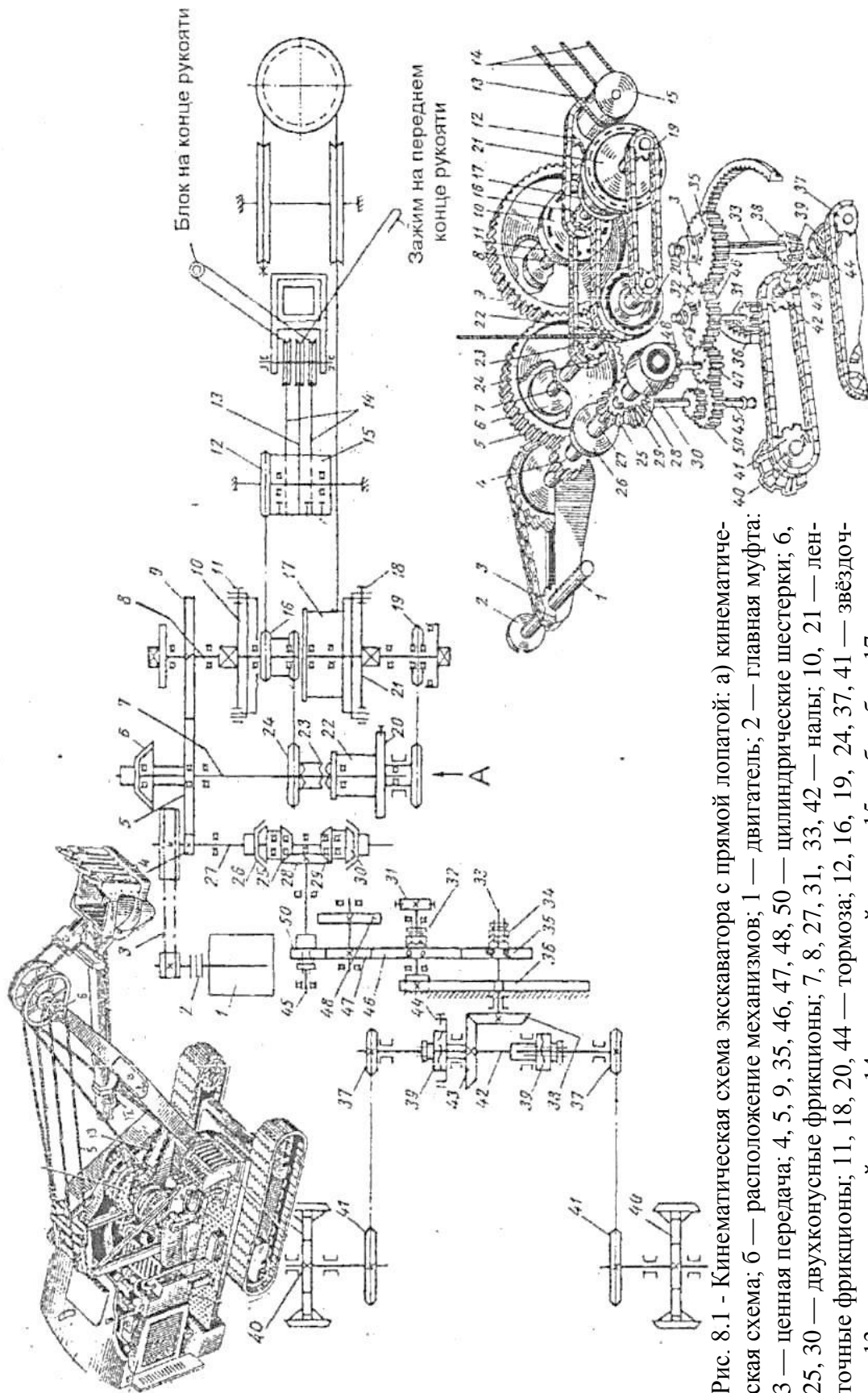


Рис. 8.1 - Кинематическая схема экскаватора с прямой лопатой: а) кинематическая схема; б — расположение механизмов; 1 — двигатель; 2 — главная муфта; 3 — центная передача; 4, 5, 9, 35, 46, 47, 48, 50 — цилиндрические шестерни; 6, 25, 30 — двухконусные фрикционы; 7, 8, 27, 31, 33, 42 — валы; 10, 21 — ленточные фрикционы; 11, 18, 20, 44 — тормоза; 12, 16, 19, 24, 37, 41 — звездочные фрикционы; 13 — возвратный канат; 14 — напорный канат; 15 — барабан; 17 — подъемный барабан; 22 — стрелоподъемный барабан; 23, 32, 34, 39 — кулачковые муфты; 25, 28, 29, 38, 43 — конические шестерни; 36 — зубчатый венец; 40 — ведущие звездочки гусениц; 45 — вертикальный вал реверса.

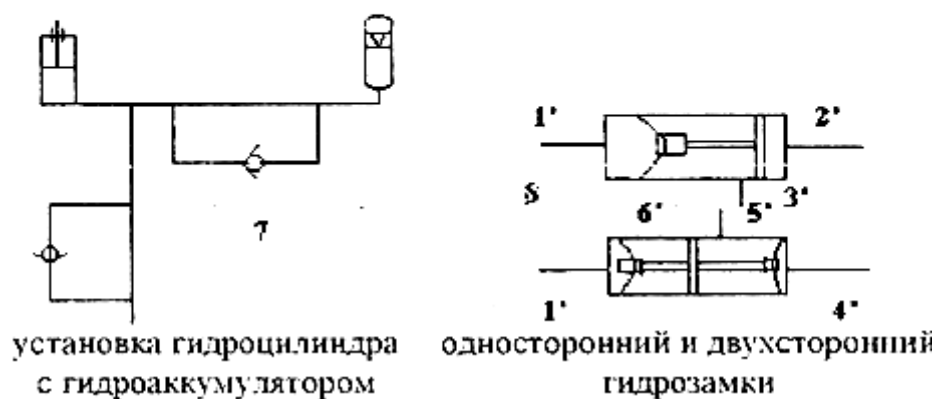
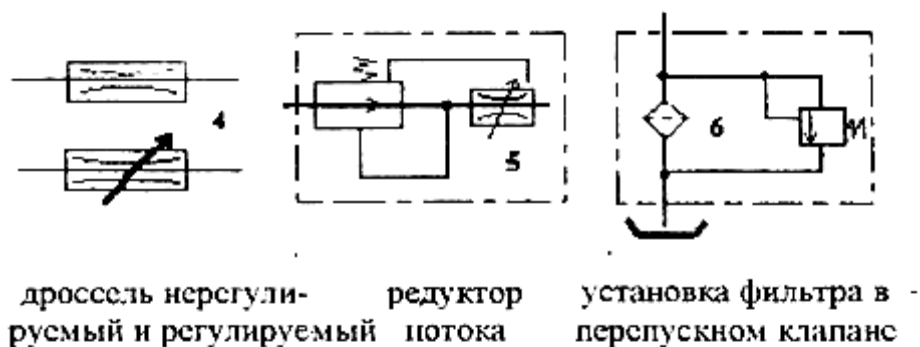
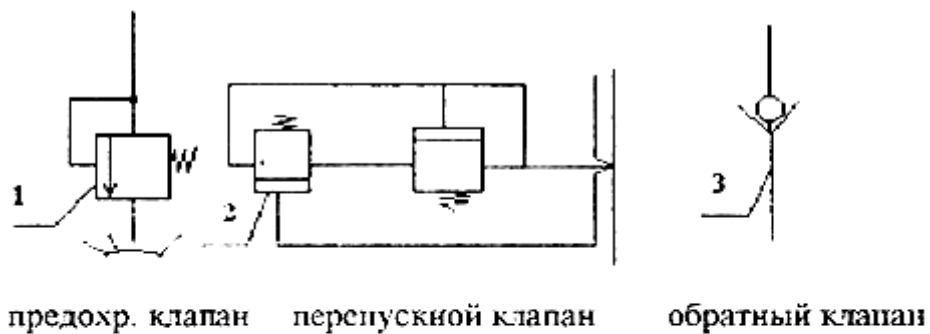


Рис. 8.2. - Условные обозначения гидравлических систем экскаваторов

Наряду с названными узлами в гидравлическую схему включаются перепускные клапаны, обратные клапаны, дроссельные устройства и регуляторы потока, фильтры, гидроаккумуляторы и гидрозамки.

В зависимости от компоновки элементов гидравлической схемы она может быть открытой и закрытой.

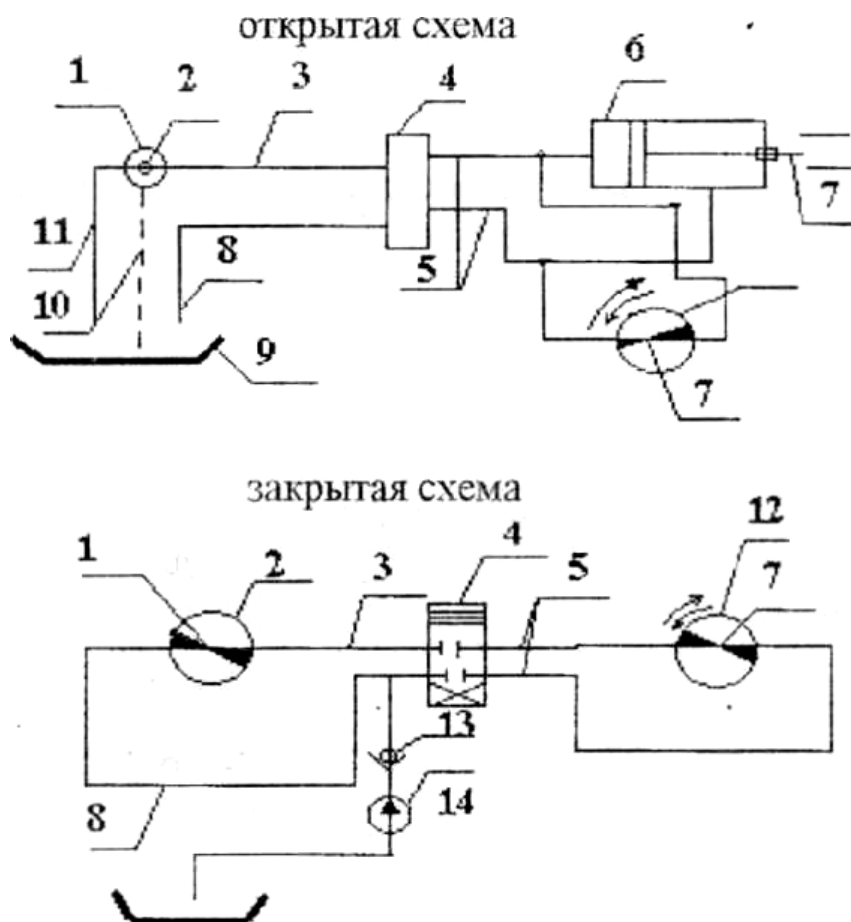


Рис. 8.3. - Примеры гидравлических схем:

1 - вал отбора мощности и привода насоса; 2 - насос; 3 - напорная магистраль; 4 - гидрораспределитель, 5 — рабочая магистраль; 6 — гидроцилиндр: 7 - шток гидроцилиндра или вал гидромотора (выходное звено); 8 - сливная магистраль; 9 - масляный бак; 10 - дренажная линия; 11 - всасывающая магистраль; 12 - гидромотор; 13 - обратный клапан; 14 - подпитывающий насос

Закрытая гидропередача отличается от открытой тем, что сливная магистраль 8 соединяется с насосом 2. Утечки из гидросистемы восполняются подпитывающим насосом 14.

Содержание занятия

1. Изучить общее устройство экскаватора, выявить его основные рабочие параметры и технические данные.
2. В соответствии с заданным вариантом (табл. 8.1) и приложения 1 нарисовать общую схему экскаватора с нанесением основных рабочих параметров.

3. Привести таблицу с основными показателями и полную техническую характеристику экскаватора.

4. В соответствии со схемой индексации экскаваторов записать расшифровку индекса машины.

5. Изучить заданную кинематическую схему экскаватора, перечислить основные узлы и порядок работы каждого механизма.

6. По заданному варианту нарисовать кинематическую схему механизма.

7. В соответствии с заданным вариантом по углу поворота стрелы на выгрузку произвести хронометраж рабочего цикла, зарисовать схему цикла экскаватора и вычислить его производительность в соответствии с исходными данными варианта.

Методика выполнения работы.

1. Рабочий процесс одноковшовых экскаваторов состоит из шести основных операций - копание грунта, подъем и поворот ковша к месту разгрузки, выгрузки, обратный ход и опускание ковша в забой (рис. 8.4.)

Наименование операции	Время в секундах						
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
1. Копание грунта	_____						
2. Подъем ковша		_____					
3. Поворот платформы			_____				
4. Выгрузка ковша				_____			
5. Возврат платформы к забою					_____		
6. Опускание ковша						_____	
7. Время переключения передач							_____

Продолжительность цикла без совмещения операций

Рис. 8.4. - Циклограмма рабочего процесса экскаватора

2. Производительность экскаватора определяется как

$$\Pi_9 = \frac{3600 \cdot q \cdot K_H \cdot K_B}{T_u \cdot K_p}, \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (8.1)$$

где q - геометрическая емкость ковша, m^3 ; $T_{ц}$ - время цикла, с; K_n - коэффициент наполнения; K_p - коэффициент разрыхления грунта; K_e - коэффициент использования экскаватора по времени, учитывающий неизбежные потери времени на обслуживание, передвижки ит.п. $K_e = 0.7-0,86$.

Таблица 8.1

Значение K_n и K_p для некоторых грунтов

Вид грунта	Группа фунта	K_n	K_p
1. Песок и гравий сухие, щебень и взорванные скальные породы	I, V, VI	0,9	1,02
2. Песок и гравий влажные	I, II	1,15	1,18
3. Суглинок	II	1,05	1,12
4. Глина	III	1,08	1,23

Таблица 8.2

№ вар.	Тип экскаватора	Кинематическая схема и тип механизма	Для расчета производит.
1	ЭО-33ПГ	Э-652Б. Поворот платформы	$\alpha_B = 120^\circ$ Табл. 8.1 (1)
2	ЭО-652Б	Э-652Б. Подъем стрелы	$\alpha_B = 90^\circ$ Табл. 8.1 (2)
3	ЭО-1251Б	Э-652Б. Ходовое устройство	$\alpha_B = 140^\circ$ Табл. 8.1 (3)
4	ЭО-2621А	Э-652Б. Напорный механизм	$\alpha_B = 120^\circ$. Табл. 8.1 (4)
5	ЭО-3322Б	Э-1252Б. Главный реверс	$\alpha_B = 90^\circ$. Табл. 8.1 (1)
6	ЭО-4321	Э-1252Б. Механизм передвижения	$\alpha_B = 120^\circ$. Табл. 8.1 (2)
7	ЭО-4121А	Э-1252Б. Поворот платформы	$\alpha_B = 140^\circ$. Табл. 8.1 (4)
8	ЭТР-206	Э-1252Б. Подъем стрелы	$\alpha_B = 90^\circ$. Табл. 8.1 (4)
9	ЭТЦ-252А	Э-1252Б. Подъем ковша	$\alpha_B = 90^\circ$. Табл. 8.1 (1)
10	ЭТР-134	Э-1252Б. Главная лебедка	$\alpha_B = 120^\circ$ Табл. 8.1 (4)

Требования к отчету

1. Схема экскаватора с указанием рабочих параметров;
2. Структурная схема индекса экскаватора с расшифровкой; описание основных узлов экскаватора по кинематической схеме;
3. Кинематическую схему привода механизмов в соответствии с заданием;
4. Гидравлическую схему, полученную на основе преобразования механического привода заданных узлов экскаватора;
5. Циклограмму рабочего процесса одноковшового экскаватора и расчет производительности по заданному варианту.

Контрольные вопросы

1. Классификация одноковшовых экскаваторов.
2. Основные элементы кинематической системы экскаваторов.
3. Основные элементы гидравлической системы экскаваторов.
4. Из чего состоит цикл работы экскаватора.
5. Как расшифровывается марка экскаватора.

Практическая работа № 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕТОНОНАСОСОВ

Цель и задача занятия

Изучить методику выбора бетононасоса для подачи бетонной смеси на основе технико-экономических показателей. Исследовать факторы влияющие на изменение себестоимости и приведенных затрат производства работ.

Общие положения и основные понятия

Классификация бетононасосов.

по мобильности

мобильные – на автомобильном шасси, автобетононасосы (АБН).

стационарные – без возможности самостоятельного передвижения, устанавливаются на колеса и перемещаются на прицепе. Имеют большую мощность по сравнению с мобильными бетононасосами, но не имеют стрелы для подачи бетонной смеси.

по типу подачи бетона

Вакуумные – бетон продавливается посредством создания вакуума в приемном лотке.

Поршневые – бетон продавливается по системе одним или двумя поршнями.

Шторочные – механизм подачи отделяется от бетоновода шторками,

Шиберные – механизм подачи отделяется от бетоновода шиберным узлом,

Автобетононасосы также разделяются по длине раздаточной стрелы. Стрелы бывают от 10 до 101 метров.

Содержание занятия

1. Изучить общее устройство бетононасосов, рабочие параметры и технические характеристики.

2. В соответствии с заданным вариантом произвести расчет по формулам (56)-(62) удельных приведенных затрат на выполнение работ для двух типов насосов.

3. Построить графики зависимости изменения приведенных затрат и удельных приведенных затрат от объема работ.

Методика выполнения работы.

1. Выбор бетононасоса осуществляется на основании приведенных затрат на выполнение единицы объема работ.

$$Z_{пр} = (C_6 + E_n * \left(\frac{K_{и.р.} * T_p}{T_r}\right)) / V \quad (9.1)$$

где C_6 – себестоимость производства объема работ, руб; E_n – коэффициент сравнительной экономической эффективности, $E_n=0,125$; $K_{и.р.}$ – инвентарно-расчетная стоимость, руб.; T_p – число часов занятости машины при производстве заданного объема работ, час.; T_r – число часов работы в году, час; V – объем работ на объекте, m^3 .

2. Себестоимость производства работ определяется по формуле:

$$C_6 = \left(Z_6 + Z_3 + E_0 + \frac{A_r * T_p}{T_r} \right) * \frac{1}{\left(1 - \frac{H}{100}\right)}, \quad (9.2)$$

где Z_6 – заработная плата рабочих при укладке бетона и обслуживании бетононасоса, руб.; Z_3 – текущие эксплуатационные расходы, руб.; E_0 – единовременные затраты связанные с перебазируванием бе-

бетононасоса(таб. 9.1), руб.; A_r – годовые амортизационные отчисления, руб.; H -накладные расходы, $H=8-10\%$;

3. Заработная плата рабочих определяется на основании часовой тарифной ставки в зависимости от разряда рабочих

$$Z_6 = \frac{T_p * \sum_{i=1}^m r_{Ti} * n_{pi} * \alpha_d}{K_{в.н.}} \quad (9.3)$$

где r_{Ti} – часовая тарифная ставка рабочего i -го разряда, руб.; n_{pi} – число рабочих i -го разряда, чел.; α_d – коэффициент учитывающий премии и доплаты, $\alpha_d=1,10-1,2$; $K_{в.н.}$ – коэффициент перевыполнения норм, $K_{в.н.}=1,1-1,2$.

4. Число часов занятости машины при производстве заданного объема работ (T_p):

$$T_p = \frac{V}{P_{час} * K_{и}}, \quad (9.4)$$

где $P_{час}$ – часовая производительность насоса (таб9.1), м³/ час; $K_{и}$ – интегральный коэффициент, $K_{и}=0,5$;

5. Текущие эксплуатационные расходы определяем по формуле:

$$Z_э = Z_{уд} * T_p, \quad (9.5)$$

где $Z_{уд}$ – удельные эксплуатационные затраты на 1 маш/час (таб. 9.1).

6. Годовые амортизационные отчисления определяем по формуле

$$A_r = 0,24 * K_{и.р.}, \quad (9.6)$$

где $K_{и.р.} = C_0 * K_T$, C_0 – оптовая цена бетононасоса(таб. 9.1),руб.; K_T – коэффициент учитывающий транспортные расходы , $K_T=1,05-1,1$.

7. После расчета приведенных затрат необходимо проверить зависимость приведенных затрат от объемов бетонных работ. Для этого приведенные затраты раскладываем на условно-постоянные (стоимость перебазирования, амортизационные отчисления и стоимость самого насоса) и переменные(стоимость текущей эксплуатации и заработной платы) В результате формула (9.1) примет вид

$$Z_{пр.уд} = (C_{пос} + C_{пер} * V)/V \quad (9.7)$$

Таблица 9.1

Показатели бетононасосов

Марка бетононасоса	Затраты на перебазирование, руб	Часовая производительность, м ³ /час	Удельные эксплуатационные затраты руб/мащ-час	Оптовая цена бетононасоса, руб
СБ-126Б	291.08	65	0,96	6810
СБ-170	321.72	65	1,16	14562
BRF 22.09 EM	474.92	90	2,36	20156
BQF 24.08	383	80	2,17	19856
BPL 500 HDR	229.8	45	1,01	14536
BPL 580	383	55	1,15	16542
BPL 600	413.64	60	1,24	17985
BPL 601	428.96	66	1,35	18654
BPL 700	474.92	72	1,42	19785
BPL 800	459.6	80	1,88	20451

Таблица 9.2

Исходные данные

Номер варианта	Марки бетононасоса	Объем работ, тыс. м ³	Номер варианта	Марки бетононасоса	Объем работ, тыс. м ³
1	СБ-126Б, BPL 580	20	16	BPL 601, СБ-170	75
2	СБ-170, BPL 800	30	17	СБ-126Б, BPL 580	85
3	BRF 22.09, BQF 24.08	40	18	СБ-170, BPL 600	95
4	BQF 24.08, СБ-170	50	19	BRF 22.09, BPL 800	105
5	BPL 500, BPL 800	60	20	BQF 24.08, BPL 800	110
6	BPL 580, СБ-170	70	21	BPL 500, СБ-170	65
7	BPL 600, BPL 580	80	22	BPL 580, BQF 24.08,	25
8	BRF 22.09, BPL 800	90	23	BPL 600, BQF 24.08	39
9	СБ-126Б, BPL 800	100	24	BPL 601, BPL 580	46
10	СБ-170, BQF 24.08,	15	25	BPL 700, СБ-170	98
11	BRF 22.09, BPL 600	25	26	BPL 800, BQF 24.08,	75
12	BQF 24.08, СБ-170	35	27	СБ-126Б, BPL 600	85
13	BPL 500, BPL 580	45	28	СБ-170, BQF 24.08	94
14	BPL 580, BPL 800	55	29	BRF 22.09, BPL 800	36
15	BPL 600, BQF 24.08,	65	30	BQF 24.08, СБ-170	25

Требования к отчету

1. Графическая часть включает в себя графики зависимости изменения приведенных затрат и удельных приведенных затрат от объема работ.

2. Расчетная часть состоит из формул (9.1)-(9.7) с описанием составляющих формул.

Контрольные вопросы

1. Виды бетононасосов и их назначение
2. Каким образом осуществляется подача бетонной смеси к месту укладки?
3. Из чего состоит рабочий цикл бетононасоса?
4. От чего зависит себестоимость применения бетононасоса?
5. Какие параметры влияют на производительность бетононасоса?

Практическая работа № 10

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО КОЛИЧЕСТВА АВТОБЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ

Цель и задача занятия

Изучить методику определения потребного количества автобетоносмесителей для бесперебойной подачи бетонной смеси на основе технико-экономических показателей.

Общие положения и основные понятия

Автобетоносмеситель (АБС, бетономешалка, миксер) – грузовой автомобиль, оборудованный вращающейся ёмкостью для перевозки бетона.

АБС являются подвидом бетоносмесителей, которые также бывают:

- стационарными,
- передвижными (в виде прицепов).

Кроме того, выделяются следующие классификации АБС:

- по типу расположения смесительной установки и направлению разгрузки АБС подразделяются на:
 - ❖ АБС с разгрузкой «назад». Наиболее популярный в российской практике бетонирования тип,
 - ❖ АБС с разгрузкой «вперед». Позволяет водителю миксера управлять и контролировать процесс разгрузки, не выходя из кабины;

- по типу привода смесительного оборудования:
 - ❖ механический — редко используемый, устаревший вариант,
 - ❖ гидравлический — современный стандарт,
- по типу двигателей смесительного оборудования:
 - ❖ автономные двигатели — более шумные, но более надежные — в случае поломки двигателя автомобиля перемешивание бетонной смеси не прекращается,
 - ❖ двигатели на шасси — более экологичные, менее шумные, способствуют уменьшению массы АБС.

Содержание занятия

1. Изучить общее устройство автобетоносмесителей, рабочие параметры и технические характеристики.
2. В соответствии с заданным вариантом произвести расчет по формулам (10.1)-(10.4) требуемого количества автобетоносмесителей.

Методика выполнения работы.

1. Количество автобетоносмесителей обслуживающих бетононасос определяется по формуле

$$n_{\text{п}} = \frac{П_{\text{н}}}{П_{\text{в}}} \quad (10.1)$$

где $П_{\text{н}}$ - производительность бетононасоса, м³/час; $П_{\text{в}}$ - производительность автобетоносмесителя, м³/час;

2. Производительность автобетоносмесителя при доставке бетонной смеси с завода определяется по формуле:

$$П_{\text{в}} = 60 * \frac{q}{T_{\text{ц}}}, \quad (10.2)$$

где q – объем бетонной смеси готового замеса в барабане автобетоносмесителя, м³; $T_{\text{ц}}$ – время рабочего цикла автобетоносмесителя, мин.;

3. Время рабочего цикла автобетоносмесителя вычисляем по формуле:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{гр}} + 2 * t_{\text{тр}} + t_{\text{в}} + t_{\text{м}} \quad (10.3)$$

где $t_{зр}$ – время загрузки барабана компонентами смеси, мин. Ориентировочно принимаем 10-15 мин; $t_{тр}$ – время транспортирования бетонной смеси до объекта, мин.

$$t_{тр} = \frac{60 * L}{V_{ср}} \quad (10.4)$$

L – дальность возки бетонной смеси, км(таб.10.2); $V_{ср}$ – средняя скорость движения автобетоносмесителя, км/ч (таб.10.3)

Таблица 10.1

Показатели бетононасосов

Показатель	Автобетоносмесители						
	СБ-92 А-1		СБ-92 В-1	СБ-92 В-2	СБ-92 В-4	СБ-159А	СБ-159Б
1 Геометрический объем смесительного барабана, м ³	8	8	8	8	8	8	8
2 Емкость смесительного барабана по выходу готовой бетонной смеси, м ³ (при объемной массе смеси, т/м ³)	4 (2,25)	4 (2,25)	5 (1,95)	5 (1,95)	4,5 (2)	4...5 (2,2)	4,5...5 (2,1)
3 Время перемешивания, мин.	15...20	15...20	15...20	15...20	6,5...14	15...20	15...20
4 Темп выгрузки, м ³ /мин	0,5...2	0,5...2	0,5...2	1	0,5...2	0,5...2	0,5...2

Продолжение таблицы 10.1

Показатель	Автобетоносмесители						
	СБ-172-1	СБ-211	СБ-214	СБ-230	СБ-234	СБ-239	581470
1 Геометрический объем смесительного барабана, м ³	10	14	10	7,5	14	14	12
2 Емкость смесительного барабана по выходу готовой бетонной смеси, м ³ (при объемной массе смеси, т/м ³)	5,4...5,9 (2...2,15)	8 (2)	5...6 (2...2,4)	4 (1,63)	8 (2,1)	8 (1,8)	7 (1,8)
3 Время перемешивания, мин.	15...20	15...20	15...20	15...20	15...20	15...20	15...20
4 Темп выгрузки, м ³ /мин	0,5...2	0,5...2	0,5...2	0,5...2	0,5...2	0,5...2,2	0,5...2,2

Таблица 10.2

Исходные данные

Но- мер вари- ри- анта	Дальность расположе- ния бетонного завода	Производитель- ность, м ³ /час	Тип дороги
1	20	60	Асфальтовая
2	30	50	Бетонная
3	30	55	Щебеночная
4	15	80	Гравийная
5	20	80	Грунтовая
6	35	60	Асфальтовая
7	20	55	Бетонная
8	30	50	Щебеночная
9	20	60	Гравийная
10	30	70	Грунтовая
11	40	80	Асфальтовая
12	10	90	Бетонная
13	10	60	Щебеночная
14	20	50	Грунтовая
15	30	60	Булыжная
16	40	80	Бетонная
17	30	60	Грунтовая
18	20	55	Гравийная
19	10	50	Булыжная
20	0	60	Грунтовая
21	50	70	Бетонная
22	60	80	Щебеночная

Таблица 10.3

Значение средних скоростей автобетоносмесителей по дорогам с разным покрытием

Тип дороги	Средняя скорость движения в зависимости от расстояния, км/ч				
	10	15	20	25	>30
Асфальтовая	30	35	40	45	45
Бетонная	30	35	35	40	45
Щебеночная	22	30	30	35	35
Гравийная					
Булыжная	15	17	25	30	30
Грунтовая	15	20	20	25	25

Требования к отчету

1. Расчетная часть состоит из формул (10.1)-(10.4) с описанием составляющих формул.

Контрольные вопросы

1. Какие методы транспортирования бетонных смесей вы знаете?
2. Как определить производительность бетоносмесителя?
3. Из чего состоит рабочий цикл автобетоносмесителя?
4. Как определить необходимое количество бетоносмесителей?
5. Какие параметры влияют на производительность автобетоносмесителя?

Практическая работа № 11

ВЫБОР ДИЗЕЛЬ-МОЛОТА ДЛЯ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ

Цель и задача занятия

Изучить конструкцию дизельного молота, описать устройство и принцип работы; начертить схему работы, определить энергию удара; к погружаемой свае подобрать тип молота и проверить его на соответствие коэффициенту применимости молота.

Общие положения и основные понятия

Дизельные молоты (рис.10.1), работающие независимо от внешних источников энергии в режиме двухтактного дизеля получили наибольшее распространение в строительстве. Различают дизель-молоты с направляющими штангами (штанговые) и с направляющим цилиндром (трубчатые).

У штанговых дизель-молотов (рис.11.1, а) две направляющие штанги 4 объединены в нижней части основанием 2, отлитым заодно с поршнем 12. Основание поршневого блока опирается на сфериче-

скую пятау 1 и наголовник 15. По штангам перемещается цилиндр 10, являющийся ударной частью молота. В верхней части штанги объединены траверсой захвата («кошки»), свободно перемещающейся по ним и подвешенной к канату 8 лебедки копра. Для запуска молота «кошку» опускают до зацепления подпружиненным крюком 6 пальца 5 ударной части, после чего ударную часть 10 поднимают и рывком нажатием на рычаг 9 через присоединенный к нему канат расцепляют «кошку» с ударной частью. Последняя падает вниз, нанося удар по основанию 2 и сжимая воздух в закрытой поршнем 12 полости цилиндра. Одновременно выступающий на ударной части штырь 11 нажимает на рычаг топливного насоса 14, которым по центральному каналу 13 в поршне топливо подается в цилиндр с некоторым опережением конца хода, распыляется форсункой 3 и смешивается с нагретым вследствие сжатия воздухом. В последней фазе движения ударной части вниз вследствие дополнительного сжатия топливно-воздушной смеси происходит ее воспламенение. Расширяющиеся вследствие сгорания топлива газы отбрасывают ударную часть вверх, откуда она снова падает, повторяя процесс. Молот выключают прекращением подачи топлива.

Штанговые дизель-молоты не имеют принудительного охлаждения, в связи с чем в летнее время при температуре окружающего воздуха 25 °С они работают с получасовыми перерывами после каждого часа работы. Эти молоты обладают малой энергией удара - 3,2 и 65 кДж при частоте 50...55 мин⁻¹ и массе ударной части 240 и 2500 кг соответственно. Их применяют для забивки легких железобетонных и деревянных свай в слабые и средние грунты, а также для погружения шпунта при ограждении траншей, котлованов и т. п.

В трубчатом, дизель-молоте (рис.11.1,б) ударной частью служит поршень 22, перемещающийся в направляющем цилиндре 21. Удары поршня воспринимаются шаботом 17, герметично посаженным в нижнюю часть рабочей секции цилиндра. Молот центрируют на свае штырем 16. Для пуска молота его поршень поднимают «кошкой» 20, подвешенной к канату 8, и сбрасывают. При движении вниз поршень отжимает рычаг 23, которым включается насос 14, впрыскивающий в цилиндр порцию топлива из полости 19. Смешиваясь с воздухом, топливо стекает в сферическую выемку в шаботе. При дальнейшем падении поршень перекрывает канал 18, сообщающий цилиндр с ат-

мосферой, и сжимает воздух в замкнутом уменьшающемся объеме. От удара поршня о шабот топливно-воздушная смесь разбрызгивается и воспламеняется. Расширяющиеся при сгорании смеси газы подбрасывают поршень вверх, откуда он снова падает, сжимая воздух, удаляя отработавшие газы через канал 18 в атмосферу и повторяя процесс. После прекращения подачи топлива молот останавливается.

Трубчатые дизель-молоты охлаждаются внешним воздухом или принудительно - водой. Они работают без перегрева при температуре окружающего воздуха до 30 °С в первом и до 40 °С - во втором случаях. Отечественная промышленность выпускает трубчатые дизель-молоты массой ударной части 500...5000 кг с энергией удара 15...150 кДж при частоте ударов 43...45 мин⁻¹, в том числе для работы в условиях низких температур (до -60 °С). Эти молоты применяют для забивки железобетонных свай в любые не скальные грунты.

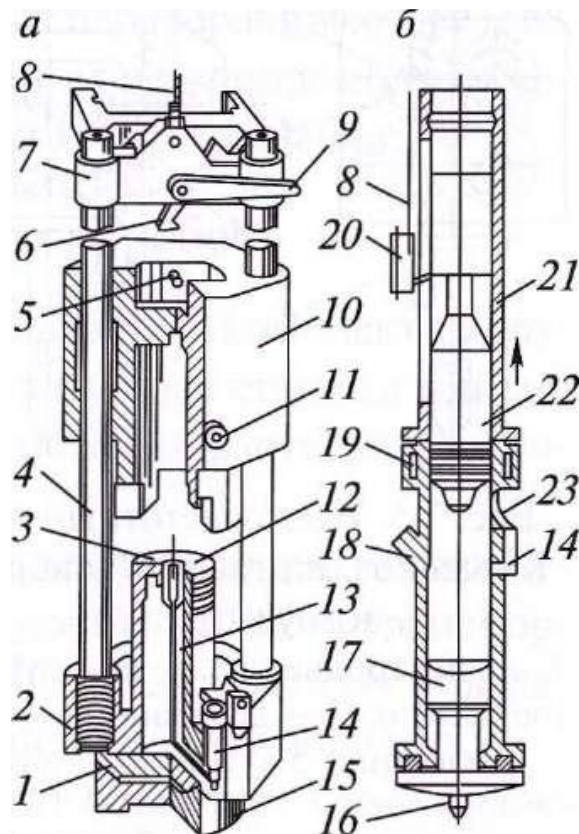


Рис. 11.1 - Дизель-молоты: а — штанговый, б — трубчатый; 1 — сферическая плита; 2 — основание; 3 — форсунка; 4 — две направляющие штанги; 5 — па-лец; 6 — под-пружиненный крюк; 7 — траверса; 8 — канат лебедки; 9 — рычаг; 10 — цилиндр; 11 — штырь; 12 — поршень; 13 — цен-тральный канал; 14 — топлив-ный насос; 15 — наго-ловник; 16 — центрирующий штырь; 17 — полость шабота; 18 — канал уда-ления от-работанных газов; 19 — канал, 20 — «кошка»; 21 — на-правляющий цилиндр; 22 — пор-шень; 23 — рычаг

Содержание занятия

1. Изучить устройство, принцип работы штанговых и трубчатых (с водяным и воздушным охлаждением) дизельных молотов. Указать преимущества и недостатки каждого типа дизель-молотов.

2. Используя данные табл. 10.1, 6.5 и 6.6 произвести ориентировочный выбор дизель-молота.

Методика выполнения работы

1. Выбор молота для забивных свай производят по несущей способности сваи, предусмотренной проектом, массы сваи и ее длины.

Для определения оптимальных параметров молота, обеспечивающих эффективные режимы погружения свай, следует руководствоваться рекомендациями табл. 11.1 и граничными условиями соотношения масс ударной части молота к массе погружаемой сваи табл. 11.2

Таблица 11.1

Область рационального применения дизель-молотов

Марка молота	Массы ударной части молота, кг	Рекомендуемые параметры молота			
		Длина погружаемой сваи, м			
		До 8	9-12	13-16	17-20
		Масса сваи предельная, т			
		1,8	2,7-3,7	3,6-4,9	6,2-8,0
		Несущая способность сваи, кН			
		До 250	250-400	400-500	>600
С-330А	2500	+	+	-	-
С-995А	1250	-	+	-	-
С-996А	1800	-	+	+	-
С-1047	2500	-	-	+	-
С-1048	3500	-	-	+	+

Таблица 11.2

Граничные условия применимости различных типов молотов

Тип и конструкция дизельного молота	Отношение массы ударной части молота к массе погружаемой сваи
Трубчатый	0,6...0,9
Штанговый	1.25...1.5

2. Более точный выбор сваебойного молота производят по минимальной энергии одного удара и коэффициенту применимости молотов (табл. 11.3.)

2.1. Минимальную энергию удара молота определяют по формуле

$$E_n = 0.045 \times N, \quad \text{кДж} \quad (11.1)$$

где N - расчетная (проектная) нагрузка на сваю, кН; 0,045 - размерный коэффициент, кДж/кН.

По полученному значению E_n выбирают ближайший тип дизель-молота ($E_m \geq E_n$) и выписывают его технические характеристики (табл. 11.6; 11.7; 11.8).

Принятый тип молота с расчетной энергией удара $E_m > E_n$ должен удовлетворять следующему условию:

$$K = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{E_m} \leq K_T, m / \text{кДж} \quad (11.2)$$

где K - коэффициент применимости молота, значение которого не должно превышать табличное K_T (табл. 11.3), т/кДж; m_1 - масса молота, т; m_2 - масса сваи (с наголовником), т ($m_2 = 50$ кг); m_3 - масса наголовника, т ($m_3 = 50$ кг).

Таблица 11.3

Зависимость коэффициента применимости молота (K_T) от материала свай

Тип дизельного молота	Материал свай		
	Ж.б.	Дерево	Сталь
Трубчатый	0,6	0,5	0,55
штанговый	0,5	0,35	0,4

2.2. При выборе молотов для забивки наклонных свай минимальную энергию удара молота E_n необходимо увеличить, умножив ее значение на коэффициент k_1 приведенный ниже:

Таблица 11.4

Значение коэффициента K_1

Наклон свай	5:1	4:1	3:1	2:1
Коэффициент K_1	1,1	1,15	1,25	1,4

2.3. Если расчетное значение коэффициента применимости меньше табличного (табл. 11.3), то выбранный тип дизельного молота может быть использован для забивки указанных в задании свай.

Таблица 11.5

Варианты заданий

№ вар.	Материал свай	Длина свай, м	Масса свай, т	Объем свай, м ³	Диаметр среднего сечения свай, см	Несущая способность свай, кН	Направление погружения
1	Ж.б.	4,5	0,48	-	-	170	Верт.
2	Дерево	5	0,15	0,19	20	120	Верт.
3	Ж.б.	6	1,38	-	-	195	3:1 накл.
4	Ж.б.	8	1,83	-	-	240	Верт.
5	Дерево	7	0,28	0,34	22	150	4:1 накл.
6	Ж.б.	13	4,03	-	-	410	Верт.
7	Ж.б.	14	4,30	-	-	440	Верт.
8	Дерево	10	0,58	0,72	26	200	Верт.
9	Ж.б.	17	5,36	-	-	620	2:1 накл.
10	Ж.б.	9	2,80	-	-	260	5:1 накл.

Таблица 11.6

Техническая характеристика штанговых дизельных молотов

Показатель	С подвижными штангами		С неподвижными штангами		
	ДМ-58	ДМ-150А, СП-60	С-268	С-330 СП-6	С-330А
Масса ударной части, кг	180	240	1800	2500	2500
Энергия удара, кДж	1,5	1,75	16	20	20
Наибольшая высота подъема ударной части, мм	1000	1250	2100	2300	2500
Число ударов в 1 мин	100-110	55-80	50-60	42-50	42-50
Диаметр цилиндра, мм	135	135	290	320	400
Ход поршня, мм	164	164	515	500	420
Рабочий объем цилиндра, л	2,36	2,36	34	40	40
Степень сжатия	16	16	26	25	17-18 24-25
Наибольшая масса погружаемой свай, кг	350	350	1500	2000	2000

Продолжение табл. 11.6

Показатель	С подвижными штангами		С неподвижными штангами		
	ДМ-58	ДМ-150А, СП-60	С-268	С-330 СП-6	С-330А
Размер гнезда под сваю	270	220	400	465	465
Длина молота, мм	1970	1980	3820	4540	4760
Масса молота, кг	335	350	3100	4200	4500
Масса тележки, кг	-	-	126	215	215
Изготовитель	Стерлитамакский завод строительных машин				

Таблица 11.7

**Техническая характеристика трубчатых дизельных молотов
с водяным охлаждением**

1 Указатель	СП-40 С-995 С-995А	СП-41 С-996 С-996А	СП-47 СП-47А С-1047 С-1047А	СП-48 СП-48А С-1048 С-1048А	СП-54
1	2	3	4	5	6
Масса ударной части, кг	1250	1800	2500	3500	500
Наибольшая потенциальная энергия ударной части при работе молота в вертикальном положении, кДж, не менее	37,5	54	80	90	135
Наибольшая допускаемая высота подскока ударной части, мм	2800/ 3000	2800/ 3000	2800/ 3200	2800/ 3000	3000
Число ударов в 1 мин не менее	44/42	44/42	44/42	44/42	44
Расход топлива (средний), л/ч	5	9	12	16	26
Расход смазки (средний), л/ч	0,5/1,2	0,5/1,2	0,5/1,2	0,6/1,5	0,6/1,5
Диаметр цилиндра, мм	300	345	400	450	550
Рабочий объем цилиндра, л	23,6/17,8	35,6/26	46,5	50	100
Степень сжатия	15	15	15	15	15
Габариты, мм		765	925	1000	1170
Длина	720	600	890	890	1020
Ширина	520	4335	4970/	5145	5300
Высота	3955		4920		
Расстояние от вертикальной оси до направляющих копра, мм	370	400	520	550	650
Ширина направляющей, мм	360	360	360/625	625	625
Масса молота (сухая с кошкой, без наголовника и подстановок), кг, не более	2600	3650	5500/560 0	7650	10000
Масса кошки, кг	100	100	120	120	120

Примечание. До черты даны показатели для молотов без индекса А, за чертой - с индексом А.

Таблица 11.8

Техническая характеристика трубчатых дизельных молотов
с воздушным охлаждением

Показатель	УР-2-500	С-858, УР-2- 1250	С-859 УР- 2- 1800	С-949
Масса ударной части, кг	500	1250	1800	2500
Наибольшая потенциальная энергия ударной части при работе молота в вертикальном положении, кДж, не менее	15	40	54	67
Наибольшая допускаемая высота подскока ударной части, мм	3000	3000	3000	3000
Число ударов в 1 мин, не менее	42	42	42	42
Расход топлива (средний), л/ч	10	10	10	15
Расход смазки (средний), л/ч	0,5	0,5	0,5	0,6
Диаметр цилиндра, мм	230	300	345	400
Рабочий объем цилиндра, л	8,3	16,9	24,7	46,5
Степень сжатия	15	15	15	15
Высота	3900	4400	4400	4685
Расстояние от вертикальной оси до направляющих копра, мм	332	375	400	520
Ширина направляющей, мм	285	300	360	360/625
Масса молота (сухая, с кошкой, без наголовника и подстановок), кг, не более	1200	2600	3500	5600- 5800

Продолжение табл. 11.8

Показатель	С-954	С-974	УРБ-500	УРБ- 1250
Масса ударной части, кг	3500	5000	500	1250
Наибольшая потенциальная энергия ударной части при работе молота в вертикальном положении. кДж, не менее	94	135	15	19
Наибольшая допускаемая высота подскока ударной части, мм	3000	3000	1700	1700
Число ударов в 1 мин, не менее	42	42	65	65
Расход топлива (средний), л/ч	18	25	25	25
Расход смазки (средний), л/ч	0,6	0,8	0,8	0,8
Диаметр цилиндра, мм	450	550	230	300
Рабочий объем цилиндра, л	59	70	8,3	16,9
Степень сжатия	15	15	15	15
Высота	4800	5520	3350	3750
Расстояние от вертикальной оси до направляющих копра, мм	550	600	365	400
Ширина направляющей, мм	625	625	285	360
Масса молота (сухая, с кошкой, без наголовника и подстановок), кг-, не более	7300- 8000	9000- 10000	1200	2600

Требования к отчету

1. Расчетная часть состоит из формул (11.1)-(11.2) с описанием составляющих формул.
2. Выписать технические характеристики выбранного молота

Контрольные вопросы

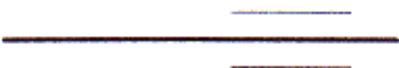
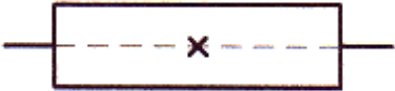
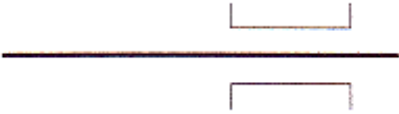


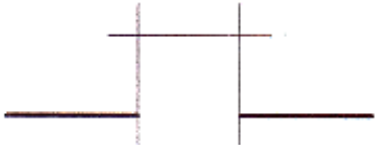

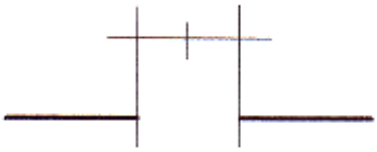
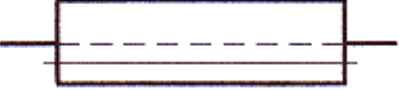

1. Какие виды дизель-молотов Вы знаете?
2. Как подобрать дизель-молот?
3. Из чего состоит рабочий цикл дизель-молота?
4. Что такое отказ сваи?
5. Как меняется процесс выбора дизель-молота при применении лидирующих скважин?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

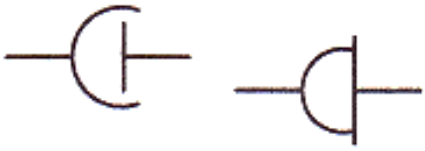
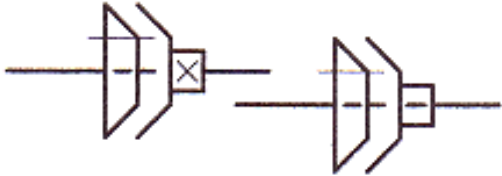

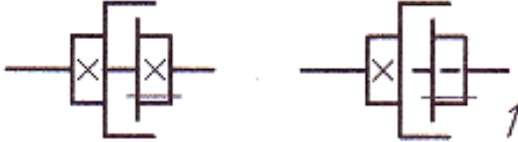

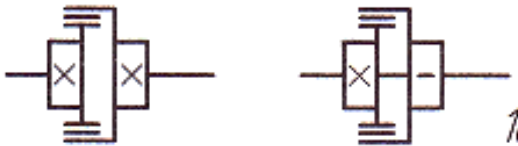

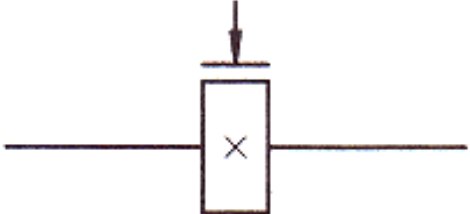

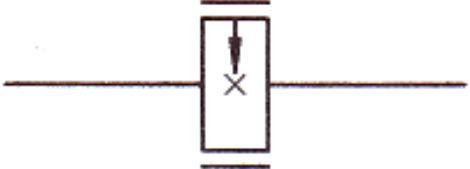
Полученные студентами знания при освоении практикума позволяют в будущей строительной практике правильно понимать технические возможности машин с целью совершенствования на этой основе технологических строительных процессов. Кроме этого следует понимать, что строительные машины представляют собой весьма динамичную продукцию хозяйственной деятельности человека. С развитием современных технологий и программных средств, а также в соответствии с возрастающими требованиями строительного производства строительные машины непрерывно совершенствуются, а это в свою очередь повышает требования к уровню подготовки будущих специалистов. Практикум затрагивает только некоторые аспекты механизации строительных процессов. Более подробно вопросы рассматриваются в специальной литературе.

Приложение 1

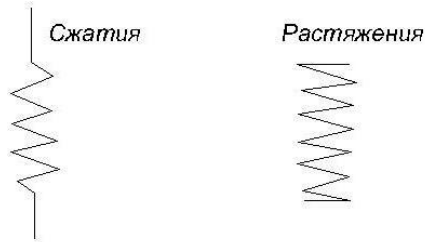
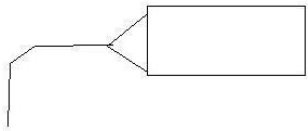
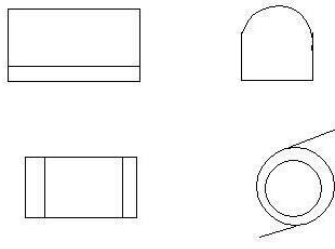
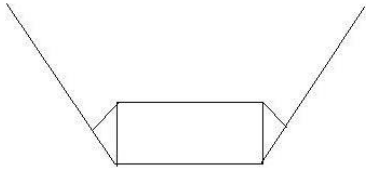
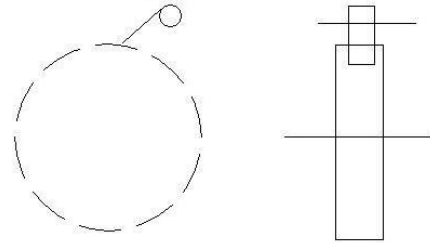
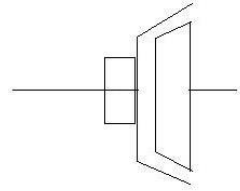
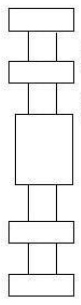
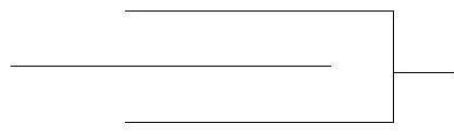
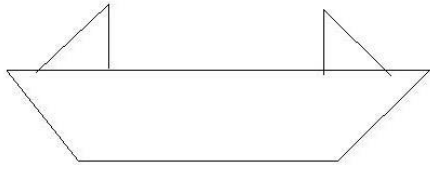
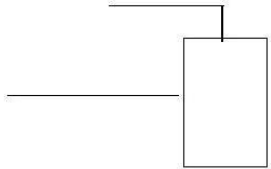
Условные обозначения на кинематических схемах

<p><i>Подшипник скольжения или качения—общее обозначение без уточнения типа</i></p> 	<p><i>Соединение детали с валом глухой шпонкой</i></p> 
<p><i>Подшипник скольжения</i></p> 	<p><i>Соединение детали с валом многошпоночное (шлицевое)</i></p> 
<p><i>Подшипник качения радиальный, шариковый</i></p> 	<p><i>Глухое соединение двух валов</i></p> 
<p><i>Подшипник качения радиальный, роликовый</i></p> 	<p><i>Соединение двух валов предохранительной муфтой</i></p> 
<p><i>Соединение детали с валом направляющей (скользящей) шпонкой</i></p> 	<p><i>Эластичное соединение двух валов</i></p> 

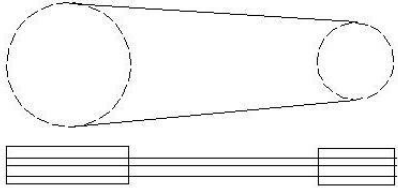
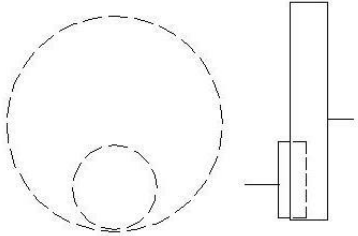
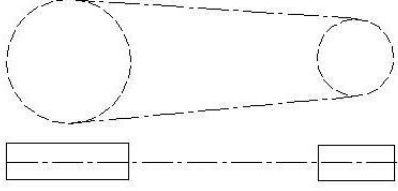
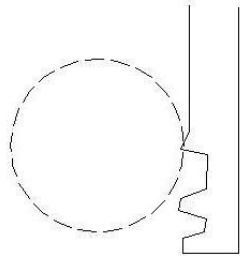

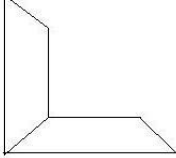
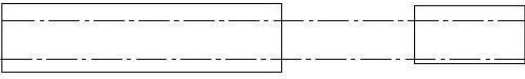
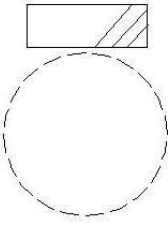
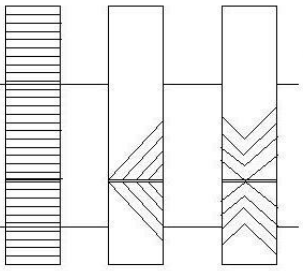
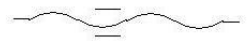

Продолжение приложения 1

<p><i>Шарнирное соединение двух валов</i></p>  <p>11</p>	<p><i>Муфта включения фрикционная, конусная</i></p>  <p>16</p>
<p><i>Телескопическое соединение двух валов</i></p>  <p>12</p>	<p><i>Муфта включения фрикционная, дисковая</i></p>  <p>17</p>
<p><i>Муфта сцепления кулачковая односторонняя</i></p>  <p>13</p>	<p><i>Муфта включения фрикционная, с разжимным кольцом</i></p>  <p>18</p>
<p><i>Муфта сцепления кулачковая двухсторонняя</i></p>  <p>14</p>	<p><i>Тормоз колодочный</i></p>  <p>19</p>
<p><i>Фрикционная муфта включения общее обозначение без уточнения типа</i></p>  <p>15</p>	<p><i>Тормоз ленточный</i></p>  <p>20</p>

Продолжение приложения 1

<p>Пружины</p> <p>Сжатия Растяжения</p> 	<p>Седловой подшипник</p> 
<p>Двигатель</p> 	<p>Механизм включения ленточных муфт</p> 
<p>Пружины</p> 	<p>Механизм открывания днища ковша</p> 
<p>Ведущая звездочка гусеничной ленты</p> 	<p>Вал с торцевым сверлением</p> 
<p>Гусеничное звено</p> 	<p>Обгонный механизм</p> 

Продолжение приложения 1

<p><i>Передача ременная</i></p> 	<p><i>Внутреннее зацепление</i></p> 
<p><i>Передача цепная</i></p> 	<p><i>Реечное зацепление</i></p> 
<p><i>Передача роликовой цепью</i></p> 	<p><i>Коническая передача</i></p> 
<p><i>Передача бесшумной цепью</i></p> 	<p><i>Передача червячная</i></p> 
<p><i>Зубчатое зацепление</i></p> 	<p><i>Гайка на винте</i></p> <p><i>неразъем.</i> </p> <p><i>разъемн.</i> </p>

Кинематические схемы экскаваторов

№ поз.	Z	m	№ поз.	Z	m
1	16	8	16	27	10
2	40		17	18	8
3	20		18	52	
4	81		19	44	
5	33		20	11	12
6	21		21	85	
7	38		22	16	16
8	76		23	22	
9	42		24	14	
10	17		25	27	
11	25		26	11	8
12	38		27	22	
13	38		28	17	5
14	25		29	17	
15	17		30	51	

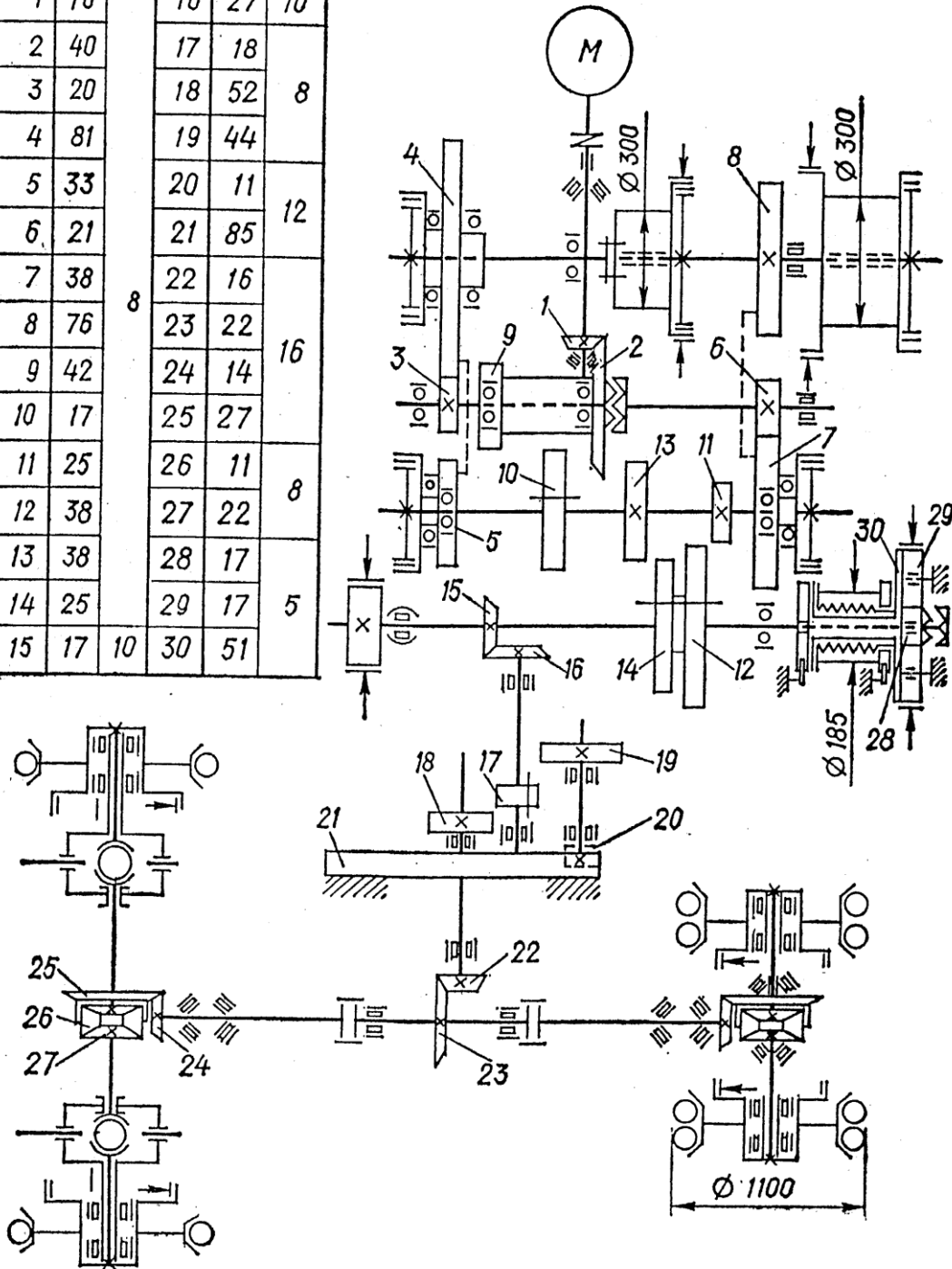


Рис П.1 - Кинематическая схема экскаватора Э-302Б

№ поз.	Z	m, t	№ поз.	Z	m, t
1	16	m=8	16	20	m=14
2	60		17	24	m=15
3	40		18	16	m=16
4	40		19	9	t=40,2
5	160		20	17	t=40,2
6	23	m=12	21	10	t=250
7	128		22	42	m=18
8	55	t=50,8	23	14	m=16
9	32	t=78,1	24	130	m=16
10	11		25	32	m=14
11	26	26	38		
12	14	m=16	27	38	m=14
13	20	m=14	28	17	t=50,8
14	28		29	Однозаходный	
15	12				

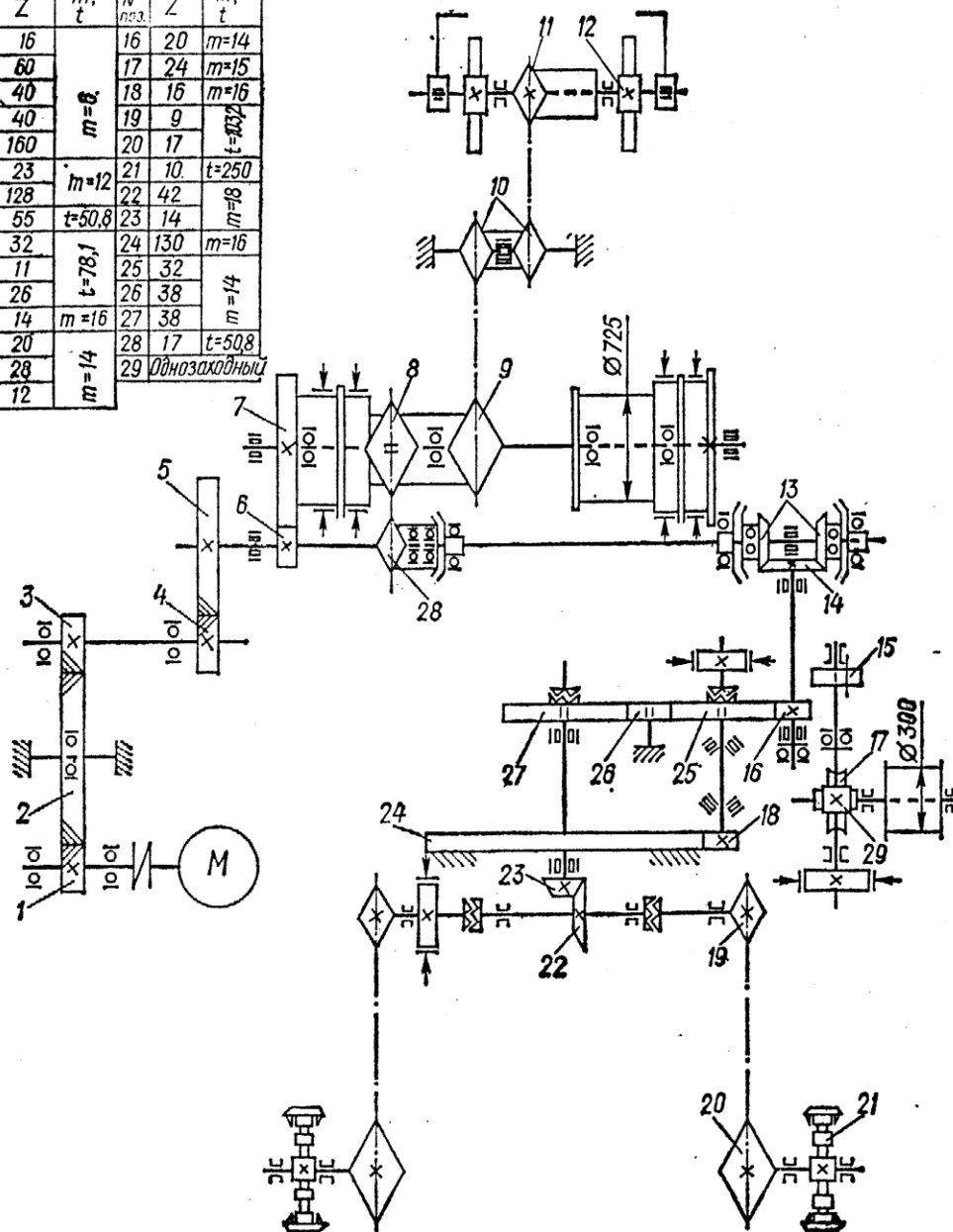


Рис П.2 - Кинематическая схема экскаватора Э-1226

Продолжение приложения 2

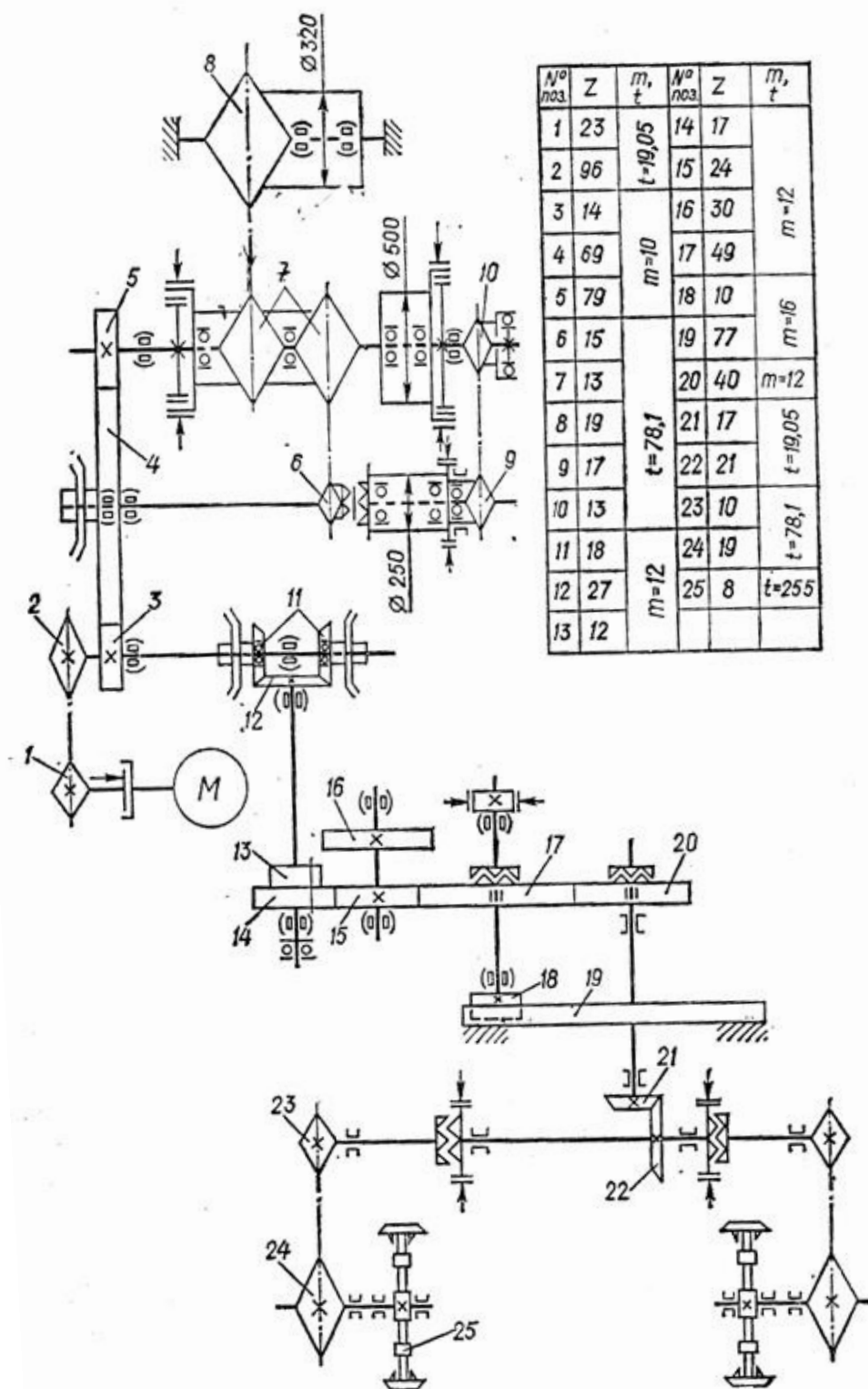


Рис П.3 - Кинематическая схема экскаватора Э-652Б

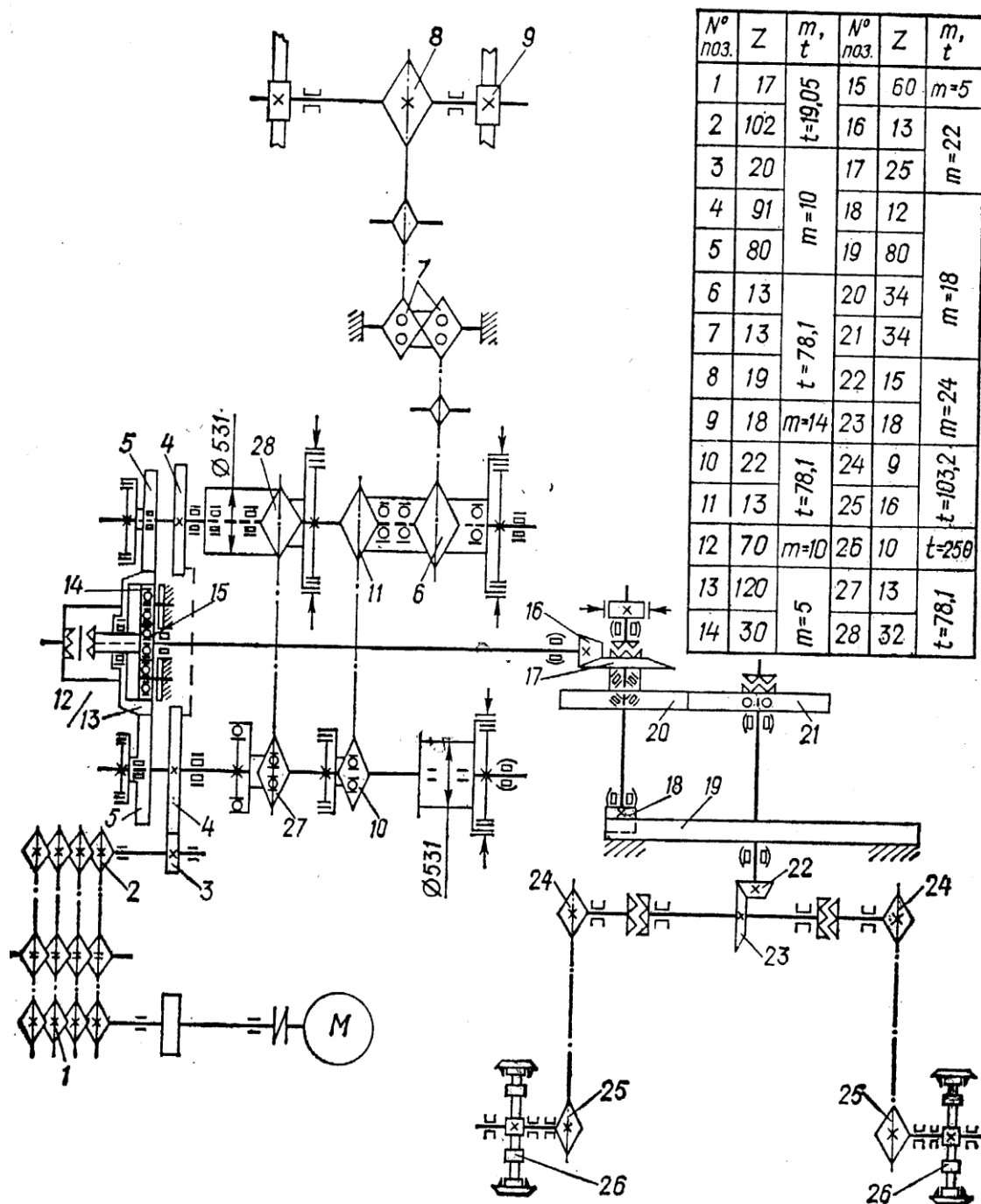
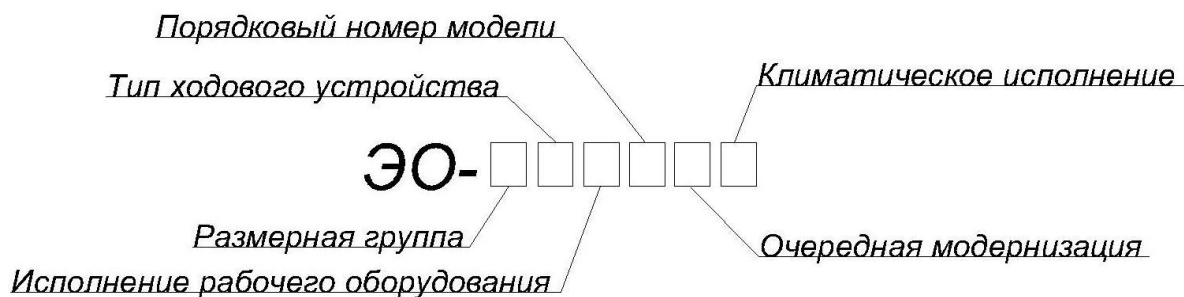


Рис П.4 - Кинематическая схема экскаватора Э-10011А

Приложение 3

Расшифровка индексов одноковшовых экскаваторов



Размерная группа			
Индекс	Эксплуатационная масса, т	Мощность основного двигателя, кВт	Емкость ковша, м ³
1	3-3,5	22	0,15-0,4
2	5,5-9,5	34,8	0,25-0,65
3	12,0-17,0	37-59	0,4-1
4	36-40	59-96	0,65-1,6
5	36-40	96-147	1-2,5
6	56-60	162-257	1,6-4
7	88-95	279-405	2,5-6,3
8	Резерв		
9			

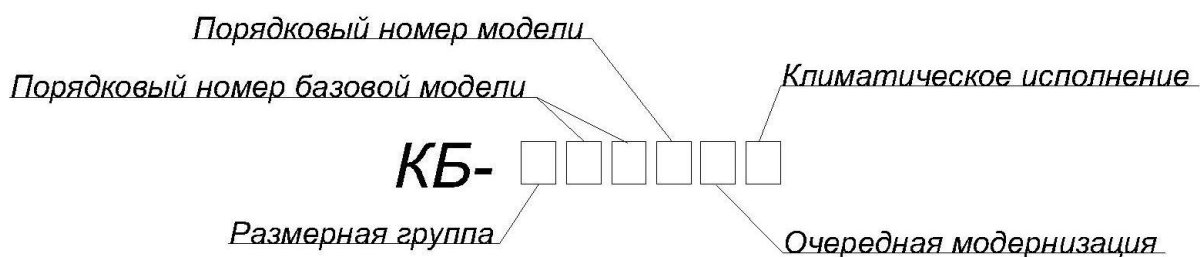
Исполнение рабочего оборудования	
Индекс	Наименование
1	С канатной подвеской
2	С жесткой подвеской
3	Телескопическое
4	Резерв
5	

Климатическое исполнение		
Северное	Тропическое	Для влажных тропиков
ХЛ	Т	ТВ

Очередная модернизация			
А	Б	В
0-если не было модернизации			

Тип ходового оборудования	
Индекс	Наименование
1	Гусеничное
2	Гусеничное уширенное
3	Пневмокошесное
4	Специальное шасси
5	Автомобильное
6	Тракторное
7	Прицепное
8	Резерв
9	

Приложение 4



Размерная группа	
Индекс	Грузовой момент, т*м
1	до 30
2	до 75
3	до 100
4	до 175
5	до 300
6	до 550
7	до 800
8	до 1200
9	более 1200

Порядковый номер базовой модели крана	
С поворотной башней	01-69
С неповоротной башней	70-99

Климатическое исполнение		
Северное	Тропическое	Для влажных тропиков
ХЛ	Т	ТВ

Очередная модернизация			
А	Б	В
0-если не было модернизации			

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Веригин Ю. А. Строительные машины : учеб. пособие для студентов всех форм обучения спец. 2903 «Промышленное и гражданское строительство» и 2913 «Механизация и автоматизация строительства», изд. 2-е перераб. и доп. / Алт. гос техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ. – 2000. – 141 с. – ISBN 5-7768-0039-6.

2. Евдокимов В. А. Механизация и автоматизация строительного производства / В. А. Евдокимов. – Л. : Стройиздат, 1985. – 195 с.

3. Ким Б.Г. Строительные машины : методические указания к лабораторным работам / Б. Г. Ким, С. В. Прохоров ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра строительного производства. – Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2005. – 36 с.

4. Лютов В. Н., Сартаков А. В. Комплексная механизация технологических процессов в строительном-дорожном производстве / В. Н. Лютов, А. В. Сартаков; под ред. В. Н. Лютова ; Алт.гос. техн.ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд. АлтГТУ, 2011. – 166 с .

5. Строительные машины : учеб. пособие / О. А. Бардышев, Б. Г. Ким, В. М. Мельников, В. В. Струтинский. – Владимир, 2001, 124 с. – ISBN 5-89368-267-Х.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Практическое занятие № 1. РАСЧЕТ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ ЛЕБЕДОК	4
Практическое занятие № 2. РАСЧЕТ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА	9
Практическая работа № 3. ТЯГОВЫЕ РАСЧЕТЫ ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА	16
Практическая работа № 4. ТЯГОВЫЕ РАСЧЕТЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА	21
Практическая работа № 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУЛЬДОЗЕРА	26
Практическая работа № 6. ВЫЧИСЛЕНИЕ СМЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БАШЕННОГО КРАНА	30
Практическая работа № 7. РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ БАШЕННОГО КРАНА	36
Практическая работа № 8. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ	57
Практическая работа № 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕТОНОНАСОСОВ	63
Практическая работа № 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО КОЛИЧЕСТВА АВТОБЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ	67
Практическая работа № 11. ВЫБОР ДИЗЕЛЬ-МОЛОТА ДЛЯ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	80
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	84
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	88
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	89
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	90

Учебное издание

КИМ Борис Григорьевич
ПРОХОРОВ Сергей Викторович

ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ»

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 03.12.15.

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 5,35. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.