



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Белорусский национальный
технический университет

Кафедра «Строительные и дорожные машины»

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

*Методические указания к выполнению
практических и контрольных работ*

Минск
БНТУ
2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Строительные и дорожные машины»

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Методические указания к выполнению
практических и контрольных работ
для студентов направления специальности 1-08 01 01-05
«Профессиональное обучение (в строительстве)»
заочной формы обучения

Минск
БНТУ
2015

УДК 63.002+625.7/8.002.5(076.5)(075.4)

ББК 39.311-06-5я7

С86

Составитель

И. М. Черепанов

Рецензенты:

кандидат технических наук, заведующий кафедрой

«Лесные машины и технологии лесозаготовок»

БГТУ, доцент *С. П. Мохов*;

кандидат технических наук, доцент кафедры

«Лесные машины и технологии лесозаготовок»

БГТУ *С. Н. Пиццов*

Методические указания содержат перечень вопросов и задач по строительным машинам и механизмам для выполнения практических и контрольных работ.

© Белорусский национальный
технический университет, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Согласно учебному плану будущие педагоги-инженеры изучают дисциплину «Строительные машины и механизмы». Приобретенные знания по данной дисциплине необходимы в дальнейшем для преподавания по месту работы выпускникам в сузах и ПТУ, а также для обоснованного выбора строительных машин и механизмов, применяемых в строительстве.

Выполнение практических и контрольных работ по строительным машинам и механизмам ставит целью углубить и закрепить знания, полученные студентами при изучении теоретического курса.

НОМЕРА ВОПРОСОВ И ЗАДАЧ ДЛЯ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Предпоследняя цифра зачетки	Последняя цифра шифра зачетки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	50; 42; 1*	7; 20; 6*	10; 5; 3*	1; 21; 1*	6; 64; 4*	8; 45; 8 (IВ)*	17; 26; 7*	8; 54; 9 (IIВ)*	3; 36; 15 (IВ)*	19; 2; 12 (IВ)*
1	4; 9; 13 (IВ)*	27; 13; 2*	53; 15; 8 (IIВ)*	3; 28; 5*	11; 6; 2*	12; 22; 14 (IВ)*	14; 2; 12 (IВ)*	9; 30; 3*	16; 25; 4*	15; 23; 6*
2	24; 11; 5*	4; 12; 7*	13; 29; 8 (IIIВ)*	17; 24; 8 (IВ)*	16; 39; 8 (IIВ)*	63; 67; 11 (IВ)*	49; 18; 14 (IВ)*	48; 1; 12 (IIIВ)*	19; 29; 8 (IIIВ)*	20; 31; 12 (IВ)*
3	21; 26; 11 (IВ)*	22; 32; 13 (IIВ)*	27; 57; 14 (IВ)*	47; 28; 12 (IВ)*	33; 49; 9 (IВ)*	10; 46; 15 (IВ)*	60; 48; 6*	51; 38; 9 (IIIВ)*	50; 47; 9 (IВ)*	8; 19; 10 (IВ)*
4	34; 25; 10 (IВ)*	66; 9; 9 (IIВ)*	7; 14; 10 (IВ)*	37; 12; 15 (IIIВ)*	24; 38; 9 (IIIВ)*	58; 32; 7*	11; 66; 10 (IВ)*	2; 39; 12 (IIIВ)*	18; 25; 15 (IВ)*	16; 35; 3*
5	3; 26; 10 (IIIВ)*	61; 33; 11 (IВ)*	6; 34; 14 (IIIВ)*	1; 44; 15 (IВ)*	21; 27; 13 (IIIВ)*	4; 14; 11 (IВ)*	7; 37; 10 (IВ)*	59; 43; 15 (IIIВ)*	28; 68; 14 (IIВ)*	9; 29; 10 (IIВ)*
6	3; 19; 6*	12; 30; 8 (IВ)*	15; 22; 5*	31; 36; 4*	32; 41; 12 (IВ)*	16; 33; 15 (IВ)*	24; 34; 10 (IIIВ)*	68; 40; 9 (IВ)*	63; 37; 7*	65; 36; 11 (IIВ)*
7	2; 40; 1*	51; 46; 7*	18; 52; 8 (IВ)*	21; 62; 9 (IIВ)*	23; 41; 11 (IВ)*	40; 42; 15 (IВ)*	35; 49; 15 (IIIВ)*	53; 39; 14 (IIIВ)*	43; 29; 8 (IIВ)*	41; 48; 4*
8	6; 42; 14 (IВ)*	13; 26; 5*	31; 43; 15 (IВ)*	11; 44; 7*	62; 47; 10 (IВ)*	56; 43; 13 (IВ)*	55; 44; 13 (IIIВ)*	5; 46; 14 (IВ)*	4; 67; 8 (IIIВ)*	28; 52; 12 (IВ)*
9	24; 1; 8 (IIIВ)*	37; 46; 14 (IIВ)*	36; 49; 14 (IВ)*	32; 54; 4*	57; 47; 1*	33; 46; 2*	34; 39; 13 (IВ)*	41; 45; 2*	43; 42; 6*	40; 44; 8 (IIВ)*

* – номера задач

ЗАДАЧИ

Задача № 1

Определить касательную силу сопротивления копанию грунта P_{01} (экскаватор) по А. С. Реброву. Дать необходимую схему.

Дано:

Грунт, песок – категория грунта I.

Экскаватор одноковшовый – лопата.

Ширина ковша b – 35 см.

Толщина стружки h – 15 см.

Угол резания δ – 50° .

Задний угол α – 4° .

Число зубьев ковша n – 5.

Задача № 2

Определить силу сопротивления резанию мерзлых грунтов. Дать необходимую схему.

Дано:

Категория грунта – VI.

Глубина резания h – 50 см.

Ширина резания b – 5 см.

Угол резания рабочего органа δ – 60° .

Характер разработки грунта – несвободное резание.

Задача № 3

Определить производительность насоса (л/мин) в гидравлической системе землеройных машин и скорость перемещения поршня. Дать необходимую схему

Дано:

Усилие на штоке $S_{шт.}$ – 2 т.

Мощность гидропередачи N – 35 л.с.

Задача № 4

Определить мощность привода компрессора; необходимый объем ресивера для систем управления муфтами, тормозами и вспомогательными механизмами в машинах для земляных работ.

Дано:

Максимальное давление, развиваемое компрессором – 8 кг/см^2 .

Среднее кол-во включений одного потребителя $Z - 100 \text{ ед./ч}$.

Количество потребителей $n - 3$.

Расход воздуха (при рабочем давлении) на одну операцию $W - 1 \text{ м}^3$.

Задача № 5

Определить производительность рыхлителя.

Дано:

Количество зубьев $n - 5$.

Толщина зуба – выбирается конструктивно: $\delta = (60 \dots 100) \text{ мм}$.

Средняя длина рабочего хода в одну сторону $L_{p,x} - 1000 \text{ м}$.

Шаг зубьев $t - 175 \text{ мм}$.

Номинальное и тяговое усилие базового трактора – $4,5 \text{ т}$.

Задача № 6

Определить суммарное сопротивление движения бульдозера по горизонтальной площадке.

Дано:

Категория грунта – I (связной, плотный).

Высота отвала $H - 1200 \text{ мм}$.

Ширина отвала $L - 3000 \text{ мм}$.

Угол резания $\delta - 50^\circ$.

Тип бульдозера – ДЗ-29 (отвал неповоротный).

Задача № 7

Рассчитать производительность скрепера.

Дано:

Способ зарезания – прямой.

Тип грунта – супесь и средний суглинок.

Длина пути транспортирования грунта $L_2 - 6 \text{ м}$.

Длина пути порожнего скрепера $L_4 - 8 \text{ м}$.

Тип скрепера – Д-542.

Задача № 8

Определить мощность двигателя, требуемая для движения автогрейдера на максимальной транспортной скорости.

Дано:

	I	II	III
Тип автогрейдера	ДЗ-143	ДЗ-98А	ДЗ-140
Ширина колеи, мм	2500	2800	3220
Высота автогрейдера, мм	3200	3920	3955
Вес автогрейдера, кг	13 500	19 500	26 600

Задача № 9

Рассчитать производительность одноковшового экскаватора (теоретическую, техническую, эксплуатационную).

Дано:

	I	II	III
Марка экскаватора	ЭО-33116	ЭО-4111	Э-1252
Высота ковша h , м	0,9	0,9	0,9
Наименование грунта, категория	IV	I	II
Тип рабочего оборудования	Лопата прямая	Лопата обратная	Лопата обратная

Задача № 10

Рассчитать производительность многоковшового цепного траншейного экскаватора (теоретическую, техническую, эксплуатационную).

Дано:

	I	II	III
Марка экскаватора	ЭТЦ-165А	ЭТЦ-262 А	ЭТЦ-165А
Глубина траншеи, м	1,4	2,3	1,8
Категория грунта	I	II	III
Ширина траншеи, м	0,3	0,6	0,4

Задача № 11

Произвести тяговый расчет катков, и подобрать необходимое количество катков.

Дано:

	I	II
Сила тяжести катка G	52 кН	60 кН
Вид покрытия	Плотный щебень	Рыхлый щебень
Скорость катка на первых проходах U	2,5 км/ч	3 км/ч
Масса катка m	20 т	25 т

Задача № 12

Определить производительность щековой дробилки.

Дано:

	I	II	III
Длина камеры дробления L , мм	600	800	1000
Характер движения щеки	П	С	С
Ширина загружаемого отверстия d , мм	350	500	800
Угол захвата L , °	18	19	20

Задача № 13

Определить производительность валковой дробилки и мощность привода.

Дано:

	I	II	III
Длина валков L , мм	300	450	600
Ширина выходной щели $2e$, мм	10	14	20
Диаметр валков D , мм	450	650	800
Частота вращения валков n , об/с	2,8	3	1,2

Задача № 14

Определить производительность и мощность привода вибрационного грохота, дать схему с указанием исходных данных.

Дано:

	I	II	III
Сортируемый материал	Гравий	Щебень	Щебень
Размеры фракций сортируемого материала, м	10–15	5–15	10–25
Размеры просеивающих поверхностей, мм:			
ширина	1400	1000	1800
длина	3700	2000	4000
Пуд, м ² /ч, при			
размере квадратных сечений сит в свету, мм	40	32	46
Угол наклона сита, град	18	15	25
Угол наклона сита, град	10	17	0
Масса одного дебаланса m , кг	14	15	10
Частота вращения вала вибратора n , 1/с	13,2	12,0	12,1
Расстояние от центра тяжести дебаланса, до оси вращения r , м	0,06	0,07	0,08
Диаметр шайбы дебалансного вала d , м	0,14	0,14	0,14

Задача № 15

Определить критическую частоту вращения смесительного барабана и производительность гравитационного бетоносмесителя. Дать необходимую схему.

Дано:

	I	II	III
Способ загрузки	Вручную	Скиповым подъемником	Скиповым подъемником
Время перемешивания t_2 , с	80	40	60
Вместимость смесительного барабана $V_{\text{загр}}$, л	120	500	1200
Объем готового замеса V , л	80	320	820

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ

1. Типы рабочих органов, процесс резания грунтов и основные схемы разработки грунта.
2. Силы резания, возникающие при взаимодействии рабочего органа с грунтом.
3. Силы, действующие на плоский прямой нож при резании грунта.
4. Двигатели внутреннего сгорания, основные характеристики и требования предъявляемые к ним.
5. Виды трансмиссий, применяемых для строительных машин, их расчеты.
6. Структурные схемы совместной работы двигателя внутренне-го сгорания с гидродинамическими передачами.
7. Классификация объемных гидроприводов машин, их преимущества и недостатки, основные параметры.
8. Роль распределителей в объемных гидроприводах.
9. Функции колес с пневматическими шинами.
10. Схема моментов и сил, действующих на колесо с пневматической шиной, их расчеты при работе на разных режимах.
11. Два режима работы машин для земляных работ (тяговый и транспортный).
12. Тяговый баланс и баланс мощности машин для земляных работ.
13. Тяговые характеристики машин с механической и гидромеханической трансмиссией.
14. Расчет основных эксплуатационных показателей машин непрерывного резания грунта.
15. Скоростные характеристики машин с механической и гидромеханической трансмиссией.
16. Гидравлическая система управления машин для земляных работ, основные расчеты и параметры.
17. Канатно-блочная и редукторная система управления машин, для земляных работ: схемы и расчеты.
18. Системы рулевого управления для пневмоколесных самоходных машин.
19. Кусторезы и корчеватели, их классификация.
20. Рыхлители, их назначение и классификация.
21. Классификация бульдозеров и их основные параметры.

22. Схема сил, действующих на бульдозер.
23. Классификация скреперов и их основные параметры.
24. Общая схема сил, действующих на скрепер.
25. Классификация автогрейдеров и их основные параметры.
26. Силы, действующие на автогрейдер, и поперечная устойчивость.
27. Основные механизмы управления автогрейдером и их расчеты.
28. Назначение и классификация одноковшовых экскаваторов.
29. Расчет основных параметров одноковшовых экскаваторов.
30. Расчет механизма поворота и статический расчет одноковшовых экскаваторов.
31. Основы расчета гидроприводов одноковшовых экскаваторов.
32. Экскаваторы непрерывного действия, их назначение и классификация.
33. Основы расчета основных параметров роторных траншейных экскаваторов.
34. Классификация и виды катков, их назначение.
35. Способы дробления и классификация дробильных машин.
36. Щековые дробилки, их назначение и классификации.
37. Основные параметры щековых дробилок.
38. Назначение, классификация, разновидности и основные параметры конусных дробилок.
39. Назначение и основные параметры валковых дробилок.
40. Эксцентричные грохоты, основные характеристики.
41. Вибрационные грохоты.
42. Классификация асфальтосмесительных установок, их назначение и конструкции.
43. Сушильные агрегаты для асфальтосмесительных установок их назначение и конструкции.
44. Вспомогательное оборудование для асфальтосмесительных установок (сортировочные устройства и бункера, дозирующие устройства, смесители).
45. Основные расчеты смесителей асфальтосмесительной установки.
46. Гравитационные бетоносмесители, их назначение и конструктивные особенности.
47. Бетоносмесители принудительного перемешивания, их конструкции и основные расчеты.

48. Асфальтоукладчики конструктивные особенности, основные расчеты при выборе их параметров.

49. Классификация бетоносмесителей. Гравитационные бетоносмесители, конструкции и назначение.

50. Скиновые и строительные подъемники.

51. Ручные и электрические тали, их назначение и классификация.

52. Краны мостовые, их назначение и конструкции.

53. Краны козловые, их назначение и конструкции.

54. Башенные и автомобильные краны.

55. Транспортирующие машины и установки непрерывного транспорта.

56. Ленточные конвейеры, их конструктивные особенности.

57. Пластинчатые и скребковые конвейеры.

58. Элеваторы, назначение и классификация.

59. Винтовые конвейеры, их применение и конструкции.

60. Пневмотранспортные установки всасывающего действия.

61. Пневмотранспортные установки нагнетательного действия.

62. Погрузчики для насыпных грузов, их классификация и назначение.

63. Дозаторы циклического и непрерывного действия.

64. Глубинные и поверхностные вибраторы.

65. Виды сваебойного оборудования.

66. Автобетоновозы, их назначение, классификация и конструктивные особенности.

67. Нормокомплекты для отделочных работ (малярных, штукатурных).

68. Ручной инструмент, применяемый при производстве строительных работ.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

1. Составление кинематических схем и кинематический расчет механизмов – 2 ч.
2. Изучение устройства и определение рабочих параметров объемного гидропривода – 4 ч.
3. Изучение устройства и рабочего процесса башенного крана КБ–403Б – 2 ч.
4. Изучение конструкций машин для приготовления, транспортировки и укладки бетона – 4 ч.
5. Изучение устройства и технологического процесса работы сваебойной установки – 2 ч.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАЧ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задача № 1

Определите касательную силу сопротивления резанию грунта P_{01} (экскаватор) по А.С. Реброву. А.С. Ребров рекомендует определить касательную силу сопротивления резания грунта к траектории движению по формуле:

$$P_{01} = k \cdot b \cdot h \cdot (0,7 + 0,015\delta) + k_1(Z \cdot n \cdot \alpha + \mu_1 \cdot Y \cdot n \cdot \alpha),$$

где k – среднее удельное сопротивление грунта резанию, кг/см² (см. табл. 1);

δ – угол резания: $\delta = 25 \dots 55^\circ$;

μ_1 – коэффициент трения стали о грунт: $\mu_1 = 0,3$;

Z, Y – проекции линии износа зубьев на вертикальной и горизонтальной осях (выбираются конструктивно), см.

Таблица 1

Категория грунта	Грунты	Среднее удельное сопротивление грунта резанию k , кг/см ²	Средняя предельная несущая способность грунта k_1 , кг/см ²
I	Песок, супесь	0,1–0,55	2,5
II	Суглинок без включений	0,57–1,1	0,6
III	Суглинок плотный, глина средняя	1,1–1,7	1,0
IV	Суглинок крепкий со щебнем, или галькой, глина крепкая и очень крепкая, влажная	1,6–2,4	1,4

Задача № 2

Определить силу сопротивления резанию мерзлых грунтов по формуле А.Н. Зеленина

$$W_p = C_y \cdot h \cdot (1 + 0,55b) \cdot \left(1 - \frac{90^\circ - \delta}{150}\right) \mu, \text{ кг}$$

где C_y – число ударов ударника ДорНИИ с площадью штампа 1 см²:

Категория грунта	V	VI	VII	VIII
Число ударов C_y	35–70	70–140	140–280	280–550

μ – коэффициент, учитывающий характер разработки грунта:

Свободное резание	0,5–0,55
Полусвободное резание	0,7–0,75
Несвободное резание	1,0

Задача № 3

Определить производительность насоса в гидравлической системе землеройной машины и скорость перемещения поршня.

Производительность насоса и скорость перемещения поршня определяют по следующим формулам:

$$Q = \frac{N}{C_p}, \text{ л/мин};$$

$$v_{\text{п}} = \frac{N}{C_p \frac{\pi}{4} (D_{\text{ц}}^2 - d^2)}, \text{ л/с},$$

где N – мощность передаваемая насосом, кВт или л·с;

C_p – переводной коэффициент: при N в кВт $C_p = \frac{1}{612}$, при N в

л·с. $C_p = \frac{1}{450}$;

p – давление в гидроцилиндре, кг/см²;

$D_{\text{ц}}$ – цилиндра: $D_{\text{ц}} = 200$ мм;

d – диаметр штока:

Усилие на штоке, т До 1,0 1,2–3,0 3,0–6,0 6–10,0

Давление

в гидроцилиндре,

кг/см² До 50 60–70 80–100 120–150

Диаметр штока d (0,2...0,3) $D_{\text{ц}}$ (0,3...0,4) $D_{\text{ц}}$ 0,5 $D_{\text{ц}}$ (0,6...0,7) $D_{\text{ц}}$

Задача № 4

Определить мощность привода компрессора, объем ресивера для систем управления муфтами, тормозами и вспомогательными механизмами в машинах для земляных работ.

Мощность привода компрессора определяется по формуле:

$$N = \frac{L_c \cdot Q_k}{3600 \cdot 102\eta}, \text{ кВт},$$

где η – КПД, характеризующий механические и другие потери при сжатии воздуха $\eta = 0,7 \dots 0,8$;

L_c – удельная работа на сжатие всасываемого воздуха:

$$L_c = 10^3 \frac{k}{k-1} \cdot P_1 \left(\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right), \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{м}^3,$$

где k – показатель адиабаты (1,41);

P_1 и P_2 – начальное и конечное давление воздуха, кг/см²;

Q_k – производительность компрессора, м³/с:

$$Q_k = 3600 \cdot \beta \cdot W_a, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где β – коэффициент запаса, учитывающий утечки и неравномерность работы системы: $\beta = 1,3 \dots 1,4$;

W_a – средний секундный расход воздуха при атмосферном давлении:

$$W_a = W_{\text{сек}} \cdot p_{\text{max}},$$

где p_{max} – максимальное давление воздуха, развиваемое компрессором;

$W_{\text{сек}}$ – секундный расход воздуха, м³/с

$$W_{\text{сек}} = \frac{1}{3600} \sum_1^n z \cdot W, \text{ м}^3/\text{сек},$$

где W – расход воздуха на одну операцию, м³.

Необходимый объем ресивера определяется по формуле

$$V = \frac{\alpha \cdot W_a \cdot t}{P_{\max} - P_{\min}}, \text{ М}^3,$$

где α – коэффициент запаса: $\alpha = 1,1 \dots 1,2$;

t – время потребное для подкачки ресивера, с: $t = 20 \dots 30$ с;

P_{\max}, P_{\min} – максимальное и минимальное давление воздуха в ресивере:

$$P_{\max} - P_{\min} = 0,35 P_{\max}.$$

Внутренний диаметр трубопровода определяется по формуле

$$d = 2 \sqrt{\frac{W_{\text{сек}}}{\pi \cdot v}}, \text{ М},$$

где v – скорость воздуха для магистральных трубопроводов: для магистрали $v = 10$ м/с, для ответвлений $v = 10 \dots 20$ м/с.

Задача № 5

Определить производительность рыхлителя.

Эксплуатационная производительность рыхлителя определяется по формуле

$$\Pi_3 = \frac{B \cdot h \cdot L_{p.x} \cdot k_m \cdot k_b}{\frac{L_{p.x}}{1000 \cdot v_{p.x}} + \frac{t_p}{3600}}, \text{ М}^3/\text{ч},$$

где B – ширина захвата при рыхлении, м:

$$B = k_{\pi} \cdot b \cdot n + 2htg\mu + t(n-1),$$

где k_{π} – коэффициент перекрытия: $k_{\pi} = 0,75$;

μ – угол скола от вертикали: $\mu = 15...45^\circ$ – меньшие значения при рыхлении мерзлых и скальных пород, большие – при рыхлении обычных грунтов;

h – средняя глубина рыхления, м: $h = (0,6...0,8) \cdot h_{уст}$ (см. табл. 2);

k_m – коэффициент, учитывающий, с одной стороны, потери времени на подход толкача, а с другой – увеличение рабочей скорости рыхлителя: $k_m = 0,8...1,2$;

k_b – коэффициент использования времени: $k_b = 0,85$;

$v_{p,x}$ – средняя скорость рабочего хода, км/ч: $v_{p,x} = (0,6...0,7) \times v_n$ (v_n – номинальная скорость базового трактора с механической трансмиссией на передаче соответствующей скорости движения порядка 2,5–3,0 км/ч); для тракторов с гидравлической и электро-механической трансмиссиями $v_{p,x} = 1,7...2,2$ км/ч;

t_p – время одного разворота в конце участка с учетом выглубления зубьев: $t_p = 15...20$ с.

Таблица 2

Параметры	Номинальное и тяговое усилие базового трактора, т		
	3	4,5	6
Количество зубьев	1–7 (5)	1–7 (5)	1–7 (3)
Вылет, мм	450	500	600
Наибольшая глубина рыхления от опорной поверхности h , мм	200–500 (300)	250–500 (350)	350–700 (400)
Наибольший угол въезда, град	12–25	12–25	12–25
Отношение веса рыхлительного оборудования к весу базового трактора	0,07–0,19 (0,18)	0,12–0,2 (0,18)	0,16–0,21 (0,19)

Примечание. В скобках указаны средние значения параметров.

Задача № 6

Определить суммарное сопротивление движения бульдозера по горизонтальной площадке.

Суммарное сопротивление движения определяется по формуле

$$W = W_p + W_{пр} + W_m + W_{тр} + W_v,$$

где W_p – сопротивление резанию:

$$W_p = k \cdot L \cdot h_1,$$

где k – удельное сопротивление лобовому резанию, кг/м² (см. табл. 3);

h_1 – глубина резания во время перемещения призмы грунта, м:

$$h_1 = \frac{k_{п} \cdot U_{пр}}{L},$$

где $k_{п}$ – коэффициент зависящий от свойств грунта:

– для связных грунтов – 0,025–0,032,

– для несвязных грунтов – 0,06–0,07,

$U_{пр}$ – объем призмы волочения:

$$U_{пр} = \frac{L \cdot H^2}{2k_{пр}},$$

где $k_{пр}$ – коэффициент, зависящий от характера грунта (см. табл. 4);

$W_{пр}$ – сопротивление перемещению призмы волочения

$$W_{пр} = U_{пр} \cdot \gamma_e \cdot \mu_2, \text{ кг},$$

где γ_e – объемный вес грунта в плотном теле, кг/м³; для I категории грунта $\gamma_e = 1600$ кг/м³;

μ_2 – коэффициент трения грунта по грунту: для связных грунтов $\mu_2 = 0,5$, для несвязных грунтов $\mu_2 = 0,7$;

W_v – сопротивление от перемещения грунта вверх по отвалу

$$W_B = G_{\text{пр}} \cdot \cos^2 \delta \cdot \mu_1,$$

где $G_{\text{пр}}$ – вес призмы волочения, кг: $G_{\text{пр}} = v_{\text{пр}} \cdot \gamma_e$;

μ_1 – коэффициент трения грунта по металлу, для песка и супеси $\mu_1 = 0,35$, для среднего суглинка $\mu_1 = 0,5$, для тяжелого суглинка $\mu_1 = 0,8$;

W_T – сопротивление перемещению бульдозера:

$$W_m = G \cdot f,$$

где G – вес трактора и бульдозера, принимаем 22 000 кг;

f – коэффициент сопротивления перемещению движителей трактора (0,1–0,12);

$W_{\text{тр}}$ – сопротивление трению ножа бульдозера о грунт:

$$W_{\text{тр}} = \mu_1 \cdot (R_x \cdot \text{tg} \gamma + G_1)$$

где γ – угол наклона результирующей сил сопротивления на отвале, град: при резании и перемещении плотного грунта $\gamma = 17^\circ$, разрыхленного грунта – $\gamma = 0^\circ$;

G_1 – собственный вес рабочего оборудования (2000 кг);

R_x – горизонтальная составляющая результирующей силы сопротивления копания:

$$R_x = K_T \cdot T_H,$$

где K_T – коэффициент использования тягового усилия: $K_T = 0,6 \dots 0,8$;

T_H – номинальная сила тяги: для ДЗ-79, $T_H = 30$ кН.

Таблица 3

Категория грунта	Угол резания $\delta, ^\circ$	Удельное сопротивление лобовому резанию $k, \text{кг/м}^2$
I	45...60	7000
II		11 000
III		17 000

Таблица 4

Параметры	Значения				
Отношение H/L	0,15	0,3	0,35	0,4	0,45
Связные грунты I–II категории $k_{пр}$	0,7	0,8	0,85	0,9	0,95
Несвязные грунты $k_{пр}$	1,15	1,2	1,2	1,3	1,5

Задача № 7

Рассчитать производительность скрепера.

Производительность скрепера определяется по формуле

$$\Pi = \frac{3600 \cdot U \cdot k_n \cdot k_b}{k_p \cdot T_{ц}}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где U – геометрическая емкость ковша скрепера: для Д-542 $U = 7,3 \text{ м}^3$;

k_n – коэффициент наполнения ковша скрепера (см. табл. 6);

k_b – коэффициент использования рабочего времени: $k_b = 0,85 \dots 0,9$;

k_p – коэффициент разрыхления грунта (см. табл. 5);

$T_{ц}$ – продолжительность цикла, с:

$$T_{ц} = \frac{L_1}{U_1} + \frac{L_2}{U_2} + \frac{L_3}{U_3} + \frac{L_4}{U_4} + t_n + 2t_{пов},$$

где L_3 – длина пути разгрузки, м: $L_3 = 3 \dots 10 \text{ м}$;

U_1 – скорость движения скрепера при заполнении, м/с: $U_2 = (0,65 \dots 0,8) \cdot U_1^1$, где U_1^1 – скорость движения тягача на I передачи;

U_2 – скорость груженого скрепера на ровном участке, м/с: $U_2 = (0,55 \dots 0,75) \cdot U_{\max}$, где U_{\max} – максимальная скорость скрепера на высшей передаче;

U_3 – скорость движения скрепера при разгрузки, м/с: скорость движения скрепера порожнего на равном участке $U_3 = 0,75 U_{\max}$;

U_4 – скорость движению скрепера порожнего скрепера $U_4 = (0,75 \dots 0,85) \cdot U_{\max}$;

$t_{\text{п}}$ – время на переключения передач, с: $t_{\text{п}} = 6$ с;

$t_{\text{пов}}$ – время на один поворот скрепера, м: $t_{\text{пов}} = 15 \dots 20$ с;

L_1 – длина пути заполнения скрепера, м:

$$L_1 = \frac{U \cdot k_{\text{н}} \cdot k_{\text{п}}}{0,7 \cdot b \cdot h \cdot k_{\text{р}}} + 0,5, \text{ м,}$$

где $k_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери грунта при образовании призмы волочения и боковых валиков: $k_{\text{п}} = 1,2 \dots 1,5$;

0,7 – коэффициент, учитывающий неравномерность толщины стружки;

b – ширина резания, м: для Д-542 $b = 2,78$ м;

h – толщина стружки, см: для суглинка при геометрической емкости ковша Д-542 $U = 7,3 \text{ м}^3$, $h = 8 \dots 10$ см.

Таблица 5

Грунт	Влажность, %	Объемный вес грунта в естественном залегании т/м ³	Коэффициент разрыхления $k_{\text{р}}$
Сухой песок	–	1,5–1,6	1,0–1,2
Влажный песок	12–15	1,6–1,7	1,1–1,2
Легкая супесь	7–10	1,5–1,7	1,1–1,2
Супеси и суглинки	4–6	1,6–1,8	1,2–1,4
Средний суглинок	15–18	1,6–1,8	1,2–1,3

Таблица 6

Грунт	k_H	
	без толчка	с толчком
Сухой рыхлых песок	0,5–0,7	0,8–1,0
Супесь и средний суглинок	0,8–0,9	1,0–1,2
Тяжелый суглинок и глина	0,6–0,8	0,9–1,2

Задача № 8

Определить мощность двигателя, необходимую для движения автогрейдера на максимальной транспортной скорости.

Мощность двигателя, необходимая для движения автогрейдера на максимальной транспортной скорости определяется по формуле

$$N_{\max} = \left(f \cdot G + \frac{k_w \cdot F \cdot U^2 p_{\max}}{3,6^2} \right) \cdot \frac{U_{p_{\max}}}{270 \cdot \eta_{Г.М}} + N_{е.о}, \text{ л. с.},$$

где k_w – коэффициент обтекаемости: $k_w = 0,06 \dots 0,07$;

F – площадь лобового сопротивления, m^2 (равна произведению ширины колеи автогрейдера на его высоту);

f – при максимальной скорости: $f = 0,025 \dots 0,035$;

G – вес автогрейдера, кг;

$U_{p_{\max}}$ – максимальная рабочая скорость, км/ч: $U_{p_{\max}} = 43$ км/ч;

$N_{е.о}$ – мощность затрачиваемая на привод вспомогательных механизмов, л.с.: $N_{е.о} = (0,1 \dots 0,15)N_{дв}$ где $N_{дв}$ – мощность двигателя, кВт: ДЗ-143 – 99,4 кВт, ДЗ-98А – 184 кВт; ДЗ-140 = 220 кВт);

$\eta_{Г.М}$ – КПД гидродинамического трансформатора (принимаем $\eta_{Г.М} = 0,98$).

Задача № 9

Рассчитать производительность одноковшового экскаватора.

Производительность одноковшового экскаватора делится на теоретическую, техническую и эксплуатационную.

Теоретическая производительность

$$\Pi_{\text{теор}} = 60q \cdot n, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где q – геометрическая емкость ковша, м^3 (см. табл. 7);

n – число рабочих циклов в минуту:

$$n = \frac{60}{t_{\text{ц}}},$$

где $t_{\text{ц}}$ – продолжительность одного цикла в секунду:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{к}} + t_{\text{п}} + t_{\text{в}} + t_{\text{п}}^{11}, \text{ с},$$

где $t_{\text{к}}$ – продолжительность копания

$$t_{\text{к}} = \frac{H + h}{U_b}, \text{ с},$$

где H – высота резания, м (см. табл. 7)

U_b – скорость подъема блока ковша, м/с (см. табл. 7);

$t_{\text{п}}$ – время поворота на выгрузку и обратно в забой $t_{\text{п}}^{11}$:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{п}}^{11} = \frac{60\beta}{360 \cdot \pi_{\text{п}}}, \text{ с},$$

где β – угол поворота платформы, град (см. табл. 7);

$\pi_{\text{п}}$ – скорость поворота платформы, об/мин (см. табл. 7), при $\beta \leq 90^\circ$ на первой передаче, при $\beta \geq 90^\circ$ на второй передаче;

$t_{\text{в}}$ – продолжительность разгрузки, с (см. табл. 7).

Таблица 7

Показатели	Вариант		
	Э0-33111Б	Э0-4111	Э-1252
Тип рабочего оборудования	Прямая лопата	Обратная лопата	Обратная лопата
Вместимость ковша, q м ³	0,4	0,65	1,40
Высота резания H , м	6,2	–	–
Скорость подъема блока ковша U_b , м/с	0,5	0,5	0,5
Угол поворота поворотной платформы β , град	120	150	90
Скорость поворота платформы n об/мин	2,99	4,59	6,0
Продолжительность разгрузки t_b , сек	0,3	1,2	0,5–12
Наименование грунта	Глина	Песок, гравий	Супеси
Коэффициент K_m	0,7	0,7	0,7

Техническая производительность

$$P_{\text{техн}} = \frac{60q \cdot n \cdot k_n \cdot k_m}{k_p}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где k_n – коэффициент наполнения ковша (см. табл. 8);

k_p – коэффициент разрыхления (см. табл. 8).

Таблица 8

Наименование грунта	Категория грунта	Коэффициент разрыхления k_p	Коэффициент наполнения k_n
Глина	IV	1,35	1,0–1,1
Песок, гравий	I	1,15	1,15–1,23
Супеси	II	1,22	1,05–1,12

Эксплуатационная производительность

$$\Pi_{\text{экс}} = \frac{60q \cdot n \cdot k_n \cdot k_m \cdot k_y}{k_p}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где k_m – коэффициент влияния трудности разработки (см. табл. 7);

k_y – коэффициент квалификации механика управляющего одноковшовым экскаватором: $k_y = 0,81 \dots 0,98$.

Задача № 10

Определить производительность многоковшового цепного траншейного экскаватора (теоретическую, техническую, эксплуатационную).

Теоретическая производительность (для экскаваторов с ковшовыми рабочими органами)

$$\Pi_{\text{теор}} = \frac{3,6 \cdot U_{\text{ц}} \cdot q_k}{t_k}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где q_k – емкость ковша, л (для ЭТЦ-165А принимаем 30 л, для ЭТЦ-262А – 50 л);

$U_{\text{ц}}$ – скорость движения ковшовой цепи, м/с, (для ЭТЦ-165А принимаем 1,5 м/с, для ЭТЦ-262А – 1,25 м/с);

t_k – шаг ковшей, м (для ЭТЦ-165А принимаем 400 мм, для ЭТЦ-262А – 760 мм).

Техническая производительность (для экскаваторов с ковшовыми рабочими органами)

$$\Pi_{\text{техн}} = \Pi_{\text{теор}} \cdot \frac{k_n}{k_p}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где k_n – коэффициент наполнения ковша грунтом: $k_n = 0,5 \dots 1,1$;

k_p – коэффициент разрыхления грунта: $k_p = 1,1 \dots 1,5$.

Эксплуатационная производительность (для экскаваторов с ковшовыми рабочими органами) определяется по формуле

$$\Pi_{\text{экс}} = \Pi_{\text{теор}} \cdot \frac{k_{\text{н}} \cdot k_{\text{в}}}{k_{\text{р}}}, \text{ М}^3/\text{ч},$$

где $k_{\text{в}}$ – коэффициент использования рабочего времени: $k_{\text{в}} = 0,85$.

Задача № 11

Произвести тяговый расчет катков и подобрать их необходимое количество.

Сила тяги должна быть больше суммы всех сопротивлений, возникающих при движении катка:

$$T \geq \Sigma W,$$

$$\Sigma W = W_1 + W_2 + W_3,$$

где W_1 – сопротивление перекачиванию катка по дороге с учетом преодоления уклонов:

$$W_1 = G \cdot (f + i),$$

где G – сила тяжести катка, кН;

f – коэффициент сопротивления перекачиванию, принимающий в зависимости от вида покрытия следующие значения:

Рыхлый щебень	0,15–0,20
Плотный щебень	0,06–0,08
Асфальтобетон (1-й проход)	0,12–0,15
Асфальтобетон (последний проход)	0,05–0,06

i – уклон, ‰: $i = 0,05 \dots 0,8 \text{ ‰}$;

W_2 – сопротивление от сил инерции при трогании с места:

$$W_2 = m \cdot \frac{U}{t_{\text{р}}} \cdot X,$$

где m – масса катка, т;

U – скорость движения катка, м/с;

t_p – время разгона, с: $t_p = 2,0 \dots 2,5$ с;

X – коэффициент, учитывающий инерцию вращающихся масс трансмиссии, двигателя и валков: $X = 1,1 \dots 1,15$;

W_3 – дополнительное сопротивление возникающее при движении катка на криволинейных участках.

$$W_3 = k_1 \cdot G$$

где k_1 – коэффициент сопротивления при движении (по рыхлому щебню $k_1 = 0,3$; при движении по плотной поверхности $k_1 = 0,2$).

Тяговое усиление определяется по формуле

$$T = G_1 \cdot n \cdot (f \pm i)$$

где G_1 – сила тяжести катка с балластом, кН;

n – количество катков в сценке;

f – коэффициент сопротивления перекатыванию;

i – уклон местности.

Задача № 12

Определить производительность щековой дробилки (см. рис. 1).

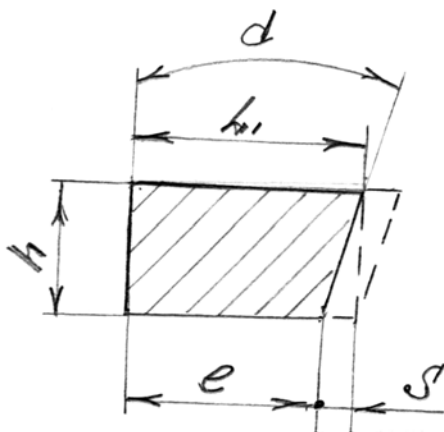


Рис. 1. Рабочая камера щековой дробилки

Производительность щековой дробилки определяется по формуле

$$\Pi = 3600 \cdot \mu \cdot n \cdot U,$$

где μ – коэффициент разрыхления дробимого материала (при $L_1 = 18^\circ$ $\mu = 0,3$, при $L_1 = 19^\circ$ $\mu = 0,32$, при $L_1 = 20^\circ$, $\mu = 0,35$);

S – максимальный отход подвижной щеки, м, (при простом движении $S = 0,008 + 0,26d$, при сложном – $S = 0,007 + 0,1d$);

U – объем призмы материала, выпадающего из дробилки за один отход подвижной щеки (см. рис. 1):

$$U = \frac{2e + S}{2} \cdot h \cdot L, \text{ м}^3,$$

где e – минимальный зазор между дробящими плитами, м: $e = d - S$;

h – высота призмы материала, выпадающего из дробилки за один отход подвижной щеки, м:

$$h = \frac{S}{\text{tg}L_1}, \text{ м};$$

где L – длина камеры дробления, м;

n – частота вращения эксцентрикового вала:

$$n = 66,5 \cdot \sqrt{\frac{\text{tg}L_1}{S}}, \text{ об/мин}^{-1}.$$

Задача № 13

Определить производительность валковой дробилки и мощности привода.

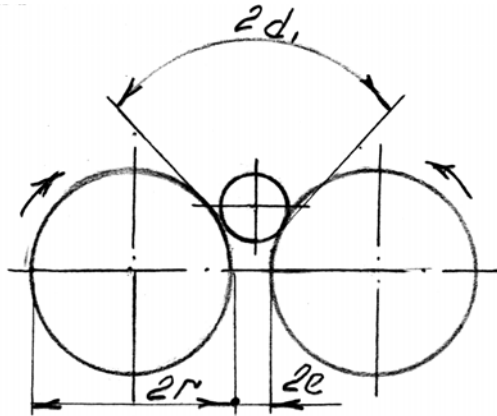


Рис. 2. Схема валковой дробилки

Производительность валковой дробилки определяется по формуле

$$\Pi = 3600\mu \cdot L \cdot 2e \cdot V, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где μ – коэффициент разрыхления материала в движении (для материала средней прочности $\mu = 0,3$; для дробления слабых пород $\mu = 0,5$);

L – длина валка, м;

$2e$ – ширина выходной щели, м;

V – окружная скорость валков, м/с.

$$V = 2\pi \cdot R \cdot n,$$

$$V \in 2...4 \text{ м/с}.$$

Мощность привода валковой дробилки определяется по формуле (все линейные размеры в метрах).

$$N = \frac{3,3 \cdot \delta^2 \cdot L \cdot R \cdot n}{E \cdot r} \cdot (r^2 - e^2), \text{ Вт},$$

где σ – предел прочности при сжатии, МПа (для I варианта – 60 МПа, II – 80 МПа, III – 100 МПа);

E – модуль упругости, МПа 10^{-4} (для I варианта – 3,8 МПа, II – 5,6 МПа, III – 6,2 МПа);

$2r$ – размеры поступающего куска, мм:

$$2r = \frac{2R \cdot (1 - \cos \alpha_1) + 2e}{\cos \alpha_1},$$

где $2\alpha_1$ – угол захвата (α_1 принимается 18°), тогда $2r = 2R/20$.

Задача № 14

Определить производительность и мощность привода вибрационного грохота.

Производительность вибрационного грохота определяется по следующей формуле (см. табл. 9):

$$\Pi = \Pi_{\text{уд}} \cdot F \cdot C \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где F – площадь сита верхнего яруса, м^2 (для I варианта $1,4 \times 3,7$ м, II – $1,0 \times 2$ м, III – $1,8 \times 4$ м);

C – коэффициент учитывающий возможную неравномерность подачи и форму зерен, материала (для щебня – 0,65, для гравия – 0,8);

k_1 – коэффициент, учитывающий угол наклона грохота (см. табл. 9);

k_2 – коэффициент, учитывающий процентное содержание G_k зерен нижнего класса в исходном материале (см. табл. 9);

k_3 – коэффициент, учитывающий процентное содержание G_k в нижнем классе зерен, размер которых меньше половины размера отверстия сита (см. табл. 9).

Таблица 9

Параметры	Значение параметров					
$P_{уд}, м^2/ч$	Размеры квадратных сечений в свету, мм					
	15	18	25	42	70	100
	32	40	46	64	82	90
k_1	Угол наклона сита, град					
	0	10	17	14	15	16
	1	0,5	1,0	0,73	0,8	0,92
k_2	$G_k, \%$					
	20	30	40	70	80	90
	0,66	0,76	0,84	1,08	1,17	1,25
k_3	$G_k, \%$					
	20	30	40	70	80	90
	0,72	0,82	0,91	1,18	1,28	1,37
Размеры фракций сорбируемого материала (см. исходные данные), мм	Щебень, 5–15	Щебень, 10–25	Гравий, 10–15	–	–	–

Потребляемая мощность электродвигателя от привода вибрационного грохота с направленными колебаниями определяется по формуле

$$N = \frac{0,08\pi^3 \cdot f \cdot m \cdot n^3 \cdot \gamma \cdot d_b}{\eta}, \text{ кВт},$$

где f – приведенный к валу коэффициент трения от роликоподшипников: $f = 0,01$;

m – масса одного дебаланса, кг;

n – частота вращения дебалансного вала, 1/с;

γ – расстояние от центра тяжести дебаланса до оси вращения, м;

d_b – диаметр шайбы дебалансного вала, м;

η – КПД привода грохота: $\eta = 0,7 \dots 0,8$.

Задача № 15

Определить критичную частоту вращения смесительного барабана и производительность гравитационного бетоносмесителя.

Частота вращения смесительного барабана должна быть такой, чтобы при его работе материал под действием силы тяжести мог падать с определенной высоты, преодолевая силы трения о лопасти и центробежные силы инерции, прижимающие материал к стенкам барабана.

Исходя из этого критическая частота вращения барабана определяется по формуле

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

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

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

R – радиус внутренней поверхности барабана, измеряется непосредственно на машине и определяется по формуле

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

где $V_{\text{загр}}$ – вместимость барабана по загрузке сухих составляющих, м^3 .

Производительность гравитационного бетоносмесителя определяется по формуле

$$\Pi = \frac{3600 \cdot V}{1000 \cdot T_{\text{ц}}}, \text{ м}^3/\text{ч,}$$

где V – объем готового замеса, л;

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

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

где t_1 – продолжительность загрузки барабана (при ручной загрузке – 40...50 с., при загрузке скиповым подъемником – 15...25 с.;

t_2 – продолжительность перемешивания, с;

t_3 – продолжительность выгрузки готовой смеси: $t_3 = 10...20$ с.;

t_4 – продолжительность поворота барабана в положение загрузки составляющих смеси: $t_4 = 3...5$ с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорожно-строительные машины / А. В. Вавилов [и др.]. – Минск : Технопринт, 2000. – 515 с.
2. Дорожные машины: теория, конструкция и расчет / Н. Я. Хархута [и др.]. – Л. : Машиностроение, 1976. – 471 с.
3. Дорожные машины : в 2 ч. / К. А. Артёмьев [и др.]. – М. : 1982. – 396 с.
4. Евневич, А. В. Грузоподъемные транспортирующие машины на заводах строительных материалов / А. В. Евневич. – М. : Машгиз, 1962. – 351 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Номера вопросов и задач для письменных ответов к контрольной работе.....	4
Задачи.....	5
Вопросы для письменных ответов.....	10
Практические работы.....	13
Методические указания к выполнению задач контрольной работы.....	13
Литература.....	34

Учебное издание

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Методические указания к выполнению
практических и контрольных работ
для студентов направления специальности 1-08 01 01-05
«Профессиональное обучение (в строительстве)»
заочной формы обучения

Составитель
ЧЕРЕПАНОВ Игорь Михайлович

Редактор *Т. А. Панкрат*
Компьютерная верстка *А. Г. Занкевич*

Подписано в печать 05.03.2015. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,64. Тираж 50. Заказ 484.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.