

Министерство образования и науки Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет
Филиал в г. Миассе
Кафедра «Строительство»

69.002.5(07)
Р832

В.Н. Рудин, Д.В. Чебоксаров, В.Е. Кошкин

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

Учебное пособие
к лабораторным работам

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2016

УДК 69.002.5(076.5)
Р832

Одобрено
учебно-методической комиссией филиала ЮУрГУ в г. Миассе

Рецензенты:
д.т.н., доцент В.В. Весенев,
к.т.н., доцент Е.И. Бердов

Рудин, В.Н.

Р832

Строительные машины и механизмы: учебное пособие к лабораторным работам / **В.Н. Рудин**, Д.В. Чебоксаров, В.Е. Кошкин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 48 с.

Пособие содержит указания по изучению курса «Строительные машины и механизмы», программу курса, контрольные вопросы и задачи, задания к контрольным работам, а также необходимые справочные материалы. Пособие предназначено для студентов направления 08.03.01 «Строительство».

УДК 69.002.5(076.5)

© Рудин В.Н., Чебоксаров Д.В., Кошкин В.Е., 2016
© Издательский центр ЮУрГУ, 2016

ВВЕДЕНИЕ

Целью проведения лабораторных работ по курсу «Строительные машины и механизмы» является приобретение навыков самостоятельного применения основ теоретических знаний в составлении конструктивных и кинематических схем, инженерных расчетов эксплуатационных параметров, анализе работы, эксплуатации и конструктивных особенностей машин и механизмов, используемых в строительном производстве.

В результате выполнения лабораторных работ студент должен усвоить основные правила безопасной эксплуатации строительных машин. Лабораторные работы по строительным машинам ведутся в следующей последовательности:

1. Ознакомление с технико-экономическими характеристиками механизмов, приводов, силовых установок и рабочих оборудований, применяемых в строительных машинах.

2. Алгоритм выбора машины или механизма при выполнении строительных работ.

В процессе работы студент должен закрепить и практически применить знания, полученные на лекции к решению практических задач. Особое внимание следует обратить на технико-экономические показатели изучаемой машины. Он должен рассматривать машину как средство механизации промышленного и гражданского строительства, дающее определенный экономический эффект.

Лабораторные работы являются самостоятельной работой студента. В процессе ее выполнения он решает задачу технико-экономической целесообразности принятия к руководству данной машины или механизма к эксплуатации.

Приступая к работе, студент должен изучить кинематическую схему, принцип работы машины, технико-эксплуатационные показатели и составить под руководством преподавателя алгоритм оценки использования данной машины. После получения ясного представления о машине, студент выполняет основные расчеты.

При защите лабораторной работы студент должен знать:

- назначение, область применения данной машины, выполняемые ею в ходе технологического процесса операции, кинематическую схему механизма, трансмиссии и ходовой части;

- назначение узлов и механизмов и выполняемую ими работу;

- методы определения сил сопротивления движению, КПД использования машины, определение производительности.

В числе лабораторных работ выделены работы № 3, 6, 11, 14, 18, на которых проводится окончательное оформление отчетов по предыдущим циклам работ, но главным образом, на этих занятиях планируется использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. При этом предусматривается разбор студентами конкретных ситуаций, психологических тренингов за счет выполнения студентами кратких, но емких докладов, содержащих анализ основных результатов расчетов, обоснования их теоретических основ, а также выступление оппонированных студентов с замечаниями и поправками. Такие выступления планируется отмечать рейтинговыми оценками (баллами) в соответствии с принятой преподавателем бально-рейтинговой системой по изучаемой дисциплине.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Каждой лабораторной работе предшествует самостоятельная работа студентов, которая заключается в изучении соответствующих разделов курса по конспектам лекций, методическим пособиям, справочникам и учебникам.

2. Обязательным считается наличие у студентов на занятиях справочной литературы, учебников, конспекта лекций и счетных средств (калькуляторы).

3. По окончании работы оформленный отчет должен быть сдан на проверку с последующим исправлением замечаний.

4. Все пропущенные работы должны быть отработаны в сроки, указанные преподавателем.

Вопросы для самопроверки, готовности к занятиям и защиты отчетов приведены в конце каждой лабораторной работы.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Запрещается находиться в лаборатории в верхней одежде.

2. Студентам запрещается самостоятельно включать машины, оборудование и пусковые электрические устройства (пускатели, рубильники и т.д.). Это можно производить только в присутствии учебного мастера, зав. лаборатории, преподавателя.

3. Прежде чем приступить к замерам параметров изучаемой машины, необходимо убедиться в невозможности ее случайного включения или самопроизвольного движения отдельных частей. Пускатели и рубильники должны быть выключены, а соединительная вилка выдернута из розетки.

4. По окончании работы необходимо привести в порядок свое рабочее место.

ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен иметь титульный лист (см. приложение А). Содержание отчета излагается на одной стороне листа, вторая сторона остается чистой для внесения замечаний и исправлений. Текстовая часть выполняется на компьютере или ручкой с чернилами темного (черного, синего) цвета.

В отчете должно быть отражено следующее:

- полное название машины или механизма, область применения, достоинства и недостатки, главный параметр, обозначение;
- конструктивная и кинематическая схема машины в соответствии с программой работы с указанием основных узлов и параметров;
- исходные данные, промежуточные выкладки, результаты вычислений и графики в объеме, достаточном для контроля правильности выполнения работы на любом этапе;
- выводы по результатам работы;
- правила безопасной эксплуатации изучаемой машины.

ВЫПОЛНЕНИЕ СХЕМ

Схемой называется чертеж, разъясняющий основные принципы и последовательность процессов при работе узла или машины.

Конструктивная схема дает представление о взаимном расположении кинематических цепей и узлов машины в пространстве или в какой-то характерной плоскости. На конструктивной схеме указываются основные элементы, габаритные размеры, конструктивные параметры и пределы их изменений.

Кинематическая схема изображает условно-развернутую в плоскости совокупность кинематических элементов, их связей и соединений. Она выполняется в условных обозначениях системы ЕСКД (приложение Б) с указанием основных характеристик элементов – мощности, числа оборотов, передаточного отношения и т.п.

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РАСЧЕТАХ

Коэффициент полезного действия

Одним из основных показателей эффективности работы трансмиссии строительных машин является их КПД. КПД – это отношение полезно-затраченной работы привода машины ($A_{\text{пол}}$) к общей ($A_{\text{общ}}$),

$$\eta = A_{\text{пол}}/A_{\text{общ}} \quad (1)$$

Величина КПД работы, энергии, мощности характеризует потери на преодоление трения при движении в отдельных звеньях машины.

КПД передачи (трансмиссии), состоящей из соединенных последовательно элементов системы, подсчитывается по формуле:

$$\eta_{\text{п}} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \dots \eta_i, \quad (2)$$

где $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots, \eta_i$ – КПД элементов – источников потерь передачи.

КПД двигателя не учитывается, так как в эксплуатационных расчетах принимается полезная работа источника движения. Значения КПД элементов передач для различных условий работы приводятся в справочниках. Значения КПД наиболее распространенных элементов приведены в приложении В.

Вращающий момент

Вращающий момент может быть определен из следующих соотношений:

$$\text{а) } M = P \cdot R, \quad (3)$$

где P – крутящая сила, Н; R – плечо приложения силы, м.

$$\text{б) } M = 1000N/W, \quad (4)$$

где N – мощность на валу, кВт; W – угловая скорость вала, с^{-1} (рад/сек);

Момент на валу рабочего органа:

$$M_{\text{р.о}} = M_{\text{дв}} \cdot i_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}, \quad (5)$$

где $M_{\text{дв}}$ – момент на валу двигателя кН·м; $i_{\text{п}}$ – передаточное число трансмиссии; $\eta_{\text{п}}$ – КПД привода (трансмиссии).

Передаточное число

Передаточное число – главная характеристика передач (зубчатой, червячной и др.), показывающая во сколько раз изменяется угловая скорость вращения, а также момент. Передаточное число определяется:

$$i = W_1/W_2 = n_1/n_2 = D_2/D_1 = Z_2/Z_1, \quad (6)$$

где W_1 и n_1 – угловая скорость и частота вращения ведущего вала, выраженная, соответственно c^{-1} и $мин^{-1}$; W_2 и n_2 – угловая скорость и частота вращения ведомого вала, c^{-1} и $мин^{-1}$; D_1 и D_2 – диаметры вращающихся деталей (шкивов, катков и т.п. ведущей и ведомой), м; Z_1 и Z_2 – числа зубьев шестерен (ведущей и ведомой) зубчатого зацепления (или числа зубьев звездочек цепной передачи).

При многоступенчатой передаче общее передаточное число равно произведению передаточных чисел каждой ступени:

$$i_n = i_1 \cdot i_2 \cdot \dots \cdot i_n \quad (7)$$

Полиспасты

Полиспасты представляют собой систему из подвижных и неподвижных блоков, последовательно огибаемых канатом. Основной характеристикой полиспаста является его "кратность", показывающая во сколько раз изменяется скорость и момент при его применении:

$$i_{пол} = V_k / V_{гр}, \quad (8)$$

где V_k – скорость наматывания каната на барабан, м/с; $V_{гр}$ – скорость подъема груза, м/с.

Кратность полиспаста равна числу ветвей каната, на которых поднимается груз. Усилие натяжения каната, наматываемого на барабан:

$$S = G / (i_{пол} \cdot \eta_{пол}) \quad (9)$$

где G – сила тяжести груза, Н; $\eta_{пол}$ – КПД полиспаста, для оценочных расчетов может быть принято, как $\eta_{пол} = \eta_{бл}^n$ (n – число блоков полиспаста).

Скорость

В строительных машинах чаще всего встречаются скорости трех разновидностей:

n – частота вращения, $мин^{-1}$ (оборот/мин);

V – линейная скорость, м/с ;

ω – угловая (или окружная) скорость вращения, c^{-1} (радиан/сек);

Перевод частоты вращения в угловую скорость осуществляется по формуле:

$$\omega = \pi n / 30 \approx 0,1n \quad (10)$$

Перевод частоты вращения в линейную скорость:

$$V = \pi D n / 60 = 2 \pi R n / 60 = \omega R \approx 0,1nR, \quad (11)$$

где R – расстояние от оси вращения до точки, скорость которой определяется, м.

Мощность

Может быть определена из формулы (4) или вычислена по формуле:

$$N = SV / 1000 \eta, \quad (12)$$

где S – окружная (тангенциальная) сила, Н; V – скорость, м/с; η – КПД привода.

Если необходимо определить мощность на рабочем органе машины, то она будет отличаться от мощности источника энергии на КПД:

$$N_{р.о} = N_{дв} \cdot \eta, \quad (13)$$

где η – КПД привода (от двигателя до рабочего органа).

Производительность

Производительность – это количество строительной продукции, вырабатываемой в единицу времени. Принято различать три вида: теоретическую $\Pi_{\text{теор}}$, техническую $\Pi_{\text{техн}}$, эксплуатационную $\Pi_{\text{экспл}}$.

Теоретическая производительность определяется по формулам:

– для машин циклического действия

$$\Pi_{\text{теор}} = 3600Q/t_{\text{ц}}, \quad (14)$$

где Q – количество продукции за цикл, т или м^3 ; $t_{\text{ц}}$ – время цикла, с;

– для машин непрерывного действия

$$\Pi_{\text{теор. непр.}} = 3600 F \cdot V, \quad (15)$$

где V – скорость перемещения рабочего органа (машины), м/с; F – площадь поперечного сечения транспортируемого материала, м^2 .

Техническая производительность определяется по формуле:

$$\Pi_{\text{техн.}} = \Pi_{\text{теор.}} \cdot K_y, \quad (16)$$

где K_y – коэффициент, учитывающий данные конкретные условия при работе машины.

Эксплуатационная производительность, т/ч; т/см; т/мес; т/год; $\text{м}^3/\text{ч}$; $\text{м}^3/\text{см}$; $\text{м}^3/\text{мес}$; $\text{м}^3/\text{год}$.

$$\Pi_{\text{экспл}} = \Pi_{\text{техн.}} \cdot t_p \cdot K_b, \quad (17)$$

где t_p – длительность периода работы, ч., см., мес., год.; K_b – коэффициент использования машины по времени.

Лабораторная работа № 1

1.1. Редуктор цилиндрический

Программа работ

Ознакомиться с конструкцией редукторов, представленных на рис. 1 и в лаборатории. Перечислить основные отличия в их конструкциях. По вариантам табл. 1 для схемы редуктора (см. рис. 1) провести оценочные расчеты параметров трансмиссии подразделов 1,2 и результаты занести в табл. 4.

Таблица 1

Варианты для расчетов

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность двигателя N , кВт	20	25	15	12	17	10	22	25	13	28
Число оборотов двигателя n , мин^{-1} ($\times 100$)	9	10	13	15	7	12	9,5	14	11	7,5
Передаточное число I ступени i_1	7,5	7,8	6,2	5,1	7	8	8,2	5,8	5,5	6,5
Передаточное число II ступени i_2	5	4,8	4,5	3,5	4,7	5	6	4	5	4,7
Ширина шкива колеса $\ell_{\text{ш}}$, мм.	105	120	120	110	90	85	70	70	80	120

Определение основных параметров трансмиссии: цилиндрического редуктора, валов, предохранительных муфт, колодочных тормозов.

Деталь – часть машины, которую изготавливают без сборочных операций. Детали могут быть простыми (гайка, шпонка) или сложными (коленчатый вал, корпус редуктора).

Узел – законченная сборочная единица, состоящая из ряда деталей, имеющих общее функциональное назначение (редуктор, подшипник качения, муфта).

Редуктор – это механизм, состоящий из передач зацепления и предназначенный для передачи мощности от двигателя к исполнительному механизму с соответствующим уменьшением частоты вращения и увеличением крутящего момента.

Зубчатые передачи редуктора размещены в литом чугунном корпусе и сверху закрыты крышкой. Корпус и крышка фиксируются относительно друг друга установочными коническими штифтами и стягиваются болтами. В данной работе рассматривается редуктор цилиндрический двухступенчатый (рис.1).

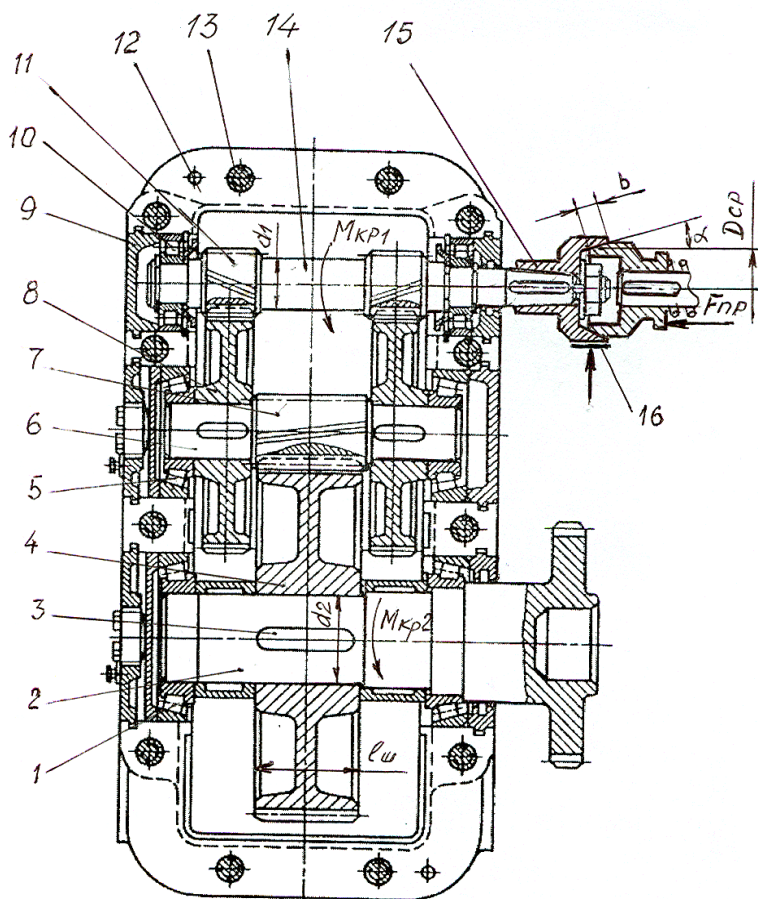


Рис. 1. Редуктор двухступенчатый цилиндрический

Двухступенчатые редукторы с передаточными числами $i = 8 \dots 50$ имеют основное распространение. Редуктор включает быстроходную передачу, менее нагруженную. Первичный вал – шестерня 14 которого опирается на два роликовых подшипника 10. Промежуточный 6 и тихоходный выходной 2 валы установлены на радиально-упорные роликоподшипники 5 и 1. Закрепление валов с подшипниками осуществляется с помощью врезных крышек 9. Регулировка по-

ложения подшипников (для исключения их перекосов и обеспечения необходимого зазора, исключающего их повреждения) обеспечивается с помощью винтовых упоров, поджимающих крышки подшипников и соответствующие наружные кольца подшипников. Зазор необходим для компенсации температурных удлинений валов при работе редуктора и контролируется в пределах 0,05...0,08 мм.

Первичный вал редуктора связан с валом двигателя фрикционной предохранительной муфтой 15. Одна из половин муфты, имеющая не размыкаемую кинематическую связь с рабочим органом (барабаном, канатоведущим шкивом), служит одновременно шкивом, на котором может быть установлена конструкция двухколодного тормоза 16. В корпус редуктора заливается масло, уровень которого обеспечивает погружение в него зубьев колес. Подшипники качения смазываются брызгами масла.

1.2. Валы, оси и шпонки

Программа работ

1. Ознакомиться с конструкцией валов, осей и возможными соединениями вращающихся деталей с валами (осями).

2. Провести оценочный прочностной расчет среднего диаметра первичного и выходного валов редуктора от действия крутящих моментов. Напряжения кручения и диаметр вала рассчитываются по формулам:

$$\tau = M_{кр}/(0,2d^3) \leq [\tau],$$
$$d = \sqrt[3]{M_{кр}/0,2[\tau]}$$

где $[\tau]$ – для стальных валов (СТ5, 40ХС с термообработкой) принимают 25-30 МПа; $M_{кр}$ – крутящий момент, определяемый по формуле (4), кН·см.

3. Для ступицы зубчатого колеса шириной $\ell_{ш}$ на выходном валу найти в справочнике [3] параметры призматической шпонки.

4. Провести расчет шпонки, выбранной по п.3, на смятие боковых граней по формуле:

– для призматической шпонки

$$\sigma_{см} = 4M_{кр}/(h \cdot \ell_p \cdot d) \leq [\sigma_{см}],$$

где h – высота шпонки, м; ℓ_p – рабочая длина шпонки, м; d – диаметр вала, м;

5. Вычертить полученные соединения с указанием размеров.

Валы и оси служат для поддержания вращающихся деталей. Вал передает вращающий момент от одной детали к другой. Ось не передает вращающий момент. Соединение вращающихся деталей с валами обеспечивается шпонками и другими соединениями (зубчатые или шлицевые, посадки натягом, посадки на конус). Широко применяются призматические и сегментные шпонки – рис.2,3.

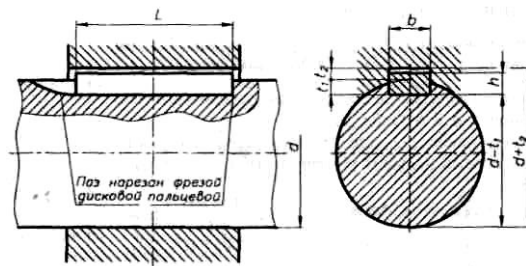


Рис. 2. Соединение вал-ступица призматическими шпонками

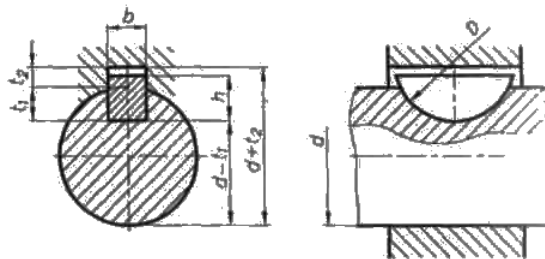


Рис. 3. Соединение вал-ступица сегментными шпонками

Размеры шпонок (высота h и ширина b) по стандарту подобраны таким образом, чтобы нагрузочную способность соединения ограничить напряжениями смятия. При недостаточности одной шпонки – устанавливают две (сегментные – последовательно, призматические – напротив).

Лабораторная работа № 2

2.1. Предохранительные муфты

Программа работ

1. Ознакомиться с конструкцией фрикционных предохранительных муфт.
2. Определить усилие пружины $F_{пр}$ и ширину поверхности трения. Параметры R , f , α , $q_{\max}$ выбрать самостоятельно. Результаты расчетов занести в табл. 4.

Для защиты деталей машин от воздействия нагрузок, превышающих расчетные, служат предохранительные муфты. По принципу работы механические предохранительные муфты разделяются на муфты с разрушающимся элементом, пружинно-кулачковые и шариковые, фрикционные.

Фрикционные муфты передают крутящий момент за счет сил трения. По форме трущихся поверхностей различают: дисковые, конусные и цилиндрические фрикционные муфты. По условиям смазки – сухие и работающие в масляной ванне.

Конусные предохранительные муфты просты по конструкции (рис.4). Обеспечивают хорошую сцепляемость полумуфт, но имеют большие радиальные габариты и предъявляют высокие требования к соосности соединительных валов. На одной из полумуфт может быть организована поверхность тормозного шкива.

Расчетная осевая сила пружины, прижимающая полумуфты друг к другу, определяется по формуле:

$$F_{пр} = M_{кр} \beta \sin \alpha / f R$$

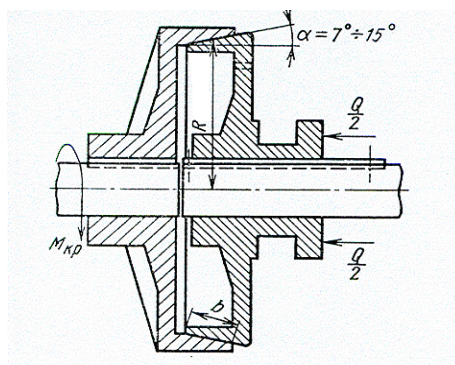


Рис. 4. Конусная фрикционная муфта

Размер b рабочей поверхности:

$$b = F_{\text{пр}} / 2\pi R \sin \alpha [q],$$

где $[q]$ – допустимое давление сжатия, МПа; β – коэффициент запаса сцепления 1,2-2,5; f – коэффициент трения (табл. 2).

Таблица 2

Параметры фрикционных материалов

Материалы поверхности	f		$t_{\text{max}},$ °C	$q_{\text{max}},$ МПа
	смазан.	сухое		
чугун – чугун	0,05	0,15...0,2	300	0,6...0,8
чугун – сталь	0,06	–	250	0,25...0,4
сталь – сталь	0,03	–	250	0,6...0,8
асботекстолит – сталь, чугун	0,1...0,2	0,3...0,6	150...250	0,3...1

К материалам трущихся поверхностей предъявляется ряд высоких требований по износостойкости, коэффициенту трения, сопротивлению заеданию (т.е. прочности), термической и коррозионной стойкости. На практике применяют различные материалы. Некоторые из них и условия применения приведены в табл. 2.

2.2. Колодочные тормоза

Программа работ

1. Ознакомиться с конструкцией колодочных тормозов.
2. Определить тип тормоза и необходимое усилие пружины $R_{\text{пр}}$ двухколодочного тормоза. Результаты расчетов занести в табл. 4. При этом:
 - $M_{\text{т}}$ – принять равным 1,5...2,0 $M_{\text{кр}}$;
 - параметры D , b , c – подобрать самостоятельно, обратив внимание на конструктивное исполнение шкива фрикционной муфты для заданного варианта.

Тормоза служат для удержания от вращения вала, барабана лебедки и т.п. в строительных машинах. Чаще всего тормоза выполняются колодочными и ленточными. Тормоз включается, как правило, при отключенной системе питания привода с помощью пружин или грузов, а выключается при включении системы питания привода. В данной работе рассматривается схема двухколодочного короткоходового тормоза (рис. 5).

Тормоз состоит из двух кованых рычагов 2 и 5 с шарнирно закрепленными на них тормозными колодками 1 и 3. Замыкание тормоза осуществляется усилием $R_{\text{пр}}$, создаваемым основной сжатой пружиной, установленной в скобе над

тормозным шкивом. Дополнительная пружина служит для отвода рычага 2 с колодкой 1 от тормозного шкива при разомкнутом тормозе (усилие 20...60 Н).

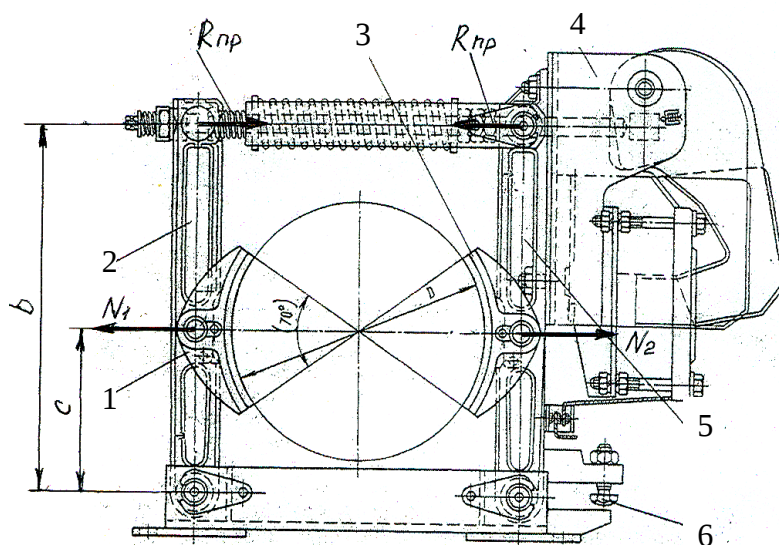


Рис. 5. Тормоз двухколодочный короткоходовой. 1, 3 – тормозные колодки, 2, 5 – тормозной рычаг, 4 – электромагнит, 6 – регулировочный винт

Тормозной рычаг 5 отводится от шкива моментом силы тяжести электромагнита 4, закрепленного на рычаге 5, после того, как толкатель электромагнита сожмет рабочую пружину тормоза. Равный отход колодок обеспечивается установкой регулировочного винта 6 на правом рычаге, ограничивающем его отход. В краностроении распространены колодочные тормоза типа ТКП и ТКГ (с гидравлическим толкателем). Основные параметры тормозов приведены в таблице 3. Тормозной момент обеспечивается тормозными силами N_1 и N_2 на двух колодках:

$$M_T = (N_1 + N_2) f D / 2 = N \cdot f \cdot D;$$

$$N = R_{пр} \cdot b / c;$$

$$R_{пр} = M_T \cdot c / (b \cdot D \cdot f),$$

где f – коэффициент трения (принимается как для фрикционных муфт).

Таблица 3

Параметры тормозов

Параметр	Тормоз				
	ТКП-100	ТКП-200/100	ТКП-200	ТКП-300/200	ТКП-300
Диаметр шкива, мм	100	200	200	300	300
Максимальный тормозной момент, Нм	20	40	160	240	500
Масса тормоза, кг	16	30	37	75	90
Параметр	ТКГ-160	ТКГ-200	ТКГ-300	ТКГ-400	ТКГ-500
Диаметр шкива, мм	160	200	300	400	500
Максимальный тормозной момент, Нм	100	300	800	1500	2500
Масса тормоза, кг	20	35	90	145	200

Лабораторная работа № 3

Оформление и защита работ № 1 и 2

Таблица 4

Расчетные параметры трансмиссии варианта №...

Параметр	Размер- ность	Вели- чина
Крутящий момент входного вала ($M_{кр1}$)	Н·м	
Крутящий момент выходного вала ($M_{кр2}$)	Н·м	
Передаточное число редуктора (i_p)	-	
Средний (расчетный) диаметр первичного вала (d_1)	мм	
Средний (расчетный) диаметр выходного вала (d_2)	мм	
Шпонка выходного вала: длина шпонки (ℓ_2)	мм	
высота шпонки (h_2)	мм	
Осевое усилие пружины муфты ($F_{пр}$)	Н	
Ширина поверхности трения (b)	мм	
Усилие пружины тормоза ($R_{пр}$)	Н	

Контрольные вопросы

1. Что такое трансмиссии?
2. Назначение зубчатых редукторов.
3. Привести кинематическую схему двухступенчатого редуктора.
4. Привести главные параметры редуктора.
5. Что такое передаточное число редуктора?
6. Чем отличается вал от оси?
7. Какие нагрузки действуют на вал и ось?
8. Основные виды шпоночных соединений.
9. Преимущества и недостатки подшипников качения.
10. Назначение механических муфт.
11. Назначение предохранительных муфт.
12. Виды тормозных устройств подъемных машин.
13. Привести расчетную схему двухколодочного тормоза.

Примечание:

Планируется выступление студентов с докладом по анализу результатов расчетов, теоретическому обоснованию их, дополнения и замечания оппонирующих студентов с выставлением при этом преподавателем рейтинговых баллов.

Каждый студент должен быть готов к выступлению по своему отчету по просьбе преподавателя. Отказ от выступления приводит к снятию ранее накопленных баллов.

Лабораторная работа № 4

Одноковшовый канатный экскаватор

Программа работы

1. Уяснить назначение, устройство и принцип работы машины и отдельных узлов и механизмов.

2. Проследить, начиная от двигателя, пути и способы передачи движения на рабочие органы и зарисовать кинематические схемы механизмов экскаватора по заданному варианту: напора ковша, поворота платформы, передвижения экскаватора, подъема ковша, подъема стрелы.

3. Зарисовать конструктивную схему экскаватора.

4. Работы выполняются по вариантам для условий, заданных в табл. 5, на рис. 6, 7 и прилагаемых к ним цифровых данных (табл. 8):

– для механизма напора и вращения платформы определить усилие и скорость действующие в передаче;

– определить скорость и тяговое усилие механизма передвижения;

– для механизмов подъема ковша и стрелы найти усилие в канате и скорость его навивки на барабан.

Для всех вариантов сравнить полученные данные со значениями, приведенными в табл. 6. Объяснить причину расхождений и следствия, к которым они ведут на практике.

5. Руководствуясь данными табл. 6 и 7 рассчитать техническую и эксплуатационную производительность экскаватора.

6. Построить график изменения производительности в зависимости от угла поворота на выгрузку в пределах 45 ... 180°.

7. Перечислить основные правила безопасной эксплуатации.

Данные для расчетов

Расчеты выполняются по кинематической схеме рис. 6 и приведенным к ней цифровым данным в табл. 5, 6 и 7.

Одноковшовые строительные экскаваторы – самоходные землеройные машины циклического действия. Основное назначение – копание (выемка) и перемещение грунта или иных материалов на небольшие расстояния с погрузкой их в транспортные средства или с отсыпкой в отвал. С помощью сменного рабочего оборудования (до 40 видов) они могут выполнять различные земляные, планировочные, монтажные, сваебойные и другие строительные работы.

Угловая скорость вала рабочих органов (р.о.) машины находится из формулы (11), линейная скорость р.о. – по формуле (12). Усилие на рабочем органе находится по формуле:

$$S = M_{p.o.}/R,$$

где R – радиус рабочего органа, м.

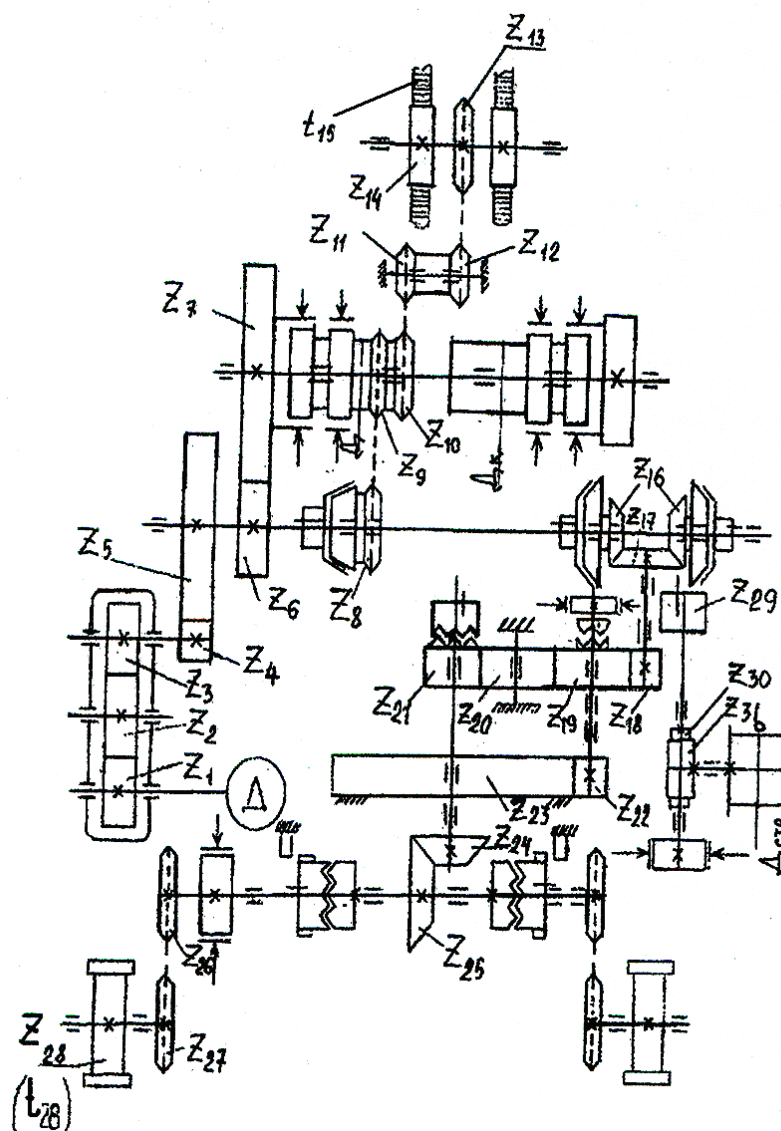


Рис. 6. Кинематическая схема одноковшового экскаватора

Таблица 5

Исходные данные к расчетам рабочих органов

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n, \text{мин}^{-1}$	1300	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500	1200	1100
$N, \text{кВт}$	100	80	85	90	95	100	105	110	95	90
Вариант механизма	напор ковша		подъем стрелы		подъем ковша		подъем стрелы		поворот платформы	

n и N – частота вращения и мощность двигателя.

Таблица 6

Техническая характеристика экскаватора

Характеристика	Значение
Емкость ковша, м^3	1,0
Частота вращения платформы, мин^{-1}	4,6
Скорость движения ковша, м/с	0,7
Скорость передвижения экскаватора, км/ч	1,5

Таблица 7

Исходные данные к расчету производительности

Параметр	Вариант										
	В отвал					В транспорт					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Длина рукояти, м	2,0	2,5	3,0	1,5	3,5	3,0	2,5	2,0	3,5	2,5	3,2
K_H	1,1	1,0	1,0	1,25	0,95	1,05	1,15	0,9	1,2	0,95	0,85
K_p	1,25	1,15	1,15	1,25	1,05	1,1	1,1	1,2	1,2	1,25	1,0
K_B	0,84	0,88	0,94	0,82	0,90	0,92	0,90	0,86	0,88	0,92	0,85
K_y	0,98	0,97	0,94	1,00	0,93	0,90	0,95	0,96	0,91	0,92	0,88

Примечание: в таблице приняты следующие обозначения:

K_H – коэффициент наполнения ковша; K_p – коэффициент разрыхления грунта; K_B – коэффициент использования машины по времени; K_y – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации машины.

Расчет эксплуатационной производительности выполнить по формулам:

$$\Pi_{\text{техн}} = 3600 Q K_H / (t_{\text{ц}} \cdot K_p)$$

$$\Pi_{\text{экспл}} = \Pi_{\text{техн}} \cdot t_p \cdot K_B \cdot K_y,$$

где t_p – см. формулу (17).

При расчете принять время выгрузки ковша в отвал равным $t_B = 2$ с. При погрузке в транспорт происходит увеличение цикла из-за затрат времени на центрирование ковша и подъем его над транспортом. В этом случае необходимо, оставив $t_B = 2$ с, увеличить продолжительность выгрузки ковша в транспорт на 15%.

Продолжительность цикла копания грунта:

$$t_{\text{ц}} = t_K + t_{\text{пр}} + t_B + t_{\text{нз}},$$

$$t_K = L_K / V_K.$$

$$L_K = 2\pi R / 4.$$

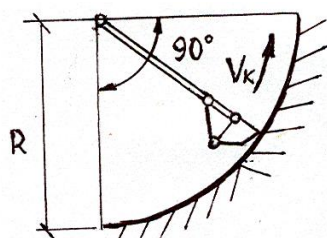


Рис. 7. Схема движения ковша

где t_K – продолжительность копания, с. При определении t_K руководствоваться рис. 7; $t_{\text{пр}}$ – продолжительность поворота на выгрузку, с; t_B – время выгрузки, с; $t_{\text{нз}}$ – продолжительность поворота в забой, с; V_K – скорость движения ковша, м/с (табл.6); R – радиус копания, равный длине рукояти, м (табл.7); L_K – путь, проходимый ковшом за время копания, м.

Таблица 8

Цифровые данные к схеме движения экскаватора (рис. 6, 7):

$Z_1 = 16$	$Z_2 = 60$	$Z_3 = 40$	$Z_4 = 40$	$Z_5 = 160$	$Z_6 = 23$	$Z_7 = 128$
$Z_8 = 17$	$Z_9 = 65$	$Z_{10} = 40$	$Z_{11} = 11$	$Z_{12} = 12$	$Z_{13} = 25$	$Z_{14} = 14$
$t_{14} = 50$	$t_{15} = 50$	$Z_{16} = 20$	$Z_{17} = 29$	$Z_{18} = 20$	$Z_{19} = 52$	$Z_{20} = 38$
$Z_{21} = 38$	$Z_{22} = 15$	$Z_{23} = 130$	$t_{23} = 35$	$Z_{24} = 14$	$Z_{25} = 42$	$Z_{26} = 9$
$Z_{27} = 17$	$Z_{28} = 17$	$t_{28} = 125$	$Z_{29} = 12$	$Z_{30} = 1$	$Z_{31} = 24$	$D_K = 750$
$D_{\text{стр}} = 300$	$D_d = 800$					

Примечание: Z – число зубьев; t – шаг зубьев, мм; D_K – диаметр барабана ковшовой лебедки, мм; $D_{\text{стр}}$ – диаметр барабана подъема стрелы; D_d – диаметр барабана драглайна (устанавливается вместо звездочек 9 и 10); Z_{30} – червяк однозаходный.

Лабораторная работа № 5

Одноковшовый гидравлический экскаватор

Программа работы

1. Выяснить назначение, устройство и принцип работы машины, ее отдельных узлов, деталей и механизмов.
2. Сравнить конструктивные схемы экскаваторов с гибкой подвеской ковша (с канатно-блочной) и с жесткой подвеской ковша (гидравлической). Указать различия в области применения.
3. Зарисовать конструктивную схему гидравлического экскаватора с навесным рабочим оборудованием – отвал бульдозера. Рассчитать производительность: а) бульдозера; б) экскаватора.
4. Определить общую мощность силовой установки и необходимую мощность экскаватора на копание грунта.
5. Определить расход топлива при заданном времени работы в смену и номинальной мощности двигателя.
6. Перечислить основные правила безопасности эксплуатации.

5.1. Расчет параметров экскаватора-бульдозера

Эксплуатационная производительность бульдозера

$$П_{\text{Э}} = 3600 V_{\text{пр}} K_{\text{н}} K_{\text{в}} (1 - 0,005 L_{\text{тр}}) / (T_{\text{ц}} K_{\text{р}}),$$

где $V_{\text{пр}}$ – геометрический объем призмы волочения грунта, м^3 ; $T_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла, с; $K_{\text{н}}$ – коэффициент наполнения геометрического объема призмы волочения грунта. $K_{\text{н}} = 0,85 \dots 1,05$; $K_{\text{р}}$ – коэффициент разрыхления грунта. $K_{\text{р}} = 1,1 \dots 1,3$; $K_{\text{в}}$ – коэффициент использования бульдозера по времени; $L_{\text{тр}}$ – длина транспортирования грунта отвалом бульдозера, м. (не более 140 м. – колесным, не более 80 м. – гусеничным).

Объем призмы волочения грунта определяется:

$$V_{\text{пр}} = BH^2 / (2 \operatorname{tg} \varphi),$$

где B , H – соответственно длина и высота отвала, м; φ – угол естественного откоса грунта в движении, $\varphi = 35 \dots 45^\circ$.

Продолжительность цикла подсчитывается по формуле:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{срез}} + t_{\text{тр}} + t_{\text{х}} + t_{\text{доп}},$$

где $t_{\text{срез}}$ – время набора грунта в отвал, с; $t_{\text{тр}}$ – время транспортирования грунта до места укладки, с; $t_{\text{х}}$ – время возвращения машины в исходное положение (время холостого хода), с; $t_{\text{доп}}$ – время на переключение передач в течение цикла, $t_{\text{доп}} = 15 \dots 20 \text{ с}$.

$$t_{\text{срез}} = V_{\text{пр}} / (Bh v_{\text{бульд}}),$$

где h – заглубление отвала, м.; $v_{\text{бульд}}$ – скорость бульдозера при резании грунта, м/с.

ПРИМЕЧАНИЕ. Резание грунта производится на скорости 2,5...4,5 км/ч; перемещение грунта на скорости 4,5...6 км/ч; скорость холостого хода 10...15 км/ч. Недостающие параметры принять самостоятельно.

5.2. Расчет параметров экскаватора

Таблица 9

Варианты расчета экскаватора

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{см}$, час	3	6	6	3	4	5	6	6	3	4
$N_{дв}$, кВт	300	350	400	350	400	350	400	350	300	400
$A_{уд}$, кНм/м ³	200	250	200	250	240	130	240	230	220	250
q , м ³	0,25	0,3	0,25	0,65	1,0	0,65	1,2	0,65	0,4	1,0

Мощность силовой установки для копания оценивается как:

$$N_k = A_{уд} q / (t_k K_m \eta_{дв.р.о}),$$

где $A_{уд}$ – удельная работа копания; t_k – время копания, $t_k = 5,5 \dots 8$ с. – для гидропривода; $\eta_{дв.р.о}$ – КПД привода и рабочего органа – $0,5 \dots 0,6$; K_m – коэффициент использования двигателя по мощности – $0,7 \dots 0,75$.

Расход топлива при заданном времени работы в смену и номинальной мощности двигателя:

$$W_{см} = t_{см} N_k K_{и} [W_x + (W_n - W_x) K_m],$$

где $t_{см}$ – время работы в смену, ч; N_k – номинальная мощность двигателя, кВт; $K_{и}$ – коэффициент использования двигателя, $K_{и} = 0,6$; W_x – удельный расход топлива на единицу номинальной мощности при:

- холостом режиме работы двигателя: $W_x = 0,175$ кг/кВт·ч;
- тоже, при нормальной загрузке: $W_n = 0,180$ кг/кВт·ч;

Данные для расчета производительности экскаватора смотри в разделе 5.1 данной работы.

Лабораторная работа № 6

Оформление и защита лабораторных работ № 4 и № 5

Правила безопасной эксплуатации экскаваторов

Во время работы экскаватор должен устанавливаться на спланированной площадке и стопориться. Для стопорения запрещается использовать доски, камни и др. предметы. При работе экскаватора не разрешается находиться людям в радиусе действия машин плюс 5 м.

Во время перерыва в работе стрелу экскаватора следует опустить на грунт. Очищать рабочие органы (ковш, отвал) допускается только в опущенном положении, и при выключенной машине.

Во время движения экскаватора стрелу с р.о. необходимо устанавливать и закреплять строго по направлению хода машины. Запрещается передвижение с нагруженным ковшом. Погрузка грунта на автомобиль должна производиться со стороны заднего или бокового борта автомобиля.

Контрольные вопросы

1. Может ли экскаватор работать в качестве грузоподъемного крана? Если да, то при каких условиях; если нет – объяснить почему.

2. Рассказать о методике выбора экскаватора для производства конкретного вида работ.

3. Перечислить конструктивные и эксплуатационные мероприятия по увеличению производительности экскаваторов.

4. Перечислить виды сменного рабочего оборудования экскаватора. Указать область применения, эксплуатационные преимущества и недостатки одного из них при выполнении однотипных работ.

5. Указать назначение и раскрыть принцип работы передач от двигателя к рабочему органу для одного из механизмов экскаватора (по заданию преподавателя).

6. Перечислить способы реверсирования механизма и указать элементы экскаватора, используемые для этого.

7. Указать физический смысл коэффициентов наполнения и разрыхления.

Примечание:

Планируется выступление студентов с докладом по анализу результатов расчетов, теоретическому обоснованию их, дополнения и замечания оппонирующих студентов с выставлением при этом преподавателем рейтинговых баллов.

Каждый студент должен быть готов к выступлению по своему отчету по просьбе преподавателя. Отказ от выступления приводит к снятию ранее накопленных баллов.

Лабораторная работа № 7

Башенный кран

Башенный кран – это грузоподъемная машина со стрелой, закрепленной в верхней части вертикальной башни, выполняющая работу по перемещению и монтажу конструкций за счет сочетания рабочих движений: подъема и опускания груза, изменения вылета, передвижения самого крана по рельсам и поворота стрелы с грузом. Большая обслуживаемая рабочая зона, определяемая длиной подкрановых рельсовых путей и двойным вылетом груза, в сочетании с большим подстреловым пространством обусловили широкое использование башенных кранов, как основной грузоподъемной машины для выполнения подъемно-транспортных и монтажных работ в гражданском и промышленном строительстве, особенно при возведении многоэтажных зданий и сооружений. Рассматриваются башенные краны двух типов: КБ-308А и КБ-504, выполненными передвижными на рельсовом ходу с поворотной башней.

Программа работы

1. По схеме крана (по выбору преподавателя КБ-308А или КБ-504) ознакомиться с устройством и уяснить назначение основных узлов и деталей.

2. Вычертить конструктивную схему башенного крана и кинематическую схему грузовой лебедки.

3. По данным технических характеристик вычертить график грузоподъемности крана в зависимости от вылета стрелы.

4. Расчетом определить усилие, действующее в механизме подъема с полиспастом при максимальной грузоподъемности.

5. По данным табл. 10 и 11 определить эксплуатационную производительность крана, приняв угол поворота 90° .

6. Изучить и привести в отчете правила техники безопасности приложение Ж.

Данные для расчетов

Скорость подъема груза определяется по формулам (10) и (11).

Частота вращения барабана – по формуле (5, 6, 10, 11). Скорость подъема стрелы, передвижения и поворота крана аналогично.

Эксплуатационная производительность определяется по формулам (14...17), в которых $K_y = 0,75$; K_b – см. табл. 11; $t_{ц}$ – продолжительность цикла

$$t_{ц} = t_p + t_m = t_p + (t_{п} + t_o + t_b + t_d + t_{доп})K_1$$

где t_p – время строповки груза, (см.табл.12); t_m – среднее машинное время цикла; $t_{п}$ – время, необходимое для подъема груза; t_o – продолжительность опускания крюка; t_b – время, затрачиваемое на поворот стрелы в одну и другую сторону; t_d – продолжительность передвижения крана; $t_{доп}$ – дополнительное время на ускорение, замедление движения и т.п.; K_1 – коэффициент совмещения операций (0,9 ...1).

В расчетах принять скорость подъема и опускания одинаковыми.

Таблица 10

Технические характеристики кранов

Параметр	КБ-308А	КБ-504
Грузоподъемность, т	8	10
Вылет, м	25 (12,5)*	40 (28)*
Высота подъема крюка, м		60
Скорость:		
–подъема, м/мин	24	60
–передвижения, м/мин	18,5	28
Частота вращения платформы, мин ⁻¹	0,77	0,75
Установленная мощность электродвигателей, кВт	86,6	204,4
Масса крана, т	90	162

* – в скобках – при наибольшей грузоподъемности

Таблица 11

Исходные данные для расчета

Вариант	Характеристика работы	Параметр				
		t_p , мин	q_m , т	K_b	H , м	L , м
1	Монтаж металлических конструкций	8	2,5	0,7	10	20
2	Монтаж несущих ж/б конструкций	15	4,5	0,4	15	15
3	Установка арматуры	10	0,3	0,8	3	10
4	Установка опалубки	12	0,4	0,5	3	20

5	Подача бетона в бадьях	2,5	5,0	0,8	7	15
6	Подача кирпича	1,0	0,5	0,9	10	10
7	Подача мелкоштучных грузов	0,5	0,5	1,0	4	10
8	Монтаж сборочных элементов	12,5	3,0	0,6	20	20
9	Подача бетона в бадьях	2,0	4,0	0,9	5	0
10	Подача металлических конструкций	15	3,5	0,6	20	10
11	Подача металлических конструкций	6,5	3	0,75	13	24
12	Монтаж несущих ж/б конструкций	12	5	0,45	18	16

Примечание: в таблице приняты следующие обозначения

H – высота подъема груза;

L – расстояние перемещения груза по горизонтали;

q_m , – масса груза;

K_v – коэффициент использования машины по времени;

Лабораторная работа № 8

Легкий кран (КЛ-1)

Программа работы

1. Ознакомиться с устройством крана КЛ-1, уяснить назначение основных узлов и деталей.
2. Составить конструктивную и кинематическую (с полиспастом) схемы крана.
3. Определить параметры барабана при трехслойной навивке, а также максимальную высоту подъема груза при установке крана на перекрытии строящегося здания. (Высоту здания принять самостоятельно от 5 до 15 м.).
4. Рассчитать скорость подъема груза, приняв передаточное отношение редуктора равным 25.
5. Определить тяговое усилие лебедки (натяжение каната) при двигателе установленной мощности.
6. Рассчитать максимальную массу груза, который можно поднять с помощью установленной на кране лебедки.
7. Определить величину требуемого тормозного момента тормоза при подъеме груза массой 500 кг.
8. Перечислить основные правила техники безопасности.

Легкий, передвижной (переносной) полноповоротный стреловой кран КЛ-1 (КЛ-2) предназначен для подъема грузов массой до 500...1000 кг при выполнении отделочных, ремонтных работ в промышленном и гражданском строительстве.

Канатоемкость барабана – длина каната, который намотан на барабан. Она определяется из геометрических соотношений при известных шаге, числе слоев навивки, диаметрах каната и барабана. Формулы для расчета канатоемкости барабана приведены в приложении Г.

Различают полную канатоемкость, равную общей длине каната, который можно намотать на барабан и рабочую, равную полной за вычетом 1,5...2 витка каната, всегда оставляемых на барабане.

Требуемая канатоемкость по заданной высоте подъема груза, м:

$$L_k = H \cdot i_n,$$

где i_n – кратность полиспаста, H – высота подъема груза, м.

Полная длина каната с учетом узлов заделки концов каната:

$$L_n = L_k + (1,5 \dots 2) \pi (D_b + d_k)$$

где D_b – диаметр барабана, м; d_k – диаметр каната, м.

Минимально допустимый диаметр барабана для легкого, среднего и тяжёлого режимов работы, соответственно:

$$D_b = (16, 18, 20) d_k.$$

Лабораторная работа № 9

Строительный подъемник

Программа работы

1. Ознакомиться с устройством подъемника, уяснить назначение основных деталей и узлов.

2. Вычертить конструктивную и кинематическую (с полиспастом) схемы подъемника ТП-9.

3. Из табл. 13,14 по варианту, предложенному преподавателем, приняв заданные параметры, определить грузоподъемность подъемника, параметры барабана и полную длину каната. Полученные данные сравнить с технической характеристикой подъемника ТП-9 (табл. 12) и объяснить расхождение.

Таблица 12

Технические характеристики подъемника ТП-9

Характеристика	Значение
Грузоподъемность, кг	500
Масса платформы, кг	70
Скорость подъема груза, м/с	0,367
Масса подъемника, кг	1700
Высота подъема груза, м	17
Мощность электродвигателя, кВт	3,7
Частота вращения ротора, об/мин	1440
Платформа	выдвижная

4. Для указанных в табл. 13 условий расчетным путем определить требуемые для подъема груза массой 400 кг. мощность двигателя, тормозной момент тормоза. В расчете принять блоки на подшипниках качения. Подобрать канат, приняв один из вариантов по сопротивлению разрыву:

Вариант А $\sigma=170$ кгс/мм², вариант Б $\sigma=180$ кгс/мм², вариант В $\sigma=200$ кгс/мм²

5. Проработать правила техники безопасности – лабораторная работа № 11.

Примечание: Определение канатоемкости барабанов и выбор стальных канатов, барабанов и блоков см. приложение Г, Д.

Таблица 13

Варианты параметров подъемника

Параметр	Вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,35	0,45
H	9	10	8	7	6	8	7	6	5	4	7,5	9,5
i_n	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	3	2
Z	2	3	3	2	2	1	1	1	2	1	2	1
β	1,5	1,75	2	1,5	1,75	2	1,5	1,75	2	1	1,5	1,75

Примечание: V – скорость подъема груза (м/с); H – высота подъема груза (м); i_n – кратность полиспаста; Z – число слоев навивки каната на барабане; β – коэффициент торможения.

Таблица 14

Варианты параметров двигателя лебедки

Параметр	Вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n , об/мин	2880	1430	965	965	2880	1440	1430	965	2880	1440	1430	965
N , кВт	2,8	1,4	1,5	2,0	3,0	1,6	1,9	2,3	3,2	2,1	1,9	2,3

Подъемник – грузоподъемная машина, предназначенная для подъема груза и людей с одного уровня на другой при помощи специального устройства (платформы, клетки, ковша, крюка и т.п.), движущегося в направляющих. Применяются подъемники при монтажных, отделочных и ремонтных работах.

Полная длина каната – длина каната, который необходимо установить на подъемнике для обеспечения заданной по табл.13 высоты подъема груза.

Передаточное отношение редуктора определяется по формулам (6) и (7), мощность двигателя по формуле (12), тормозной момент – $M_{\text{торм}} = M_{\text{дв}}\beta$.

Лабораторная работа №10

Строительные лебедки

Программа работы

1. Ознакомиться с устройством следующих лебедок:

- электрореверсивной;
- фрикционной;
- лебедки механизма подъема груза легкого крана;
- подъема стрелы и груза башенного крана.

2. Вычертить кинематические схемы перечисленных лебедок с полиспастами. Если у лебедок полиспаст отсутствует, воспользоваться данными табл. 13.

3. Рассчитать параметры лебедок по вариантам.

Вариант А. Для электрореверсивной лебедки при условиях, заданных в табл. 13-15, определить требуемое передаточное отношение редуктора.

Вариант Б. То же самое выполнить для зубчато-фрикционной лебедки.

Вариант В. Для электрореверсивной и фрикционной лебедок определить требуемый тормозной момент тормоза при тех же условиях.

Вариант Г. Для электрореверсивной и фрикционной лебедок определить требуемый диаметр каната барабана и блоков по условиям, заданным в табл. 15.

При расчетах принять, что все блоки установлены на подшипниках скольжения ($n_{\text{дв}} = 1500$ об/мин). Недостающие параметры принять самостоятельно. КПД полиспаста см. приложение В.

4. Перечислить правила безопасной эксплуатации (в том числе при эксплуатации стальных канатов приложение Е).

Таблица 15

Варианты для расчета

Параметр	Вариант													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
G , кН	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0	4,0	5,0	4,0	3,5	6,0	6,5	5,5	4,5	5,7
q , Н	50	40	50	30	30	50	50	30	35	100	100	70	60	70
$i_{\text{п}}$	5	4	3	1	2	4	3	3	1	2	4	3	2	2
Режим	Л	Л	Л	Л	Ср	Ср	Ср	Ср	Т	Т	Т	Т	Ср	Ср

Примечание: G – вес поднимаемого груза; q – вес грузозахватного приспособления; $i_{\text{п}}$ – кратность полиспаста; Л, Ср и Т – легкий, средний и тяжелый режим работы.

Лебедкой называется грузоподъемная машина, предназначенная для транспортирования грузов в горизонтальном, наклонном и вертикальном направлениях при помощи гибкого элемента (каната или цепи), наматываемого на барабан. Главным параметром лебедки является тяговое усилие и канатоемкость барабана.

Момент на барабане от поднимаемого груза, момент на валу двигателя, требуемое передаточное отношение редуктора и скорость навивки каната на барабан определяются по формулам 3, 4, 5, 6, 10, 11.

Усилие в канате, набегавшем на барабан, при подъеме груза

$$S = (G + q) / i_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}},$$

где G – вес поднимаемого груза, Н; q – вес грузозахватного приспособления, Н; $i_{\text{п}}$ – кратность полиспаста; $\eta_{\text{п}}$ – КПД полиспаста.

Момент силы на барабане:

$$M_{\delta} = SR_{\delta},$$

где R_{δ} – радиус барабана, м.

Требуемый момент на валу тормоза от веса удерживаемого груза,

$$M_{\text{т}} = M_{\delta} K_{\text{т}}, \quad M_{\text{дв}} = M_{\delta} \eta_{\text{т}} / i_{\text{т}},$$

где M_{δ} – момент на барабане от поднимаемого груза, Нм; $i_{\text{т}}$ – передаточное отношение трансмиссии (принять самостоятельно); $\eta_{\text{т}}$ – к.п.д. трансмиссии; $K_{\text{т}}$ – коэффициент запаса торможения (при легком режиме $K_{\text{т}} = 1,5$; среднем – $K_{\text{т}} = 1,75$; тяжелом – $K_{\text{т}} = 2,0$).

Порядок выбора канатов, барабанов и блоков изложен в приложении Г, Д.

Лабораторная работа № 11

Оформление и защита лабораторных работ № 7-10

Правила безопасной эксплуатации подъемных кранов

1. Перед работой необходимо испытать все ограничители и приборы безопасности. При неисправных приборах работа запрещается.

2. На месте производства работ запрещается присутствие лиц, не имеющих прямого отношения к их выполнению.

3. Не разрешается находиться под поднятым грузом. При перерыве или окончании работ груз не должен оставаться в подвешенном состоянии.

4. Не допускается подъем грузов с находящимися на них людьми; находящимися в неустойчивом положении; засыпанных землей или примерзших к земле; заложенных другими грузами.

5. Запрещается оттягивание груза во время подъема и опускания.

6. Запрещается прием и выдача груза в оконные проемы и на балконы без приемных площадок и специальных приспособлений.

7. Не допускается разгрузка и погрузка на автомашины, если в кузове или кабине находятся люди.

8. В месте установки крана необходимо выделить опасную зону.

9. Стрелу перед использованием, а в дальнейшем не реже одного раза в 6 месяцев, необходимо испытать нагрузкой в 2 раза превышающей рабочую.

10. При подъеме груза, близкого к предельному, он должен быть сначала приподнят на высоту 20...30 см для проверки правильности строповки и надежности действия тормозов.

11. Перед началом эксплуатации кран необходимо испытать нагрузкой, превышающей грузоподъемность на 25%.

Правила безопасной эксплуатации строительных подъемников

1. Не разрешается находиться под поднятой грузовой платформой.

2. Взрыво- и огнеопасные вещества перевозить запрещается.

3. При работе грузового подъемника не допускается подъем груза, находящегося в неустойчивом положении.

4. Не допускается включение механизмов вне поста управления при нахождении людей на подъемнике. Надежность работы всех предохранительных устройств проверяют не реже, чем 1 раз в 10 дней.

5. Подъемник, на грузовую платформу которого возможен выход людей для укладки и выгрузки грузов, обязательно оборудуют ловителями, способными удерживать платформу в местах погрузки, разгрузки и при остановках.

6. Запрещается оставлять платформу на весу при перерывах в работе.

7. Перед началом работы машинист обязан проверить исправность тормозов и работу всех предохранительных устройств.

Правила безопасной эксплуатации строительных лебедок

1. К управлению лебедкой допускаются лица, прошедшие соответственное обучение и инструктаж;

2. Лебедка должна быть надежно закреплена;

3. Тормоз должен быть отрегулирован и огражден;

4. Лебедка должна быть надежно заземлена;

5. Масса поднимаемого груза не должна превышать грузоподъемность лебедки;

6. Запрещается смазывать, осматривать и ремонтировать лебедку во время работы; при проведении указанных работ груз должен быть опущен, а электродвигатель отключен;

7. Канат должен быть надежно закреплен на барабане и при полностью выбранном канате (опущенном грузе) должно оставаться на нем не менее 1,5...2 витка, не считая находящихся под зажимным устройством;

8. Запрещается находиться под поднятым грузом, а также работать на неисправной лебедке;

9. Запрещается оставлять канат после работы в натянутом положении;

10. Органы управления лебедкой помещают в шкаф, запирающийся на замок.

Контрольные вопросы по работе № 7

1. Почему на башенные краны устанавливаются ограничители высоты подъема груза?

2. В чем заключается отличие балласта от противовеса?

3. Зачем нужен второй барабан в механизме подъема стрелы?

4. Что представляет собой грузовая характеристика крана? От чего она зависит? Указать основные виды грузовых характеристик в зависимости от типа и особенностей крана.

5. Перечислить приборы безопасности, устанавливаемые на башенных кранах. Указать их назначение и место установки.

6. Перечислить преимущества и недостатки кранов с подъемной стрелой по сравнению с кранами, оборудованными балочной стрелой.

Контрольные вопросы по работе № 8

1. Объяснить, назначение противовеса поворотной части крана.

2. Что может произойти при выходе из строя ограничителя высоты подъема?

3. Как изменить вылет стрелы крана.

4. Перечислить способы повышения производительности крана.

5. Что ограничивает грузоподъемность крана?

6. Зачем нужен полиспаст? Сравнить с назначением редуктора.

7. Перечислить способы повышения грузоподъемности крана.

Контрольные вопросы по работе № 9

1. Как найти требуемый тормозной момент при известной грузоподъемности.

2. Устройство и принцип действия тормоза, назначение основных его частей.

3. Перечислить ограничительные и предохранительные устройства подъемника для безопасной и удобной эксплуатации машины.

4. Указать принципиальные отличия строительных подъемников от лебедок, талей, тельферов и кранов.

5. Указать основные преимущества и недостатки подъемников по сравнению с кранами, в том числе легким (КЛ-1).

6. Перечислить способы повышения производительности подъемников и конструктивные изменения для этого.

Контрольные вопросы по работе № 10

1. Зачем нужны отклоняющие блоки?
2. Почему у электрореверсивной лебедки тормоз установлен на валу двигателя, а у фрикционной – на барабане?
3. Почему тормоз электрореверсивной лебедки принят нормально замкнутым?
4. Общее и различие у тормоза и храпового останова фрикционной лебедки. Чем вызвана необходимость одновременной установки этих устройств. Почему у электрореверсивной лебедки храповой останов отсутствует?
5. Перечислить преимущества и недостатки фрикционной лебедки по сравнению с электрореверсивной. Указать области их применения.
6. Перечислить преимущества и недостатки ленточных и колодочных тормозов.
7. Что такое полиспаст? Его назначение и главный параметр. Как определяется?
8. Описать конструкцию и работу устройств для включения муфты фрикционной лебедки.

Примечание: Планируется выступление студентов с докладом по анализу результатов расчетов, теоретическому обоснованию их, дополнения и замечания оппонирующих студентов с выставлением при этом преподавателем рейтинговых баллов. Каждый студент должен быть готов к выступлению по своему отчету по просьбе преподавателя. Отказ от выступления приводит к снятию ранее накопленных баллов.

Лабораторная работа № 12

Смесительные машины

Программа работы

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия смесителей:
 - гравитационного типа – СБ-101А;
 - принудительного лопастного типа – СБ - 141;
 - турбулентного типа – СБ-133А.
2. Определить значение вращающего момента на рабочем органе, техническую производительность смесителей.
3. Перечислить правила техники безопасности при работе на смесительных машинах.

Смесительные машины применяют для приготовления бетонной смеси. Любая смесительная машина состоит из смесительной емкости, рабочих органов с их приводом, загрузочных и разгрузочных устройств. Смесительные машины классифицируют по следующим основным признакам: условиям эксплуатации – передвижные и стационарные; режиму работы – циклические и непрерывного действия; способам перемешивания – гравитационные и принудительные. Растворосмесители – только принудительного смешивания.

Угловая скорость, мощность и вращающий момент на рабочем органе вычисляются по формулам (5), (10), (13).

Техническая производительность смесителей циклического действия находится по формулам (14), (16), в которых принимается: q – емкость смесителя по

загрузке (0,5...0,8 геометрической емкости) барабана или чаши; $K_y = (0,65...0,7)$ – коэффициент выхода готовой смеси в зависимости от свойств бетонной смеси. Цикл перемешивания смесителей циклического действия, определяется:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{загр}} + t_{\text{перем}} + t_{\text{разгр}} + t_{\text{возв}},$$

где $t_{\text{загр}}$ – время загрузки компонентов бетонной смеси (в среднем 10...20 с при механизированной загрузке); $t_{\text{перем}}$ – время перемешивания (50...60 с для смесителей принудительного действия и 120 с для гравитационных); $t_{\text{разгр}}$ – время разгрузки готовой смеси (10...20 с); $t_{\text{возв}}$ – время возвращения смесительного барабана в исходное положение (10...20 с).

Лабораторная работа № 13

Поршневые растворонасосы

Программа работы

1. Изучить конструкции растворонасосов 2-х типов: поршневого СО-167 и с качающимся цилиндром СО-172, уяснить назначение деталей и узлов.
2. Нарисовать конструктивно-кинематические схемы растворонасосов.
3. Нарисовать схему заливочно-предохранительного устройства.
4. Рассчитать техническую производительность поршневых растворонасосов с учетом данных табл. 16.

Таблица 16

Данные для расчета производительности растворонасосов

Параметр	Вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n_1, \text{мин}^{-1}$	740	980	950	730	970	710	930	740	950	730	870	1000
i_1	3	3,7	3,5	3,15	4,1	2,85	3,5	3,3	4	3,2	3,5	5,1
i_2	4	4,85	5,15	3,8	4,4	4,3	4,3	3,7	4,5	3,8	4,2	5,1
$D, \text{мм}$	100	80	80	100	80	100	90	110	80	100	95	85
$S, \text{мм}$	100	75	70	90	80	95	85	100	70	90	85	95
$K_{\text{и}}$	0,75	0,5	0,65	0,7	0,55	0,75	0,6	0,7	0,75	0,5	0,7	0,8

Примечание: n_1 – частота вращения вала двигателя; i_1 – передаточное отношение ременной передачи; i_2 – передаточное отношение редуктора; $K_{\text{и}}$ – коэффициент использования рабочей камеры.

5. Перечислить основные правила безопасной эксплуатации растворонасосов.

Поршневые растворонасосы предназначены для транспортирования по горизонтали и вертикали строительных растворов при выполнении штукатурных работ, а также работ по изготовлению стяжки под полы и кровлю.

Производительность растворонасоса:

$$P_{\text{техн}} = 60\pi D^2 S n K_{\text{и}} Z / 4,$$

где D – диаметр поршня, м; S – ход поршня, м; n – число двойных ходов поршня в минуту (частота вращения коленчатого вала); Z – число цилиндров (поршней).

Лабораторная работа № 14

Смесительный винтовой насос

Программа работы

1. Дать подробное описание назначения, области применения машины, техническую характеристику, достоинства и недостатки установки; уяснить назначение основных деталей и узлов на примере штукатурного агрегата СО – 149.
2. Вычертить конструктивную и кинематическую схемы установки.
3. С учетом данных таблицы 17 рассчитать техническую и эксплуатационную производительность машины по схеме штукатурного агрегата СО-149.
4. Перечислить основные правила безопасной эксплуатации установки.

Смесительный винтовой насос применяется для приготовления, транспортирования и нанесения на поверхность качественных растворов на основе гипса (вяжущее вещество). Применяют эти растворы для отделочных работ как внутренних, так и наружных покрытий, а также изготовления бесшовных покрытий пола.

Объем замкнутых полостей, и частота вращения ротора определяют производительность насоса, которая без учета утечек определяется выражением:

$$Q_T = 1,33 \cdot 10^{-10} e d S n,$$

эксплуатационная (с учетом утечек):

$$Q_{\varepsilon} = 3600 Q_T \cdot q_{\text{ут}},$$

где Q_T – производительность (техническая) насоса, $\text{м}^3/\text{с}$; e – эксцентриситет оси ротора, мм; S – шаг винта ротора, мм; n – частота вращения ротора, об/мин; d – диаметр винта, мм; $q_{\text{ут}}$ – коэффициент утечек.

Таблица 17

Данные для расчета параметров винтовых насосов

Параметр	Вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n_1, \text{мин}^{-1}$	750	900	730	930	800	750	850	950	920	980	1000	970
$i_{\text{ред}}$	20,2	18,4	18,7	20,6	17,5	22,2	25	17,0	18,0	21,0	22	19,8
$d, \text{мм}$	30	40	40	30	35	42	32	45	42	40	45	42
$S, \text{мм}$	60	100	90	70	65	85	75	90	85	80	90	96
$e, \text{мм}$	12	15	15	12	17	22	20	17	17	20	21	19
$q_{\text{ут}}$	0,75	0,8	0,85	0,9	0,75	0,8	0,85	0,9	0,8	0,8	0,85	0,9

Примечание: n_1 – частота вращения вала двигателя; $i_{\text{ред}}$ – передаточное отношение редуктора (для винта).

Лабораторная работа № 15

Оформление и защита лабораторных работ № 12-14

Правила безопасной эксплуатации смесительных машин

1. Перед началом работы необходимо проверять плотность затяжки соединений, работоспособность и надежность фиксации затвора, наличие и исправность ограждений, предотвращающих попадание предметов в зону перемешивания.

2. Перед работой предусматривается включение смесителей вхолостую в течение 3...5 минут.

3. Очистка смесителей во время работы запрещается.
4. При приготовлении смесей с химическими добавками должны соблюдаться меры предосторожности против ожогов, повреждения глаз и отравления.
5. По окончании работы очистка смесителя производится путем загрузки его на 1/3 щебнем и водой с последующим включением на 5 – 10 мин.

Правила безопасной эксплуатации растворонасосов

1. Для исключения попадания крупных частиц в рабочую камеру на бункере необходимо устанавливать вибросито с ячейками до 5 мм.
2. Соединение гибких раствороводов (шлангов) между собой и с растворонасосом необходимо выполнять при помощи хомутов на болтах.
3. Моторист должен быть связан звуковой или световой сигнализацией с рабочим, принимающим раствор.
4. Ежедневно перед началом работы надлежит производить осмотр манометра и его замену в случае неисправности, проверить надежность всех соединений в отсутствии течи воды из промежуточной камеры или строительного раствора из шлангов, проверять отсутствие перегибов шлангов, исправность остальных узлов и деталей визуальным осмотром.
5. Запрещается ремонтировать растворонасосы и раствороводы под давлением.

Контрольные вопросы по работе № 12

1. Перечислить конструктивные особенности смесителей различных типов.
2. Описать устройство узлов, предохраняющих рабочие органы смесителей от заклинивания кусками крупного заполнителя.
3. Объяснить, почему барабан гравитационного бетоносмесителя установлен наклонно.
4. Перечислить преимущества и недостатки бетоносмесителей гравитационного и принудительного действия.
5. Могут ли растворосмесители применяться для перемешивания бетонной смеси, а бетоносмесители для приготовления растворов.
6. Указать физический смысл коэффициента выхода готовой смеси.
7. Перечислить способы повышения производительности смесителей.
8. С какой целью в центральной части смесительной чаши бетоносмесителя принудительного действия установлен цилиндрический стакан?
9. Какими факторами определяется оптимальная частота вращения смесительного барабана гравитационного смесителя и лопастей бетоносмесителя принудительного действия?

Контрольные вопросы по работе № 13

1. Указать функциональное назначение воздушного колпака.
2. Перечислить способы регулировки производительности растворонасосов без изменения конструкций.

3. Для чего над или под шаровым клапаном устанавливается проволоочная скоба?
4. Перечислить основные преимущества растворонасосов с пневмоприставкой.
5. Объяснить принцип действия заливочно-предохранительного устройства в диафрагменном насосе.
6. Указать назначение перепускного клапана.

Контрольные вопросы по работе № 14

1. Чем отличаются растворы на основе гипсовых вяжущих от обычных растворов на цементе?
2. Достоинства и недостатки растворов на гипсовой основе.
3. Чем создается давление в винтовом насосе. Особенности конструкции винтового насоса.
4. Винтовой смеситель – машина циклического или непрерывного действия?
5. Зачем в комплекте машины имеется компрессор?
6. Особенность применения растворов на гипсе.
7. Основной недостаток гипса как вяжущего. Чем компенсируется этот недостаток при приготовлении раствора на основе гипса?

Примечание: Планируется выступление студентов с докладом по анализу результатов расчетов, теоретическому обоснованию их, дополнения и замечания оппонировавших студентов с выставлением при этом преподавателем рейтинговых баллов. Каждый студент должен быть готов к выступлению по своему отчету по просьбе преподавателя. Отказ от выступления приводит к снятию ранее накопленных баллов.

Лабораторная работа № 16

16.1. Вибраторы поверхностные

Программа работы

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия поверхностных вибраторов – электрических дебалансного и маятникового и пневматического: ИВ-91А, ИВ-38, ВП-5А.
2. Зарисовать конструктивную схему вибратора по варианту, предложенному преподавателем.
Указать полное название каждого вибратора в соответствии с классификацией, его назначение и области применения.
3. Рассчитать амплитуду колебаний вибратора для данных по варианту табл. 18.
4. Определить техническую производительность.
5. Перечислить основные правила техники безопасности при работе с вибраторами.

При укладке бетонную смесь уплотняют с целью вытеснения содержащегося в ней воздуха и более компактного расположения составляющих. Уплотняют бетонную смесь вибрированием, сообщая ее частицам механические колебания, возбудителями которых являются вибраторы. При вибрировании бетонная смесь приобретает повышенную подвижность, способствующую вытеснению

воздуха и заполнению всех пустот между арматурой и опалубкой. От качества уплотнения зависит прочность и долговечность сооружения или изделия. По способу воздействия на уплотняемую бетонную смесь различают поверхностные, наружные и глубинные вибраторы.

Расчетные данные

Таблица 18

Параметры поверхностных вибраторов.

Вариант	Параметр					
	Тип и марка	F, кН	m, кг	n, об/мин	δ, м	S, мм
Электрические дебалансные						
1	ИБ-91 А	4,5...9,0	55	3000	0,35	
2	ИБ-98 А	5,7...11,5	21	3000	0,35	
3	ИБ-99 А	2,3...4,6	12	3000	0,3	
4	ИБ-105	12,5...25,0	86	1500	0,2	
5	ИБ-111А	2,8...5,6	12,5	6000	0,35	
Электрические маятниковые						
6	ИБ-38	10...16	85	2800	0,3	550x340
7	ИБ-63	15...30	130	2800	0,35	620x425
8	ИБ-101А	12,5...25	90	1500	0,3	
Пневматические прикрепляемые						
9	ВП-7	3...5,8	14,5	6000	0,3	350x205
10	ВП-5А	6...12	22	8000	0,3	385x240

Примечание: m – масса вибратора (к присоединенной конструкции); n – частота вращения вала двигателя.

Амплитуда колебаний механизма:

$$A = M_c / (m + m_b),$$

$$M_c = m_o e,$$

где m – масса машины, связанной с вибратором, кг; m_b – масса вибратора, кг; M_c – статический момент дебалансов, где m_o – масса дебалансов, кг; e – эксцентриситет дебалансов (расстояние от оси вращения до центра тяжести), м.

Вынуждающая сила дебалансов:

$$F = m_o e \omega^2,$$

где ω – угловая скорость дебаланса, 1/с. ($\omega = 0,1n$).

Производительность поверхностного вибратора

$$\Pi = S \delta 3600 / (t_1 + t_2),$$

где S – площадь основания вибратора, соприкасающаяся с уплотняемой смесью, м²; δ – толщина уплотняемого слоя, м; t_1 и t_2 – продолжительность вибрирования на заданной позиции и время перестановки с позиции на позицию, с.

Продолжительность вибрирования с одной позиции для поверхностных вибраторов составляет 20...50 сек. Толщина уплотняемого слоя – 0,1...0,4 м (см. табл. 18). Время t_1 и t_2 принять самостоятельно. Значения S определить по данным [4], с. 280, 282.

16.2. Вибраторы глубинные

Программа работы

1. Познакомиться с устройством и принципом действия глубинных вибраторов, выяснить назначение основных деталей и узлов (с гибким валом – ИВ-116, с вынесенным двигателем – ИВ-102А и со встроенным – ИВ-114).
2. Выполнить конструктивные схемы вибраторов, показав отдельные узлы в разрезе (там, где это необходимо для пояснения принципа или особенностей работы инструмента).
3. Указать полное название каждого вибратора в соответствии с классификацией, его назначение и область применения.
4. Определить для заданных в табл. 19 условий амплитуду собственных колебаний, возмущающую силу и производительность.
5. Перечислить основные правила безопасной эксплуатации.

Таблица 19

Данные для расчета глубинных вибраторов

Вариант	Марка вибратора	D , мм	M_c , кг·см	n , мин ⁻¹	R_B , м	t_2 , с	m , кг
Электромеханические с гибким валом							
1	ИВ-67	51	0,105	16000	0,25	3	4,5
2	ИВ-47	76	0,35	10000	0,35	6	8,7
3	ИВ-27	51	0,088	15000	0,2	4	4,4
4	ИВ-75	28	0,018	20000	0,15	2	1,35
5	ИВ-114	76	0,02	20000	0,4	5	9
Электромеханические со встроенным двигателем							
6	ИВ-55	51	0,0185	11000	0,3	3	10
7	ИВ-69	28	0,02	16000	0,15	2	3,5
8	ИВ-59	114	0,138	5700	0,6	10	22
9	ИВ-32	115	0,133	5800	0,5	5	22
10	ИВ-102А	76	0,05	20000	0,4	5	15

Примечание: D – диаметр корпуса вибровозбудителя; M_c – статический момент дебаланса, n – частота колебаний; R_B – радиус действия вибратора; t_2 – продолжительность перестановки с одной позиции на другую; m – масса вибратора.

Производительность глубинного вибратора

$$\Pi = 1,7 R_B^2 \delta 3600 / (t_1 + t_2),$$

Продолжительность вибрирования t_1 принять во всех вариантах равной 30 с. Глубина проработки бетонной смеси $\delta = 0,9l$, м; l – длина вибровозбудителя, м.

Правила безопасной эксплуатации

1. Запрещается: работать без резиновых перчаток и сапог; оставлять подключенный к сети вибратор без надзора; начинать работу с вибратором, не убедившись в его исправности.
2. Перед началом работы необходимо проверить надежность затяжки резьбовых соединений, соответствие напряжения сети напряжению двигателя, исправность выключателя, отсутствие замыкания в токоведущих элементах.

3. Необходимо периодически проверять надежность подводящего кабеля и состояние контактов.

4. Вибраторы напряжением 220/380 В и источники питания низковольтных вибраторов должны иметь надежное заземление.

Контрольные вопросы

1. Указать назначение упругих элементов в каждом из рассматриваемых вибраторов.

2. Перечислить преимущества и недостатки электромагнитных вибраторов по сравнению с электромеханическими.

3. Какими факторами определяется оптимальная продолжительность вибрирования бетонной смеси?

4. Объяснить принцип действия и назначение конструктивных элементов каждого из изученных вибраторов.

5. Указать преимущества и недостатки каждого из вибраторов.

6. С какой целью у маятникового и поверхностного электромеханического вибратора дебаланс состоит из двух частей? Как изменятся эксплуатационные характеристики при установке одного дебаланса, двух дебалансов (по одному с каждой стороны), если общая масса останется прежней.

7. Перечислить способы регулирования режимов вибраторов.

8. Указать область применения каждого из вибраторов.

Примечание:

Планируется выступление студентов с докладом по анализу результатов расчетов, теоретическому обоснованию их, дополнения и замечания оппонировавших студентов. Каждый студент должен быть готов к выступлению по своему отчету. Отказ от выступления приводит к снятию ранее накопленных баллов.

Лабораторная работа № 17

Механизированный ручной строительный инструмент (РСИ)

Механизированными ручными машинами называются машины, у которых главное движение (движение рабочего органа) производится двигателем, а вспомогательное (подача и управление) выполняется вручную. Предназначены эти машины для механизации ручных процессов при вспомогательных работах и работ небольших объемов.

Программа работы

Работа выполняется по вариантам, представленным в табл. 20 и отличающимися составом инструментов, подлежащих изучению.

1. Познакомиться с устройством, принципом работы и характеристиками механизированного РСИ (поощряется поиск эффективного инструмента с использованием электронных средств).

2. Указать полное, в соответствии с классификацией, название каждого инструмента, его назначение, область применения и главный параметр (характер-

ристику, по которой производится выбор требуемого типоразмера). См. справочник [4].

Таблица 20

Варианты ручного инструмента

Вариант	Инструмент
1	Электродрель; затирочная машина
2	Электрический перфоратор; шлифовальная машина
3	Отбойный электромолоток; отбойный пневмомолоток
4	Гайковерт редкоударный; краскопульт
5	Частотный электрогайковерт; затирочная машина
6	Электрорубанок; пневмокраскораспылитель
7	Электрическая трамбовка; вырубные ножницы
8	Машина для строжки полов; заглаживающая машина
9	Паркетшлифовальная машина; угловая шлифовальная машина
10	Вырубные ножницы; аппарат для сварки линолеума

3. Привести конструктивно-кинематические схемы с указанием основных элементов.

4. Перечислить правила безопасной эксплуатации.

Правила безопасной эксплуатации

1. Запрещается оставлять без надзора РСИ с работающим двигателем, а также присоединенный к электросети или сети сжатого воздуха.

2. При перерывах в работе или переноске РСИ необходимо отключать. При работе рабочие, как правило, должны пользоваться защитными очками.

3. Запрещается работать с РСИ с приставных лестниц.

4. При работе вблизи воспламеняющихся материалов, взрывоопасных паров или пыли должны применяться инструменты во взрывобезопасном исполнении.

5. Во время работы запрещается натягивать и перегибать шланги и кабели инструментов. Не допускается также пересечение их с тросами, электрокабелями и электросварочными проводами, находящимися под напряжением, а также со шлангами для подачи кислорода, ацетилена и других газов.

6. Во время дождя и снегопада работа с электроинструментом на открытых площадках допускается при наличии на рабочем месте навесов и с обязательным применением диэлектрических перчаток.

7. Не допускается обрабатывать механизированным РСИ обледеневшие и мокрые деревянные детали.

8. В помещениях с повышенной опасностью поражения людей электрическим током, а также вне помещений при работе электроинструментом напряжение должно быть не выше 36 В.

9. В помещениях, а также вне помещений при отсутствии условий повышенной опасности (дождь, снегопад, повышенная влажность земли, работа на металле и т.п.) допускается применять электроинструмент напряжением 220 В с двойной изоляцией и с обязательным использованием диэлектрических перчаток, галош, ковров.

10. Корпуса электроинструментов, работающих при напряжении выше 36 В, должны быть заземлены.

11. Подключать шланг к трубопроводу сжатого воздуха разрешается только через вентили, установленные на воздухораспределителях или отводах от магистрали. Запрещается включать шланги непосредственно в магистраль.

12. Перед присоединением шланги должны быть продуты, а присоединение и отсоединение их допускается только после прекращения подачи воздуха. Включение инструмента разрешается после установки его в рабочее положение. Для крепления шлангов к штуцерам необходимо применять стяжные инвентарные хомуты. Запрещается крепить шланги проволокой.

Контрольные вопросы

1. Указать назначение деталей и узлов инструментов.
2. По выполненным схемам описать принцип работы инструмента.
3. Привести полное название, назначение, главную характеристику и правила эксплуатации конкретного инструмента.
4. Указать преимущества и недостатки пневмо- электроинструмента.
5. В чем заключается и как осуществляется двойная изоляция электроинструмента?

Примечание: Планируется выступление студентов с докладом по анализу результатов расчетов, теоретическому обоснованию их, дополнения и замечания оппонирующих студентов. Каждый студент должен быть готов к выступлению по своему отчету. Отказ от выступления приводит к снятию ранее накопленных баллов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Министерство образования и науки Российской Федерации
Филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет (НИУ)» в г. Миассе
Факультет «Машиностроительный»
Кафедра «Строительство»

Отчет
по лабораторной работе № 3

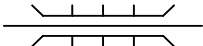
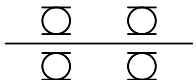
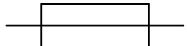
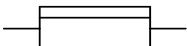
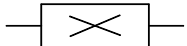
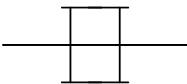
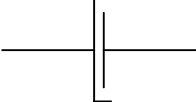
Башенный кран

Группа: ММФ – 381
Выполнил: Петров А.Н.
Проверил: Иванов И.А

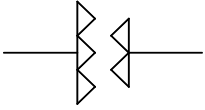
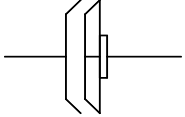
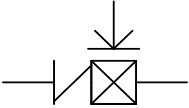
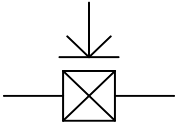
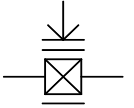
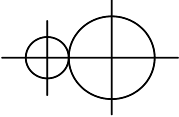
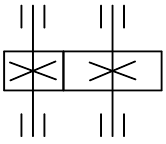
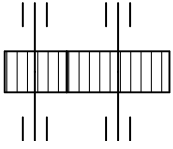
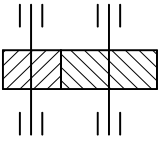
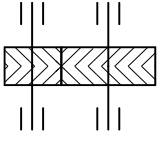
Миасс
2016г.

Приложение Б
Таблица Б.1

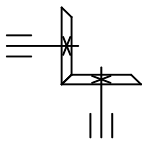
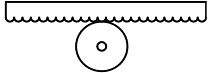
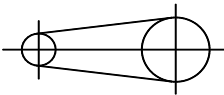
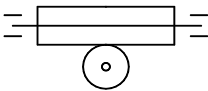
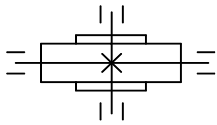
Условные обозначения элементов на
кинематических схемах в системе ЕСКД

Обозначение элемента	Наименование элемента
Двигатели:	
	Двигатель
Опоры:	
	Опора на подшипниках скольжения
	Опора на подшипниках качения
	Свободное соединение детали с валом
	Подвижное соединение детали с валом
	Неподвижное соединение детали с валом
Муфты:	
	Муфта жесткая
	Муфта полужесткая
	Фрикционная муфта сцепления

Продолжение табл. Б.1

	Кулачковая муфта
	Конусная муфта сцепления
	Упругая муфта с тормозом
Тормоза о остановки:	
	Тормоз колодочный
	Ленточный тормоз
Передачи:	
	Цилиндрическая зубчатая передача
	
	Прямозубая зубчатая передача
	Косозубая зубчатая передача
	Шевронная зубчатая передача

Окончание табл. Б.1

	Коническая передача
	Реечное зацепление
	Ременная передача
	Червячная пара
	

Приложение В
Таблица В.1

Коэффициент полезного действия элементов передач

Элементы передач	КПД	
	Пределы значений	Усредненные данные
<i>Канатные блоки и барабаны:</i>		
на подшипниках скольжения	0,94...0,96	0,96
на подшипниках качения	0,96...0,98	0,98
<i>Подшипники:</i>		
Скольжения	0,98...0,995	0,98
Качения	0,99...0,995	0,99
<i>Муфты:</i>		
с промежуточным подвижным элементом	0,97...0,99	0,98
упругие втулочно-пальцевые	0,99...0,995	0,995
Фрикционные	0,85...0,95	0,95
<i>Зубчатые цилиндрические передачи:</i>		
открытые на подшипниках скольжения	0,93...0,95	0,94
открытые на подшипниках качения	0,95...0,96	0,96
в редукторе на подшипниках качения	0,97...0,98	0,98
Ременные передачи	0,94...0,95	0,95
Цепные передачи открытые	0,93...0,95	0,93
Червячные (закрытые) при передаточном числе:		
св. 30	0,7...0,8	0,75
св. 14 до 30	0,75...0,85	0,8
св. 8 до 14	0,8...0,9	0,85

Определение рабочей канатоемкости барабана

а) нарезной барабан

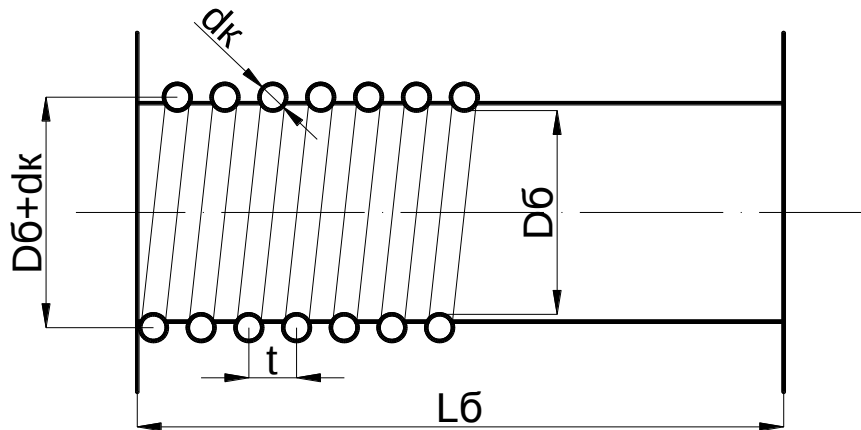


Рис. Г.1. Нарезной барабан

$$L_k = \frac{L_\delta}{t} [\pi (D_\delta + d_k)],$$

$$t = d_k + (2 \dots 3), \text{ мм}$$

где L_δ – длина барабана, м; t – шаг нарезки на барабане, м; D_δ – диаметр барабана, м.; d_k – диаметр каната, м.

б) гладкий барабан

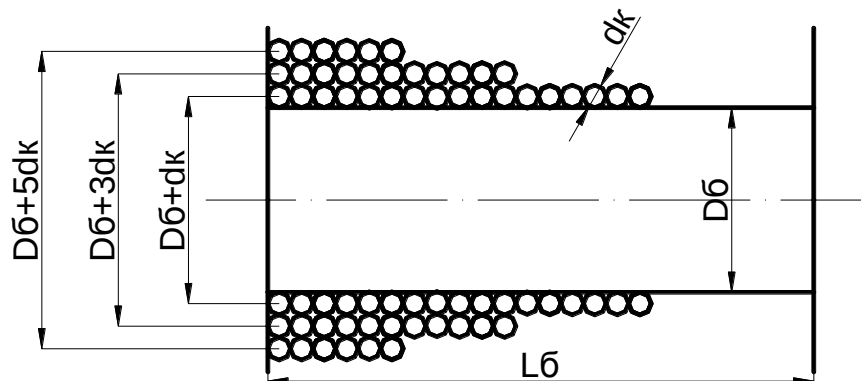


Рис. Г.2. Гладкий барабан

$$L_k = \frac{L_\delta}{d_k} [\pi m (D_\delta + m d_k)]$$

где m – число слоев навивки.

Приложение Д

ВЫБОР СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ, БАРАБАНОВ И БЛОКОВ

Выбор стальных канатов производится по соотношению

$$P \geq Sk,$$

где S – наибольшее натяжение каната, кН; k – коэффициент запаса прочности (табл. Д.1); P – расчетное разрывное усилие каната, кН (табл. Д.3).

Из условия долговечности диаметр блоков и барабанов определяется по диаметру каната d по формуле

$$D \geq de,$$

где e – эмпирический коэффициент (табл. Д.2).

Таблица Д.1

Коэффициент запаса прочности канатов

Назначение каната	Привод и режим работы	Коэффициент запаса прочности K
Грузовой канат для кранов, лебедок, полиспастов	Машинный:	
	легкий	5,0
	средний	5,5
	тяжелый	6,0
Стропы	Стропы, закрепленные на грузе обвязкой и предназначенные для строповки грузов весом до 50 т	8,0
Канаты лебедок для подъема людей		9,0

Легкий режим характеризуется работой с большими перерывами, редкой работой с грузом номинальной массы, с малыми скоростями;

Средний режим – работа с грузами различной массы, со средними скоростями;

Тяжелый режим характеризуется постоянной работой с грузами номинальной массы (близкой к ней), с высокими скоростями.

Таблица Д.2

Допускаемые значения коэффициента e

Тип механизма	Привод и режим работы	Коэффициент
Грузоподъемные механизмы (все, за исключением стреловых кранов, лебедок)	легкий	20
	средний	25
	тяжелый	30
Краны стреловые	легкий	16
	средний	18
	тяжелый	20
Лебедки		20

Таблица Д.3

Стальные проволочные канаты (выборочные данные)

Диаметр каната, мм	Площадь поперечного сечения проволоки, мм ²	Масса 1000м каната, кг	Разрывное усилие каната в целом кН при маркировочной группе проволок, МПа			
			1666	1764	1862	1960
Канаты 6 х 19 + 10.с. (ГОСТ 2688-80) с числом проволок 114 шт. тип касания ЛК - Р						
3,8					8,75	9,35
4,5					11,75	12,50
5,1					15,5	15,8
5,6					18,55	19,35
6,2					22,25	23,45
6,9		256	24,05	26,05	26,85	29,3
8,3			34	37	39,85	41,6
9,1		305	35,55	37,75	38,95	52,45
9,9		358,6	42,35	45,5	46,4	56,65
11,0	47,19	461,6	66,75	68,8	72	75,15
12,0	53,9	527	76,2	78,53	81,9	85,75
13,0	61,0	596,6	86,3	89	92,8	97
14,0	74,4	428	105	108	112,5	118
15,0	86,28	874	122	125,5	131	137
Канаты 6 х 36 + 10.с. (ГОСТ 2688-80) с числом проволок 216 шт. тип касания ЛК - РО						
11,5	51,96	515	70,95	75,1	78,2	80,7
13,5	70,55	696,5	96,3	101,5	106	109
15,0	82,16	812	115	116,5	122,5	128

1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

К управлению машиной допускаются рабочие, имеющие соответствующие документы. Они должны быть снабжены инструкцией по технике безопасности и правилам эксплуатации машины.

Рабочие должны иметь удобную спецодежду, а в необходимых случаях – средства индивидуальной защиты.

Каждая вновь установленная или отремонтированная машина до сдачи ее в эксплуатацию должна быть осмотрена и испытана на холостом ходу и под нагрузкой. Об этом должен быть составлен акт и сделаны соответствующие записи в журнале эксплуатации.

Все движущие части должны быть ограждены. Металлические части машин с электрическим приводом должны быть заземлены. Ремонт машин должен производиться лишь после принятия мер, исключающих возможность случайного пуска или произвольного перемещения движущихся частей.

В нерабочее время должна быть исключена возможность случайного пуска машины. Пусковые устройства должны быть выключены и надежно заперты.

Стационарные машины должны быть надежно закреплены на прочном основании в соответствии с проектом. При передвижении машин должна быть исключена возможность их произвольного перемещения и опрокидывания.

2. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ

Все работы с канатами можно выполнять только в плотных рукавицах.

Разматывать канат с барабана следует так, чтобы в канате не могли образовываться петли или заломы, при этом разматывать канат с неподвижно лежащего барабана запрещается.

Перед рубкой каната для предупреждения разматывания прядей его предварительно перевязывают рядом с местом рубки мягкой проволокой.

Запрещается сращивание грузовых канатов, а также использование канатов, имеющих обрыв проволок, заломы, расплюснутые места или хотя бы одну оборванную прядь.

Перед запасовкой канат необходимо сначала размотать, вытянуть на всю длину, чтобы убедиться в отсутствии заломов.

Для определения износа каната и наличия обрывов проволок на одном шаге свивки канат следует освидетельствовать. Запрещается проверять канат рукой (даже в рукавицах). Стальной канат крестовой свивки из проволоки одинаковой толщины бракуют, если на одном шаге свивки каната количество обрывов проволок достигает 10% общего количества проволок.

Применять пеньковые канаты на грузоподъемных машинах запрещается.

Крепить канаты к барабану и грузозахватным приспособлениям следует посредством петли с коушем или зажимами.

Канаты следует периодически смазывать канатной мазью, предварительно очистив проволочной щеткой и освободив от нагрузки.

Нельзя производить очистку каната тряпками во избежание ранений руки оборванными проволоками.

Приложение Ж

Границы опасных зон по действию опасных факторов (СНиП 12-03-2001)

Границы опасных зон в местах, над которыми происходит перемещение грузов подъёмными кранами, а также вблизи строящегося здания принимаются от крайней точки горизонтальной проекции наружного наименьшего габарита перемещаемого груза или стены здания с прибавлением наибольшего габаритного размера перемещаемого (падающего) груза и минимального расстояния отлета груза при его падении согласно таблице Ж.1

Таблица Ж.1

Расстояния отлета груза.

Высота возможного падения груза (предмета), м	Минимальное расстояние отлета груза (предмета)	
	Перемещаемого краном	Падающего с здания
До 10	4	3,5
" 20	7	5
" 70	10	7
" 120	15	10
" 200	20	15
" 300	25	20
" 450	30	25

Примечание: при промежуточных значениях высоты возможного падения груза (предмета) минимальное расстояние их отлета допускается определять методом интерполяции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов, М.Н. Детали машин / М.Н. Иванов, В.А. Финогенов. – М.: Высшая школа, 2003. – 408 с.
2. Добронравов, С.С. Строительные машины и основы автоматизации / С.С. Добронравов, В.Г. Дронов. – Москва: Высшая школа. 2006. – 575 с.
3. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т.: Т2 / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1999. – 875 с.
4. Добронравов, С.С. Строительные машины и оборудование: Справочник / С.С. Добронравов. – М.: Высшая школа, 1991. – 452 с.
5. Белецкий, Б.Ф. Технология и механизация строительного производства / Б.Ф. Белецкий. – Ростов-на-Дону: Феникс. 2004 – 744 с.
6. Строительные машины / под ред. Д.П. Волкова. – М.: Высшая школа, 1998. – 319 с.
7. Кромская, Н.Ф. Строительные машины. Учебное пособие к лабораторным работам / Н.Ф. Кромская, А.И. Метла. – Челябинск.: Издательство ЮУрГУ, 2005. – 65 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Общие правила выполнения лабораторных работ.....	4
Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ	4
Оформление отчета	4
Выполнение схем	4
Основные формулы, используемые в расчетах.....	5
Лабораторная работа № 1	7
Лабораторная работа № 2	10
Лабораторная работа № 3	13
Лабораторная работа № 4	14
Лабораторная работа № 5	17
Лабораторная работа № 6	18
Лабораторная работа № 7	19
Лабораторная работа № 8	21
Лабораторная работа № 9	22
Лабораторная работа № 10	23
Лабораторная работа № 11	24
Лабораторная работа № 12	27
Лабораторная работа № 13	28
Лабораторная работа № 14	29
Лабораторная работа № 15	29
Лабораторная работа № 16	31
Лабораторная работа № 17	34
Приложения	
Приложение А	37
Приложение Б	38
Приложение В.....	41
Приложение Г	42
Приложение Д.....	43
Приложение Е.....	45
Приложение Ж.....	46
Библиографический список.....	47

Техн. редактор *А.В. Миних*

Издательский центр Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать 05.10.2016. Формат 60×84 1/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 2,79. Тираж 100 экз. Заказ 384.

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.
454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76.