



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра «Эксплуатация транспортных средств и логистика»

Учебно-методическое пособие
для выполнения лабораторных работ
по дисциплине

«Грузоподъемные машины и оборудование»

Часть 1

Авторы
Зайцева М. М.,
Веремеенко А. А.,
Веремеенко Е. Г.,
Мегера Г. И.

Ростов-на-Дону, 2019

Аннотация

Грузоподъемные машины и оборудование. Часть 1: методические указания для проведения лабораторных занятий для обучающихся по направлению 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Авторы

к.т.н., доцент кафедры «ЭТСиЛ» Зайцева М.М.
к.т.н., доцент кафедры «АД» Веремеенко А.А.,
к.т.н., доцент кафедры «ОПД» Веремеенко Е.Г.,
ст. преподаватель кафедры «ЭТСиЛ» Мегера Г.И.





Оглавление

Введение	4
СОСТАВЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ	5
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ	7
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ГРУЗОВОГО ПОЛИСПАСТА	10
Список литературы	13

ВВЕДЕНИЕ

Грузоподъемные машины являются высокоэффективным средством механизации погрузочно-разгрузочных работ. Их применение сокращает объем использования тяжелых ручных работ и способствует повышению производительности труда. Поэтому создание новых, современных грузоподъемных машин и модернизация существующих является одной из актуальных задач нашего времени. При этом работы должны проводиться в направлении:

- увеличения производительности машин;
- интенсивности использования машин;
- полного соблюдения технических условий и правил безопасной эксплуатации;
- повышения степени автоматизации управления машинами;
- снижения их энерговооруженности и металлоемкости;
- применения высокопрочных и износостойких современных материалов;
- обеспечения требуемого уровня эксплуатационной надежности;
- улучшения условий труда технического персонала;
- обеспечение сохранности окружающей среды.

Специалисты, работающие в грузовых подразделениях должны в совершенстве знать конструкции погрузочно-разгрузочных машин, кинематические схемы, технические условия и правила их безопасной эксплуатации, а также основные методы расчета составных элементов машин. Эти работники призваны умело руководить эксплуатацией парка погрузочно-разгрузочных машин, определять наиболее рациональные методы использования их технических параметров, а также рекомендовать пути совершенствования и модернизации.

В методических указаниях даны общие сведения об изучаемых объектах, расчет основных параметров, проводится последовательность выполнения практической части работ.

СОСТАВЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Лабораторная работа № 1

Цель работы

Изучить конструкцию конкретного механизма, вычертить его кинематическую схему, сделать кинематический расчет.

Общие положения

Кинематические схемы дают общее принципиальное представление о механизме. Для того чтобы схемы были понятны (легко читались), их нужно выполнять по единым правилам, независимо от вида механизма. С этой целью разработаны ГОСТы, регламентирующие правила составления схем.

На схеме (рис.1) изображают все кинематические элементы, обеспечивающие передачу «силового потока» (валы, зубчатые и другие передачи, канатные полиспасты, двигатели, рабочие органы), показывают взаимные связи этих элементов (крепление деталей на валах, способы соединения валов и др.) отражают способы соединения кинематических элементов с корпусом или рамой (заделки, подшипниковые опоры), условно изображают «внешние устройства» (тормоза, храповые механизмы), влияющие на движение кинематических элементов системы.

Схемы выполняют в виде развертки. Условные графические обозначения элементов кинематической схемы могут быть стандартными и нестандартными. Последние необходимо отметить на схеме особо. Полностью стандартные условные обозначения приведены в ГОСТ 2.770–68 «Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики».

Каждому кинематическому элементу на схеме присваивают номер, начиная от источника движения (двигателя). Валы нумеруются римскими цифрами, остальные элементы – арабскими.

На схеме указывают параметры (числа зубьев, диаметры приводных шкивов и др.), позволяющие производить кинематические расчеты.

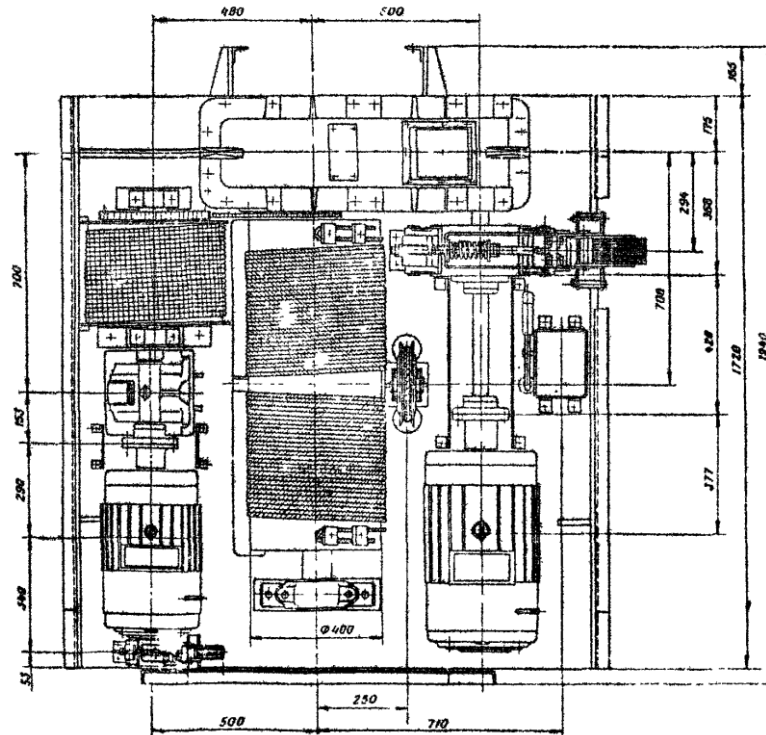


Рис. 1. Пример чертежа механизма (подъемная лебедка), для которого составляют кинематическую схему

Порядок выполнения работы

Перед работой преподаватель выдает студенту чертеж механизма грузоподъемной машины, примерно такой же, как на рис. 1.

Необходимо определить назначение данного механизма, тип и назначение каждого кинематического элемента, выяснить условия закрепления и др.

Затем составляют кинематическую схему этого механизма.

Проверив выполненную схему, преподаватель дает исходные данные для кинематического расчета механизма, например, для расчета скорости рабочего органа.

Кинематическим расчетом и заканчивают данную работу.

Содержание отчета

1. Краткое содержание назначения механизма.
2. Описание конструкции и работы механизма.
3. Кинематическая схема механизма
4. Кинематический расчет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ

Лабораторная работа № 2

Цель работы

Ознакомиться с конструкцией и применением стальных канатов, с основными ГОСТами на них, с их прочностными характеристиками, приобрести навыки в оценке эксплуатационной надежности канатов.

Общие положения

В грузоподъемных машинах преимущественно используются стальные канаты (тросы), которые в отличие от канатов одинарной и тройной свивки, свиваются в два приема (двойная свивка): сначала из отдельных проволок свивают пряди, а затем из шести прядей свивают сам канат, помещая внутри него органический или стальной сердечник.

На эти канаты существует более десятка ГОСТов, причем каждому соответствует своя форма поперечного сечения каната и конструкция. По общей конструкции канаты разделяются на канаты с односторонней, крестовой или комбинированной свивкой, с левой или правой свивкой, обыкновенные (раскручивающиеся) или нераскручивающиеся.

Кроме того, канаты различают по конструкции пряди, т. е. по характеру касания проволок (точечное, линейное или точечно-линейное), количеству проволок в пряди, числу концентрических слоев проволок в пряди, относительному диаметру проволок.

Для канатов используются буквенно-цифровые условные обозначения (рис. 2), отражающие особенности конструкции пряди каната.

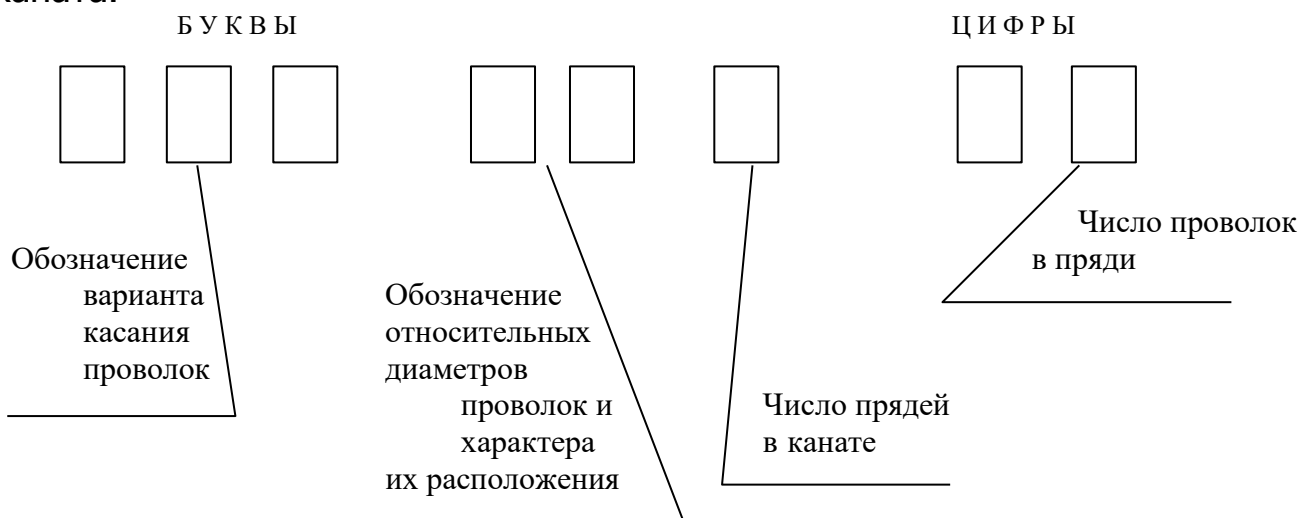


Рис. 2. Схема условного обозначение пряди стального каната

В этих обозначениях отдельные буквы и их сочетания расшифровываются: ТК – точечное касание, ЛК – линейное касание, ТЛК – точечно-линейное касание, О – одинаковый диаметр проволок в отдельных слоях, Р – два разных диаметра проволок в верхнем слое, РО – разный и одинаковый диаметры проволок по отдельным слоям пряди, З – заполняющие проволоки меньшего диаметра между слоями основных проволок.

Поперечное сечение прядей различных конструкций представлено на рис.3.

Существует и другое обозначение канатов, принятое в технической документации. В этом обозначении зашифровывают данные по канату в целом, причем последовательно указывают:

- диаметр каната, мм;
- назначение каната (Г – грузовой, ГЛ – грузолоудской);
- марку проволоки (В – для особо ответственных случаев, I – для крановых канатов);
- покрытие проволок (светлая проволока, ЛС – для легких условий работы, ОС – средних, ЖС – жестких);
- направление свивки прядей (правая, Л – левая);
- вид свивки (крестовая, О – односторонняя);
- нераскручивающийся (Н) или раскручивающийся (Р) канат;
- временное сопротивление разрыву в проволок, МПа;
- номер ГОСТа на канат.

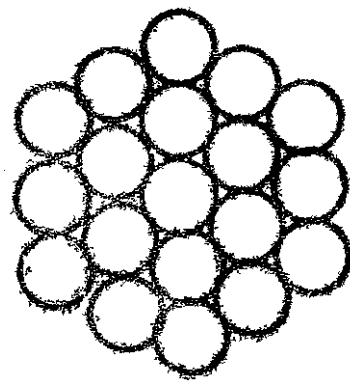
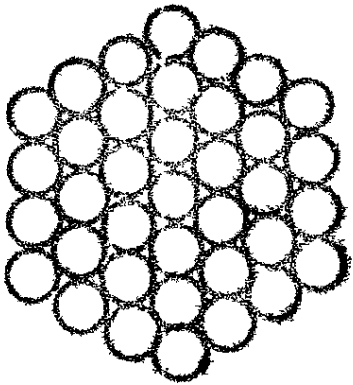
Пример обозначение каната: 15,0–Г–I–СС–Р–1600 ГОСТ 3077–69, это расшифровывается: «канат с диаметром 15 мм, грузовой, из проволоки марки I, правой крестовой свивки, для средних условий работы, раскручивающийся, с

временным сопротивлением проволок на разрыв в 1600 МПа, с конструкцией пряди по ГОСТу 3077–69.

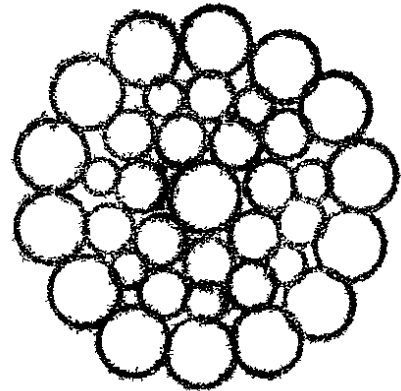
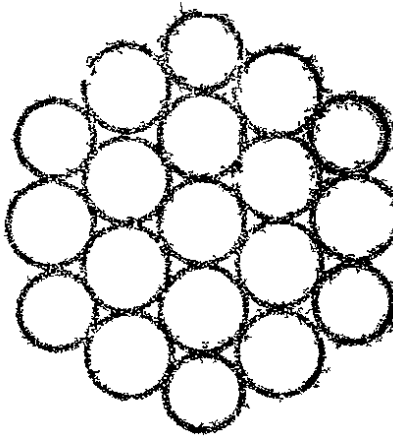
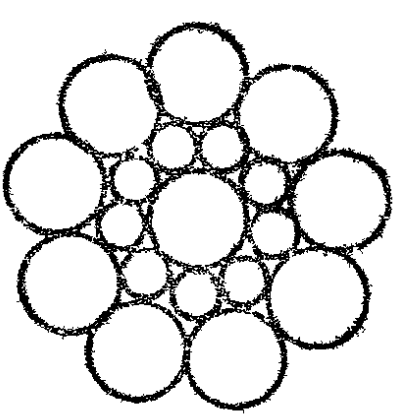
Главным показателем каждого каната является его разрывное усилие, т. е. та минимальная сила, при которой происходит разрушение каната.

Эту силу можно приблизительно определить как площадь поперечного сечения всех проволок, умноженную на величину временного сопротивления материала проволок. Агрегатное (действительное) разрывное усилие каната несколько ниже за счет неравномерной нагрузки отдельных проволок. Агрегатное разрывное усилие в общем определяют опытным путем и указывают в так называемом сертификате на поставляемый канат или в ГОСТе на канат.

Существенное значение имеет оценка пригодности каната к дальнейшей работе. Такая проверка предусмотрена правилами Госгортехнадзора [2, прил. 8].



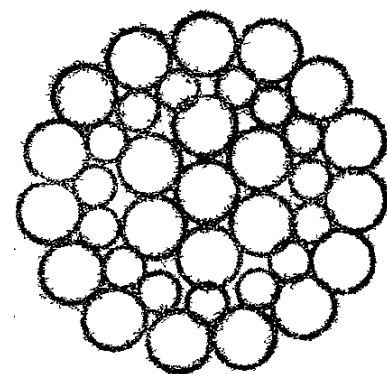
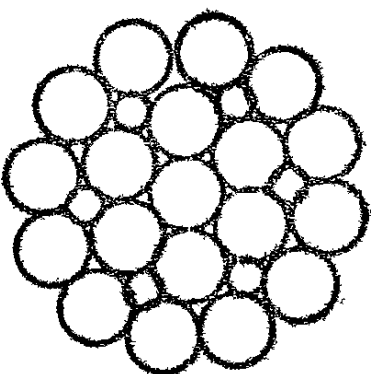
TK 6x37 ГОСТ 3071–66 TK 6x19 ГОСТ 3070–66



ЛК–О 6x19
ГОСТ 3077-69

ЛК–Р 6x19
ГОСТ 2688–69

ЛК–РО 6x36
ГОСТ 7668–69
ТЛК–РО 6x36
ГОСТ 7669–55



ЛК–З 6x25 ГОСТ 7665–69 ТЛК–О 6x37 ГОСТ 3079–55

Рис. 3 Формы поперечных сечений прядей различных стальных канатов двойной свивки

Порядок выполнения работы

Работу проводят с двумя образцами канатов: новым и изношенным.

1. Для нового каната, прежде всего, выясняют характер касания

проволок (линейный или точечный), характер свивки (крестовая или односторонняя) и диаметры проволок в пряди, подсчитывают число проволок в пряди и выполняют эскиз ее поперечного сечения.

Пользуясь рис. 3. или таблицами, определяют тип каната.

После этого находят суммарную площадь F_c поперечного сечения всех проволок и суммарное разрывное усилие

$$P_C = F_C \cdot \sigma_{\text{в}},$$

где $\sigma_{\text{в}}$ – временное сопротивление разрыву материала проволок (принимают одно из значений $\sigma_{\text{в}}$ – 1400, 1600, 1700, 1800 МПа).

По таблицам ГОСТа на данный канат находят агрегатное разрывное усилие P_D для принятого значения $\sigma_{\text{в}}$.

Затем определяют коэффициент использования прочности элементов каната:

В заключении составляют условное обозначение каната, причем те данные, которые не могут быть установлены из-за отсутствия сертификата на данный канат, например, марку проволоки, вид покрытия проволок и др., принимают условно.

2. Для изношенного каната устанавливают характер свивки, подсчитывают число проволок в пряди, выполняют эскиз поперечного сечения пряди. Записывают условное обозначение пряди.

Затем на канате отмечают отрезок, равный шагу свивки, и на этом отрезке подсчитывают число оборванных проволок.

Пользуясь приложением 8 к [2], решают вопрос о пригодности каната к дальнейшей эксплуатации.

Содержание отчета

1. Эскизы поперечных сечений нового и изношенного каната.
2. Условное обозначение пряди и каната в целом (для нового каната), условное обозначение пряди – для изношенного каната.
3. Расчет величин разрывного усилия и коэффициента использования прочности элементов каната.
4. Оценка пригодности изношенного каната к дальнейшей эксплуатации в соответствии с правилами Госгортехнадзора.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ГРУЗОВОГО ПОЛИСПАСТА

Лабораторная работа № 3

Цель работы

Ознакомление с конструкциями одинарных грузовых полиспастов разной кратности и приобретение навыков теоретического и опытного

определения коэффициентов полезного действия (КПД) полиспастов.

Общие положения [1, с. 121–124]

1. Под грузовым полиспастом понимается канатно-блочная система, дающая выигрыш в силе при подъеме груза. В данной работе канатно-блочная система, дающая выигрыш в силе при подъеме груза. В данной работе используется грузовой полиспаст (рис. 4), включающий помимо подвижных рабочих блоков еще и направляющие блоки. Основная характеристика полиспаста – его кратность i , т. е. отношение числа грузовых ветвей каната и числу ветвей, идущих на барабан.

2. Важнейший показатель грузовых полиспастов – их КПД, под которым понимается отношение усилия S в ведущей ветви каната (навиваемой на барабан) при полном отсутствии сил трения в деталях полиспаста и усилию SP в той же ветви при наличии сил трения. Иногда первое усилие называют идеальным, а второе – фактическим.

КПД полиспаста (η) характеризует конструктивное совершенство, так как от его влияния зависит расход энергии на подъем груза и долговечность деталей механизма подъема.

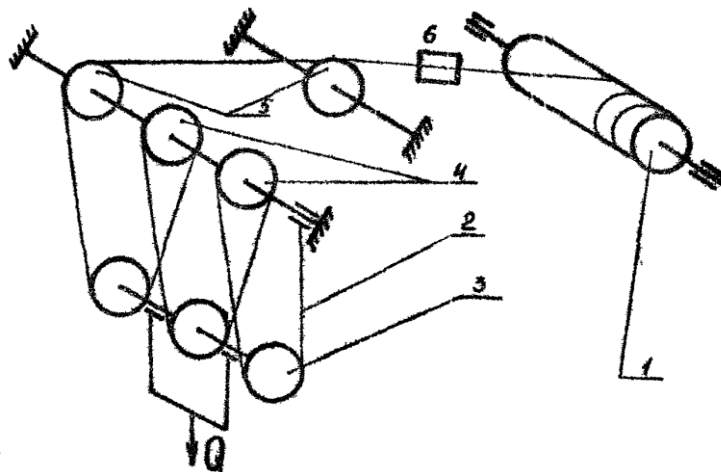


Рис. 4. Схема грузового шестикратного полиспаста: 1 – барабан; 2 – канат; 3 – подвижные рабочие блоки; 4 – неподвижные рабочие блоки; 5 – направляющие блоки; 6 – тензометр; Q – сила тяжести поднимаемого груза

Точное определение КПД представляет значительные трудности, поскольку потери на трение зависят от многих факторов: конструкции блоков, каната, полиспаста, их абсолютных размеров, степени износа и эксплуатационного состояния деталей, величины рабочих скоростей и др. Величину КПД можно определить расчетным и опытным путями. Расчет КПД проводят по «точной формуле»:

$$\eta = \frac{(1 + \eta_{\delta} + \eta_{\delta}^2 + \dots + \eta_{\delta}^{i-1}) \eta_{\delta}^m}{i},$$

где η_{δ} – КПД блока (при подшипниках скольжения – 0,94–0,96 и

подшипниках

качения – 0,97–0,98); m – число направляющих блоков. По «приблизительной формуле»

$$\eta = \eta \delta$$

где n – общее число блоков в полиспастной системе.

При опытном определении КПД необходимо измерить с помощью тензометра (см. рис. 4 поз. 6) фактическое усилие SP в ведущей ветви каната во время подъема груза. Тогда при «идеальном усилении» $S = Q/i$, КПД полиспаста $\dots = S/SP$.

Порядок выполнения работы

На лабораторной установке последовательно собирают полиспасты с кратностью от $i = 1$ до $i = 6$ (шесть сборок).

После сборки каждого полиспаста груз Q навешивают на крюк грузовой подвески и с помощью ручной лебедки поднимают на некоторую высоту. За время подъема, пользуясь тензометром, необходимо измерить фактическое усилие SP в ведущей ветви каната.

Для большей точности результатов опыта следует для каждой кратности полиспаста (для каждой сборки) поднять груз 3–4 раза и подсчитать среднее арифметическое значение SP .

Содержание отчета

1. Схемы установки с полиспастами всех шести кратностей.
2. Схема измерения силы в ведущей ветви полиспаста с помощью тензометра.
3. Таблица с данными по измерению фактической силы в ведущей ветви полиспаста для каждого случая подъема груза.

Данные по определению КПД (η) полиспастов

Таблица

при $Q = \dots H \cdot \dots = \dots$

Кратность полиспаста	1	2	3	4	5	6
Величина η по формуле А						
Величина \dots по формуле Б						
Средняя опытная величина усилия SP						
Величина идеальных усилий $S = Q/i$,						
Опытная величина $\dots = S/SP$.						

4. Таблица данных по расчету КПД, опытному его определению.
5. График закономерности расчетных и опытных значений КПД от кратности полиспаста (выполняют общий график).
6. Выводы на основе анализа результатов опыта и расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грузоподъемные машины/Под общ. ред. проф. М. П. Александрова. –М.: Высшая школа, 2018.
2. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. – М.: Недра, 2015.
3. Справочник по кранам/Под ред. проф. А. И. Дукельского. – Л.: Машиностроение, 2012.
4. Казак С. А. Динамика мостовых кранов. – М.: Машиностроение, 2016.
5. Александров М. П. Тормоза подъемно-транспортных машин. – М.: Машиностроение, 2017.