

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Владимирский государственный университет
Кафедра строительного производства

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Методические указания
к лабораторным работам

Составители
Б.Г. КИМ
С.В. ПРОХОРОВ

«В печать»:

Автор –

Б.Г. Ким

С.В. Прохоров

Зав. кафедрой –

Б.Г. Ким

Редактор –

А.П. Володина

Начальник РИО –

Е.П. Викулова.

Директор издательства –

Ю.К. Жулев.

Владимир 2005

УДК 621.87
ББК 38.6-445
С83

Рецензент
Доктор технических наук, доцент
Владимирского государственного университета
В.М. Мельников

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Строительные машины : метод. указания к лаб. работам /
С83 сост. : Б. Г. Ким, С. В. Прохоров ; Владим. гос. ун-т. – Владимир :
Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 40 с.

Составлены в соответствии с программой курса «Строительные машины». Приведены методики расчета производительности основных строительных машин, выбора комплекта машин для производства строительных работ.

Предназначены для студентов всех форм обучения специальностей 270102 (290300) – промышленное и гражданское строительство, 080502 (060811) – экономика и управление в строительстве, 270109 (290700) – теплогазоснабжение и вентиляция. Могут быть использованы в процессе дипломного проектирования или проектирования технологии производства механизированных работ.

Табл. 22. Ил. 13. Библиогр.: 11 назв.

УДК 621.87
ББК 38.6-445

Лабораторная работа № 1

ТЯГОВЫЕ РАСЧЕТЫ ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА

Цель и задачи занятия

Рассчитать тягу 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. 1 и 2.

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

$$F_{\text{сц}} = G \cdot \varphi ,$$

где Q – вес трактора, кгс (табл. 3);

φ – коэффициент сцепления гусениц с дорогой (табл. 5).

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

$$F_{кр} > F_{сц} - G\omega_{тр}$$

где $F_{кр}$ – тяговое усилие на крюке трактора при соответствующей передаче, кгс (см. табл. 3); ω – основное удельное сопротивление движению трактора (см. табл. 5).

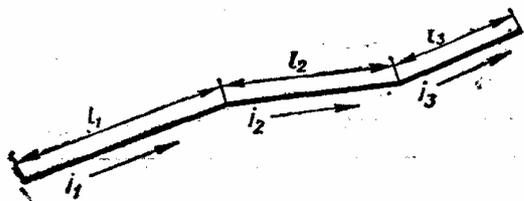


Рис. 1. Схема трассы движения тракторного поезда

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 (кгс),

$$Q = \gamma V,$$

где γ – насыпная плотность, кг/м³ (табл. 6); V – емкость кузова прицепа, м³ (табл. 4).

Таблица 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 2

Дополнительные данные для вариантов заданий

Вариант	Подъём участка			Марка трактора	Марка прицепа	Продолжительность загрузки прицепа, с.	Продолжительность разгрузки прицепа, с.	Перевозимый груз
	I_1 – дорога неукатанная	I_2 – дорога укатанная	I_3 – дорога укатанная					
1 – 7	0,09	0,04	0,05	T-100	Д-179-А	150	200	Гравий
8 – 15	0,08	0,05	0,06	T-100	Д-179-А	150	200	Гравий
16 – 24	0,01	0,06	0,04	T-140	Д-258	120	160	Щебень
25 – 30	0,07	0,05	0,04	T-140	Д-258	120	160	Щебень

Таблица 3

Технические характеристики гусеничных тракторов

Марка	Вес, кгс	Параметры трактора	Передачи				
			I	II	III	IV	V
T-100M	11 100	Скорость v , км/ч	2,35	3,78	4,51	6,45	10,15
		Тяговое усилие на крюке $F_{кр}$, кгс	10000	5200	4400	2700	1500
T-140	15 000	Скорость v , км/ч	2,86	4,62	6,37	8,66	11,96
		Тяговое усилие на крюке $F_{кр}$, (кгс)	14400	7400	5400	3600	2350

Таблица 4

Технические характеристики тракторных прицепов на пневмоколесном ходу

Показатели	Д-179-А	Д-258
Ёмкость кузова V , м ³	9	12
То же, с «шапкой», U м ³	12	15
Вес порожнего прицепа $G_{пр}$, кгс	5300	11800

Таблица 5

Основные удельные сопротивления движению на горизонтальном пути 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
Неукатанная	0,08	0,1	0,7

Насыпная плотность груза

Материал	γ , кг/м ³
Гравий	1800
Щебень	1700

4. Подсчитываем количество прицепов применительно к наиболее тяжелому участку дороги

$$n = (F_{кр} - G_i) / (Q + G_{пр})(\omega + i),$$

где $G_{пр}$ – вес прицепа без груза, кгс (см. табл. 4); ω – основное удельное сопротивление движению прицепа на горизонтальном пути (см. табл. 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, кгс,

$$F_{кр} > n(Q + G_{пр})(\omega + i) + G_i$$

По табл. 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) $t^{поп}$, с,

$$t_1^{гп} = 3,6\ell_1 / 0,8v_1;$$

$$t_2^{гп} = 3,6\ell_2 / 0,8v_2;$$

$$t_3^{гп} = 3,6\ell_3 / 0,8v_3,$$

где 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; 3,6 – коэффициент перевода из км/ч в м/с; 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, с,

$$t^{поп} = 3,6(\ell_1 + \ell_2 + \ell_3) / 0,8v_{IV}.$$

7. Вычисляем длительность рейса тракторного поезда, с,

$$t_p = t_1^{гп} + t_2^{гп} + t_3^{гп} + t^{поп} + n(t_{загр} + t_{разгр}),$$

где $t_{загр}$ – продолжительность загрузки одного прицепа, с;

$t_{разгр}$ – продолжительность разгрузки одного прицепа, с.

8. Определяем сменную производительность тракторного поезда, т/смену,

$$П_c = 3,6Tk_bQn,$$

где T – количество часов в смене;

k_b – коэффициент использования сменного времени, равный 0,75 + 0,8.

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. Условия движения бульдозера.
5. Каковы резервы уменьшения времени цикла?

Лабораторная работа № 2

ТЯГОВЫЕ РАСЧЕТЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Цель и задачи занятия

Рассчитать тягу 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. Определить скорости движения порожнего самосвала, на каждом участке трассы.
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. Рассчитать сменную производительность автосамосвала.
8. Подсчитать сменный пробег машины.

Методика выполнения работы

Варианты заданий принять по табл. 7.

1. Проверяем заданные участки дороги по сцеплению (рис. 2), исходя из движения с установившейся скоростью, по формуле, кгс,

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

где φ – коэффициент сцепления шин с покрытием дороги (табл. 8);

$G_{\text{сц}}$ – сцепной вес автосамосвала, кгс (табл. 9); G – полный вес грузового автосамосвала, кгс, (см. табл. 9); ω – основное удельное сопротивление движению на горизонтальном пути (см. табл. 8); i – заданный подъем участка.

2. Определяем скорость движения грузового 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 МА3-503А, КрАЗ-256Б, БелАЗ-540 приведены на рис. 3.

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

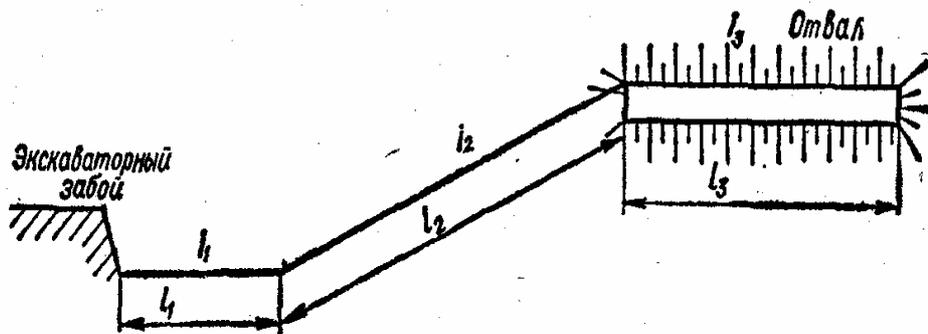


Рис. 2. Схема трассы движения автосамосвала

При $\omega - i < 0$ руководствуемся допустимым тормозным путем S_T и формулой км/ч,

$$v^{\text{пор}} = (130S_T(\varphi - i + \omega))^{0,5}.$$

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

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

$$t_1 = 3,6l_1/0,9v_1 + 3,6l_1/0,9v_1^{\text{пор.}}$$

$$t_2 = 3,6l_2/0,9v_2 + 3,6l_2/0,9v_2^{\text{пор.}}$$

$$t_3 = 3,6l_3/0,9v_3 + 3,6l_3/0,9v_3^{\text{пор.}}$$

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

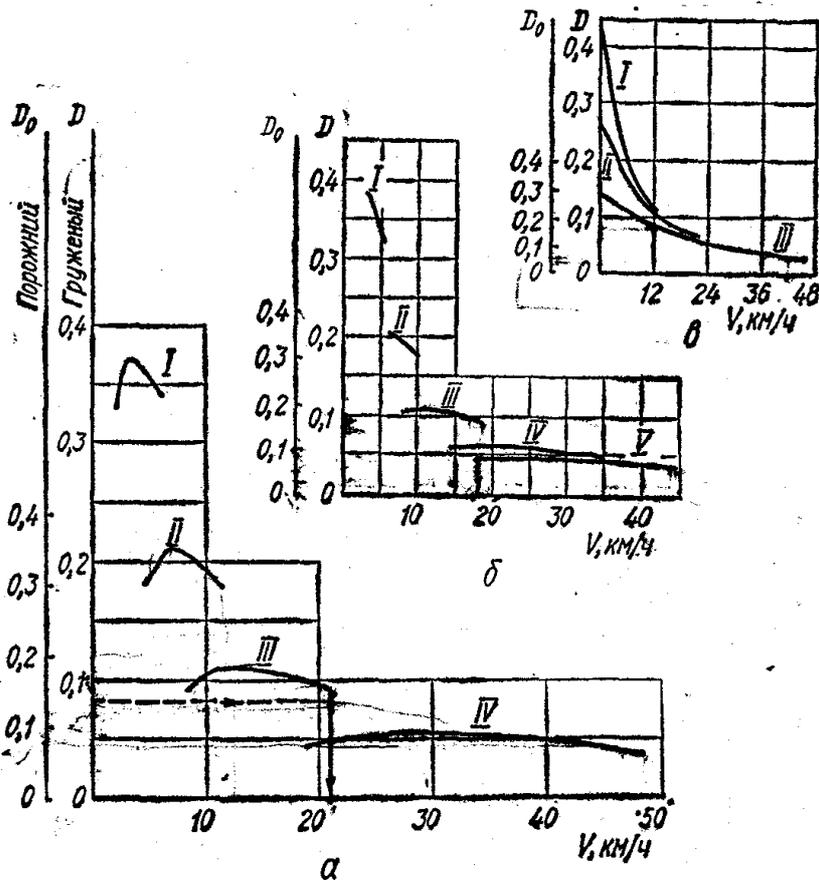


Рис. 3. Динамические характеристики автосамосвалов:
а – МАЗ-503А; б – КрАЗ-256Б; в – БелАЗ-540

5. Вычисляем продолжительность загрузки автосамосвала, исходя из рабочего цикла экскаватора, $t_{ц}$, с и количества ковшей грунта, вмещающихся в кузов самосвала n (табл. 10), то есть $t_{загр} = t_{ц}n$ с.

6. Подсчитываем полную длительность рейса автосамосвала, с,

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_{загр} + t_{разгр}$$

где $t_{разгр}$ – длительность разгрузки автосамосвала с учетом маневров, с (см. табл. 9).

7. Определяем сменную производительность автосамосвала, т/смену

$$П_c = 3,600T k_v Q / t_p,$$

где T – количество часов в смене; k_v – коэффициент использования сменного времени, равный 0,85 – 0,9; Q – грузоподъемность автосамосвала, т. (см. табл. 9).

8. Подсчитываем сменный пробег автосамосвала, км,

$$L_c = 3,600T k_v 2(\ell_1 + \ell_2 + \ell_3) / 1000t_p.$$

Таблица 7

Варианты индивидуальных заданий

Вариант	Длина участка, м			Подъем участка (см. рис. 2)		
	L_1	L_2	L_3	l_1 – дорога забойная	l_2 – дорога щебёночная	l_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
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 8

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

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

Таблица 9

Технические характеристики самосвалов

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

Таблица 10

Дополнительные данные для вариантов заданий

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

Требования к отчету

1. Графическая часть включает в себя эскиз трассы работы автопоезда.
2. Расчетная часть состоит из пп. 1 – 8 с описанием составляющих формул.

Контрольные вопросы

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

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУЛЬДОЗЕРА

Цель и задачи занятия

Ознакомиться с конструкциями бульдозеров, практикой их применения и освоить методику расчета их производительности. По имеющимся конструкциям бульдозеров произвести замеры (замеры осуществляются в строительных организациях, имеющих парки бульдозеров). Сверить замеры с приведенными паспортными данными.

Содержание занятия

1. Определить объем грунта (в плотном теле) в призме волочения, м^3 .
2. Определить продолжительность рабочего цикла бульдозера.
3. Подсчитать коэффициент потерь грунта при его транспортировании.
4. Определить скорость перемещения бульдозера.
5. Рассчитать производительность бульдозера, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Методика выполнения работы

- 1 Определить объем грунта (в плотном теле) в призме волочения, м^3 ,
$$V = BH^2/2K_p \operatorname{tg}\varphi_0,$$

где B – длина отвала, м; H – высота отвала, м; K_p – коэффициент разрыхления грунта (табл.11); φ_0 – угол естественного откоса грунта в движении (см. табл. 11).

Таблица 11

Физико-механические свойства грунта

№ п/п	Наименование грунта	Плотность грунта ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$	Коэффициент разрыхления грунта K_p	Удельное сопротивление резанию K , $\text{Н}/\text{м}^2$	Угол естественного откоса грунта 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

$$T = \ell_1/V_1 + \ell_2/V_2 + (\ell_1 + \ell_2)/V_3 + nt_1 + t_2,$$

где ℓ_1, ℓ_2 – длины участков, проходимые бульдозером при резании грунта и его транспортировании, соответственно, м; V_1, V_2 – скорости трактора при копании 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

$$K_n = 1 - 0,005\ell_2$$

4. Определить скорость перемещения бульдозера

$$\sum W_i \leq T_i,$$

где T_i – тяговое усилие трактора при соответствующей скорости, Н;

$\sum W_i$ – суммарное сопротивление перемещению бульдозера

$$\sum W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4,$$

где W_1 – сопротивление грунта резанию, Н,

$$W_1 = K B h,$$

K – удельное сопротивление резанию грунта, Н/м²; h – толщина срезаемой стружки, м; W_2 – сопротивление перемещению призмы волочения;

$$W_2 = P_{\text{пр}} \cdot \mu_1,$$

где $P_{\text{пр}}$ – вес призмы грунта, Н; μ_1 – коэффициент трения грунта по грунту (табл. 12):

Таблица 12

Коэффициент трения грунта по грунту

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

$$P_{\text{пр}} = V \rho g,$$

где ρ – плотность грунта, кг/м³; g – ускорение силы тяжести, м/с²;

W_3 – сопротивление, возникающее при движении грунта вверх по отвалу

$$W_3 = P_{\text{пр}} \mu_2 \cos^2 \delta,$$

где μ_2 – коэффициент трения грунта по металлу, $\mu_2 = 0,75$; δ – угол резания (табл. 13); W_4 – сопротивление, возникающее при перемещении бульдозера как транспортной машины,

$$W_4 = P_6 (f \cos \alpha \pm \sin \alpha), \quad (29)$$

где P_6 – масса бульдозера, кг; f – коэффициент сопротивления перемещению движителя трактора, для гусеничных тракторов $f = 0,10 \dots 0,12$; α – угол наклона транспортного участка пути к горизонту.

Резание рекомендуется проводить на горизонтальном участке и под уклон.

Таблица 13

Параметры бульдозеров

Марка бульдозера	Базовый трактор	Ширина отвала B , мм	Угол резания δ , град	Высота отвала H , мм	Масса бульдозера P_6 , кг
ДЗ-42	ДТ-75	2526	55	960	7000
ДЗ-186	Т-75Н	2520	50	800	6730
ДЗ-101	Т-4АП2	2860	55	1050	10060
ДЗ-27С	Т-130	3200	60	1300	16400
ДЗ-171	Т-170	3200	50	1300	18600
ДЗ-48	К-702	3600	65	1200	18100
ДЗ-116В	Т-130	3220	50	1300	17800

5. Определить производительность бульдозера, $\text{м}^3/\text{ч}$,

$$\Pi = 3600V K_{\Pi} K_{\gamma} K_{\text{в}}/v,$$

где K_{Π} – коэффициент, учитывающий влияние уклона местности на производительность бульдозера (табл. 14); $K_{\text{в}}$ – коэффициент использования бульдозера по времени, принимаем равным 0,7...0,9.

Таблица 14

Коэффициент, учитывающий влияние уклона местности на производительность бульдозера

Угол подъема $+\alpha$, $^{\circ}$	K_{γ}	Угол уклона $-\alpha$, $^{\circ}$	K_{γ}
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. 15 исходя из заданной по варианту марки бульдозера (табл. 16) и вычисляемому T_i .

Таблица 15

Технические характеристики бульдозеров

Скорости и тяговые усилия	ДТ-75	Т-75Н	Т-4АП2	К-702	Т-130	Т-170
Скорости, км/ч						
1-я	5,0	5,0	2,36	4,06	2,75	2,86
2-я	5,58	5,58	3,78	5,0	5,0	5,06
3-я	6,21	6,21	4,51	6,90	6,80	6,90
4-я	6,90	6,90	6,45	6,50	8,65	9,46
5-я	7,67	7,67	10,15	11,05	12,52	13,09
Скорость заднего хода	3,42	4,28	2,79	7,61	3,21	8,19
Тяговые усилия на крючке на передаче						
1-я	30000	30000	40500	80000	100000	144000
2-я	26370	26370	30000	40000	50000	74000
3-я	23410	23410	29000	30000	44000	54000
4-я	20480	20480	24000	25000	27000	36000
5-я	17000	17000	18900	18000	15000	23500

Примечания.

1. Резание грунта (набор призмы волочения) 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 $\ell_p = V/Bh$.

Таблица 16

Варианты индивидуальных заданий

Вариант	Марка бульдозера	Длина участка, м	Уклон, град.	Категория грунта
1	ДЗ-42	60	0	1
2	ДЗ-186	70	+5	3
3	ДЗ-101	80	0	6
4	ДЗ-27С	90	+6	7
5	ДЗ-171	100	0	5
6	ДЗ-48	110	-10	4
7	ДЗ-116В	120	+5	2
8	ДЗ-42	130	-10	1
9	ДЗ-186	140	-5	3
10	ДЗ-101	60	0	6
11	ДЗ-27С	70	+5	5
12	ДЗ-171	80	+10	4
13	ДЗ-48	90	+15	7

Вариант	Марка бульдозера	Длина участка, м	Уклон, град.	Категория грунта
14	ДЗ-116В	100	0	1
15	ДЗ-42	110	-5	2
16	ДЗ-186	120	-15	3
17	ДЗ-101	130	-10	5
18	ДЗ-27С	150	0	7
19	ДЗ-171	150	+5	6
20	ДЗ-48	100	+10	4
21	ДЗ-116В	120	+15	5
22	ДЗ-27С	110	0	7
23	ДЗ-171	90	-5	2
24	ДЗ-48	80	-15	3
25	ДЗ-116В	70	-10	1

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. В чем отличие простого отвала от универсального?
4. Назовите смежные рабочие органы бульдозеров?
5. Какое дополнительное оборудование установлено на бульдозерах?
6. Каковы пути повышения производительности бульдозеров.
7. Условия движения бульдозера.
8. Какие составляющие цикла работы бульдозера вы знаете?
9. Резервы уменьшения времени цикла.
10. Баланс сил (мощностей) при выполнении цикла.
11. Какие схемы движения бульдозера вы можете назвать?
12. Ограничения применения бульдозеров.

СТРУКТУРА РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА

Цель и задачи занятия

Рассчитать сменную производительность одноковшового экскаватора с прямой лопатой при его работе в условиях бокового забоя с погрузкой грунта в транспорт.

Данные для расчета приведены в табл. 17 – 20.

Исходные данные

Считаем, что ось перемещения экскаватора совпадает с бровкой забоя.

Продолжительность выгрузки грунта из ковшей всех экскаваторов принимаем равной 3 с. Продолжительность рабочей передвижки экскаваторов: Э-302Б и Э-303Б – 2 мин; Э-652Б – 2,5 мин; Э-10011А и Э-1252Б – 3 мин; ЭКГ-4,6 – 5 мин.

Перерывы в работе для отдыха экскаваторщика и осмотра экскаватора (5 мин в час) приурочивают к передвижкам экскаватора.

За 15 мин до конца смены работу на экскаваторе прекращают для передачи его сменяющей бригаде.

Плотность грунта $\gamma - 2 \text{ т/м}^3$.

Условные обозначения:

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены;

$t_{\text{в}}$ – длительность выгрузки грунта из ковша;

$t_{\text{пер}}$ – продолжительность рабочей передвижки экскаватора;

$t_{\text{о.э}}$ – перерывы в работе для отдыха экскаваторщиков;

$t_{\text{ц.э}}$ – длительность рабочего цикла экскаватора;

$t_{\text{к}}$ – продолжительность копания и наполнения ковша;

$t_{\text{п.р}}$ – продолжительность поворота платформы экскаватора с груженым ковшом;

$t_{\text{п.п}}$ – длительность поворота платформы экскаватора с порожним ковшом;

$t_{\text{см.с}}$ – продолжительность смены самосвалов у экскаватора;

$t_{\text{ц.с}}$ – длительность цикла самосвала;

$t_{\text{ц.э.з}}$ – продолжительность цикла разработки элемента забоя;

$t_{\text{сд.см}}$ – время, необходимое для сдачи экскаватора сменяющейся бригадой;

$t_{\text{вц.оп}}$ – длительность вне цикловых операций;

$R_{\text{р}}$ – коэффициент разрыхления грунта;

R_n – коэффициент наполнения ковша;
 k_b – коэффициент использования экскаватора по времени в течение смены;
 D – наибольший практический радиус резания;
 $D_{ст}$ – наибольший радиус резания на уровне стоянки экскаватора;
 B – ширина забоя;
 R_b – радиус выгрузки ковша;
 H – высота забоя;
 $H_{н.в}$ – высота напорного вала экскаватора;
 $V_{э.з}$ – объем элемента забоя;
 $V_{п}$ – скорость подъема блока ковша;
 Q – емкость ковша;
 n – число оборотов в минуту платформы экскаватора;
 n_k – количество ковшей грунта, помещающихся в кузове самосвала;
 n_c – количество самосвалов, требуемых для перевозки грунта из части элемента забоя;
 $n_{э.з}$ – число элементов забоя, которое экскаватор может разработать за смену;
 G – грузоподъемность самосвала;
 $L_{пер}$ – длина рабочей передвижки экскаватора;
 ξ_n – средний угол поворота платформы экскаватора;
 $\omega_э$ – угловая скорость поворота платформы экскаватора;
 γ – плотность грунта;
 $\Pi_{см}$ – сменная производительность экскаватора.

Содержание занятия

1. Вычертить в масштабе схему забоя экскаватора (план и сечение) и определить по чертежу средний рабочий угол поворота экскаватора.
2. Определить среднюю длительность рабочего цикла экскаватора и начертить схему рабочего цикла.
3. Вычислить длительность и составить схему цикла загрузки самосвала.
4. Определить длительность и составить схему цикла разработки элемента забоя.
5. Построить схему рабочего процесса экскаватора на протяжении смены.
6. Подсчитать суммарное время вне цикловых операций и остановок экскаватора на протяжении смены.
7. Определить коэффициент использования экскаватора по времени k_b ,
8. Определить сменную эксплуатационную производительность экскаватора.

Методика выполнения работы

Варианты заданий приведены в табл. 17. Методы разработки грунта экскаватором показаны на рис. 6 – 11.

1. Схему забоя экскаватора вычерчиваем в масштабе по аналогии с рис. 4 и на основании данных варианта задания.

Контур забоя в плане определяется радиусами резания $D_{ст}$ – наибольшим с уровня стоянки и D – наибольшим практическим, а также шириной забоя B . Самосвал устанавливают в точке пересечения оси транспортного пути и радиуса выгрузки R_B .

Таблица 17

Варианты индивидуальных заданий

Вариант	Марка экскаватора	Высота забоя, м.	Ширина забоя, м	Автосамосвал		Длительность смены самосвалов тсм.с, с.	Данные о грунте	
				Марка	Грузоподъемность, т		k_n	k_p
1	Э-302Б	1,8	4,5	КАЗ-600В	3,5	45	1,1	1
2	-//-	2,4	4,7	ЗИЛ-ММЗ-555	4,5	50	1,25	1,1
3	-//-	3	4,9	МАЗ-503А	8	50	1,25	1,25
4	-//-	3,5	5	ТСДЯ-ЙООВ	3,5	45	13	1 2
5	-//-	3,2	5,2	КАЗ-600В	3,5	45	1,15	1,25
6	Э-303Б	2,3	4,6	ЗИЛ-ММЗ-555	4,5	50	1,2	1,1
7	-//-	1,5	4,8	КрАЗ-256Б	12	50	1,1	1
8	-//-	3,2	5	КАЗ-600В	3,5	45	1,25	1,15
9	-//-	3	6,2	ТСДЯ-ЙООВ	3,5	45	1,3	1,2
10	-//-	2,8	5,4	МАЗ-503А	8	45	1,15	1,25
11	Э-652Б	1,8	6,2	ЗИЛ-ММЗ-555	4,5	45	1,1	1
12	-//-	4	6,4	КрАЗ-256Б	12	50	1,25	1,15
13	-//-	3,8	6,6	МАЗ-503А	8	50	1,25	1,25
14	-//-	4,2	6,8	ТСДЯ-ЙООВ	3,5	45	1,3	1,2
15	-//-	3,6	6,5	КАЗ-600В	3,5	45	1,15	1,25
16	Э-10011А	3	6,8	КрАЗ-256Б	12	55	1,1	1
17	-//-	5	7	БелАЗ-540	27	50	1,25	1,15
18	-//-	4,5	7,2	ТСДЯ-ЙООВ	3,5	55	1,25	1,25
19	-//-	4,2	6,9	ЗИЛ-ММЗ-555	4,5	45	1,3	1,2

Вариант	Марка экскаватора	Высота забоя, м.	Ширина забоя, м	Автосамосвал		Длительность смены самосвалов $t_{см.с.}$, с.	Данные о грунте	
				Марка	Грузоподъемность, т.		k_n	k_p
20	-//-	4	7	КрАЗ-256Б	12	55	1,5	1.25
21	Э-1252Б	3	7	КАЗ-600В	3,5	60	1,1	1
22	-//-	5	7,5	ТСДЯ-ЙООВ	3,5	50	1,25	1.15
23	-//-	4,5	7.8	ЗИЛ-ММЗ-555	4,5	60	1,25	1,25
24	-//-	4,8	8	КрАЗ-256Б	12	55	1,3	1.2
25	-//-	4	8,2	БелАЗ-540	27	50	1,15	1,25
26	ЭКГ-4,6	5,5	9	ТСДЯ-ЙООВ	3,5	70	1,1	1
27	-//-	6,5	9,5	ЗИЛ-ММЗ-555	4,5	65	1,25	1,15
28	-//-	6,3	10	КрАЗ-256Б	12	50	1,25	1,25
29	-//-	6,7	10,5	КАЗ-600В	3,5	45	1,3	1,2
30	-//-	6	10,8	ТСДЯ-ЙООВ	3,5	50	1,15	1,25

В поперечном сечении контур забоя определяется дополнительно его высотой H , а также высотой пологой части откоса забоя, равной приблизительно $0,5 H_{н.в}$ – высоты напорного вала над уровнем стоянки.

Когда элемент забоя выработан, экскаватор меняет стоянку, передвигаясь на расстояние L_n , равное практической длине хода рукояти. После передвижки экскаватор вновь может доставать ковшом и разрабатывать грунт, для чего экскаваторщик постепенно выдвигает рукоять.

Криволинейный параллелепипед, ограниченный двумя последовательными поверхностями (I, II на рис. 4) предельно выработанного забоя, образует объем грунта, разрабатываемый экскаватором с одной стоянки и называемой элементом забоя,

$$V_{э,3} = Vn\Pi \text{ м}^3.$$

Средний угол поворота платформы экскаватора α_n измеряется транспортиром по плану забоя между направлениями из центра вращения экскаватора O_x на центр тяжести элемента забоя ЦТ и на центр кузова самосвала.

Положение центра тяжести элемента бокового забоя в плане определяем приблизительно как точку пересечения диагоналей параллелограмма, построенного на очертании верхней части элемента забоя (см. рис. 4).

2. Определяем среднюю длительность рабочего цикла экскаватора и вычерчиваем схему этого цикла. Для расчета принимаем, что рабочий цикл экскаватора складывается из четырех операций: заполнения ковша в забое t_k , поворота на выгрузку с грузом $t_{п.г}$, выгрузки грунта t_v и обратного поворота с порожним ковшом $t_{п.п}$.

Продолжительность цикла этих рабочих операций экскаватора, с,

$$t_{ц.э} = t_k + t_{п.г} + t_v + t_{п.п}$$

Время копания t_k вычисляем по высоте забоя H и скорости подъема блока ковша $V_{п}$, с,

$$t_k = H/V_{п}$$

Средняя длительность поворота экскаватора с грузом, с,

$$t_{п.г} = 2\alpha_{п}/\omega_{э}$$

где $\alpha_{п}$ – средний рабочий угол поворота экскаватора, рад; $\omega_{э}$ – угловая скорость поворота платформы экскаватора, рад/с, вычисляемая по формуле

$$\omega_{э} = \pi n/30,$$

где n – число оборотов платформы экскаватора в минуту (табл. 18). Средняя длительность обратного поворота порожнего ковша приблизительно равна среднему времени поворота грузного ковша.

Для графической иллюстрации вычислений составляем схему рабочего цикла экскаватора в виде отрезка прямой, на котором отложены в мас-

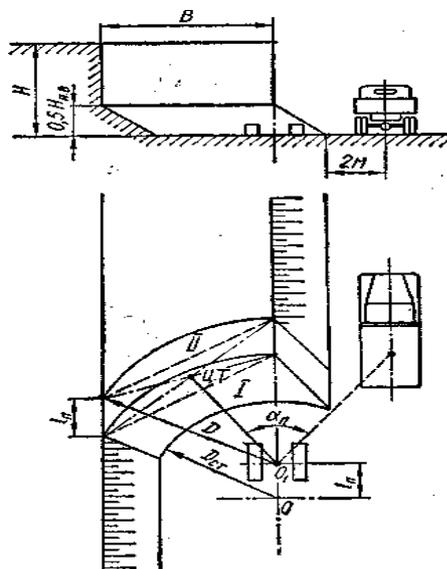


Рис. 4. Расчетный боковой забой экскаватора с прямой лопатой; I – поверхность предельно выработанного забоя из стоянки O; II – то же, из стоянки O₁; $\alpha_{п}$ – средний угол поворота экскаватора; D – наибольший практический радиус резания; D_{ст} – наибольший радиус резания на уровне стоянки экскаватора; l_п – длина рабочей передвигки экскаватора; ЦТ – центр тяжести элемента забоя.

Рабочие размеры и скорости экскаваторов с прямой лопатой

Технические параметры	Марка экскаватора					
	Э-3026	Э-3036	Э-6526	Э-10011А	Э-1252Б	ЭКГ-4,6
Емкость ковша, м ³	0,4	0,4	0,65	1	1,25	4,6
Наибольший практический радиус резания D , м	5,9	6,15	7,8	9	9,9	13,6
Наибольший радиус резания на уровне стоянки ДСТ1, м	3	3	4,7	5	6,3	8,7
Наибольшая практическая длина передвижки l_p , м	1,4	1,4	2	2,1	2,2	3,8
Наибольший практический радиус выгрузки R_b , м	5,4	5,4	7,1	8,3	8,9	12,35
Число оборотов платформы экскаватора n , об/мин	7,48	6,91	6	7,15	4,75	3,5
Скорость подъема блока ковша V_p , м/с	0,49	0,46	0,48	0,69	0,49	0,87
Высота напорного вала, $H_{н.в.}$, м	2,44	2,4	3,34	3,5	4	6,4

Число ковшей грунта n_k , вмещающихся в кузов самосвала, находим по грузоподъемности последнего и средней массе грунта в ковше экскаватора:

$$n_k = G k_p / q k_n \gamma,$$

где G – грузоподъемность самосвала, т; q – емкость ковша экскаватора, м³; γ – плотность грунта, т/м³; k_p и k_n – коэффициенты разрыхления грунта и наполнения ковша.

Полученный результат n_k округляем до целого числа. Зная число ковшей грунта, помещающихся в кузов самосвала, среднюю длительность рабочего цикла экскаватора $t_{ц.э.}$, длительность его операций $t_{п.п}$ и t_k , а также длительность смены и время маневров самосвала при подаче под загрузку, длительность цикла загрузки самосвала можно вычислить по формуле, с,

$$t_{ц.с} = n_k t_{ц.э} + t_{см.о} - t_{п.п} - t_k.$$

Результаты этих вычислений изображаем на схеме цикла загрузки самосвала, откладывая продолжительность отдельных операций и всего цикла в масштабе на отрезке прямой (рис. 5, б).

4. Определяем длительность и составляем схему цикла разработки элемента забоя, слагающегося из некоторого числа n_c циклов загрузки самосвалов и передвижки экскаваторов на новые стоянки (с учетом времени на отдых экскаваторщика).

Число циклов загрузки самосвала за время разработки элемента забоя определяем по его объему, среднему объему грунта, который захватывает ковш экскаватора, и числу ковшей грунта, загружаемого в самосвал

$$n_c = \frac{VHl_{пк_p}}{n_k q k_H}$$

На основании этих данных продолжительность цикла разработки элемента забоя определяем по формуле, с,

$$T_{ц.э} = n_c t_{ц.с} + t_{пер} + t_{о.э} (n_c t_{ц.с} / 60).$$

Здесь $t_{о.э}$ подставляем в минутах. Результаты вычислений изображаем на схеме цикла разработки элемента забоя (рис. 5, в).

5. Для построения схемы рабочего процесса экскаватора на протяжении смены надо определить число элементов забоя $n_{э.з}$, которые экскаватор сможет разработать за смену,

$$n_{э.з} = (T_{см} - t_{сд.см}) / t_{ц.э.з}$$

где $T_{см}$ – длительность смены, с; $t_{сд.см}$ – время на сдачу экскаватора во время смены бригад, обычно это время принимается равным $15 \div 60$ с; $t_{ц.э.з}$ – длительность цикла разработки элемента забоя, с.

Если полученный результат, кроме целого числа элементов забоя, содержит еще дробную часть, то за $n_{э.з}$ принимаем только целое число.

Во время разработки оставшейся части элемента забоя – дробная часть результата в формуле – экскаватор загрузит еще некоторое количество самосвалов n_c , которое можно вычислить по формуле

$$n_c = (T_{см} - t_{сд.см} - n_{э.з} t_{ц.э.з}) / t_{ц.с}$$

На основании полученных данных строим схему рабочего процесса экскаватора на протяжении смены (рис. 5, з).

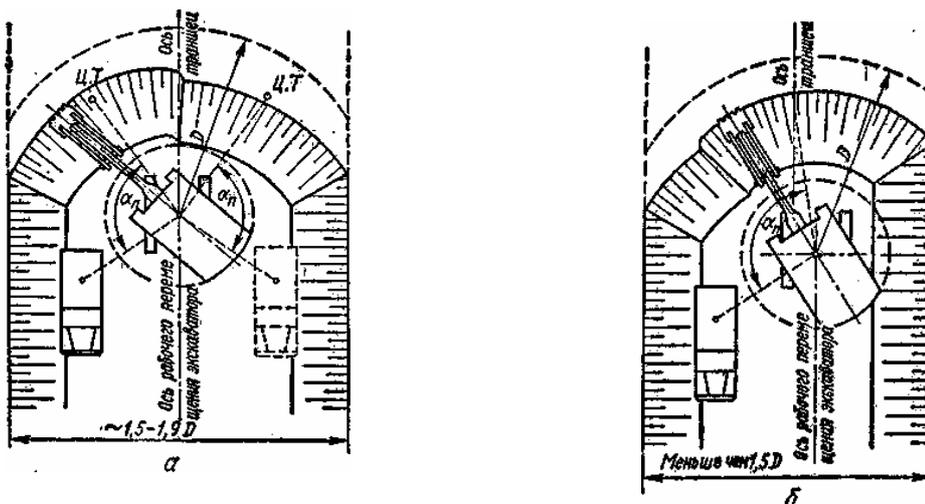


Рис. 6. Лобовые проходки экскаватора с прямой лопатой:
 а – при ширине проходки 1,5 – 1,9 В; б – при ширине проходки меньше 1,5 В;
 α_n – средний рабочий угол поворота

6. Подсчитываем суммарное время на внецикловые операции и остановки экскаватора на протяжении смены и вычисляем коэффициент использования экскаватора по времени. В рабочий процесс одноковшового экскаватора входят, кроме цикловых операций (заполнение ковша грунтом, поворот на выгрузку, выгрузка грунта, возвратный поворот в забой), также технологически неизбежные внецикловые операции и остановки для смены загружаемых самосвалов, собственных передвижек после разработки элементов забоя, приемки и передачи экскаватора в начале и в конце смены, для отдыха машиниста экскаватора. Поэтому эксплуатационная производительность экскаватора снижается по сравнению с технологической.

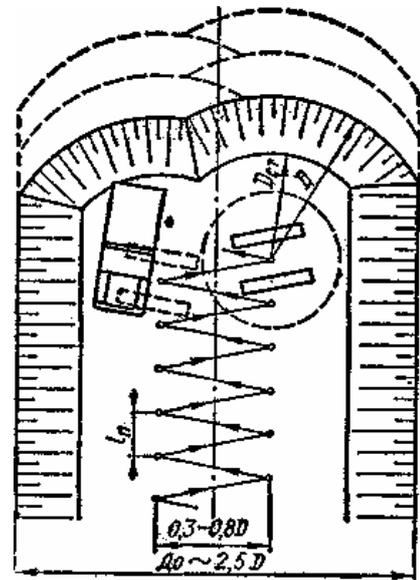


Рис. 7. Уширенный лобовой забой экскаватора, перемещающегося по зигзагу

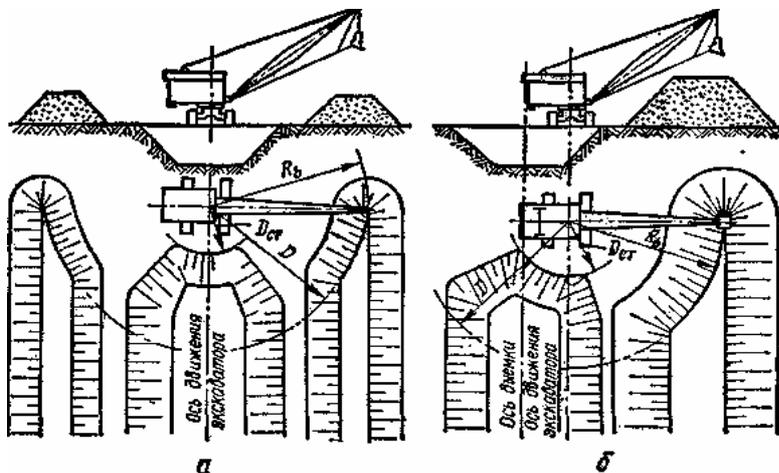


Рис. 8. Торцовый забой экскаватора с драглайном, разрабатываемый за один заход по прямой:

- а – при двустороннем отвале;
- б – при одностороннем отвале

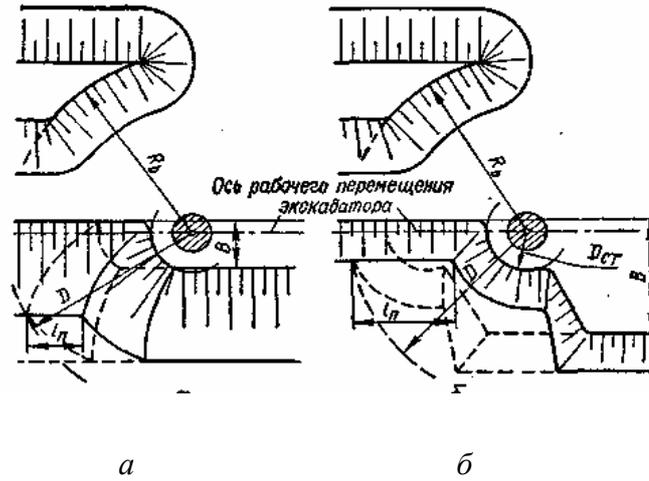


Рис. 9. Торцовый забой экскаватора с драглайном для разработки борта выемки с укладкой грунта в отвал:

a – при ширине проходки меньше удвоенного наименьшего радиуса резания на уровне стоянки;
б – при ширине проходки больше удвоенного наименьшего радиуса резания на уровне стоянки

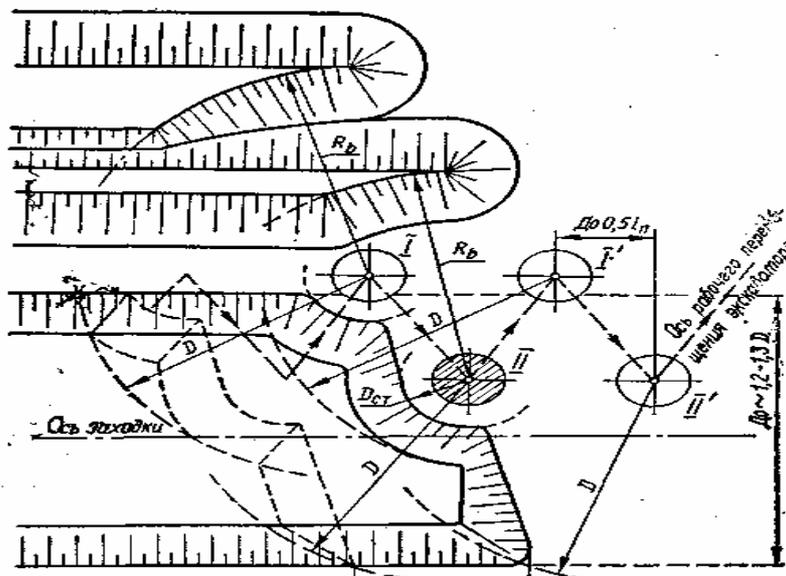


Рис. 10. Уширенный забой экскаватора с драглайном для разработки выемки в односторонний отвал за один захват по зигзагу

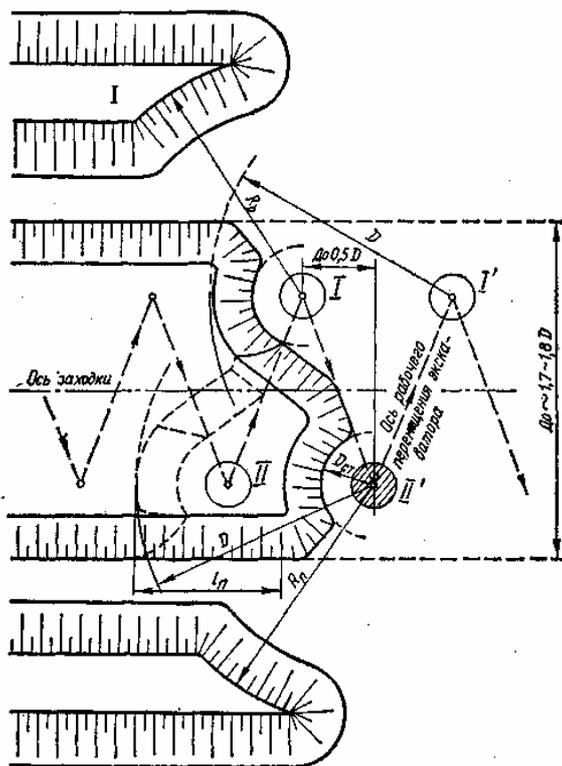


Рис. 11. Уширенный забой экскаватора с драглайном для разработки выемки в двухсторонний отвал за один заход по зигзагу

Таблица 19

Угол откоса забоя экскаватора с драглайном

Разрабатываемый грунт	Значения Φ_3 град, при глубине забоя, м			
	До 5	5 – 12	12 – 18	более 18
Сухие и малоувлажненные песчано-глинистые грунты II – IV категорий в состоянии естественного залегания (ненарушенное сложение)	45 – 60**	40 – 50	35 – 40	30 – 35
То же, при повышенном увлажнении или при среднем увлажнении, но нарушенном сложении	30 – 40	27 – 35	25 – 32	20 – 27

Физико-механические характеристики грунта

№ п/п	Вид грунта	Плотность грунта ρ , кг/м ³	Коэффициент разрыхления грунта K_p	Удельное сопротивление резанию K , Н/м ²	Угол естественного откоса грунта 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

7. Суммарное время на внецикловые периодические операции подсчитываем по формуле, с,

$$\Sigma t_{\text{вн.оп}} = (t_{\text{пер}} + t_{\text{о.э.}} (n_c t_{\text{ц.с}}/60) n_{\text{э.з}} + (t_{\text{см.с}} - t_{\text{п.п}} - t_{\text{к}})(n_c n_{\text{э.з}} + n_c) + t_{\text{сд.см}}.$$

8. Коэффициент использования экскаватора по времени определяется отношением времени чистой работы экскаватора в течение смены к продолжительности смены:

$$k_{\text{в}} = (T_{\text{см}} - \Sigma t_{\text{вн.оп}}) / T_{\text{см}}$$

9. Сменную эксплуатационную производительность одноковшового экскаватора вычисляем по формуле, м³/смену

$$П_{\text{см}} = (3600q k_{\text{н}}/t_{\text{ц.э}} k_{\text{р}}) T_{\text{см}} k_{\text{в}}.$$

Требования к отчету

1. Графическая часть включает в себя схему забоя с указанием радиуса копания, глубины копания, угла поворота стрелы экскаватора при погрузке грунта в транспортные средства.
2. Расчетная часть состоит из пп. 1–9 с описанием составляющих формул.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение экскаватора?
1. Виды экскаваторов.
2. Какое дополнительное оборудование применяется для экскаваторов?
3. Пути повышения производительности экскаваторов.
4. Из чего состоит рабочий цикл экскаватора?
5. Какие резервы для уменьшения времени цикла вы можете назвать.
6. Баланс сил (мощностей) при выполнении цикла.
7. Схемы движения экскаватора
8. Ограничения применения экскаваторов.

Лабораторная работа № 5

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 несовмещенному циклам.

Методика выполнения работы

Варианты заданий приведены в табл. 21.

1. Выбираем основные параметры крана и определяем коэффициент его использования по грузоподъемности. Требуемую высоту подъема крю-

ка (рис. 12) 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.

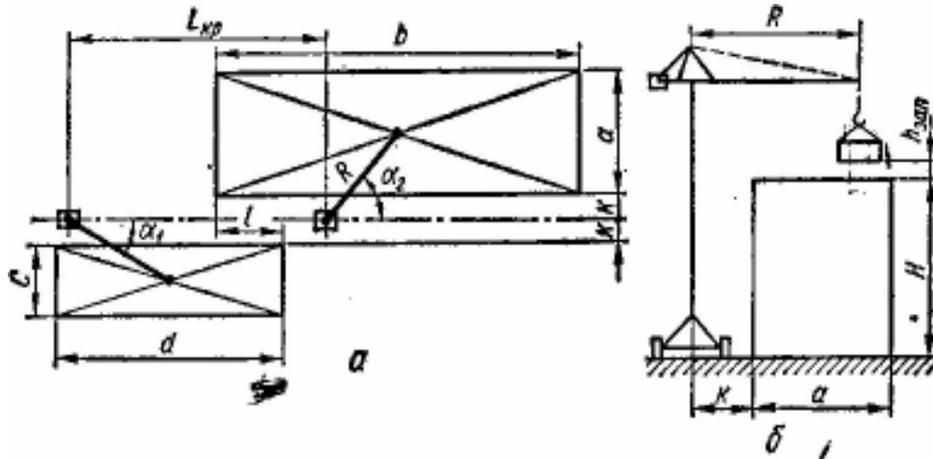


Рис. 12. Схема рабочей зоны крана

В соответствии с выбранной высотой подъема крюка по табл. 22 находим вылет стрелы и грузоподъемность крана на этом вылете.

2. Коэффициент использования крана по грузоподъемности

$$k_r = G/Q,$$

где G – вес монтируемого элемента, тс; Q – грузоподъемность крана при выбранном вылете стрелы, тс.

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. 12, 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.

4. Определяем продолжительность операций рабочего цикла крана:

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. 21), а длительность остальных операций вычисляем приближенно по установившимся скоростям рабочих движений крана без учета периодов разгона и торможения.

Таблица 21

Варианты индивидуальных заданий

Вариант	Марка крана	Характеристика изделия			Длина стропов, м	Продолжительность операций, выполняемых при остановке крана, мин			Размеры, м					Уровень монтажа, м
		Наименование конструктивных элементов	Вес, тс	Высота, м		Строповка элемента	Удерживание элемента при монтаже	Расстроповка элемента	a	b	c	d	l	
1	КБ-405.1А	Внутренние стеновые панели	2,7	2,44	3	1,5	8,5	0,6	12	40	8	30	10	20
2		То же	1,6	2,68	4	1	7,5	0,5	12	50	7	25	12	18
3		– » –	1,6	2,68	4	1	7,5	0,5	10	45	8	30	10	21
4		– » –	2,67	2,44	3	1,5	8,5	0,6	10	40	7	30	12	20
5		– » –	2,67	2,44	3	1,5	8,5	0,6	12	45	8	25	12	22
6	КБ-401	Шатровые панели перекрытия	1,2	0,22	2,5	1	7,5	0,5	14	40	8	20	10	16
7		Шатровые панели перекрытия	2,72	0,22	2,5	1	7,5	0,5	11	45	7	20	12	18
8		Перегородки	1,12	2,44	3	1	7,5	0,5	14	50	8	25	12	15
9		То же	0,95	2,44	3	1	7,5	0,5	14	40	7	20	12	16

Вариант	Марка крана	Характеристика изделия			Длина стропов, м	Продолжительность операций, выполняемых при остановке крана, мин			Размеры, м					Уровень монтажа, м
		Наименование конструктивных элементов	Вес, тс	Высота, м		Строповка элемента	Удерживание элемента при монтаже	Расстроповка элемента	a	b	c	d	l	
10	КБ-403.1А	Наружные стеновые панели	1,45	2,68	3	1	8	0,5	12	45	8	30	12	15
11		То же	1,75	2,56	4	1	8	0,5	14	40	7	20	10	14
12		– » –	2,5	2,68	4	1	8	0,5	12	50	8	30	10	12
13		Шатровые панели перекрытия	2,85	0,22	2,5	1	7,5	0,5	10	45	7	25	12	17
14	КБ-473	То же	3	0,22	2	1	7,5	0,5	10	40	8	20	10	12
15		Внутренние стеновые панели	2,67	2,44	3	1	7,5	0,5	10	50	7	25	12	16
16		Перегородки	3,48	2,68	4	1,5	8	0,6	14	40	8	30	10	14
17		То же	3,4	2,68	4	1,5	8	0,6	12	50	7	20	12	12
18	КБ-405.1А	Шатровые панели перекрытия	3,95	0,22	2,5	1	7,5	0,5	14	45	8	25	12	12
19		Перегородки	3,8	0,22	2,5	1	7,5	0,5	12	40	7	20	10	15
20		То же	3,95	0,22	2	1	7,5	0,5	14	45	8	25	10	14
21		Внутренние стеновые панели	4,02	2,68	3	1,5	8,5	0,6	12	50	7	30	12	16
22	КБ-401	То же	3,48	2,68	4	1,5	8,5	0,6	12	40	8	25	10	12
23		Наружные стеновые панели	3,66	2,58	4	1	8,5	0,6	14	50	7	30	10	15
24		То же	3,66	2,58	3	1	8	0,6	12	40	8	25	12	18
25		– » –	3,75	2,68	3,5	1,5	8	0,6	10	45	7	30	12	20
26	КБ-473	Шатровые панели перекрытия	3,6	0,22	2	1,5	7,5	0,5	12	40	8	20	10	16
27		То же	3,4	0,22	2,5	1	7,5	0,5	12	50	8	25	10	17
28		Внутренние стеновые панели	3,43	2,68	3	1	8	0,5	14	45	7	20	12	14
29		То же	3,03	2,44	2,5	1	8	0,5	10	50	7	30	10	18
30		– » –	3,43	2,68	3	1	8	0,5	12	40	8	25	12	20

Продолжительность подъема (рис. 13), с,

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

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

Рабочий поворот, с,

$$t_3 = 60\alpha_{\text{ср}} / 2\pi,$$

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. 12) графическим или аналитическим способом по формуле

$$\alpha_{\text{ср}} = \alpha_1 + \alpha_2 = \arcsin((k + 0,5c)/R) + \arcsin((k + 0,5a)/R),$$

где R – расчетный вылет стрелы,

Время перемещения крана по рельсовому пути, с,

$$t_4 = L_{\text{пер}} / V_{\text{пер}},$$

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

Средний путь перемещения крана (рис. 12) принимаем равным расстоянию между центрами рабочих зон склада и здания и определяем его графически или аналитически по формуле

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

Опускание груза до уровня монтажа

$$t_5 = h_{\text{зап}} / V_{\text{оп}},$$

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

Продолжительность подъема крюка со стропами над уровнем монтажа

$$t_8 = h_{\text{зап}} / V_{\text{под}}$$

Длительность остальных операций определяем аналогично

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

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

$$t_{\text{ц}} = \sum t_i.$$

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

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

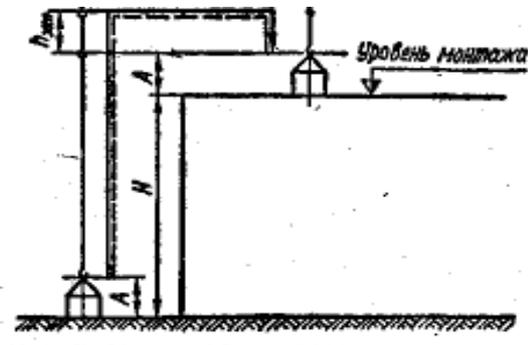


Рис. 13. Схема для определения длительности вертикального перемещения

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

$$P_{см} = TQk_{г}k_{в}n,$$

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

$$n = 3600/t_{ц}.$$

где $t_{ц}$ – средняя длительность рабочего цикла, с.

Таблица 22

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	6	3	4,8
Высота подъема, м:				
при максимальном вылете	46	34,9	41	42,4
максимальная	57,8	49,4	57,50	42,4
Количество промежуточных секций башни	5	3	5	5
Общая масса крана, т	113,1	76,5	79	111,9
Вылет, м:				
максимальный	25	25	30	30
минимальный	13	13	5,5	3,2
при максимальной грузоподъемности	18	18	15	20,5
Частота вращения, об/мин	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	31 (46)	36 (8)	67 (8)	31 (46)
подъема (опускания) крюковой подвески	46	-	46	46
плавной посадки груза максимальной массы, не более	4,8	4,8	4,8	4,8
передвижения крана	27	30	30	-
Время полного изменения вылета, мин	1,2	1,2	1,5	1,2

Техническая характеристика	КБ-405.1А	КБ-401	КБ-403.1А	КБ-473
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

Требования к отчету

1. Графическая часть включает в себя рабочую зону крана в масштабе.
2. Расчетная часть состоит из пп. 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.

Библиографический список

1. Бардышев, О. А. Организация обслуживания техники на транспортных стройках Севера / О. А. Бардышев, Н. Г. Гаркави, А. М. Ратнер. – М. : Транспорт, 1982. – 272 с.
2. Добронравов, С. С. Машины и механизмы для отделочных работ / С. С. Добронравов, Е. П. Парфенов. – М. : Высш. шк., 1989. – 272 с.
3. Евдокимов, В. А. Механизация и автоматизация строительного производства / В. А. Евдокимов. – Л. : Стройиздат, 1985. – 195 с.
4. Ким, Б. Г. Строительные машины зарубежных стран : учеб. пособие / Б. Г. Ким ; Владим. политехн, ин-т. – Владимир, 1992. – 92 с. – ISBN 5-230-04732-1.
5. Машины для гидромеханизации земляных работ / под ред. С. П. Епифанова. – М. : Стройиздат, 1982. – 183 с.
6. Смирнов, А. А. Ручные машины для строительных работ / А. А. Смирнов, В. А. Додонов. – М. : Стройиздат, 1988. – 320 с.
7. Соколов, В. А. Самоходные и полуприцепные дорожные катки / В. А. Соколов, А. Н. Новиков. – М. : Высш. шк., 1991. – 240 с.

8. Справочник по кранам : в 2 т. / под ред. М. М. Гохберга. – М. : Машиностроение, 1988. – Т. 1. 536 с., Т. 2. 599 с.
9. Строительные машины / под ред. Д. П. Волкова. – М. : Машиностроение, 1988. – 384 с.
10. Строительные машины : справ : в 2 т. / под ред. Э. Н. Кузина. – М. : Машиностроение, 1991. Т. 1. – 496 с., Т. 2. – 496 с.
11. Технология, механизация и автоматизация строительства / под ред. С. С. Атаева, С. Я. Луцкого. – М. : Высш. шк., 1990. – 592 с.

Оглавление

Лабораторная работа № 1. ТЯГОВЫЕ РАСЧЕТЫ ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА.....	3
Лабораторная работа № 2. ТЯГОВЫЕ РАСЧЕТЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....	7
Лабораторная работа № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУЛЬДОЗЕРА...	12
Лабораторная работа № 4. СТРУКТУРА РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА.....	17
Лабораторная работа № 5. ВЫЧИСЛЕНИЕ СМЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БАШЕННОГО КРАНА.....	29
Библиографический список.....	35

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Методические указания к лабораторным работам

Составители

КИМ Борис Григорьевич

ПРОХОРОВ Сергей Викторович

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой профессор Б.Г. Ким

Редактор А.П. Володина

Корректор Е.В. Афанасьева

Компьютерная верстка С.В. Павлухиной

ЛР № 020275. Подписано в печать 10.12.05.

Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.

Печать на ризографе. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 2,17. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета.

600000, Владимир, ул. Горького, 87.