

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Зверева Л.А., Прудников С.Н.

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА

Методическое пособие для студентов
направления подготовки
20.03.02 Природообустройство и водопользование



Брянская область,
2019

УДК 631.311.5 (076)
ББК 40.723
З 43

Зверева, Л. А. Машины и оборудование для природообустройства: методическое пособие для студентов направления подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование / Л.А. Зверева, С.Н. Прудников. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 63 с.

В методическом пособии приведены общие параметры основных типов машин используемых на объектах природообустройства, сведения по их эксплуатации, расчет производительности.

Рецензент: канд. техн. наук, доцент, В.М. Лабух.

Рекомендовано к изданию методической комиссией института энергетики и природопользования Брянского ГАУ, протокол № 1 от 01 октября 2019 года.

© Брянский ГАУ, 2019
© Зверева Л.А., 2019

Содержание

Введение	4
Вопросы для зачета.....	5
Рекомендуемая литература.....	5
Практические задания	6
1. Бульдозер.....	6
2. Одноковшовые экскаваторы.....	14
3. Скрепер.....	21
4 Автогрейдер	29
Примерные тесты по дисциплине	42
Список используемых источников.....	62

Введение

Бакалавр направления «Природообустройство и водопользование» должен уметь принимать решения при выборе оборудования и машин применяемых в природообустройстве, используя теоретические знания, полученные при изучении курса «Механика грунтов», «Теоретическая механика», «Экономика предприятия».

Процесс принятия решений существенно облегчается при решении задач по определенной тематике, представленной в данных методических указаниях.

Цель методического пособия – приобретение студентами навыков в расчёте и обосновании основных параметров строительных машин.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ОПК-3. Способностью обеспечивать требуемое качество выполняемых работ и рациональное использование ресурсов.

ПК-1. Способностью принимать профессиональные решения при строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования.

Вопросы для зачета

1. Общие сведения о машинах для природообустройства и водопользования.
2. Опишите принцип автоматического управления по отклонению.
3. Грузоподъемные и погрузочно-разгрузочные машины.
4. Козловые и кабельные краны.
5. Машины и оборудование для земляных работ.
6. Скреперы.
7. Грейдеры.
8. Рыхлители.
9. Кусторезы.
10. Ручные машины.
11. Виды ручного механизированного инструмента для разрушения асфальтобетонных покрытий.
12. Машины для бетонных и железобетонных работ.
13. Бульдозеры.
14. Экскаваторы.
15. Работа гусеничного бульдозера.
16. Мелиоративные машины, имеющие скребковый рабочий орган.
17. Мелиоративные машины, имеющие шнековый рабочий орган.
18. Мелиоративные машины, имеющие ротационный рабочий орган.
19. Мелиоративные машины, имеющие кротодренажный рабочий орган.
20. Дробильно-сортировочные машины и установки.
21. Машины для бетонных и железобетонных работ.
22. Машины и оборудование для свайных работ.
23. Землеройно-транспортные машины.
24. Машины для подготовительных работ.
25. Оборудование для уплотнения грунтов.

Рекомендуемая литература:

1. Шестопалов К.К. Подъемно - транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование.- М.: Академия, 2014
2. Дроздов А.Н., Кудрявцев Е.М. Строительные машины и оборудование. Практикум - М.: Академия, 2012
3. Рябов Г.Д., Мер И.И., Прудников Г.Т. Мелиоративные и строительные машины. Агропромиздат, 1986

Практические задания

Указания по выполнению заданий

Задания на выполнение заданий составлены в 10... 30 вариантах и выбираются студентом по последней цифре зачётной книжки. При совпадении варианта условия работы бульдозера устанавливает преподаватель.

Полученную расчетную производительность соответствующей марки машины проверяем по Сборнику Е2. Земляные работы ЕНиР.

1 Бульдозеры

1.1 Общая характеристика

БУЛЬДОЗЕРЫ представляют собой навесное оборудование на базовый гусеничный или пневмоколесный трактор, включающее отвал с ножами, толкающее устройство в виде брусьев или рамы и систему управления. Предназначаются для послойной разработки грунта и перемещения его к месту отвала. Применяют для срезки растительного слоя и планировки строительных площадок, возведения насыпей, обратной засыпки траншей и пазух котлованов, для разработки недобора грунта в котлованах и траншеях, для подготовительных работ. При необходимости можно разрабатывать котлованы и траншеи.

Экономически целесообразная дальность перемещения грунта не превышает 60...80 м для гусеничных бульдозеров и 100...140 м для пневмоколесных машин.

Бульдозеры классифицируют: по назначению; тяговому классу; типу ходового устройства базовых машин; конструкции рабочего органа; типу системы управления отвалом.

Бульдозеры по назначению:

- бульдозеры общего назначения;
- специальные (бульдозеры-толкачи, подземные и подводные бульдозеры);

Бульдозеры в зависимости от тягового класса:

- малогабаритные (с силой тяги до 25кН и мощностью до 45кВт);
- средние (135...200кН; 120... 150кВт);
- сверхтяжёлые (более 300 кН; более 225кВт);
- тяжёлые (200...300кН; 150...225кВт);
- лёгкие(25...135кН; 45... 120 кВт).

Бульдозеры по типу ходового устройства:

- пневмоколёсные;
- гусеничные;

Бульдозеры по конструкции рабочего органа:

- с неповоротным отвалом;
- с поворотным отвалом (под углом до 53°);

Бульдозеры по типу системы управления отвалом:

- с гидравлическим управлением;
- с механическим (канатно-блочным) управлением

РАБОЧИЙ ЦИКЛ бульдозера состоит:

- заглубление отвала с помощью системы управления в грунт при движении машины вперед;
- срезка ножами слоя грунта и перемещение впереди себя образовавшейся грунтовой призмы волоком по поверхности земли к месту разгрузки;
- отсыпка грунта (разгрузка) в земляное сооружение;
- возврат машины к месту набора грунта (отвал поднят в транспортное положение)

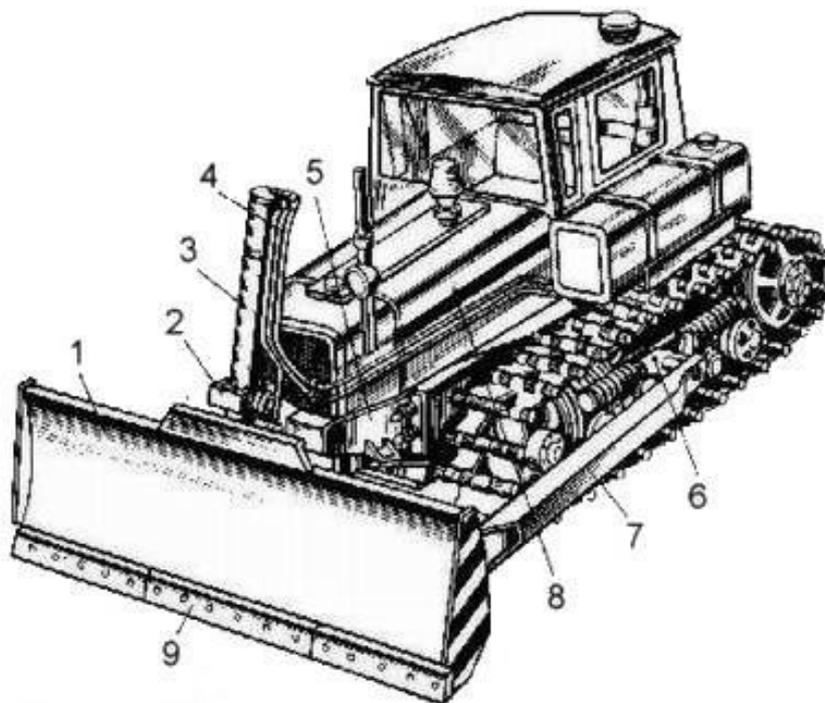


Рис. 1.1. Общий вид бульдозера

Цель практической работы

Цель данной работы – приобретение студентами навыков в расчёте и обосновании основных параметров отвала бульдозера, определение суммарного сопротивления движению бульдозера, необходимую мощность двигателя базовой машины и эксплуатационную производительность при резании и перемещении грунта, а также при планировочных работах.

Содержание работы

При выполнении практической работы необходимо:

1. Рассчитать и обосновать выбор основных параметров отвала.
2. Определить суммарное сопротивление бульдозера, возникающее при рабочем режиме.
3. Рассчитать эксплуатационную производительность при резании и перемещении грунта при планировочных работах.

Таблица 1.1- Исходные данные для определения параметров бульдозера

Последняя цифра зачётной книжки	Базовый трактор	Класс тяги	Условия работы		
			категория грунта	дальность перемещения грунта	коэффициент $K_{укл}$
1	Т-100М	60	II	30	0,5
2	Т-130Г	100	II	40	0,52
3	Т-180Г	150	II	50	0,55
4	ДТ-75Б	30	I	20	0,6
5	ДЭГ-250	250	III	60	0,63
6	Т-220	250	II	50	0,65
7	Т-330	350	III	70	0,68
8	Т-500	350	III	80	0,7
9	Т-4АПГ	40	I	40	0,75
10	Т-74	30	I	30	0,8

К определяемым параметрам бульдозера относятся: масса рабочего оборудования, масса машины, номинальное тяговое усилие, геометрические размеры отвала.

1 Массу рабочего оборудования (кг) выбирают в пределах

$$M_{PO} = (0,18 - 0,23) \cdot M_{BT}, \quad (1)$$

где M_{BT} – масса базового трактора (табл. 1.4), кг.

Масса бульдозера (кг)

$$M_B = M_{PO} + M_{BT}, \quad (2)$$

2 Длина отвала должна превышать ширину машины не менее чем на 100 мм с каждой стороны. Высоту отвала H следует выбирать в зависимости от номинальной силы тяги T_H и вида грунта. При этом для средних грунтовых условий можно пользоваться данными, приведёнными в табл. 1,2.

Таблица 1.2 - Зависимость высоты отвала H от номинальной силы тяги T_H

Класс базового трактора по номинальному тяговому усилию T_H , кН	H , мм
40	700-750
60	800-900
100	900-1100
150	1100-1200
250	1200-1300
350	1300-1400

Высота козырька H_K может быть принята равной $(0,1 - 0,2) \cdot H$.

Основными параметрами поперечного профиля отвала бульдозера (рис. 1.2) являются:

угол резания $\gamma = 55$; угол опрокидывания $\psi = 75$; угол наклона $\varepsilon = 75$; угол установки козырька $\beta_k = 90-100$; радиус кривизны отвальной поверхности для неповоротного отвала $R = H$, а для поворотного отвала $R = 0,81 \cdot H$, длина прямой части отвальной поверхности α . Обычно величина α выбирается равной высоте ножа.

Угол резания γ , угол заострения δ и задний угол ρ связаны между собой зависимостью

$$\gamma = \rho + \delta \quad (3)$$

Рекомендуется принимать задний угол $\rho = 30-35$.

В пояснительной записке необходимо привести схему поперечного профиля отвала и указать на ней численные значения величин выбранных параметров (рис. 1.2).

Сопротивление в конце процесса зарезания грунта неповоротного бульдозера находится по формуле

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4, \quad (4)$$

где W_1 - сопротивление резанию;

W_2 - сопротивление перемещению грунта вверх по отвалу;

W_3 - сопротивление перемещению призмы волочения грунта перед отвалом;

W_4 - сопротивление перемещению бульдозера.

Сопротивление грунта резанию (H) определяется по формуле

$$W_1 = K_0 \cdot L \cdot h, \quad (5)$$

где K_0 - удельное сопротивление грунта лобовому резанию, Па;

L - длина отвала, м;

h - толщина стружки, м; $h = 0,08-0,12$ м.

Удельное сопротивление грунта лобовому резанию (Па):

для грунта I категории - $(0,7-1,0) \cdot 10^5$;

для грунта II категории - $(1,0-1,8) \cdot 10^5$;

для грунта III категории - $(1,8-2,0) \cdot 10^5$.

Сопротивление от перемещения грунта вверх по отвалу (H)

$$W_2 = G_{\text{пр}} \cdot f_1 \cdot \cos^2 \gamma, \quad (6)$$

где $G_{\text{пр}}$ - сила тяжести грунта в призме волочения, Н;

f_1 - коэффициент трения грунта о сталь, который равен 0,5-0,6;
 γ - угол резания, равный 55 для неповоротного отвала и 50...55 для поворотного.

Сила тяжести призмы волочения определяется по формуле

$$G_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \cdot \gamma_{\text{об}} \cdot q, \quad (7)$$

где $V_{\text{об}}$ - объём призмы волочения, м^3 ;

$\gamma_{\text{об}}$ - объёмная масса грунта, которая может быть принята равной силы 1400–1500 $\text{кг}/\text{м}^3$;

q - ускорение силы тяжести, $\text{м}/\text{с}^2$.

Объём призмы волочения находится по формуле

$$V_{\text{пр}} = \frac{L \cdot H^2}{2} \cdot K_{\text{пр}}, \quad (8)$$

где $K_{\text{пр}}$ - поправочный коэффициент.

В зависимости от вида грунта и отношения H/L коэффициент $K_{\text{пр}}$ может иметь значения, приведённые в табл. 3.

Таблица 1. 3 - Зависимость коэффициента $K_{\text{пр}}$ от вида грунта и отношения H/L

H/L	K _{пр} для категорий грунта	
	I-II	III
0,15	0,9	1,3
0,30	0,8	1,3
0,45	0,7	1,2

Сопротивление от перемещения призмы волочения грунта перед отвалом (H)

$$W_3 = G_{\text{пр}} \cdot f_2, \quad (9)$$

Здесь f_2 - коэффициент трения грунта о грунт, который может быть принят в пределах 0,8-1,0.

Сопротивление перемещению бульдозера (H) может быть рассчитано по формуле

$$W_4 = G_{\text{б}} \cdot (f + i), \quad (10)$$

где G_B - сила тяжести бульдозера, Н;

f - коэффициент сопротивления передвижению, который может быть принят равным 0,1-0,15;

i - угол местности; $i = 0,1-0,3$.

5 При расчёте суммарного сопротивления движению бульдозера с поворотным отвалом, кроме рассмотренных видов сопротивления, необходимо учитывать влияние угла поворота отвала в плане. Величина такого сопротивления определяется по формуле:

$$W_{\text{оп}} = W'_1 + W'_2 + W'_3 + W_4 + W_5, \quad (11)$$

где $W'_1 = W_1 \cdot \sin\alpha$; $W'_2 = W_2 \cdot \sin\alpha$; $W'_3 = W_3 \cdot \sin\alpha$.

W_5 - сопротивление перемещению грунта вдоль отвала. Его значение можно найти по формуле:

$$W_5 = Q_{\text{ГР}} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot \cos\alpha, \quad (12)$$

Для нормальной работы бульдозера необходимо соблюдение условия

$$T \geq W_1. \quad (13)$$

где T - касательная силы тяги (Н), которая может быть получена при помощи двигателя

$$T = \frac{N_H \cdot \eta}{V_P}, \quad (14)$$

где N_H - номинальная мощность двигателя, Вт;

η - к.п.д. силовой передачи, $\eta = 0,80-0,85$;

V_P - рабочая скорость бульдозера при резании грунта, м/с, принимаемая по данным табл. 1.1.

Касательная силы тяги по двигателю должна быть проверена на возможность её обеспечения по сцеплению с грунтом.

Касательная силы тяги по двигателю может быть реализована, если имеет место условие

$$T \leq T_H = G_{\text{сц}} \cdot \phi \quad (15)$$

где T_H - номинальная сила тяги бульдозера, Н;

$G_{\text{сц}}$ - сцепная сила тяжести бульдозера, Н;

ϕ - коэффициент сцепления ведущих органов трактора с грунтом, который может быть принят равным 0,9 для гусеничных машин и 0,6 для колёсных.

Сцепная сила тяжести бульдозера

$$G_{\text{сц}} = \lambda_{\text{сц}} \cdot G_{\text{б}} = \lambda_{\text{сц}} \cdot M_{\text{б}} \cdot g \quad (16)$$

где $\lambda_{\text{сц}}$ - коэффициент использования массы базового трактора с оборудованием по сцеплению.

Для колёсных тракторов с задними ведущими колёсами можно принимать коэффициент

$$\lambda_{\text{сц}} = 0,75-0,8.$$

Для трактора с четырьмя ведущими колёсами и гусеничных тракторов принимать $\lambda_{\text{сц}} = 1$.

Эксплуатационная производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) бульдозера при резании и перемещении грунта определяется по формуле

$$P_{\text{э}} = \frac{3600 \cdot V_{\text{пр}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{укл}}}{t_{\text{ц}}} \quad (17)$$

где $V_{\text{пр}}$ – объём призмы волочения, м^3 ;

$K_{\text{в}}$ - коэффициент использования бульдозера по времени, обычно равный 0,8-0,9;

$K_{\text{укл}}$ - коэффициент, учитывающий влияние на производительность уклона местности, принимаемый по табл. 1.1;

$t_{\text{ц}}$ - время цикла, с.

Длительность цикла определяется по формуле

$$t_{\text{ц}} = \frac{l_{\text{р}}}{V_{\text{р}}} + \frac{l_{\text{п}}}{V_{\text{п}}} + \frac{l_{\text{о}}}{V_{\text{о}}} + t_{\text{с}} + t_{\text{о}} + 2 \cdot t_{\text{пов}}, \quad (18)$$

где $l_{\text{р}}, l_{\text{п}}, l_{\text{о}}$ - длина пути резания, перемещения и обратного хода, м;
 $l_{\text{п}} = l_{\text{о}}$.

$V_{\text{р}}, V_{\text{п}}, V_{\text{о}}$ – соответствующие им скорости движения, м/с;

Значения приведены в табл. 1.4.

$t_{\text{с}}$ – время, затрачиваемое на переключение передачи, равное 3-5 с.

$t_{\text{о}}$ - время опускания отвала, равное 2-3 с.

$t_{\text{пов}}$ - время на поворот трактора, с. $t_{\text{пов}} = 10$ с.

Длину пути резания (м) определяют по формуле

$$l_{\text{р}} = \frac{K_{\text{о}} \cdot U_{\text{пр}}}{T - G_{\text{б}} \cdot (f + i)}, \quad (19)$$

где $U_{\text{пр}}$ - объём призмы волочения, м^3 ;

T - касательная силы тяги, Н .

При планировочных работах производительность $\text{м}^2/\text{ч}$ бульдозера определяют по формуле

$$\Pi = \frac{3600 \cdot l \cdot (L \cdot \sin\varphi - 0,5) \cdot K_B}{n \cdot \left(\frac{l}{V} + t_{\text{п}} \right)}, \quad (20)$$

где l – длина планируемого участка, м ;

L - длина отвала, м ;

φ - угол поворота отвала в плане;

V - рабочая скорость движения бульдозера, $\text{м}/\text{с}$;

n - число проходов по одному месту; $n = 1-2$.

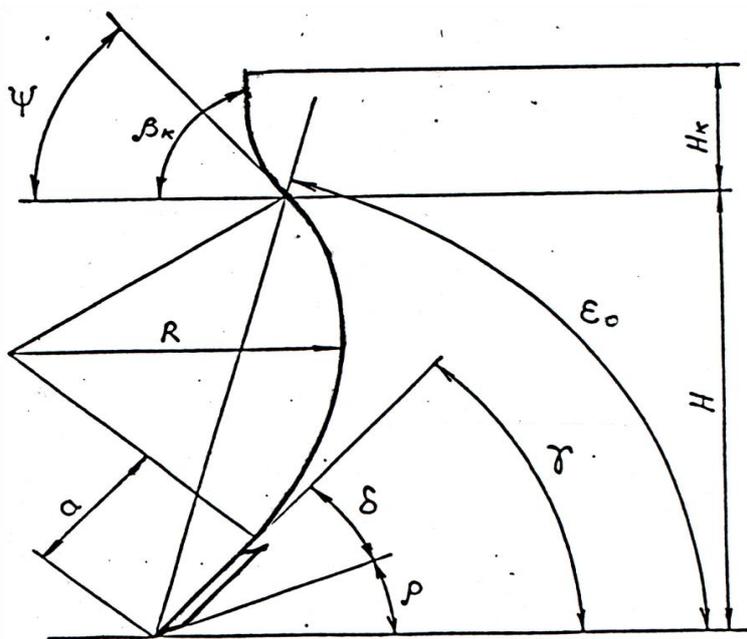


Рис. 1.2 Параметры профиля отвала бульдозера

Таблица 1.4 - Технические характеристики тракторов, принимаемых для бульдозеров

Показатели	Марка трактора									
	Т-100М	Т-130Г	Т-180Г	ДТ-75Б	ДЭТ-250	Т-220	Т-330	Т-500	Т-4АПГ	Т-74
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Масса, кг	11800	14500	15700	7300	26700	20700	29200	40000	8200	6000
Габаритные размеры, мм:										
Длина	4250	5420	5420	4575	6230	5500	6000	6500	4475	4225

Продолжение таблицы 1.4

Ширина	2460	2470	2740	1740	3220	2850	2900	2950	1952	1045
Высота	3040	2800	2820	2304	3180	2900	3150	3240	2568	2325
Номинальная мощность двигателя, кВт	79,5	103	132	55	200	161,5	242	368	95,6	
Частота вращения, с ⁻¹	19	21	19	30	25	25	28	32	25	23
Расчётные скорости движения, м/с При резании грунта	0,8	0,89	0,95	1	0,64	0,95	0,92	1	1,25	1,15
При перемещении грунта	1,59- 2,17	1,59- 2,17	1,81- 2,47	1,65- 2,25	1,87- 2,55	1,81- 2,47	1,92- 2,62	1,92- 2,62	1,43- 1,95	1,65- 2,25
При обратном ходе	2,17- 2,46	2,17- 2,46	2,47- 2,80	2,25- 2,55	2,55- 2,89	2,47- 2,80	2,62- 2,97	2,62- 2,97	1,95- 2,21	2,25- 2,55

2 Одноковшовые экскаваторы

2.1 Общая характеристика

Одноковшовыми экскаваторами называют позиционные землеройные машины циклического действия, оборудованные ковшовым рабочим органом.

Одноковшовые экскаваторы классифицируются: по назначению; по виду, способу подвески и виду исполнения рабочего оборудования; по типу ходового устройства; по исполнению опорно-поворотного устройства; по типу привода.

Одноковшовые экскаваторы по назначению:

- строительные;
- карьерные;
- туннельные и шахтные;
- вскрышные;
- строительно-карьерные;

Одноковшовые экскаваторы по виду рабочего оборудования:

- прямая лопата;
- драглайн;
- планировщик;
- грейфер;
- обратная лопата;

Одноковшовые экскаваторы по способу подвески рабочего оборудования:

- с гибкой подвеской (на канатных полиспастах);
- с жесткой подвеской (с помощью гидроцилиндров);

Одноковшовые экскаваторы по виду исполнения рабочего оборудования:

- с шарнирно-рычажным оборудованием;
- с телескопическим рабочим оборудованием;

Одноковшовые экскаваторы по типу привода:

- с одномоторным приводом (механическим и гидромеханическим);
- с многомоторным приводом (гидравлическим и электрическим);

Одноковшовые экскаваторы по типу ходового оборудования:

- гусеничные;
- нормальные;
- пневмоколёсные;
- на шасси автомобиля;
- прицепное ходовое устройство;
- на тракторе;
- спецшасси автомобильного типа;
- гусеничные уширенные;

Одноковшовые экскаваторы по исполнению опорно-поворотного устройства:

- полноповоротные;
- неполноповоротные.

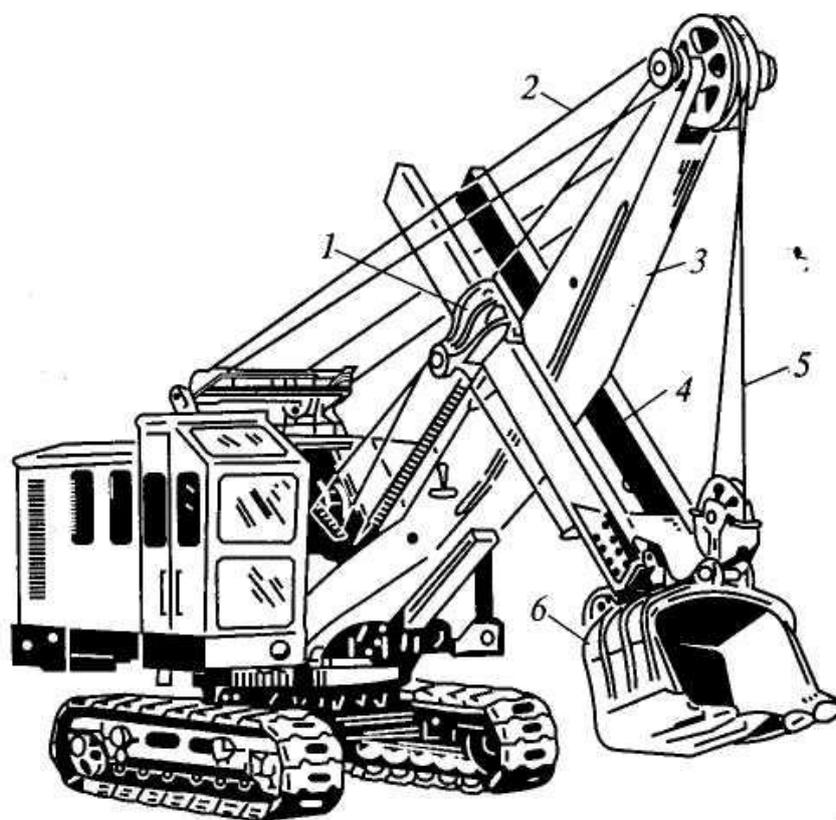


Рис. 2.1. Полноповоротный экскаватор на гусеничном ходу с рабочим оборудованием «прямая» лопата с гибкой подвеской:

Цель практической работы

Целью данной работы является приобретение студентами навыков в определении усилий на зубьях ковша, в расчёте мощности, затрачиваемой на процесс копания и эксплуатационной производительности одноковшового экскаватора.

Содержание работы

Практическая работа включает в себя решение следующих задач:

- Определение усилий на зубьях ковша прямой лопаты.
- Рассчитать мощность, затрачиваемую на процесс копания.
- Определить эксплуатационную производительность машины.

Таблица 2.1 - Исходные данные для выполнения практической работы №2

Вариант	Марка экскаватора	Категория грунта
1	Э-1514	I
2	ЭО-2621	I
3	Э-302БС	II
4	Э-302Б	II
5	Э-303Б	III
6	Э-303В	III
7	Э-652Б	III
8	Э-10011А	IV
9	Э-1251Б	IV
10	ЭО-6112БС	IV
11	Э-1514	III
12	ЭО-2621	III
13	Э-302БС	IV
14	Э-302Б	IV
15	Э-303Б	I
16	Э-303В	I
17	Э-652Б	I
18	Э-10011А	II
19	Э-1251Б	II
20	ЭО-6112БС	II
21	ЭО-2621	IV
22	Э-302БС	III
23	Э-303Б	IV
24	Э-652Б	IV
25	Э-1514	II

Указания по выполнению работы

Для решения первой задачи необходимо рассчитать:

- толщину срезаемой стружки C ;
- касательную составляющую P_1 сопротивления грунта копанию;
- нормальную составляющую P_2 сопротивления грунта копанию.

Исходные данные для расчёта приведены в табл. 3.2.

Толщину стружки C находим из условия, что ковш ёмкостью q наполняется грунтом с коэффициентом разрыхления K_p при движении ковша из положения I в положение II, т.е. за время его подъёма до уровня напорного вала с высотой H_H (см. схему). Тогда толщина стружки (м)

$$C = \frac{q}{B \cdot H_H \cdot K_p}; \quad (1)$$

где q - ёмкость ковша, m^3 ;

B – ширина ковша, м;

H_H - высота копания, равная высоте напорного вала, м;

K_p - коэффициент разрыхления, принимаемый в соответствии с табл. 2.

Высота напорного вала определяется по формуле

$$H_H = (1 \div 1,15)^3 \cdot \sqrt{m_э} \quad (2)$$

где $m_э$ - масса экскаватора, т.

По величине C определяется касательная составляющая общего сопротивления (H)

$$P_1 = K_o \cdot b \cdot C; \quad (3)$$

где K_o - удельное сопротивление грунта копанию, Па.

Удельное сопротивление грунта копанию (Па):

для грунта I категории	$1,2 \cdot 10^5$
для грунта II категории	$1,6 \cdot 10^5$
для грунта III категории	$2,5 \cdot 10^5$
для грунта IV категории	$3,5 \cdot 10^5$

Нормальная составляющая P_2 (Н) может быть выражена через касательную силу P_1 :

$$P_2 = \psi \cdot P_1 \quad (4)$$

где $\psi = 0,2 \div 0,5$ – коэффициент, зависящий от вида грунта, состояния режущей кромки и т.п.

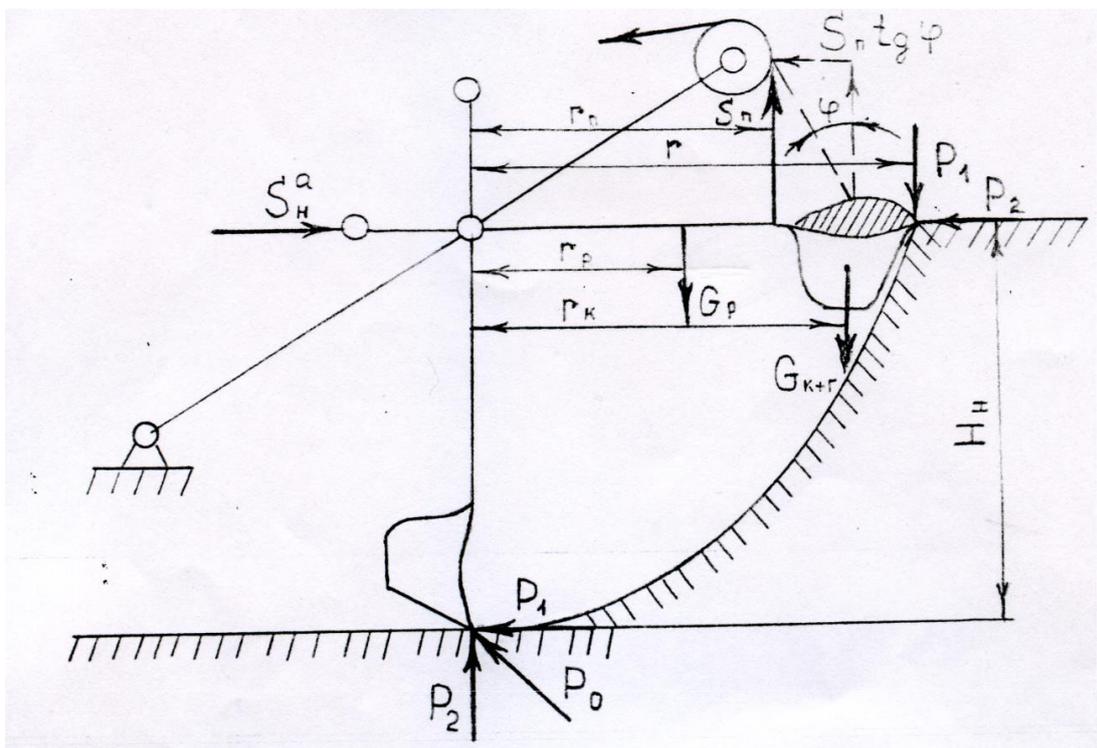


Рис. 2.2. Схема к определению усилий подъёма и напора

3.2 Решение второй задачи предусматривает определение мощности, затрачиваемой на процесс копания. Для решения этой задачи необходимо рассчитать:

- подъёмное усилие полиспаста S_n ;
- скорость подъёма ковша V_n ;
- мощность, расходуемую на подъём N_n ;
- активное напорное усилие S_H^a ;
- скорость усилия напора V_H^a ;
- мощность напорного механизма.

Для решения второй задачи необходимо привести схему к определению усилий подъёма и напора (рис. 2).

Подъёмное усилие S_n (Н) определяют в положении II, когда зубья ковша находятся на уровне оси напорного вала, при этом рукоять приблизительно горизонтальна.

Определяя сумму моментов всех сил относительно оси напорного вала, можно получить:

$$S_n = (P_1 \cdot r + G_{k+g} \cdot r_k + G_p \cdot r_p) \cdot \frac{1}{r_n}; \quad (5)$$

где r, r_k, r_n, r_p - плечи сил, действующих относительно оси напорного вала, м;

P_1 - касательная, составляющая сопротивление грунта копанию, Н;

$G_{к+г}$ - сила тяжести ковша с грунтом, Н;

G_p - сила тяжести рукоятки, Н.

Мощность (Вт), необходимая для работы механизма подъёма определяется по формуле

$$N_n = \frac{S_n \cdot V_n}{\eta_n}; \quad (6)$$

где S_n - усилие подъёма, Н;

V_n - скорость подъёма, м/с;

η_n - к.п.д. полиспаста, $\eta_n = 0,96 \div 0,98$.

При определении усилия напора S_H^a (Н) предполагается, что рукоять полностью выдвинута и находится в горизонтальном положении. Активное напорное усилие должно преодолевать силы P_2 и составляющую силы натяжения полиспаста подъёма

$$S_H^a = P_2 + S_n \cdot \operatorname{tg}\varphi; \quad (7)$$

где $\varphi = 7 \div 10$ - угол наклона каната подъёма относительно вертикали.

Скорость выдвигания рукоятки V_H^a принимается равной $V_H^a = (0,6 \div 0,9) \cdot V_n$.

Мощность напорного механизма (Вт), затрачиваемая на процесс копания прямой лопаты

$$N_n = \frac{S_H^a \cdot V_H^a}{\eta_H}, \quad (8)$$

где $\eta_H = 0,94 \div 0,96$ - к.п.д. механизма напора.

Мощность

$$N = N_n + N_H. \quad (9)$$

3.3 Эксплуатационная производительность $\text{м}^3/\text{ч}$ экскаватора может быть определена по формуле

$$\Pi_э = 3600 \cdot \frac{q \cdot K_H \cdot T \cdot K_{CM}}{t_{ц} \cdot K_p}, \quad (10)$$

где q – геометрическая ёмкость ковша, м^3 ;

K_H - коэффициент наполнения ковша (табл. 2);

K_p - коэффициент рыхления грунта (табл. 2);

T – продолжительность смены, час;

K_{CM} - коэффициент использования времени смены, равный $0,86 - 0,92$;

$t_{ц}$ - продолжительность рабочего цикла.

На лёгких грунтах он составляет 16 – 18 сек., а на тяжёлых – 20 – 24 сек.

Таблица 2.2 - Значения коэффициентов рыхления и наполнения ковша для одноковшового экскаватора

Группа	Коэффициенты рыхления	Коэффициенты наполнения	
		прямой и обратный ковш	драглайн
Супесчаный	1,0 – 1,09	0,95 – 1,02	0,8 – 0,9
Суглинок	1,14 – 1,17	1,0 – 1,18	0,9 – 1,08
Тяжёлая глина	1,16 – 1,28	1,3 – 1,42	1,18 – 1,126
Торф растительный	1,13 – 1,15	1,15 – 1,23	1,0 – 1,22

Таблица 2.3 - Технические характеристики одноковшовых экскаваторов с прямой лопатой

Показатели	Марки экскаваторов									
	Э-1514	ЭО-2621	Э-302БС	Э-302Б	Э-303Б	Э-303В	Э-652Б	Э-10011А	Э-1251Б	ЭО-6112Б
Ёмкость ковша q , м ³	0,15	0,25	0,4	0,4	0,4	0,5	0,65	1,0	1,25	1,25
Ширина ковша B , м	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,8	0,8	0,8	0,85	0,9
Скорость подъёма ковша $V_{п}$, м/с	0,4	0,5	0,55	0,6	0,65	0,72	0,75	0,83	0,85	0,95
Масса ковша m_k , т	0,3	0,4	0,6	0,65	0,7	0,8	0,85	1,0	1,3	1,5
Масса рукоятки m_p , т	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,9	1,0
Плечи сил, м: r	2,6	2,8	3	3	3,1	3,1	4,8	4,9	4,95	5
r_x	2,3	2,5	2,65	2,62	2,7	2,7	4,4	4,5	4,55	4,6
r_p	1	1,1	1,15	1,15	1,15	1,5	2,25	2,45	2,45	2,5
r_n	2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	4	4,1	4,1	4,15
Продолжительность одного цикла T , с	13	14,9	15	15	15	15	15	17	21	21
Общая масса экскаватора m_s , т	5,1	5,4	12,74	11,7	11,6	12,07	21,26	35,0	40,6	41,0

3 Скрепер

3.1 Общая характеристика

Скрепер является самоходной или прицепной (к гусеничному или колесному трактору, колесному тягачу) землеройно-транспортной машиной, рабочим органом которой служит ковш на пневмоколесах, снабженный в нижней части ножами для срезания слоя грунта.

Скреперы предназначены для послойного копания, транспортирования, послойной отсыпки, разравнивания и частичного уплотнения грунтов.

Наиболее эффективно скреперы работают на слабовлажных средних грунтах (супесях, суглинках, чернозёмах), не содержащих крупных каменистых включений. При разработке скреперами тяжёлых грунтов их предварительно рыхлят на толщину срезаемой стружки, а при работе скрепера используют бульдозер-толкач.

Скреперы классифицируются: по вместимости ковша; по способу загрузки ковша; по способу разгрузки ковша; по способу агрегатирования с тяговыми средствами и т.д.

Скреперы по вместимости ковша:

- малой вместимости (до 5 м^3);
- большой вместимости (более 15 м^3);
- средней вместимости ($5 \dots 15 \text{ м}^3$);

Скреперы по способу агрегатирования:- с тягачом;

- прицепные (к гусеничным тракторам и двухосным колесным тягачам);

Скреперы по способу загрузки ковша:

- с пассивной загрузкой движущим усилием;
- с принудительной загрузкой с помощью скребкового элеватора или шнека;

Скреперы по способу разгрузки ковша:

- принудительная (осуществляемая подвижной задней стенкой ковша);
- самосвальная (свободная) (с опрокидыванием ковша вперед);
- полупринудительная (с помощью поворотного днища).

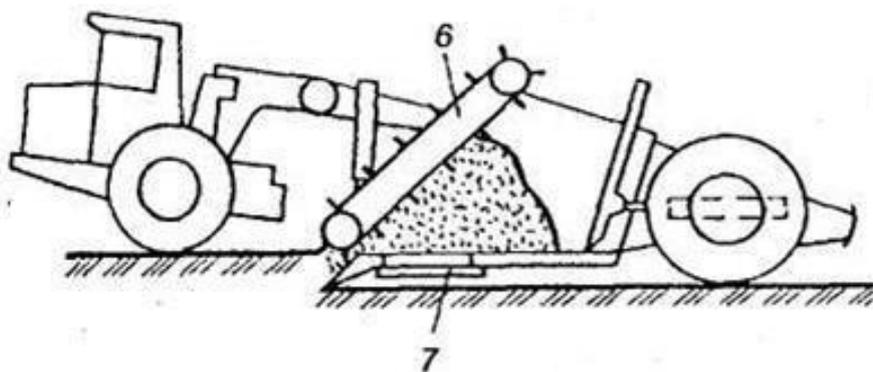


Рис. 3.1 Автоскрепер

РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС скрепера состоит из следующих последовательно выполняемых операций:

- резание грунта и наполнение ковша;
- транспортирование грунта в ковше к месту укладки;
- выгрузка и укладка грунта;
- обратный (холостой) ход машины в забой.

Цель практической работы

Целью данной работы является приобретение студентами навыков в расчёте и обосновании выбора основных параметров, определении оптимального режима работы и производительности скрепера.

Содержание задания

Практическая работа включает в себя решение следующих задач:
 Рассчитать и обосновать выбор основных параметров рабочего органа и машины.
 Рассмотреть суммарное сопротивление, возникающее при рабочем режиме.
 Определить эксплуатационную производительность машины.

Таблица 3.1- Исходные данные для выполнения практической работы №3

Вариант	Базовый трактор	Условия работы скрепера	
		категория грунта	дальность транспортирования грунта l_2 , м
1	Т-100М	II	200
2	Т-130Г	II	300
3	Т-180Г	II	300
4	ДТ-75Б	I	100
5	ДЭТ-250	III	500
6	Т-220	II	300
7	Т-330	III	400
8	Т-500	III	500
9	Т-4А III	I	100
10	Т-74	I	100
11	ДЭТ-250	II	450
12	Т-220	I	400
13	Т-330	I	500
14	Т-500	II	600
15	ДЭТ-250	I	550
16	Т-500	I	450
17	Т-100М	I	300
18	Т-130Г	I	200
19	Т-180Г	I	400
20	ДТ-75Б	II	150
21	ДЭТ-250	III	600

22	Т-220	III	500
23	Т-330	II	600
24	Т-500	III	700
25	Т-4А III	II	200

Методические указания

Для решения первой задачи необходимо рассчитать:

ширину B , высоту H , длину L и высоту задней стенки H_3 ковша; геометрическую ёмкость ковша; массу скрепера. Исходные данные для расчёта приведены в табл.7.

Минимальная ширина (мм) ковша B , измеренная по поверхности его наружных стенок (см. схему) определяется по формулам:

при одиночных колёсах скрепера

$$B = B_T + B_{ш} + 2 \cdot \Delta B; \quad (1)$$

при сдвоенных колёсах скрепера

$$B = B_T + 2 \cdot B_{ш} + 2 \cdot \Delta B, \quad (2)$$

где B_T - ширина колеи трактора, мм;

$B_{ш}$ - ширина профиля пневматической шины, мм (табл.2);

ΔB - необходимый зазор между внутренней поверхностью шины и боковой стенкой ковша, $\Delta B = 30 \div 60$ мм.

Таблица 3.2 - Шины, устанавливаемые на прицепных скреперах

Мощность двигателя базового трактора, кВт	Обозначения шины в дюймах или мм
40 – 60	260 – 508
95 – 105	370 – 508
150 – 165	18 – 25
220 – 250	27 - 33

Примечание. При мощности двигателя базового трактора свыше 150 кВт предусматривается установка на заднюю ось скрепера колёс.

При выборе высоты ковша H ориентировочно можно полагать

$$H = m \cdot B \quad (3)$$

причём $m \approx 0,4 \div 0,6$.

Между длиной ковша и его высотой может быть принято соотношение

$$L = (1,4 \div 1,8) \cdot H. \quad (4)$$

Здесь меньшее значение коэффициента соответствует ковшам средней ёмкости, а большее – ковшам малой ёмкости.

Высоту задней стенки обычно выбирают в пределах

$$H_3 = (0,4 \div 0,5) \cdot H. \quad (5)$$

Геометрическая ёмкость ковша (m^3)

$$q = V \cdot H \cdot L. \quad (6)$$

Полученную расчётом геометрическую ёмкость ковша q следует округлить до стандартной, указанной в табл. 3.3.

Таблица 3.3 - Типоразмеры скреперов по ГОСТ 5738-73

Геометрическая ёмкость ковша, m^3	Типоразмеры					
		3	4,5	8(7)	10	15

Масса прицепного скрепера с дышлом в сборе (т) может быть определена приближённо по формуле

$$M_c = (1,1 \div 1,4) \cdot q. \quad (7)$$

В конце первой задачи необходимо привести схему ковша и указать на ней численные значения величин выбранных параметров.

Решение задачи предусматривает определение всех сопротивлений, возникающих при наполнении ковша.

Сопротивление, возникающее при рабочем режиме скрепера, определяется по формуле

$$W_{РАБ} = W_T + W_P + W_H + W_{II}, \quad (8)$$

где W_T - сопротивление перемещению скрепера как тележки;

W_P - сопротивление грунта резанию;

W_H - сопротивление наполнению ковша;

W_{II} - сопротивление перемещению призмы волочения.

Сопротивление перемещению гружёного скрепера (H)

$$W_T = (G_C + G_T) \cdot (f + i), \quad (9)$$

где $G_C = M_C \cdot g$ - сила тяжести скрепера, Н;

g - ускорение силы тяжести, m/c^2 ;

G_T - сила тяжести грунта в ковше;

f – коэффициент сопротивления перекачиванию скрепера, $f = 0,10 \div 0,70$;

i - уклон местности, $i = 0,1 \div 0,3$.

Сила тяжести грунта в ковше (Н)

$$G_T = q \cdot K_H \cdot \gamma_{об} \cdot g, \quad (10)$$

где q - геометрическая ёмкость ковша, m^3 ;

K_H - коэффициент наполнения, который может быть принят равным единице;

$\gamma_{об}$ - объёмная масса грунта, $кг/m^3$

g – ускорение силы тяжести, m/c^2 .

Сопротивление грунта резанию (Н)

$$W_P = R = K_O \cdot B \cdot h, \quad (11)$$

где K_O - удельное сопротивление грунта резанию, Па;

B - ширина резания, равная ширине ковша, м;

h - толщина стружки, м.

Таблица 3.4 - Удельное сопротивление грунта резанию (Па)

для грунта I категории	$(0,5 \div 0,7) \cdot 10^5$
для грунта II категории	$(0,7 \div 1,0) \cdot 10^5$
для грунта III категории	$(1,0 \div 1,5) \cdot 10^5$

Таблица 3.5 - При выборе величины h можно руководствоваться следующими данными

Ёмкость ковша скрепера $q, m^3 \dots$	3 – 4,5	7 – 8	10	15	25
h в см:					
для III категории	2 – 3	3 – 5	6 – 8	8 – 10	12 – 14
для II категории	3 – 4	4 – 6	8 – 10	12 – 14	16 – 18
для I категории	4 – 5	6 – 8	10 – 12	14 – 16	18 – 20

Сопротивление наполнению ковша (Н)

$$W_H = \varepsilon \cdot q, \quad (12)$$

где ε - удельное сопротивление при наполнении, Н/м^3 ;

q - ёмкость ковша, м^3 .

Таблица 3.6-Значения удельных сопротивлений $\varepsilon \text{ Н/м}^3$ могут быть приняты следующими

Ёмкость ковша скрепера, м^3 ...	3 – 4,5	7 – 8	10	15	25
ε для III категории грунта	11000	7500	6500	5500	4500
ε для II категории грунта	9500	6500	3500	4700	3900
ε для I категории грунта	6500	5500	4500	3500	2800

Сопротивление перемещению призмы волочения (Н)

$$W_{II} = y \cdot B \cdot H^2 \cdot \gamma_{об} \cdot g \cdot f_2, \quad (13)$$

где y - коэффициент объёма призмы волочения, $y = 0,5 \div 0,7$;

H - высота ковша, м;

f_2 - коэффициент трения грунта о грунт, $f_2 = 0,8 \div 1,0$.

Работа прицепного скрепера без толкача становится возможной при условии

$$T_{кр} \geq W_{РАБ}, \quad (14)$$

где $T_{кр} = T - G_{БТ} \cdot (f_0 + i)$ – составляющая силы тяги на крюке базового трактора, Н;

T - касательная силы тяги базового трактора, Н;

$G_{БТ}$ - сила тяжести базового трактора, Н.

$$G_{БТ} = M_{БТ} \cdot g, \quad (15)$$

где f_0 - коэффициент сопротивления передвижению базового трактора, $f_0 = 0,1 \div 1,15$;

$M_{БТ}$ - масса базового трактора, кг;

g - ускорение силы тяжести, м/с^2 .

Касательная сила тяги базового трактора

$$T = \frac{N_H \cdot \eta}{V_1}, \quad (16)$$

где N_H - номинальная мощность двигателя, Вт;

η - к.п.д. силовой передачи, $\eta = 0,80 \div 0,85$;

V_1 - скорость движения скрепера при заполнении ковша грунтом, м/с.

Если применяется толкач, то должно быть соблюдено неравенство

$$(T_{кр} + T_T) \cdot K_{од} \geq W_{раб}, \quad (17)$$

где T_T - толкающее усилие толкача, Н;

$K_{од}$ - коэффициент одновременности работы толкача и скрепера,

$K_{од} = 0,85 \div 0,90$;

Необходимо также произвести проверку возможности реализации силы тяги по сцеплению

$$G_{сц} \cdot \varphi \geq T_{кр}, \quad (18)$$

где $G_{сц} = \lambda_{сц} \cdot G_{бт}$ - сцепная сила тяжести базового трактора, Н;

φ - коэффициент сцепления, $\varphi = 0,9$;

$\lambda_{сц}$ - коэффициент использования массы базовой машины по сцеплению, для гусеничных тракторов $\lambda_{сц} = 1$.

Эксплуатационная производительность м³/ч скрепера определяется по формуле

$$П_э = \frac{60 \cdot q \cdot K_H \cdot K_B}{K_P \cdot T_{ц}}, \quad (19)$$

где q - геометрическая ёмкость ковша, м³;

K_H - коэффициент наполнения скрепера, $K_H = 0,8 \div 1,1$;

K_B - коэффициент использования рабочего времени, $K_B = 0,85 \div 0,9$;

K_P - коэффициент разрыхления грунта, $K_P = 1,0 \div 1,4$;

$T_{ц}$ - продолжительность рабочего цикла, мин.

$$T_{ц} = \frac{l_1}{V_1} + \frac{l_2}{V_2} + \frac{l_3}{V_3} + \frac{l_4}{V_4} \cdot n \cdot t_n + 2 \cdot t_{пов}, \quad (20)$$

где l_1, l_2, l_3, l_4 - длина путей заполнения ковша грунтом, транспортирования грунта, разгрузки и движения порожнего скрепера, м, ($l_2 = l_4$);

V_1, V_2, V_3, V_4 - соответствующие этим длинам путей скорости движения скрепера, м/мин ($V_2 = V_3$);

t_n - время, необходимое для переключения скорости, мин; ($t_n = 0,08 \div 1,0$);

n – число переключения скоростей за время рабочего цикла (обычно $n = 4 \div 5$);

$t_{\text{пов}}$ – время, затраченное на один поворот, мин; ($t_{\text{пов}} = 0,3$).

Длина пути наполнения скрепера

$$l_1 = \frac{q \cdot K_H \cdot K_{\text{пов}}}{B \cdot h \cdot K_p}, \quad (21)$$

где $K_{\text{пов}}$ - коэффициент, учитывающий потери грунта за счёт образования боковых валиков и призмы волочения, ($K_{\text{пов}} = 1,2 \div 1,5$);

B - ширина резания, м;

h - средняя толщина стружки, м.

Длина пути разгрузки $l_3 = 3 \div 10$ м.

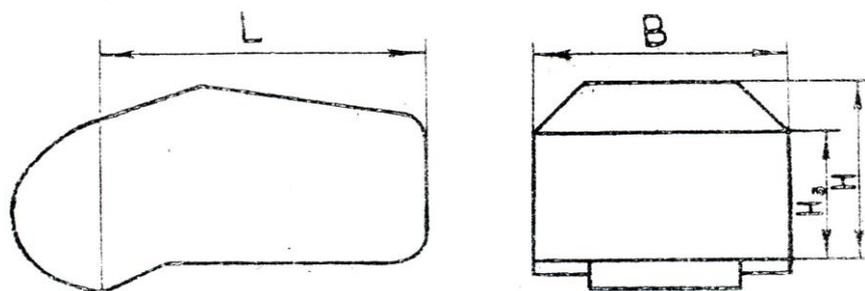


Рис. 3.2. Схема ковша скрепера

Таблица 3.7 - Технические характеристики базовых тракторов скреперов

Показатели	Марка трактора									
	Т-100М	Т-130Г	Т-180Г	ДТ-75Б	ДЭТ-250	Т-220	Т-330	Т-500	Т-4АШ	Т-74
Масса, кг	11800	14500	15700	7300	26700	20700	29200	40000	8200	6000
Номинальная мощность двигателя, кВт	79,5	103	132	55	220	161,5	242	368	95,6	55
Габаритные размеры, мм: Длина	4250	5420	5420	4575	6236	5500	6000	6500	4475	4225
Ширина	2460	2475	2740	1740	3220	2850	2900	2950	1952	1845
Высота	3040	2800	2820	2304	3180	2900	3150	3240	2568	2325
Колея, мм	1880	1880	2040	1330	2450	2200	2250	2300	1384	1435

Расчётные скорости движения, м/с: При заполнении ковша скрепера грунтом, U_1	0,57	0,7	0,67	0,77	0,64	0,8	0,90	0,95	1,1	0,8
При транспортировании гружёного скрепера, U_2	1,59 – 2,17	1,59 – 2,17	1,81 – 2,47	1,65 – 2,25	1,87 – 2,55	1,81 – 2,47	1,92 – 2,62	1,92 – 2,62	1,43 – 1,95	1,65 – 2,25
При транспортировании порожнего скрепера, U_3	2,17 – 2,46	2,17 – 2,46	2,74 – 2,80	2,25 – 2,56	2,55 – 2,89	2,47 – 2,80	2,62 – 2,97	2,62 – 2,94	1,95 – 2,21	2,25 – 2,55

4 Автогрейдер

4.1 Общая характеристика

Автогрейдеры представляют собой самоходные планировочно-профилировочные машины, основным рабочим органом которых служит полноповоротный грейдерный отвал с ножами, установленный под углом к продольной оси автогрейдера и размещенный между мостами пневмоколесного ходового оборудования.

Применяются для планировочных и профилировочных работ при строительстве дорог, сооружения невысоких насыпей и профильных выемок, отрывки дорожного корыта и распределения в нем каменных материалов, зачистки дна котлованов, планировки территорий, засыпки траншей, рвов, канав и ям, а также очистки стройплощадок, дорог и площадей от снега.

Процесс работы состоит из резания грунта, его перемещения, разравнивания и планировки поверхности.

Автогрейдеры классифицируют: по конструктивной массе; типу трансмиссии; колесной схеме и типу бортовых передач.

Автогрейдеры по конструктивной массе

- лёгкие (масса до 9 т, мощность до 50 кВт);
- тяжёлые (до 19 т; до 150 кВт);
- осособотяжёлые (более 19 т; более 150 кВт);
- средние (до 13 т; до 75 кВт);

Автогрейдеры по типу трансмиссии

- с механической трансмиссией;
- с гидромеханической трансмиссией.

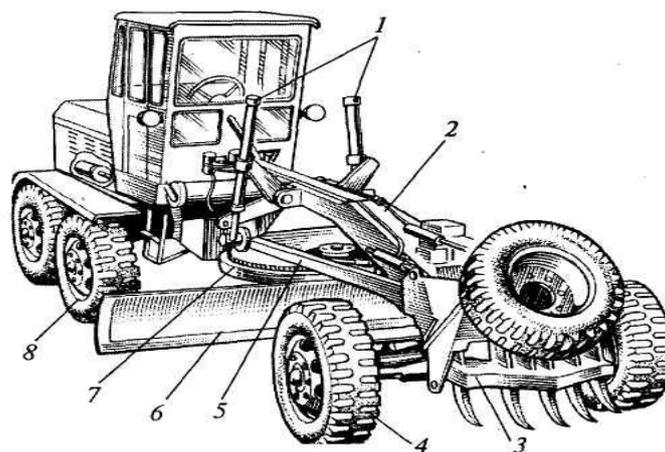


Рис. 4.1. Автогрейдер

Задание: Выбрать основные параметры. Произвести тяговый расчёт и определить баланс мощности. Данные для расчёта приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1 - Варианты заданий к упражнению №4

Вариант	Масса автогрейдера	Число проходов	Грунт	Параметры забоя кювета			v_{PI} , км/ч
				глубина, м	внутренний откос	внешний откос	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	8,5	-	Песок	0,5	1 : 2	1 : 1	3,0
2.	-	6		0,6	1 : 2	1 : 1,1	3,1
3.	9	-		0,5	1 : 2,5	1 : 1,2	3,2
4.	-	5		0,6	1 : 2,5	1 : 1,3	3,3
5.	9,5	-		0,5	1 : 3	1 : 1,4	3,4
6.	-	4		0,6	1 : 3	1 : 1,5	3,5
7.	8,5	-	Супесь	0,5	1 : 2	1 : 1	3,6
8.	-	6		0,6	1 : 2	1 : 1,1	3,7
9.	9	-		0,5	1 : 1,25	1 : 1,2	3,75
10.	-	5		0,6	1 : 1,25	1 : 1,3	3,8
11.	9,5	-		0,5	1 : 3	1 : 1,4	3,9
12.	-	4		0,6	1 : 3	1 : 1,5	4,0
13.	12,5	-	Суглинок средний	0,7	1 : 2	1 : 1	4,1
14.	-	4		0,6	1 : 2	1 : 1,1	4,2
15.	13,0	-		0,7	1 : 2,5	1 : 1,2	4,25
16.	-	5		0,6	1 : 2,5	1 : 1,3	4,3
17.	13,5	-		0,7	1 : 3	1 : 1,4	4,4
18.	-	6		0,6	1 : 3	1 : 1,5	4,5
19.	12,5	-	Суглинок тяжёлый	0,7	1 : 2	1 : 1	3,6
20.	-	4		0,8	1 : 2	1 : 1,1	3,7
21.	13,0	-		0,7	1 : 1,25	1 : 1,2	3,75
22.	-	5		0,8	1 : 1,25	1 : 1,3	3,8
23.	13,5	-		0,7	1 : 3	1 : 1,4	3,9
24.	-	6		0,8	1 : 3	1 : 1,5	4,0
25.	18,6	-	Глина	0,7	1 : 2	1 : 1	4,1
26.	-	4		0,8	1 : 2	1 : 1,1	4,2
27.	19,0	-		0,7	1 : 2,5	1 : 1,2	4,25
28.	-	5		0,8	1 : 2,5	1 : 1,3	4,3
29.	19,5	-		0,7	1 : 3	1 : 1,4	4,4
30.	-	6		0,8	1 : 3	1 : 1,5	4,5

Последовательность выполнения упражнения:

Определяем общую (конструктивную) массу автогрейдера. По ГОСТ 9420-69 масса является главным параметром автогрейдера, которые подразделяются на лёгкие (9т), средние (13т) и тяжёлые (19т). Масса автогрейдера определяется исходя из максимально возможной силы тяги, реализуемой на отвале при вырезании части кювета:

$$m = \frac{K_1 \cdot F \cdot K_k}{\psi \cdot \varphi_{\text{сц}} \cdot n \cdot g} \text{ кг}, \quad (92)$$

где K_1 - коэффициент, учитывающий неравномерность сечения стружки при проходах и возможность уменьшения сцепного веса из-за вертикальной реакции грунта на рабочий орган; $K_1 = 1,25 \div 1,35$.

F - площадь поперечного сечения кювета, см^2 (определяется по параметрам забоя, приведены в табл. 24);

K_k - удельное сопротивление грунта копанию, Н/см^2 ; $K_k = 20 \div 24 \text{ Н/см}^2$;

ψ - коэффициент, учитывающий колёсную формулу автогрейдера; $\psi = 1,0$ - для автогрейдера с колёсной формулой $2 \times 2 \times 2$ и $3 \times 3 \times 3$; $\psi = 0,70 \div 0,75$ - для автогрейдера с колёсной формулой $1 \times 2 \times 3$ и $1 \times 1 \times 2$.

$\varphi_{\text{сц}}$ - коэффициент сцепления; при работе буксования $\delta = 18 - 22\%$
 $\varphi_{\text{сц}} = 0,7 - 0,8$;

n - заданное число проходов;

g - ускорение силы тяжести, м/с^2 ; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Для средних условий работы и заданном числе проходов массу автогрейдера можно определить по графикам (рис. 27д), построенным по формуле [48]:

$$m = 18,4 \cdot \frac{h^2}{n} \text{ т}, \quad (93)$$

где h - глубина кювета, м;

n - число проходов.

Если масса автогрейдера задана, то определяем число проходов, потребное для разработки кювета:

$$n = \frac{K_1 \cdot F \cdot K_k}{m \cdot \psi \cdot \varphi_{\text{сц}} \cdot g}. \quad (94)$$

Определяем среднее значение стружки грунта, разрабатываемой за один проход:

$$F_1 = \frac{F}{n}. \quad (95)$$

Определяем сцепную силу тяжести автогрейдера:

$$G_{\text{сч}} = m \cdot g \cdot \varphi_{\text{сч}} \cdot \psi \quad \text{Н}, \quad (96)$$

где m - в кг; g - в м/с².

Определяем параметры отвала (рис. 27 в, г):

Площадь поперечного сечения валика грунта перед отвалом $F_r = F_1 \cdot K_p$ (K_p - коэффициент разрыхления грунта; $K_p = 1,20 \div 1,25$) должна разместиться в виде призмы волочения. Высота отвала:

$$H = 0,174 \cdot \sqrt{m} \quad \text{м}, \quad (97)$$

где m - масса автогрейдера, т.

Длина отвала:

$$l = 1,06 \cdot \sqrt{m} \quad \text{м}, \quad (98)$$

где m - масса автогрейдера, т.

Осреднённые параметры углов (рис. 27 в, г) принимают: $\alpha = 35$; $\rho = 25$; $\varphi = 40$; $\gamma_1 = 30$. Отвал выполняют по радиусу:

$$R = \frac{H}{\cos\varphi + \cos\gamma_1} \quad \text{м}, \quad (99)$$

Производим тяговый расчёт автогрейдера при рабочем режиме и установившемся движении:

$$\sum W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 \pm W_6, \quad (100)$$

где W_1 - сопротивление грунта резанию ножом;

W_2 - сопротивление перемещению призмы волочения;

W_3 - сопротивление трения грунта призмы волочения по отвалу (вдоль);

W_4 - сопротивление трения грунта призмы волочения по отвалу (вверх);

W_5 - сопротивление перекатыванию колёс;

W_6 - сопротивление преодоления уклона поверхности движения.

$$W_1 = F_1 \cdot K_1 \quad \text{Н}, \quad (101)$$

где F_1 - площадь поперечного сечения вырезаемой стружки, см²;

$F_1 = \frac{l \cdot h \cdot \sin\alpha}{4 \cdot \cos\delta'}$ (при условии резания грунта отвалом, погруженным в грунт на 0,5 длины);

h - толщина разрабатываемой стружки, см; $h = \left(\frac{1}{65} \div \frac{1}{70} \right) \cdot H$;

δ' - угол наклона ножа в вертикальной плоскости нормальной к продольной оси машины; $\delta' = 0 - 90$, $\delta'_{\text{онт}} = 35$;

α - угол захвата ножа; $\alpha = 30 \div 90$; $\alpha_{\text{онт}} = 30 \div 34$ при $\rho = 22 \div 30$, здесь ρ - угол трения грунта;

l - длина отвала, см.

Сопротивление перемещению призмы волочения грунта:

$$W_2 = Q_{\text{гр}} \cdot \mu_1 \cdot \sin \alpha, \quad (102)$$

где $Q_{\text{гр}}$ - вес призмы грунта (сила тяжести), Н;

$$Q_{\text{гр}} = g \cdot V \cdot \gamma \quad (103)$$

Объём призмы перед отвалом при частично погруженном конце отвала:

$$V = \frac{(H - h_{\text{cp}})^2 \cdot l \cdot K_{\text{н}}}{2 \cdot \text{tg} \varphi_1} \quad \text{м}^3 \quad (104)$$

где h_{cp} - средняя глубина резания, м; $h_{\text{cp}} = \frac{H}{4}$;

γ - объёмный вес грунта призмы волочения (см. т. 3), кг/м³;

μ_1 - коэффициент внутреннего трения грунта о грунт; $\mu_1 = 0,58 \div 1,0$;

φ_1 - угол естественного откоса насыпного грунта; $\varphi_1 = 30 \div 45$.

Сопротивление трения грунта призмы волочения по отвалу:

$$W_3 = Q_{\text{гр}} \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \cos \alpha \quad \text{Н}, \quad (105)$$

где μ_2 - коэффициент трения грунта о металл; $\mu_2 = 0,73 \div 1,0$.

Сопротивление движению грунта вверх по отвалу:

$$W_4 = Q_{\text{гр}} \cdot \cos^2 \gamma_1 \cdot \sin \alpha \cdot \mu_2 \quad \text{Н}, \quad (106)$$

где γ_1 - угол резания ножа; $\gamma_1 = 30$.

Сопротивление перекачиванию колёс:

$$W_5 = m \cdot g \cdot \cos \beta \cdot [(1 - a) \cdot f + a \cdot \mu_2] \quad \text{Н} \quad (107)$$

где β - угол наклона участка работы в направлении движения; $\beta = 10$;

a - коэффициент, учитывающий часть силы тяжести, воспринимаемой отвалом и передаваемой на грунт; $a = 0 \div 0,5$, обычно принимают $a = 0,25$;

f - коэффициент сопротивления качению колёс; $f = 0,015 \div 0,20$, зависит от вида и состояния поверхности движения.

Сопротивление преодоления подъёма:

$$W_6 = m \cdot g \cdot \sin\beta \quad \text{Н.} \quad (108)$$

Первые четыре составляющие сопротивления $W_1 + W_2 + W_3 + W_4$ являются сопротивлением копанию:

$$W_{\text{коп}} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \quad (109)$$

При движении автогрейдера с ускорением, возникающим при изменении скорости движения, необходимо учитывать сопротивление от сил инерции:

$$W_7 = \left(\varepsilon \cdot m + \frac{Q_{\text{гр}}}{g} \right) \cdot \frac{dv_p}{dt} \quad \text{Н,} \quad (110)$$

где ε - коэффициент учета вращающихся масс, $\varepsilon = 1,1 \div 1,15$;

m - в кг; $Q_{\text{гр}}$ - в Н;

v_p - скорость движения, м/с; $v_p = 1 \div 2$ м/с;

t - время разгона, с; $t = 3 \div 5$ с.

При наезде автогрейдера на непреодолимое препятствие возникает дополнительное динамическое сопротивление W_8 , на величину которого оказывает влияние масса автогрейдера и препятствия, их жёсткости и скорость в момент соударения:

$$W_8 = v_p \cdot \sqrt{m \cdot C_0} \quad \text{Н,} \quad (111)$$

где v_p - скорость автогрейдера в момент соударения, м/с; $v_p = 1 \div 2$ м/с;

m - масса автогрейдера, кг;

C_0 - суммарная жёсткость автогрейдера (рис. 27е), Н/м;

$$C_0 = \frac{C_1 + C_2}{C_2 + \frac{1,5 \cdot H_1^2 \cdot C_1}{L^2}} \quad \text{Н/м,} \quad (112)$$

где C_1 - жёсткость металлоконструкции автогрейдера, зависящая от величины сцепного веса (табл. 4.1), Н/м;

C_2 - суммарная жёсткость колёс, Н/м;

$C_2 = 4 \cdot C_{ш}$ - суммарная жёсткость шин задних колёс;

$C_2 = 2 \cdot C_{ш}$ - суммарная жёсткость передних колёс;

$C_{ш}$ - динамическая жёсткость шины (табл. 26), Н/м;

H_1 - координата центра тяжести автогрейдера, м; $H_1 = 1,2 \div 1,5$ м;

L - база автогрейдера, м; $L = 4 \div 6$ м.

Таблица 4.1 - Значение жёсткости металлоконструкции автогрейдера (C_1)

Сила тяжести, приходящаяся на ведущие колёса, кН	60	80	100	120
Жёсткость металлоконструкции C_1 , Н/м	$12 \cdot 10^5$	$15 \cdot 10^5$	$17,5 \cdot 10^5$	$19,5 \cdot 10^5$

Таблица 4.2- Значение динамической жёсткости шин C_2 в Н/м

Обозначение шины	Нагрузка, кН	Давление воздуха в шинах, МПа			
		0,25	0,19	0,13	10,07
16,00 – 24	25 – 35	$45 \cdot 10^3$	$37 \cdot 10^3$	$30 \cdot 10^3$	$25 \cdot 10^3$
12,00 – 20	15	$55 \cdot 10^3$	-	-	-
1140×700	25 - 35	-	$57,5 \cdot 10^3$	$42,5 \cdot 10^3$	$42,5 \cdot 10^3$

При транспортном режиме на автогрейдер действуют сопротивления:

$$\sum W_{it} = W'_5 + W_6 + W_7 + W_9 \quad \text{Н}, \quad (113)$$

где

$$W'_5 = m \cdot g \cdot \cos\beta \cdot f \cdot H \quad (114)$$

$$W_7 = \varepsilon \cdot m \cdot \frac{dv_{tr}}{dt} \quad (115)$$

$v_{tr} = 10$ м/с; $t = 3 \div 5$ с;

W_9 - сопротивление движению воздуха, Н/м² ;

$$W_9 = \frac{K \cdot F_b \cdot v^2}{3,6} \quad (116)$$

K - коэффициент сопротивления движению воздуха, Н/м² ;
 $K = 0,6 \div 0,8$ Н/м² ;

F_b - лобовая площадь автогрейдера, м² ; $F_b \approx 5 \div 6$ м² ; v - в км/ч.

Определяем мощность двигателя, потребную для работы автогрейдера на рабочем и транспортном режимах:

$$N_{\text{двиг}} = 10^{-3} \cdot \sum W_i \cdot v_p \cdot \frac{1}{\eta_1 \cdot \eta_2} \quad \text{кВт}, \quad (117)$$

$$N_{\text{двиг}} = 10^{-3} \cdot \sum W_{\text{ит}} \cdot v_{\text{тр}} \cdot \frac{1}{\eta_1 \cdot \eta_2} \quad \text{кВт}, \quad (118)$$

где $\sum W_i$ и $\sum W_{\text{ит}}$ в Н;

$v_{\text{тр}}$ и v_p в м/с;

η_1 - механический к.п.д. трансмиссии; $\eta_1 = 0,75 \div 0,85$;

η_2 - коэффициент уменьшения мощности двигателя из-за неустановившейся нагрузки; $\eta_2 = 0,9 \div 0,98$.

Из двух мощностей двигатель выбирают по наибольшей (прилож. 4).

Определяем максимальную силу тяги на колёсах автогрейдера при условии установки на нём выбранного двигателя:

$$T_{\text{max}} = 10^3 \cdot \frac{N_{\text{е max}}}{v_p} \cdot x_p \cdot x_o \cdot \eta_1 \quad \text{Н}, \quad (119)$$

где $N_{\text{е max}}$ - мощность выбранного двигателя, кВт;

x_p - коэффициент приспособляемости двигателя (см. методику №5);

x_o - коэффициент снижения частоты вращения коленчатого вала (см. методику №5);

v_p - рабочая скорость движения, м/с.

Проверка работоспособности автогрейдера на рабочей передаче:

$$T_{\text{msx}} \geq \sum W_i \leq G_{\text{сц}} = m \cdot g \cdot \varphi_{\text{сц}} \cdot \psi. \quad (120)$$

В случае, если указанное условие не соблюдается, необходимо изменить режим работы автогрейдера.

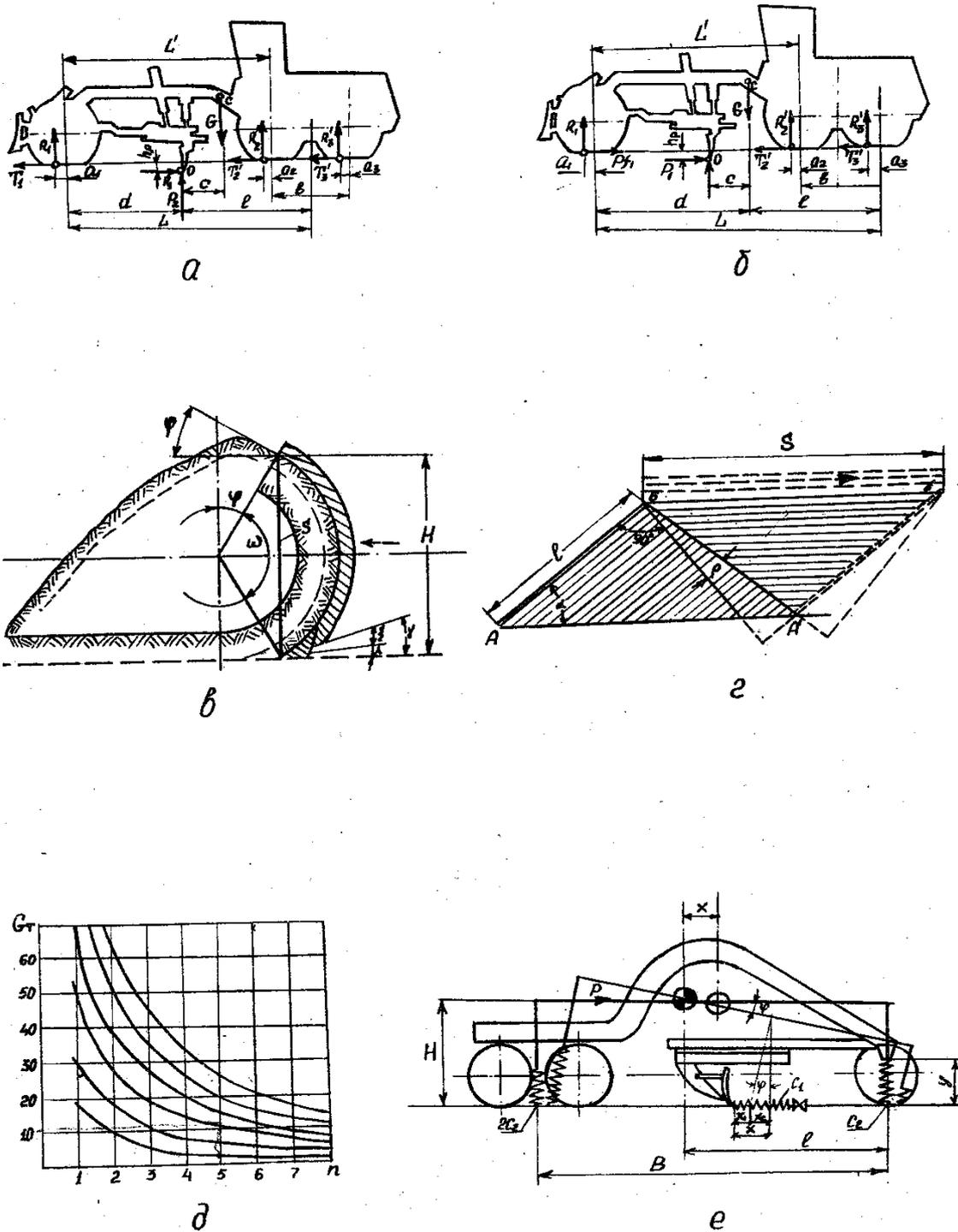


Рис. 4.2 Схемы режима работы грейдера

Варианты заданий

Номер варианта	Тип ходового оборудования	Тип грунта основания	Масса машины, G, т	Наибольший угол подъема, α , град.	Скорость передвижения, v , км/ч	Координаты центра тяжести, см	
						ℓ_1	ℓ_2
Гусеничное ходовое оборудование							
1	А	6	10	15	4,5	10	5
2	А	1	12	25	4,0	20	8
3	Б	2	14	25	3,5	25	10
4	Б	3	16	22	3,4	30	12
5	Б	2	18	22	3,2	35	14
6	А	2	20	20	3,0	40	16
7	А	2	24	20	2,8	45	12
8	Б	1	28	18	2,6	50	10
9	Б	2	32	18	2,4	55	8
10	А	6	36	16	2,2	40	10
11	А	3	40	15	2,0	30	12
12	Б	1	42	14	1,8	20	14
13	Б	2	46	12	1,6	30	10
14	А	1	48	12	1,4	40	15
15	Б	2	50	10	0,9	50	10
16	А	2	55	8	1,0	55	8
17	А	2	60	6	1,2	50	15
18	Б	3	65	6	1,3	55	10
19	Б	3	70	5	1,4	60	12
20	Б	3	75	10	1,1	65	14
21	А	4	80	10	1,2	70	10
22	А	4	85	8	1,1	60	15
23	Б	4	90	8	1,0	40	12
24	Б	5	95	5	0,8	50	10
25	Б	5	100	5	0,8	50	8

Варианты заданий

Номер варианта	Тип ходового оборудования	Тип грунта основания	Масса машины, G, т	Наибольший угол подъема, α , град.	Скорость передвижения, v , км/ч	Координаты центра тяжести, см	
						ℓ_1	ℓ_2
Пневмоколесное ходовое оборудование							
1	В, Д	1	6	10	50	35	20
2	В, Д	2	8	12	48	40	30
3	В, Е	3	10	14	46	60	40
4	В, Д	4	12	12	44	30	50
5	Г, Е	5	14	14	42	40	50
6	Г, Е	1	16	16	40	45	45
7	Г, Д	2	18	18	36	50	40
8	В, Д	3	20	20	50	55	35
9	В, Е	4	22	25	48	60	30
10	Г, Е	5	24	20	46	65	28
11	В, Д	1	26	18	44	70	26
12	Г, Д	1	28	16	42	75	24
13	Г, Д	2	30	14	40	80	30
14	Г, Е	2	32	12	38	85	22
15	В, Е	3	34	10	36	90	20
16	В, Е	3	36	8	32	45	18
17	В, Д	4	38	10	30	50	15
18	В, Д	5	40	12	35	55	10
19	В, Е	5	8	18	40	60	20
20	В, Е	3	10	18	42	70	25
21	Г, Е	3	12	16	44	80	30
22	Г, Д	3	14	16	46	30	36
23	Г, Д	2	16	14	50	25	40
24	Г, Е	2	18	14	52	15	45
25	Г, Е	1	20	12	54	10	50

Тип А – многоопорное, тип Б – малоопорное гусеничное ходовое оборудование. Тип В – с рулевым управлением, тип Г – шарнирно-сочлененные машины, тип Д – с одной задней ведущей осью, тип Е – с двумя ведущими осями пневмоколесное ходовое оборудование.

Типы грунтов: 1 – рыхлый грунт; 2 – плотный грунт; 3 – рыхлый песок; 4 – асфальтобетонное покрытие; 5 – цементобетонное покрытие; 6 – заболоченный грунт.

Приложение 2

Значения коэффициентов сцепления $\varphi_{сц}$, сопротивления движению f , трения $f_{тр}$ и сдвига грунта K_c .

Тип грунта	Поверхность движения	Коэффициенты								
		сцепления $\varphi_{сц}$			сопротивления движению f			трения $f_{тр}$		сдвига грунта, Н/см^2 K_c
		шины		гусеничного хода	шины		гусеничного хода	Стали	резины	
		низкого давления	высокого давления		низкого давления	высокого давления				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Рыхлый грунт	0,85-0,90	0,75-0,80	0,90-1,08	0,15-0,20	0,15-0,18	0,10-0,15	0,35-0,65	0,4	2,5-10
2	Плотный грунт	0,90-0,93	0,80-0,85	0,95-1,05	0,05-0,1	0,07-0,1	0,08-0,1	0,5-0,8	0,4	12-25
3	Рыхлый песок	0,4-0,6	0,4-0,6	0,40-0,55	0,30-0,35	0,30-0,35	0,15	0,35-0,50	0,4	2,5-5
4	Асфальтобетонное покрытие	0,30-0,45	0,45-0,55	0,50-0,60	0,01-0,02	0,015	0,03	0,8-1,0	0,6	-
5	Цементнобетонное покрытие	0,35-0,45	0,60-0,75	0,50-0,60	0,01-0,02	0,015	0,03	0,6-0,8	0,6	-

Приложение 3

Основные параметры пневматических шин, применяемых на строительных машинах

Параметры	Модель					
	180-508 (6,50-20)	240-508 (8,25-20)	308-508 (12,0-20)	370-508 (14,0-20)	430-610 (16,0-24)	500-635 (18,0-25)
1	2	3	4	5	6	7
Норма слойности	8	12	14	16	24	28
Наружный диаметр D_k , мм	868	988	1124	1275	1500	1605
Ширина профиля B_k , мм	180	240	325	390	450	510
Допустимая нагрузка $[R]$, кН	10,0	17,0	25,0	38,0	55,0	70,0
Статический радиус под нагрузкой $r_{ст}$, мм	400	455	527	586	683	745
Давление в шине P , мПа	0,45	0,6	0,55	0,42	0,50	0,50
Масса, кг	40	55	70	75	180	400

Продолжение приложения 3

Параметры	Модель						
	500-711 (18,0-28)	570-635 (21,0-25)	570-711 (21,0-28)	670-635 (26,5-25)	760-838 (27,0-33)	950-1041 (37,5-39)	1130-1143 (44,5-45)
1	8	9	10	11	12	13	14
Норма слойности	20	24	24	26	30	42	44
Наружный диаметр D_k , мм	1725	1785	1790	1825	2235	2850	3270
Ширина профиля B_k , мм	505	575	565	695	750	900	1130
Допустимая нагрузка [R], кН	75,0	87,0	100	105	150	266	410
Статический радиус под нагрузкой $r_{ст}$, мм	794	812	810	835	1030	1325	1488
Давление в шине P, мПа	0,42	0,35	0,35	0,35	0,35	0,30	0,30
Масса, кг	380	450	360	550	850	1400	1600

Приложение 4

Коэффициент жесткости каркаса покрышки μ .

Давление воздуха в шине, p, мПа	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Коэффициент μ	0,6	0,5	0,4	0,32	0,25	0,20	0,15

где A, B, n – постоянные коэффициенты, зависящие от типа шин, рисунка протектора и влажности грунта.

Приложение 5

Значение коэффициента A, B, n.

Состояние грунта	ω/ω_0	n	A	B, при давлении в шине, мПа				
				0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Рыхлый (насыпной)	0,76	6	0,11	2,79	5,15	7,82	10,24	12,31
	1,00	6	0,12	2,97	6,58	11,13	14,74	18,10
	1,17	5	0,13	2,73	6,29	10,06	14,15	18,88
	1,33	4	0,14	2,53	6,68	11,72	19,14	24,96
Плотный (свежесре- занный)	0,67	8	0,09	1,50	2,34	2,81	3,38	3,73
	1,00	8	0,10	2,31	5,48	9,25	14,40	18,10
	1,17	6	0,12	2,56	7,76	14,79	24,47	42,18
	1,33	4	0,15	2,81	10,03	27,35	70,82	210,38

ω – влажность грунта; ω_0 – оптимальная влажность грунта.

Примерные тесты по дисциплине

1. При положительных температурах грунт представляет собой:
 - А. Однофазное дисперсное тело
 - В. Двухфазное дисперсное тело
 - С. Трехфазное дисперсное тело

2. Основными составляющими гранулометрического состава грунта являются:
 - А. Суглинки
 - В. Супеси
 - С. Глины, пески

3. Отношение объема грунта в разрыхленном состоянии к объему, который занимал тот же грунт до разрыхления:
 - А. Коэффициент резания
 - В. Коэффициент разработки
 - С. Коэффициент разрыхления

4. Влажность грунта характеризуется:
 - А. Массой влажной пробы
 - В. Массой сухой пробы
 - С. Содержанием воды, в определенной навеске

5. Сжимаемость - характерное свойство грунтов изменять объем под действием:
 - А. Веса
 - В. Нагрузки
 - С. Удара

6. Липкость – свойство большинства пластичных грунтов при определенной влажности:
 - А. Прилипать к поверхности земли
 - В. Прилипать к поверхности рабочих органов
 - С. Увеличиваться в объеме при разработке

7. Абразивность – способность грунтов:
 - А. Изнашивать трущуюся о них поверхность
 - В. Увеличивать объем грунта, уменьшать его плотность и прочность
 - С. Цементировать грунт с рабочей поверхностью инструмента

8. Механический способ разрушения грунтов:
 - А. Резанием, сколом, отрывом
 - В. Давлением газов
 - С. Ультразвуком, током высокой частоты

9. Гидравлический способ разрушения грунтов
- А. Перевод в жидкое или газообразное состояние
 - В. Всасыванием или размывом
 - С. При динамических или виброударных нагрузках
10. Физический способ разрушения грунтов
- А. Ручной
 - В. Электромагнитным полем
 - С. Струей воды
11. Режущая часть рабочего органа землеройных машин выполняется в виде:
- А. Зуба, отвала
 - В. Сферического ножа
 - С. Клина
12. Процесс отделения от массива при помощи режущей части рабочего органа стружки определенного сечения, называется:
- А. Копание
 - В. Резание
 - С. Перемещение
12. Копание – процесс:
- А. Отрыва грунта
 - В. Обрушение грунта
 - С. Резания и перемещения
13. При внедрении клина в грунт, резание будет:
- А. Блокированное
 - В. Полублокированное
 - С. Свободное
14. Установившийся режим работы характерен для:
- А. Бульдозеров
 - Б. Скреперов
 - С. Многоковшовых экскаваторов
15. Неустановившийся режим работы характерен для:
- А. Бульдозеров
 - В. Скреперов
 - С. Многоковшовых экскаваторов
16. Основные задачи рамы и движителя ходового оборудования:
- А. Передвигать машину с рабочей скоростью
 - В. Передвигать машину с транспортной скоростью
 - С. Воспринимать нагрузки и передвигать машину с разными скоростями

17. Наиболее распространенные типы конструкций ходовых движителей машин:
- A. Рельсовое
 - B. Шагающее
 - C. Плавающее
 - D. Гусеничное, пневмоколесное
18. Достоинство гусеничного хода:
- A. Малая масса
 - B. Большая масса
 - C. Маневренность
 - D. Небольшое давление на грунт
19. Недостаток гусеничного хода:
- A. Относительно равномерное распределение давления на грунт
 - B. Деформация поверхности грунтозацепами при движении
 - C. Достаточная мобильность
20. Гусеничный движитель представляет собой:
- A. Замкнутую ленту, состоящую из отдельных звеньев
 - B. Гусеничные звенья, которые изготавливаются литыми, штампованными, сварными
 - C. Ленту из звеньев зацепляющуюся с ведущими звездочками
21. Многоопорное ходовое оборудование применяется при работе:
- A. В грунтах с большим количеством каменных включений
 - B. На твердых грунтах
 - C. При работе на мягких грунтах
22. Чтобы определить среднее давление машины на грунт надо знать:
- A. Расстояние между осями опорных катков
 - B. Ширину колеи гусеничного хода
 - C. Ширину и длину опорной поверхности
23. В формуле суммарного сопротивления движению машины на гусеничном ходу, не учитывается:
- A. Внутреннее сопротивление ходового механизма
 - B. Сопротивление при подъеме
 - C. Сопротивление ветру
24. Линейные размеры гусеничного оборудования определяются уравнением регрессии, где (к):
- A. Масса машины
 - B. Длина гусеницы
 - C. Коэффициент основных размеров ходового оборудования

25. Достоинства пневмоколесного хода:
- А. Высокое давление на грунт
 - В. Грузоподъемность
 - С. Высокая транспортная скорость
26. Недостатки пневмоколесного хода:
- А. Сравнительно малый коэффициент сцепления колес с основанием
 - В. Регулирование давления
 - С. Малая масса
27. В формуле суммарного сопротивления машины на пневмоколесном ходу, не учитывается:
- А. Сопротивление повороту машины
 - В. Сопротивление качению колес
 - С. Сопротивление инерции при разгоне
28. Важный показатель пневмоколесного хода:
- А. Мобильность
 - В. Маневренность
 - С. Пневмоколесная формула
29. Шагающее ходовое оборудование обеспечивает:
- А. Высокую проходимость
 - В. Создание малых давлений на грунт
 - С. Высокую маневренность
30. В рабочем положении шагающий экскаватор опирается на:
- А. Опорные башмаки
 - В. Опорный круг
 - С. Главный, вспомогательный гидроцилиндры
31. Сопротивление передвижению машины на рельсовом ходу учитывает:
- А. Внутреннее сопротивление ходового механизма
 - В. Сопротивление сил трения и качения
 - С. Сопротивление движению на горизонтальном участке
32. Рельсовое ходовое оборудование применяется:
- А. в многоковшовых экскаваторах поперечного копания
 - В. в планировочных работах
 - С. в скреперных работах
33. Плавающий ход применяется в следующих машинах:
- А. Гидроэлеваторах
 - В. Гидромониторах
 - С. Землесосных установках

34. Мелиорация, это:
- A. Коренное улучшение земель по интенсификации с/х производства
 - B. Поверхностное улучшение сенокосов и пастбищ
 - C. Первичная обработка почвы
 - D. Совокупность мероприятий направленных на коренное улучшение земель
35. Регулирование водного режима путем осушения избыточно увлажненных почв и орошения почв в засушливых районах относится к работам:
- A. Культуртехническим
 - B. Гидротехническим
 - C. Химическим
36. Культуртехнические работы это:
- A. Работы связанные с устранением всех механических препятствий, мешающих обработке земель
 - B. Приведение земель в пахотнопригодное состояние
 - C. Процесс копания, перемещения и распределения материала
37. Какая из перечисленных операций не относится к корчевке пней:
- A. Подготовка
 - B. Корчевка
 - C. Удаление
 - D. Вспашка
38. Раздельный способ корчевания пней заключается в:
- A. Корчевке, перевозке, сушке, сжигании
 - B. Корчевке, сжигании, перетряхивании, повторном сжигании
 - C. Корчевке, сушке, вывозу, сжигании
39. Назначение кусторезов:
- A. Для валки и срезания леса
 - B. Для сплошного удаления растительности
 - C. Для срезания надземной части кустарника
40. Ножевые (пассивные) рабочие органы кусторезов бывают:
- A. С горизонтальными ножами
 - B. Вращающимися ножами
 - C. Рубящими (дробящими)
41. Ширина захвата кустореза с горизонтальными ножами
- A. 2,5 – 3,6 м
 - B. 2,5 м
 - C. 1,5 – 2,0 м

42. Каким из способов корчуют крупные пни:
- А. Заглубление клыков под пень и извлечение из грунта путем поворота двуплечих рычагов рабочего органа
 - В. Заглубление клыков под пень и сдвиг толкающим усилием трактора с подъемом корчевательного устройства
 - С. Заглубление клыков под пень и сдвиг толкающим усилием трактора
43. Машина имеющая вращающиеся корчующие клыки
- А. Корчеватель с гидравлическим приводом
 - В. Корчеватель с поворачивающимся отвалом
 - С. Роторный корчеватель непрерывного действия
44. Рабочий орган камнеуборочной машины циклического действия:
- А. Отвал
 - В. Гребенка
 - С. Задние рыхлительные зубья
45. Лесовалочные машины предназначены:
- А. Для удаления кустарников и деревьев диаметром менее 20 см
 - В. Для удаления кустарников и деревьев диаметром более 20 см
 - С. Для удаления одиночно стоящих деревьев
46. Какой из способов сводки кустарниковой растительности более эффективный:
- А. Корчевка
 - В. Срезка
 - С. Запашка
 - Д. Фрезерование
47. Звездообразная схема движения агрегата применяется при:
- А. Валке леса
 - В. Уборке крупных камней
 - С. Срезке растительности
48. Первичная обработка с выравниванием поверхности поля проводится:
- А. Бульдозерами
 - В. Креперами
 - С. Грейдерами
49. Основной способ первичной обработки вновь осваиваемых земель:
- А. Вспашка
 - В. Фрезерование
 - С. Планировка

50. Кустарниково-болотный плуг более эффективно применяется на:
- А. Осушенных болотах с разложившимся торфом
 - В. Минеральных почвах
 - С. Почвах с толщиной гумусового слоя не менее 20 см
51. Кустарниково-болотный плуг:
- А. Трехкорпусной
 - В. Двухкорпусной
 - С. Однокорпусной
52. У тяжелых дисковых борон диаметр диска:
- А. 450 мм
 - В. 550 мм
 - С. 660 мм
53. Зазор между кромкой отбойной плиты и ножами фрезерного барабана:
- А. 2-3 мм
 - В. 3-5 мм
 - С. 5-7 мм
 - Д. 7-9 мм
54. В индексе ЭО-3312Б (экскаватор одноковшовый) первая цифра означает:
- А. Исполнение рабочего оборудования
 - В. Тип ходового устройства
 - С. Размерную группу
 - Д. Порядковый номер
55. В индексе ЭО-3312Б (экскаватор одноковшовый) вторая цифра означает:
- А. Исполнение рабочего оборудования
 - В. Тип ходового устройства
 - С. Размерную группу
 - Д. Порядковый номер
56. В индексе ЭО-3312Б (экскаватор одноковшовый) буква означает:
- А. Размерную группу
 - В. Порядковый номер
 - С. Климатическое исполнение
 - Д. Модернизацию
57. Поворотная платформа экскаватора предназначена:
- А. Для размещения двигателя и основных механизмов
 - В. Для крепления рабочего оборудования
 - С. Для крепления стрелы и рукояти
 - Д. Для восприятия нагрузок

58. Поворотный механизм экскаватора предназначен:
- А. Для основных движений рабочего органа
 - В. Для изменения направления движения механизмов и экскаватора в целом
 - С. Для торможения платформы при стоянке, работе, транспортировании
 - Д. Для вращения поворотной платформы
59. Экскаватор ЭТЦ-165 расшифровывается как:
- А. Экскаватор тяжелый цепной
 - В. Экскаватор транспортный цепной
 - С. Экскаватор трубоукладчик цепной
 - Д. Экскаватор траншейный цепной
60. В индексации ЭТР- 204 число 20 это:
- А. Вместимость ковша
 - В. Порядковый номер модели
 - С. Глубина копания
 - Д. Размерная группа
61. Экскаватор ЭТР-204 служит для:
- А. Добычи полезных ископаемых
 - В. Планировки откосов и дна каналов
 - С. Прокладке траншей и щелей
 - Д. Разработки каналов и выемок крупных сечений
62. Экскаватор ЭТЦ-165 на базе МТЗ-82 предназначен для рытья траншей в грунтах 1-3 категории
- А. шириной 0,27 и 0,4м, глубиной до 1,6 м.
 - В. шириной 0,2 и 0,6 м, глубиной до 1,5 м
 - С. шириной 0,8 и 2,5 м, глубиной до 2,5 м
 - Д. шириной 0,5 и 1,2 м, глубиной до 4 м
63. ЗФМ- 3000 машина:
- А. Постоянного действия
 - В. Непрерывного действия
 - С. Циклического действия
 - Д. Неравномерного действия
64. К группе карьерных экскаваторов непрерывного действия относятся:
- А. ЭТЦ - цепные
 - В. ЭТР - роторные
 - С. ЭО - одноковшовые
 - Д. ЭР - радиальные

65. Усилие напора на грунт рабочим оборудованием грейфер создается:
- A. Стрелой
 - B. Массой ковша
 - C. Гидроцилиндрами
 - D. Полиспастом
66. Экскаваторы непрерывного действия классифицируются по:
- A. Типу несущего элемента рабочего органа
 - B. Способу передвижения
 - C. Способу загрузки и разгрузки ковша
 - D. Конструкции рабочих органов
67. Производительность Землеройно-фрезерной машины
- A. 500-1000 м³/ч
 - B. 1000-3000 м³/ч
 - C. 3000-4500 м³/ч
 - D. 4500 м³/ч и более
68. Экономически выгодная дальность перемещения грунта бульдозером:
- A. 20-40 м
 - B. 40-60 м
 - C. 60-80 м
 - D. 80-100 м
69. По типу механизма управления различают бульдозеры с:
- A. Гусеничным управлением
 - B. Гидравлическим управлением
 - C. Пневмоколесным управлением
 - D. Канатно-блочным управлением
70. Специальные бульдозеры предназначены для:
- A. Послойного копания
 - B. Планировки
 - C. Выполнения отдельных видов работ
 - D. Перемещения грунтов и других материалов при строительстве и ремонте дорог и др.
71. У бульдозеров с канатно-блочной системой винтовыми раскосами изменяется угол:
- A. Установки козырька
 - B. Опрокидывания
 - C. Поперечного перекоса
 - D. Поворота в плане

72. Главный параметр бульдозера:
- A. Среднее статическое давление
 - B. Смещение центра давления
 - C. Номинальное тяговое усилие
 - D. Удельное напорное усилие и вертикальное давление внедрения на режущей кромке ножа отвала
73. К основным параметрам отвала относится:
- A. Ширина, высота отвала
 - B. Высота отвала с козырьком
 - C. Номинальное тяговое усилие
 - D. Радиус кривой части отвальной поверхности
74. Дополнительные параметры профиля отвала:
- A. Угол установки козырька при основном положении отвала
 - B. Высота отвала без козырька
 - C. Угол опрокидывания при основной установке отвала
 - D. Ширина отвала
75. В формуле общего тягового сопротивления при работе бульдозера F_2 :
- A. Сопротивление движению машины с рабочим оборудованием
 - B. Сопротивление перемещению призмы волочения
 - C. Сопротивление отделению грунта от массива
 - D. Сопротивление трению при движении грунта по отвалу
76. Увеличение угла поворота отвала бульдозера в плане более 30^0 приводит:
- A. К облегчению работ на косогорах
 - B. К развороту бульдозера
 - C. К облегчению разработки тяжелых грунтов
 - D. К облегчению работ на уклонах
77. Максимальная высота подъема и опускания отвала бульдозера должна быть:
- A. Не менее 10^0
 - B. Не менее 20^0
 - C. Не менее 30^0
 - D. Не менее 40^0
78. Принцип работы автогрейдера заключается:
- A. В послойном копании, планировке, перемещении грунтов
 - B. В резании грунта отвалом, установленным под определенным углом
 - C. В профилировании и создании дорожного полотна путем перемещения грунта
 - D. В планировке откосов, площадок

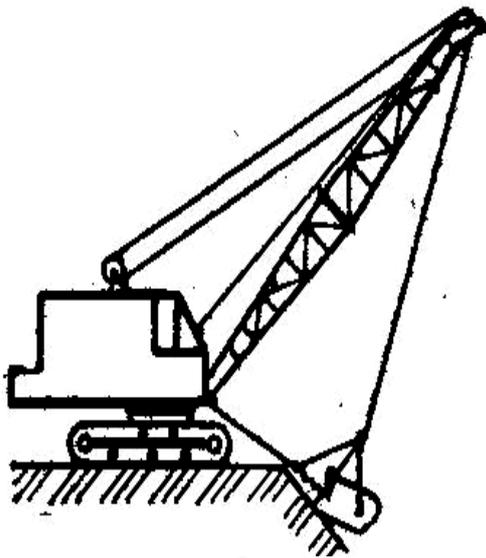
79. Грейдеры классифицируются по:
- A. Способу агрегатирования, длине отвала, массе, типу управления
 - B. Способу агрегатирования, типу землеройного рабочего органа
 - C. Способу передвижения, передачи тягового усилия
 - D. Типу несущего элемента рабочего органа
80. Конструктивная компоновка автогрейдера характеризуется:
- A. Силовой установкой
 - B. Дополнительными рабочими органами
 - C. Колесной формулой
 - D. Основной и тяговой рамой
81. При повороте поворотного круга автогрейдера изменяется:
- A. Тяговое усилие
 - B. Угол резания
 - C. Угол захвата
 - D. Маневренность
82. Ходовое оборудование автогрейдера:
- A. Пневмоколесное
 - B. Гусеничное
 - C. Комбинированное
 - D. Шагающее
83. Шарнирно-сочлененная рама автогрейдера среднего типа увеличивает:
- A. Маневренность
 - B. Проходимость
 - C. Мобильность
 - D. Надежность
84. Угол захвата (угол в плане между режущей кромкой отвала и осью автогрейдера) при планировке равен:
- A. 60°
 - B. 70°
 - C. 80°
 - D. 90°
85. Угол захвата (угол в плане между режущей кромкой отвала и осью автогрейдера) при перемещении грунта равен:
- A. $30-45^{\circ}$
 - B. $45-60^{\circ}$
 - C. $60-75^{\circ}$
 - D. $75-90^{\circ}$

86. Угол захвата (угол в плане между режущей кромкой отвала и осью автогрейдера) при вырезании грунта равен:

- A. $30-40^{\circ}$
- B. $40-50^{\circ}$
- C. $50-60^{\circ}$
- D. $60-70^{\circ}$

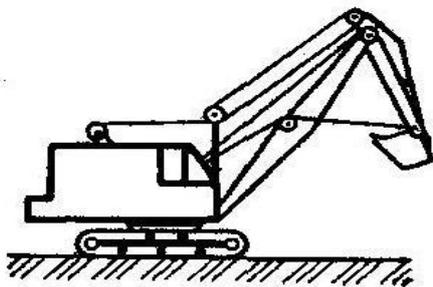
87. Угол опрокидывания отвала, во избежание пересыпания грунта за отвал автогрейдера равен:

- A. $55-65^{\circ}$
- B. $65-75^{\circ}$
- C. $75-80^{\circ}$
- D. $80-90^{\circ}$



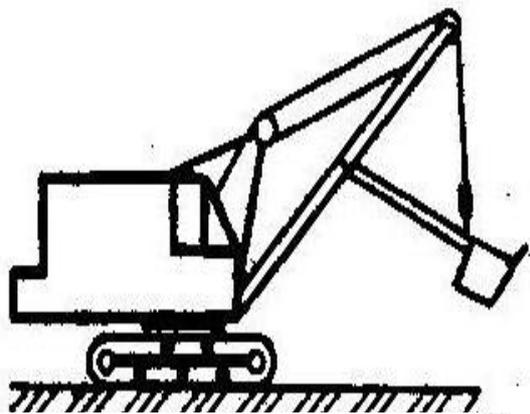
88. Экскаватор одноковшовый с гибкой канатной подвеской

- A. Прямая лопата
- B. Обратная лопата
- C. Грейфер
- D. Драглайн



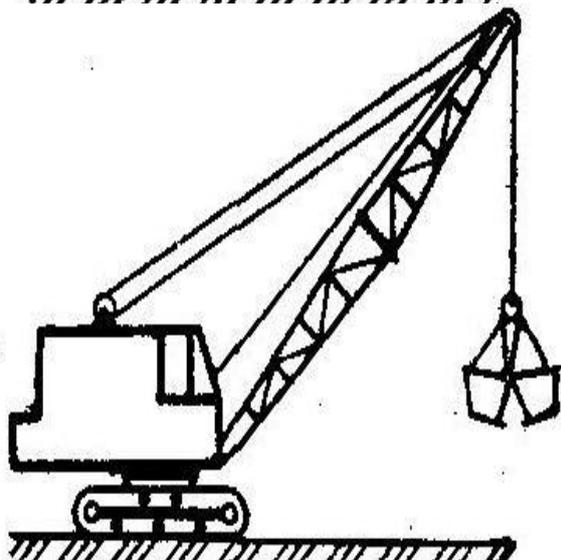
89. Экскаватор одноковшовый с гибкой канатной подвеской

- A. Прямая лопата
- B. Обратная лопата
- C. Грейфер
- D. Драглайн



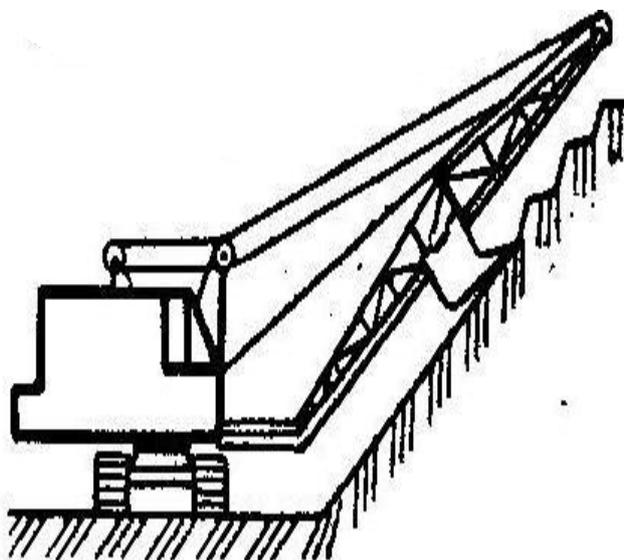
90. Экскаватор одноковшовый с гибкой канатной подвеской

- А. Прямая лопата
- В. Обратная лопата
- С. Грейфер
- Д. Драглайн



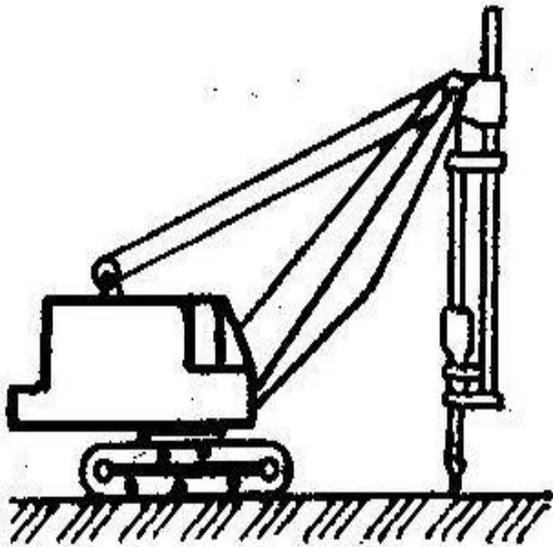
91. Экскаватор одноковшовый с гибкой канатной подвеской

- А. Прямая лопата
- В. Обратная лопата
- С. Грейфер
- Д. Драглайн



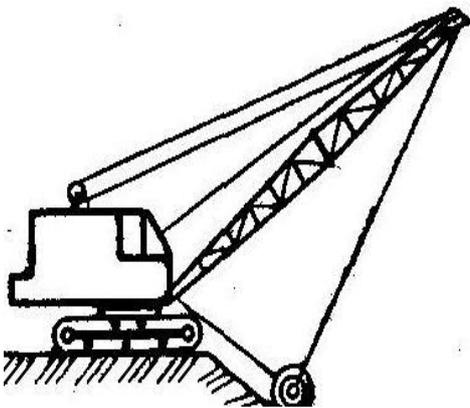
92. Экскаватор одноковшовый с гибкой канатной подвеской

- А. Струг
- В. Скребковый засыпатель
- С. Засыпатель-планировщик
- Д. Откосопланировщик



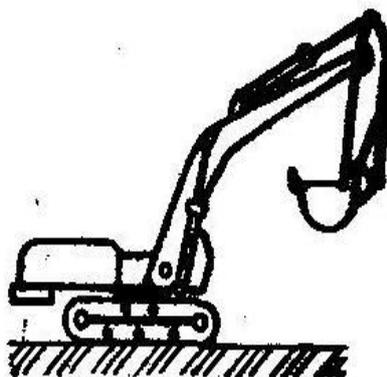
93. Экскаватор одноковшовый с гибкой канатной подвеской

- А. Копр
- В. Корчеватель
- С. Рыхлитель
- Д. Трамбовщик



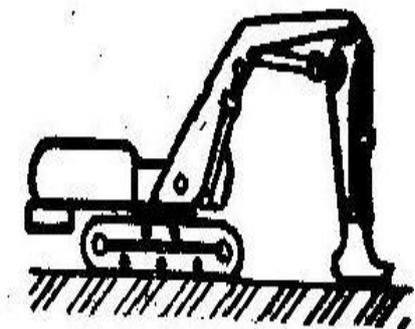
94. Экскаватор одноковшовый с гибкой канатной подвеской

- А. Копр
- В. Корчеватель
- С. Рыхлитель
- Д. Трамбовщик



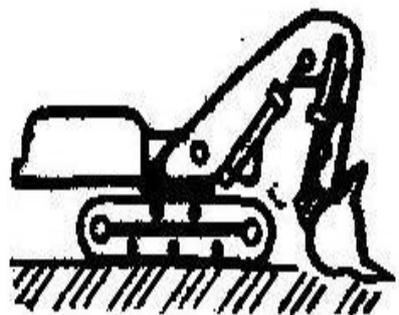
95. Экскаватор универсальный гидравлический

- А. Прямая лопата
- В. Обратная лопата
- С. Грейфер
- Д. Драглайн



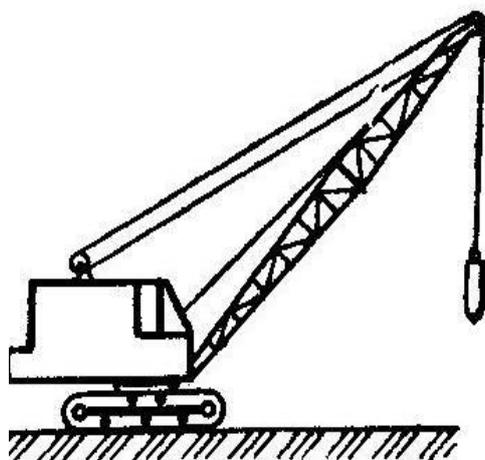
96. Экскаватор универсальный гидравлический

- А. Прямая лопата
- В. Обратная лопата
- С. Грейфер
- Д. Драглайн



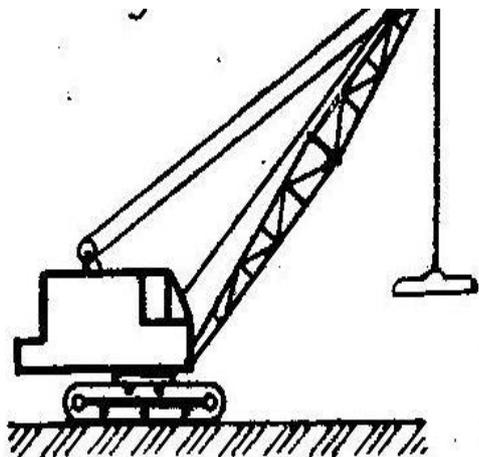
97. Экскаватор универсальный гидравлический

- А. Планировочное оборудование
- В. Обратная лопата
- С. Погрузочное оборудование
- Д. Рыхлительное оборудование



98. Экскаватор универсальный строительный

- А. Копр
- В. Трамбовщик
- С. Рыхлитель
- Д. Драглайн



99. Экскаватор универсальный строительный

- А. Рыхлитель
- В. Засыпатель-планировщик
- С. Трамбовщик
- Д. Грейфер

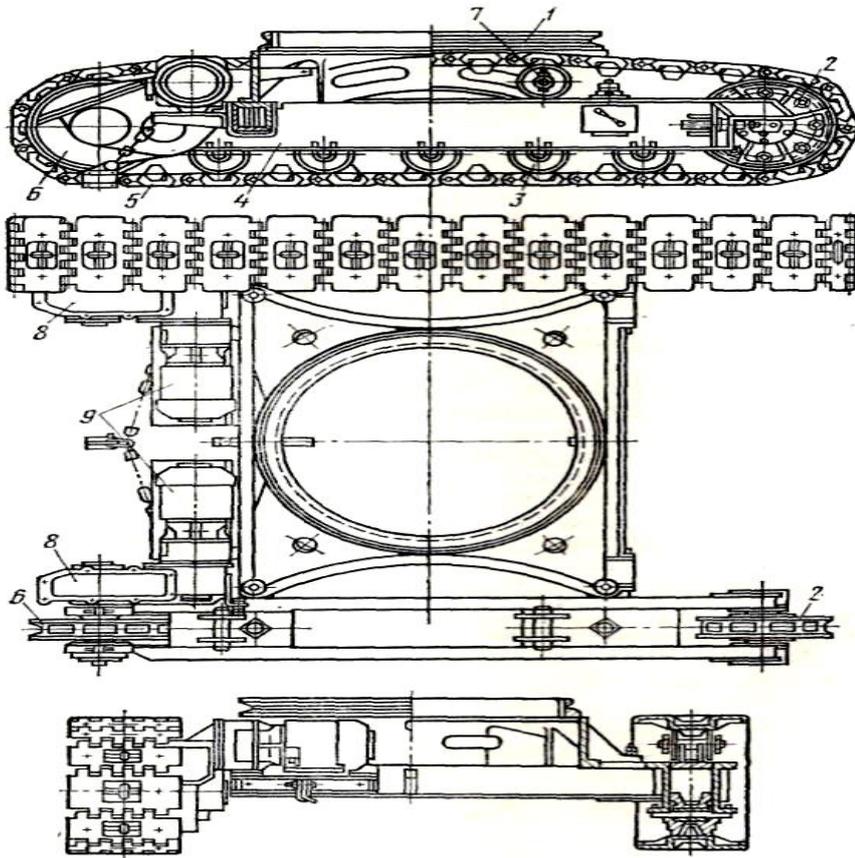


Рисунок 1

100. На рисунке 1 представлена конструкция ходового оборудования:

- А. Трактора
- В. Экскаватора одноковшового
- С. Погрузчика
- Д. Экскаватора непрерывного действия

101. На рисунке 1 позиция 1:

- А. Рама
- В. Опора
- С. Поворотное устройство
- Д. Поддерживающее устройство

102. На рисунке 1 позиция 2 колесо:

- А. Ведомое
- В. Опорное
- С. Ведущее
- Д. Поддерживающее

103. На рисунке 1 позиция 7:

- А. Натяжное колесо
- В. Опорные катки
- С. Поддерживающие катки
- Д. Ведущее колесо

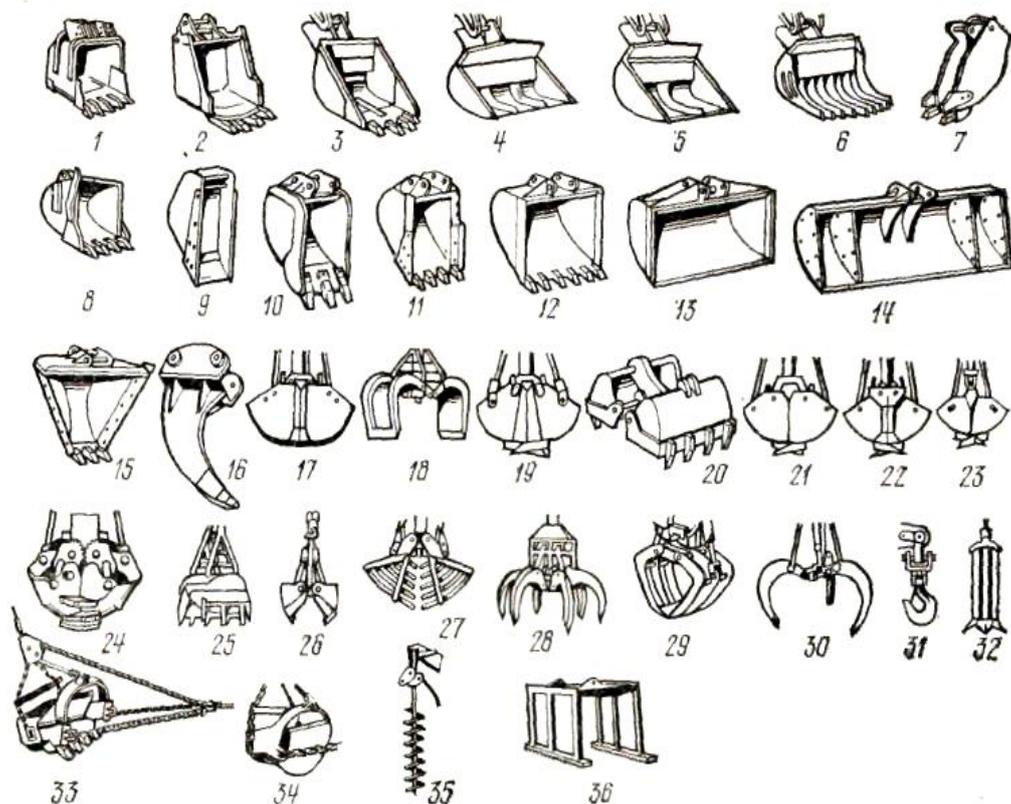


Рисунок 2

104. На рисунке 2 позиции 3,4,5,6 изображены:

- A. Прямые лопаты
- B. Обратные лопаты
- C. Драглайны
- D. Погрузочные лопаты

105. На рисунке 2 позиции 17-30 изображены:

- A. Драглайны
- B. Грейферы
- C. Обратные лопаты
- D. Погрузочные лопаты

106. На рисунке 2 позиции 33, 34 изображены:

- A. Грейферы
- B. Рыхлители
- C. Драглайны
- D. Погрузочные лопаты

107. На рисунке 2 позиции 1, 2 изображены:

- A. Обратные лопаты
- B. Погрузочные лопаты
- C. Прямые лопаты
- D. Драглайны

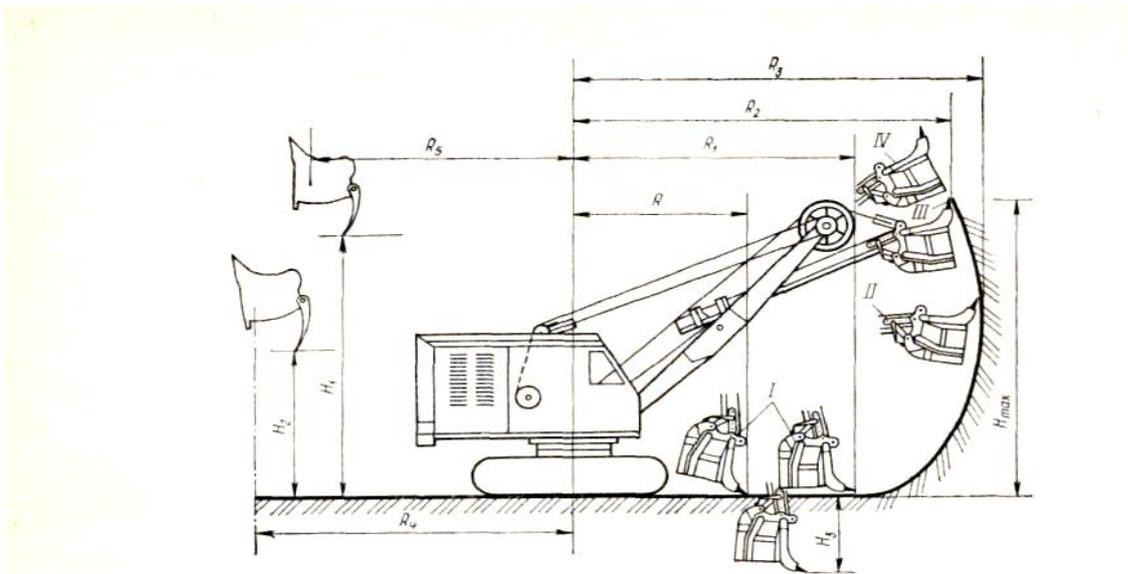


Рисунок 3

108. На рисунке 3, римскими цифрами указано:
- Цикл работы экскаватора
 - Набор грунта экскаватором
 - Перемещение ковша при наматывании на лебедку подъемного каната
 - Перемещение ковша экскаватора в забое
109. На рисунке 3, H_{max} :
- Наибольшая глубина копания
 - Наибольшая высота копания
 - Наибольшая высота выгрузки
 - Наибольшая глубина копания ниже уровня стоянки
110. На рисунке 3, H_3
- Наибольшая глубина копания ниже уровня стоянки
 - Наибольшая глубина копания выше уровня стоянки
 - Наибольшая высота копания
 - Наибольшее опускание ковша

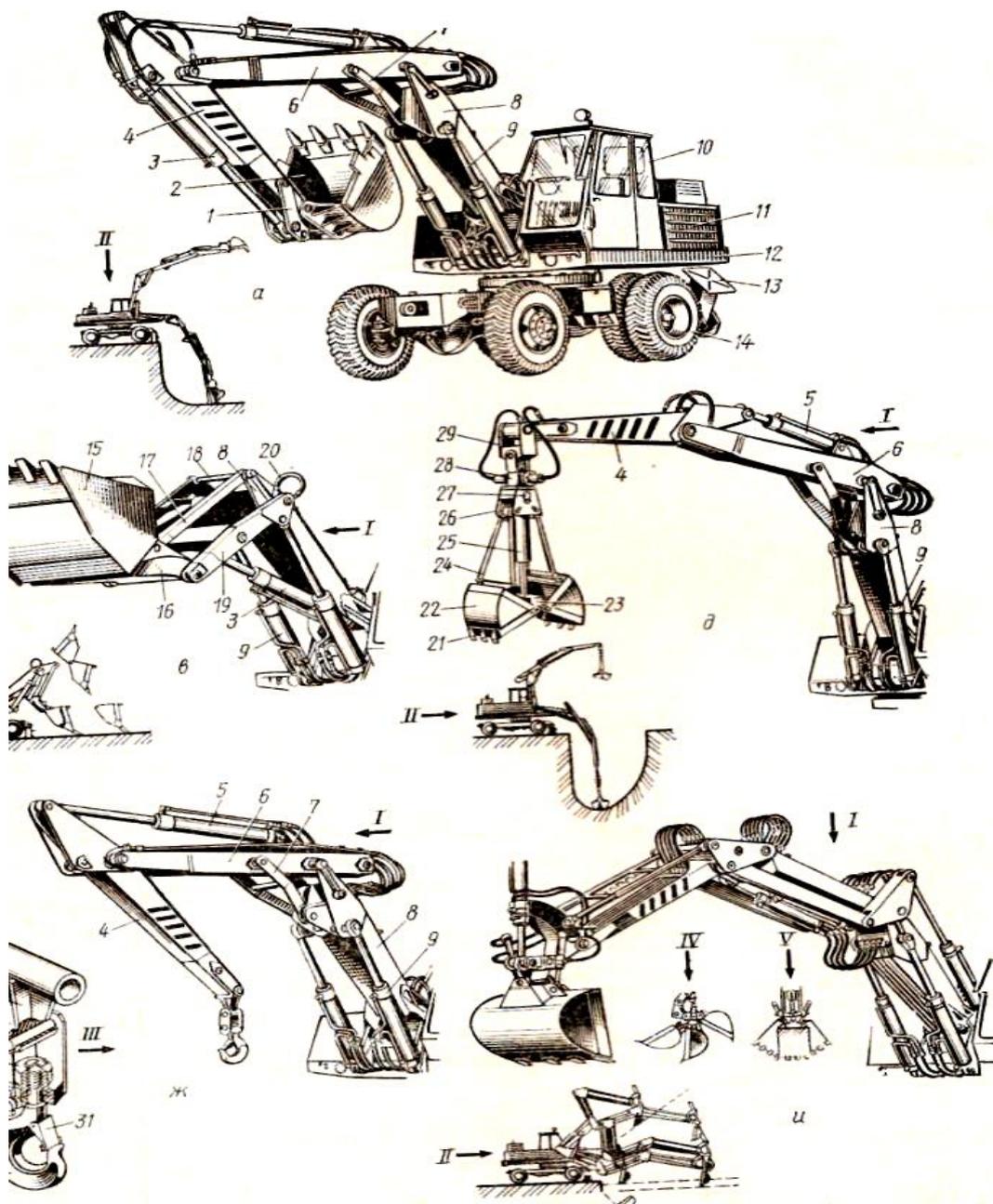


Рисунок 4

111. На рисунке 4а, позиция 1

- А. Ковш
- В. Стрела
- С. Рукоять
- Д. Рычаг

112. На рисунке 4а, позиция 6,8

- А. Стрела
- В. Рукоять
- С. Опоры
- Д. Тяги

113. На рисунке 4а, позиция 11

- А. Платформа
- В. Двигатель
- С. Капот
- Д. Кабина

114. На рисунке 4д, позиция 4

- А. Подвеска
- В. Ось
- С. Корпус
- Д. Рукоять

115. На рисунке 4ж, позиция 5,9

- А. Тяги
- В. Выносные опоры
- С. Гидроцилиндры
- Д. Траверсы

Список используемых источников

1. Шестопалов К.К. Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. М.: Академия, 2014.
2. Дроздов А.Н., Кудрявцев Е.М. Строительные машины и оборудование: практикум. М.: Академия, 2012.
3. Рябов Г.Д., Мер И.И., Прудников Г.Т. Мелиоративные и строительные машины. Агропромиздат, 1986.
4. Белецкий Б.Ф. Строительные машины и оборудование: справочное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2002. 592 с.
5. Плешков Д.И., Хейдяц М.И., Яркин А.А. Бульдозеры, скреперы, грейдеры. М.: Высшая школа, 1980. 327 с.
6. Добронравов С.С., Дронов В.Г. Строительные машины и основы автоматизации. М.: Высшая школа, 2001. 575с.
7. Васильев А.А. Дорожные машины. М.: Машиностроение, 1987. 340 с.
8. Строительные машины / под ред. Э.Н. Кузина. М.: Машиностроение, 1991. 497 с.

Учебное издание

Зверева Людмила Алексеевна,
Прудников Сергей Николаевич

Машины и оборудование для природообустройства

Методическое пособие для студентов
направления подготовки
20.03.02 Природообустройство и водопользование

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 14.10.2019 г. Формат 60x84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 3,66. Тираж 25 экз. Изд. № 6495.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ