

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет»

Инженерно-строительный факультет

Кафедра строительного производства

Строительные машины

Методические указания
к контрольной работе
для бакалавров заочной формы обучения
по направлению «Строительство»
профиль подготовки «Промышленное и гражданское строительство»

Краснодар
2015

Составители: Г. В. Дегтярев, И. И. Рудченко, О. А.Иванчук

Строительные машины: метод. указания / сост. Г. В. Дегтярев, И. И. Рудченко, О. А.Иванчук. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 60 с.

Рецензент : доктор технических наук профессор Г. В. Серга

Указания предназначены для бакалавров заочной формы обучения по направлению «Строительство». В методических указаниях приведено задание с конкретными вопросами по контрольной работе, ее содержание, рекомендации по решению технологических задач для строительных механизмов строительного производства

Рассмотрено и одобрено методической комиссией строительного факультета Кубанского госагроуниверситета, протокол № ____ от _____ 2015 г.

Председатель
методической комиссии

М. И. Шипельский

© Г. В. Дегтярев,
© И. И. Рудченко,
О. А.Иванчук, 2015
© ФГБОУ ВПО «Кубанский
государственный аграрный
университет», 2015

ВВЕДЕНИЕ

Подъем капитального строительства на качественно новый уровень возможен лишь за счет последовательного проведения курса на дальнейшую его механизацию, существенного сокращения ручного труда, совершенствования структуры и организации строительного производства.

Одним из ведущих факторов в решении задач сокращения себестоимости и сроков строительства, повышения производительности труда и эффективности строительного производства является комплексная механизация строительно-монтажных работ. Комплексная механизация строительного производства, прежде всего, требует его насыщения необходимым количеством высокопроизводительных машин, освоения производства и применения ряда новых типов машин, расширение технологических возможностей средств механизации и совершенствование организации их эффективного использования.

Настоящие методические указания представляют собой задания к контрольной работе по строительным машинам с подробным рассмотрением решения подобных задач.

Контрольная работа состоит из двух задач.

Задание к задаче №1 содержит вопросы по расчету лебедки или ленточного конвейера, или щековой камнедробилки, согласно двум последним цифрам шифра зачетной книжки.

После решения задачи необходимо ответить на 3 вопроса, также согласно шифру в зачетной книжке.

Задание к задаче №2 включает решение вопроса по одноковшовому экскаватору ЭО - 4111Б или ЭО - 6111 Б.

После решения задачи также необходимо ответить на 3 теоретических вопроса, касающихся не только строительных машин, но и автоматизации в строительстве. Описание теоретических вопросов сопровождать необходимыми схемами и рисунками.

ЗАДАНИЕ К ЗАДАЧЕ №1

При выполнении этой задачи студент должен:

- 1 – определить конструктивно-технологические параметры одной из машин, приняв данные из таблицы 1 в соответствии с номером в зачетной книжке;
- 2 – ответить письменно на три вопроса, взяв номера вопросов из таблицы 2 в соответствии с двумя последними цифрами номера зачетной книжки.

Примечания к таблице 1:

1. Для лебедки (позиции № 0 – 1):

G – вес груза, кН; n – частота вращения двигателя, об/мин; H – высота подъема груза, м; D – диаметр рабочего колеса, мм; Z – количество зубьев на шестеренке, шт.

2. Для конвейера (позиции № 2 – 5):

P – производительность машины, м³/ч; L – длина ленты конвейера, м; α – угол наклона оси конвейера к горизонту, град; песок, шлак, щебень и др. – транспортируемый материал.

3. Для камнедробилки (позиции № 6 - 9):

песчаник	$E = 43$ мПа	$\sigma = 120$ мПа
известняк	$E = 30$ мПа	$\sigma = 100$ мПа
мрамор	$E = 45$ мПа	$\sigma = 150$ мПа
гранит	$E = 50$ мПа	$\sigma = 160$ мПа
базальт	$E = 70$ мПа	$\sigma = 200$ мПа

m – степень дробления;

μ – коэффициент разрыхления дробленого продукта;

σ – предел прочности дробимой породы, мПа;

E – модуль упругости разрушаемого материала, кгс/см².

Таблица 1 Задание к задаче № 1

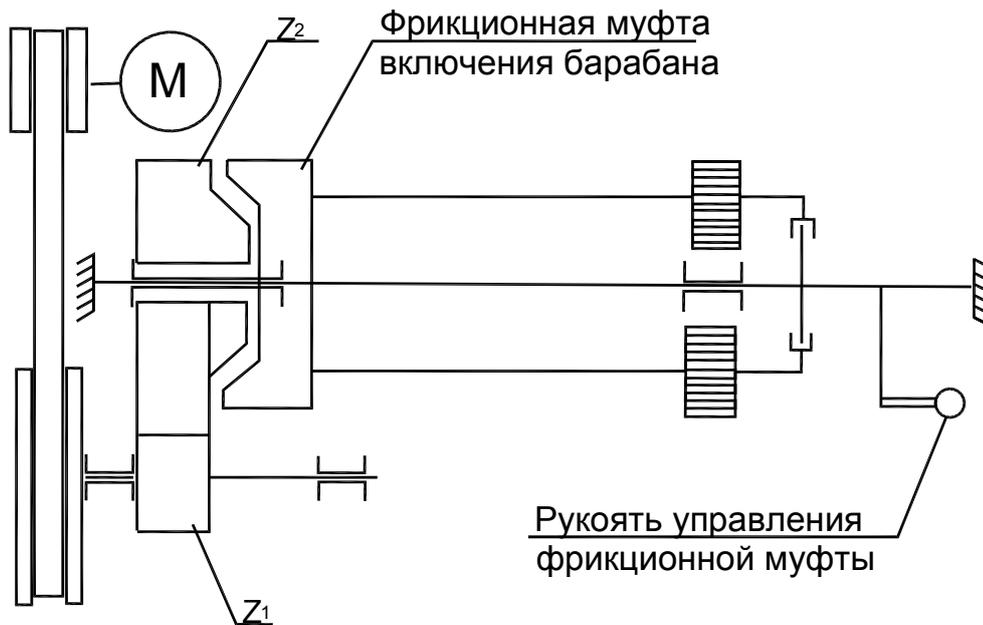
Последняя цифра шифра	Вид машины	Предпоследняя цифра в зачетной книжке									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Лебедка зубчато-функциональная (см. рис.1)	Режим работы – тяжелый Кратность полиспаста $i = 3$			Режим работы – средний Кратность полиспаста $i = 4$			Режим работы – легкий Кратность полиспаста $i = 5$			
		G = 20 n = 750 H = 15	G = 40 n = 1000 H = 10	G = 15 n = 1500 H = 20	G = 30 n = 1000 H = 25	G = 40 n = 1200 H = 12	G = 55 n = 950 H = 18	G = 55 n = 1500 H = 30	G = 10 n = 1000 H = 15	G = 60 n = 750 H = 22	G = 25 n = 1200 H = 10
1	Лебедка реверсивная (см. рис.2)	Режим работы – тяжелый Кратность полиспаста $i = 2$			Режим работы – средний Кратность полиспаста $i = 5$			Режим работы – легкий Кратность полиспаста $i = 4$			
		G = 15 n = 1200 H = 8	G = 20 n = 1000 H = 10	G = 25 n = 1500 H = 15	G = 10 n = 750 H = 20	G = 30 n = 950 H = 12	G = 75 n = 1450 H = 18	G = 19 n = 750 H = 25	G = 30 n = 1500 H = 30	G = 20 n = 750 H = 15	G = 25 n = 1500 H = 8
2	Конвейер ленточный (см. рис.3), (лента плоская L=20 м)	песок П = 60 $\alpha = 15$	цемент П = 80 $\alpha = 6$	гравий П = 100 $\alpha = 19$	шлак П = 30 $\alpha = 14$	щебень П = 130 $\alpha = 16$	песок П = 120 $\alpha = 19$	цемент П = 60 $\alpha = 15$	гравий П = 110 $\alpha = 13$	шлак П = 30 $\alpha = 10$	щебень П = 50 $\alpha = 11$
3	Конвейер ленточный (см. рис.3), (лента желобчатая L=60 м)	шлак П = 30 $\alpha = 15$	щебень П = 130 $\alpha = 17$	песок П = 120 $\alpha = 20$	песок П = 60 $\alpha = 18$	цемент П = 80 $\alpha = 8$	гравий П = 100 $\alpha = 12$	песок П = 60 $\alpha = 12$	цемент П = 150 $\alpha = 13$	гравий П = 60 $\alpha = 10$	шлак П = 80 $\alpha = 6$
4	Конвейер ленточный (см. рис.3), (лента плоская L=80 м)	песок П = 70 $\alpha = 19$	шлак П = 90 $\alpha = 9$	щебень П = 100 $\alpha = 13$	гравий П = 40 $\alpha = 16$	шлак П = 140 $\alpha = 18$	цемент П = 130 $\alpha = 20$	гравий П = 80 $\alpha = 14$	шлак П = 170 $\alpha = 19$	цемент П = 40 $\alpha = 133$	гравий П = 100 $\alpha = 6$
5	Конвейер ленточный (см. рис.3), (лента желобчатая L=10 м)	щебень П = 50 $\alpha = 18$	песок П = 70 $\alpha = 8$	шлак П = 90 $\alpha = 12$	шлак П = 30 $\alpha = 15$	гравий П = 130 $\alpha = 17$	шлак П = 120 $\alpha = 20$	шлак П = 60 $\alpha = 11$	гравий П = 150 $\alpha = 15$	песок П = 60 $\alpha = 17$	цемент П = 80 $\alpha = 11$

Продолжение таблицы 1

Последняя цифра шифра	Вид машины	Предпоследняя цифра в зачетной книжке									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	Камнедробилка щековая с простым качеством щеки (см. рис. 4) (1200 x 1500 мм)	песчаник m = 6 $\mu = 0,3$	известняк m = 7 $\mu = 0,4$	мрамор m = 8 $\mu = 0,5$	гранит m = 9 $\mu = 0,6$	базальт m = 10 $\mu = 0,7$	песчаник m = 4 $\mu = 0,4$	известняк m = 3 $\mu = 0,4$	мрамор m = 2 $\mu = 0,4$	гранит m = 4 $\mu = 0,4$	базальт m = 6 $\mu = 0,4$
7	Камнедробилка щековая со сложным качеством щеки (см. рис. 4) (400 x 600 мм)	известняк m = 5 $\mu = 0,3$	мрамор m = 5 $\mu = 0,5$	гранит m = 5 $\mu = 0,6$	базальт m = 5 $\mu = 0,7$	песчаник m = 5 $\mu = 0,8$	базальт m = 7 $\mu = 0,3$	песчаник m = 6 $\mu = 0,3$	известняк m = 7 $\mu = 0,3$	мрамор m = 6 $\mu = 0,3$	гранит m = 7 $\mu = 0,3$
8	Лебедка зубчато-фрикционная. (Рисунок 1)	Режим работы средний Кратность полиспаста i=4			Режим работы легкий Кратность полиспаста i=3			Режим работы тяжелый Кратность полиспаста i=5			
		G=20 n=1200 H=12	G=25 n=1420 H=14	G=30 n=960 H=16	G=15 n=1500 H=22	G=20 n=750 H=18	G=25 n=950 H=20	G=16 n=1200 H=15	G=21 n=1000 H=17	G=23 n=750 H=21	G=25 n=1200 H=24
9	Лебедка Реверсивная. (Рисунок 2)	Режим работы средний Кратность полиспаста i=2			Режим работы легкий Кратность полиспаста i=3			Режим работы тяжелый Кратность полиспаста i=5			
		G=18 n=1420 H=8	G=10 n=960 H=6	G=12 n=1500 H=10	G=14 n=1200 H=11	G=16 n=750 H=14	G=20 n=1000 H=12	G=16 n=1200 H=15	G=22 n=960 H=16	G=24 n=1420 H=18	G=26 n=960 H=22

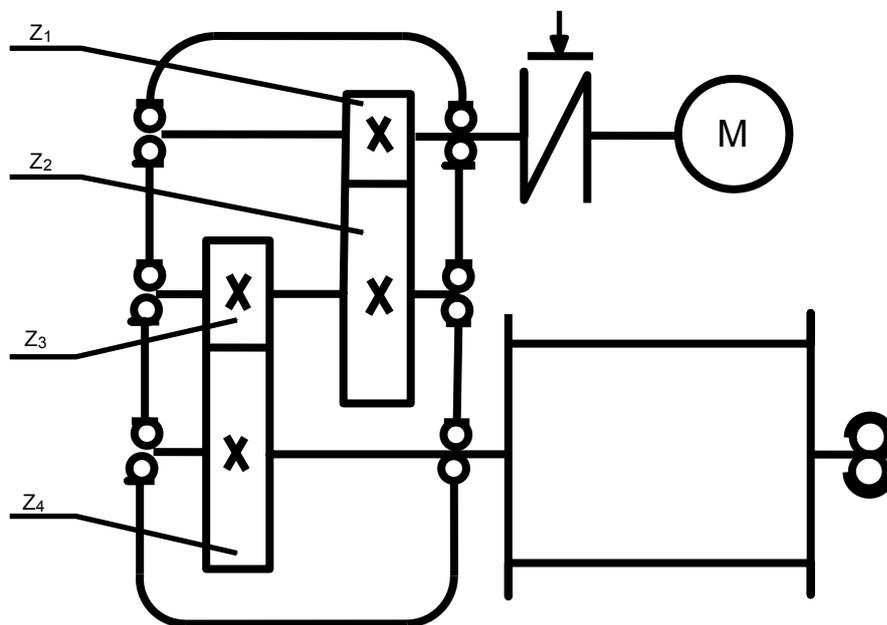
Таблица 2 Номера вопросов для письменных ответов к задаче №1

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра в зачетной книжке									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	16;34;1	35; 12;4	40;7;30	1;5;31	28;21;3	30;40;14	32;4;21	26;3;6	37;4;15	31;4;8
1	18;33;4	31;33;14	13;32;10	30;17;8	31;7;13	27;39; 15	37;7;14	34;2;15	29;14;38	4;22;8
2	32;20;3	4;8;31	36;19;1	31;9;4	40;7;9	29;13;6	26;12;39	33;22;17	28;4;19	26;24;10
3	25;15;8	10;37;3	32;18;2	35;17;4	26;12;9	28;12;39	38;16;3	27;14;39	3;13;37	6;23; 12
4	27;12;4	18;6;32	27;36;15	28;38;13	30;40;11	26;38;9	25;20;38	33;3;22	27;11;19	33;11;37
5	34;7;12	28;3;17	31;13;3	36;40;7	33;8;23	31;14;3	27;40;19	34;9;13	39;14;5	29;40;16
6	29;20;6	26;19;8	36;40;22	35;16;4	27;33;5	37;7;22	31;16;9	31;40;14	20;40;6	28;31;10
7	33;1;11	21;36;3	30;14;8	33;38;5	29;40;12	35;15;4	32;20;38	28;16;38	31;9;21	27;39;12
8	31;18;3	39;19;33	29;15;5	27;39;8	34;9;18	36;38;21	35; 1 ;13	29;3;17	11;37;23	12;24;39
9	30;4;17	26;40;16	28;39;6	9;40;5	36;19;24	16;38;7	28;39;20	30;18;9	16;26;19	9;29;38



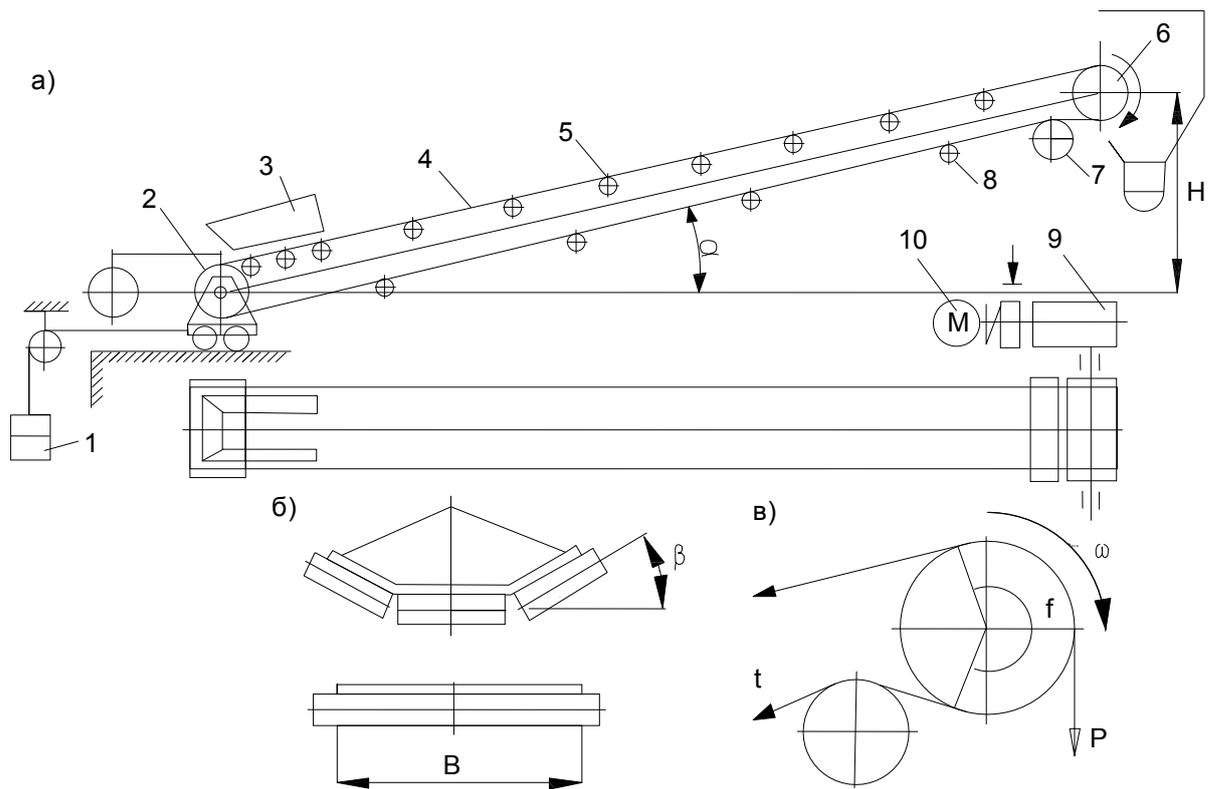
$$D_1 = 160, D_2 = 600, Z_1 = 18, Z_2 = 88$$

Рисунок 1 – Схема зубчато-фрикционной лебедки



$$Z_1 = 11, Z_2 = 81, Z_3 = 12, Z_4 = 60$$

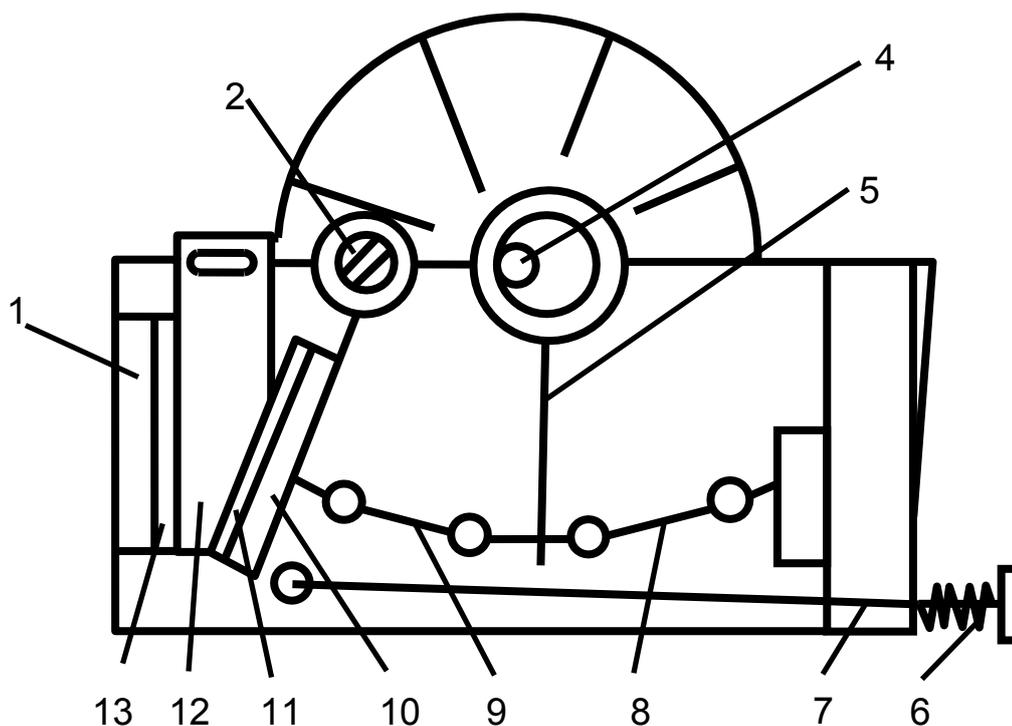
Рисунок 2 – Схема реверсивной лебедки



а) схема конструкции; б) виды роlikоопор;
 в) схема усилий на приводном барабане;

1 – натяжное устройство; 2 – натяжной барабан; 3 – приемная воронка; 4 – транспортная лента; 5 – верхние роlikоопоры (формирующие); 6 – приводной барабан; 7 – отклоняющий барабан; 8 – нижние роlikоопоры (поддерживающие); 9 – редуктор; 10 – электродвигатель

Рисунок 3 – Ленточный конвейер



- а – схема дробилки с простым движением щеки;
 б – схема дробилки со сложным движением щеки

Рисунок 4 – Щековые камнедробилки

ЗАДАНИЕ ПО ПОЗИЦИЯМ К ЗАДАЧЕ №1

Определяя конструктивно-технологические параметры машины по позициям № 0 – 1 необходимо:

- описать принцип работы, устройство и область применения лебедки заданного типа (см. таблицу 1; рисунки 1 и 2);
- определить: а) КПД полиспаста; б) максимальное усилие в ветви каната, навиваемой на барабан с учетом КПД полиспаста; в) диаметр стального каната и минимальные диаметры блоков и барабана; г) рабочую длину барабана; д) частоту вращения барабана и скорость навивки каната на барабан; е) мощность электродвигателя лебедки с учетом КПД механизмов;
- выполнить схему подъема груза с помощью лебедки и полиспаста.

Определяя конструктивно-технологические параметры машины по позициям № 2 – 5 (см. таблицу 1 и рисунок 3) необходимо:

- описать принцип работы, устройство и область применения ленточного конвейера;

– определить по заданным условиям задачи следующие параметры ленточного конвейера (выбрав с обоснованием скорость движения ленты): а) размеры (ширину и толщину) ленты; б) число прокладок ленты; в) мощность двигателя; г) натяжение в рабочей ветви ленты; д) диаметр и частоту вращения приводного барабана;

– выполнить схему ленточного конвейера с обозначением основных узлов.

Определяя конструктивно-технологические параметры машины по позициям № 6 – 9 (см. таблицу I и рисунок 4) необходимо:

– дать описание и схему устройства щековой камнедробилки с обозначением основных узлов;

– по заданным условиям задачи определить следующие параметры щековой камнедробилки: а) общую высоту загрузочной камеры; б) размер кусков загружаемой породы и продукта дробления; в) принять ход подвижной щеки;

г) частоту вращения эксцентрикового вала; д) производительность дробилки; е) мощность электродвигателя.

– выполнить схему камнедробилки с обозначением основных узлов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ К ЗАДАЧЕ №1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Для чего служит храповый механизм? Как он устроен и где его применяют? Приведите схему.

2. Как устроены: грузоупорные тормоза? Где их применяют? Приведите схему.

3. По каким признакам классифицируют строительные машины?

4. Какие требования предъявляют к строительным машинам?

5. Дайте определение узла и детали. Из каких основных узлов состоят строительные машины?

6. Какие различают категории производительности строительных машин? Дайте определение каждой категории и приведите расчетные формулы.

7. Дайте определение трансмиссии, из чего она состоит. Какие типы трансмиссий применяют в строительных машинах?

8. Что включает шасси автомобиля? Виды кузовов и способы их разгрузки.

9. Приведите основные отличия классического самосвала и шарнирно-сочлененного, дайте их схемы.

10. Какие виды ходового оборудования применяют для передвижных строительных машин? Особенности, область применения, преимущества и недостатки этого оборудования.

11. Какие типы систем управления контроля и защиты применяют в строительных машинах? Укажите область их применения, преимущества и недостатки.

ТРАНСПОРТНЫЕ, ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ И ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ МАШИНЫ

12. Какие типы автомобилей, тракторов и пневмоколесных тягачей применяют в строительстве? Приведите их основные технико-эксплуатационные показатели.

13. Из каких частей и узлов состоят грузовые автомобили и колесные тракторы? Приведите их кинематические схемы и объясните назначение сцепления, коробки передач, карданного вала, главной передачи и дифференциала.

14. Из каких основных частей и узлов состоит гусеничный трактор? Приведите его кинематическую схему и объясните, как осуществляется разворот трактора.

15. Как устроены одноосные и двухосные пневмоколесные тягачи? Приведите их кинематическую схему и область применения.

16. Каким прицепным и навесным оборудованием можно оснащать автомобили, тракторы и пневмоколесные тягачи?

17. Как устроены и в каких случаях применяются ленточные, винтовые конвейеры? Приведите их принципиальные схемы с обозначением основных узлов.

18. Как устроены, работают и где применяются вибрационные конвейеры? Приведите их принципиальные схемы.

19. Как определяют производительность транспортирующих машин непрерывного действия?

20. Как устроены, работают и где применяются установки для пневматического транспортирования материалов? Приведите принципиальные схемы всасывающей и нагнетательной транспортирующей установок.

21. По каким признакам классифицируют самоходные погрузчики? Как определяют их производительность?

22. Приведите принципиальные схемы универсальных одноковшовых погрузчиков и укажите, с какими видами сменного рабочего оборудования может работать каждый из них.

23. Как устроены, работают и где применяются разгрузочные машины циклического и непрерывного действия? Приведите их принципиальные схемы.

ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

24. Опишите устройство винтовых, реечных и гидравлических домкратов, укажите область их применения, приведите принципиальные схемы.

25. Опишите устройство реверсивной и зубчато-фрикционной лебедок. Выполните их кинематические схемы, изложите основы тягового расчета.

26. Каково назначение талей и электротельферов? Приведите их принципиальные схемы.

27. Какие типы кранов применяют в строительстве? Дайте их основные характеристики и сравнительную оценку.

28. Опишите устройство и область применения башенных кранов с поворотным оголовком и поворотной платформой. Приведите их индексацию, конструктивные схемы и дайте им сравнительную оценку.

29. Приведите схему монтажа и демонтажа одного из кранов серии КБ.

30. Объясните устройство и укажите область применения самоходных стреловых кранов с различными видами сменного рабочего оборудования, приведите общую индексацию и принципиальную схему любого крана.

31. Приведите кинематические схемы автомобильных кранов с механическими и дизель-электрическими приводами, область применения, достоинства и недостатки.

32. Как устроены, работают и где применяются козловые и кабельные краны? Приведите их принципиальные схемы.

33. Укажите мероприятия, обеспечивающие устойчивость передвижных кранов. Что такое коэффициент собственной и грузовой устойчивости?

34. Рассмотрите устройство мачтовых, скиповых и шахтных подъемников, приведите их принципиальные схемы, укажите область применения.

35. Как определяют производительность кранов и подъемников?

МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

36. Опишите на конкретных примерах виды землеройных и землеройно-транспортных машин, применяемых в строительстве?

37. Дайте критический анализ конструкций бульдозеров с канатным и гидравлическим управлением, приведите принципиальные схемы систем управления отвалом.

38. Дайте общую оценку существующим типам скреперов, приведите принципиальную схему одного из них.

39. Проанализируйте основы тягового расчета землеройно-транспортных машин.

40. Как устроен, и какие виды работ выполняет автогрейдер? Приведите схему.

41. По каким признакам классифицируют и индексируют одноковшовые экскаваторы?

42. Из каких частей и механизмов состоит одноковшовый строительный экскаватор с механическим и гидравлическим приводом? Дайте перечень и оценку сменного рабочего оборудования одноковшового экскаватора.

ЗАДАНИЕ К ЗАДАЧЕ №2

Выполняя вторую задачу, студент должен:

- решить задачу, исходные данные взять из таблицы 3, в соответствии с двумя последними цифрами номера зачетной книжки;
- ответить письменно на три вопроса, выбрав номера вопросов из таблицы 6, в соответствии с двумя последними цифрами номера зачетной книжки.

Необходимо:

- описать устройство, принцип действия, назначение и область применения одноковшового строительного экскаватора;
- выполнить схему одноковшового экскаватора с заданным видом сменного рабочего оборудования и обозначить на ней основные узлы и механизмы;
- на кинематической схеме экскаватора (рисунок 4 и 5) указать название основных узлов и механизмов;
- используя кинематическую схему, определить скорость одного из механизмов экскаватора, указанного в задании;
- определить время полного цикла работы экскаватора, его техническую и эксплуатационную производительность и указать пути повышения производительности.

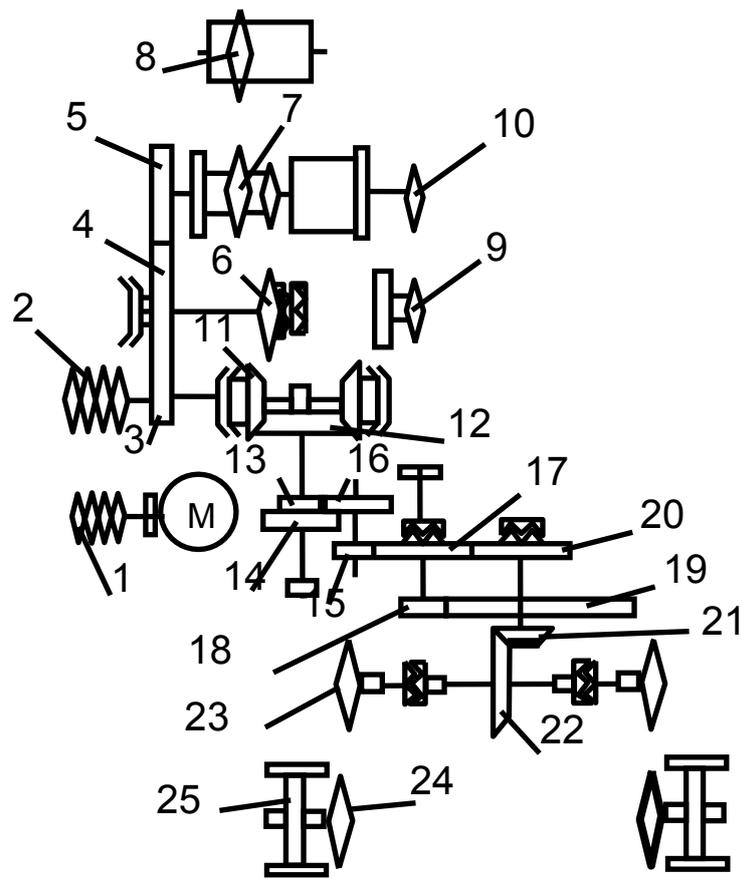


Рисунок 5 – Экскаватор ЭО-4111Б

Таблица 3 Исходные данные к задаче №2

Предпоследняя цифра шифра в зачетной книжке	Тип экскаватора и вид сменного рабочего оборудования	Последняя цифра в зачетной книжке			
		0	1	2	3
0	ЭО-4111Б с обратной лопатой n = 835	механизм подъема ковша; грунт III категории; погрузка в транспорт			
		$\alpha = 90$	$\alpha = 120$	$\alpha = 60$	$\alpha = 120$
1	ЭО-6111Б с драглайном n = 1500	механизм передвижения; грунт I категории; работа в отвал			
		$\alpha = 180$	$\alpha = 90$	$\alpha = 120$	$\alpha = 90$
2	ЭО-4111Б с прямой лопатой n = 900	механизм поворота платформы; грунт II категории; погрузка в транспорт			
		$\alpha = 120$	$\alpha = 60$	$\alpha = 90$	$\alpha = 60$
3	ЭО-6111Б с прямой лопатой n = 1400	механизм подъема стрелы; грунт IV категории; погрузка в транспорт			
		$\alpha = 120$	$\alpha = 180$	$\alpha = 150$	$\alpha = 130$
4	ЭО-4111Б с драглайном n = 800	механизм подтягивания ковша; грунт II категории; работа в отвал			
		$\alpha = 120$	$\alpha = 180$	$\alpha = 90$	$\alpha = 60$
5	ЭО-4111Б с обратной лопатой n = 950	механизм подъема ковша; грунт III категории; погрузка в транспорт			
		$\alpha = 90$	$\alpha = 45$	$\alpha = 180$	$\alpha = 120$
6	ЭО-6111Б с прямой лопатой n = 1420	механизм напора; грунт IV категории; работа в отвал			
		$\alpha = 180$	$\alpha = 120$	$\alpha = 60$	$\alpha = 120$
7	ЭО-6111Б с грейфером n = 1300	механизм замыкания ковша; грунт I категории; погрузка в транспорт			
		$\alpha = 120$	$\alpha = 90$	$\alpha = 90$	$\alpha = 60$
8	ЭО-4111Б с прямой лопатой n = 1000	механизм передвижения; грунт III категории; погрузка в транспорт			
		$\alpha = 60$	$\alpha = 180$	$\alpha = 150$	$\alpha = 45$
9	ЭО-6111Б с прямой лопатой n = 1600	механизм подъема стрелы; грунт IV категории; погрузка в транспорт			
		$\alpha = 90$	$\alpha = 150$	$\alpha = 120$	$\alpha = 180$

Предпоследняя цифра шифра в зачетной книжке	Тип экскаватора и вид сменного рабочего оборудования	Последняя цифра в зачетной книжке					
		4	5	6	7	8	9
0	ЭО-4111Б с обратной лопатой n = 835	механизм подъема стрелы; грунт II категории; работа в отвал				механизм поворота; грунт I категории; работа в отвал	
		$\alpha = 90$	$\alpha = 120$	$\alpha = 60$	$\alpha = 90$	$\alpha = 60$	$\alpha = 45$
1	ЭО-6111Б с драглайном n = 1500	механизм подтягивания ковша; грунт III категории; погрузка в транспорт				механизм подъема ковша; грунт II категории; работа в отвал	
		$\alpha = 120$	$\alpha = 60$	$\alpha = 45$	$\alpha = 180$	$\alpha = 120$	$\alpha = 90$
2	ЭО-4111Б с прямой лопатой n = 900	механизм напора; грунт III категории; погрузка в транспорт				механизм передвижения; грунт I категории; погрузка в транспорт	
		$\alpha = 180$	$\alpha = 150$	$\alpha = 90$	$\alpha = 60$	$\alpha = 90$	$\alpha = 120$
3	ЭО-6111Б с прямой лопатой n = 1400	механизм напора; грунт II категории; погрузка в транспорт					
		$\alpha = 180$	$\alpha = 90$	$\alpha = 120$	$\alpha = 45$	$\alpha = 180$	$\alpha = 60$
4	ЭО-4111Б с драглайном n = 800	механизм поворота платформы; грунт I категории; погрузка в транспорт					
		$\alpha = 180$	$\alpha = 90$	$\alpha = 120$	$\alpha = 60$	$\alpha = 150$	$\alpha = 180$
5	ЭО-4111Б с обратной лопатой n = 950	механизм подтягивания ковша; грунт II категории; работа в отвал				механизм поворота; грунт III категории; работа в отвал	
		$\alpha = 45$	$\alpha = 80$	$\alpha = 180$	$\alpha = 120$	$\alpha = 80$	$\alpha = 90$
6	ЭО-6111Б с прямой лопатой n = 1420	механизм передвижения; грунт IV категории; погрузка в транспорт				механизм подъема ковша; грунт IV категории; погрузка в транспорт	
		$\alpha = 90$	$\alpha = 120$	$\alpha = 60$	$\alpha = 90$	$\alpha = 60$	$\alpha = 45$

Предпоследняя цифра шифра в зачетной книжке	Тип экскаватора и вид сменного рабочего оборудования	Последняя цифра в зачетной книжке					
		4	5	6	7	8	9
7	ЭО-6111Б с грейфером n = 1300	механизм подъема ковша; грунт IV категории; разгрузка в отвал			механизм подъема стрелы; грунт IV категории; разгрузка в отвал		
		$\alpha = 60$	$\alpha = 150$	$\alpha = 90$	$\alpha = 60$	$\alpha = 90$	$\alpha = 120$
8	ЭО-4111Б с прямой лопатой n = 1000	механизм напора; грунт II категории; погрузка в транспорт			механизм поворота; грунт IV категории; работа в отвал		
		$\alpha = 120$	$\alpha = 60$	$\alpha = 120$	$\alpha = 45$	$\alpha = 180$	$\alpha = 60$
9	ЭО-6111Б с прямой лопатой n = 1600	механизм напора; грунт II категории; работа в отвал			механизм подъема ковша; грунт III категории; работа в отвал		
		$\alpha = 60$	$\alpha = 90$	$\alpha = 60$	$\alpha = 120$	$\alpha = 150$	$\alpha = 180$

Примечания к таблице 3:

1. В первой строке указан узел, скорость рабочего органа которого нужно определить.
2. α – угол поворота экскаватора при разгрузке, град.
3. n – частота вращения вала двигателя, об/мин.

Таблица 4 Данные к кинематической схеме экскаватора ЭО-4111Б

Звездочка	$Z_1 = 23$	Шестерня	$Z_{15} = 24$
	$Z_2 = 96$		$Z_{16} = 30$
Шестерня	$Z_3 = 13$		$Z_{17} = 49$
	$Z_4 = 70$		$Z_{18} = 10$
	$Z_5 = 78$	Зубчатый венец	$Z_{19} = 79$
Звездочка	$Z_6 = 15$	Шестерня	$Z_{20} = 40$
	$Z_7 = 15$	Коническая шестерня	$Z_{21} = 17$
	$Z_8 = 19$		$Z_{22} = 11$
	$Z_9 = 15$	Звездочка	$Z_{23} = 10$
	$Z_{10} = 15$		$Z_{24} = 19$

Продолжение таблицы 4

Коническая шестерня	$Z_{11} = 18$		$Z_{25} = 8$
	$Z_{12} = 27$		$Z_{25} = 255$ мм
Шестерня	$Z_{13} = 12$		
	$Z_{14} = 17$		

Расчетные диаметры: барабана подъема ковша $D_k = 700$ мм, стрелы $D_c = 300$ мм, напорного механизма $D_H = 500$ мм.

Таблица 5 Данные к кинематической схеме экскаватора ЭО-6111Б

Шестерня	$Z_1 = 16$	Коническая шестерня	$Z_{16} = 20$
	$Z_2 = 60$		$Z_{17} = 29$
	$Z_3 = 40$	Шестерня	$Z_{18} = 20$
	$Z_4 = 40$		$Z_{19} = 52$
	$Z_5 = 160$		$Z_{20} = 38$
	$Z_6 = 23$		$Z_{21} = 38$
	$Z_7 = 127$		$Z_{22} = 15$
Звездочка	$Z_8 = 17$	Зубчатый венец	$Z_{23} = 130$
	$Z_9 = 65$	Коническая шестерня	$Z_{24} = 14$
	$Z_{10} = 40$		$Z_{25} = 42$
	$Z_{11} = 11$	Звездочка	$Z_{26} = 9$
	$Z_{12} = 11$		$Z_{27} = 17$
	$Z_{13} = 11$		$Z_{28} = 10$
Шестерня	$Z_{13} = 11$		$Z_{28} = 50$ мм
	$Z_{14} = 50$ мм	Шестерня	$Z_{29} = 12$
Рейка	$Z_{15} = 50$	Червяк	$Z_{30} = 1$
		Червячное колесо	$Z_{31} = 24$

Расчетные диаметры: барабана подъема ковша $D_k = 700$ мм, стрелы $D_c = 300$ мм.

Таблица 6 Номера вопросов для письменных ответов к задаче №2

Предпоследняя цифра шифра в зачетной книжке	Последняя цифра в зачетной книжке									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	61;42;59	43;50;70	53;60;41	49;41;97	69;49;96	48;41;95	71;46;94	44;56;93	80;43;92	77;73;91
1	62;44;81	54;58;82	56;51;83	55;59;84	68;48;85	49;42;86	49;57;87	53;57;88	68;54;89	56;41;90
2	45;58;87	52;74;86	54;72;85	58;62;84	67;57;83	57;55;82	68;48;81	42;50;76	51;56;71	59;74;66
3	46;52;97	55;80;96	53;65;95	64;69;94	65;46;93	56;53;92	47;61;91	51;60;90	53;57;89	50;75;88
4	47;54;58	56;51;65	55;56;73	57;63;55	66;77;54	67;46;60	64;80;57	61 ;71;68	52;68;69	78;46;54
5	48;56;67	52;45;61	57;54;75	56;54;66	64;75;59	55;47;50	50;57;80	55;62;49	73;55;60	50;67;63
6	63;68;80	57;52;66	65;76;54	54;79;67	62;44;50	53;74;65	41;52;71	56;63;70	67;51;77	51;78;42
7	69;59;75	58;53;67	80;60;46	51;48;70	68;78;50	60;71;68	62;55;70	66;54;72	54;62;68	52;58;69
8	60;70;76	64;56;52	50;77;58	72;47;59	52;68;61	53;73;78	74;58;65	66;60;43	57;45;43	53;80;72
9	51;71;68	59;54;78	71;57;47	53;49;58	61;77;52	42;50;57	73;79;52	68;53;74	56;70;80	55;71;41

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ К ЗАДАЧЕ №2 МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

43. Как исчисляют производительность одноковшовых экскаваторов при разном сменном оборудовании? Какие основные мероприятия позволяют увеличить производительность одноковшовых экскаваторов?

44. Опишите устройство, принцип действия и область применения многоковшовых экскаваторов продольного и поперечного копания. Приведите принципиальные схемы этих машин.

45. Опишите устройство, область применения и принцип действия траншейных многоковшовых экскаваторов. Приведите принципиальные схемы роторного и Цепного экскаваторов.

46. Как определяют производительность многоковшового экскаватора?

47. Какое оборудование применяют для бестраншейной прокладки подземных коммуникаций?

48. Перечислите основные группы оборудования, применяемого для гидромеханизации земляных работ. Осветите конструкции гидромониторов землесосов и укажите область их применения в строительстве. Приведите принципиальные схемы.

49. Какие виды оборудования применяют для разработки мерзлых грунтов? Приведите принципиальные схемы.

50. По каким признакам классифицируют машины для уплотнения грунтов? Приведите их принципиальные схемы.

МАШИНЫ ДЛЯ БУРОВЫХ РАБОТ

51. Какие машины применяют при производстве буровых работ? Приведите их принципиальные схемы.

52. Опишите устройство и работу станков ударного, вращательного и ударно-вращательного бурения.

53. Каково устройство бурильно-крановых машин, смонтированных на базе автомобиля и трактора? Приведите схемы.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СВАЙНЫХ РАБОТ

54. Опишите способы погружения свай. Дайте сравнительную характеристику паровоздушных молотов простого и двойного действия и приведите их схемы.

55. Как устроены и работают штанговые и трубчатые дизель-молоты? Укажите их преимущества и недостатки. Приведите схемы.

56. Опишите работу и приведите принципиальные схемы вибромолотов и вибропогружателей. Дайте их сравнение.

МАШИНЫ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ, СОРТИРОВКИ

57. Опишите способы дробления материалов, и по каким принципам классифицируются дробительные машины? Укажите конструктивные особенности каждой из них. Приведите их принципиальные схемы.

58. Как устроены и работают шаровые и стержневые мельницы? Приведите схемы.

59. Дайте классификацию сортировочных и моечных машин, приведите их схемы.

60. Из каких основных узлов состоят передвижные дробильно-сортировочные установки? Приведите схему такой установки.

МАШИНЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И УКЛАДКИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ И РАСТВОРОВ

61. Опишите способы перемешивания материалов. Как устроены и как работают бетоносмесители периодического и непрерывного действия? Дайте их классификацию, приведите принципиальные схемы.

62. Опишите способы работы, устройство и принцип действия растворосмесителей. Дайте их классификацию, приведите, принципиальные схемы.

63. Как определяют производительность бетоно- и растворосмесителей?

64. Какие типы бетоно- и растворонасосов применяют в строительстве? Приведите их кинематические схемы, опишите устройство и область применения.

65. Перечислите основные виды оборудования, применяемого при уплотнении бетонных смесей. Приведите принципиальные схемы переносных поверхностных и глубинных вибраторов.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

66. Какие станки применяют для резки, правки и гибки арматуры? Приведите схемы этих станков.

67. Какие способы и какое оборудование используют для предварительного натяжения арматуры? Приведите схемы.

68. Как устроена и работает виброплощадка? Приведите схему.

69. Какое оборудование применяется для вибропроката железобетонных изделий?

РУЧНЫЕ МАШИНЫ

70. Перечислите основные требования, предъявляемые к ручным машинам. По каким признакам классифицируют машины?

71. Какие основные виды электрических и пневматических ручных машин применяют в современном строительстве? В каких случаях целесообразно применять пневматические, а в каких электрические ручные машины?

72. Опишите устройство и назначение электрических РМ вращательного, ударного и ударно-вращательного действия. Приведите кинематические схемы.

73. Каково устройство и назначение плазматических РМ вращательного действия? Приведите схему ротационного двигателя с указанием основных элементов. Опишите устройство и назначение пневматических РМ ударного и ударно-вращательного действия, приведите принципиальные схемы.

МАШИНЫ ДЛЯ ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ

74. Из каких узлов состоит штукатурная станция? Приведите ее принципиальную схему и опишите работу.

75. Перечислите основные части малярной станции и приведите ее принципиальные схемы и опишите работу.

76. Рассмотрите конструкцию, принцип действия и область применения электрокраскопульты. Приведите их кинематические схемы.

77. Опишите устройство и приведите кинематические схемы паркетно-строгальных и паркетно-шлифовальных машин.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

78. Что такое система планово-предупредительного ремонта? Почему она называется плановой?

79. В чем заключается прием и испытание машин?

80. Как планируют работу одной машины и группы машин?

81. Как учитывают работу машин на строительстве?

82. Как составляется калькуляция стоимости работы строительных машин и комплексных установок?

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

83. Определение и классификация датчиков.

84. Датчики перемещения.

85. Датчики силового воздействия - давления, деформации и колебаний.

86. Датчики температуры.

87. Датчики расхода и уровня.

88. Датчики скорости и ускорения.

89. Назначение и классификация усилителей и переключателей.

90. Электромагнитное реле.

91. Электронные счетчики импульсов.

- 92. Гидравлические и пневматические исполнительные механизмы.
- 93. Автоматизация ограничения грузоподъемности кранов.
- 94. Задачи автоматизации управления рабочими органами землеройно-транспортных машин.
- 95. Стабилизация положения отвала бульдозера.
- 96. Автоматическое управление ножом автогрейдера.
- 97. Методы автоматизации дозирования компонентов бетонной смеси и растворов.
- 98. Дозаторы сыпучих материалов для бетоно- и растворосмесителей.
- 99. Автоматизация контроля приготовления бетонной смеси и растворов.

Методика №1

РАСЧЕТ ГРУЗОПОДЪЕМНОЙ ЛЕБЕДКИ

Задание: Дан тип лебедки; режим работы; вес поднимаемого груза G , кН; число оборотов двигателя лебедки, n об/мин; высота подъема груза H , м; кратность полиспаста i .

Определить:

- а) КПД полиспаста $\eta_{\text{пол}}$;
- б) максимальное усилие S_k в ветви каната, навиваемой на барабан с учетом КПД полиспаста;
- в) диаметр стального каната d_k и минимальные диаметры блоков и барабана D_b ;
- г) рабочую длину барабана L_b ;
- д) частоту вращения барабана n_b и скорость навивки каната на барабан V_k ;
- е) мощность электродвигателя лебедки $N_{\text{дв}}$ с учетом КПД механизмов.

Последовательность расчета грузоподъемной лебедки:

1. Выбор схемы подвески груза и определение КПД полиспаста

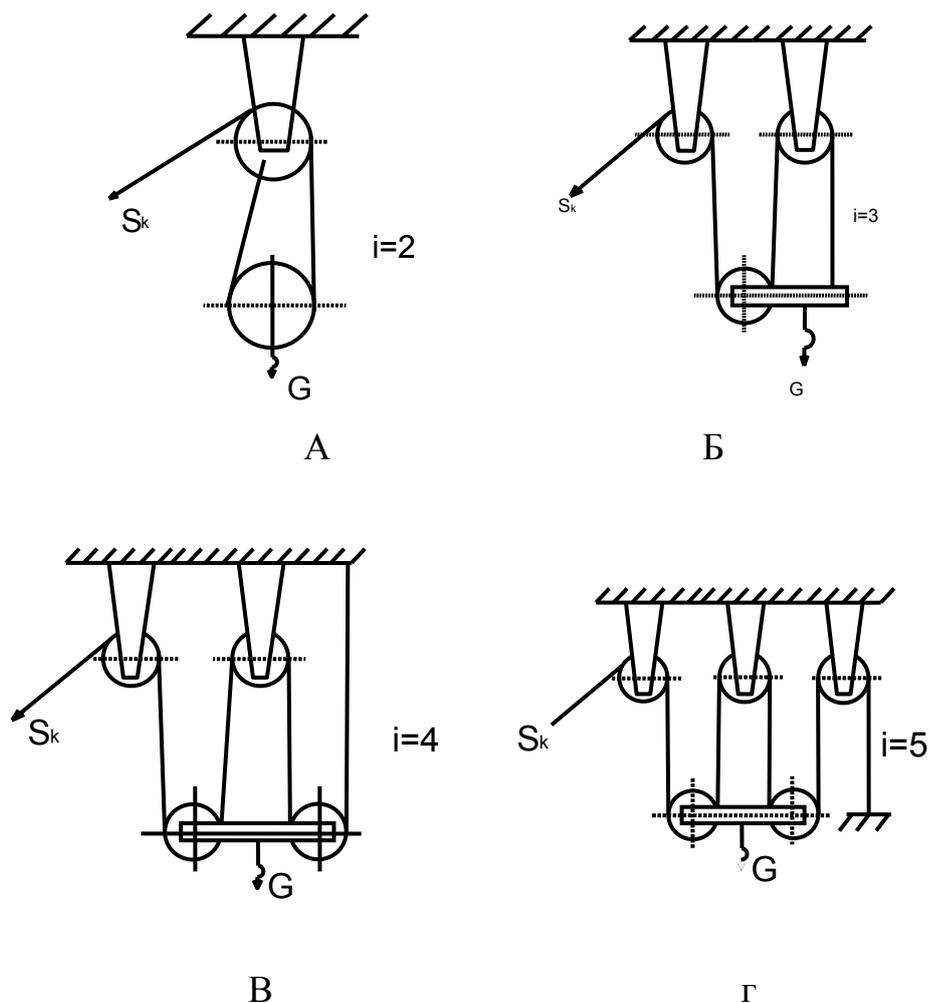


Рисунок 7 – Схема подвески груза через полиспаст

Определение КПД полиспаста:

$$\eta_{пол} = \eta_{бл}^t \quad (1)$$

t – число блоков в схеме;

$\eta_{пол}$ – КПД блока на подшипниках скольжения равен 0,96, а на подшипниках качения – 0,98.

2. Определение натяжения ветви каната, идущей на барабан:

Натяжение ветви каната, идущей на барабан, определяем по формуле:

$$S_k = \frac{G + q}{i \cdot \eta_{пол}}, \text{ кН} \quad (2)$$

q – вес подвесных (захватных) приспособлений, принимаемый при схеме подвески груза (а, б, в, г) соответственно равным (0,025; 0,05; 0,075; 0,1) от веса поднимаемого груза G .

Примечание: 1 кН = 100кгс.

3. Подбор стального каната

Для механизма подъема, башенных кранов и строительных лебедок применяются стальные канаты (тросы крестовой свивки). В тех случаях, когда перемещаемый груз движется в направляющих (например, в подъемниках, лифтах), применяются канаты параллельной свивки, как наиболее долговечные.

Канат подбирается согласно ГОСТ 3079-80 (таблица 7), ГОСТ 7668-80 (таблица 8) по допускаемому разрывному усилию S_p , которое определяется по формуле:

$$S_p = R \cdot S_k \quad (3)$$

R – коэффициент запаса прочности каната, для легкого режима работы принимается равным 5, для среднего 5,5 и тяжелого 6;

S_k – натяжение ветви каната, идущей на барабан (см. рисунок 7).

R – коэффициент запаса прочности каната, для легкого режима работы принимается равным 5, для среднего 5,5 и тяжелого 6;

S_k – натяжение ветви каната, идущей на барабан (см. рисунок 7).

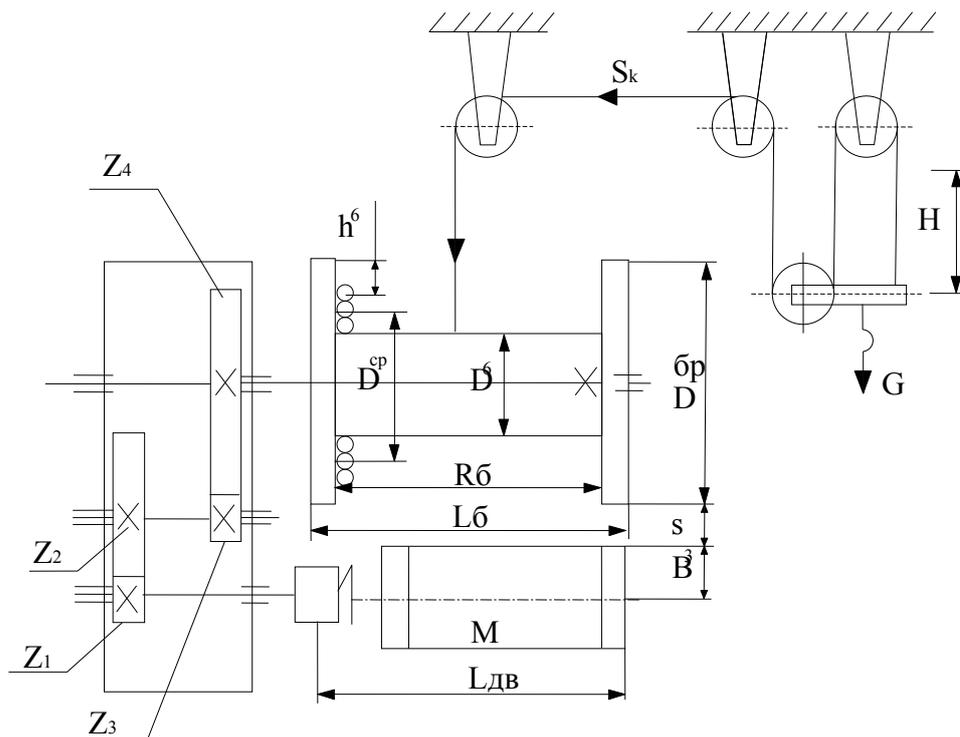


Рисунок 8 – Расчетная схема грузоподъемной лебедки

Например, получилось $S_p = 4740$ кг. Согласно ГОСТ 3079-80 канат принимаем типа ЛК-Р 6x9 с органическим сердечником с расчетным пределом прочности проволоки при растяжении $\sigma = 160$ кг/мм², диаметром $d_k = 9,5$ мм и фактическим разрывным усилием $S'_p = 4990$ кг.

Для правильно подобранного каната фактический коэффициент запаса прочности должен быть:

$$\frac{S'_p}{S_k} \geq R \quad (4)$$

4. Определение основных размеров барабана строительных лебедок

Конструктивный диаметр барабана и блоков строительных лебедок, принимаемых в механизмах подъема груза стреловых кранов в целях долговечной работы канатов, по правилам Госгортехнадзора выбирается из выражения:

$$D_6 \geq (e - 1) \cdot d_k \quad (5)$$

e – коэффициент, зависящий от режима работы, принимаемый равным при легком режиме 16, при среднем -18, при тяжелом – 20.

Рабочая длина и канатоемкость барабана l_6 зависит от длины навиваемого каната L_k , числа слоев навивки каната m , диаметра барабана D_6 и диаметра каната d_k .

Принимаем гладкий барабан и многослойную навивку каната. Число слоев навивки каната не должно быть более 4.

Сначала определим рабочую длину барабана при условии, что канат навивается на барабан в два слоя, то есть при $m = 2$ по формуле:

$$l_6 = \frac{L_k \cdot d_k}{\pi \cdot m (D_6 + m \cdot d_k)}, \quad (6)$$

L_k – длина каната, навиваемая на барабан:

$$L_k = i \cdot H + l_{об}, \quad (7)$$

Таблица 7 Канат типа ЛК с органическим сердечником по ГОСТ 3079-80

Диаметр каната, мм	Площадь сечений всех проволок, мм ²	Вес 100 п.м. смазанного каната, кг	Расчетный предел прочности проволоки при растяжении, кг/мм ²			
			160	170	180	190
			Разрывное усилие каната в целом, кг			
4,2	7,01	6,54	955	1010	1070	1130
4,6	8,41	7,87	1140	1210	1280	1360
5,0	10,02	9,35	1360	1440	1530	1610
5,4	11,89	11,09	1610	1710	1810	1910
6,8	17,85	16,65	2420	2570	2720	2880
8,1	26,18	24,42	3550	3780	4000	4220
8,8	31,19	29,10	4240	4500	4760	5030
9,5	36,69	34,23	4990	5290	5610	5920
11,5	51,68	48,22	7025	7465	7905	8345
12,5	58,69	54,75	7980	8470	8960	9470
13,5	64,05	59,76	8705	9250	9795	10345
15,0	86,27	80,50	11700	12450	13150	13850
16,5	104,56	97,50	14150	15050	15969	16850
17,5	114,46	106,80	15565	16535	17510	18480
19,5	143,68	134,00	19500	20700	21950	23150
21,0	174,78	163,10	23770	25250	26740	28225
22,0	184,50	172,10	25050	26600	28200	29750
24,0	220,46	205,70	29980	31850	33725	35600
25,0	289,16	223,10	32500	34550	36550	38550
27,5	286,68	267,40	38950	41350	43850	46250
30,5	349,68	326,20	47500	50450	53450	56400

Таблица 8 Канат типа ЛК с органическим сердечником по ГОСТ 7668-80

Диаметр каната, мм	Площадь сечений всех проволок, мм ²	Вес 100 п.м. смазанного каната, кг	Расчетный предел прочности проволоки при растяжении, кг/мм ²			
			160	170	180	190
			Разрывное усилие каната в целом, кг			
4,8	8,44	7,93	1000	1170	1230	1310
5,2	10,03	9,42	1310	1390	1470	1550
5,7	11,79	11,07	1540	1640	1730	1830
6,1	13,68	12,85	1780	1920	2010	2120
6,7	16,76	15,74	2190	2320	2460	2690
7,4	20,16	18,93	2640	2800	2860	3140
8,0	23,97	22,51	3140	3330	3530	3730
8,7	27,97	26,27	3650	3890	4120	4350
11,0	43,51	40,86	5700	6060	6420	6770
13,0	62,83	59,00	8240	8730	9260	9750
15,5	85,47	80,27	11150	11850	12550	13250
17,5	111,67	104,80	14600	15800	16450	17350
19,5	141,19	132,60	18450	19650	20800	21950
22,0	175,26	164,00	22950	24350	25800	27250
24,0	211,98	199,10	27750	29500	31250	33000
26,0	253,04	237,70	33150	35250	37300	39400
28,5	294,59	266,70	38600	41000	43450	45850
30,5	343,20	322,3	45000	47800	50600	58450
32,5	392,22	386,40	51450	51650	57850	61050
35,0	447,78	420,60	58700	62400	66050	69709

$l_{дв}$ – длина дополнительных витков каната, укладываемых на барабан для разгрузки мест крепления каната, обычно:

$$l_{дв} = 2\pi \cdot D_{\sigma}. \quad (8)$$

Конструктивное отношение между рабочей длиной барабана и его диаметром должно быть в пределах

$$\frac{l_{\sigma}}{D_{\sigma}} = (0,5 \div 3). \quad (9)$$

Если соотношение окажется больше, что не желательно, то принимаем трёхслойную навивку каната на барабан и вновь определяем его рабочую длину l_{σ} при $m = 3$, тогда отношение $\frac{l_{\sigma}}{D_{\sigma}}$ должно находиться в пределах допускаемого диапазона.

Барабаны, на которые канат укладывается в один слой, могут быть гладкими или нарезными. В случае нарезного барабана его рабочая длина определяется по формуле:

$$l'_{\sigma} = \frac{L_k \cdot t}{\pi(D_{\sigma} + d_k)}, \quad (10)$$

T – шаг навивки каната на нарезной барабан:

$$t = d_k + (3 \div 4), \text{ мм} \quad (11)$$

Толщина реборды барабана конструктивно применяется равной диаметру каната $d_k = \delta_p$.

Барабаны, на который канат навивают в несколько слоёв, имеют реборды, которые во избежание оползания каната должны выступать над последним слоем навивки не менее чем на величину h_p :

$$h_p = (2 \div 2,5) \cdot d_k. \quad (12)$$

Высоту реборды принимаем

$$h_p = 2 \cdot d_k. \quad (13)$$

Диаметр барабана по ребордам определяется по формуле

$$D_{\delta p} = D_{\delta} + 2m \cdot d_k + 2h_p. \quad (14)$$

Полная длина барабана (габаритная) определяется по формуле:

$$L_{\delta} = l_{\delta} + 2\delta_p. \quad (15)$$

5. Определение частоты вращения барабана

Частота вращения барабана определяется по формуле:

$$n_{\delta} = \frac{n_o}{i_{\text{общ}}} \quad (16)$$

при $i_{\text{общ}} = i_1 \cdot i_2$,

i_1 и i_2 – передаточные числа 1-ой и 2-ой ступени (рассчитать в соответствии со схемой рисунка 2);

n_o – частота вращения двигателя, об/мин.

6. Определяем скорость навивки каната на барабан

Скорость навивки каната на барабан \mathcal{G}_k определяется по формуле:

$$\mathcal{G}_k = \frac{n_{\delta} \cdot \pi \cdot D_{cp}}{60}, \text{ м/с}, \quad (17)$$

из выражения

$$n_{\delta} = \frac{60 \cdot \mathcal{G}_k}{\pi \cdot D_{cp}}, \text{ об/мин}, \quad (18)$$

D_{cp} – средний диаметр навивки каната:

$$D_{cp} = D_{\delta} + 2d_k, \quad (19)$$

d_k – диаметр каната.

7. Подбор электродвигателя

$$N_{дв} = \frac{S_k \cdot g_k}{102 \cdot \eta_{леб}}, \text{ кВт} \quad (20)$$

S_k – тяговое усилие каната на барабане, кг;

g_k – скорость навивки каната на барабан, м/с;

$\eta_{леб}$ – КПД механизма лебёдки.

КПД механизма лебедки определяется на основании следующих данных:

$$\eta_{леб} = \eta_{мех} = \eta_{б} \cdot \eta_{ред} = 0,96 \cdot 0,94 = 0,9 \quad (21)$$

$\eta_{б}$ – КПД барабана равный, 0,96;

$\eta_{ред}$ – КПД редуктора равный, 0,94.

Предположим $N_d = 4,05$ кВт.

По таблице 9 находим электродвигатель. Перегрузка электродвигателя допускается в пределах 5%.

Для тяжелого режима работы берем крановый электродвигатель МТ-21-6 мощностью 4 кВт и $n_{дв} = 955$ об/мин.

Таблица 9 Электродвигатели крановые асинхронные серии МТ и МТК

Величина	Тип	15% ПВ		25% ПВ		40% ПВ		L _{дв} , мм	B _з , мм
		N _{дв} , кВт	η _{дв} , об/мин	N _{дв} , кВт	η _{дв} , об/мин	N _{дв} , кВт	η _{дв} , об/мин		
с фазовым ротором МТ									
I	МТ-11-6	2,6	860	2,2	890	1,8	915	592	151
	МТ-12-6	4,2	870	3,5	900	2,8	930	647	151
II	МТ-21-6	6,0	930	5,0	945	4,0	955	682	172
	МТ-22-6	9,0	935	7,5	950	6,0	960	735	172
III	МТ-31-6	13,2	945	11,0	955	8,8	965	766	193
	МТ-31-8	9,0	735	7,5	705	6,0	715	766	193
IV	МТ-41-8	13,2	765	11,0	715	8,8	720	835	230
	МТ-42-8	19,2	715	16,0	720	12,8	725	915	230
V	МТ-51-8	26,5	720	22	725	17,5	730	975	225
	МТ-52-8	36,0	725	30	730	24,0	735	1056	225
VI	МТ-61-10	36	563	30	570	24	574	1152	320
	МТ-62-10	55	568	45	574	36	578	1252	320
	МТ-63-10	72	573	60	577	48	582	1347	320
VII	МТ-71-10	96	579	80	583	64	586	1423	383
	МТ-72-10	120	581	100	584	80	587	1493	383
	МТ-73-10	150	582	125	585	100	588	1573	383

Методика №2

РАСЧЕТ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Задание: Дан конвейер ленточный; тип ленты; длина ленты L , м; транспортируемый материал (песок, шлак и др.); производительность конвейера P_T , м³/ч; угол α - наклон ленты конвейера к горизонту (см. таблицу 1).

Определить:

- а) скорость движения ленты конвейера g_n ;
- б) ширину b и толщину ленты δ ;
- в) число прокладок i ;
- г) мощность двигателя N_{de} ;
- д) натяжение в рабочей ветви ленты T ;
- е) диаметр D_6 и число оборотов привода барабана n_6 .

Последовательность расчета ленточного конвейера:

1. Выбор типа, ленты и ее ширины

Угол наклона α ленточного конвейера не должен превышать значений углов ρ_2 внутреннего трения материала в движении.

Практические значения предельных углов (в градусах) подъема конвейера принимают для материалов с учетом угла естественного откоса материала в движении ρ_2 :

Транспортируемый материал	ρ_2
Песок нормальной влажности	18–20
Песок повышенной влажности	25–27
Гравий сортированный	12–14
Щебень	20–22
Цемент	18–20

Объемную массу γ , углы естественного откоса в покое ρ_1 , в движении ρ_2 и поперечный угол наклона материала на ленте α' можно принимать по таблице 10.

Таблица 10 Значение объемных масс и углов естественного откоса для различных материалов

Материал	γ , т/м ³	ρ_1	ρ_2	α'
Щебень	1,4 ÷ 2,9	45	35	20–30
Песок	1,4 ÷ 1,9	45	30	15

Гравий	1,5 ÷ 2,9	45	30	15
Цемент	0,9 ÷ 0,6	45	38	15

Для транспортирования строительных материалов при работе с перепадом температур от +60°С до -25°С, обычно применяют тканевые прорезиненные ленты. Конвейерные ленты выполняют функции тягового и несущего элемента. Растягивающую нагрузку в ленте воспринимают только тканевые прокладки, которые могут быть хлопчатобумажными (Б-820 и ОПБ), уточно-шнуровыми и синтетическими - капроновыми (К-12-3) и анидными (А-12-3). Относительное удлинение при разрыве прокладок доходит до 32 ÷ 37% для хлопчатобумажных тканей и 20 ÷ 30 % для синтетических тканей. Для устранения вытяжки ленты в эксплуатации применяют 10 - 12- кратный запас прочности. Допускаемое усилие на разрыв 1 см ширины прокладки принимают 60 Н/см (6 кгс/см) для хлопчатобумажных и 300 Н/см (30 кгс/см) для синтетических бейтингов.

а) определение площади поперечного сечения материала на ленте

Тип ленты выбирается по усмотрению, исходя из выше представленной информации.

Роликоопоры устанавливаются с шагом:

- в месте загрузки 0,4 ÷ 0,5 м,
- на линии рабочей ветви 1,1 + 1,5 м,
- на линии холостой ветви 2,5 + 3,0 м.

Из формулы производительности ленточного конвейера

$$P_m = 3600 \cdot F \cdot \gamma \cdot g_d, \text{ т/ч}, \quad (1)$$

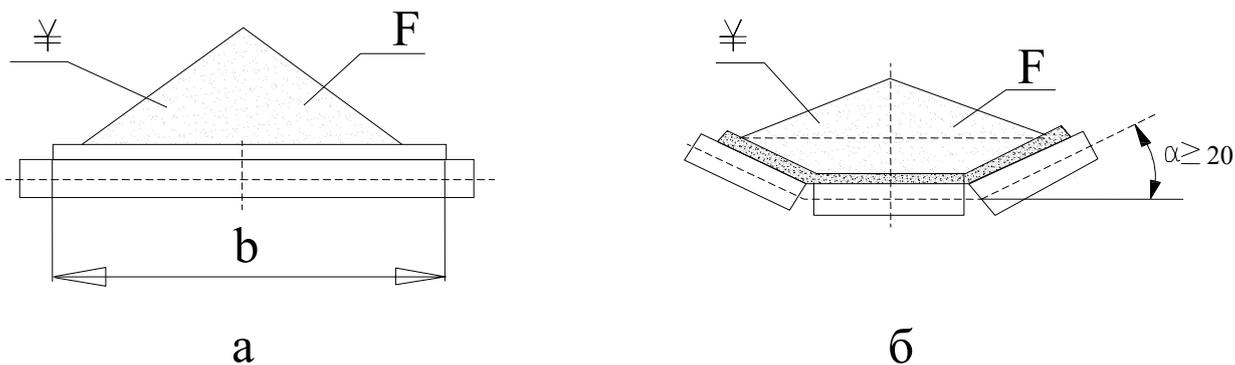
найдем площадь поперечного сечения материала на ленте:

$$F = \frac{P_T}{3600 \cdot \gamma \cdot g_d}, \text{ м}^2, \quad (2)$$

P_T – производительность конвейера по заданию, т/ч;

g_d – скорость движения ленты конвейера, м/с;

γ – объемная масса материала, т/м³.



а) плоская (прямая); б) желобчатая (трехроликовая)

Рисунок 9 – Виды лент конвейера и роликоопоры их формирующие

При транспортировании:

– мелкосыпучих малоабразивных материалов (песок, уголь рядовой) скорость ленты выбирают $v_n = 1,5 \div 2,5$ м/с;

– при транспортировании абразивных мелко- и среднекусковых материалов (гравий, шлак, щебень) $v_n = 1,25 \div 2$ м/с;

– при транспортировании абразивных, крупнокусковых материалов (горная порода, камень), когда максимальный размер куска $d_{min} \geq 110$ мм, скорость ленты выбирают $v_n = 1 \div 1,6$ м/с;

У специальных конвейеров, входящих в комплект роторных экскаваторов, скорость ленты достигает $v_n = 5 \div 5,5$ м/с.

б) определение ширины ленты b

Для плоской ленты

$$b = \sqrt{\frac{F}{0,05}}, \text{ м};$$

Для желобчатой ленты

При $\alpha' = 20^\circ$

$$b = \sqrt{\frac{F}{0,11}}, \text{ м};$$

При $\alpha' = 30^\circ$

$$b = \sqrt{\frac{F}{0,14}}, \text{ м};$$

α' – угол наклона боковых роликов желобчатых роликоопор.

В целях наилучшего использования конвейера берётся лотковая форма верхней ветви ленты, то есть верхние роликоопоры принимаются желобчатыми.

При транспортировании кусковых материалов и штучных грузов ширина ленты b должна быть выбрана так, чтобы исключить их рассыпание и должна составлять:

для рядового материала

$$b \geq 2 \cdot d_{\max} + 200 \text{ мм}$$

для сортированного материала

$$b \geq 3,3 \cdot d_{\max} + 200 \text{ мм},$$

d_{\max} – максимальный размер куска или штучного груза, мм.

По наибольшему значению b подбирают размер стандартной ленты, то есть ширину и количество прокладок в конвейерных лентах, пользуясь данными таблицы 11.

Таблица 11 Ширина и количество прокладок в конвейерных лентах Марка бельтинга	Ширина ленты, мм										
	300	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
	Число прокладок										
Уточно-шнуровой и ОПБ	-	-	-	3-5	3-6	4-8	5-9	6-10	7-10	8-12	9-12
Б-820	3-4	3-5	3-6	3-7	4-8	5-10	6-10	7-10	-	-	9-12

2. Определение потребной мощности привода конвейера и выбор типа двигателя

При работе конвейера энергия расходуется на преодоление сопротивлений перемещению материала по горизонтали N_1 и вертикали N_2 , а также на преодоление сопротивления передвижения движущихся элементов конвейера и вредных сопротивлений в механизме N_3 и добавочных сопротивлений N_4 при работе разгрузочных устройств.

Необходимая мощность N привода в общем случае, то есть при перемещении груза по наклонному участку пути, может быть определена по формуле:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 \quad (3)$$

$$N = \frac{P_T \cdot L_T \cdot w}{367} + \frac{P_T \cdot H}{367} + 0,02 \cdot q_T \cdot L_T \cdot V_T \cdot w + k \cdot P; \text{ кВт} \quad (4)$$

Приняв значения коэффициента сопротивления передвижению $w = 0,055$ и погонной массы элементов конвейера $q_T = 30 \text{ В}$, запишем окончательную формулу для определения мощности привода конвейера:

$$N = (0,00015 \cdot P_T \cdot L_T + 0,003 \cdot P_T \cdot H + 0,03 \cdot L_T \cdot b \cdot V_T) \cdot k_1 \cdot k_2 + k \cdot P, \quad (5)$$

k_1 – коэффициент, учитывающий потери энергии от неточности сборки, в зависимости от длины конвейера принимается:

$k_1 = 1$	при $L_T > 50 \text{ м};$
$k_1 = 1,05$	при $L_T > 31 \div 50 \text{ м};$
$k_1 = 1,15$	при $L_T > 15 \div 30 \text{ м};$
$k_1 = 1,25$	при $L_T < 15 \text{ м};$

k_2 – коэффициент, учитывающий расход энергии на преодоление сопротивлений, возникающих при прохождении ленты через сбрасывающую тележку:

$k_2 = 1,25$ - при наличии сбрасывающей тележки;

$k_2 = 1$ – при отсутствии сбрасывающей тележки;

коэффициент, учитывающий расход энергии на работу разгрузочного устройства:

$k = 0$	при разгрузке через барабан
$k = 0,005$	при разгрузке плужковым сбрасывателем
$k = 0,003$	при разгрузочной тележке

Необходимая мощность двигателя определяется по формуле:

$$N_{дв} = \frac{N}{\eta}, \text{ кВт} \quad (6)$$

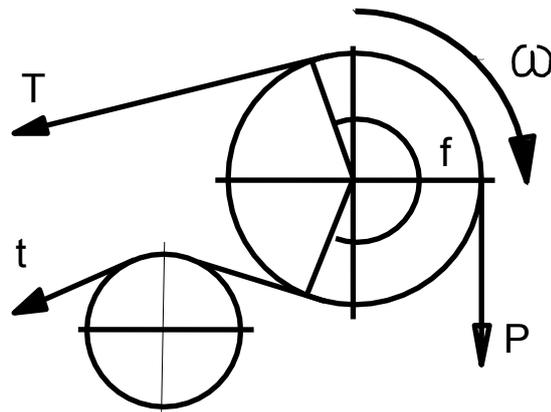
η – КПД редуктора привода конвейера, $\eta = 0,94$ для двухступенчатого редуктора на подшипниках качения.

По полученному значению мощности подбирают тип электродвигателя и выписывают табличные значения его мощности и скорости вращения вала двигателя.

Для привода конвейеров обычно принимают асинхронные короткозамкнутые электродвигатели типа АО или АОЛ для транспортирования пылевидных материалов и типа А или АТ для транспортирования кусковых и штучных грузов. В учебных целях необходимо осуществить выбор электродвигателя типа МТК или МТ. Основные характеристики указанных двигателей приведены в таблице 9.

3. Определение окружного усилия на ведущем барабане

Для определения максимального натяжения ленты необходимо знать окружное усилие на барабане.



P – окружное усилие; T и t – усилия в набегающем и сбегающем концах ленты; f – угол обхвата барабана лентой

Рисунок 10 – Схема сил, действующих на ведущем барабане
Из формулы мощности

$$N = \frac{P \cdot g_n}{102}, \text{ кВт} \quad (7)$$

находим

$$P = 9,8 \frac{102 \cdot N_{\text{дв}}}{g_n \cdot 1,7}, \text{ Н}, \quad (8)$$

$N_{\text{дв}}$ – мощность на валу ведущего барабана, кВт;

g_n – скорость движения ленты конвейера, м/с.

4. Определение усилия натяжения в ветвях ленты

Зная окружное усилие P и задавшись углом обхвата f барабана, лентой и материалом рабочей поверхности приводного барабана можно определить натяжение в набегающем T и сбегающим t концах ленты.

По теории трения гибких нитей, разработанной Эйлером, усилия в набегающем и сбегающем концах ленты определяются как:

$$T = \frac{P \cdot e^{\mu \cdot f}}{e^{\mu \cdot f} - 1}, \text{ Н} \quad (9)$$

$$t = \frac{P}{e^{\mu \cdot f} - 1}, \text{ Н} \quad (10)$$

$e = 2,718$ – основание натуральных логарифмов;

f – угол обхвата приводного барабана лентой:

$f = 220^\circ$ – при наличии отклоняющего барабана,

$f = 180^\circ$ – при отсутствии отклоняющего барабана,

$f = 250^\circ$ – при поджатой холостой ветви;

μ – коэффициент трения между лентой и рабочей поверхностью приводного барабана, в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12 Значения коэффициентов трения μ прорезиненной ленты о поверхность барабана

Материал трущейся поверхности барабана	Состояние атмосферы	μ
чугун обработанный	очень влажная	0,10
тоже	влажная	0,20
тоже	сухая	0,30
футеровка из обрешиненной ленты	очень влажная	0,15
тоже	влажная	0,25
тоже	сухая	0,40
футеровка из дерева	тоже	0,35

Значение $e^{\mu \cdot f}$ для наиболее распространённых f и различных μ даны в таблице 13.

Таблица 13 Значения $e^{\mu \cdot f}$

Угол обхвата f , град.	Коэффициент трения μ						
	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
Значение $e^{\mu \cdot f}$							
180	1,37	1,60	1,87	2,19	2,57	3,00	3,51
200	1,42	1,69	2,02	2,39	2,85	3,39	4,04
220	1,47	1,78	2,15	2,61	3,16	3,82	4,64
250	1,52	1,93	2,41	3,00	3,74	4,66	5,81

По полученным значениям T и t можно произвести проверку правильности определения окружного усилия P :

$$P = T - t, \text{ Н.} \quad (11)$$

5. Определение необходимого количества прокладок i и толщины ленты δ

Условия работы ленты на разрыв можно представить как:

$$T = b \cdot i \cdot k_p, \text{ Н} \quad (12)$$

откуда

$$i = \frac{T}{b \cdot k_p}, \quad (13)$$

b – ширина ленты, см;

k_p – допускаемое усилие на разрыв 1 см ширины одной прокладки ленты на хлопчатобумажной или синтетической основе, Н/см.

– при бельтинге марки Б-820 $k_p = 60 \text{ Н/см}$,

– для лент с уточно-шнуровым и ОПБ бельтингами $k_p = 130 \text{ Н/см}$,

– при бельтинге из синтетических волокон $k_p = 300 \text{ Н/см}$.

Полученное значение количества прокладок округляют до целого числа в сторону увеличения.

После этого уточняют принятую ранее характеристику ленты по таблице 11.

В случае если полученное число прокладок больше, чем имеет лента при выбранной ширине, принимают ленту большей ширины с необходимым числом прокладок.

Толщину ленты определяют в зависимости от числа прокладок:

$$\delta = \delta_1 \cdot i + (4 \div 5), \text{ мм}$$

δ – толщина ленты, мм;

δ_1 – толщина, приходящаяся на одну прокладку вместе с резиновой прослойкой, мм:

при бельтинге ОПБ и уточно-шнуровом	2,3 мм
при бельтинге Б-820	1,5 мм

4 ÷ 5 мм – толщина резиновых обкладок ленты с двух сторон. Толщина резиновых обкладок с рабочей стороны ленты примерно в 3 раза больше, чем с нерабочей.

6. Определение размеров приводного барабана

Диаметр барабана определяют по формуле:

$$D_b = k \cdot i, \text{ мм}; \quad (14)$$

i – число прокладок в ленте;

k – коэффициент, зависящий от числа прокладок:

$$\begin{array}{ll} k = 125 & \text{при } i = 2 + 6 \\ k = 150 & \text{при } i = 7 + 12 \end{array}$$

Полученная величина диаметра барабана должна быть округлена до стандартной (400, 500, 630, 800, 1000, 1200 мм).

Длина барабана:

$$L_b = b + 100, \text{ мм}; \quad (15)$$

Диаметр натяжного барабана принимают не менее 65% от диаметра приводного или

$$D_{б.н.} \geq \frac{2}{3} D_b, \text{ мм}. \quad (16)$$

Для улучшения центрирования ленты приводные барабаны имеют небольшую стрелу выпуклости (1,5÷3 мм).

Диаметр отклоняющего барабана:

$$D_{б.н.} \geq \frac{1}{2} D_b, \text{ мм}. \quad (17)$$

7. Определение передаточного числа редуктора

$$i_{ред} = \frac{n_{дв}}{n_b}, \quad (18)$$

$n_{дв}$ – частота вращения вала двигателя, мин⁻¹;

n_b – частота вращения приводного барабана, мин⁻¹.

$$n_b = \frac{60 \cdot g_l}{\pi \cdot D_b}, \text{ мин}^{-1}, \quad (19)$$

g_n – скорость движения ленты конвейера, м/с;

D_6 – диаметр приводного барабана, м.

Методика №3

РАСЧЁТ ЩЕКОВЫХ КАМНЕДРОБИЛОК

Задание: Осуществить расчет конструктивных и технологических параметров щековой камнедробилки, дать описание устройства, с обозначением основных узлов, принципа действия, области применения, достоинств и недостатков подобных машин.

Определить:

- общую высоту загрузочной камеры;
- размер кусков загружаемой породы и продукта дробления;
- принять ход подвижной щеки;
- частоту вращения эксцентрикового вала;
- производительность дробилки;
- мощность электродвигателя, если известен размер дробилки, тип качания щеки, m – степень дробления, μ – коэффициент разрыхления дробленого продукта, E – модуль упругости дробимой породы, МПа; σ – предел прочности дробимой породы, МПа.

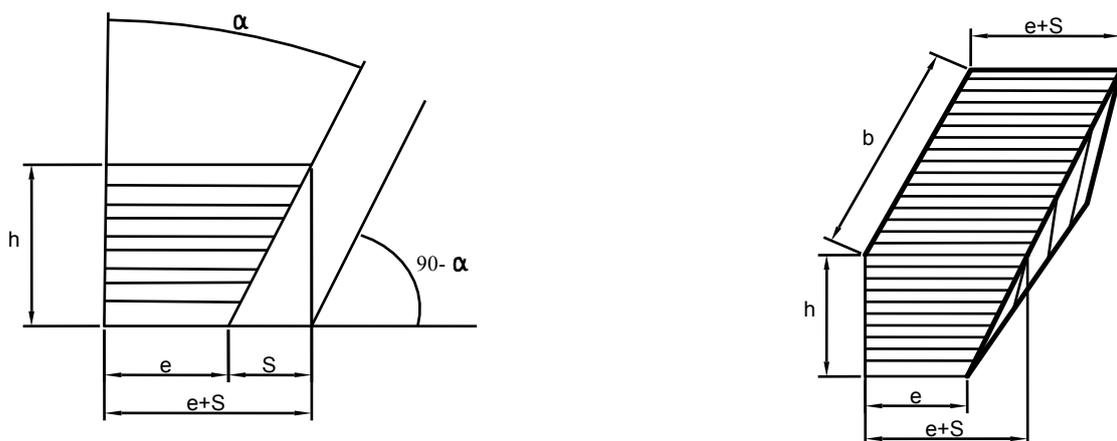


Рисунок 11 – Схема для определения производительности щековой дробилки

Примечание: ширина разгрузочного отверстия ($e + S$) в каждой дробилке может быть изменена за счёт регулировки размера (e) от минимального до макси-

мального значения. Соответственно будут изменяться величины (a, m, n) . Например, при $e_{min}, m_{max}, n_{min}$.

Таблица 14. Технические характеристики щековых камнедробилок

Типы и размеры дробилок	Наибольший размер за- ружаемых кусков, D _{max} , мм	Ширина раз- грузочного от- верстия, (e + S), мм		Угол наклона подвижной щеки, α		Степень из- мельчения, мм		Ход по- движ- ной щеки К, мм	Число оборотов вала, n, об/мин	Экс цент риситет главного вала, η, мм	Мощ- ность двигателя N, кВт	Производи- тельность, П, м ³ /ч	
		min	max	min	max	min	max					min	max
а) со сложным качанием щеки													
СМ-182Б 250х400	210	20	80	14	18	2,63	10,5	11	275	12,5	20	3,50	12
СМ-166А 250х900	210	20	80	14	18	2,63	10,5	10	275	12	28	7	35
СМ-11Б 400х600	350	40	100	20	23,5	3,50	8,75	9,5	325	12	28	10,0	26
СМ-16Б 600х900	510	75	200	18	22	2,55	6,8	12	275	19	80	50,0	120
б) с простым качанием щеки													
С644 600х900	510	75	200	18	20	2,55	6,8	13,5	225	25	80,9	40	120
С886 900х1200	750	130	200	19	20	3,75	5,75	25	170	30	100	100	150
С887 1200х1500	1000	150	250	19	20	4,0	6,65	30	135	35	160	175	250
С888 1500х2100	1200	180	300	19	20	4,3	7,2	44	100	42	250	310	520

Последовательность расчета камнедробилки:

Для упрощения расчётов принимаем, что неподвижная щека расположена вертикально, а подвижная отклоняется параллельно самой себе, то есть при увеличении ширины разгрузочной щели e на ход щеки S угол α остаётся неизменным. Из таблицы 14 находим данные для заданной дробилки

$e + S$, мм и S , мм,

то есть задаёмся этими значениями, близкими к реальным размерам дробилок.

1. Находим угол захвата дробимого материала

Находим угол из таблицы 14:

$$\alpha = 19^\circ.$$

2. Находим высоту призмы дробимого материала

Высоту призмы дробимого материала находим по формуле:

$$h = \frac{S}{\operatorname{tg} \alpha}, \text{ см} \quad (1)$$

3. Находим число оборотов эксцентрикового вала в минуту

$$n \approx 500 \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha}{S}}, \text{ об/мин.} \quad (2)$$

4. Определяем техническую производительность дробилки

$$P_{\text{тех}} = 60 \cdot \mu \cdot V \cdot n, \text{ м}^3/\text{ч.} \quad (3)$$

Если принять наибольший размер дробимого камня $(e + S)$, а наименьший (e) , то средний размер продукта дробления определяется по формуле:

$$d = \frac{e + (e + S)}{2} = \frac{2e + S}{2}, \text{ см} \quad (4)$$

Из рисунка 11 следует:

$$f = \frac{e + (e + S)}{2} \cdot h = \frac{(2e + S) \cdot S}{2 \operatorname{tg} \alpha}, \text{ м}^2. \quad (5)$$

При длине зева b , объем призмы равен:

$$V = F \cdot b. \quad (6)$$

Тогда, техническая производительность дробилки

$$\Pi_{\text{тех}} = 60 \cdot \mu \cdot V \cdot n = \frac{60 \cdot \mu (2e + S) \cdot S \cdot b \cdot n}{2 \operatorname{tg} \alpha} = \frac{60 \cdot \mu \cdot b \cdot S \cdot d}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot n, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (7)$$

5. Мощность двигателя

Мощность двигателя определяем по формуле:

$$N = \frac{A \cdot n}{60 \cdot 102 \cdot 100 \cdot \eta}, \text{ кВт}, \quad (8)$$

n – частота вращения эксцентрикового вала, об/мин;

A – работа, затрачиваемая на дробление материала за одно движение щеки (один оборот эксцентрикового вала):

$$A = 0,01 \frac{\sigma^2 \cdot \Delta V}{2E}, \text{ кгс/см} \quad (9)$$

σ – предел прочности на сжатие разрушаемого материала, кгс/см²;

E – модуль упругости разрушаемого материала, кгс/см;

ΔV – разность между объемом поступающего в дробилку исходного материала и выходящего продукта.

Необходимая мощность двигателя (кВт) может быть также определена по формуле проф. Левинсона, выведенной им на основе гипотезы Кирпичева-Кика:

$$N = \frac{\sigma^2 \cdot n \cdot b (D^2 - d^2)}{2 \cdot 340000 \cdot E}, \text{ кВт}, \quad (10)$$

σ – предел прочности дробимой породы на сжатие, кгс/см²;

D и d – максимальные размеры камня до дробления и щебня, см;

E – модуль упругости дробимой породы, кгс/см².

Примечание:

$$1 \text{ гс} = 10 \text{ мН}$$

$$1 \text{ кгс/см}^2 = 0,1 \text{ МПа}$$

$$10^5 \text{ мН/см}^2 = 1 \text{ МПа}$$

$$1 \text{ кгс} = 1000 \text{ гс} = 10^4 \text{ мН}$$

$$10 \text{ кгс/см}^2 = 1 \text{ МПа}$$

$$10 \text{ мН/м}^2 = 1 \text{ МПа}$$

Методика № 4

РАСЧЁТ ПО КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЕ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА

Задание: Выполнить схему одноковшового экскаватора с заданным видом сменного рабочего оборудования и обозначить на ней основные узлы и механизмы; по кинематической схеме определить скорость одного из механизмов экскаватора, указанного в задании; определить время полного цикла работы экскаватора, его техническую и эксплуатационную производительность, зная тип экскаватора и вид сменного рабочего оборудования; определить частоту вращения вала двигателя, об/мин, где α – угол поворота экскаватора при разгрузке, град; определить категорию грунта и способ погрузки.

Последовательность расчета экскаватора:

1. Вычертить кинематическую схему заданного экскаватора с заданным рабочим оборудованием

На схеме обозначить все передачи, валы и основные узлы, диаметр барабанов, ведущих звёздочек, колёс. В отдельной таблице привести численные значения числа зубьев z шестерён и звёздочек, их модуль m и шаг t . Описать работу устройств и последовательность включения передач, работу тормозов, фрикционов и муфт.

2. Определить передаточное число от двигателя до искомого органа

$$i_{общ} = i_1 \times i_2 \times i_3 \dots i_n, \quad (1)$$

i_n – передаточное число между ведомым колесом (звёздочкой) и ведущей шестерней (звёздочкой).

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1} \quad (2)$$

или

$$i_1 = \frac{z_k}{z_q}, \quad (3)$$

z_1, z_2 – число зубьев колеса и шестерни;

z_k – число зубьев червячного колеса;

z_q – число заходов червяка.

3. Определяем окружную скорость барабана (колеса, шестерни, звёздочки)

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}, \text{ м/с}, \quad (4)$$

D – диаметр барабана (шестерня, колеса, звездочки), мм;

N – число оборотов в минуту искомого органа.

Диаметр шестерни

$$D = m \times z, \text{ мм}, \quad (5)$$

m – модуль зацепления, мм (см. таблицу 16);

z – число зубьев (см. таблицу 16)

Диаметр звездочки:

$$D = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z}}, \text{ мм} \quad (6)$$

t – шаг цепи, мм (см. таблицу 16).

Число оборотов искомого элемента механизма:

$$n = \frac{n_{\text{двиг}}}{i_{\text{общ}}}, \text{ об/мин}, \quad (7)$$

$n_{\text{двиг}}$ – обороты двигателя, об/мин.

4. Определяем объем элемента забоя, разрабатываемого экскаватором с одной стоянки

$$V = B \cdot H \cdot Ш, \text{ м}^3 \quad (8)$$

B – ширина траншеи (канала по дну), м;

H – глубина траншеи (канала), м;

$Ш$ – шаг рабочего передвижения, м.

Размеры траншеи студента назначают самостоятельно.

Шаг рабочего передвижения определяется по формуле:

$$Ш = (0,7 \div 0,8)l, м,$$

l – разность между максимальным и минимальным радиусами копания для заданных значений H и B .

Технические характеристики экскаватора взять или по справочнику или по таблице 15.

5. Определяем среднюю длительность рабочего цикла экскаватора

$$T_y = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, с, \quad (9)$$

t_1 – время заполнения ковша:

$$t_1 = \frac{H}{v_1}, с, \quad (10)$$

v_1 – скорость движения ковша, м/с (таблица 15).

Для грейфера:

$$\begin{aligned} t_1 &= 5с && \text{при } q = 0,5м^3 \\ t_1 &= 10с && \text{при } q = 1,5м^3 \end{aligned}$$

$$t_2 = \frac{2\beta}{w} = \frac{60\beta}{\pi \cdot n}, с; \quad (11)$$

t_2 – время поворота экскаватора с груженым ковшом, с;

β – средний угол поворота, рад;

n – число оборотов платформы экскаватора, об/мин (см. таблицу 15);

t_3 – время выгрузки гружённого ковша, с,

$t_3 = 3с$ – при выгрузке в отвал,

$t_3 = 6с$ – при выгрузке в транспортное средство;

$t_4 = t_2$ – время возвратного поворота порожнего ковша, с.

6. Определяем продолжительность цикла разработки забоя с учётом рабочего передвижения экскаватора на новую позицию и отдыха экскаватора

Для рабочего оборудования с погрузкой в транспортное средство

$$T_{заб} = \frac{V \cdot \gamma}{G} \cdot T_c \left(1 + \frac{t_5}{3600} \right) + t_6, \text{ с.} \quad (12)$$

Для рабочего оборудования с выгрузкой грунта в отвал:

$$T_{заб} = \frac{V \cdot k_p}{q \cdot k_n} \cdot T_u \left(1 + \frac{t_5}{3600} \right) + t_6, \text{ с} \quad (13)$$

γ – плотность грунта ненарушенной структуры, т/м³, принимаем $\gamma = 1,8 \text{ т/м}^3$ или по справочнику для своего грунта;

V – объём элемента забоя, м³;

G – грузоподъёмность самосвала, т;

t_5 – перерыв в работе для отдыха экскаваторщика и осмотра экскаватора (5 минут в час, то есть $t_5 = 300 \text{ с}$ в час);

t_6 – продолжительность рабочего передвижения экскаватора, $t_6 = 120 \div 180 \text{ с}$;

k_n – коэффициент наполнения экскавационных ёмкостей, $k_n = 0,9$;

q – геометрическая ёмкость ковша, м³ (смотри таблицу 15);

k_p – коэффициент разрыхления грунта или породы, берется по справочнику или по таблице 17;

T_c – продолжительность цикла загрузки самосвала:

$$T_c = z_k \cdot T_u + t_7 - t_1 - t_4, \text{ с,} \quad (14)$$

z_k – число ковшей, вмещающихся в кузов самосвала (округляется до целого числа):

$$z_k = \frac{G \cdot k_p}{q \cdot k_n \cdot \gamma}, \quad (15)$$

t_7 – продолжительность смены самосвалов у экскаватора, с, принимаем $t_7 = 60 \text{ с}$;

T_u – средняя длительность рабочего цикла экскаватора, с.

7. Определяем число элементов забоя, которое экскаватор может разработать за одну смену

$$z_{заб} = \frac{T_{см} - t_8 - t_9}{T_{заб}}, \quad (16)$$

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены:

$$T_{см} = 8 \cdot 3600 = 28800 \text{ с},$$

t_8 – время, необходимое для передачи экскаватора сменяющейся бригаде, с:

$$t_8 = 15 \cdot 60 = 900 \text{ с},$$

t_9 – время, затрачиваемое на ежедневное техническое обслуживание экскаватора в объёме предусмотренном заводской инструкцией по эксплуатации, с:

$$t_9 = 15 \cdot 60 = 900 \text{ с}.$$

8. Определяем коэффициент использования экскаватора по времени:

$$K_в = \frac{T_{см} - T_{ном}}{T_{см}}, \quad (17)$$

$T_{ном}$ – суммарное время на внецикловые периодические операции:

$$T_{ном} = 8t_5 + z_{заб} \cdot t_6 + \frac{V \cdot z_{заб} \cdot \gamma}{G} \cdot t_7 + t_8 + t_9, \text{ с}. \quad (18)$$

Примечание: $z_{заб}$ округлять в меньшую сторону до целого числа; при выгрузке грунта в отвал третье слагаемое равно нулю.

9. Определяем сменную эксплуатационную производительность одноковшового экскаватора

$$П_с = q \frac{k_n}{k_p} \cdot \frac{T_{см}}{T_ц} \cdot k_в \cdot k_ц, \text{ м}^3/\text{смену} \quad (19)$$

$k_ц = 0,85 \div 0,9$ – коэффициент, учитывающий квалификацию экскаваторщика и его утомляемость в процессе работы.

10. **Определяем техническую производительность одноковшового экскаватора**

$$P_T = q \cdot n \cdot k_h \cdot k_p, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (20)$$

n – число циклов в час.

Таблица 15 Рабочие параметры одноковшовых экскаваторов

Показатель	Модели экскаваторов	
	ЭО – 4111Б	ЭО – 6111Б
1	2	3
Прямая лопата		
Емкость ковша $q, \text{ м}^3$	0,65	1,25
Наибольший радиус копания $R_3, \text{ м}$	7,8(1); 7,2(2)	9,9(1); 9,1(2)
Наибольшая высота копания $H_3, \text{ м}$	6,5; 7,9	7,8; 9,3
Радиус копания на уровне стоянки $R_2, \text{ м}$	4,7; 4,2	6,3; 5,7
Наибольшая высота выгрузки $H_1, \text{ м}$	4,5; 5,6	5,1; 6,6
Радиус выгрузки при $H_1, R_1, \text{ м}$	6,5; 5,4	8,3; 7,1
Наибольший радиус выгрузки $R_4, \text{ м}$	7,2; 6,5	8,9; 8,3
Высота выгрузки при $R_4, H_2, \text{ м}$	2,4; 3,0	2,9; 3,4
Скорость подъёма блока ковша, м/с	0,5	0,5
Число оборотов поворотной платформы, об/мин	6,0	4,8
Наибольшая длина передвижения $l, \text{ м}$	2,0	2,2
Обратная лопата		
Ёмкость ковша $q, \text{ м}^3$	0,65	1,4
Наибольший радиус копания $R_3, \text{ м}$	9,2	11,6
Наибольшая глубина копания (для траншеи) $H, \text{ м}$	5,8	7,3
Начальный радиус выгрузки $R_4, \text{ м}$ при 30°	5,0; 3,8	7,0; 5,7
Начальная высота выгрузки $h, \text{ м}$	2,3; 3,1	3,3; 4,2
Начальный радиус выгрузки $R_1, \text{ м}$	8,1; 7,0	10,3; 9,3
Конечная высота выгрузки $h_1, \text{ м}$	5,3; 6,1	5,5; 7,3
Скорость тяги блока ковша, м/с	0,5	0,4
Скорость каната подъёма стрелы, м/с	1,07	0,8
Наибольшая длина передвижения $l, \text{ м}$	3,4; 4,3	6,6; 5,9
Дриглайн		
Емкость ковша $q, \text{ м}^3$	0,8	1,5
Наибольший радиус копания $R_3, \text{ м}$	11,1(3)	14,3(3)
Наибольшая глубина копания при концевом проходе $H, \text{ м}$	7,3	9,5
Наибольший радиус выгрузки, $R_1, \text{ м}$	10	12,4

Продолжение таблицы 15		
Показатель	Модели экскаваторов	
	ЭО – 4111Б	ЭО – 6111Б
Скорость тягового каната, м/с	0,98	0,8
Скорость подъёмного каната, м/с	1,07	1,24
Грейфер		
Емкость ковша q , $м^3$	0,65	1,5
Вылет от оси вращения, м:		
Наименьший	4,0	7,0
Наибольший	8,0	12,0
Наибольшая длина передвижения l , м	1,2	2,0
Наибольшая высота выгрузки, H_2 , м	7,6	6,0
Скорость подъема ковша, м/с	1,07	0,80

Примечание: Данные по наибольшим радиусам копания приведены при угле наклона стрелы: 1) 45°; 2) 60°; 3) 30°.

Таблица 16 Данные для определения диаметров шестерен и звездочек

№ позиции	Z	m , t	№ позиции	Z	m , t
Экскаватор – Э- 1252Б			Экскаватор – Э- 652Б		
1	16	6	1	23	19,05
2	60	6	2	96	19,05
3	40	6	3	14	10
4	40	6	4	69	10
5	160	6	5	79	10
6	23	12	6	15	78,1
7	128	12	7	13	78,1
8	55	50,8	8	19	78,1
9	32	78,1	9	17	78,1
10	11	78,1	10	13	78,1
11	26	78,1	11	18	12.
12	14	16	12	27	12
13	20	14	13	12	12
14	28	14	14	17	12
15	12	14	15	24	12
16	20	14	16	30	12
17	24	15	17	49	12
18	16	16	18	10	16

Продолжение таблицы 16

№ позиции	Z	m, t
19	9	103,2
20	17	103,2
21	10	250
22	42	18
23	14	18
24	130	16
25	32	14
26	38	14
27	38	14
28	17	50,8
29	1	15

№ позиции	Z	m, t
19	77	16
20	40	12
21	17	19,05
22	21	19,05
23	10	78,1
24	19	78,1
25	8	255

Таблица 17 Показатели разрыхления грунтов и пород

Наименование грунта	Первоначальное увеличение объема грунта после разработки, %	Остаточное разрыхление грунта, %
Глина ломовая	28 ÷ 32	6 ÷ 9
Глина мягкая жирная	24 ÷ 30	4 ÷ 7
Глина сланцевая	28 ÷ 32	3 ÷ 9
Гравийно-галечные грунты	16 ÷ 20	5 ÷ 8
Растительный грунт	20 ÷ 25	3 ÷ 4
Лесс мягкий	18 ÷ 24	3 ÷ 6
Лесс твердый	24 ÷ 30	4 ÷ 7
Мергель	33 ÷ 37	11 ÷ 15
Опока	33 ÷ 37	11 ÷ 15
Песок	10 ÷ 15	2 ÷ 5
Разборно-скальные грунты	30 ÷ 45	15 ÷ 20
Скальные грунты	45 ÷ 50	20 ÷ 30
Солончак и солонец мягкие	20 ÷ 26	3 ÷ 6
Солончак и солонец твердые	28 ÷ 32	5 ÷ 9
Суглинок легкий и лессовидный	18 ÷ 24	3 ÷ 6
Суглинок тяжелый	24 ÷ 30	5 ÷ 8
Супесь	12 ÷ 17	3 ÷ 5
Торф	24 ÷ 30	8 ÷ 10
Чернозем и каштановый грунт	22 ÷ 28	5 ÷ 7

Шлак	$14 \div 18$	$8 \div 10$
------	--------------	-------------

Список рекомендуемых источников:

1. Монтаж аппаратов и оборудования для нефтяной и газовой промышленности, Ю. К. Молоканов, З.Б. Харас – М. : Недра, 1982.
2. Монтаж вертикальных тяжеловесных аппаратов и конструкций. М. И. Васильев. – М : Стройиздат, 1973.
3. Монтаж и наладка подъемно-транспортного оборудования, А. С. Никифоров – М : Metallurgia, 1988.
4. Справочник строителя. Монтаж технологического оборудования. М : Стройиздат, 1983.
5. Станевский В. П., Строительные краны. Справочник, М. : ИНФРА-М, 2012.
6. Строительные краны, Н. З. Барч и др. Киев : Будивельник, 1974.
Строительные машины, А. И. Доценко, В. Г. Дронов – М. : ИНФРА-М, 2012.

Строительные машины

Методические указания
к контрольной работе
для бакалавров заочной формы обучения
по направлению «Строительство»
профиль подготовки «Промышленное и гражданское строительство»

Составители: Г. В. Дегтярев,
И. И. Рудченко,
О. А. Иванчук

Подписано в печать _____. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. – 3,4. Уч.-изд. л. – 2,7.

Тираж _____ экз. Заказ № _____.

Типография Кубанского государственного
аграрного университета.

350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13