

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

69.002.5(07)  
P832

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

## **СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ**

Учебное пособие для студентов-заочников

Челябинск  
Издательский центр ЮУрГУ  
2016

УДК 69.002.5(075.8)  
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 для студентов-заочников / **В.Н. Рудин**, Д.В. Чебоксаров, В.Е. Кошкин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 60 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(075.8)

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

## ВВЕДЕНИЕ

В курсе «Строительные машины» студенты заочной формы обучения изучают назначение, область применения, устройство, конструктивные особенности строительных машин, а также их технические параметры и основные правила эксплуатации.

Дисциплина основана на самостоятельной работе студентов в освоении теоретических положений и приобретении практических навыков эффективного выбора машин и их использования для передовых методов производства работ на строительных объектах.

Студент обязан знать основные машины, применяемые для данного технологического процесса и уметь сделать правильный выбор с технико-экономическим обоснованием этого решения, владеть информацией по особенностям эксплуатации и безопасности работы машины. Объем знаний, приобретенных изучением дисциплины «Строительные машины», необходим при дальнейшей работе над курсовыми проектами и при окончательном итоге самостоятельной работы - дипломном проектировании.

На стадии промежуточного контроля знаний студентов, в результате самостоятельной работы выполняются контрольная работа и четыре лабораторно-практических занятия, которые защищаются и в случае положительной оценки, составляют основу зачета по дисциплине. Окончательная проверка знаний по курсу проводится посредством приема экзамена.

В учебном пособии изложены основные положения, которые студенту необходимо изучить для усвоения всего объема материала дисциплины. Приведены вопросы, на которые студент должен ответить в ходе выполнения контрольных работ. В разделе «Задачи» приведены типовые задачи, которые студент должен уметь решать в результате усвоения теоретического материала.

В разделе «Контрольная работа» приведены задания, которые студенту необходимо выполнить для подтверждения приобретенных знаний на стадии промежуточного контроля.

## **ПРОГРАММА КУРСА И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

### **Общие сведения о строительных машинах**

Классификация и индексация строительных машин. Требования, предъявляемые к ним. Использование машин в строительстве. Показатели механизации в строительстве. Производительность.

#### *Контрольные вопросы*

1. Основные требования, предъявляемые к строительным машинам. Режим работы, коэффициенты и их влияние на выбор машины.

2. Производительность строительных машин и ее выражение: теоретическая, техническая, эксплуатационная.

3. Из каких основных частей состоят строительные машины. Виды трансмиссии, применяемых в машинах. Что такое КПД трансмиссий.

4. Виды ходового оборудования строительных машин. Системы управления и требования, предъявляемые к ним.

### **Гидравлическое силовое оборудование и трансмиссии**

Назначение и конструктивные схемы 2 гидронасосов. Области применения. Назначение и конструктивные схемы гидромуфт, гидротрансформаторов, гидроцилиндров. Их преимущества и область применения. Основы расчета и эксплуатации.

#### *Контрольные вопросы*

Шестеренные гидронасосы (гидромоторы)

1. Конструктивные схемы. Преимущества и недостатки, выбор и расчет. Область применения.

2. Аксиальные и радикальные гидронасосы (гидромоторы): конструктивные схемы. Выбор и расчет. Область применения.

3. Гидромуфты и гидротрансформаторы: конструктивные схемы, область применения.

4. Силовые гидроцилиндры: конструктивные схемы, выбор и расчет, область применения.

### **Механические передачи**

Назначение и конструктивные схемы. Силовые и кинематические зависимости фрикционных, ременных, цепных, зубчатых, червячных, планетарных передач. Их преимущества, недостатки и область применения. Основы расчета и эксплуатации.

#### *Контрольные вопросы*

1. Механические передачи: назначение и область применения. Силовые соотношения и кинематический расчет.

2. Ременные передачи: разновидности конструктивных схем передач и ее элементов (ремней, шкивов). Преимущества и недостатки. Область применения. Параметры.

3. Зубчатые передачи; кинематические схемы редукторов и коробок передач: основные параметры (передаточное отношение, усилие, момент, мощность, КПД).

4. Червячные передачи: классификация и конструктивные схемы. Плюсы и минусы по сравнению с зубчатыми передачами. Особенности эксплуатации.

5. Цепные передачи: конструктивные схемы. Выбор и расчет. Параметры и область применения. Преимущества и недостатки.

6. Фрикционные передачи. Ленточные, конусные и дисковые. Особенность применения. Привести схемы и объяснить область применения.

### **Валы и оси**

Различие между осью и валом. Назначение, конструктивные формы и разновидности. Расчет на кручение. Понятие о концентрациях напряжений.

#### Контрольные вопросы

1. Определение и конструктивные разновидности валов и осей. Конструктивные элементы и их наименование. Расчет на кручение и выбор валов.

2. Устройство, назначение и область применения гибких валов. Примеры и применение в строительных машинах.

### **Подшипники**

Назначение, классификация, конструктивные виды и область применения подшипников качения и скольжения. Режим работы и расчет.

#### Контрольные вопросы

1. Подшипники скольжения: конструктивные схемы. Область применения и особенности эксплуатации.

2. Подшипники качения: классификация и конструктивные схемы. Материалы элементов. Преимущества и недостатки различных подшипников качения. Область применения.

### **Муфты для соединения валов**

Назначение, конструкции и принцип действия основных типов глухих, упругих, сцепных и предохранительных муфт. Основы их выбора и особенности эксплуатации.

#### Контрольные вопросы

1. Фрикционные (основанные на трении) муфты: конструктивные схемы. Выбор и расчет. Преимущества и недостатки. Область применения.

2. Упругие муфты: конструктивные схемы. Преимущества и недостатки. Область применения.

3. Предохранительные муфты: конструктивные схемы. Область применения.

4. Сцепные муфты: конструктивные схемы кулачковых и зубчатых муфт. Преимущества и недостатки. Область применения.

5. Глухие муфты: конструктивные схемы. Преимущества и недостатки. Область применения.

## **Тормоза и остановы**

Назначение конструкции, принцип действия и расчет ленточных, колодочных, дисковых и конусных тормозов и роликовых остановов. Область применения и правила безопасной эксплуатации.

### Контрольные вопросы

1. Ленточные тормоза и конструктивные схемы. Преимущества и недостатки по сравнению с колодочными тормозами. Область применения, правила безопасной эксплуатации.

2. Колодочные тормоза с короткоходным электромагнитом: конструктивные схемы. Расчет тормозного момента. Преимущества и недостатки по сравнению с ленточными тормозами. Техническое обслуживание, регулирование и правила безопасной эксплуатации.

3. Тормоза с осевым нажатием: конструктивные схемы дисковых и конусных тормозов. Расчет.

4. Преимущества и недостатки тормозов с осевым нажатием по сравнению колодочными тормозами. Область применения. Регулирование и правила безопасной эксплуатации.

5. Остановы: конструктивные схемы. Принцип действия, область применения.

6. Колодочные тормоза с гидротолкателем. Преимущества и недостатки. Регулирование. Привести конструктивную схему.

## **Канаты, блоки, полиспасты, барабаны**

Устройство, назначение, расчет и выбор канатов, блоков и барабанов. Их основные характеристики. Конструкции закрепления конца каната и требования к ним. Правила безопасной эксплуатации. Классификация полиспастов по назначению и конструкции, их конструктивные схемы и основные параметры. Кратность полиспастов. Преимущества и недостатки различных схем.

### Контрольные вопросы

1. Канаты: классификация, разнообразие конструкций, маркировка, выбраковка и правила безопасной эксплуатации.

2. Блоки и барабаны: конструктивные схемы, область применения. Определение канатоемкости барабана.

3. Закрепление концов каната: конструктивные схемы, расчет, область применения. Правила безопасной эксплуатации.

4. Полиспасты: определение, классификация, конструктивное разнообразие.

5. Полиспасты: кратность (способы определения), КПД, влияние на определение высоты подъема в строительных машинах.

## **Машины для земляных работ**

Назначение, классификация, индексация машин. Конструктивные схемы с различными видами сменного рабочего оборудования. Принцип действия, главные параметры, расчет производительности. Область применения и правила безопасной эксплуатации

### Контрольные вопросы

1. Машины для подготовительных работ: конструктивные схемы, принцип действия. Область применения.
2. Одноковшовые канатные экскаваторы. Классификация, индексация машин. Разнообразие видов рабочего оборудования экскаваторов. Конструктивные схемы. Главные параметры. Область применения. Расчет производительности. Преимущества и недостатки.
3. Одноковшовые гидравлические экскаваторы. Классификация, индексация машин.
4. Многоковшовые роторные экскаваторы: конструктивные схемы и принцип действия. Классификация и индексация. Способы разгрузки. Преимущества и недостатки по сравнению с одноковшовыми экскаваторами. Главные параметры. Область применения.
5. Многоковшовые цепные экскаваторы: конструктивные схемы и принцип действия. Классификация и индексация. Способы разгрузки. Расчет производительности. Преимущества и недостатки. Главные параметры. Область применения.
6. Бульдозеры: классификация и индексация, разнообразие конструктивных схем, принцип работы. Главные параметры. Расчет производительности, область применения. Правила безопасной эксплуатации.
7. Скреперы: классификация и индексация. Способы загрузки и разгрузки. Принцип работы конструкции. Главные параметры. Расчет производительности, область применения. Правила безопасной эксплуатации.
8. Грейдеры: классификация, и индексация, Принцип работы конструкции. Главные параметры. Расчет производительности, область применения. Правила безопасной эксплуатации.
9. Бульдозер-рыхлитель: конструктивная схема, принцип работы. Область применения, расчет производительности.
10. Дисковая землерезная машина: конструктивная схема и принцип работы. Область применения, расчет производительности.
11. Бестраншейная прокладка трубопроводов (пневмопробойники, станки горизонтального бурения и др.): конструктивные схемы. Принцип работы, классификация. Главные параметры. Область применения.
12. Машины для уплотнения грунтов: конструктивные схемы. Принцип работы, классификация. Главные параметры. Область применения.
13. Ручные грунтоуплотняющие машины: классификация и индексация, конструктивные схемы. Принцип работы. Главные параметры. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

### **Машины для устройства фундаментов**

Назначение, классификация, разнообразие конструктивных схем, принцип действия. Главные параметры. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

### Контрольные вопросы

1. Сваебойное оборудование: классификация и индексация, конструктивные схемы и принцип действия. Главные параметры. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

2. Дизель-молоты и гидромоторы: конструктивные схемы, принцип действия. Преимущества и недостатки. Главные параметры. Область применения.

3. Вибропогружатели и вибромолоты: конструктивные схемы, принцип действия. Преимущества и недостатки. Главные параметры. Область применения.

4. Бурильные машины: назначение и классификация. Индексация машин. Конструктивные схемы, разнообразие рабочих органов, принцип действия. Главные параметры. Преимущества и недостатки. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

5. Машины для устройства буронабивных свай: конструктивные схемы, принцип действия. Преимущества и недостатки. Область применения.

### ***Грузоподъемные машины***

#### **Домкраты, лебедки, тали**

Классификация, конструктивно-кинематические схемы, принцип действия, расчет домкратов, лебедок, талей и тельферов. Область применения и правила безопасной эксплуатации.

### Контрольные вопросы

1. Домкраты: конструктивные схемы и принцип действия реечных, винтовых, гидравлических. Расчет грузоподъемности.

2. Использование домкратов в составе строительных машин. Устройство, область применения таких машин. Кинематический расчет, (определение усилия, скорости). Техника безопасности.

3. Ручные лебедки: конструктивно-кинематическая схема. Предохранительные устройства. Расчет тягового усилия и скорости навивки каната на барабан. Правила безопасной эксплуатации.

4. Фрикционная лебедка: конструктивно-кинематическая схема. Принцип действия. Расчет тягового усилия и скорости навивки каната на барабан. Правила безопасной эксплуатации.

5. Электрореверсивные лебедки: конструктивно-кинематическая схема. Предохранительные устройства. Расчет тягового усилия и скорости навивки каната на барабан.

6. Канатоёмкость барабана и ее связь с высотой подъема груза. Способы закрепления конца каната на барабане. Требования к способу заделки каната. Главные параметры лебедки. Правила безопасной эксплуатации.

7. Тали и тельферы: определение, конструктивные схемы, принцип работы. Расчет тягового усилия и канатоемкость. Область применения и правила безопасной эксплуатации.



## **Строительные подъемники**

Назначение, область применения, классификация, конструктивные схемы и принцип действия шахтных, мачтовых и скиповых подъемников. Расчет производительности. Выбор мощности двигателя с учетом противовеса. Правила безопасной эксплуатации.

### Контрольные вопросы

1. Строительные подъемники: классификация, конструктивные схемы, область применения, правила безопасной эксплуатации.
2. Мачтовые подъемники с канатным приводом. Конструктивные схемы, варианты исполнения грузовых платформ. Производительность. Порядок монтажа и демонтажа.
3. Шахтные подъемники. Конструктивные схемы. Область применения. Порядок монтажа и демонтажа.
4. Скиповые подъемники: конструктивные схемы, принцип действия. Область применения, правила безопасной эксплуатации.
5. Строительные подъемники: влияние противовеса на параметры привода, принцип выбора и схемы применения противовеса в приводе.

## **Строительные краны**

Определение, классификация. Общие сведения о кранах. Маркировка, типы и конструктивные разновидности. Основы выбора кранов. Грузовая характеристика. Устойчивость: разновидности, расчетные СХЕМЫ, коэффициент устойчивости и его нахождение.

### Контрольные вопросы

1. Строительные краны: назначение, разнообразие конструкций, область применения каждого. Виды грузовой характеристики кранов, пример выбора крана по графику грузоподъемности. Основы выбора крана.
2. Строительные краны: устойчивость кранов и расчет. Автоматические предохранительные устройства, их конструкция и принцип действия. Правила безопасной эксплуатации.
3. Механизмы кранов (перечислить какие). Привести кинематические схемы каждого вида движения кранов. Описать особенности.
4. Грузозахватные приспособления: крюки и крюковая подвеска, канатные стрелы и схемы траверс. Назначение, схемы применения.
5. Легкие стреловые краны: назначение, конструктивные схемы, параметры, преимущества и недостатки по сравнению с подъемниками. Правила безопасной эксплуатации.
6. Виды производительности. Производительность машин циклического действия. Расчет производительности грузоподъемных машин.

## **Башенные краны**

Классификация и индексация кранов. Конструктивное разнообразие схем кранов и стрелового оборудования, принцип действия. Порядок монтажа-

демонтажа. Выбор крана. Преимущества и недостатки различных схем, область их применения. Правила безопасной эксплуатации.

#### Контрольные вопросы

1. Башенные краны: классификация и индексация, назначение и область применения. Конструктивные схемы преимущества и недостатки. Правила безопасной эксплуатации.

2. Башенные краны с поворотной платформой: конструктивные схемы. Порядок монтажа-демонтажа, параметры, преимущества и недостатки по сравнению с другими схемами, область применения. Правила безопасной эксплуатации.

3. Башенные краны с поворотным оголовком: конструктивные схемы. Порядок монтажа-демонтажа, параметры, преимущества и недостатки по сравнению с другими схемами, область применения. Правила безопасной эксплуатации.

4. Приставные стационарные башенные краны: конструктивные схемы и принцип работы, область применения и особенности эксплуатации. Правила безопасной эксплуатации.

5. Ходовые устройства башенных кранов: конструктивные схемы, назначение отдельных элементов и их конструктивных решений. Порядок монтажа-демонтажа, область применения.

6. Изменения кратности полиспаста башенных кранов: назначение, конструктивные схемы, принцип действия, расчет усилия в канате и скорость подъема груза, стрелы. Область применения и правила безопасной эксплуатации.

7. Подъемная стрела башенного крана: конструктивные схемы, приборы безопасности, преимущества и недостатки, область применения.

8. Балочная стрела башенного крана: конструктивные схемы, приборы безопасности, преимущества и недостатки, область применения.

#### **Самоходные стреловые краны**

Классификация и индексация стреловых кранов. Разнообразие конструктивных схем стрелового и ходового оборудования кранов. Принцип действия, назначение и область применения. Преимущества и недостатки. Основы выбора. Правила безопасной эксплуатации.

#### Контрольные вопросы

1. Самоходные стреловые краны: классификация и индексация, назначение и область применения. Расчет производительности. Порядок выбора. Правила безопасной эксплуатации.

2. Автомобильные краны: конструктивные схемы. Параметры. Преимущества и недостатки, область применения. Правила безопасной эксплуатации.

3. Краны на специальном шасси автомобильного типа: конструктивные схемы. Параметры. Преимущества и недостатки по сравнению с другими самоходными стреловыми кранами. Стреловое оборудование, область применения. Правила безопасной эксплуатации.

4. Пневмоколесные и короткобазовые самоходные стреловые краны: конструктивные схемы. Параметры. Преимущества и недостатки, область применения. Правила безопасной эксплуатации.

5. Гусеничные стреловые краны: конструктивные схемы. Параметры. Преимущества и недостатки, область применения. Правила безопасной эксплуатации.

6. Рельсовые самоходные стреловые краны: конструктивные схемы. Параметры. Преимущества и недостатки, область применения. Правила безопасной эксплуатации.

7. Стреловое оборудование самоходных стреловых кранов: конструктивные схемы. Принцип действия, преимущества и недостатки, область применения. Правила безопасной эксплуатации.

8. Ходовое оборудование самоходных стреловых кранов: конструктивные схемы. Параметры. Преимущества и недостатки, область применения. Эксплуатационные особенности.

### **Нестреловые краны**

Назначение, область применения. Классификация. Конструктивные схемы и их разновидности, принцип действия, преимущества и недостатки. Правила безопасной эксплуатации

#### *Контрольные вопросы*

1. Мостовые краны: конструктивные схемы балочных кранов.

2. Главные параметры и выбор крана. Преимущества и недостатки, область применения. Особенности эксплуатации. Правила безопасной эксплуатации.

3. Козловые краны: конструктивные схемы бесконсольных и консольных балочных и ферменных кранов. Главные параметры. Преимущества и недостатки по сравнению с мостовыми кранами, область применения. Правила безопасной эксплуатации.

4. Кабельные краны: конструктивные схемы стационарных и мобильных кранов. Конструкции несущих канатов. Главные параметры, область применения. Правила безопасной эксплуатации.

### **Транспортирующие машины и средства специализированного транспорта**

Определение, назначение, область применения, маркировка и классификация. Конструктивные схемы и принцип действия. Главные параметры машин. Расчет производительности и мощности. Преимущества и недостатки. Правила безопасной эксплуатации.

#### *Контрольные вопросы*

1. Ленточные конвейеры: назначение, область применения, классификация и конструктивные схемы конвейеров. Главные параметры. Расчет производительности и мощности привода. Правила безопасной эксплуатации.

2. Ленточные конвейеры: конструктивные исполнения ленты. Исполнения и характеристики стыков. Область применения и правила безопасной эксплуатации конвейеров.

3. Конвейеры с цепным и канатным тяговым органом (пластинчатые и скребковые): конструктивные схемы. Главные параметры. Преимущества и недостатки, область применения.

4. Ковшовые элеваторы: конструктивные схемы. Способы загрузки и разгрузки. Главные параметры. Преимущества и недостатки, область применения.

5. Винтовые конвейеры: конструктивные схемы, особенность конструктивных элементов, принцип действия, главные параметры, преимущества и недостатки по сравнению с ленточными конвейерами, область применения.

6. Пневмотранспорт сыпучих материалов: конструктивные схемы, принцип действия, главные параметры, преимущества и недостатки, область применения. Правила безопасности.

7. Специализированные транспортные средства для перевозки порошкообразных грузов (цементовозы, известковозы, керамзитовозы и др.): классификация. Конструктивные схемы, принцип действия, назначение отдельных узлов и элементов, главные параметры, область применения.

8. Специализированные транспортные средства для перевозки грузов. Классификация. Конструктивные схемы и их особенности, главные параметры, область применения.

9. Специализированные транспортные средства для перевозки строительных конструкций (панелевозы, фермовозы, плитовозы и др.): конструктивные схемы и их особенности, главные параметры и область применения.

### **Смесительные машины**

Назначение, классификация и индексация машин. Разнообразие конструктивных схем, принцип действия. Расчет производительности машин, главные параметры. Преимущества и недостатки смесительных машин, область применения. Правила безопасной эксплуатации.

#### Контрольные вопросы

1. Смесительные машины периодического и непрерывного действия: конструктивные схемы и принцип действия. Преимущества и недостатки. Область применения.

2. Растворосмесители: конструктивные схемы и их отличия от бетоносмесителей. Принцип действия, достоинства и недостатки. Расчет производительности. Правила безопасной эксплуатации.

3. Бетоносмесители гравитационные: конструктивные схемы, принцип действия, преимущества и недостатки. Расчет производительности.

4. Бетоносмесители принудительного (роторного) действия: конструктивные схемы, принцип действия, преимущества и недостатки. Расчет производительности. Главные параметры. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

5. Турбулентные смесители: конструктивные схемы, принцип действия, преимущества и недостатки. Расчет производительности. Главные параметры. Правила безопасной эксплуатации.

6. Автобетоносмесители: конструктивные схемы, принцип действия и режим работы. Назначение элементов. Главные параметры. Область применения.

7. Растворосмесители: конструктивные схемы и классификация, принцип действия. Главные параметры. Область применения.

### **Машины для подачи бетонной смеси**

Классификация, конструктивные схемы, принцип действия. Расчет производительности. Главные параметры.

Область применения, оборудование для подачи бетонной смеси. Правила безопасной эксплуатации.

#### Контрольные вопросы

1. Подача бетонной смеси краном в бадьях: конструкции бадей, их параметры. Определение производительности. Преимущества и недостатки.

2. Ленточные бетоноукладчики: конструктивные схемы, принцип действия, преимущества и недостатки. Расчет производительности. Главные параметры. Правила безопасной эксплуатации.

3. Растворонасосы: конструктивные схемы, принцип действия. Разнообразие конструкций. Преимущества и недостатки. Расчет производительности. Главные параметры. Правила безопасной эксплуатации.

4. Бетононасосы: конструктивные схемы, принцип действия, преимущества и недостатки. Расчет производительности. Главные параметры. Правила безопасной эксплуатации.

5. Автобетононасосы и распределительные стрелы: конструктивные схемы и основные элементы. Преимущества и недостатки. Главные параметры. Область применения.

6. Вспомогательные дополнительные устройства для транспортирования бетонной смеси: вибротроки, виброжелобы и др. Конструктивные схемы и принцип работы. Область применения

### **Вибраторы**

Назначение, классификация, конструктивные схемы, принцип действия. Расчет производительности. Область применения. Выбор и расчет вибраторов. Правила безопасной эксплуатации.

#### Контрольные вопросы

1. Глубинные вибраторы: конструктивные схемы, принцип действия. Главные параметры. Расчет производительности и выбор вибраторов. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

2. Поверхностные вибраторы: конструктивные схемы, принцип действия. Главные параметры. Расчет производительности и выбор вибраторов. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

3. Вибраторы с направленными колебаниями: конструктивные схемы, принцип действия. Расчет возмущающей силы и амплитуды колебаний. Главные параметры.

4. Пневматические вибраторы: конструктивные схемы, принцип действия. Расчет производительности и выбор вибраторов. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

### **Машины для отделочных работ**

Назначение, классификация, маркировка (индексация). Конструктивные схемы и принцип действия. Главные параметры. Преимущества и недостатки. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

#### Контрольные вопросы

1. Штукатурные агрегаты и станции: назначение, индексация. Конструктивные схемы и принцип действия механизмов, основные элементы агрегатов. Главные параметры. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

2. Насосы для штукатурных агрегатов и станций: конструктивные схемы, принцип действия, главные параметры. Область применения. Производительность.

3. Устройства для нанесения штукатурных составов на поверхности и их обработки (форсунки, затирочные машины): конструктивные схемы, принцип действия. Главные параметры. Правила безопасной эксплуатации.

4. Машины для выполнения штукатурных работ с использованием сухих гипсовых штукатурных смесей: назначение, конструктивные схемы, принцип действия. Главные параметры. Преимущества и недостатки установок. Правила безопасной эксплуатации.

5. Машины для нанесения малярных составов: конструктивные схемы, принцип действия. Главные параметры. Преимущества и недостатки.

6. Машины для устройства бетонных и мозаичных полов: конструктивные схемы, принцип действия: Главные параметры. Правила безопасной эксплуатации.

7. Машины для устройства деревянных полов: конструктивные схемы, принцип действия. Главные параметры. Правила безопасной эксплуатации.

8. Машины для кровельных работ: конструктивные схемы, принцип действия. Главные параметры. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

### **Ручные машины**

Классификация, маркировка и индексация, конструктивно-кинематические схемы, принцип действия, главные параметры. Преимущества и недостатки различных конструктивных схем. Правила безопасной эксплуатации.

#### Контрольные вопросы

1. Ручные машины для обработки древесины (дисковые пилы, рубанки, долбежники и т.п.): конструктивные схемы, принцип действия. Главные параметры. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

2. Ручные электрические машины для обработки металла с (углошлифовальные, ножницы, дрели и т.п.): конструктивно-кинематические схемы, принцип действия. Главные параметры. Область применения, Правила безопасной эксплуатации.

3. Ручные электрические машины для монтажных работ (сверлильные, резьбонарезные машины, шурупо- и гайковерты, заклепочники и т.п.): конструктивные схемы, принцип действия. Главные параметры. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

4. Ручные машины для обработки каменных материалов (бетоноломы, отбойные молотки, перфораторы, резаки и т.п.): конструктивно-кинематические схемы, принцип действия. Главные параметры. Область применения. Правила безопасной эксплуатации.

5. Пневматический инструмент: сравнительная характеристика. Конструктивные схемы, схема пневмодвигателя. Главные параметры. Область применения. Схема монтажного пистолета. Правила безопасной эксплуатации пневмоинструмента.

### **Основы автоматизации и эксплуатации строительных машин**

Основы автоматизации строительных машин и технологических процессов в строительстве: общее состояние, назначение автоматических систем, приборы средств автоматизации, примеры автоматических разработок, системы автоматизации безопасности грузоподъемных машин.

Индексация строительных машин. Понятие «Техническая эксплуатация машин». Система планово-предупредительных ремонтов: техническое обслуживание, текущие и капитальные ремонты. Общие требования охраны труда. Система стандартов безопасности труда (СНИП, ПБ).

#### Контрольные вопросы

1. Направления автоматизации строительных машин. Принципиальные схемы получения информации и регулирования процессов.

2. Органы государственного, ведомственного и общественного надзора за соблюдением правил и норм безопасности труда. Указать их функции и различие в правах.

3. Виды и периодичность форм технического обслуживания и ремонта машин. Их различие по содержанию,

## ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Определить усилие, которое необходимо приложить к ветви каната для равномерного подъёма груза весом 100 кН с помощью стрелового крана, снабжённого пятикратным полиспастом при КПД одного блока 0,95. Выбрать канат, подобрать диаметры блоков и барабана, учитывая, что режим работы – средний.

2. Определить, какой груз можно поднять с помощью каната, имеющего разрывное усилие 21 кН, если кратность полиспаста равна пяти, отклоняющие (дополнительные) блоки отсутствуют, подъём осуществляется стреловым краном при тяжелом режиме.

3. Определить, как изменяется требуемое передаточное отношение редуктора электрореверсивной лебедки для подъёма груза заданного веса, если кратность полиспаста увеличить в 2 раза.

4. Привести схему и определить КПД сдвоенного полиспаста кратностью равной 4, при КПД одного блока 0,95. Вычертите схему.

5. Определить высоту подъёма груза, с помощью полиспаста, кратностью 8, если высота закрепления неподвижных блоков – 10 м. При расчетах размеры блоков не учитывать.

6. Определить рабочую канатоемкость барабана при числе слоев навивки каната равном 3, длине барабана 0,5 м, его диаметре 0,2 м, если диаметр каната равен 10 мм.

7. Определить минимальный допустимый диаметр барабана грузоподъемного механизма крана грузоподъемностью 5 т, если кратность полиспаста равна 4, а режим работы - тяжёлый.

8. Определить размеры барабана, обеспечивающие подъём груза на высоту 20 м при кратности полиспаста 3 и диаметре каната 10 мм. Принять навивку каната на барабан в два слоя.

9. Необходимо поднять груз массой 10 т с помощью лебедки, имеющей тяговое усилие 10 кН. Указать, какой тип полиспаста применить в данном случае, определить требуемую кратность и привести схему, приняв КПД одного блока равным 0,98.

10. Какую мощность должен иметь двигатель электрореверсивной лебедки с тяговым усилием 3 т, если число оборотов вала двигателя 975 об/мин; диаметр барабана 170 мм, число зубьев зубчатых колёс двухступенчатого цилиндрического редуктора  $Z_1 = 16$ ,  $Z_2 = 48$ ,  $Z_3 = 17$ ,  $Z_4 = 54$ .

11. Грузоподъемным механизмом поднимают груз, создающий нагрузку на канат в 12,7 кН. Выбрать стальной канат и рассчитать для него диаметр барабана и блоков, если режим работы механизма - средний ( $\sigma_b$  проволоки – 1800 Н/мм<sup>2</sup>).

12. Электрореверсивная лебедка со следующими параметрами:  $N=10$  кВт,  $Z_1 = 17$ ,  $n=1000$  об/мин,  $Z_2 = 81$ ,  $D_6 = 500$  мм,  $Z_3 = 15$ ,  $Z_4 = 60$ . (см. рис 1). Определить скорость наматывания каната на барабан  $v_k$ , грузоподъемность лебедки и КПД.



13. Определить грузоподъемность фрикционной лебедки, снабжённой 3-х кратным полиспастом, если мощность двигателя – 7 кВт, частота вращения вала двигателя 1430 об/мин, диаметры шкивов клиноременной передачи 150 и 600 мм, количество зубьев зубчатых колёс 17 и 89, диаметр барабана 210 мм, все подшипники качения.

14. Фрикционная лебедка со следующими параметрами:  $D_1 = 160$  мм,  $N_{эл.} = 7$  кВт,  $D_2 = 600$  мм,  $n = 1000$  об/мин,  $Z_1 = 18$ ,  $D_6 = 500$  мм,  $Z_2 = 88$  (см. рис 1). Определить усилие в канате, скорость наматывания каната на барабан, КПД лебедки.

15. Фрикционная лебедка состоит из следующих звеньев: клиноременная передача  $D_1 = 200$  мм,  $D_2 = 600$  мм, открытая зубчатая пара.  $Z_1 = 17$ ,  $Z_2 = 136$ , диаметр барабана 250 мм, электродвигатель 7 кВт, скорость вращения вала  $n = 1500$  об/мин. Начертить кинематическую схему лебедки, вычислить максимальное тяговое усилие лебедки и скорость каната (учесть КПД передачи).

16. Имеется ручная лебедка с двумя рукоятками и следующими параметрами: плечо каждой рукоятки 0,35 м, усилие на одной рукоятке 100 Н, частота вращения рукоятки 30 об/мин, диаметр барабана 0,25 м,  $Z_1 = 12$ ,  $Z_2 = 46$ ,  $Z_3 = 14$ ,  $Z_4 = 60$ . Определить скорость и натяжение каната, передаточное отношение зубчатой передачи, необходимое для получения тягового усилия 12 кН.

17. Ручная лебедка приводится во вращение двумя рукоятками длиной 400 мм. Определить сколько рабочих необходимо, чтобы развить тяговое усилие в канате 18 кН, если  $Z_1 = 13$ ,  $Z_2 = 39$ ,  $Z_3 = 15$ ,  $Z_4 = 60$ . Диаметр барабана 200 мм.

18. Для монтажа строительных конструкций массой 150 т используется две лебедки с тяговым усилием по 100 кН каждая и П-образная рама с полиспастами. Рассчитать и вычертить схему монтажную, приняв КПД блоков полиспаста равным 0,98.

19. Определить продолжительность рабочего цикла, производительность и мощность двигателя мачтового строительного подъёмника по следующим данным: полезный груз – 800 кг, масса грузовой площадки – 50 кг, высота подъёма – 42 м, скорость подъёма – 0,6 м/с, скорость опускания – 1,2 м/с, время загрузки – 2 мин, время разгрузки – 3 мин, КПД лебедки принять – 0,8.

20. Башенный кран имеет максимальную грузоподъемность  $Q = 5$  т, вылет стрелы  $L = 20$  м и коэффициент устойчивости  $K = 1,15$ . Определить грузоподъемность крана после модернизации, если вылет стрелы увеличился на 10 м, а коэффициент устойчивости остался прежним. Как изменится грузоподъемность крана, если принять  $K = 1,2$ .

21. Башенный кран КБ-674А, грузовой момент – 4000 кН·м. По технической характеристике крана грузоподъемность, при максимальном вылете  $L = 35$  м, равна 10 т, а при минимальном вылете  $L = 16$  м, равна 25 т. Требуется начертить (в масштабе) график грузоподъемности крана и определить коэффициент грузовой устойчивости.

22. Определить требуемую ширину желобчатой ленты ленточного конвейера для транспортировки сортированного щебня при технической производительности 700 т/ч, если объёмная масса щебня  $2,3$  т/м<sup>3</sup>, а скорость ленты 2,2 м/с. Вычертить типовую конструктивную схему конвейера.

23. Определить требуемую ширину желобчатой ленты ленточного конвейера по следующим данным: производительность конвейера – 200 т/ч, скорость движения ленты – 1,2 м/с транспортируемый материал – несортированный щебень с объемной массой – 1,8 т/м<sup>3</sup>. Вычертить конструктивную схему конвейера.

24. Определить ширину ленты (гладкой) и скорость транспортирования ленточного конвейера, перемещающего сортированный гравий объемной, массой  $\gamma = 1,8$  т/м<sup>3</sup>. Производительность конвейера  $\Pi = 160$  т/ч. Один из параметров принять самостоятельно.

25. Определить производительность бульдозера, если известно: ширина отвала 3 м, высота отвала – 1 м, дальность транспортирования грунта 60 м. Недостающие данные взять в технической характеристике бульдозера. Вычертить конструктивную схему бульдозера и схему его движения.

26. Определить эксплуатационную производительность бульдозера, работающего по кольцевой схеме, если известно: ширина отвала 4 м, высота отвала 1 м, коэффициент использования по времени 0,8. Перемещаемый груз имеет угол откоса в покое равный 30°, перемещение грунта производится по поверхности с углом подъема 10°, коэффициент разрыхления грунта – 1,2. Рабочие скорости: копания – 4 км/ч, передвижения с грунтом – 8 км/ч, перемещение без грунта – 12 км/ч, путь копания – 5 м, расстояние перемещения грунта – 100 м, время, затрачиваемое на поворот бульдозера – 12 с, на опускание отвала – 2 сек. Вычертить конструктивную схему бульдозера и схему производства работ.

27. Определить эксплуатационную производительность скрепера ёмкостью – 20 м<sup>3</sup>, если известно: коэффициент наполнения ковша – 1,0; коэффициент использования по времени – 0,8; коэффициент разрыхления грунта – 1,2. Недостающие параметры принять самостоятельно.

28. Определить эксплуатационную производительность скрепера. Скрепер транспортирует грунт на расстоянии 5 км со скоростью 25 км/ч. Возвращается со скоростью 40 км/ч. Заполнение ковша происходит на пути 20 м со скоростью 5 км/ч, разгрузка – на пути 30 м со скоростью 10 км/ч. Дополнительные затраты времени на цикл – 60 с. Недостающие параметры принять самостоятельно.

29. Определить эксплуатационную производительность скрепера с ковшом ёмкостью 25 м<sup>3</sup>. Грунт – глина. Дальность транспортирования грунта 500 м. Длина участка набора грунта – 35 м, длина участка разгрузки – 25 м. Скорость скрепера при наборе грунта – 2,6 км/ч, при транспортировании – 25 км/ч, при разгрузке – 4 км/ч, при возвращении – 35 км/ч. Вычертить конструктивную схему скрепера и схему производства работы.

30. Одноковшовый экскаватор при разработке грунта имеет продолжительность рабочего цикла 21 с. Разбить время цикла на отдельные этапы и определить производительность машины при повороте платформы на угол в 130° и 180°, приняв во внимание, что производительность при повороте на 90 градусов составляет 150 м<sup>3</sup>/ч. Вычертить конструктивную схему экскаватора.

31. Определить, за сколько часов может быть выкопан котлован под фундамент здания одноковшовым экскаватором с емкостью ковша 0,6 м<sup>3</sup> при следующих условиях: объём котлована – 6000 м<sup>3</sup>, коэффициент разрыхления – 1,2; коэф-

коэффициент наполнения ковша – 0,9; продолжительность цикла – 26 с; коэффициент использования внутрисменного времени – 0,8.

32. Определить какую ёмкость ковша должен иметь экскаватор для разработки 20000 м<sup>3</sup> грунта за 25 дней, если: коэффициент разрыхления – 1,25; коэффициент заполнения ковша – 0,95; Продолжительность цикла – 30с; коэффициент использования внутрисменного времени – 0,85; работа – 2 смены.

33. Определить количество экскаваторов с ёмкостью ковша 0,5 м<sup>3</sup>, необходимое для разработки котлована объёмом 200х16х3 (суглинок) за 30 рабочих смен. Недостающие параметры принять самостоятельно.

34. Определить время рабочего цикла экскаватора и часовую производительность, если: скорость движения ковша – 0,6 м/с, частота поворота платформы – 6 об/мин. Глубина забоя – 3 м. Угол поворота ковша под выгрузку – 180°,  $q = 1 \text{ м}^3$ .

35. Определить за сколько часов может быть выкопан котлован под фундамент здания при следующих условиях: объём котлована – 10000 м<sup>3</sup>, коэффициент разрыхления – 1,2; экскаватор одноковшовый – 0,6 м<sup>3</sup>; коэффициент наполнения ковша – 0,8; продолжительность цикла – 25 с; коэффициент использования внутрисменного времени – 0,8.

36. Определить производительность многоковшового экскаватора, имеющего скорость ковшовой цепи 0,25 м/с, ёмкость ковша – 150 л. и их шаг – 0,75 м. Вычертить конструктивную схему экскаватора.

37. Определить производительность (в смену) бетономешалки с опрокидным барабаном грушевидной формы ёмкостью по загрузке – 250 л, если коэффициент использования машины по загрузке  $K_z = 0,75$ , а по времени  $K_{вр} = 0,6$ . Загрузка сухих компонентов смеси производится ковшовым подъёмником.

38. Определить производительность (в смену) бетономешалки с опрокидным барабаном грушевидной формы ёмкостью по загрузке – 250 л, если коэффициент использования машины по загрузке  $K_z = 0,75$ , а по времени  $K_{вр} = 0,6$ . Загрузка сухих компонентов смеси производится ковшовым подъёмником. Продолжительность цикла –  $T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 = 26 + 150 + 24 = 200 \text{ с}$ .

39. Сравнить производительность гравитационного и принудительного перемешивания для следующих исходных данных: объём загрузки – 500 л; время загрузки – 15 с; время выгрузки – 30 с. Продолжительность перемешивания смесителей принять самостоятельно. Вычертить конструктивные схемы смесителей.

40. Вибратор общего назначения ИВ–53 с направленными колебаниями, имеет конструкцию дебалансов (эксцентриков) с регулируемой величиной возмущающей силы. Статический момент дебалансов может быть равен 9,2; 11,5; 14,3; 18,3 кг·см. Частота колебаний в минуту – 2800. Определить величину возмущающей силы и амплитуду колебаний, если масса вибратора равна 94 кг, а присоединенная масса – 16 кг. Вычертить конструктивную схему вибратора.

41. Привести схему поверхностного вибратора для уплотнения бетонного пола. Частота вращения  $n = 3000 \text{ об/мин}$ , установлено 4 дебаланса  $m = 0,5 \text{ кг}$  каждый и  $L = 40 \text{ мм}$ . Масса виброустройства (общая)  $m_b = 50 \text{ кг}$ . Определить параметры вибратора (возмущающую силу, амплитуду, частоту) и вычислить часовую производительность (приняв самостоятельно недостающие параметры).

42. Определить основные параметры винтового домкрата, характеризуемого следующими данными: усилие на рукоятке  $P_p = 150$  Н, длина рукоятки  $L_p = 600$  мм, угол трения  $\alpha = 4^\circ$ , средний диаметр резьбы винта  $d_{cp} = 40$  мм, угол подъема винтовой линии –  $4^\circ$ , высота подъема  $H = 250$  мм, среднее время одного двойного хода рукоятки с трещоткой  $t = 2$  с, ход рукоятки  $t = 400$  мм.

43. Определить основные параметры гидравлического домкрата, грузоподъемностью 20 т. Высота подъема груза 160 мм. Диаметр поршня насоса 28 мм. Усилие на приводной рукоятке 250 Н, длина рукоятки  $L_p = 700$  мм.

44. Определить сменную производительность башенного крана грузоподъемностью 5 т на всех вылетах при средней высоте подъема груза 16 м, средней дальности передвижения крана 24 м и угла поворота  $120^\circ$ , скорость подъема груза 26 м/мин, скорость передвижения крана 31 м/мин, частота вращения 0,7 об/мин. Процентное содержание одинаковых средних значений нагрузки в течении смены 1 т – 8%, 2 т – 22%, 3 т – 32%, 4 т – 26%, 5 т – 12%. Среднее время строповки-расстроповки 1 мин, среднее время установки груза в рабочее положение и отсоединение грузозахватных приспособлений – 6 мин.

45. Определить скорости основных рабочих движений башенного крана (см. электрореверсивные лебедки). Диаметр барабанов  $D_1 = 500$  мм,  $D_2 = 400$  мм, диаметры ходовых колёс  $D_d = 500$  мм, частота вращения валов двигателей рабочих органов крана  $n_{1дв} = 970$  об/мин;  $n_{2дв} = 710$  об/мин;  $n_{3дв} = 900$  об/мин;  $n_{4дв} = 910$  об/мин. Кратность грузового полиспаста  $i_n = 2$ , число зубьев колеса механизма поворота  $Z_1 = 13$ , неподвижного зубчатого венца  $Z_2 = 90$ . Передаточное отношение червячного редуктора механизма поворота  $Z_{чк} = 59$ . Передаточное отношение редукторов остальных механизмов принять самостоятельно.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

### *Общие положения*

Контрольную работу студент выполняет согласно выданному заданию. При работе над контрольной работой студент должен:

- ответить письменно на два вопроса из разд. 1, по указанию преподавателя;
- решить три задачи, приняв данные из таблиц 1,2,3,4,5.

### *Теоретический вопрос*

Ответы на вопросы контрольной работы предполагают самостоятельную работу студента с литературой. При оформлении контрольной работы студент должен ответить конкретно на поставленные вопросы.

Словесное описание, должно в основном заменяться или иллюстрироваться схемами, рисунками и т.п. графическими материалами.

Включение в ответ ненужного материала служит основанием для возвращения работы на исправление и доработку.

Контрольная работа должна быть выполнена аккуратно: текстовый материал пишется только ручкой (не карандашом), а графическая часть работы выполняется с помощью карандаша и линейки.

### **Задача №1**

#### *Варианты 1, 2*

Решая указанные варианты задачи необходимо:

- вычертить схему подъема с помощью лебедки (см. рис.1) с полиспастом заданной кратности;
- определить тяговое усилие, создаваемое грузом на барабане с учетом КПД полиспаста и грузоподъемностью лебедки;
- выбрать с обоснованием марку каната и определить его диаметр;
- найти минимальные диаметры блоков и барабана и принять ближайшие стандартные значения;
- вычислить требуемую канатоемкость барабана и высоту подъема груза;
- рассчитать частоту вращения барабана и скорость подъема груза;
- вычислить требуемую мощность двигателя с учетом КПД лебедки и подобрать двигатель, а также редуктор, муфты, тормоз.

#### *Вариант 3*

При выполнении варианта студент должен:

- вычертить конструктивную, и кинематическую схемы подъемника с обозначением узлов;
- вычертить схему подъема рабочего органа с полиспастом заданной кратности;
- выбрать с обоснованием скорость движений рабочего органа;
- выбрать с обоснованием марку каната и определить его диаметр;
- найти минимальные диаметры блоков и барабана и принять ближайшие стандартные значения;
- вычислить требуемую канатоемкость барабана и определить высоту подъема груза;

- определить мощность привода подъемника с учетом КПД;
- рассчитать скорость подъема рабочего органа и производительность подъемника.

#### Варианты 4, 5

При выполнении вариантов студент должен:

- вычертить конструктивную и кинематическую схемы конвейера с обозначением узлов;
- выбрать с обоснованием скорость движения ленты;
- определить ширину ленты и подобрать ленту стандартной ширины;
- вычислить требуемую мощность на приводном (головном) барабане;
- найти требуемое количество прокладок и определить толщину ленты;
- подобрать барабан и определить требуемую частоту его вращения.

#### Варианты 6, 7

В данных вариантах необходимо выполнять следующее:

- вычертить конструктивную и кинематическую схемы конвейера;
- принять, обосновав, скорость движения рабочего органа машины и зарисовать его;
- вычислить требуемую мощность двигателя установки с учетом КПД привода, рассчитать производительность конвейера.

### Данные задачи №1

Таблица 1

Вар.	Вид машины	а	б	в
1	Лебёдка зубчато-фрикционная (см. рис. 1а)	Режим раб.: тяжелый		средний
		$G = 2000$	4000	3000
		$n_{дв} = 700$ $i = 2$	980 3	950 3
2	Лебёдка электрореверсивная (см. рис. 1б)	Режим раб.: тяжелый		средний
		$G = 1500$	2000	2500
		$n_{дв} = 1200$ $i = 2$	980 3	750 3
3	Строительный подъемник (канатно-блочный подвес рабочего органа)	Режим раб.: тяжелый		средний
		$G = 300$	350	450
		$n_{дв} = 700$ $i = 1$	980 2	950 1
4	Конвейер ленточный (лента плоская $L = 80$ м)	Песок	Цемент	Шлак
		$n_б = 60$	80	30
		$\Pi = 20$ $\alpha = 8$	40 8	80 15
5	Конвейер ленточный (лента желобчатая трех роликовый $L = 15$ м)	То же для всех вариантов		
6	Ковшовый конвейер (ленточный)	$H = 10$ м $q = 3,2$ л	12 2,8	8 5
7	Ковшовый конвейер (цепной)	$H = 8$ м $q = 1,4$ л	9 1,6	11 2,1

Примечание к табл. 1:  $\Pi$  – производительность,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $G$  – грузоподъёмность лебёдки, кг;  $n_{\text{дв}}$  – частота вращения двигателя, об/мин;  $i$  – кратность полиспаста;  $H$  – высота подъёма материала, м;  $q$  – ёмкость ковша, л;  $\alpha$  – угол наклона конвейера;  $n_6$  – частота вращения барабана.

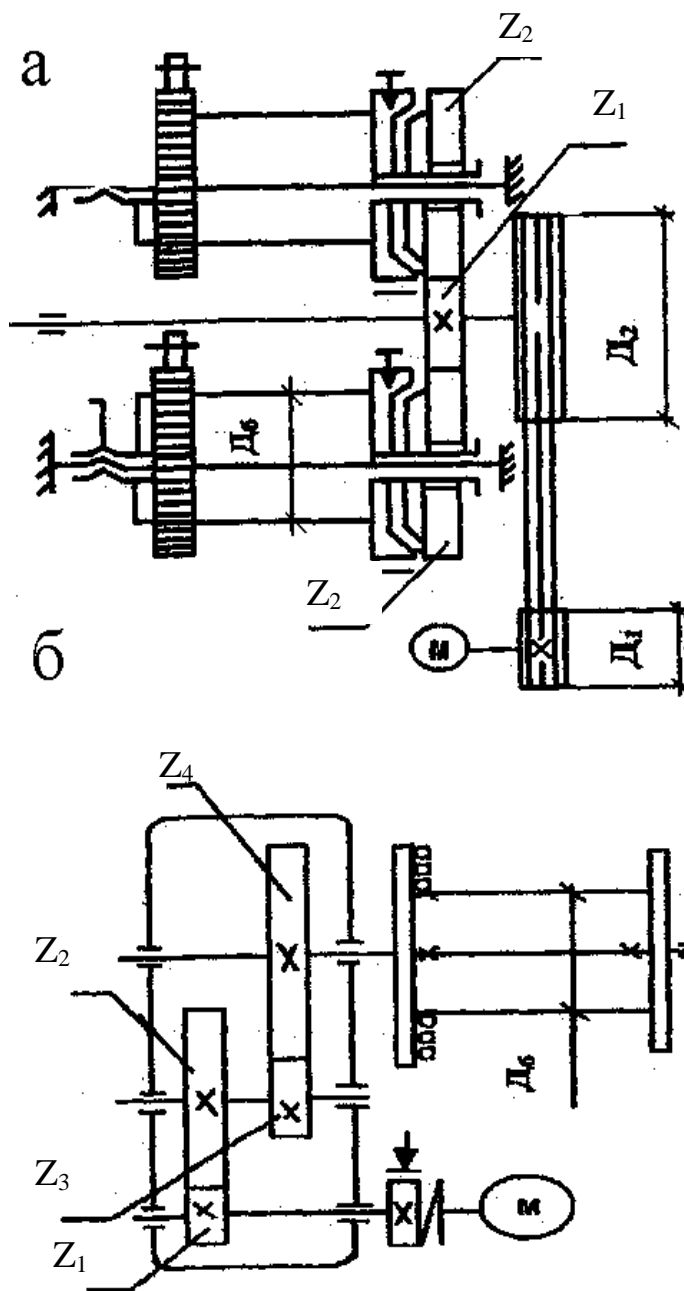


Рис. 1. Кинематические схемы лебедок  
а) зубчато-фрикционная; б) электрореверсивная

В расчетах принять:

– для зубчато-фрикционной лебедки (рис. 1а):  $D_1 = 160$  мм;  $D_2 = 600$  мм;  $D_6 = 400$  мм;  $Z_1 = 18$ ;  $Z_2 = 88$ ;

– для электрореверсивной лебедки:  $Z_1 = 17$ ;  $Z_2 = 81$ ;  $Z_3 = 15$ ;  $Z_4 = 60$ ;  $D_6 = 500$ .

## Задача № 2

Задача выполняется о в соответствии с данными, приведенными в табл. 2. При ее решении требуется:

- вычертить конструктивную схему одноковшового экскаватора с заданным видом сменного рабочего оборудования и обозначить на ней механизмы и основные узлы;
- на кинематической схеме экскаватора (рис. 2, 3) указать название основных узлов, механизмов и элементов. Выделить приводы механизмов: передвижения, поворота, подъема ковша, стрелы и напора;
- для одного из механизма экскаватора (заданного преподавателем) по кинематической схеме определить общее передаточное отношение и общий КПД (справочные данные для расчета КПД приведены в приложении В);
- вычислить скорость и усилие на рабочем органе рассматриваемого механизма;
- для приведенных в таблице условий (категории грунта, угол поворота на выгрузку, характер разгрузки) по справочной литературе найти время полного цикла работы экскаватора;
- определить техническую и эксплуатационную производительность экскаватора при заданных условиях работы;
- вычертить схему работы экскаватора согласно заданных условий;
- указать пути повышения производительности рассматриваемого экскаватора в данных конкретных условиях;
- перечислить правила безопасной эксплуатации экскаваторов.

### Данные к кинематическим схемам экскаваторов ЭО-1252 и ЭО-4112 (рис. 2, 3)

Шестерня	$Z_1 = 16$	Шестерня	$Z_{18} = 20$
Шестерня	$Z_2 = 60$	Шестерня	$Z_{19} = 52$
Шестерня	$Z_3 = 40$	Шестерня	$Z_{20} = 38$
Шестерня	$Z_4 = 40$	Шестерня	$Z_{21} = 38$
Шестерня	$Z_5 = 160$	Шестерня	$Z_{22} = 15$
Шестерня	$Z_6 = 23$	Зубчатый венец	$Z_{23} = 130$
Шестерня	$Z_7 = 128$	Коническая шестерня	$Z_{24} = 14$
Звездочка	$Z_8 = 17$	Коническая шестерня	$Z_{25} = 42$
Звездочка	$Z_9 = 65$	Звездочка	$Z_{26} = 9$
Звездочка	$Z_{10} = 40$	Звездочка	$Z_{27} = 17$
Звездочка	$Z_{11} = 11$	Звездочка	$Z_{28} = 10$
Звездочка	$Z_{12} = 11$	Шаг звездочки	$t_{28} = 50$ мм
Звездочка	$Z_{13} = 11$	Шестерня	$Z_{29} = 12$
Звездочка	$Z_{14} = 14$	Червяк	$Z_{30} = 1$
Шаг шестерни	$t_{14} = 50$ мм	Червячное колесо	$Z_{31} = 24$
Рейка	$Z_{15} = 50$	Расчетные диаметры:	
Коническая шестерня	$Z_{16} = 20$	барабана подъема ковша $D_k = 700$ мм;	
Коническая шестерня	$Z_{17} = 29$	барабана подъема стрелы $D_c = 300$ мм;	
		барабана напорного механизма $D_n = 500$ мм.	



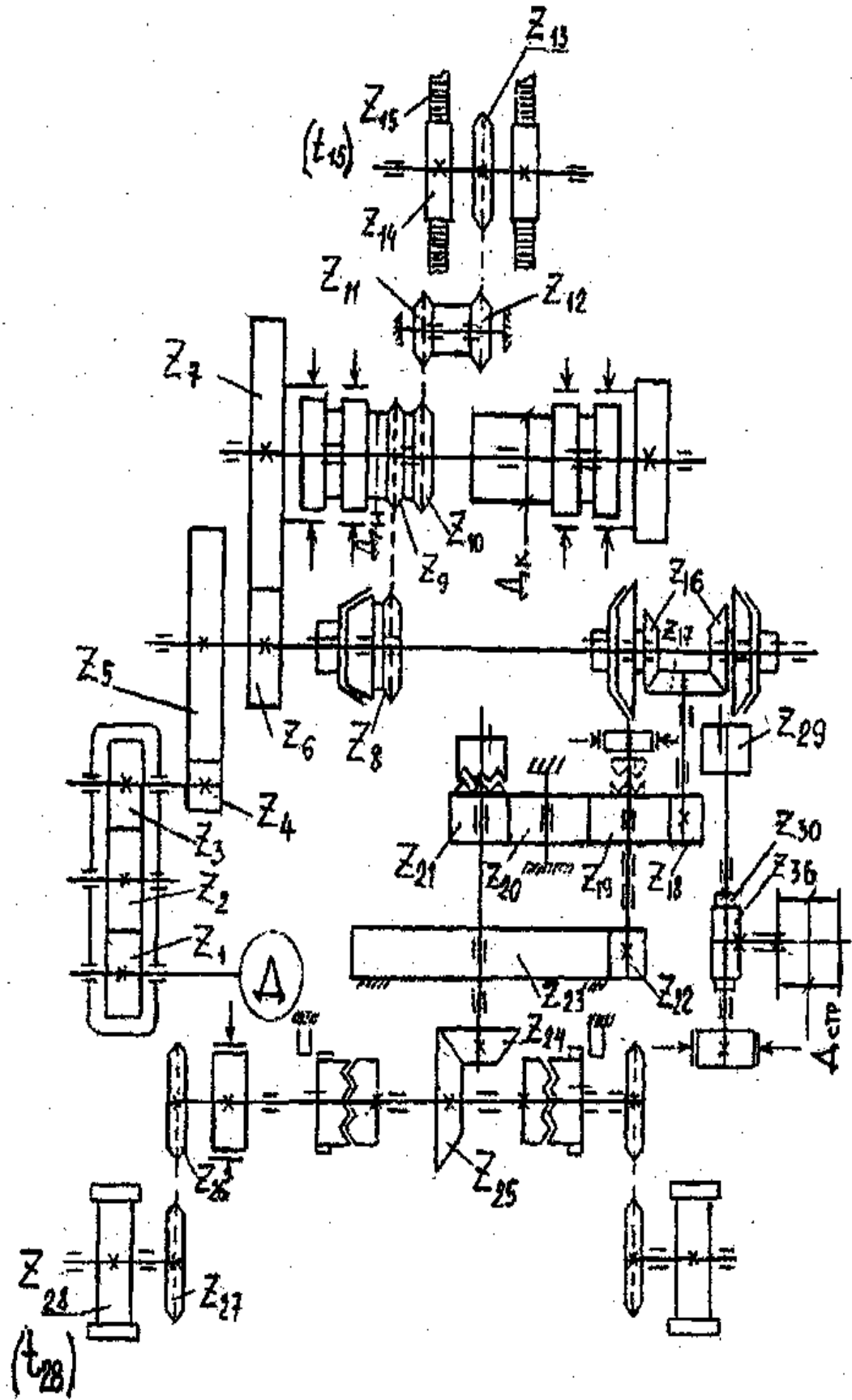


Рис. 2. Кинематическая схема экскаватора ЭО-1252

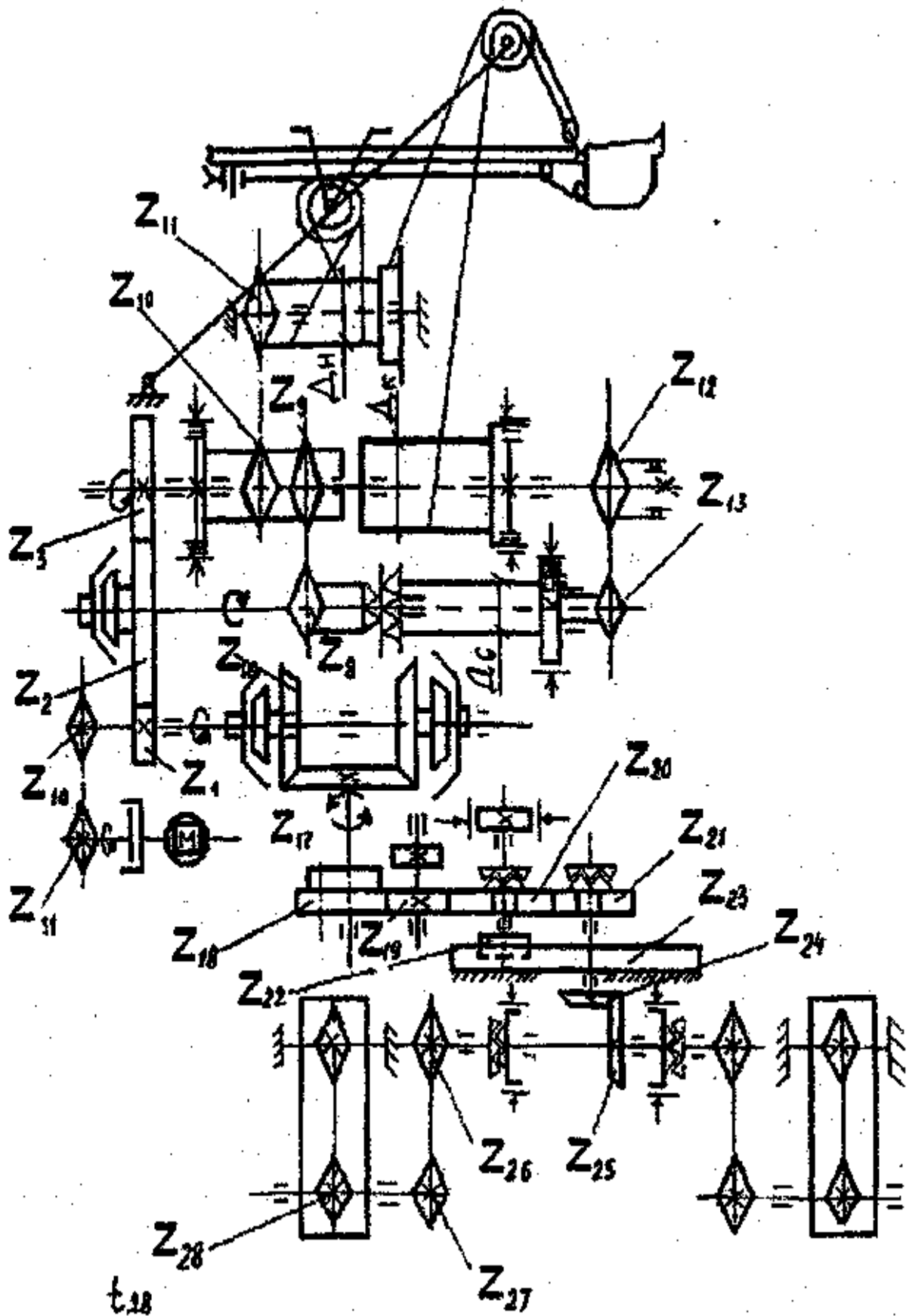


Рис. 3. Кинематическая схема экскаватора ЭО 4112

## Данные задачи №2

Таблица 2

Предпол. цифра шифра	Тип экскаватора и вид рабочего оборуд.	Последняя цифра шифра		
		1	2	3
1	ЭО-1252-с обратной лопатой n=1700 об/мин N = 130кВт	Механизм подъема ковша. Грунт III категории. Погрузка в транспорт.	Механизм подъема стрелы. Грунт II категории. Работа в отвал.	Механизм поворота. Грунт I категории. Работа в отвал.
2	ЭО-4112-с прямой лопатой n =1485 об/мин N = 90кВт	Механизм подъема платформы. Грунт II категории. Погрузка в транспорт.	Механизм напора. Грунт III категории. Погрузка в транспорт.	Механизм передвижения. Грунт I категории. Работа в отвал.
3	ЭО-1252-с прямой лопатой n =1700 об/мин N = 130кВт	Механизм напора. Грунт II категории. Погрузка в транспорт.	Механизм напора. Грунт III категории. Погрузка в транспорт.	Механизм передвижения. Грунт IV категории. Погрузка в транспорт.
4	ЭО-4112-с обратной лопатой n =1485 об/мин N = 90кВт	Усилие подтягивания ковша. Грунт II категории. Работа в отвал.	Усилие поворота. Грунт III категории. Работа в отвал.	Механизм усилие передвижения. Грунт III категории. Погрузка в транспорт.
5	ЭО-1252-с прямой лопатой n =1420 об/мин N = 90кВт	Усилие напора. Грунт IV категории. Работа в отвал.	Усилие передвижения. Грунт IV категории. Погрузка в транспорт.	Усилие подъема. Грунт III категории. Погрузка в транспорт.
6	ЭО-1252-с грейфером n =1680 об/мин N = 130кВт	Усилие подъема ковша. Грунт I категории. Погрузка в транспорт.	Усилие поворота экскаватора. Грунт IV категории. Погрузка в транспорт.	Усилие подъема стрелы. Грунт IV категории. Работа в отвал.
7	ЭО-1252-с прямой лопатой n =1700 об/мин N = 130кВт	Усилие передвижения. Грунт III категории. Погрузка в транспорт.	Усилие напора. Грунт II категории. Работа в отвал.	Усилие поворота. Грунт IV категории. Погрузка в транспорт.

### Задача № 3

Задача выполняется в соответствии с данными, приведенными в табл. 3 и на рис. 4. На рис. 5 даны схемы для определения характеристик кранов.

При решении задачи требуется:

- назначить вид грузозахватного устройства для монтажа заданных конструкций;
- рассчитать требуемые характеристики монтажного крана: грузоподъемность, вылет и высоту подъема крюка;
- выбрать с обоснованием тип крана и его стреловое оборудование, наиболее пригодные для монтажа заданных конструкций;
- по грузовым характеристикам из литературы подобрать кран наименьшей грузоподъемностью, обеспечивающий безопасное выполнение монтажа;
- вычертить монтажную схему с привязкой крана и указанием основных размеров, в том числе габаритов безопасности;
- изложить правила безопасности эксплуатации выбранного крана на строительной площадке.

Таблица 3

Вариант	Наименование конструкции	Марка	Длина ( $L_M$ ), масса ( $P_T$ ) элемента	а	б	в
				Пролёты здания (м)		
				$L_1 = 8$ $L_2 = L_3 = 9$ $L_4 = 12$	$L_1 = 24$ $L_2 = L_3 = 15$ $L_4 = 18$	$L_1 = 30$ $L_2 = L_3 = 18$ $L_4 = 24$
1	Колонны Ж/Б	К-1	$L_M$	25,0	25,0	25,0
			$P_T$	16,0	18,0	20,0
2		К-2	$L_M$	22,7	22,7	22,7
			$P_T$	15,0	17,0	19,0
3		К-3	$L_M$	12,6	12,6	12,6
			$P_T$	10,0	11,0	12,0
4		К-4	$L_M$	12,6	12,6	12,6
			$P_T$	7,5	8,0	8,5
5		К-5	$L_M$	22,7	22,7	22,7
			$P_T$	9,0	10,0	11,0
6		К-6	$L_M$	21,7	21,7	21,7
			$P_T$	15,5	17,5	20,5
7		К-7	$L_M$	13,7	13,7	13,7
			$P_T$	13,0	14,5	16,0
8		К-8	$L_M$	14,0	14,0	14,0
			$P_T$	12,0	13,0	14,0
9		К-9	$L_M$	24,0	24,0	26,0
			$P_T$	15,0	17,0	19,0
10	К-10	$L_M$	25,7	25,7	25,7	
		$P_T$	17,5	19,5	22,0	
11	Фермы Ж/Б	Ф-1	$L_M$	18,0	24,0	30,0
			$P_T$	16,0	19,0	24,0
12	Фермы Ж/Б	Ф-2	$L_M$	12,0	18,0	24,0
			$P_T$	11,0	14,0	17,0
13	Балки Ж/Б	Б-1	$L_M$	9,0	15,0	18,0
			$P_T$	3,0	5,0	7,5

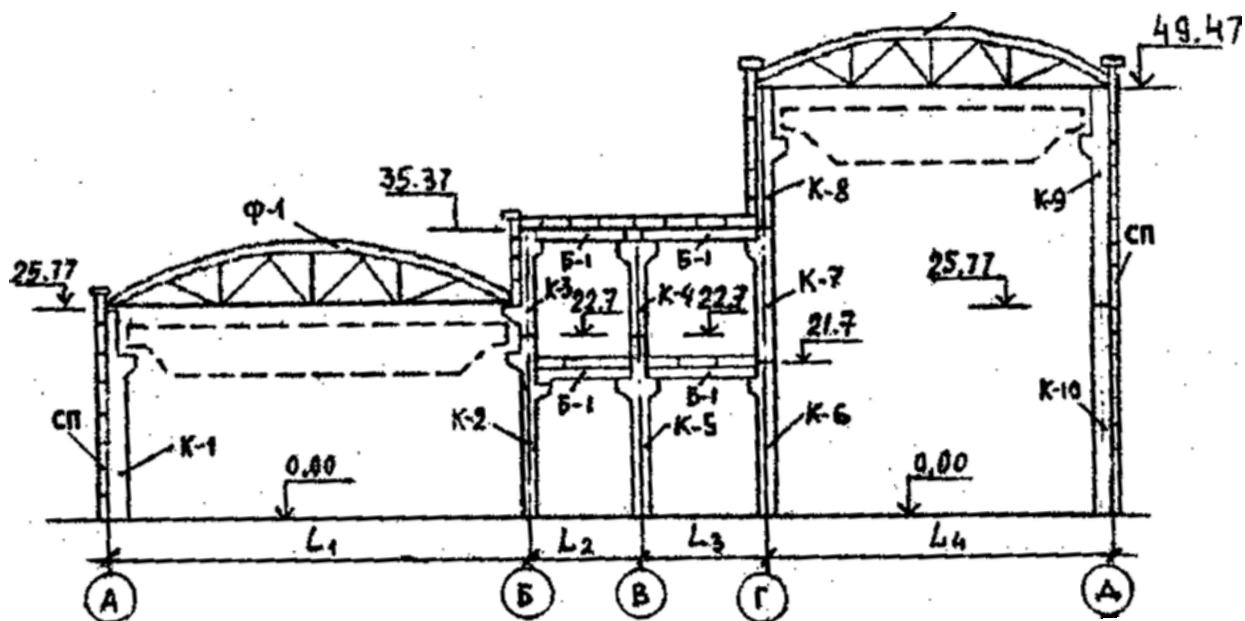


Рис. 4. Разрез к задаче №3

### Выбор монтажного крана

При выборе кранов руководствуются их параметрическими характеристиками (главными параметрами машины).

Параметрические характеристики учитывают максимальную массу элементов, максимальное удаление монтируемых элементов от оси вращения крана и высоту подъема.

На рис. 5 приведены схемы монтажа конструкций башенными и гусеничными (с гуськом, без гуська) кранами, а также график взаимосвязи грузоподъемности, вылета стрелы и высоты подъема.

Буквенные обозначения на схемах следующие:

#### Схема а

$H_k$  – высота подъема грузового крюка над уровнем стоянки крана, м;

$h_0$  – превышение низа монтируемого элемента над уровнем стоянки башенного крана, м;

$h_3$  – запас по высоте, требующийся по условиям безопасности (0,3...0,6), м;

$h_э$  – высота (или толщина) элементов в монтажном положении, м;

$h_{ст}$  – высота строповки в рабочем положении от верха монтируемого элемента до крюка крана, м;

$L_k$  – вылет крюка, м;

$a$  – ширина подкранового пути, м;

$b$  – расстояние от оси головки подкранового рельса до ближайшей выступающей части здания, м;

$c$  – расстояние от центра тяжести монтируемого элемента до выступающей части здания со стороны крана, м.

### **Схема б**

$L_c$  – длина стрелы, м;  
 $L_k$  – вылет крюка, м;  
 $H_k$  – высота подъёма крюка, м;  
 $H_o$  – сумма превышения монтажного горизонта, м;  
 $H_c$  – превышение шарнира пяты стрелы над уровнем стоянки крана, м;  
 $d$  – расстояние от оси поворота крана до оси опоры стрелы  $d = 1,5$  м;  
 $b$  – ширина (длина) монтируемого элемента, м;  
 $\alpha$  – угол наклона стрелы к горизонту;  
 $S$  – расстояние от края монтируемого элемента до оси стрелы  $S \geq 1,5$  м;  
 $h_{\text{п}}$  – высота грузового полиспаста (обычно  $h_{\text{п}} = 1,5 \dots 5,0$ ), м  
 $h_o, h_{\text{ст}}, h_э, h_з$  – тоже что и для схемы а.

### **Схема в**

$L_{\Gamma}$  – длина гуська (от оси опоры до оси грузового блока), м;;  
 $L_{\text{с.г}}$  – вылет стрелы с гуськом, м;  
 $\beta$  – угол наклона гуська к горизонту;  
 $H$  – превышение оси вращения гуська над уровнем стояния крана, м;  
 $L_{\Gamma}, S, b, \alpha, h_c, d, L_k$  – тоже что и для схемы б.

## ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРАНОВ

### Башенные и приставные краны (рис.5 схема а).

Высота подъема грузового крюка над уровнем стоянки крана определяется по формуле

$$H_k = h_0 + h_3 + h_э + h_{ст.}$$

Вылет стрелы крана (крюка крана)

$$L_k = \frac{d}{2} + b + c.$$

### Стреловые краны (схемы б, в)

Для стреловых самоходных кранов (на автомобильном, пневмоколесном и гусеничном ходу) определяют высоту подъема крюка  $H_k$ , длину стрелы  $L_c$  и вылет крюка  $L_k$ . Длина стрелы крана без гуська (рис. 5 б)

$$L_c = \frac{H_o - h_c}{\sin \alpha} + \frac{b + 2S}{2 \cos \alpha}.$$

Наименьшая длина стрелы крана обеспечивается при наклоне ее оси под углом  $\alpha$ :

$$tg \alpha = \sqrt{2(H_o - h_c)/(b + 2S)}.$$

По длине стрелы находим вылет крюка

$$L_k = L_c \cos \alpha + d.$$

Проверяется достаточность размера грузового полиспада

$$h_{п} = \frac{b + 2S}{\cos \alpha} \sin \alpha - h_{ст}$$

Для стреловых кранов, оборудованных гуськом (рис.5 в), наименьшая допустимая длина стрелы при  $\beta = 0$ ,

$$L_c = \frac{H - h_c}{\sin \alpha}$$

Вылет стрелы с гуськом

$$L_{c.r.} = \frac{H - h_c}{tg \alpha} + \frac{L_r}{\cos \beta} + d$$

После выявления необходимых технических параметров по таблицам или графикам взаимозависимых кривых грузоподъемности, вылета и высоты подъема крюка крана (пример рис. 5 г), приведенных в справочной литературе, определяют соответствующие марки кранов.

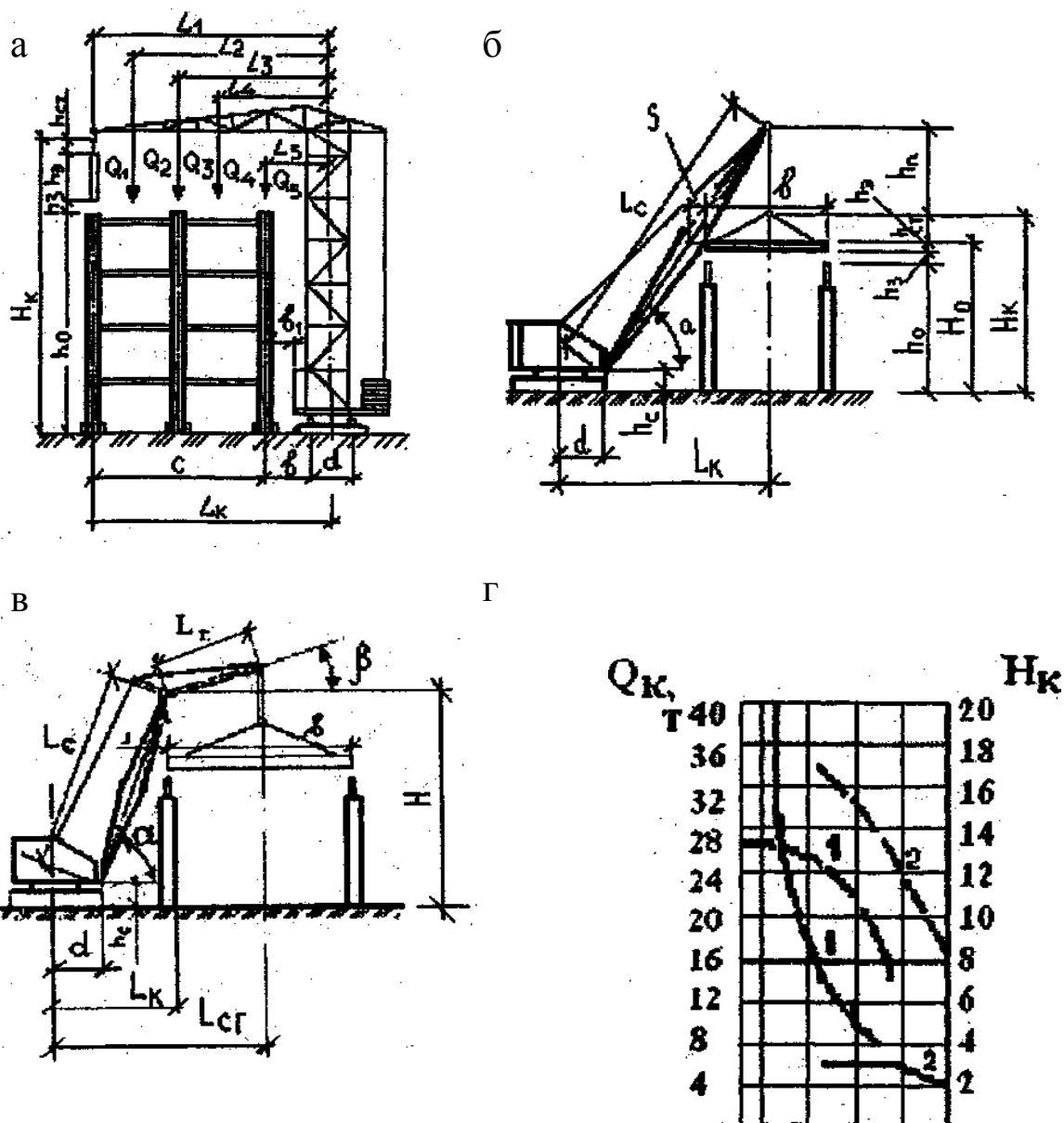


Рис. 5. К определению характеристик (технических параметров) кранов:  
 а – башенного крана; б – стрелового крана без гуська; в – то же, с гуськом;  
 г – график зависимости грузоподъемности от вылета и высоты подъема  
 крюка (на примере стрелового гусеничного крана МКГ- 40 с гуськом): 1– ос-  
 новной подъем (крюк стрелы); 2– вспомогательный подъем (крюк гуська)



## **ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

1. Перед началом работ студенты должны ознакомиться с правилами техники безопасности, имеющимися в лаборатории.

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

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

4. По окончании работы оформленный отчет должен быть сдан на проверку.

5. 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.

### ***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.

### **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. Во избежание несчастного случая необходимо сообщить преподавателю о замеченных неисправностях и нарушениях правил техники безопасности.

5. Если с вами или вашим товарищем произошел несчастный случай, необходимо немедленно, независимо от тяжести полученной травмы, сообщить об этом преподавателю или лаборанту.

6. По окончании работы необходимо привести в порядок свое рабочее место. Уходить из лаборатории можно только с разрешения преподавателя.

## 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 перьевой или шариковой ручкой с чернилами темного (черного, синего) цвета. Схемы и графики выполняются карандашом.

В отчете должно быть отражено следующее:

– полное название машины в соответствии с классификацией и ее назначением, область применения, достоинства и недостатки, а также главный параметр, и обозначение по действующей индексации;

– 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, количества зубьев, передаточного отношения, диаметра и т.п.

Конструктивно-кинематическая схема является сочетанием конструктивной и кинематической схем и выполняется для сравнительно простых машин или машин, конструкции и принцип действия которых при раздельном выполнении схем не становится более наглядным.

### Основные формулы, используемые в расчетах строительных машин

#### 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:

$$M = P \cdot R, \quad (3)$$

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

$$M = 1000N/W, \quad (4)$$

где  $N$  – мощность на валу, кВт;  $W$  – угловая скорость вала,  $\text{с}^{-1}$  (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  $\text{с}^{-1}$  и  $\text{мин}^{-1}$ ;  $W_2$  и  $n_2$  – угловая скорость и частота вращения ведомого вала,  $\text{с}^{-1}$  и  $\text{мин}^{-1}$ ;  $D_1$  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:

$$i_{\text{п}} = i_1 \cdot i_2 \cdot \dots \cdot i_n \quad (7)$$

### 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:

$$i_{\text{пол}} = V_{\text{к}} / V_{\text{гр}}, \quad (8)$$

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

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

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

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

## Скорость

В строительных машинах чаще всего встречаются скорости трех разновидностей:

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

$V$  – линейная скорость, м/с ;

$\omega$  – угловая (или окружная) скорость вращения,  $\text{с}^{-1}$  (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:

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

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;  $\eta$  – КПД привода.

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

$$N_{p.o} = N_{дв} \cdot \eta, \quad (13)$$

где  $\eta$  – 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

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

где  $Q$  – количество продукции за цикл, т или  $\text{м}^3$ ;  $t_c$  – 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,  $\text{м}^2$ .

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**  
**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

Вариант	Параметр				
	N, кВт	n, об/мин <sup>-1</sup>	i <sub>1</sub>	i <sub>2</sub>	ℓ, мм.
1	9	700	8,1	4,0	50
2	10	800	7,8	4,2	55
3	11	900	7,6	4,5	60
4	12	1000	7,4	3,9	60
5	13	1100	6,8	3,7	60
6	9,5	750	6,5	3,5	60
7	10,5	850	6,1	4,8	60
8	12,5	950	5,8	5,1	65
9	13,5	1050	5,6	6,3	70
10	14	1150	5,3	6,5	7,0
11	15	1200	5,1	7,2	7,0
12	16	1300	4,9	8,5	7,0
13	17	1400	8,1	3,9	7,0
14	18	1250	7,8	4,1	7,0
15	14,5	1350	5,1	6,0	7,0
16	15,5	1000	7,6	5,0	75
17	16,5	900	5,8	7,0	75
18	17,5	1100	7,4	4,9	75
19	18,5	800	6,1	6,5	70
20	19	1200	4,7	6,7	80
21	20	700	4,4	7,1	80
22	21	1300	4,1	8,0	80
23	22	1250	3,9	8,2	80
24	23	1150	4,8	6,7	80
25	24	1050	5,2	6,9	85
26	25	950	5,5	7,0	85
27	26	850	8,0	5,0	85
28	27	1000	7,0	4,9	90
29	28	1100	6,0	6,0	90
30	29	1200	4,0	6,5	90

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).

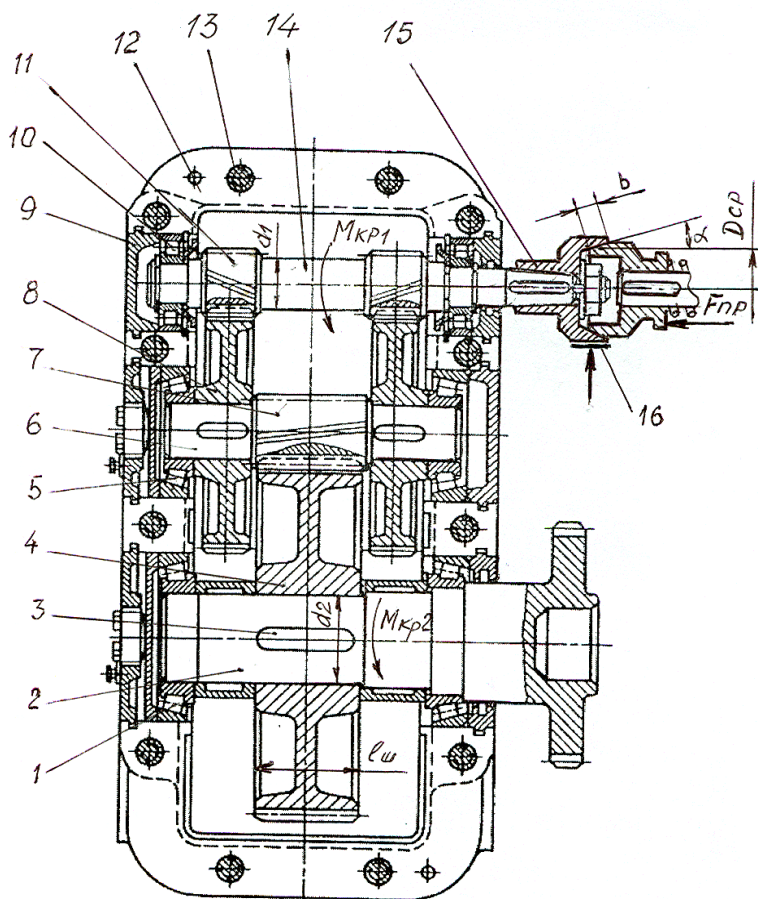


Рис. 1. Редуктор двухступенчатый цилиндрический.

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 двух колодочного тормоза 16. В корпус редуктора заливается масло, уровень которого обеспечивает погружение в него зубьев колес. Подшипники качения смазываются брызгами масла.

## 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;  $\ell_p$  – 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.

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).

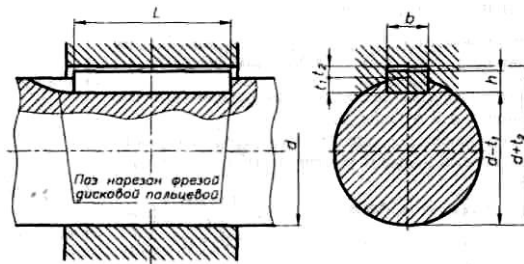


Рис. 2. Соединение вал-ступица призматическими шпонками

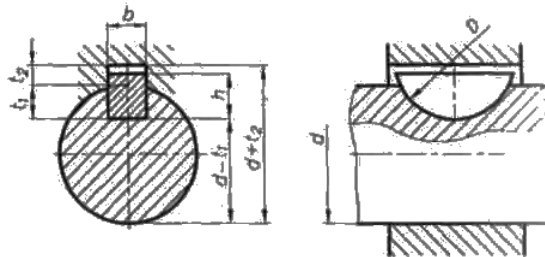


Рис. 3. Соединение вал-ступица сегментными шпонками.

## Лабораторная работа № 2

### Предохранительные муфты

#### Программа работ

1. Ознакомиться с конструкцией фрикционных предохранительных муфт.

2. Определить усилие пружины  $F_{пр}$  и ширину поверхности трения. Параметры  $R$ ,  $f$ ,  $\alpha$ ,  $q_{max}$  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:

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

Размер  $b$  рабочей поверхности:

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

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



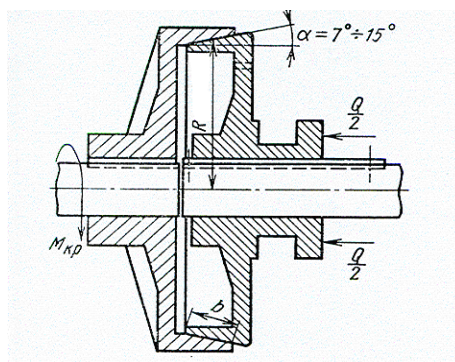


Рис. 4. Конусная фрикционная муфта

Таблица 2

Параметры фрикционных материалов

Материалы поверхности	$f$		$t_{max},$ °С	$q_{max},$ 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.

## Колодочные тормоза

### Программа работ

1. Ознакомиться с конструкцией колодочных тормозов.
2. Определить тип тормоза и необходимое усилие пружины  $R_{пр}$  двухколодочного тормоза. Результаты расчетов занести в табл. 4. При этом:
  - $M_T$  – принять равным  $1,5...2,0 M_{кр}$ ;
  - 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  $R_{пр}$ , 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). 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.

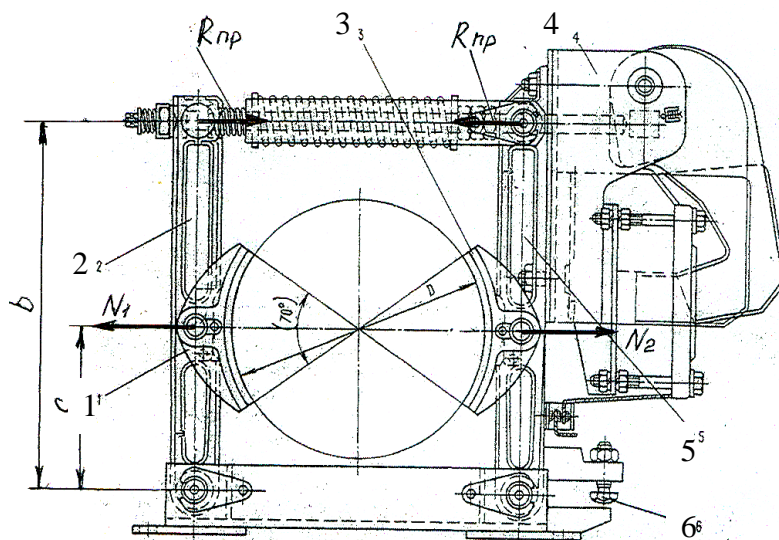


Рис. 5. Тормоз двухколодочный короткоходовой. 1, 3 – тормозные колодки, 2, 5 – тормозной рычаг, 4 – электромагнит, 6 – регулировочный винт

Тормозной момент обеспечивается тормозными силами  $N_1$  и  $N_2$  на двух колодках:

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

$$N = R_{пр} \cdot b/c;$$

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

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 $M_T$ , Нм	20	40	160	240	500
Масса тормоза, кг	16	30	37	75	90
	ТКГ-160	ТКГ-200	ТКГ-300	ТКГ-400	ТКГ-500
Диаметр шкива, Нм	160	200	300	400	500
Максимальный $M_T$ , Нм	100	300	800	1500	2500
Масса тормоза, кг	20	35	90	145	200

## Оформление и защита работ № 1 и 2

Таблица 4

Расчетные параметры трансмиссии варианта №...

Параметр	Размерность	Величина
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.

## Лабораторная работа № 3

### 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.

#### Расчет параметров экскаватора-бульдозера

Эксплуатационная производительность бульдозера

$$P_{Э} = 3600 V_{пр} K_n K_v (1 - 0,005 L_{тр}) / (T_{ц} K_p),$$

где  $V_{пр}$  – геометрический объем призмы волочения грунта, м<sup>3</sup>;  $T_{ц}$  – продолжительность цикла, с;  $K_n$  – коэффициент наполнения геометрического объема призмы волочения грунта.  $K_n = 0,85... 1,05$ ;  $K_p$  – коэффициент разрыхления грунта.  $K_p = 1,1... 1,3$ ;  $K_v$  – коэффициент использования бульдозера по времени;  $L_{тр}$  – длина транспортирования грунта отвалом бульдозера, м. (не более 140 м. – колесным, не более 80 м. – гусеничным).

Объем призмы волочения грунта определяется:

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

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

Продолжительность цикла подсчитывается по формуле:

$$T_{ц} = t_{срез} + t_{тр} + t_x + t_{доп},$$

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

$$t_{срез} = V_{пр} / (B h v_{бульд}),$$

где  $h$  – заглубление отвала, м.;  $v_{бульд}$  – 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.

## Расчет параметров экскаватора

Таблица 9

### Варианты расчета экскаватора

Параметр	Вариант										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$t_{см}$ , час	3	6	6	3	4	5	6	6	3	4	7
$N_{дв}$ , кВт	300	350	400	350	400	350	400	350	300	400	375
$A_{уд}$ , кНм/м <sup>3</sup>	200	250	200	250	240	130	240	230	220	250	260
$q$ , м <sup>3</sup>	0,25	0,3	0,25	0,65	1,0	0,65	1,2	0,65	0,4	1,0	1,5

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 нагрузке:  $W_n = 0,180$  кг/кВт·ч;

Данные для расчета производительности экскаватора смотри в разделе 3.1 данной работы.

### 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.

### **Лабораторная работа № 4**

#### **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  $90^\circ$ .

6. Изучить и привести в отчете правила техники безопасности.

#### **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

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

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 <sup>-1</sup>	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;  $K_b$ – коэффициент использования машины по времени;

## **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%.

## **Контрольные вопросы**

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.



# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение А

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

Отчет  
по лабораторной работе №3


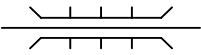
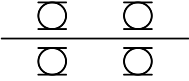
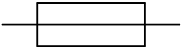
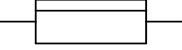
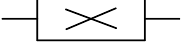
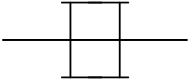

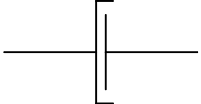
Башенный кран

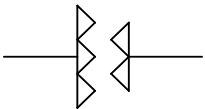
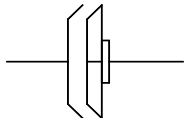
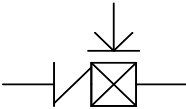
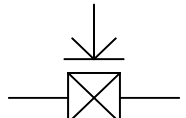
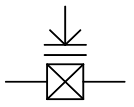
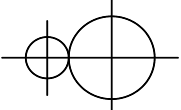
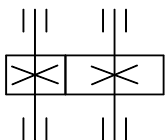
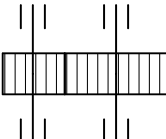
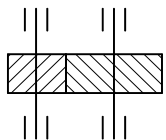
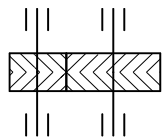
Группа: ММФ – 386  
Выполнил: Петров А.Н.  
Проверил: Иванов И.А

Миасс  
2016г.

**Приложение Б**  
Таблица Б.1

Условные обозначения элементов на  
кинематических схемах в системе ЕСКД

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

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

Окончание табл. Б.1

	Коническая передача
	Реечное зацепление
	Ременная передача
	Червячная пара

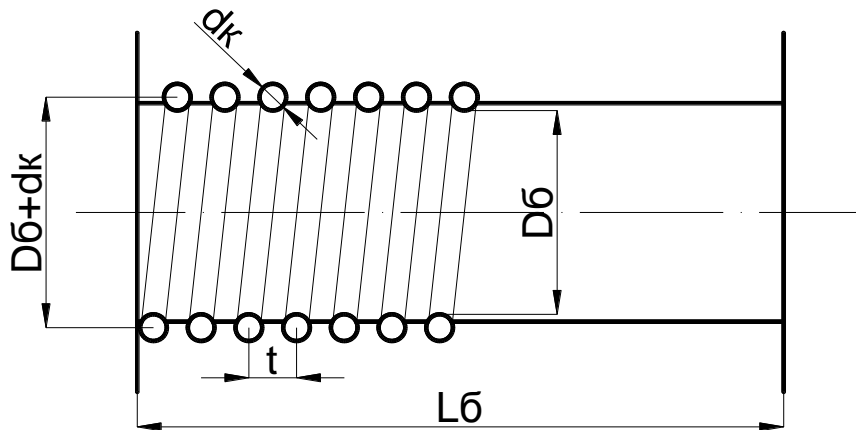
**Приложение В**  
Таблица В.1

Коэффициент полезного действия элементов передач

Элементы передач	КПД	
	Пределы значений	Усредненные данные
<b>Канатные блоки и барабаны:</b>		
на подшипниках скольжения	0,94...0,96	0,96
на подшипниках качения	0,96...0,98	0,98
<b>Подшипники:</b>		
Скольжения	0,98...0,995	0,98
Качения	0,99...0,995	0,99
<b>Муфты:</b>		
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
<b>Зубчатые цилиндрические передачи:</b>		
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

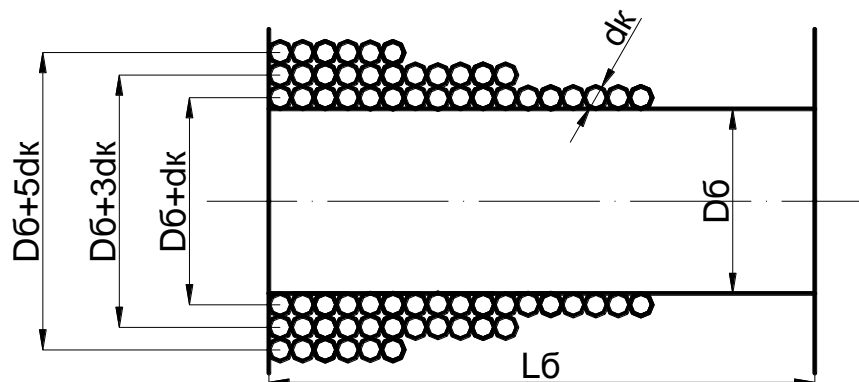


$$L_k = \frac{L_{\delta}}{t} [\pi(D_{\delta} + d_k)]$$

$$t = dk + (2...3), \text{ мм}$$

где  $L_{\delta}$  – длина барабана, м;  $t$  – шаг нарезки на барабане, м;  $D_{\delta}$  – диаметр барабана, м.;  $d_k$  – диаметр каната, м.

б) 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 <sup>2</sup>	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
16,5	105,73	1045	144	150	157,5	165
18	125,78	1245	171,5	175,5	186,5	190
20	154	1520	195	207,5	203,5	233,0
21		1635	210	215	229	243,5
22,5		1850	227,0	241,0	248,5	271,0
24		2110	256,5	272,5	281,0	306,5



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

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
Программа курса и контрольные вопросы .....	4
Задачи для подготовки к экзамену .....	16
Контрольная работа.....	21
Задача №1 .....	21
Задача № 2 .....	24
Задача № 3 .....	28
Основные формулы для расчета параметрических характеристик кранов.....	31
Общие правила выполнения лабораторных работ.....	33
Лабораторная работа № 1 .....	37
Лабораторная работа № 2 .....	40
Лабораторная работа № 3 .....	44
Лабораторная работа № 4 .....	46
Приложения	
Приложение А.....	49
Приложение Б .....	50
Приложение В.....	53
Приложение Г .....	54
Приложение Д.....	55
Приложение Е.....	57
Приложение Ж.....	58
Библиографический список.....	59

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. 3,49. Тираж 100 экз. Заказ 385.

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