

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Сыктывкарский лесной институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский
государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова»
(СЛИ)

Кафедра электрификации и механизации сельского хозяйства

ДЕТАЛИ МАШИН И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Учебно-методический комплекс по дисциплине
для студентов специальности 110301 «Механизация сельского хозяйства»
всех форм обучения

Самостоятельное учебное электронное издание

Сыктывкар 2012

УДК 621.8
ББК 34.44
Д38

Рекомендован к изданию в электронном виде
кафедрой электрификации и механизации сельского хозяйства
Сыктывкарского лесного института

Утвержден к изданию в электронном виде советом сельскохозяйственного
факультета Сыктывкарского лесного института

Составители:

кандидат технических наук, доцент **В. И. Чудов**,
ведущий инженер **Н. Р. Ахматгалеева**

Отв. редактор:

Кандидат геолого-минералогических наук **Л. Л. Ширяева**

Д38 **Детали машин и подъемно-транспортных машин** [Электронный ресурс] :
учеб.-метод. комплекс по дисциплине для студ. спец. 110301 «Механизация
сельского хозяйства» всех форм обучения : самост. учеб. электрон. изд. /
Сыкт. лесн. ин-т ; сост.: В. И. Чудов, Н. Р. Ахматгалеева. – Электрон. дан. –
Сыктывкар : СЛИ, 2012. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. – Загл. с эк-
рана.

В издании помещены материалы для освоения дисциплины «Детали
машин и подъемно-транспортных машин». Приведены рабочая про-
грамма курса, описание лабораторных работ.

УДК 621.8
ББК 34.44

Самостоятельное учебное электронное издание

Составители: **Чудов Валерий Иванович**, **Ахматгалеева Нуралия Рахимовна**

ДЕТАЛИ МАШИН И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Электронный формат – pdf. Объем 1,4 уч.-изд. л.
Сыктывкарский лесной институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С. М. Кирова» (СЛИ),
167982, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39, institut@sfi.komi.com, www.sli.komi.com

Редакционно-издательский отдел СЛИ

© СЛИ, 2012
© Чудов В. И., Ахматгалеева Н. Р., составление, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

1	Рабочая программа дисциплины	4
2	Описание лабораторных работ	8
3	Методические рекомендации по самостоятельной подготовке студентов	26
4	Контроль знаний студентов	28
	4.1 Примерный перечень вопросов к зачету по курсу «Детали машин и ПТМ»	28
	4.2 Тесты по курсу «Детали машин и ПТМ»	28
5	Библиографический список	30

1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цель и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

1.1. Цель преподавания дисциплины

Детали машин и основы конструирования – курс, охватывающий теорию, расчет и конструирование деталей и узлов машин, то есть основы конструирования машин, включая САПР, формирует будущего конструктора, как специалиста, вносящего основной творческий вклад в создание материальных ценностей.

Вопросы надежности как одной из важнейших проблем техники должны отражаться во всех разделах курса.

Курс вместе с проектом базируется на основных дисциплинах «Теоретической механики», «Сопротивления материалов», «Теория машин и механизмов», «Материаловедение», «Инженерная графика» и может рассматриваться реализующим и завершающим общетехническую подготовку.

Целью преподавания дисциплины "Детали машин" является обеспечение надёжной теоретической подготовкой; расчёт и конструирование деталей и узлов машин формирует будущего конструктора как специалиста, будущего инженера.

Программой курса предусмотрено чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий по разделам курса, выполнение курсового проекта (работы), проработка лекционного материала.

Особенности курса – большой типаж изучаемых объектов и комплексность расчетов по основным определяющим критериям .

Изучение курса завершается защитой курсового проекта (работы) и приемом экзамена. Обязательным условием допуска студента к экзамену являются регулярные посещения лекций, практических и лабораторных занятий, выполнение курсового проекта (работы).

1.2. Задачи изучения дисциплины.

К основным задачам курса относятся:

- изучение конструкций, типажа и критериев работоспособности составных частей машин – деталей, узлов, агрегатов;
- изучение основ теории работы и методов расчёта деталей машин в совместной работе;
- приобретение навыков конструирования, развитие творческих конструкторских способностей;
- овладение при конструировании современной вычислительной техникой и САПР.

1.3. Перечень дисциплин и тем, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины.

Для полноценного усвоения учебного материала по деталям машин студентам необходимо иметь прочные знания по теоретической механике, сопромату, ТММ, материаловедению.

1.4. Нормы государственного стандарта 2000 г. по дисциплине "Детали машин и основы конструирования".

Трудоёмкость по стандарту – 62 часов; аудиторных занятий – 30 часа; самостоятельная работа – 32 часов.

Классификация подъемно-транспортных машин. Грузозахватные устройства. Канаты, полиспасты. Механизмы подъема: классификация, выбор двигателя, тормозные устройства. Механизмы передвижения с приводом на тележке и вне тележки. Механизмы поворота крана. Металлоконструкции: конструирование и расчет. Устойчивость стационарных и передвижных кранов. Основные характеристики сельскохозяйственных грузов.

Транспортирующие машины с тяговым органом: ленточные транспортеры, скребковые транспортеры, ковшовые элеваторы. Транспортирующие машины без тяговых органов: винтовые конвейера, пневмотранспортные установки. Сельскохозяйственные погрузчики. Автоматизированное проектирование подъемно-транспортных машин.

2. Содержание дисциплины, примерный объем в часах

2.1. Наименование тем, их содержание, объём в часах лекционных занятий.

Введение

Значение курса в решении задачи ускорения экономического развития страны. Основные направления в развитии конструкции машин. Определение понятий: деталь, сборочная единица. Классификация деталей машин.

1. Грузоподъемные машины.....4 ч. лекц.

Обзор конструкций и характеристики грузоподъемных машин. Классификация грузоподъемных машин, их назначение, основные элементы, назначение основных механизмов. Характеристики грузоподъемных машин и их соответствие ГОСТам. Ряды грузоподъемностей отдельных видов машин.

Особенности работы в повторно – кратковременном режиме. Характеристика режимов работы грузоподъемных машин. Определение расчетных нагрузок и допускаемых напряжений с учетом режима работы.

Особенности расчета подшипников и зубчатых передач ПТМ с учетом повторно-кратковременного режима работы и различных случаев нагружения.

2. Элементы грузоподъемных машин.....4 ч. лекц.

Грузоподъемные приспособления. Универсальные и специализированные грузозахватные приспособления, влияние их на производительность машины.

Грузозахватные устройства. Крюки однородные и двурогие: материал, области применения, подбор крюков по ГОСТу, конструкции крюковых обойм, расчет элементов обоймы.

Грузовые скобы: конструкции, области применения, расчет.

Подъемные магниты: конструкции, области применения, зависимость подъемного усилия от типа груза.

Грузозахватные приспособления для массовых грузов: грейферы, ковши, бадьи, принцип действия. Схемы. Автоматические захваты для штучных грузов – принцип действия.

Гибкие органы. Полиспасты. Блоки. Барабаны и звездочки.

Стальные проволочные канаты: материал и конструкция, канаты из заневоленной проволоки, методика подбора каната по правилам Госгортехнадзора, долговечность канатов.

Цепи сварные и пластинчатые: материалы и конструкции, области применения, методика подбора цепи.

Блоки: подвижный и неподвижные, коэффициент полезного действия.

Полиспасты: назначение, схемы, расчетные зависимости для определения гибкого органа.

Барабаны и блоки для стальных канатов: определение диаметра по нормам Госгортехнадзора, материалы и конструкция, расчет барабана на прочность, определение канатоемкости при однослойной и многослойной навивке каната, способы закрепления конца каната, допускаемый угол сбега каната.

Звездочки для сварных и пластинчатых цепей: материал, конструкции геометрические размеры.

Остановы и тормоза. Остановы: назначение, области применения, конструктивные разновидности, расчет.

Тормоза: назначение, классификация по назначению и конструктивному выполнению рабочих элементов, по принципу действия. Тормоза колодочные, ленточные, осевые, тормоза замыкаемые весом транспортируемого груза. Тормоза скоростные, безопасные рукоятки – конструктивные разновидности, области применения, основные расчетные зависимости. Выбор места установки тормоза в механизме грузоподъемной машины.

Фрикционные материалы, применяемые в тормозах грузоподъемных машин. Привод тормозного устройства: электромагнитный, электрогидравлический, центробежный. Основные характеристики и области применения выбор магнитов по работоспособности.

3. Механизмы грузоподъемных машин.....2 ч. лекц.

Привод грузоподъемных машин. Классификация и характерные особенности различных типов привода. Крановые электродвигатели. Понятие о естественной и искусственных характеристиках двигателей, о среднем пусковом моменте. Проверка выбора двигателя по нагреву по среднеквадратичному моменту. Влияние режима работы на номинальную мощность двигателя.

Ручной привод: области применения, расчетные зависимости.

Управление работой грузоподъемной машины. Введение элементов автоматизации и новейших способов управления машиной.

Механизмы подъема груза. Схемы механизмов подъема с ручным и механическим приводом. Схемы соединения барабана с редуктором. Анализ процессов установившегося и неустановившегося движения (пуск и торможение). Определение мощности установившегося движения. Методика определения момента, времени пуска и торможения.

Механизмы передвижения. Схемы механизмов передвижения с ручным и механическим приводом. Области применения. Конструкция, материал и расчет ходовых колес. Сопротивление передвижению. Анализ процессов установившегося и неустановившегося движения. Понятие о силе сцепления и запасе сцепления ходовых колес с рельсом. Определение максимально допускаемой величины ускорения при пуске и замедлении при торможении. Методика выбора двигателя и определения тормозного момента для механизма передвижения. Области применения и особенности расчета механизмов с отдельным приводом. Механизмы передвижения, расположенные отдельно от перемещаемого объекта, схемы, особенности расчета.

Механизмы поворота. Схемы механизмов поворота с ручным и механическим приводом. Анализ процессов установившегося и неустановившегося движения. Момент сопротивления повороту. Определение статической мощности. Методика выбора двигателя и определение тормозного момента в зависимости от режима работы. Определение времени пуска и торможения. Конструкция и расчет опор поворотной части крана. Фундаменты поворотных кранов. Противовесы: их назначение и определение необходимого веса. Назначение муфты предельного момента.

Механизмы изменения вылета. Схемы механизмов изменения вылета. Области применения. Основные расчетные зависимости.

Устойчивость передвижения кранов. Понятие о «собственной» и «грузовой» устойчивости крана. Расчетные зависимости.

4. Транспортирующие машины с тяговым органом.....2 ч. лекц

Общие сведения – назначение, основные параметры, определение производительности, понятие о насыпном весе материала, угле естественного отвеса. Зависимость скорости транспортирования от типа груза.

Ленточные транспортеры. Конструктивные схемы. Транспортирные ленты: текстильные, из искусственной ткани, пластмассовые, ленты со стальными канатами, стальная лента, канатная и проволочная. Конструкции, области применения и расчет. Ролики и барабаны – конструкция и размеры. Приводные и натяжные станции: схемы, области применения, основные расчетные зависимости. Загрузка и разгрузка транспортеров. Сопротивления в ленточном транспортере. Определение мощности привода методом обхода по контуру.

Цепные транспортеры. Конструктивные схемы. Области применения. Классификация, типы применяемых цепей. Рабочие элементы - типы, конструкция. Понятие о динамических нагрузках. Уравнительные приводы. Напольные и подвесные транспортеры, грузоведущие транспортеры. Сопротивления в цепном транспортере. Определение мощности привода. Типы приводов.

Элеваторы. Конструктивные схемы, назначения. Области применения, особенности расчета. Процессы загрузки и разгрузки.

5. Транспортирующие машины без тягового органа.....2 ч. лекц.

Гравитационные устройства, роульганги неприводные и приводные, инерционные (качающиеся) транспортеры, винтовые транспортеры, транспортирующие трубы, пневматический транспорт: классификация, области применения, конструктивные схемы, основные расчетные зависимости.

6. Применение транспортирующих машин в поточном производстве и автоматических линиях.....2 ч. лекц.

Роль транспортирующих машин в автоматизации производства. Использование транспортирующих машин в поточном и автоматизированном производстве. Комплексная механизация производственных процессов. Автоматическая и полуавтоматическая загрузка транспортирующих машин. Возможности дальнейшей автоматизации технологических процессов.

Подъемно-транспортные машины, применяемые при изготовлении, сборке и эксплуатации оборудования тех областей промышленности, по которым специализируются студенты.

Итого: 16 ч.

2.2. Лабораторные работы, их наименование и объем в часах.

1. Определение технических характеристик блоков и барабанов
 2. Конструкция и расчет колодочных тормозов
 3. Стальные проволочные канаты
 4. Исследование лебедки
- Всего часов.....14 ч.

2.3. Самостоятельная работа и контроль успеваемости.

2.3.1. Самостоятельная работа и контроль успеваемости для студентов о/ф обучения

Вид самостоятельных работ	Число часов	Вид контроля успеваемости
Проработка лекционного материала по конспекту и учебной литературе.	12	зачет
Подготовка к лаб./р.	10	
Подготовка к зачету	10	
ВСЕГО:	32	

2.3.2. Самостоятельная работа и контроль успеваемости для студентов з/ф обучения

Вид самостоятельных работ	Число часов	Вид контроля успеваемости
Проработка лекционного материала по конспекту и учебной литературе.	3	зачет
Подготовка к лаб./р.	3	
Подготовка к зачету	10	
Выполнение контрольной работы	38	КР
ВСЕГО:	54	

3.1. Распределение часов по темам и видам занятий для студентов очного обучения.

№ и наименование темы дисциплины	Объем работ студента, ч.					Форма контроля успеваемости
	Лекции	Практические занятия	Лабораторная работа	самост. Работа	Всего	
1.Классификация подъемно-транспортных машин.	2	-	2	3	7	ФО, КР, зачет
2.Механизмы подъема, расчет.	4	-	6	3	13	
3.Механизм поворота крана, расчет.	4	-	-	3	7	
4.Механизм передвижения крана или тележки, расчет.	2	-	-	6	8	
5.Механизм изменения вылета стрелы.	2	-	-	3	5	
6.Транспортирующие машины с тяговым органом; без тягового органа.	2	-	6	4	12	
7. Подготовка к зачету.	-	-	-	10	10	
ВСЕГО:	16	-	14	32	62	

ФО – фронтальный опрос, КР – контрольная работа

3.2. Распределение часов по темам и видам занятий для студентов заочного обучения.

№ и наименование темы дисциплины	Объем работ студента, ч.				Форма контроля успеваемости
	Лекции	Лаб.раб	Самостоят. Работа	Всего	
1.Классификация подъемно-транспортных машин.	1	-	1	2	ФО, КР, зачет
2.Механизмы подъема, расчет.	0,5	4	1	5,5	
3.Механизм поворота крана, расчет.	0,5	-	1	1,5	
4.Механизм передвижения крана или тележки, расчет.	0,5	-	1	1,5	
5.Механизм изменения вылета стрелы.	0,5	-	1	1,5	
6.Транспортирующие машины с тяговым органом; без тягового органа.	1	-	1	2	
7. Подготовка к зачету.	-	-	10	10	
8. Выполнение контрольной работы	-	-	38	38	КР(2)
ВСЕГО:	4	4	54	62	

2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ВВЕДЕНИЕ

Современное производство грузоподъемных машин основывается на создании блочных и унифицированных конструкций (редукторов, муфт, тормозов и др.), позволяющих получить наиболее высокий технико-экономический эффект при изготовлении и эксплуатации этих машин. Блочной называют конструкцию, состоящую из самостоятельных узлов-блоков, соединенных между собой посредством легкоразъемных соединений. К таким блокам в кранах можно отнести крюковые подвески, муфты, тормоза, редукторы, ходовые колеса с буксами и т.д. В настоящее время принцип блочности используют не только для

механизмов, но и в металлических конструкциях, что позволяет организовать поточные линии для серийного изготовления унифицированных узлов металлоконструкций с соблюдением взаимозаменяемости узлов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Определение технических характеристик блоков и барабанов (4 часа)

Цель работы: Развитие у студентов навыков правильного применения реальных элементов подъемно-транспортных машин (рис. 1).

Задача работы заключается в том, чтобы исходя из заданных условий работы деталей и сборочных единиц общего назначения, получить навыки их расчета и конструирования; изучить методы, правила и нормы проектирования, обеспечивающие изготовление надежных и экономичных конструкций.

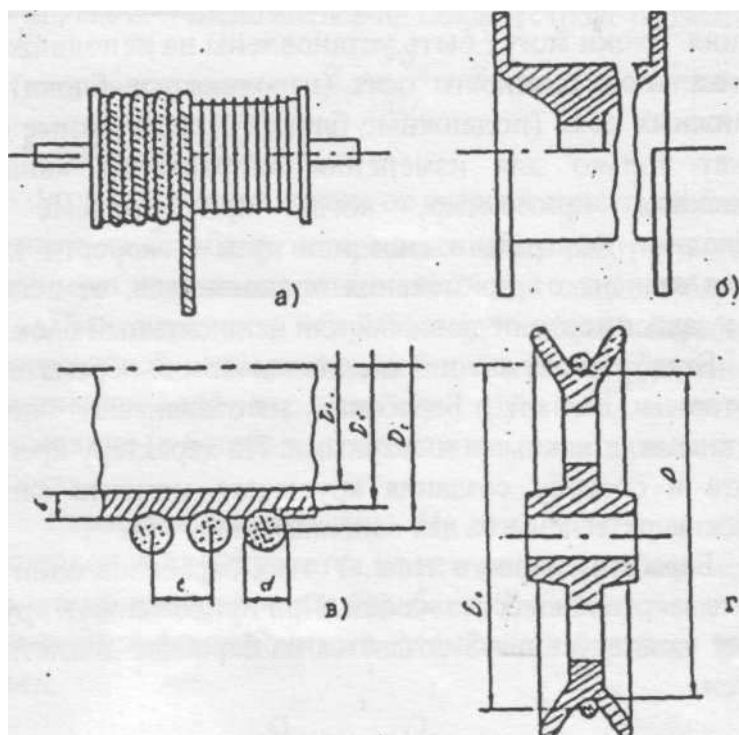


Рис. 1. Подъемно-транспортные устройства:

- а) – схема нарезного барабана; б) – схема гладкого барабана;
в) – схема расположения витков каната на поверхности барабана;
г) – эскиз блока

Обеспечивающие средства

Оборудование и инструменты: барабаны (гладкий и нарезной), блоки, штангенциркуль, кронциркуль, линейка.

Требования к отчету

Оформление лабораторной работы на формате А4, в котором излагаются:
-теоретическая часть;

- практическая часть;
- рисунки, графики, таблицы.

Теоретическая часть

Для изменения направления каната, а также для подвески груза на нескольких ветвях каната служат блоки, изготавливаемые из чугуна или стали (литые или сварные). Диаметр блоков выбирают в зависимости от режима работы подъемного механизма с соблюдением определенных соотношений между диаметром блока и диаметром каната. Форма канавки в блоке должна исключать зацепление и значительное истирание каната. Блоки насаживают, на оси на подшипниках скольжения или качения. Блоки могут быть установлены на неподвижных в вертикальной плоскости осях (неподвижные блоки) и на подвижных осях (подвижные блоки). Неподвижные блоки служат только для изменения направления каната, а подвижные применяют, когда при подъеме груза необходимо выиграть в силе или пути (скорости). КПД блоков зависит от применения подшипников, от величины D/d , в зависимости подвижный или неподвижный блок.

Барабаны служат для наматывания или перематывания канатов и цепей. Барабаны изготавливают литыми, чугунными, стальными и сварными. По характеру крепления каната и способу создания крутящего момента канатные барабаны разделены на два основных типа.

Барабаны первого типа. У этих барабанов один конец каната закреплён жёстко на нём. При приложении к другому концу каната усилия S создается на барабане диаметром D момент

$$M = S \frac{D \cdot 6}{2}.$$

Барабаны с закреплённым канатом бывают гладкие и нарезные, нарезные - цилиндрические и конические. Нарезные барабаны применяют при навивании каната в один слой. Профили канавок на барабанах выбирают такими, чтобы канат не заклинивался в них. Обычно шаг нарезки t равен $t - d + (2-3)$ мм, где d – диаметр каната, а радиус r канавки равен $r = 0.54d$. Преимуществом нарезных барабанов является не только обеспечение правильной укладки каната, но и меньший его износ, так как площадь каната больше, а удельное давление между канатом и канавкой на барабане меньше, чем при гладком барабане. Нарезные барабаны для однослойной укладки могут быть с правой или левой нарезкой, при наматывании одновременно двух ветвей каната (груз подвешен на сдвоенном полиспасте) делают двухстороннюю нарезку канавок. Длина нарезной части барабана для одной ветки каната равна $l \approx Z$, где Z – число витков на каждой строке барабана

$$Z = \frac{H_{in}}{pDb} + Z_k + Z_3,$$

где $Z_k = 1,5$;

$$Z_3 = 2.$$

γ – угол отклонения каната от средней плоскости блока или канавки на барабане, который во время работы подъемного механизма не должен превышать 2° для гладкого барабана и 6° для нарезного барабана. Гладкие барабаны с многослойной навивкой особенно часто применяют в механизмах для перемещения груза на значительные расстояния (в беговых, трелевочных, скреперных и других работах).

Барабаны второго типа. На этих барабанах канат не закреплён, а удерживается на нем силами трения между канатом и поверхностью барабана. Такие барабаны называются фрикционными. Момент на барабане M будет равен:

$$M_{\phi} = M_6 = S \frac{D_6}{2} = (S_{noz} - S_6) \frac{D_6}{2}.$$

Технология выполнения работы

- | | |
|--|----|
| 1. Измерить диаметр блока по дну ручья. | |
| 2. измерить диаметр барабана по дну канавки. | Из |
| 3. досчитать число витков нарезки на поверхности барабана. | По |
| 4. разделить геометрические параметры ручья и канавки. | Оп |
| 5. досчитать возможную канатоемкость барабана. | По |
| 6. разделить потребный диаметр каната. | Оп |
| 7. значениям диаметров барабана и каната определить возможный режим работы механизма, | По |
| 8. чертить схему одинарного или сдвоенного полиспаста с заданной (индивидуально) кратностью. | Вы |
| 9. ставить отчет по схемам блока барабана и полиспаста. | Со |

Расчетные зависимости

$$t = d + (2 \div 3); d = \frac{D_6}{(e-1)\beta}; D_6 = d(e-1)\beta; l = zt;$$

$$z = \frac{Hin}{rD_6} + Z_k + Z_s; L = z\pi D_0; D_0 = D_6 + d; r = 0,54d,$$

где d – диаметр каната (мм);

D – диаметр блока (барабана) по дну канавки (мм);

D_0 – диаметр блока (барабана) по нейтральной оси каната (мм);

L – канатоемкость барабана (мм);

z – число витков на барабанае;

β – коэффициент ($\beta = 0.9$);

e – коэффициент $e = 20$ при ПВ 15%; $e = 25$ при ПВ 25%;

$e = 3$ при ПВ 40%;

t – шаг нарезки;

i_n – кратность полиспаста;

r – радиус канавки;

H – высота подъема;

Z_k – число витков каната в узле зажима планкой;

Z_3 – запасное число витков каната;

l – длина нарезной части барабана.

Контрольные вопросы:

1. Что называется полиспастом?

2. Назначение барабанов.
3. Барабаны первого и второго типа.
4. Определение КПД системы подвешивания.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Конструкция и расчет колодочных тормозов (4 часа)

Цель работы: Ознакомить студентов с конструкцией и работой тормоза, развитие навыков практического использования тормоза в механизмах (рис. 1, 2).

Задача работы заключается в том, чтобы исходя из заданных условий работы деталей и сборочных единиц общего назначения, получить навыки их расчета и конструирования; изучить методы, правила и нормы проектирования, обеспечивающие изготовление надежных и экономичных конструкций.

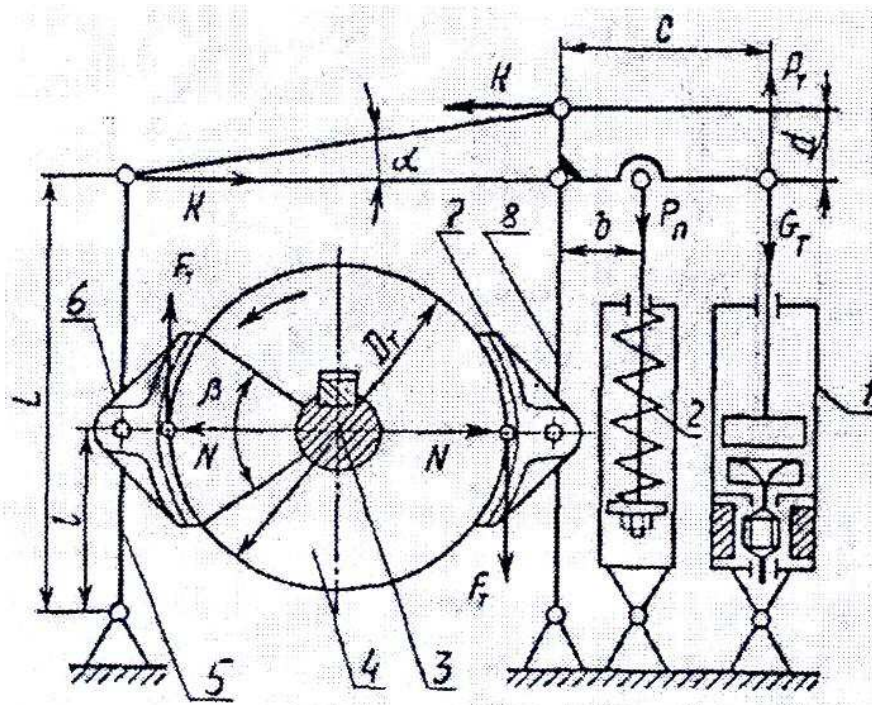


Рис. 1. Колодочный тормоз:
 1 – гидротолкатель, 2 – замыкающая пружина, 3 – вал, 4 – диск (шків),
 5, 8 – стойки, 6, 7 – колодки

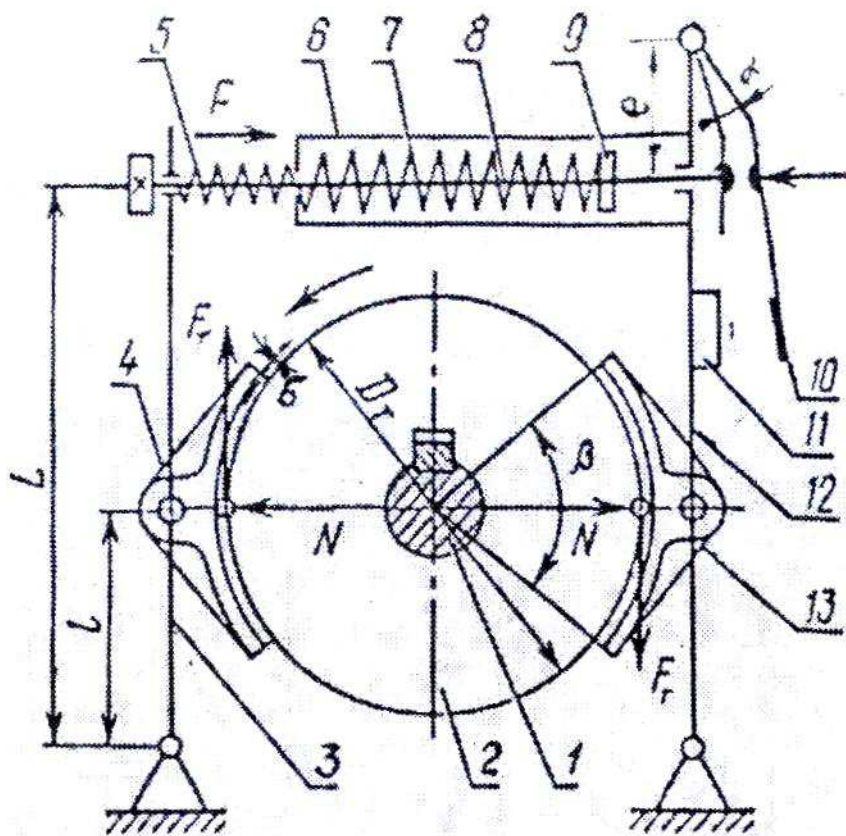


Рис. 2. Колодочный тормоз:

1 – вал, 2 – диск (шків), 3, 12 – стойки, 4, 13 – колодки, 5 – вспомогательная пружина, 6 – стакан, 7 – главная пружина, 8 – шток, 9 – регулируемый упор, 10 – клапан, 11 – магнит

Обеспечивающие средства

Оборудование и инструменты: тормоза, штангенциркуль, кронциркуль, линейка.

Требование к отчету

Оформление лабораторной работы на формате А4, в котором излагаются:

- теоретическая часть;
- практическая часть;
- рисунки, графики, таблицы.

Теоретическая часть

Торможение механизма (умножение скорости движения или полная остановка) достигается путем поглощения деталями тормоза части или всей кинетической энергии вращающихся и поступательно движущихся масс, жестко связанных с валом, на котором установлен тормоз. Начало торможения наступит, когда работа сил сопротивления начнет поглощать работу движущих сил. Торможение осуществляется введением в механизм дополнительных внешних сопротивлений в виде сил трения, под действием которых на соответствующем звене кинематической цепи механизма возникает тормозящий (останавливающий) момент.

По назначению тормоза бывают – стопорные, спускные и регуляторы скорости; по конструкции – колодочные, ленточные, дисковые, колодочно-дисковые; по характеру дей-

ствия – управляемые и автоматические, начинающие действовать при отключении двигателя или перегрузке; по системе включения – нормально разомкнутые и нормально замкнутые.

Стопорные тормоза служат для остановки и удержания груза на необходимой высоте.

Спускные тормоза, кроме удержания груза на весу, работают в период движения для подтормаживания. Регуляторы скорости предназначены для регулирования скорости спуска груза в ограниченном диапазоне; удерживать груз они не могут.

К управляемым относятся тормоза колодочные, ленточные, дисковые, конические, электромагнитные, порошковые; к автоматическим – грузоупорные и центробежные. Нормально разомкнутый (открытый) тормоз при работе подъёмного механизма находится в открытом незатормаживающем состоянии. Нормально замкнутый тормоз при не работающем крановом механизме включен (заторможен). Для пуска механизма и его работы к такому тормозу прилагается усилие для растормаживания. Замкнутые тормоза безопаснее открытых.

Величину потреблённого тормозного момента M_T , по которому подбирают тормоз, определяют по зависимости:

$$M_T = M_{кр} \cdot K_T,$$

где $M_{кр}$ – действующий крутящий момент на валу, которого необходимо затормозить;

K_T – коэффициент запаса, которым должен обладать тормоз по нормам Гостехнадзора.

Двухколодочные тормоза могут быть с наружными колодками (рис. 1, 2). Прижатие колодки осуществляется пружинами – пружинное замыкание. Пружины могут быть расположены горизонтально (рис. 1) и вертикально (рис. 2).

Технология выполнения работы

1. Записать тормозной момент, задаваемый преподавателем (тормоз ТКТ-200 рис. 2, тормоз ТКТ-160, рис. 1).
2. Измерить диаметр, ширину тормозного шкива, угол охвата тормозного шкива.
3. Определить необходимую силу трения между колодкой и шкивом.
4. Определить усилие прижатия колодки к тормозному шкиву.
5. Проверить колодки на удельное давление.
6. Проверить колодки на нагрев по удельной мощности трения.
7. Определить усилие в рабочей пружине с учётом действия якоря магнита и вспомогательной пружины.
8. Измерить и определить необходимый диаметр проволоки для рабочей пружины.
9. Измерить число рабочих витков и средний диаметр пружины. Определить жесткость рассчитываемой рабочей пружины.
10. Определить наибольшее напряжение в данной пружине.
11. Определить отход колодок.
12. Определить работу электромагнита.
13. Определить работу растормаживания колодок.
14. Определить усилие магнита на штоке при растормаживании.

Расчетные зависимости

1.
$$F_T = \frac{M_T}{D_T},$$

где M_T – тормозной момент, (Нм),
 D_T – диаметр тормозного шкива, (м),
 F_T – сила трения, (Н);

$$N = \frac{F_T}{f},$$

где f – коэффициент трения для тормозной ленты типа А по стали при отсутствии смазки, ($f = 0,37$),
 N – усилие прижатия колодки, (Н).

$$2. \quad p = \frac{N}{BL},$$

где B – рабочая ширина колодки, (м),
 L – длина дуги колодки, (м);

$$L = \frac{pD_T B}{360},$$

где p – удельное давление, (МПа).

$$3. \quad A = p \cdot V \cdot f,$$

где V – расчетная скорость на ободу шкива, (м/с);

$$V = \frac{pD_T n_s}{60},$$

где $n_s = 915 \text{ мин}^{-1}$,

A – удельная мощность трения, (МН/мс),
 $[A]$ – допускаемая (1,5-2,0 МН/мс).

$$4. \text{ (Рис. 1.)} \quad kd = P_n \cdot b, P_r = \frac{M_T ld}{LfD_T b \eta_p},$$

где P_n – усилие в пружине, (Н),

η_p – КПД рычагов, (0,95);

$$P_T = \frac{M_T ld}{LfD_T C \eta_p} + G_T,$$

где P_T – усилие на штоке гидротолкателя масса толкателя, $G_T = 90\text{Н}$ для растормаживания.

5. (Рис. 2.)
$$F_p = N \frac{l}{L} + \frac{M_{\text{я}}}{e} + F_{\text{в}},$$

где $\frac{M_{\text{я}}}{e}$ – усилие, действующее на шток от силы тяжести массы якоря, (Н),

$F_{\text{в}}$ – усилие вспомогательной пружины, (30-50Н),

F_p – усилие рабочей пружины, (Н);

$$d_{\text{кр}} = 1.6 \sqrt{\frac{KF_0 C}{[T]}},$$

где $F_0 = F_p \cdot K_0$ (K_0 – коэффициент запаса 1,25-1,5),

F_0 – расчетная сила;

$c = \frac{D_{\text{ср}}}{d_{\text{пр}}}$ – индекс пружины круглого сечения, ($C = 6$),

$D_{\text{ср}}$ – средний диаметр пружины,

$d_{\text{пр}}$ – диаметр проволоки,

$[\phi]$ – допускаемые напряжения на кручение,

$[\phi] = 400$ МПа,

K – коэффициент сечения и кривизны витка пружины ($\kappa = 1,24$);

$$Z = \frac{Gd_{\text{пр}}^4}{8D_{\text{ср}}^3 n},$$

где G – модуль сдвига для стали, (8,10 МПа),

n – число рабочих витков,

Z – жесткость пружины, (Н/мм).

6.
$$\phi_{\text{max}} = \frac{8D_{\text{ср}} F_{\text{max}} K}{p \cdot d_{\text{пр}}^3},$$

где $F_{\text{max}} = F_p + Z \cdot h$,

h – дополнительное сжатие пружины;

$$h = \bar{\phi} \cdot e$$

$\bar{\phi}$ – угол поворота якоря электромагнита,

ϕ_{max} – наибольшее напряжение, (МПа).

7.
$$d = h \frac{l}{L},$$

где D – отход колодок шкива, (мм).

$$8. \quad W_{\text{эм}} = M_{\text{эм}} \cdot b,$$

где $M_{\text{эм}}$ – момент якоря, (Нм),

$W_{\text{эм}}$ – работа электромагнита, (Нм).

$$9. \quad W_r = \frac{2N_d}{0.93},$$

где z – КПД рычажной системы тормоза, ($\eta=0,95$),

W_r – растормаживания колодок, (Нм).

$$10. \quad F_{\text{эм}} = \frac{M_{\text{эм}}}{e},$$

где $F_{\text{эм}}$ – усилие магнита на штоке при растормаживании.

Контрольные вопросы:

1. Назначение тормозов.
2. Конструкции тормозов.
3. Управление тормозами.
4. Условие работы тормозов.
5. Определение усилия основной пружины.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Стальные проволочные канаты (4 часа)

Цель работы: Развитие у студентов навыков практического применения знаний при использовании реальных элементов подъемно-транспортных машин по назначению, определение параметров стальных канатов (рис. 1).

Задача работы заключается в том, чтобы исходя из заданных условий работы деталей и сборочных единиц общего назначения, получить навыки их расчета и конструирования; изучить методы, правила и нормы проектирования, обеспечивающие изготовление надежных и экономичных конструкций.

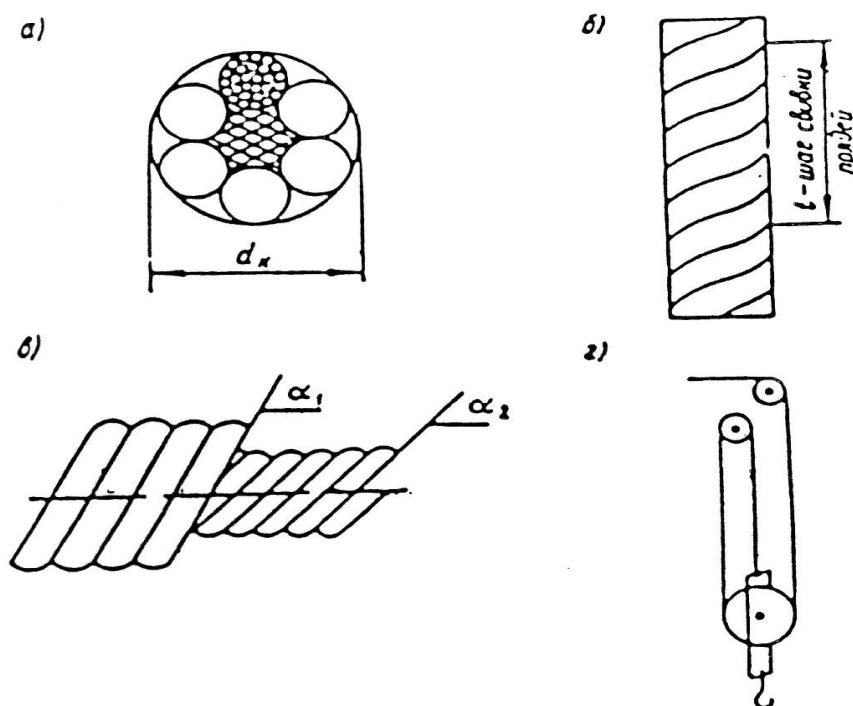


Рис. 1. Подъемно-транспортные устройства

Обеспечивающие средства:

Оборудование и инструменты: канаты, штангенциркуль, кронциркуль

Требования к отчету

Оформление лабораторной работы на формате А4, в котором излагаются:

- теоретическая часть;
- практическая часть;
- рисунки, графики, таблицы.

Теоретическая часть

Стальные канаты, изготавливаемые из большого числа отдельных проволок, обладают повышенной прочностью и малой изгибной жесткостью, что обуславливает их применение в кранах.

Конструкции канатов нормированы рядом ГОСТ. Согласно ГОСТ 3241-80 по конструкции различают канаты: одинарной свивки из проволок, свитых по спирали в один или несколько концентрических слоев; двойной свивки, состоящие из прядей, свитых в один или несколько концентрических слоев; тройной свивки из свитых канатов двойной свивки.

Применяемые для кранов канаты и пряди в канатах имеют круглые поперечные сечения. По типу свивки прядей и канатов одинарной свивки различают канаты ТК – с точечным касанием проволок между слоями; ЛК – с линейным касанием проволок между

слоями; ТЛК – с комбинированным точечно-линейным касанием проволок. По материалу сердечника различают канаты: ОС – с органическим сердечником из натуральных или синтетических материалов, предохраняющих благодаря пропитке смазкой внутренние части от коррозии и способствующих уменьшению истирания проволок; МС – с металлическим сердечником. По способу свивки различают канаты: Н – нераскручивающиеся (пряжи в канатах двойной и тройной свивки) наружные пряжи многопрядных канатов проволоки в канатах одинарной свивки сохраняют свое положение после снятия перевязок и заварки с конца каната, при этом металлические сердечники можно изготавливать раскручивающимися; Р – раскручивающиеся (пряжи и проволоки не сохраняют своего положения в канате после снятия перевязок и заварки с конца каната). По направлениям свивки различают канаты правой свивки (П) и левой свивки (Л). Направление свивки имеет значение только при гладких барабанах. По сочетанию направлений свивки каната и его элементов в канатах двойной и тройной свивки различают канаты: крестовой свивки; О – односторонней свивки; К – комбинированной свивки. По механическим свойствам различают канаты из проволоки марок В, I и II. По виду покрытия поверхности проволок в канате различают канаты: без покрытия; ОЖ – с цинковым покрытием проволоки для особо жестких агрессивных условий работы; Ж – с цинковым покрытием проволоки для средних агрессивных условий работы; П – с покрытием каната или прядей искусственными материалами.

Для кранов применяют канаты грузового назначения, обозначаемые буквой Г. По точности изготовления различают канаты нормальной точности и повышенной (Т). Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву проволок принимается обычно в пределах 1372-1764 МПа (140-180 кгс/мм), изредка до 1960 МПа (200 кгс/мм). По правилам Госгортехнадзора канаты рассчитывают на растяжение, исходя их коэффициента К запаса прочности каната при разрывном усилии его в целом $S_{раз}$:

$$K > \frac{S_{раз}}{S},$$

где S – наибольшее натяжение ветви каната с учетом КПД.

Диаметр D блока (по дну канавки) выбирают в зависимости от диаметра каната d :

$$D > d \cdot (e-1).$$

Диаметр барабана определяется:

$$D_6 = d \cdot (e-1) \cdot \beta,$$

где e выбирается из таблиц, а β – коэффициент, учитывающий конструкцию каната, принимается за 0,9.

Обозначение, к примеру, каната диаметром 12 мм грузового назначения из проволоки без покрытия, марки В, левой односторонней свивки, нераскручивающейся, маркировочной группы 1764 МПа (180 кг/мм):

Канат 12-Г-В-Л-О-Н-1764 (180) ГОСТ 2888-80.

Технология выполнения работы:

1. Измерить диаметр каната и длину шага свивки.
2. Подсчитать число прядей и число проволок в пряди.
3. Определить тип контакта между слоями проволок, определить тип сердечника.
4. Начертить схему конструкции каната.
5. Определить разрывное усилие и максимальное усилие в канате при заданном ре-

жиме работы.

6. Определить потребный для данного каната диаметр блока и барабана.
7. Вычислить схему полиспаста с заданной (индивидуально) кратностью.
8. Составить отчет.

Расчетные зависимости:

$$S > \frac{S_{\text{раз}}}{K},$$

$$D > d \cdot (e-1),$$

$$D_6 = d \cdot (e-1) \cdot \beta,$$

где $S_{\text{раз}}$ – разрывное усилие, определяемое по таблицам и диаметру каната, Н;

K – запас прочности; принимать = 5,0 при ПВ 15%; = 5,5 при ПВ 25 %; = 6,0 при ПВ 40 %;

S – максимальное усилие в канате, Н;

D_6 – Диаметр барабана (потребный) по дну канавки, мм;

D – диаметр блока (по дну канавки), мм;

e – коэффициент запаса, принимать $e = 20$ при ПВ 15 %, $e = 25$ при ПВ 25 %, $e = 30$ при ПВ 40 %;

β – коэффициент, учитывающий трение о реборды (принимать = 0,9).

Контрольные вопросы:

1. Конструкция канатов;
2. Обозначения по ГОСТ;
3. Что такое шаг свивки?
4. Типы контактов между слоями

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Исследование лебедки (4 часа)

Цель работы: Ознакомление студентов с конструкцией, работой и регулировкой механизма подъема груза, развитие навыков обращения с реальными механизмами, определение параметров лебедки, определение возможной области применения лебедки (рис. 1).

Задача работы заключается в том, чтобы исходя из заданных условий работы деталей и сборочных единиц общего назначения, получить навыки их расчета и конструирования; изучить методы, правила и нормы проектирования, обеспечивающие изготовление надежных и экономичных конструкций.

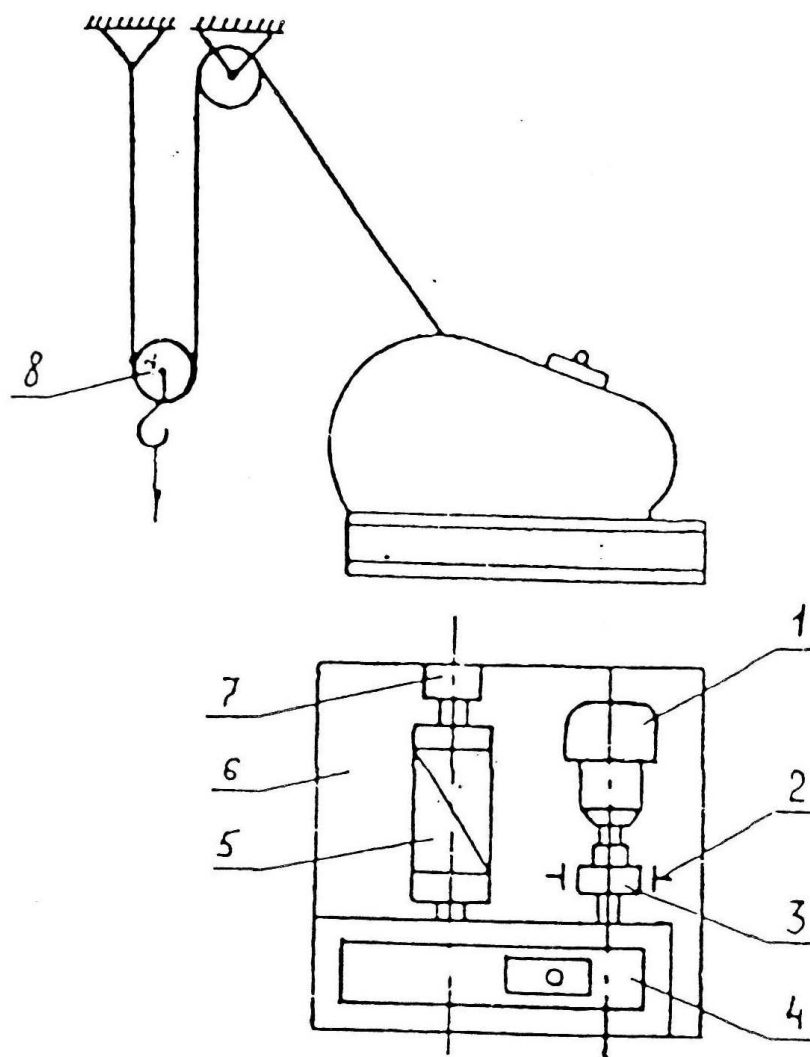


Рис. 1. Лебедка:

1 – электродвигатель, 2 – тормоз, 3 – муфта тормозная, 4 – редуктор, 5 – барабан, 6 – рама лебедки, 7 – опора барабана, 8 – полиспаст

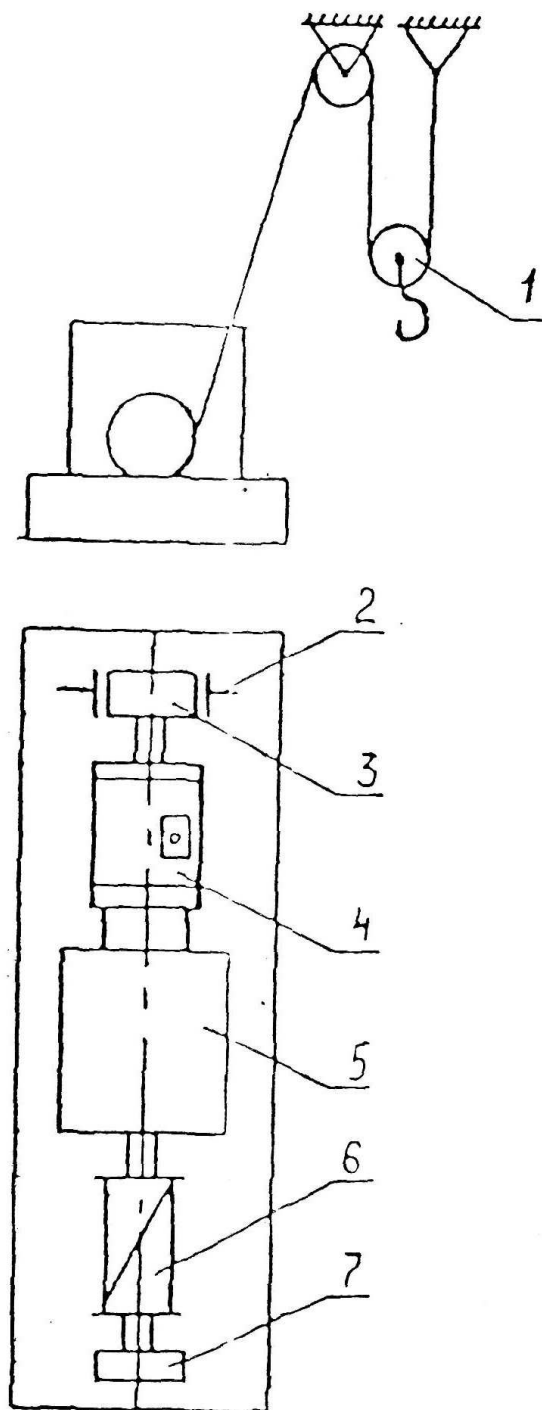


Рис. 2. Лебедка:

1 – полиспаст, 2 – тормоз, 3 – муфта тормозная, 4 – электродвигатель, 5 – редуктор, 6 – барабан, 7 – опора барабана

Обеспечивающие средства:

Оборудование и инструменты: лебедки, штангенциркуль, секундомер, кронциркуль, линейка.

Требования к отчету

Оформление лабораторной работы на формате А4, в котором излагаются:
-теоретическая часть;
-практическая часть;
-рисунки, графики, таблицы.

Теоретическая часть

По назначению приводные лебедки делятся на грузоподъемные и тяговые, определяющим для отнесения к тому или иному виду является направление усилия в ветви каната, к которой приложено полезное сопротивление. Если это полезное сопротивление направлено вертикально, то лебедка является грузоподъемной, если горизонтально или под углом, то тяговой. Лебедки могут иметь привод электрический, гидравлический, пневматический. По системе спуска груза различают лебедки со свободным спуском груза – нереверсивные и с силовым спуском груза – реверсивные. Лебедки разделяют по роду гибкого органа на канатные и цепные, канатные – на лебедки с закреплением каната на барабане и без закрепления, к последним относятся лебедки с канатоведущими и зажимными шкивами, с горизонтальными или фрикционными барабанами. По числу барабанов – на одно-, двух- и многобарабанные. По типу опорной базы и способу установки – на стационарные (напольные и настенные), переносные и подвижные, самоходные; подвесные и навесные для канатных установок. По системе связи барабана с приводом – на лебедки с жесткой кинематической связью, в последних барабан включается и выключается с помощью фрикционных муфт. Лебедки, барабаны которых имеют фрикционным включение и выключение, называются фрикционными, а лебедки, у которых барабан или вал связаны с неразъемными звеньями – зубчатыми, червячными, цепными, клиноременными, лебедками с жесткой связью. Лебедки с кинематической связью могут быть с цилиндрическими, коническими или цилиндроконическими барабанами. Лебедки с коническими или цилиндроконическими барабанами применяют в тех случаях, когда в течение цикла работы машины необходимы различные скорости каната. Скорости каната приходится изменять в связи с технологическими требованиями.

Технология выполнения работы:

1. Измерить габаритные размеры электродвигателя, редуктора, барабана, рамы.
2. Измерить диаметр каната на барабане.
3. Измерить диаметр и ширину тормозного шкива.
4. Определить передаточное число редуктора.
5. Определить мощность с учетом режимов и частоту вращения вала электродвигателя по техническим характеристикам крановых двигателей.
6. Определить скорость подъема груза с учетом кратности полиспасов.
7. Определить возможный предельный тормозной момент с учетом параметров тормоза.
8. Вычертить схему применения лебедки в механизме подъема груза с одинарным (2-4) кратным полиспастом.
9. Рассчитать тормоз.
10. Составить отчет с включением в него схем отчетов.

Расчетные зависимости

$$\begin{array}{ll}
 1) & V_r = \frac{S}{t}, \\
 2) & V_{\sigma} = \frac{V_r}{i_n}, \\
 3) & D_{\sigma} = (e-1)Bd_k, \\
 4) & D_0 = D_{\sigma} + d_k, \\
 5) & V_{\sigma} = pD_0n_{\sigma}, \\
 6) & u = \frac{n_3}{n_{\sigma}}, \\
 7) & n_3 = u \cdot n_{\sigma}, \\
 8) & Q = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot n_{эл}}{V_{\sigma}}, \\
 9) & M_T = \frac{QD_0^3}{2i_n u} \cdot K_T.
 \end{array}$$

$$F_T = \frac{M_T}{D_T},$$

где M_T – тормозной момент, (Нм);

D_T – диаметр тормозного шкива, (м);

F_T – Сила трения, (Н).

$$N = \frac{F_T}{f},$$

где f – коэффициент трения для тормозной ленты типа А по стали при отсутствии смазки, ($f = 0,37$);

N – усилие прижатия колодки, (Н).

$$P = \frac{N}{BL},$$

где B – рабочая ширина колодки, (м);

L – длина дуги колодки, (м),

$$L = \frac{pD_T B}{360};$$

P – удельное давление, (МПа).

$$A = p \cdot V \cdot f,$$

где V – расчетная скорость на ободу шкива, (м/с),

$$V = \frac{pD_T n_3}{60};$$

A – удельная мощность трения, (МН/м с),

[A] – допускаемая (1,5-2,0 МН/м с), (см. рис. 1).

$$kd = P_n \cdot b, P_n = \frac{M_T ld}{LfD_T b z_p},$$

где P_n – усилие в пружине, (Н);

z_p – КПД рычагов, (0,95).

$$P_T = \frac{M_T ld}{LfD_T c z_p} + G_T,$$

где P_T – усилие на штоке гидротолкателя для растормаживания,

где $n_{эл}$ – частота вращения электродвигателя;

i – передаточное число редуктора;

D_0 – диаметр барабана по нейтральной оси каната;

d_k – диаметр каната, (мм);

D_6 – диаметр барабана, (мм);

V_r – скорость подъема груза, (м/мин);

Q – вес груза, (Н);

η – КПД механизма, ($\eta = 0,85$);

P_3 – мощность электродвигателя, (кВт);

M_T – статический тормозной момент, (Н м);

i_n – кратность полиспаста;

$K_T = 1,5$ – коэффициент запаса торможения.

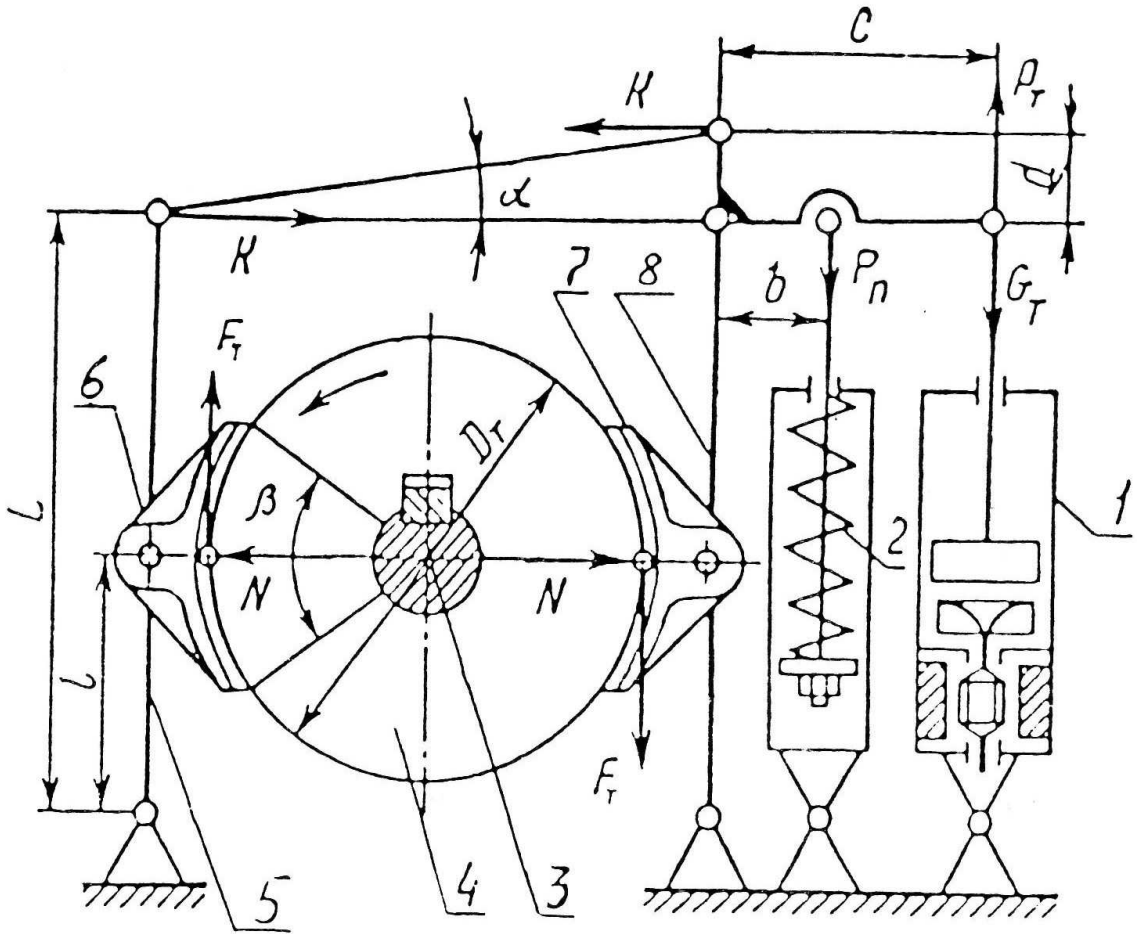


Рис. 3. Тормоз с гидротолкателем:
 1 – гидротолкатель, 2 – замыкающая пружина, 3 – вал, 4 – диск (шкив),
 5, 8 – стойки, 6, 7 – колодки

Контрольные вопросы:

1. Какие технические параметры имеет лебедка?
2. Условия работы тормоза.
3. Что такое кратность полиспаста?
4. Как определить общее передаточное число?

**3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
 ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск и систематизацию учебных материалов по дисциплине, переработку и освоение материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью перечисленных вопросов и заданий.

Наименование темы дисциплины	Вопросы и задания
Введение	Назовите основные направления в развитии конструкции машин. Дайте определение понятий: деталь, сборочная единица; классификацию деталей машин.

Грузоподъемные машины	<p>Выучите классификацию грузоподъемных машин, их назначение, основные элементы, назначение основных механизмов.</p> <p>Дайте характеристику грузоподъемных машин и их соответствие ГОСТам.</p> <p>Повторите следующие разделы: Ряды грузоподъемностей отдельных видов машин. Особенности работы в повторно – кратковременном режиме. Характеристика режимов работы грузоподъемных машин. Определение расчетных нагрузок и допускаемых напряжений с учетом режима работы. Особенности расчета подшипников и зубчатых передач ПТМ с учетом повторно-кратковременного режима работы и различных случаев нагружения.</p>
Элементы грузоподъемных машин	Дайте определения следующих понятий: Грузоподъемные приспособления. Гибкие органы. Остановы и тормоза.
Механизмы грузоподъемных машин	Повторите следующие разделы: Привод грузоподъемных машин. Механизмы подъема груза. Механизмы передвижения. Механизмы поворота. Механизмы изменения вылета. Устойчивость передвижения кранов.
Транспортирующие машины с тяговым органом	Перечислите основные параметры, определение производительности, понятие о насыпном весе материала, угле естественного отвеса. От чего зависит скорость транспортирования от типа груза? Повторите следующие разделы: Ленточные транспортеры. Цепные транспортеры. Элеваторы.
Транспортирующие машины без тягового органа	Дайте определения следующих понятий: Гравитационные устройства, рольганги неприводные и приводные, инерционные (качающиеся) транспортеры, винтовые транспортеры, транспортирующие трубы, пневматический транспорт: классификация, области применения, конструктивные схемы, основные расчетные зависимости.
Применение транспортирующих машин в поточном производстве и автоматических линиях	<p>Повторите следующие разделы: Роль транспортирующих машин в автоматизации производства. Использование транспортирующих машин в поточном и автоматизированном производстве. Комплексная механизация производственных процессов. Автоматическая и полуавтоматическая загрузка транспортирующих машин. Возможности дальнейшей автоматизации технологических процессов.</p> <p>Подъемно-транспортные машины, применяемые при изготовлении, сборке и эксплуатации оборудования тех областей промышленности, по которым специализируются студенты.</p>

4. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

4.1 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету по курсу ДМ и ПТМ.

- Транспортирующие машины.
- Гидротранспорт.
- Пневмотранспорт.
- Конвейеры без тягового элемента.
- Механизм изменения вылета стрелы.
- Схемы механизмов подъема грузов.
- Подбор электродвигателя механизма поворота крана и определение передаточного числа этого механизма.
- Динамические расчеты механизма подъема грузов.
- Динамические расчеты механизма поворота крана..(Проверка электродвигателя по времени пуска, определения тормозного момента).
- Грузозахватные приспособления.
- Стальные проволочные канаты и их подбор по стандарту.
- Подбор электродвигателя механизма поворота крана и определение передаточного числа этого механизма.
- Конструкция и расчет колодочного тормоза.
- Динамические расчеты механизма передвижения крановых тележек и кранов. (Проверка электродвигателя по времени пуска, определение тормозного момента).
- Проверка электродвигателя механизма подъема по времени пуска.
- Ленточный конвейер.
- Статический расчет механизмов передвижения крановых тележек и кранов (определение сопротивлений передвижению, подбор электродвигателя и редуктора).
- Режимы работы крановых механизмов.
- Выбор электродвигателя и редуктора механизма подъема груза.
- Проверка устойчивости кранов.
- Схема механизмов передвижения и определение нагрузок на колеса крановых тележек и кранов.
- Классификация ПТМ.
- Барабаны и их расчет.
- Полиспасты и их КПД.
- Система подвешивания груза к барабану и ее КПД.

4.2 Тесты по курсу ДМ и ПТМ

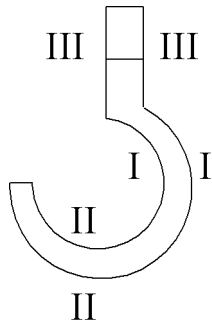
1. Где отсутствует механизм подъема груза:

- а) люстовый кран,
- б) ленточный конвейер,
- в) велосипедный кран?

2. Легкий режим работы ПТМ (какой):

- а) 15 %,
- б) 25 %,
- в) 40 %?

3. Где опасное сечение у крюка:



- а) I?
- б) II,
- в) III?

4. Проверочный расчет барабана проводится по:

- а) τ_c ,
- б) τ ,
- в) τ_p ?

5. Что является канатом одинарной свивки:

- а) прядь,
- б) трос,
- в) кабель?

6. Что такое кратность полиспаста:

- а) i_n ,
- б) η_n ,
- в) η ?

7. Что является усилием рабочей пружины:

- а) F_1 ,
- б) F_2 ,
- в) S ?

8. Какое условие должно выполняться для работы тормоза:

- а) $W_{эл.} > W_p$,
- б) $W_{эл.} = W_p$,
- в) $W_{эл.} < W_p$?

9. В чем заключается расчет механизма подъема в периоды неустановившегося режима работы:

- а) $M_{ст.}$,
- б) $M_{пуск.}$,
- в) $M_{тор.}$?

10. Что является усилием в штоке при расчете тормоза:

- а) S ,
- б) F_1 ,
- в) F_2 ?

5. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Гулиа, Н. В. Детали машин [Электронный ресурс] : учебник / Н. В. Гулиа, В. Г. Клоков, С. А. Юрков ; под ред. Н. В. Гулиа ; Издательство "Лань" (ЭБС). – Изд. 3-е, стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 416 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/5705/>.

Дополнительная учебная, учебно-методическая литература

1. Анухин, В. И. Допуски и посадки [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Технологические машины и оборудование" и направлениям подготовки дипломированных специалистов "Машиностроительные технологии и оборудование" и "Технологические машины и оборудование" / В. И. Анухин. – 3-е изд. – Москва : Питер, 2005. – 207 с. – (Учебное пособие).

2. Детали машин [Текст] : метод. указ. по выполн. лаб. работ "Определение технических характеристик блоков и барабанов" / сост. В. И. Чудов. – Сыктывкар : СЛИ, 2003. – 10 с.

3. Детали машин [Текст] : метод. указ. по проведению лаб. работы "Определение технических характеристик стальных канатов" / сост. В. И. Чудов. – Сыктывкар : СЛИ, 2003. – 11 с.

4. Детали машин и основы конструирования [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по агроинженерным спец. / под ред. М. Н. Ерохина. – Москва : КолосС, 2005. – 462 с. : ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

5. Детали машин и основы конструирования. Самостоятельная работа студентов [Текст] : метод. указ. для подготовки дипломированных специалистов по спец. 150405 "Машины и оборудование лесного комплекса", 190603 "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования", 190601 "Автомобили и автомобильное хозяйство", 110301 "Механизация сельского хозяйства", 110302 "Электрификация и автоматизация сельского хозяйства", 250401 "Лесоинженерное дело", 250403 "Технология деревообработки" / Федеральное агентство по образованию, Сыкт. лесн. ин-т – фил. ГОУ ВПО "С.-Петербург. гос. лесотехн. акад. им. С. М. Кирова", Каф. техн. механики ; сост. И. Н. Сухорук. – Сыктывкар : СЛИ, 2008. – 60 с.

6. Дунаев, П. Ф. Детали машин. Курсовое проектирование [Текст] : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования, обучающихся по машиностроит. спец. / П. Ф. Дунаев. – 5-е изд. доп. – Москва : Машиностроение, 2004. – 560 с.

7. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по машиностроит. направлениям и спец. / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – 9-е изд., перераб. и доп. – Москва : Академия, 2006. – 496 с.

8. Иванов, М. Н. Детали машин [Текст] : учеб. для студ. вузов / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. – Изд. 12-е, испр. – Москва : Высш. шк., 2008. – 408 с. – (Для высших учебных заведений).

9. Определение КПД зубчатого редуктора [Текст] : метод. указ. по выполн. лаб. работ / Сыкт. лесн. ин-т (фил.) ; сост. : В. И. Чудов. – Сыктывкар : СЛИ, 2003. – 19 с.

10. Определение КПД червячной передачи [Текст] : метод. указ. по выполн. лаб. работ / сост. : В. И. Чудов. – Сыктывкар : СЛИ, 2003. – 15 с.

11. Остяков, Ю. А. Курсовое проектирование деталей конкурентоспособных машин [Текст] : [учеб. для студ. сред. проф. учеб. заведений] / Ю. А. Остяков. – Москва : Высш. шк., 2005. – 223 с.

12. Тюняев, А. В. Детали машин [Электронный ресурс] : [учебник для студентов вузов, обучающихся по машиностроительным специальностям] / А. В. Тюняев, В. П. Звездаков, В. А. Вагнер ; Издательство "Лань" (ЭБС). – Изд. 2-е, испр. и доп. – Санкт-

Петербург : Лань, 2013. – 736 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/5109/>.

13. Чернилевский, Д. В. Детали машин и основы конструирования [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Агроинженерия" / Д. В. Чернилевский. – Москва : Машиностроение, 2006. – 656 с. – (Для вузов).

Дополнительная литература

1. Абрамович, И. И. Грузоподъемные краны промышленных предприятий [Текст] : справочник / И. И. Абрамович, В. Н. Березин, А. Г. Яуре. – Москва : Машиностроение, 1989. – 360 с.

2. Вайнсон, А. А. Крановые грузозахватные устройства [Текст] : справочник / А. А. Вайнсон, А. Ф. Андреев. – Москва : Машиностроение, 1982. – 304 с.

3. Гжиров, Р. И. Краткий справочник конструктора [Текст] / Р. И. Гжиров. – Ленинград : Машиностроение, 1984. – 464 с.

4. Подшипники [Текст]. – Москва : Изд-во НИИ "Подшипник-МНИАП".

Ч. 3 : Подшипники. Свободные детали. Система условных обозначений : справ. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – 2002. – 60 с.

5. Подшипники [Текст]. – Москва : Изд-во НИИ "Подшипник-МНИАП".

Ч. 7 : Подшипники качения отечественных и импортных грузовых и легковых автомобилей, автобусов и микроавтобусов, троллейбусов и трейлеров : справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – 2003. – 372 с.

6. Подшипники [Текст]. – Москва : Изд-во НИИ "Подшипник-МНИАП".

Ч. 10 : Номенклатура, отечественные аналоги и условные обозначения подшипников производства зарубежных фирм : справочник-каталог. – 3-е изд., доп. и перераб. – 2005. – 410 с.

7. Справочник по кранам [Текст] : в 2-х томах. Т. 1. Характеристики материалов и нагрузок. Основы расчета кранов, их приводов и металлических конструкций / под общ. ред. : М. М. Гохберга. – Ленинград : Машиностроение, 1988. – 536 с.

8. Справочник по кранам [Текст] : в 2-х томах. Т. 2. Характеристики и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы, их детали и узлы. Техническая эксплуатация кранов / под общ. ред. : М. М. Гохберга. – Москва : Машиностроение, 1988. – 559 с.