

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра горных машин и комплексов

Составитель Н. В. Ерофеева

ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

**Методические указания к самостоятельной работе
по дисциплине
«Грузоподъемные машины и механизмы»**

Рекомендовано учебно-методической комиссией специальности
21.05.04 Горное дело, специализации 09 Горные машины
и оборудование в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2022

Рецензенты:

Ананьев К. А. – доцент, зав. кафедрой горных машин и комплексов, КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева, председатель учебно-методической комиссии специальности 21.05.04 Горное дело, 21.05.04.09 Горные машины и оборудование

Захаров А. Ю. – доктор технических наук, профессор кафедры горных машин и комплексов

Ерофеева Наталья Валерьевна

Грузоподъемные машины и механизмы : методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Грузоподъемные машины и механизмы» для студентов специальности 21.05.04 Горное дело, специализации 21.05.04.09 Горные машины и оборудование всех форм обучения / сост. Н. В. Ерофеева ; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2022. – Текст : электронный.

Приводится перечень тем, необходимых для успешного освоения дисциплины «Грузоподъемные машины и механизмы».

Назначение издания – помощь обучающимся в получении компетенций по дисциплине «Грузоподъемные машины и механизмы».

© Кузбасский государственный
технический университет
имени Т. Ф. Горбачева, 2022

© Ерофеева Н. В.,
составление, 2022

В результате изучения дисциплины студенты должны познакомиться с устройством грузоподъемных машин и механизмов, изучить их параметры и характеристики, требования Правил безопасной эксплуатации (ПБ) и охраны труда, освоить методики выбора и расчетов элементов грузоподъемных устройств. Дисциплина «Грузоподъемные машины и механизмы» включает следующие разделы: 1) основные параметры грузоподъемных установок; 2) блоки и полиспасты; 3) гибкие грузовые элементы и детали; 4) барабаны и звездочки; 5) грузозахватные приспособления; 6) тормозные устройства; 7) грузоподъемные устройства; 8) приводы и механизмы грузоподъемных машин; 9) грузоподъемные краны.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Изучение дисциплины «Грузоподъемные машины и механизмы» базируется на ранее изученных студентами дисциплинах, таких как математика, физика, теоретическая механика, прикладная механика, гидромеханика, электротехника и электропривод и автоматизация горного производства. Знания, полученные обучающимися при изучении вышеперечисленных дисциплин, являются основой для понимания конструкции и принципа действия грузоподъемных машин и механизмов, для выполнения практических расчетов. Освоение дисциплины складывается из следующих этапов: изучение теоретического материала по рекомендованным литературным источникам; изучение использующихся грузоподъемных установок на горных предприятиях; закрепление полученных знаний путем выполнения расчетной работы. Изучая отдельные темы, необходимо проверять усвоение материала, используя контрольные вопросы для самопроверки. Отдельные наиболее трудные вопросы необходимо выносить на консультации, проводимые по расписанию.

ВВЕДЕНИЕ В КУРС «ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ»

История развития грузоподъемных механизмов и машин [2, 14]. Классификация грузоподъемных установок [2,14].

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

Параметры грузоподъемных установок [2, 14]. Режимы работы грузоподъемных установок [2]. Расчетные нагрузки [2, 5, 14]. Правила Ростехнадзора по безопасной эксплуатации грузоподъемных установок [2].

1.1. Методические указания

Изучение параметров и режимов работы грузоподъемных установок является необходимым условием при расчетах механизмов. Основы определения расчетных нагрузок в доступной форме и достаточно полно изложены в учебной литературе [5]. При изучении этого раздела необходимо обратить внимание на ряд главных вопросов. Следует наиболее подробно изучить такие вопросы как определение ветровой нагрузки, действующую на грузоподъемную машину. Особое внимание следует уделить вопросам определения режима работы механизмов грузоподъемных машин и примерного соотношения групп режимов по старым и новым нормативным документам. Эти вопросы изложены также в литературе [2]. После изучения основ определения нагрузок обучающийся должен уметь на практике применять полученные знания.

1.2. Вопросы для самопроверки

1. Определение термина «грузоподъемность».
2. В чем отличие терминов «вылет» от «пролета».
3. Как определить ветровую нагрузку, действующую на грузоподъемную машину?
4. Дать классификацию режимов работы грузоподъемных машин.

РАЗДЕЛ 2. БЛОКИ И ПОЛИСПАСТЫ

Виды и устройство блоков [2, 14]. Сопротивление гибких органов изгибу [2, 14]. Сопротивление на неподвижном блоке и его КПД [2, 14]. КПД подвижных блоков для выигрыша в силе [2, 14]. КПД подвижных блоков для выигрыша в скорости [2, 14]. Сопротивления и КПД цепного блока [2]. Схемы и КПД полиспастов [2, 14].

2.1. Методические указания

Особое внимание обратить на схему запасовки каната в простых и сдвоенных силовых полиспастах, а также в скоростных. Найти отличие в их исполнениях. Необходимо уметь определять кратность полиспаста. Дополнительная литература [1, 5, 9, 17].

2.2. Вопросы для самопроверки

1. Привести схему сдвоенного силового полиспаста кратностью 5.
2. Определить КПД неподвижного блока.
3. Определить КПД полиспаста.
4. Дать определение термина «полиспаст».
5. Назначение неподвижных и подвижных блоков.
6. Определить кратность представленного полиспаста.
7. Назначение скоростного полиспаста.
8. Дать определение «кратность полиспаста».

РАЗДЕЛ 3. ГИБКИЕ ГРУЗОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ДЕТАЛИ

Устройство канатов [2, 14]. Канаты из синтетических и растительных волокон [2, 14]. Стальные проволочные канаты [2, 14]. Спиральные закрытые канаты [2, 14]. Долговечность канатов [2, 14]. Расчет проволочных канатов [2, 14]. Устройство и расчет сварных цепей [2, 14]. Пластинчатые грузовые цепи [2, 14]. Сравнительная оценка гибких органов [2, 14]. Концевое крепление цепей и канатов [2, 14].

3.1. Методические указания

Особое внимание обратить на конструкцию канатов. Найти отличие в их конструктивных исполнениях. Необходимо научиться определять признаки, по которым производится выбраковка каната и цепей. Дополнительная литература [1, 5, 9, 16, 17].

3.2. Вопросы для самопроверки

1. Привести классификацию стальных проволочных канатов.
2. Типы сварных и пластинчатых цепей.
3. Как производится выбор каната?

4. Указать способы соединения концов каната.
5. Изобразить поперечное сечение каната типа ЛК-О.
6. Определить калибр представленной сварной цепи.
7. Как определить направление свивки представленного каната?
8. Оценить область применения предложенных гибких органов.

РАЗДЕЛ 4. БАРАБАНЫ И ЗВЕЗДОЧКИ

Устройство канатных барабанов [2, 14]. КПД канатного барабана [2, 14]. Расчет канатных барабанов [2, 14]. Закрепление конца каната на барабане [2, 14]. Фрикционные барабаны (шпили) [2, 14]. Звездочка для сварной цепи [2, 14]. Звездочка для пластинчатой цепи [2, 14].

4.1. Методические указания

Особое внимание обратить на конструкцию канатных барабанов. Найти отличие в их конструктивных исполнениях для простого и сдвоенного полиспаста. Необходимо научиться рассчитывать барабан на прочность и устойчивость. Дополнительная литература [1, 5–7, 9, 17].

4.2. Вопросы для самопроверки

1. Чем гладкий барабан отличается от нарезного?
2. Как определить шаг нарезки?
3. Как определить необходимую толщину стенки барабана для заданной нагрузки?
4. Указать типы звездочек.

РАЗДЕЛ 5. ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Устройство и расчет однорогих крюков [2, 14]. Устройство и расчет двурогих крюков [2, 14]. Глухие грузовые петли [2, 14]. Составные грузовые петли [2, 14]. Пластинчатые крюки [2, 14]. Виды и устройство крюковых подвесок [2, 14]. Расчет нормальной крюковой подвески [2, 14]. Расчет траверсы [2, 14]. Расчет цапфы траверсы [2, 14]. Расчет оси канатного блока [2, 14]. Расчет серьги [2, 14]. Особенности расчета укороченной крюковой [2, 14]. Виды и расчет

стропов [2, 14]. Клещевые захваты для штучных грузов [2, 14]. Эксцентриковые захваты [2, 14]. Грейферы [2, 14].

5.1. Методические указания

Особое внимание обратить на конструкцию однорогих и двурогих крюков. Необходимо научиться рассчитывать крюк и элементы крюковой подвески на прочность. Дополнительная литература [1, 5–7, 9, 17].

5.2. Вопросы для самопроверки

1. Указать типы крюков.
2. Указать типы крюковых подвесок.
3. Как производится выбор крюка?
4. Определить высоту траверсы крюковой подвески.
5. Определить под какую кратность полиспаста предназначена представленная крюковая подвеска.
6. Определить по внешнему виду тип представленной подвески.
7. Назначение клещевых захватов.
8. Что предусмотрено против самопроизвольного раскручивания гайки крюка?

РАЗДЕЛ 6. ТОРМОЗНЫЕ УСТРОЙСТВА

Общие требования к тормозным устройствам и их классификация [2, 14]. Виды храповых остановов [2, 14]. Расчет храпового останова [2, 14]. Устройство и расчет роликового останова [2, 14]. Устройство колодочных тормозов [2, 14]. Расчет двухколодочного тормоза [2, 14]. Схемы ленточных тормозов [2, 14]. Ленточные простые тормоза [2, 14]. Дифференциальные ленточные тормоза [2, 14]. Суммирующий ленточный тормоз [2, 14]. Ленточный тормоз с увеличенным углом обхвата лентой шкива [2, 14]. Расчет деталей ленточного тормоза [2, 14]. Тормоза с осевым давлением [2, 14]. Конические тормоза [2, 14]. Дисковые тормоза [2, 14]. Грузоупорные тормоза с неразмыкаемыми поверхностями трения и с размыкаемыми поверхностями трения [2, 14]. Скоростные тормоза (регуляторы скорости) [2, 14].

6.1. Методические указания

Особое внимание обратить на конструкцию тормозных устройств и их регулировку. Необходимо научиться рассчитывать тормозное усилие. Дополнительная литература [1, 5–7, 9, 17].

6.2. Вопросы для самопроверки

1. Типы колодочных тормозов.
2. Определить модуль храпового колеса.
3. Определить необходимое усилие затормаживания простого ленточного тормоза.
4. Область применения роликовых остановов.
5. Типы грузоупорных тормозов.
6. Типы ленточных тормозов.
7. Как производится регулирование зазоров и тормозного момента в колодочном тормозе с короткоходовым электромагнитом.
8. Способы крепления накладок к колодкам.
9. Чем обеспечивается заданный тормозной момент в колодочном тормозе с длинноходовым электромагнитом.
10. Принцип действия грузоупорного тормоза.
11. Как производится растормаживание колодочного тормоза с электрогидротолкателем.
12. Как производится регулирование зазоров в колодочном тормозе с длинноходовым электромагнитом.

РАЗДЕЛ 7. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

Винтовые домкраты [14]. Реечные домкраты [14]. Гидравлические домкраты [14]. Лебедки [14]. Тали с ручным приводом [14].

7.1. Методические указания

Особое внимание обратить на конструкцию домкратов и лебедок, и их перестановку на спуск. Дополнительная литература [1, 5, 9].

7.2. Вопросы для самопроверки

1. Типы домкратов.
2. Что называется «безопасной рукояткой».
3. Назначение гидравлических домкратов.
4. Что называется «талью».

5. Область применения реечных домкратов.
6. Область применения лебедок.
7. Принцип действия шестеренчатой тали.
8. Как производится опускание груза червячной талью.
9. Назначение грузоупорного тормоза в таях.
10. Что предусмотрено против самопроизвольного опускания груза в шестеренчатой тали.
11. Как производится подъем и опускание груза ручной лебедкой.
12. Как производится опускание груза шестеренчатой талью.
13. Принцип действия зубчато-реечного домкрата.
14. Назначение «безопасной» рукоятки в реечном домкрате.
15. Устройство клинового домкрата.
16. Что предусмотрено против самопроизвольного опускания груза винтовым домкратом.
17. Устройство гидравлического домкрата.
18. Назначение трещотки винтового домкрата.
19. Оценить грузоподъемность тали по навешенному гибкому органу.

РАЗДЕЛ 8. ПРИВОДЫ И МЕХАНИЗМЫ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Общие характеристики приводов грузоподъемных устройств [5, 14]. Ручной привод [5, 14]. Расчет электрического привода грузоподъемных устройств [5]. Проверка электродвигателя по пусковому моменту [5]. Определение расчетного тормозного момента [5]. Механизмы передвижения моста и тележки крана [5]. Конструкции колес и расчет сопротивления движению кранов и тележек [5]. Конструкции колес и типы рельсов [5]. Сопротивление передвижению тележки или моста крана на рельсовых путях [5]. Устройство и расчет механизмов поворота [5].

8.1. Методические указания

Дополнительная литература [1, 9, 15].

8.2. Вопросы для самопроверки

1. Типы приводов грузоподъемных устройств.

2. Типы ходовых колес.
3. Определить сопротивление передвижению тележки крана.
4. Типы механизмов передвижения крана.

РАЗДЕЛ 9. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ КРАНЫ

Классификация грузоподъемных кранов [1, 5]. Виды грузоподъемных кранов [5]. Устойчивость передвижных поворотных кранов [1, 5].

9.1. Методические указания

Дополнительная литература [1–4].

9.2. Вопросы для самопроверки

1. Виды грузоподъемных кранов.
2. Определить устойчивость крана.
3. Область применения козловых кранов.
4. Чем козловой кран отличается от полукозлового.
5. Область применения поворотных кранов.
6. Отличие мостового крана от кран-балки.
7. Схема механизма передвижения козлового крана.
8. Кинематическая схема механизма поворота поворотного крана.
9. Схема запасовки каната в механизме передвижения тележки поворотного крана.
10. Устройство грузовой тележки козлового крана.
11. Типы ходовых колес крановой тележки и крана.
12. Устройство кран-балки.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Масленников, Н. Р. Грузоподъемные установки : учебное пособие для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» очной формы целевого обучения. – Кемерово : КузГТУ, 2011. – 134 с. – URL:

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90484&type=utchposob:common>

(дата обращения: 28.10.2022). – Текст : электронный.

2. Масленников, Н. Р. Грузоподъемные машины и механизмы : учебное пособие : для студентов вузов, обучающихся по направле-

ниям подготовки (специальностям) «Горное дело» (специализации «Горные машины и оборудование» и «Транспортные системы горного производства. – Кемерово : КузГТУ, 2015. – 214 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91273&type=utchposob:common>. – Текст : непосредственный + электронный.

3. Кузнецов, Е. С. Специальные грузоподъемные машины / Е. С. Кузнецов, К. Д. Никитин, А. Н. Орлов. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2011. – 282 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=229261 (дата обращения: 30.10.2022). – Текст : электронный.

4. Подъемно-транспортные машины. – Воронеж : Воронежская государственная лесотехническая академия, 2012. – 99 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=143341 (дата обращения: 19.09.2021). – Текст : электронный.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. Кузьмин, А. В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. – Минск : Вышэйшая школа, 1983. – 350 с. – Текст : непосредственный.

6. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин : учебное пособие для втузов. – Киев : Вища школа, 1978. – 576 с. – Текст : непосредственный.

7. Руденко, Н. Ф. Курсовое проектирование грузоподъемных машин : учеб. пособие для студентов машиностроит. специальностей вузов. – Москва : Машиностроение, 1971. – 464 с. – Текст : непосредственный.

8. Парницкий, А. Б. Мостовые краны общего назначения / А. Б. Парницкий, А. П. Шабашов, >. . – Москва|Свердловск : Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1961. – 327 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=210866 (дата обращения: 30.10.2022). – Текст : электронный.

9. Масленников, Н. Р. Подъемно-транспортные машины. Практикум : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки (специальности) "Горное дело", по специальности "Горные машины и оборудование" направления подготовки "Технологические машины и оборудование" и по направлению подготовки "Эксплуатация транспортно-технологических машин и

комплексов" (профиль подготовки "Автомобили и автомобильное хозяйство". – Кемерово : КузГТУ, 2013. – 192 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91131&type=utchposob:common>. – Текст : непосредственный + : электронный.

10. Кирнев, А. Д. Строительные краны и грузоподъемные механизмы / А. Д. Кирнев, Г. В. Несветаев. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2013. – 672 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=256449 (дата обращения: 30.10.2022). – Текст : электронный.

11. Баржанский, Е. Е. Грузоподъемные машины и машины безрельсового транспорта / Е. Е. Баржанский. – Москва : Альтаир, МГАВТ, 2015. – 123 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=429838 (дата обращения: 14.11.2021). – Текст : электронный.

12. Киселев, В. А. Грузоподъемные машины и машины безрельсового транспорта / В. А. Киселев, В. П. Захарцев. – Москва : Альтаир, МГАВТ, 2007. – 130 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=429850 (дата обращения: 05.12.2021). – Текст : электронный.

13. Кухар, И. В. Подъемно-транспортные и погрузочные машины / И. В. Кухар, Д. В. Черник. – Красноярск : Сибирский государственный технологический университет (СибГТУ), 2014. – 169 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=428868 (дата обращения: 30.10.2022). – Текст : электронный.

14. Александров, М. П. Подъемно-транспортные машины : учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. – Москва : Высшая школа, 1985. – 520 с. – Текст : непосредственный.

15. Ерофеева, Н. В. Расчет механизма подъема грузоподъемной машины : учебное пособие [для студентов вузов, обучающихся по дисциплине "Грузоподъемные машины и механизмы" и специальности 21.05.04 "Горное дело"] / Н. В. Ерофеева ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, Кафедра горных машин и комплексов. – Кемерово : КузГТУ, 2019. – 160 с. – URL:

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91757&type=utchposob:common>. – Текст : непосредственный + электронный.

16. Холодилин, А. Н. Расчет грузоподъемных устройств / А. Н.

Холодилилин ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2017. – 127 с. – ISBN 9785741017302. –

URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=481822 (дата обращения: 04.11.2022). – Текст : электронный.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

17. Масленников, Н. Р. Грузоподъемные машины и механизмы. Практикум : для обучающихся направления подготовки 21.05.04 "Горное дело". – Кемерово : КузГТУ, 2019. – 116 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=4052>. – Текст : непосредственный + электронный.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

18. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>

19. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>

20. Электронная библиотека КузГТУ https://elib.kuzstu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=230&Itemid=229

21. Электронная библиотечная система Новосибирского государственного технического университета <https://clck.ru/UoXpv>

22. Электронная библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru/>

23. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp?

24. Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>

25. Электронная библиотека Горное образование <http://library.gorobr.ru/>

26. База данных Web of Science <http://webofscience.com>

27. База данных Scopus <https://www.scopus.com/search/form.uri>

28. Базы данных Springer Journals, Springer eBooks <https://link.springer.com/>

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

29. Глюкауф [журнал на рус. яз.] (С 2013 г. Майнинг Репорт Глюкауф) : журнал по сырью, горной промышленности, энергетике

(печатный)

30. Горная механика и машиностроение : научно-технический журнал (печатный)

31. Горная промышленность : научно-технический и производственный журнал (печатный)

32. Горное оборудование и электромеханика : научно-практический журнал (печатный/электронный)

<https://gormash.kuzstu.ru/>

33. Горные ведомости : научный журнал (печатный)

34. Горный журнал : научно-технический и производственный журнал (печатный)

35. Горный информационно-аналитический бюллетень : научно-технический журнал (печатный/электронный)

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8628>