Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г. И. Носова»
Многопрофильный колледж

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
ПМ.07д Выполнение работ по производству проволоки и каната
МДК.07.02 Ведение технологического процесса на прядевьющих канатовьющих машинах

для обучающихся специальности

22.02.05 Обработка металлов давлением

Магнитогорск, 2022

ОДОБРЕНО
Предметно-цикловой комиссией «Металлургии и обработки металлов давлением»
Председатель О.В. Шелковникова
Протокол № 10 от 22.06.2022 г.

Методической комиссией МпК
Протокол № 6 от 29.06.2022 г.

Разработчики
преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова» МпК О.В. Шелковникова

Методические указания разработаны на основе рабочей программы ПМд.07 «Выполнение работ по производству проволоки и канатов», МДК.07.02 Ведение технологического процесса на прядевьющих канатовьющих машинах

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение 3

2 Методические указания

Лабораторная работа 5 5
Практическая работа 7 8
Практическая работа 8 10
Практическая работа 9 13
Лабораторная работа 6 14
Практическая работа 10 17
Лабораторная работа 7 19
Практическая работа 11 22

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические занятия.

Состав и содержание практических занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений , необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой ПМд.07 «Выполнение работ по производству проволоки и канатов» предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

У 7.1.01 устанавливать технологический инструмент на однократных волочильных станах;

У 7.1.02 определять тип волоки и технологическую смазку в зависимости от вида производимой продукции;

У 7.1.03 оценивать качество и необходимое количество технологической смазки в процессе волочения;

У 7.1.04 устанавливать технологический инструмент на однократных волочильных станах;

У 7.1.05 визуально определять наличие дефектов на поверхности металла перед волочением;

У 7.2.01 подавать тянущим устройством с разматывателя пряди на канатовьющую машину;

У 7.2.02 осуществлять контроль правильного свивания канатов, натяжения на барабан (технологическую катушку) на канатовьющих машинах;

У 7.2.03 производить операции по замене технологических катушек, приемных барабанов, органического сердечника на канатовьющих машинах;

У 7.2.04 применять программное обеспечение рабочего места участка производства пряди, корда и арматурных прядей на прядевьющих машинах;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на формирование общих компетенций по профессиональному модулю программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению ***профессиональными компетенциями***:

ПК 7.1Вести технологический процесс на однократных и многократных волочильных станах.

ПК 7.2 Вести технологический процесс на прядевьющих канатовьющих машинах.

А также формированию ***общих компетенций***:

ОК 01Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

Выполнение обучающимися практических работ по ПМд.07 Выполнение работ по производству проволоки и канатов, МДК.07.02 Ведение технологического процесса на прядевьющих канатовьющих машинах направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 2.1 Основные конструктивные элементы канатов
Лабораторная работа №5.

Составные части каната

Цель: Освоить составные части канатов

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

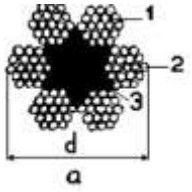
- осуществлять контроль правильного свивания канатов

Оборудование не требуется

Теоретический материал

Невыполнение требований (Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов), а также применение неисправных кранов или отдельных его узлов могут быть причиной аварий, которые сопровождаются существенными материальными потерями. Для предупреждения аварий и травм грузоподъемные краны в зависимости от их типа и рода привода оснащаются приборами и устройствами безопасности. К ним относятся: ограничители грузоподъемности и высоты подъема груза, концевые выключатели для ограничения хода крана по подкрановому пути или тележки стрелы, ограничители перекоса, указатели угла наклона крана, рельсовые захваты для предупреждения угона крана ветром, анемометры, приборы, оповещающие об опасном приближении стрелы крана к находящимся под напряжением проводам ЛЭП и т.д. При полном (1 раз в 3 года) или частичном (1 раз в год) техническом освидетельствовании кранов представитель местного органа Госгортехнадзора РФ и администрация предприятия систематически проверяют их работоспособность.

Стальные канаты (рис.1) являются наиболее ответственной и вместе с тем наиболее быстро изнашивающейся деталью грузоподъемных кранов. Поэтому их необходимо тщательно проверять при техническом освидетельствовании в строгом соответствии с разделом «Браковка канатов»



а - сечение каната, б - схема крестовой свивки; в - схема односторонней свивки; 1 - прядь каната; 2 - проволока; 3 – органический сердечник (ОС)

Рисунок 1 -Стальные канаты:

Стальные канаты подразделяются:

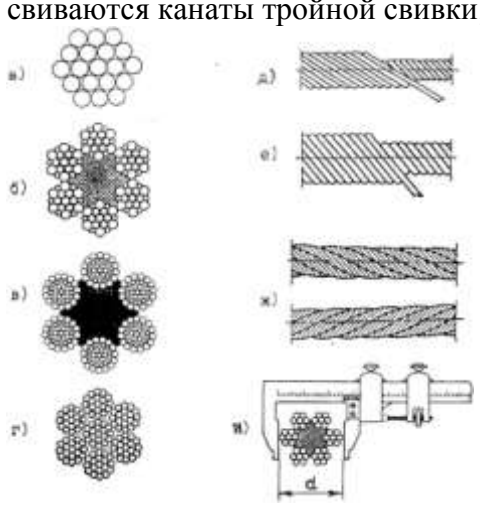
по конструкции - на канаты одинарной, двойной и тройной свивки.

Канаты одинарной свинки изготавливаются непосредственно из отдельных проволок. При двойной свивке отдельные проволоки сначала свиваются в пряди, а затем из прядей свивается канат.

Например, канат конструкции

6х19 (1+9+9)+1 О.С.,

где :
первая цифра показывает количество прядей,
вторые две - количество проволок в пряди,
в скобках – количество проволок в каждой концентрической окружности в пряди (рис.1),
а четвертая - наличие органического сердечника в канате (табл.1).
Из канатов двойной свивки свиваются канаты тройной свивки;



а– одинарной свивки типа ТК, 1х19(1+6+12) по ГОСТ 3063-80;
б– двойной свивки типа ЛК-Р, 6х19(1+6+6/6)+1о.с. по ГОСТ 2688-80;
в– двойной свивки типа ТЛК-О, 6х37(1+6+15+15)+1о.с. по ГОСТ 3079-80;
г– двойной свивки типа ТК, 6х19(1+6+12)+1х19(1+6+12) по ГОСТ 3067-88;
д– канат с точечным касанием ТК; е – канат с линейным касанием ЛК;
ж– канаты левой и правой свивки; и – измерение диаметра каната
Рисунок 2 - Канаты стальные:

По типу свивки прядей различают канаты:

ТК – с точечным касанием отдельных проволок между слоями; ЛК – с линейным касанием отдельных проволок между слоями;

ЛК-О – с линейным касанием проволок между слоями и одинаковым диаметром проволок по слоям пряди;

ЛК-Р – с линейным касанием проволок между слоями и разным диаметром проволок в наружном слое пряди;

ТЛК – с комбинированным точечно-линейным касанием проволок.

Согласно российским стандартам, канаты выпускаются следующих диаметров:

ГОСТ 2688-80 – от 3,6 до 56,0 мм;

ГОСТ 7669-80 – от 5,9 до 72,0 мм;

ГОСТ 3090-73 – от 30,5 до 35,5 мм;

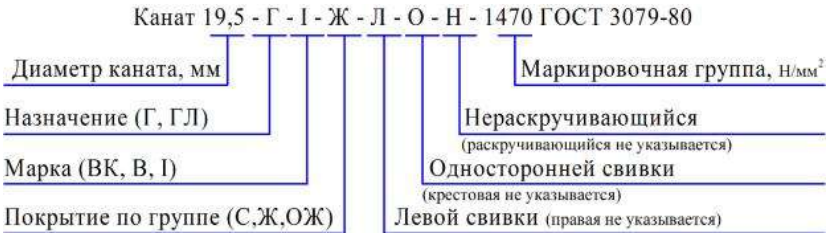
ГОСТ 3077-80 – от 4,6 до 46,0 мм;

ГОСТ 7668-80 – от 6,3 до 72,0 мм.

В зависимости от условий эксплуатации применяют канаты без покрытия или с покрытием. Проволоки прядей могут иметь цинковое покрытие для особо жестких (ОЖ), жестких (Ж) и средних (С) агрессивных условий работы, либо пряди или канат в целом покрывают искусственными материалами (П).

По механическим свойствам изготавливают канаты марок ВК, В, I. Марку ВК применяют для ответственных случаев (транспортирование людей, химически активных или взрывчатых веществ и т.п.).

Для крановых механизмов применяют канаты марок В и I.



Контрольное задание

1) **По представленной выше схеме, расшифруйте марки канатов:**

Канат 16,5 — Г — I — Н — Р — Т — 1960 ГОСТ 2688 — 80
Канат 12 — ГЛ — ВК — Л — О — Н — 1770 ГОСТ 2688 — 80
Канат 25,5 — Г — ВК — С — Н — Р — Т — 1670 ГОСТ 7668 — 80
Канат 5,6 — Г — В — Ж — Н — МК — Р — 1670 ГОСТ 3063 — 80
Канат 28 — Г — 1 — Л — 1670 ГОСТ 2688–80
Канат 21 — ГЛ — В — ОЖ — Н — Р — Т — 1470 ГОСТ 2688–80 .

2) Укажите область назначения для представленных канатов

ГОСТ 2688-80
ГОСТ 7667-80
ГОСТ 7669-80
ГОСТ 3062-80
ГОСТ 16853-88

3. Зарисовать схему свивки представленных канатов и указать их геометрические параметры

Критерии оценки:

«Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
«Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в решении.
«Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
«Неудовлетворительно» - работа выполнена не верно, либо не выполнена вообще.

Тема 2.2 Строение, классификация и свойства стальных канатов
Практическая работа №7.
Расчет шага и угла свивки

Цель: научиться рассчитывать шаг и угол свивки стального каната

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- осуществлять контроль правильного свивания канатов и рассчитывать шаг свивки

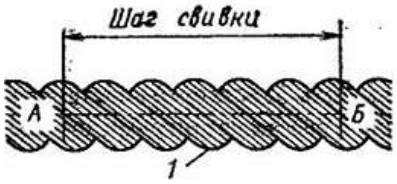
Оборудование не требуется

Теоретический материал

Шаг свивки находящихся и работе стальных канатов определяют следующим образом: на поверхности пряди наносят метку, от которой отсчитывают вдоль центральной оси каната столько прядей, сколько их имеется в сечении каната. Канаты лифта — шестипрядные, и на следующей после отсчета пряди (в данном случае на седьмой) наносят вторую метку. Расстояние между метками А и Б принимают за шаг свивки каната.

При наличии у каната поверхностного износа или коррозии проволок число обрывов на шаге свивки как признак браковки должно быть уменьшено в соответствии с данными, приведенными в табл. 2 ПУБЭЛ. При износе (или коррозии), равном 40 % и более первоначального диаметра проволок, канат должен быть забракован.

Износ (или коррозию) проволок по диаметру определяют с помощью микрометра или другого инструмента, обеспечивающего достаточную точность. Для этого отгибают конец проволоки в месте обрыва на участке наибольшего износа. Диаметр проволоки измеряют у отогнутого конца после предварительного удаления с него грязи и ржавчины. В тех случаях, когда кабина лифта подвешена на двух отдельных канатах, каждый из канатов бракуют в отдельности, причем допускается замена одного более изношенного каната.



Определение шага свивки каната
1 — прядь; А, Б — расстояние шага свивки

При подвешивании кабины на трех и более отдельных канатах их бракуют по среднему арифметическому значению, определяемому исходя из наибольшего числа обрывов проволок на длине одного шага свивки. При этом у одного из канатов допускается повышенное число обрывов проволок, но не более чем на 50 % по сравнению с нормой, указанной в табл. 1 ПУБЭЛ. При обрывах, число которых не достигает браковочного показателя, а также при наличии поверхностного износа проволок канат допускается к работе при соблюдении требований: а) тщательное наблюдение за его, состоянием при периодических осмотрах с записью результатов в журнал осмотров; б) смена каната по достижении степени износа,

указанной в нормах; в) при обнаружении в канате оборванной пряди запрещается его эксплуатация и он должен быть заменен.

При эксплуатации лифта обслуживающий персонал постоянно должен осматривать канаты, обращай внимание на то, чтобы на них не было петель или узлов, выпучивания прядей или перекруток, признаков поверхностного износа, порванных прядей или отдельных проволок. Своевременность очистки и смазки канатов, обнаружение и установление неисправностей предотвратят аварию лифта. При эксплуатации канаты регулярно очищают от грязи и смазывают. Пыль и другие твердые частицы, попадая в смазочный материал, составляют абразив, ускоряющий изнашивание канатов. Очищают, осматривают и смазывают канаты при неподвижной кабине. Во время этих работ кабины можно перемещать только по указанию лица, выполняющего эти операции. Своевременный уход за канатами и их замена позволяют лифту работать без аварий.

Порядок определения шага свивки

Для удобства подсчета числа обрывов оборванные концы проволок заершивают и канат немного изгибают. Шаг свивки каната определяют следующим образом. На поверхности какой-либо пряди (рис. 13) наносят метку (точка а), от которой отсчитывают вдоль центральной оси каната столько прядей, сколько их имеется в сечении каната (например, 6 в шестипрядном канате), и на следующей после отсчета пряди (в данном случае на седьмой) наносят вторую метку (точка б). Расстояние между метками (точками а и б) принимается за шаг свивки каната. На этом шаге подсчитывают число обрывов и сравнивают с данными таблицы 1.

ТАБЛИЦА 1. Нормы браковки стальных канатов - по первоначальному коэффициенту запаса прочности - по числу проволок, оборванных на длине одного шага свивки каната (числитель – крестовой свивки, знаменатель – односторонней)

Число витков на одной половине барабана:

$$Z_1 = \frac{H \cdot n}{\pi(D_1 + d_к)} + (1{,}5...2)$$

где H - высота подъема груза; (1,5…2) - не сматываемые с барабана витки безопасности, наличие которых снижает на 70-80% натяжение конца каната в месте его крепления.

$$Z_1 = \frac{14 \times 2}{3{,}14(0{,}260 + 0{,}0083)} + 1.5 = 34{,}73$$

Общая длина барабана:

$$L_б = 2(l_1 + S) + l_0$$

где - длина нарезки на одной половине барабана, равная:

где - шаг нарезки барабана,мм

S - длина участка барабана для закрепления конца каната, равная:

- длина не нарезаемой средней части барабана:

$l_0 = (0{,}8..0{,}9)B_к$

Отсюда следует, что

$$L_б = 2(32{,}299 + 33{,}2) + 80 = 792{,}4мм \approx 800мм$$

Контрольное задание

Рассчитать шаг и угол свивки каната по варианту

Критерии оценки:

«Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
«Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в решении.
«Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
«Неудовлетворительно» - работа выполнена не верно, либо не выполнена вообще.

Практическая работа №8.
Выбор и расчет стального каната для стропа

Цель: научиться рассчитывать шаг и угол свивки стального каната

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- осуществлять выбор и расчет стального каната для стропа

Оборудование не требуется

Теоретический материал

Выбор канатов для строповки грузов отличается от выбора грузовых канатов и канатов для оттяжек и расчалок тем, что при выборе канатов для строповки грузов приходится принимать во внимание также и способ строповки. Ветви стропа, идущие к поднимаемому грузу, могут быть расположены под различным углом к горизонту.

Кроме того, груз может быть подвешен на двух параллельных ветвях ,на одной ветви , на двух ветвях под углом, на четырех ветвях под углом и т. д.

Следовательно, при определении усилия, действующего на ветвь стропа, необходимо учитывать и угол наклона стропа к горизонту и число ветвей стропа. Чем больше ветвей в стропе, тем меньшая нагрузка будет приходиться на каждую ветвь. С другой стороны, чем меньше угол наклона стропа к горизонту, тем большая нагрузка будет действовать на каждую ветвь стропа.

При вертикальном расположении ветвей стропа усилия в них будут одинаковы, а общее усилие в ветвях будет равно весу поднимаемого груза.

При наклоне ветвей стропа к горизонту под углом в 60° усилие в каждой ветви будет «равно 1,15 веса груза, приходящегося на ветвь, при 45°—1,42, а под углом в 30° усилие в каждой ветви стропа будет в 2 раза больше веса груза, приходящегося на одну ветвь.

Таким образом, для уменьшения нагрузки на ветви стропа необходимо их по возможности приближать к вертикальному расположению. Располагать ветви стропа под углом меньше 30° не рекомендуется, так как, кроме возникающих больших растягивающих усилий, при этом в ветвях

стропа возникают также большие сжимающие усилия на поднимаемый груз, что может привести к его деформации, т. е. нарушению его формы.

Пример расчета

1. Выбрать стальной канат для стропа, применяемого для подъема груза с определенным углом наклона стропа к направлению действия веса груза. 2.
2. Для выбранного каната рассчитать длину, необходимую для изготовления ветви облегченного стропа УСК1 (заделка концов каната заплеткой).
3. Исходные данные для выбора каната и его расчета представлены на рис. 1.1, 1.2.

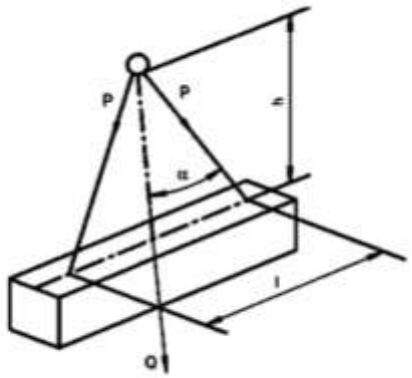


Рисунок1.1 –Схема к расчету двухветвевого стропа

Рисунок 1.2 – Строп облегченный УСК 1

Таблица1.1 – Исходные данные для выбора и расчета стального каната для стропа

Параметры	Варианты									
	Последняя цифры номера варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Масса груза, т	1	2	3,50	4	5	6,5	7	8	9	10
Угол наклона стропа к направлению действия веса груза α, град.	24	27	30	35	32	33	36	37	34	41
Высота строповки, м	1,5	1,7	2	2,4	2,5	2,7	2,9	3	3,5	4
Длина петли ветви стропа l, мм	140	150	190	200	230	250	220	230	210	200

Определим натяжение в одной ветви стропа по формуле 1.

1: $P = m$гр$g/n \cos \alpha$, (1.1) где mгр – масса груза, т; n – количество ветвей стропа. Разрывное усилие в ветви стропаопределим по формуле 1.

2: $S = P \cdot z$, (1.2)

где z– коэффициент запаса прочности для стропа.

Запас прочности для канатов по отношению к разрывному усилию должен приниматься не менее 6,0.

По найденному разрывному усилию подбирается канат (см. табл. 3.5.2 – 3.5.7) и определяется его техническая характеристика:

тип каната;

диаметр каната;

разрывное усилие каната;

временное сопротивление проволок разрыву.

Длину выбранного каната рассчитаем следующим образом.

Длину ветви стропа определим по формуле :

$$L_в = h/\cos\alpha.$$

Длину каната, необходимого на образование петли ветви стропа определим по формуле 1.4:

$$L_п = 3\pi d_к + [4(1 - 3d_к)\,2 + 36d_к\,2\,]\,0{,}5$$

Длину каната, необходимого на заплетку определим по формуле :

$$L_з = 20d_к\ .$$

Длину каната, необходимого на крепление определим по формуле

$$L_{кр} = L_п + L_з\ .$$

Минимальную длину каната ветви стропа определим по формуле :

$$L_к = L_в + 2L_{кр} + 2L.$$

Вывод. Для изготовления ветви стропа при заделке концов каната заплеткой необходим отрезок каната типа … длиной не менее … м.

Контрольное задание

Выбрать стальной канат для стропа, применяемого для подъема груза массой 4 т, угол наклона стропа к направлению действия веса груза α= 30°. 2. Для выбранного каната рассчитать длину, необходимую для изготовления ветви стропа (заделка концов каната заплеткой). Параметры строповки (см. рис. 1.1): h = 2 м, α= 30°. Длина петли ветви стропа L = 0,144 м.

Критерии оценки:

«Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
«Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в решении.
«Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
«Неудовлетворительно» - работа выполнена не верно, либо не выполнена вообще.

Тема 2.3 Конструктивные (геометрические) показатели канатов
Практическая работа №9.
Последовательность расчета канатов

Цель: знать последовательность расчета канатов

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- осуществлять выбор и расчет стального каната , знать последовательность его расчета, работать с ГОСТами

Оборудование не требуется

Пример расчета

1 Определяется максимальное натяжение каната.
2 Определяется значение коэффициента запаса прочности каната.
3 Определяется необходимое разрывное усилие с учетом запаса прочности.
4 Выбирается диаметр каната по ГОСТу.

Пример расчета каната для грузоподъемного крана

Подобрать канат для грузоподъемного крана грузоподъемность Q = 10 т (100 000 Н), работающего в среднем режиме, на котором с целью обеспечения вертикального подъема груза и создания равномерной нагрузки на ходовые колеса применяется сдвоенный (a = 2) полиспаст с кратностью m = 3. В блоках полиспаста используются подшипники качения.

Все канаты перед применением их на кране должны быть проверены по формуле

$$S_{\max} = \frac{P}{K}$$

где $S_{\max}$ – наибольшее натяжение каната под действием груза, Н;

P – действительное разрывное усилие каната, Н;

K – коэффициент запаса прочности, значение которого зависит от режима работы машины (Л – 5; С – 5,5; Т – 6; ВТ – 6,5).

Для грузоподъемных кранов

$$S_{\max} = \frac{Q(1-\eta_{бл})}{a(1-\eta_{бл}^{m})}$$

где Q – грузоподъемность крана, Н;
a – тип полиспаста;
m – кратность полиспаста;
h – КПД подшипника, установленного в блоке полиспаста (качения – 0,97 … 0,98; скольжения – 0,95 … 0,96).
Определяем максимальное натяжение каната сдвоенного полиспаста при подъеме груза по формуле

$$S_{\max} = \frac{Q(1-\eta_{бл})}{a(1-\eta_{бл}^{m})} = \frac{100000(1-0,97)}{2(1-0,97^{3})} = 17400$$

отсюда

$$S_{\max} = \frac{P}{K} = 17400 = \frac{P}{5,5}$$

Определяем необходимое разрывное усилие с учетом запаса прочности:

$$P = S_{max} K = 17400 \times 5{,}5 = 95700$$

по ГОСТ 3077—80 (табл. 9.1) [21] выбираем канат двойной свивки типа ЛК 6 ´ 19=114 диаметром 15 мм, имеющий при расчетном пределе прочности при растяжении, равном 1400 МПа, разрывное усилие *P* = 139 500 Н

Критерии оценки:

«Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
«Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в решении.
«Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
«Неудовлетворительно» - работа выполнена не верно, либо не выполнена вообще.

Лабораторная работа №6.

Исследование канатов

Цель: Изучить различные случаи динамического нагружения механизмов подъёма, определить величину и характер изменения динамических нагрузок в канатах аналитическим методом и с помощью ЭВМ.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- осуществлять выбор и расчет стального каната, проводить исследования динамического нагружения механизмов подъёма

Оборудование не требуется

Теоретические положения

Установлено, что около (80-90)% отказов современных грузоподъемных машин в основном связано с динамическими нагрузками.

Расчет динамических нагрузок включает:

1) составление расчетных Сверенных или эквивалентных схем механизма;

2) определение величины и характера изменения внешних нагрузок, приложенных к системе;

3)определение жесткости упругих связей;

4) составление дифференциальных уравнений движения масс системы; 5) нахождение упругих сил и моментов в звеньях привода.

Привод состоит, как правило, из большого числа сосредоточенных и распределенных масс, вследствие чего теоретическое исследование такой системы становится весьма затруднительным или вообще невозможным.

С достаточной для практики точностью определение максимальных динамических нагрузок в элементах механизмов подъема можно проводить по двухмассовой системе с упругим звеном.

Вследствие большой жёсткости деталей привода по сравнению с жесткостью канатного полиспаста считаем m_1 массой всех вращающихся деталей механизма m_2 - массой груза. Жесткость между массами определяется жесткостью канатного полиспаста С. К масс*е*m_1 приложена движущая (при пуске двигателя) или тормозная (при торможении привода) сила Р, к массе m_2 – вес груза, причём Q=mg.

В исходном состоянии обе массы неподвижны, усилие в упругом элементе (полиспасте) $F_0=Q$. От этого начального состояния отсчитываем перемещения X_1 и X_2.

Исследуем динамический процесс при пуске и торможении механизма подъёма, когда груз висит на канатах (или груз начинает подниматься с опоры без слабины каната).

Под движущей силой P при пуске механизма понимают усилие развиваемое двигателем (приведённое к поступательному движению груза)

$$P = P_0 - B\dot{x}_1$$

где P_0 - движущее усилие при неподвижном роторе,

B - коэффициент пропорциональности,

X - угловая скорость ротора, приведенная к грузу.

$$P_0 = \frac{T_{max} \cdot U \cdot i_n}{R_\delta} \cdot \eta_{мех}$$

де T_{max} - максимальный момент двигая, Нм

T_T - расчетный тормозной момент, Нм

U – передаточное число зубчатых передач, i_n – кратность полиспаста.

$\eta_{мех}$ – КПД механизма, R_δ – радиус барабана, м.

Сила сопротивления

$$P_0 = \frac{T_{max} \cdot U \cdot i_n}{R_\delta} \cdot \eta_{мех}$$

Где

Q и G_n – вес груза и вес крюковой подвески.

Масса m_1 является результатом приведения к канатам вращающихся масс механизма на участке от двигателя до барабана:

$$m_1 = \delta(I_p + I_M)\frac{U^2 \cdot i_n^2 \cdot \eta_{мех}}{R_\delta^2},$$

где

δ = 1,154÷1,25 – коэффициент, учитывающий моменты инерции масс деталей, вращающихся медленнее, чем вал двигателя.

Ip - момент инерции ротора двигателя, кг·м^2

I_M - момент инерции зубчатой муфты с тормозным приводом, кг·м^2.

Массы

$$m_2 = \frac{Q}{g},$$

Здесь *g* - ускорение силы тяжести.

Под жесткостью C в динамической системе механизма понимается приведенная к канатам суммарная жесткость упругих элементов (валов, зубьев передач, канатов и т.д.) механизма и металлоконструкции. Получить аналитическим методом уточненное значение жесткости механизма довольно трудно. Но так как жесткость канатов (у большинства механизмов подъема) значительно меньше жесткости остальных упругих элементов, то можно записать

$$C \approx C_n = E_K \cdot S_K \frac{a \cdot i_n}{H},$$

где *Ек* - модуль упругости канатов, Па

Ек =(1,1÷1,3)*10^9 Па - для канатов с органическим сердечником

Ек =1,4*10^9 Па - для канатов с металлическим сердечником

Sk - площадь металлического сечения каната, м

α - число полиспаста (*α=1*- для плоских и*α*=2 - для сдвоенных полиспастов)

H - длина подвески груза (высота подъёма), м

При движении системы усилие в упругом звене

$$F = Q + c(x_1 - x_2),$$

Все полученные данные сводятся в таблицу.

Контрольные вопросы

1. Как определяется шаг свивки
2. От каких параметров зависит гибкость каната?
3. Каково назначение сердечника каната?
4. На что следует обращать особое внимание при эксплуатации канатов?
5. Что такое коэффициент запаса прочности ~~кана~~та?
6. В каких случаях бракуются стальные канаты?
7. Каким образом определяются поверхностный износ или коррозия каната?

Критерии оценки:

«Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
«Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в решении.
«Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
«Неудовлетворительно» - работа выполнена не верно, либо не выполнена вообще.

Тема 2.4 Оборудование и технологический процесс производства канатов

Практическая работа №10

Расчет преформирующих устройств

Цель: сущность процесса преформации при производстве канатов

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать надежность преформирующих устройств

Оборудование не требуется

Преформацией называют процесс предварительной деформации, при котором проволокам или прядям заранее придают ту спиральную форму, которую они должны получить при свивке в прядь или канат, при этом обеспечивается полная нейтрализация напряжений в крайних волокнах проволок.

Применяют преформаторы дискового, кассетного и игольчатого типов.

Традиционный дисковый преформатор, имеет три опоры в виде деформирующих роликов (или распределительных шаблонов рис. 6), равного диаметра. При заправке преформатора необходимо, чтобы длина отрезка преформируемой пряди была равна длине отрезка пряди, идущей на построение шага свивки каната. Во время преформации свиваемый элемент подвергается изгибу и скручиванию с приложением нагрузки, удельная величина которой превышает предел упругости материала, поэтому, при выборе режима преформации необходимо учитывать относительное удлинение крайних волокон наружных проволок пряди, которое не должно быть выше допустимого. Практикой выработаны следующие параметры настройки преформирующих устройств

Номенклатура стальных канатов включает следующие их виды и конструкции: Круглопрядные, в т.ч.: Спиральные, Двойной свивки, Тройной свивки; Фасоннопрядные; Плоские; Закрытые для подвесных дорог; Закрытые подъёмные.

Преформация проволок и прядей – операция, исключающая или нейтрализующая остаточные напряжения в канате, которые возникают в процессе его свивки. При этом проволоке и пряди заранее придают ту форму, которую они должны получить после свивки. Основными способами преформации, обеспечивающими канату свойства нераскручиваемости, являются механические, заключающиеся в многократном знакопеременном изгибе элементов каната системой роликов или дисксв.

Наибольшее распространение для преформации получили преформирующие устройства – преформаторы дисковые и роликовые с индивидуальной и общей настройкой режимов преформации. Используют также преформаторы, работающие по принципу двукратной свивки (для закрытых канатов).

Дисковые преформаторы, состоящие из двух твердосплавных дисков с взаимно смещёнными отверстиями для проволок, применяют для преформации проволок в спиральных канатах и реже – в прядях.

Роликовые перформаторы состоят из набора трёх роликов, установленных на пути прохождения каждой пряди от распределительного шаблона до свивальных плашек. Преформаторы с общей настройкой режима преформации всех прядей более устойчивы в работе и обеспечивают равномерную преформацию всех прядей.

В преформаторе, работающем по принципу двукратной свивки, канат пркдвирмтельно свивается в плашках без преформации, а затем развивается, преформируется на роликах и повторно свивается в плашках.

Выбор типов и расчёт производительности

Расчёт преформаторов сводится к определению радиусов деформационных роликов и расстояния между ними.

Задание.

Изобразить схему свивальной машины – перформатора

Контрольные вопросы.

1. Какова номенклатура стальных канатов?
2. Зачем нужна преформация?
3. Как выполняется преформация?
4. Какие основные типы преформаторов?
5. В чём состоит расчёт преформаторов?

Критерии оценки:

«Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
«Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в решении.
«Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
«Неудовлетворительно» - работа выполнена не верно, либо не выполнена вообще.

Лабораторная работа №7.
Операционная технологическая схема производства каната ЛК

Цель: изучить операционную технологическую схему производства каната ЛК
Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- производить операции по замене технологических катушек, приемных барабанов, органического сердечника на канатовьющих машинах;
- применять программное обеспечение рабочего места участка производства пряди, корда и арматурных прядей на прядевьющих машинах;

Оборудование Виртуальные тренажерные комплексы "Машинист по навивке канатов" с очками VR в комплекте

Теоретический материал

Технологический процесс производства канатов

Изготовление металлических и неметаллических (волокнистых) Канатов на соответствующем технологическом оборудовании.

Основные операции К. п.: перемотка проволоки, пряжи на катушки на волочильных или намоточных станках; свивка (скручивание) прядей на прядевьющих машинах; свивка канатов на канатовьющем или плетельном оборудовании.

Основные технологические параметры. На технологию изготовления каната влияют такие параметры, как шаг свивки, характер касания проволок в прядях и прядей в канате, направление и угол свивки, число прядей и др. Шаг свивки проволок в прядях для канатов с точечным касанием (ТК) не должен превышать 11 расчётных диаметров круглых или фасонных прядей; в канатах с линейным касанием (ЛК) -- 9 диаметров, в шестипрядных канатах -- не более 6,5 диаметра, в фасоннопрядных -- 7,5; в канатах тройного кручения -- 7, а в стренгах плоского каната -- 16 диаметров.

Пряди канатов с точечным касанием изготовляют одно- и многослойными. Число слоев проволок в прядях не превышает 5, общее число проволок доходит до 61, иногда -- до 91. Каждый слой в канатах ТК свивается при одинаковых углах свивки, а в ЛК -- при разных, обычно в одну сторону. Спиральные канаты имеют чередующееся направление свивки для всех или части слоев, число которых доходит до 10. Пряди в канатах с линейным касанием (число слоев не более 3) изготовляют за одну технологическую операцию с числом проволок не более 48, которые свиваются в одну сторону. Углы свивки относительно оси пряди для канатов ТК находятся в пределах 12--15°, для канатов ЛК -- 16--20° (для наружного слоя). Угол свивки прядей в канат выбирают близким по величине к углу свивки проволок в прядях. Для изготовления канатов

односторонней свивки на канатовьющих машинах устанавливается планетарная передача, которая сообщает вращение рамам с зарядными катушками и обеспечивает подкрутку прядей для сохранения плотности их свивки.

Производство металлических канатов осуществляют на прядевьющих и канатовьющих машинах, которые имеют одинаковые кинематические схемы и отличаются только размером и числом зарядных катушек (от 3 до 48). На раме (стойке) машины размещается сердечник (металлический или волокнистый), вокруг которого должны свиваться проволоки или пряди. Свивающий орган машины имеет шаблон для распределения проволок или прядей и преформатор для получения нераскручивающихся прядей или канатов. В формирующем обжимном механизме с плашками образуется конус свивки прядей или канатов и происходит их опрессовка. Для рихтовки изделий предназначен роличный механизм, из которого изделие тяговым и приёмным механизмами подаётся для намотки на катушки или барабаны.

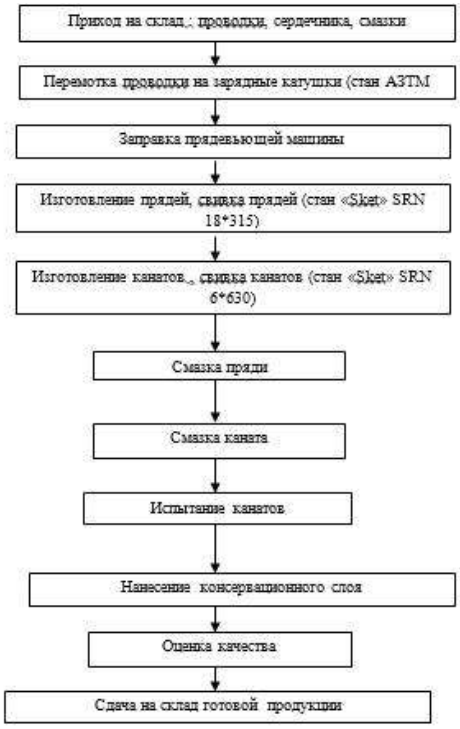
В зависимости от конструкции свивающего органа различают машины двух типов: роторные (корзиночные), в которых катушки в рамах размещаются между отдельными дисками и принимают участие в его вращении, и трубчатые (сигарные), в которых зарядные катушки располагаются в дебалансированных каретках последовательно внутри трубы-сигары (по ее оси), но не вращаются вместе с трубой. В обоих случаях катушки вращаются вокруг своих осей под действием силы, возникающей при стягивании проволок, каболок или прядей тяговым механизмом. В роторных машинах сердечник проходит внутри полого вала ротора, а в трубчатых -- по внутренней поверхности трубы. Направление свивки определяется изменением направления вращения свивального органа, а шаг свивки -- соответствующим подбором частоты вращения свивального органа и окружной скорости тягового механизма. Трубчатые машины имеют большую производительность по сравнению с роторными и некоторыми канатовьющими машинами при изготовлении канатов диаметром до 20 мм. Плетёные и плоские канаты изготовляют на специальных машинах и станках-тележках. Невитые К. монтируются потребителями на месте применения.

Производство неметаллических канатов осуществляют на машинах, называемых канатными дорогами и стационарных прядевьющих и канатовьющих машинах. На канатных дорогах каболки последовательно вытягиваются и свиваются в пряди длиной до 350 м. Затем, проходя через головную стационарную и подвижную части машины, пряди подкручиваются и группируются по 3 или 4 на тележке с чекмарём -- приспособлением для свивки каната. С помощью крючков головной и подвижной частей машины пряди свиваются в канаты тросовой, а затем кабельтовой свивки. На канатных дорогах изготовляют канаты или верёвки различных диаметров длиной до 250 м при использовании 2--3 типоразмеров.

На стационарных машинах изготовляют канаты и верёвки за две или одну технологическую операцию. В прядевьющих машинах, в отличие от машин для производства прядей из проволоки, катушки с каболками размещаются в шпулярниках, а свивальный орган объединён с тяговым и приёмным механизмами, которые расположены внутри него. Благодаря особой заправке прядей в свивальном органе (с дополнительным оборотом) современной конструкции машин за один оборот свивального органа обеспечивают получение двух шагов свивки прядей. Канатовьющие машины для канатов из волокнистых материалов отличаются от проволочных канатовьющих машин роторного типа числом зарядных рам и конструкцией планетарного механизма.

Канатно-верёвочные изделия небольших диаметров изготовляются за одну технологическую операцию (одновременное изготовление прядей и свивка их в канат) на комбинированных шнур-машинах и т. н. габлёрках, состоящих из двух комбинированных крутильных органов: один -- для прядей, а другой -- для свивки каната (верёвки) в целом. Фалы

изготовляют на оплёточных машинах, а морские плетёные канаты -- на специальных плетельных машина



Задание.

1 Изучить теоретический материал

2. Пройти весь передел при помощи виртуального тренажера

3. Выполнить контрольное задание

Критерии оценки:

Данную работу оценивает компьютер

Тема 2.5 Эксплуатация и техническое обслуживание канатов

Практическая работа №11.

Основы смазки для проволочных канатов

Цель:

- научиться подбирать смазку для канатов различных видов

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- определять тип каната и технологическую смазку в зависимости от вида производимой продукции;

Оборудование: не используется

Теоретический материал

Смазывание стальных тросов и металлических канатов является сложным делом, независимо от их конструкции. Хотя стальные тросы и металлические канаты могут находиться в хорошем состоянии, без надлежащего смазывания правильной смазкой, коррозия проволок внутри может пройти незамеченной, создавая потенциально аварийную ситуацию. Общепринято, что срок службы правильно смазанных канатов может быть на ⅔ срока дольше канатов без надлежащей смазки.

Правильное и своевременное смазывание - это ключевая часть обслуживания тросов и канатов, влияющая на производственную эффективность промышленного оборудования, предельный срок службы каната/ троса и безопасность.

Стальные тросы и металлические канаты первоначально смазываются в процессе изготовления.

Если канат имеет органический или неорганический сердечник - его смазывают маслом или полужидкой смазкой для насыщения. Нити сердечника будут поглощать смазку, и служить в качестве резервуара для длительной смазки в процессе эксплуатации каната.

Трос без сердечника обычно покрывают смазкой в процессе производства, непосредственно перед скручиванием проволок в пряди, чтобы уменьшить внутреннее трение, свести к минимуму возможность возникновения коррозии из-за воздействия воды или иных негативных условий окружающей среды.

После ввода каната в эксплуатацию, последующее его смазывание требуется из-за потери первоначальной смазки от нагрузки, изгибов и растяжений.

Волокна сердечника каната со временем высыхают от теплового воздействия, а часто и поглощают влагу.

Смазыванием троса/ каната в процессе технического ухода необходимо минимизировать коррозию, защитить и сохранить сердечник каната, и целостность проволоки, тем самым продлить срок службы троса.

Канаты с органическими и синтетическими сердечниками несколько проще смазывать, чем тросы, сделанные исключительно из стальной проволоки.

Некоторые тросы, которые, например, используются для поддержки таких конструкций, как здания и мосты, все время остаются практически неподвижными, поэтому в них отсутствует внутреннее трение и не происходит изнашивание проволок (хотя они также подвержены поверхностной коррозии). В связи с этим не требуется дополнительное их внутреннее смазывание.

Канатные смазки имеют две основные функции:

- Уменьшение внутреннего трения и износа проволок.
- Обеспечение защиты от коррозии и смазка в активной зоне, внутри прядей проволок и на наружных поверхностях

Типы смазок канатов

Есть два типа канатных смазок: проникающие и покрывающие.

Проникающие канатные смазки содержат нефтяной растворитель с твердыми смазочными веществами, который переносит смазку внутрь к сердечнику троса, а затем испаряется, оставляя тяжелую смазочную пленку для защиты и смазки каждой проволоки пряди троса, защищая его, преимущественно, изнутри.

Покрывающие канатные смазки проникают неглубоко, герметизируя поверхность троса от воздействия влаги, снижают износ и фреттинг-коррозию от контакта со шкивами и барабанами, защищая трос, преимущественно, снаружи.

Комбинированный подход, в котором проникающая канатная смазка используется для насыщения сердечника, а затем покрывающая смазка наносится для герметизации и защиты

поверхности троса, особенно рекомендуется в тяжелых и неблагоприятных условиях эксплуатации канатов.

Важно при этом убедиться, что сердечник каната получает достаточное количество смазки.

Различные виды смазок используются для смазки троса

Консистентные смазки, используемые для этого приложения, как правило, мягкие, полужидкой консистенции. Они покрывают трос снаружи и частично проникают во внутрь при нанесении через лубрикаторы давлением.

Нефтяные масла проникают лучше всего и их легче применять, поскольку собственные добавки этих проникающих типов смазки дает им отличную износостойкость и устойчивость к коррозии. Свойство жидких смазочных материалов типа масла помогает также очистить поверхность троса/ каната от абразивных внешних загрязнений.

Контрольное задание

1. Подготовить презентацию по теме Смазка для канатов
2. Защитить работу

Критерии оценки:

«Отлично» - работа выполнена точно в срок и в соответствии с требованиями, ошибок нет.
«Хорошо» - допускаются небольшие неточности или некоторые ошибки в решении.
«Удовлетворительно» - в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы, допущено ошибок более 50% от работы.
«Неудовлетворительно» - работа выполнена не верно, либо не выполнена вообще