

*Приложение 1.4.1 к ОПОП-П по специальности 22.02.08  
Металлургическое производство (по видам производства)  
(Направленность: Обработка металлов давлением)*

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 ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУ  
МДК.04.01 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ПРОФЕССИИ  
14035 МАШИНИСТ ПО НАВИВКЕ КАНАТОВ**

**для обучающихся специальности  
22.02.08 Metallургическое производство (по видам производства)  
(Направленность: Обработка металлов давлением)**

Магнитогорск, 2024

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
«Металлургии и обработки металлов давлением»  
Председатель О.В. Шелковникова  
Протокол № 5 от «31» января 2024 г.

Методической комиссией МпК

Протокол №3 от «21» февраля 2024 г. \_\_

### **Разработчик:**

преподаватель образовательно-производственного центра (кластера)  
Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Оксана Васильевна Шелковникова

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы профессионального модуля «Освоение дополнительных профессий рабочих, должностей служащих под запрос работодателя».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению вида деятельности «Освоение дополнительных профессий рабочих, должностей служащих под запрос работодателя» программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.08 Metallургическое производство (по видам производства), и овладению профессиональными компетенциями.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1 ВВЕДЕНИЕ .....              | 4  |
| Лабораторное занятие №1 ..... | 6  |
| Составные части каната .....  | 6  |
| Практическое занятие №1 ..... | 8  |
| Практическое занятие № 2..... | 11 |
| Практическое занятие №3 ..... | 13 |
| Практическое занятие №4.....  | 15 |
| Лабораторное занятие №2.....  | 17 |
| Практическое занятие №5.....  | 20 |
| Лабораторное занятие №3 ..... | 22 |
| Практическое занятие №6.....  | 24 |
| Практическое занятие №7.....  | 25 |
| Лабораторное занятие №4.....  | 30 |
| Лабораторное занятие №5.....  | 32 |
| Лабораторное занятие №6.....  | 35 |
| Практическое занятие №8.....  | 39 |

## 1 ВВЕДЕНИЕ

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

Состав и содержание практических и лабораторных 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 (умений решать задачи профессиональной направленности.), необходимых в последующей учебной деятельности.

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

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля «Освоение дополнительных профессий рабочих, должностей служащих под запрос работодателя» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

- проверять состояние, подготавливать и настраивать к работе пряdevьющие и канатовьющие машины в соответствии с технологической картой;
- производить регламентные работы по подбору и установке, смене оснастки на пряdevьющей и канатовьющей машинах;
- проверять комплектность и готовность к работе инструмента, приспособлений и оснастки, необходимых для выполнения сменного задания;
- определять визуально неисправность технологического и вспомогательного оборудования и контрольно-измерительного инструмента на пряdevьющих и канатовьющих машинах;
- выявлять и устранять неисправности в работе обслуживаемого оборудования на канатовьющих машинах;
- производить в соответствии с регламентом подготовку оборудования к капитальному и текущему ремонту

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 4.1 Вести технологический процесс на пряdevьющих и канатовьющих машинах

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01.1 Определяет профессиональную задачу с учетом профессионального и социального контекста, составляет план действий для её решения, реализует его, в том числе с учётом изменяющихся условий, и оценивает результаты решения профессиональной задачи

ОК 02.3 Использует информационные технологии и современное программное обеспечение при решении профессиональных задач

ОК 04.2 Взаимодействует с коллегами, руководством, в ходе профессиональной деятельности

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике

Выполнение обучающихся практических и/или лабораторных работ по учебной дисциплине «Выполнение работ по профессии 14035 Машинист по навивке канатов» направлено на:

- *формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;*
- *приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;*

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

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.1 Основные конструктивные элементы канатов

#### Лабораторное занятие №1 Составные части каната

**Цель:** Изучить составные части канатов для правильной настройки канатовьющих машин в соответствии с технологической картой

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

- проверять состояние, подготавливать и настраивать к работе прядевьющие и канатовьющие машины в соответствии с технологической картой;

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике

ПК 4.1 Вести технологический процесс на прядевьющих и канатовьющих машинах

**Материальное обеспечение:** не требуется

**Задание:**

- 1 Согласно своему варианту выбрать канат
2. Описать все его составные части

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с классификацией канатов.
2. Изучить конструкции стальных канатов с определением основных параметров.
3. Ознакомиться с расчетом канатов и подбором их по каталогу.

**Ход работы:**

Основные технические требования к стальным проволочным канатам регламентирует ГОСТ 3241-80, предусматривающий выпуск различных типов стальных канатов:

1. По форме поперечного сечения: круглые и плоские (плоские канаты не предназначены для работы в полиспадах, поэтому в грузоподъемных кранах их не применяют).

2. По конструкции (круглые канаты): одинарной, двойной и тройной свивки. Канаты одинарной спиральной свивки представляют собой перевитую по спирали в один или несколько концентрических слоев проволоку. При изготовлении канатов двойной свивки сначала из проволок свивают канат одинарной свивки, называемый в данном случае прядью, а затем из прядей свивают сам канат. Пряди в канатах двойной свивки расположены также по спирали в один (несколько) концентрический слой вокруг центрального формирующего сердечника. В свою очередь, канаты двойной свивки бывают одно-, двух-, (рис. 1, ж) и трехслойные; два последних называют многослойными (многопрядными).

3. По форме поперечного сечения прядей: круглопрядные и фасоннопрядные (треугольной, овальной или другой формы).

4. По типу свивки прядей и канатов одинарной свивки: типа ЛК с линейным касанием проволок между слоями (рис. 2, а), типа ТК с точечным касанием проволок между слоями, типа ТЛК (ЛТК) с комбинированным точечно-линейным (линейноточечным) касанием проволок между слоями. Касание проволок между слоями пряди: а – типа ЛК; б – типа ТК Пряди типа ТК состоят

из проволок одного диаметра, которые свивают за несколько технологических операций (по числу слоев проволок в пряди), тогда как пряди типа ЛК состоят из проволок разного диаметра и их свивают за одну технологическую операцию, что является существенным преимуществом. В свою очередь, пряди типа ЛК-01 изготавливают из одинаковых по диаметру проволок, из разных по диаметру проволок в наружном слое пряди ЛК-Р, с промежуточными проволоками заполнения между слоями пряди ЛК-З, с проволоками одного диаметра в одном слое и разного диаметра в другом слое пряди ЛК –РО . Пряди типа ПК получают методом пластической деформации обычных прядей в специальных обжимных плашках (волоках), в результате чего линейный контакт проволок в прядях преобразуется в полосовой, что обуславливает уменьшение внутренних контактных напряжений, повышает прочность и благоприятно сказывается на работоспособности стальных канатов.

5. По материалу сердечника: с крученым сердечником из растительных волокон – органический сердечник (о.с.), с витым сердечником из канатных проволок – металлический сердечник (м.с.) и с сердечником из искусственных синтетических волокон (и.с.).

6. По способу свивки: раскручивающиеся (Р) и нераскручивающиеся (Н). Проволоки и пряди в канатах типа Н сохраняют после разрезания свое первоначальное положение в канате, а в канатах типа Р – не сохраняют, концы их раскручиваются, образуя “метелки”.

7. По направлению свивки: правого (П) и левого (Л). Направление свивки определяют по направлению свивки прядей наружного слоя канатов двойной свивки. У канатов правой свивки элементы располагаются справа вниз налево, а у канатов левой свивки наоборот – слева вниз направо. Отечественная промышленность выпускает преимущественно канаты правой свивки.

8. По сочетанию направлений свивки элементов каната: односторонней свивки (О) с одинаковым направлением свивки проволок в наружном слое прядей и прядей в канате (см. рис. 1, з), крестовой - с противоположными направлениями свивки , комбинированной (К) – с сочетанием указанных направлений свивки (см. рис. 1, к).

9. По степени крутимости: крутящиеся под действием растягивающей нагрузки, когда все элементы каната имеют одинаковые направления свивки, и малокрутящиеся (МК) – многослойные с противоположным направлением свивки прядей в канате.

10. По механическим свойствам проволоки каната: высшей марки (В), первой марки (I) и второй марки (II) (изготовление с согласия потребителя), отличающиеся чистотой по ГОСТ 7372-79.

11. По назначению: грузоподъемные (ГЛ), грузовые (Г) и бензельные (Б). Для подъема людей и опасных грузов типа расплавленного металла применяют только канаты ГЛ, свитые обязательно из проволок высшей марки В. Канаты типа Б применяют для наложения бензельных обвязок на концы канатов (вместо мягкой отожженной проволоки) перед резкой, закреплением или запасовкой в полиспасты.

12. По виду покрытия поверхности проволок: из светлой проволоки (без покрытия) для легких условий эксплуатации, из проволоки с тонким слоем цинкового покрытия (оцинкованные) для средних условий эксплуатации в агрессивных средах, из проволоки с цинковым покрытием средней толщины для жестких условий эксплуатации и из проволоки с толстым слоем покрытия для очень жестких условий эксплуатации.

### **Форма представления результата:**

Отчет о выполненной работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание и зарисовку некоторых конструкций канатов.
3. Протокол проведенных измерений (см. форму табл. 1).
3. Ответить на контрольные вопросы

| № п/п | Диаметр каната | Шаг свивки | Направление свивки | Число прядей | Число проволок в пряди | Сердечник | Условное обозначение каната | Число обрывов проволок на длине одного шага свивки | Заключение о пригодности каната |
|-------|----------------|------------|--------------------|--------------|------------------------|-----------|-----------------------------|--|---------------------------------|
| 1     |                |            |                    |              |                        |           |                             |  |                                 |
| 2     |                |            |                    |              |                        |           |                             |  |                                 |
| 3     |                |            |                    |              |                        |           |                             |  |                                 |
| 4     |                |            |                    |              |                        |           |                             |  |                                 |
| 5     |                |            |                    |              |                        |           |                             |  |                                 |

### Вопросы для самоподготовки

1. Назовите основные типы канатов.
2. Что из себя представляют стальные канаты?
3. Опишите последовательность подбора канатов
4. Какие факторы влияют на прочность каната?
5. По каким признакам производится отбраковка канатов?

### Критерии оценки

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

## Тема 2.2 Строение, классификация и свойства стальных канатов

### Практическое занятие №1

#### Определение прочности канатов по производственному назначению

**Цель:** рассчитывать прочностные характеристики канатов для дальнейшей их эксплуатации и выбора технологического оборудования

#### Выполнив работу, вы будете уметь:

У 4.1.3 производить регламентные работы по подбору и установке, смене оснастки на пряdevьющей и канатовьющей машинах;

#### Выполнение лабораторной работы способствует формированию:

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике

ПК 4.1 Вести технологический процесс на пряdevьющих и канатовьющих машинах

**Материальное обеспечение:** не требуется

**Задание:**

1. Согласно своему варианту выбрать канат
2. Рассчитать его прочностные характеристики

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с канатом для расчета
2. Изучить его конструкцию
3. Выполнить расчет каната на прочность

**Ход работы:****Оценка напряженного состояния (пряди) каната после свивки**

В процессе свивки проволока подвергается упруго-пластической деформации изгиба, скручивания и растяжения. При этом в центральной зоне поперечного сечения она деформируется упруго, а в периферийной - упругопластически. Наибольшую величину имеют изгибные напряжения [2].

Напряжения от изгиба в крайних волокнах, возникающие в результате их деформации в соответствии с общеизвестной закономерностью  $\sigma = \epsilon E$  (где  $E$  - модуль упругости для линейного напряженно-деформированного состояния), значительно превышают предел упругости. Но так как свивка сопровождается лишь небольшим упрочнением материала в зоне его пластической деформации, то при расчетах часто принимают, что в этих волокнах изгибные напряжения равны пределу текучести  $\sigma_t$ . Если принять, что деформация проволок при свивке в прядь по длине равномерна, то напряжения в соответствующих точках поперечного сечения одинаковы.

В упругой зоне поперечного сечения проволоки:

- нормальные напряжения от изгиба:

$$\sigma_u = E \chi y_{уп} = E \frac{\sin^2 \alpha}{r_{св}} y_{уп};$$

- нормальные напряжения от растяжения:

$$\sigma_p = \sigma_0;$$

- касательные напряжения от кручения

$$\tau_{кр} = G \theta \rho_{уп} = G \theta \sqrt{y_{уп}^2 + z_{уп}^2};$$

где  $E$  и  $G$  - соответственно модули упругости I и II рода;

$\rho_{уп}$  – полярная координата рассматриваемой точки в упругой зоне;

$\sigma_0$  - удельное натяжение проволоки;

$y_{уп}$  и  $z_{уп}$  - координаты рассматриваемой точки в упругой зоне.

Нормальные напряжения от растяжения, по сравнению с напряжениями изгиба и кручения, пренебрежимо малы, поэтому в расчетах их не учитывают, т.е.  $\sigma_p \approx 0$ .

Свивочные напряжения в проволоках достигают значительных величин и снижают их пластические и прочностные свойства, в связи с чем, появляется необходимость их минимизации.

Благоприятная напряженная картина обеспечит пряди (канату) свойства нераскручиваемости и некрутмости.

Перераспределение (нейтрализация) напряжений в проволоках при свивке обеспечивается: преформацией проволок при их свивке в прядь и прядей при свивке в канат, рихтовкой прядей и каната после свивки, двойной свивкой проволок (для канатов закрытой конструкции), предварительной вытяжкой каната после свивки, круговым (радиальным) пластическим обжатием прядей и спиральных канатов линейного касания и т.д. Снятие и перераспределение напряжений достигается также при термической и механико-термической обработке прядей или каната с металлическим сердечником. Часто указанные способы комбинируют.

**Предварительную обтяжку канатов** возможно осуществлять:

- 1) в процессе их изготовления на канатовьюющей машине (рис. 1);
- 2) на отдельном обтяжном стенде.

Эффективность предварительной вытяжки зависит от правильности сочетания ее усилия и условий последующей эксплуатации.

Напряжение предварительной вытяжки каната определяется:

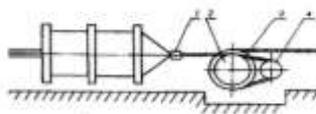
$$\sigma_{\text{выт}} = P_{\text{выт}} / F = P_{\text{СМ}} / mF_{\text{СМ}}$$

где  $P_{\text{сум}}$  - суммарное разрывное усилие каната;

$F_{\text{сум}}$  - суммарная площадь поперечного сечения проволок в канате;

$F$  - площадь поперечного сечения каната;

$m$  - коэффициент запаса.



- 1 - плашки; 2 - первая ступень обтягивающего шкива;  
3 - противостоящий блок; 4 - вторая ступень обтягивающего шкива

Рисунок 1 - Схема установки обтягивающего механизма на канатовьюющей машине:

**Форма представления результата:**

1. Цель работы.
2. Краткое описание и зарисовку некоторых конструкций канатов
3. Выполненный расчет
4. Подробный вывод по работе

**Критерии оценки**

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

## Практическое занятие № 2. Выбор и расчет стального каната для стропа

**Цель:** произвести выбор и расчет стального каната для стропа

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 4.1.3 производить регламентные работы по подбору и установке, смене оснастки на прядевьющей и канатовьющей машинах;

У 4.1.4 проверять комплектность и готовность к работе инструмента, приспособлений и оснастки, необходимых для выполнения сменного задания

**Выполнение лабораторной работы способствует формированию:**

ОК 09.3 Извлекает необходимую информацию из документации по профессиональной тематике

ПК 4.1 Вести технологический процесс на прядевьющих и канатовьющих машинах

**Материальное обеспечение: не требуется**

**Задание**

1. Выбрать стальной канат для стропа, применяемого для подъема груза с определенным углом наклона стропа к направлению действия веса груза.

2. Для выбранного каната рассчитать длину, необходимую для изготовления ветви облегченного стропа УСК1 (заделка концов каната заплеткой). Исходные данные для выбора каната и его расчета представлены на рис. 2.

**Порядок выполнения работы**

1. Получить задание
2. Изучить раздаточный материал (ГОСТы и ТУ) выданный преподавателем
3. Провести расчет

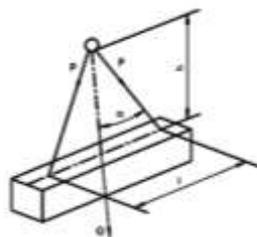


Рисунок 2–Схема к расчету двухветвевго стропа

**Ход работы:**

Определим натяжение в одной ветви стропа по формуле 1.1:

$$P = \frac{m_{гр} g}{n} \cos \alpha,$$

где  $m_{гр}$  – масса груза, т;  $n$  – количество ветвей стропа.

Разрывное усилие в ветви стропа определим по формуле 1.2:

$$S = P \cdot z,$$

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 и определяется его техническая характеристика:

- тип каната; диаметр каната;
- разрывное усилие каната;
- временное сопротивление проволок разрыву.

**Форма представления результата:**

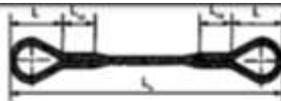


Рисунок 1.2 – Строп обьёмный УСК 1

Таблица 1 – Исходные данные для выбора и расчета стального каната для стропа

| Параметры  | Варианты                        |     |          |     |     |     |     |     |     |     |
|--|---------------------------------|-----|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|  | Последняя цифра номера варианта |     |          |     |     |     |     |     |     |     |
|  | 1                               | 2   | 3        | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 0   |
| Масса груза, т   | 1                               | 2   | 3,5<br>0 | 4   | 5   | 6,5 | 7   | 8   | 9   | 10  |
| Угол наклона стропа к направлению действия веса груза $\alpha$ , град. | 24                              | 27  | 30       | 35  | 32  | 33  | 36  | 37  | 34  | 41  |
| Высота строповой, 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 |

Длину выбранного каната рассчитаем следующим образом

Длину ветви стропа определим по формуле 1.3

$$L_B = h / \cos \alpha.$$

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

$$L_{\text{п}} = 3\pi dk + [4(1 - 3dk)^2 + 36dk^2]^{0,5}.$$

Длину каната, необходимого на заплетку определим по формуле 1.5:

$$L_3 = 20dk.$$

Длину каната, необходимого на крепление определим по формуле 1.6

$$L_{\text{кр}} = L_{\text{п}} + L_3.$$

Минимальную длину каната ветви стропа определим по формуле 1.7

$$L_k = L_B + 2L_{\text{кр}} + 2L.$$

Вывод.

Для изготовления ветви стропа при заделке концов каната заплеткой необходим отрезок каната типа ... длиной не менее ... м. 10 1.3

**Форма представления результата :**

работа должна быть оформлена в тетрадь, расчет и заполненная таблица.

### **Критерии оценки**

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

## **Тема 2.3 Конструктивные (геометрические) показатели канатов**

### **Практическое занятие №3**

#### **Последовательность расчета канатов**

**Цель работы:** установить правильную последовательность расчета канатов и рассчитать его по заявленным характеристикам

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

##### ***уметь:***

У 4.1.3 производить регламентные работы по подбору и установке, смене оснастки на прядевьющей и канатовьющей машинах;

У 4.1.4 проверять комплектность и готовность к работе инструмента, приспособлений и оснастки, необходимых для выполнения сменного задания;

**Материальное обеспечение :** не требуется

#### **Задание**

1. Выбрать стальной канат для стропа, применяемого для подъема груза с определенным углом наклона стропа к направлению действия веса груза.

2. Для выбранного каната рассчитать длину, необходимую для изготовления ветви облегченного стропа УСК1 (заделка концов каната заплеткой). Исходные данные для выбора каната и его расчета представлены на рис. 1.

#### **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание
2. Изучить раздаточный материал (ГОСТы и ТУ) выданный преподавателем
3. Провести расчет

#### **Ход работы**

1 Выбрать стальной канат для стропа, применяемого для подъема груза массой 4 т, угол наклона стропа к направлению действия веса груза  $\alpha = 30^\circ$ .

2. Для выбранного каната рассчитать длину, необходимую для изготовления ветви стропа (заделка концов каната заплеткой).

Параметры строповки

$h = 2 \text{ м}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ . Длина петли ветви стропа

$$L = 0,144 \text{ м.}$$

Решение задания 1 Определим натяжение в одной ветви стропа по формуле

$$P = 4000 \cdot 9,81 \cdot 2 \cdot \cos 30^\circ = 22655,2 \text{ Н.}$$

Разрывное усилие в ветви стропа определим по формуле

$$S = 22655,2 \cdot 6 = 135931,3 \text{ Н.}$$

По найденному разрывному усилию подобрали канат (см. табл. 3.5.2 – 3.5.7) и определили его технические характеристики: – тип каната ЛК-РО ГОСТ 7668-80; – диаметр каната – 16,5 мм; – разрывное усилие каната – 150000 Н; – временное сопротивление проволок разрыву – 1770 МПа, 11 2.

Длина выбранного каната рассчитывается следующим образом.

Определим длину ветви стропа по формуле

$$L_{\text{в}} = h / \cos \alpha = 2 / \cos 30^\circ = 2,31 \text{ м.}$$

Определим длину каната, необходимого на образование петли ветви стропа по формуле

:

$$L_{\text{п}} = 3\pi d_{\text{к}} + [4(1 - 3d_{\text{к}})^2 + 36d_{\text{к}}^2] \cdot 0,5 = 3 \cdot 3,14 \cdot 0,0165 + [4 \cdot (1 - 3 \cdot 0,0165)^2 + 36 \cdot 0,0165^2] \cdot 0,5 = 0,37 \text{ м.}$$

Определим длину каната, необходимого на заплетку по формуле

$$L_{\text{з}} = 20d_{\text{к}} = 20 \cdot 0,0165 + 0,2 = 0,53 \text{ м.}$$

Определим длину каната, необходимого на крепление по формуле

$$L_{\text{кр}} = L_{\text{п}} + L_{\text{з}} = 0,37 + 0,53 = 0,90 \text{ м.}$$

Определим минимальную длину каната ветви стропа по формуле 1.7:

$$L_{\text{к}} = L_{\text{в}} + 2L_{\text{кр}} + 2L = 2,31 + 2 \cdot 0,90 + 2 \cdot 0,144 = 3,822 \text{ м} \approx 3,9 \text{ м.}$$

Вывод.

Для изготовления ветви стропа при заделке концов каната заплеткой необходим отрезок каната типа ЛК-РО длиной не менее 3,9 м.

**Форма представления результата** : работа должна быть оформлена в тетрадь, расчет и заполненная таблица.

### Критерии оценки

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

#### **Практическое занятие №4.**

Определение расчетной массы канатов

**Цель работы:** научиться определять расчетную массу канатов

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У 4.1.3 производить регламентные работы по подбору и установке, смене оснастки на прядевьющей и канатовьющей машинах;

У 4.1.4 проверять комплектность и готовность к работе инструмента, приспособлений и оснастки, необходимых для выполнения сменного задания;

**Материальное обеспечение :** не требуется

#### **Задание**

1. Выбрать стальной канат для стропа, применяемого для подъема груза с определенным углом наклона стропа к направлению действия веса груза в зависимости от варианта
2. Для выбранного каната рассчитать расчетную массу выбранного каната
3. Сделать вывод по проделанной работе

#### **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание
2. Изучить раздаточный материал (ГОСТы и ТУ) выданный преподавателем
3. Провести расчет

#### **Ход работы**

Расчетная масса 1 м стального каната ориентировочно определяется из следующей зависимости

$$p = F \gamma C1C2C3 = 0,785 D^2K3 \gamma C1C2C3$$

где F - площадь поперечного сечения всех проволок в канате, м<sup>2</sup>;

D – диаметр каната, м;

K3 - конструктивная плотность (коэффициент заполнения);

$\gamma$  - плотность стальной высокоуглеродистой проволоки,  $\gamma = 7,86-103$  кг/м<sup>3</sup>;

C1 - коэффициент увеличения длины проволок в канате;

C2 – коэффициент учитывающий удельную норму расхода органического сердечника;

C2 = 1,08 -для шестипрядных канатов и C2 = 1,10 - для восьмипрядных;

C3 - коэффициент, учитывающий удельную норму расхода защитной смазки, C3 = 1,05.

Коэффициент увеличения длины проволок C1 в канатах:

$$\begin{aligned}
& \text{- одинарной свивки} - \frac{1}{\cos \alpha}; \\
& \text{- двойной свивки} - \frac{1}{\cos \alpha \cos \beta}; \\
& \text{- тройной свивки} - \frac{1}{\cos \alpha \cos \beta \cos \varphi};
\end{aligned}$$

где  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\varphi$  - соответственно углы свивки проволок, прядей и стренг.

В общем виде зависимость расчетной массы 1 метра стального каната можно выразить формулой

$$p = F \lambda \gamma,$$

где  $\lambda > 1$  - коэффициент, учитывающий свивку проволок в канате и наличие сердечника.

Значение этой величины зависит от параметрон свивки проволок в пряди и прядей в канат, а также от характера сердечника и смазки:

- $\lambda = 1,07$  - для канатов закрытой конструкции;
- $\lambda = 1,09$  - для трехграннопрядных канатов;
- $\lambda = 1,09$  - для круглопрядных канатов.

Критическая длина каната - это длина, при которой вертикально подвешенный канат может разорваться под действием собственной массы. Определение критической длины необходимо при использовании канатов больших длин, а также несущих и тяговых канатов на подвесных дорогах

$$L_k = \frac{P_{гр}}{g} = \frac{P_{свд}^a}{g} = \frac{F \sigma_B a}{F \gamma C_1 C_2 C_3},$$

где  $\sigma_B$  - временное сопротивление проволоки при растяжении, МПа;

$a$  - коэффициент использования суммарного разрывного усилия каната.

Таким образом, критическая длина зависит от временного сопротивления проволоки при растяжении, агрегатной прочности и конструкции каната.

**Форма представления результата** : работа должна быть оформлена в тетрадь, расчет и записан вывод.

### Критерии оценки

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

## Лабораторное занятие №2 Исследование канатов

### Цель работы:

- исследовать канат по техническим характеристикам
- понимать разницу между канатами

### Выполнив работу, Вы будете:

#### *уметь:*

У 4.1.3 производить регламентные работы по подбору и установке, смене оснастки на прядевьюющей и канатовьюющей машинах;

У 4.1.4 проверять комплектность и готовность к работе инструмента, приспособлений и оснастки, необходимых для выполнения сменного задания;

**Материальное обеспечение :** не требуется

### Задание

1. Выбрать стальной канат для исследования
2. Для выбранного каната рассчитать параметры
3. Сделать вывод по проделанной работе

### Порядок выполнения работы

1. Получить задание
2. Изучить раздаточный материал (ГОСТы и ТУ) выданный преподавателем
3. Провести расчет

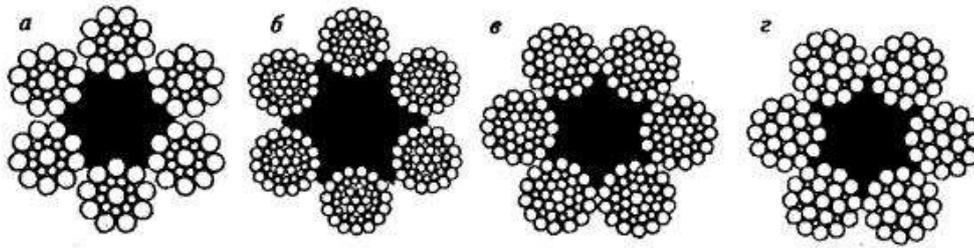
### Ход работы

*Основными конструктивными элементами канатов являются:*

- проволоки,
- пряди,
- сердечник.

Стальную канатную проволоку изготавливают из *углеродистой горячекатаной проволоки (катанки)* методом многократного холодного волочения с промежуточной термической и химической обработкой для получения необходимой прочности, структуры, вида и качества поверхности.

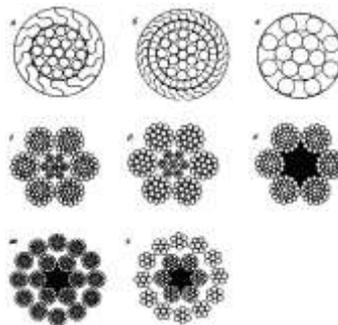
Стальная проволока круглого сечения должна соответствовать требованиям ГОСТ 7372-79. Стальная проволока фасонного профиля должна соответствовать нормативно-технической документации. Проволоки при свивке прядей и канатов должны иметь одинаковое натяжение, при этом проволоки каждого слоя (в пряди или в канате) должны плотно прилегать к проволокам нижележащего слоя. Зетобразные проволоки в канатах закрытой конструкции должны прилегать друг к другу, образуя соединение замком. Между фасонными проволоками допускается зазор, не нарушающий замка каната.



Сердечник каната служит опорой для прядей каната. Органический сердечник при этом является аккумулятором смазки для шахтных подъемных канатов двойной свивки. Он должен быть изготовлен из сизаля в соответствии с нормативно-технической документацией. Допускается использование канатов с органическим сердечником из пенькового волокна повышенного качества (длинного прядения) по ГОСТ 5269-93. Металлический сердечник (МС) должен изготавливаться из проволоки по ГОСТ 7372-79. Органический сердечник из других материалов, рекомендуемых ГОСТ 3241-91, может быть применен после проведения шахтных испытаний в установленном порядке.

В канатах диаметром более 15 мм органический сердечник должен быть трехпрядным двойной свивки. При отсутствии в стандарте на органический сердечник требуемого размера сердечника допускается добавлять к витому трехпрядному сердечнику отдельные каболки (нити пряжи) в количестве, не превышающем разности числа каболок смежных стандартных диаметров сердечника.

Сердечники из сизаля или пенькового волокна должны быть пропитаны смазкой в соответствии с нормативно-технической документацией. По требованию потребителя сердечник можно не пропитывать.



В зависимости от конструкций канаты могут иметь следующие обозначения:

- канат одинарной свивки типа ТК конструкции  $1 \times 37 (1 + 6 + 12 + 18)$  - спиральный канат, состоящий из 37 проволок;
- канат двойной свивки типа ЛК-О («Сил») конструкции  $6 \times 19 (1 + 9 + 9) + 1 \text{ ОС}$  - шестипрядный канат (19 проволок в пряди) с одним органическим сердечником;
- канат двойной свивки типа ЛК-Р («Варрингтон») конструкции  $6 \times 19 (1 + 6 + 6 / 6) + 1 \text{ ОС}$  - шестипрядный канат (19 проволок в пряди) с одним органическим сердечником;
- канат двойной свивки типа ЛК-РО («закрытый Варрингтон») конструкции  $6 \times 36 (1 + 7 + 7 / 7 + 14) + 1 \text{ ОС}$  - шестипрядный канат (36 проволок в пряди) с одним органическим сердечником;

- канат двойной свивки типа ЛК-РО конструкции  $6 \times 36 (1 + 7 + 7 / 7 + 14) + 7 \times 7 (1 + 6)$  - шестипрядный канат с металлическим сердечником, состоящим из семи прядей по семь проволок в каждой;
- канат двойной свивки типа ЛК-З («Филер») конструкции  $6 \times 25 (1 + 6; 6 + 12) + 1$  ОС - шестипрядный канат (25 проволок в пряди) с одним органическим сердечником;
- канат плоский  $8 \times 4 \times 9 (0 + 9) + 32$  ОС состоит из восьми стренг, каждая из которых содержит четыре пряди из девяти проволок, навитых вокруг органического сердечника;
- канат одинарной свивки типа ТЛК конструкции  $Z29 + X13 / \emptyset 13 + \emptyset 19 + (14 + 7 / 7 + 7 + 1)$  - закрытый подъемный канат, состоящий из 110 проволок.

#### *Маркировка канатов.*

Все указанные выше свойства каната отражаются в его маркировке. Так, например, маркировка канатов диаметром 15 мм грузоподъемного назначения марки ВК, оцинкованный по группе Ж, малокрутящийся, левой крестовой свивки, нераскручивающийся, повышенной точности изготовления, маркировочной группы 1900 Н/мм<sup>2</sup> имеет следующее условное обозначение:

Канат 15-ГЛ-ВК-Ж-МК-ЛНР-Т-1900 ГОСТ (ТУ).

Маркировка канатов ГОСТ 3079 диаметром 25,0 мм, грузового назначения, марки I, оцинкованный по группе Ж, левой односторонней свивки, нераскручивающийся, нерихтованный, повышенной точности, маркировочной группы 1370 Н/мм<sup>2</sup> (140 кгс/мм<sup>2</sup>) имеет следующее условное обозначение:

Канат 25-Г-1-Ж-Л-О-Н-Т-1370 ГОСТ 3079-80

Канат талевый с металлическим сердечником, диаметром 32 мм, марки В, правой крестовой свивки, повышенной точности изготовления Т, маркировочной группы по временному сопротивлению разрыву 1570 Н/мм<sup>2</sup> (16 кгс/мм<sup>2</sup>) маркируется следующим образом:

Канат МС-32-В-Т-1570 ГОСТ 16853-88

Стальные канаты, изготавливаемые из круглой проволоки, подразделяются по ряду признаков:

- по форме поперечного сечения - на круглые и плоские;
- по конструктивному признаку - на канаты одинарной, двойной и тройной свивки;
- по форме поперечного сечения прядей - на круглые и фасонные;
- по способу свивки - на обыкновенные раскручивающиеся и нераскручивающиеся;
- по материалу сердечника - с органическим сердечником из натуральных или синтетических материалов и с металлическим сердечником (м. с);
- по направлению свивки - правой и левой свивки;
- по сочетанию направлений свивки каната и его элементов в канатах двойной и тройной свивки - на канаты односторонней свивки (направление свивки каната и свивки прядей по наружным проволокам одинаковые); канаты крестовой свивки (направление свивки каната и направление свивки стренг и прядей противоположные), канаты комбинированной свивки (с чередующимися через одну направлениями свивки прядей).

**Форма представления результата** : работа должна быть оформлена в тетрадь, расчет и заполненная таблица.

#### **Критерии оценки**

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

## **Тема 2.4 Оборудование, технологический процесс, эксплуатация канатов**

### **Практическое занятие №5.**

#### **Основы смазки для проволочных канатов**

**Цель работы:** научиться подбирать смазку для производства различных видов канатов

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У 4.1.3 производить регламентные работы по подбору и установке, смене оснастки на прядевьюющей и канатовьюющей машинах;

У 4.1.4 проверять комплектность и готовность к работе инструмента, приспособлений и оснастки, необходимых для выполнения сменного задания;

**Материальное обеспечение:** не требуется

#### **Задание**

1. Изучит теоретический материал
2. Выполнить подбор смазки для канатовьющей машины
3. Ответить на контрольные вопросы

#### **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание
2. Изучить раздаточный материал (ГОСТы и ТУ) выданный преподавателем
3. Ответить на контрольные вопросы

#### **Ход работы**

##### **Назначение смазки и требования к ней. Виды смазок**

К смазкам, предназначенным для использования при волочении, предъявляется ряд общих требований:

- смазки должны быть легко наносимыми на заготовку перед волочением,
- легко удаляемыми с готового изделия по окончании процесса,
- они должны быть химически пассивными к материалу инструмента, т.е. не вступать с ним в химические реакции, не вызывать его коррозии,
- нетоксичными,
- недорогими.
- Помимо общих требований, в зависимости от условий волочения к смазкам предъявляются специальные требования.
- Так, при высокоскоростном волочении, когда вследствие тепла деформации проволока может разогреться до высоких температур, во избежание налипания материала проволоки на волоку, смазки должны обладать хорошим охлаждающим действием. Смазки для горячего волочения должны иметь высокую температуру воспламенения во избежание их загорания.

- Смазки, используемые при волочении, должны полностью выгорать при термических операциях, не оставляя на поверхности изделия зольных или коксовых остатков, а также пригаров.

Смазка предотвращает прилипание протягиваемого металла к волокнам, уменьшает трение, снижает температуру в очаге деформации и обеспечивает необходимое качество поверхности проволоки.

Смазки подразделяют по их агрегатному состоянию:

- твердые,
- порошкообразные,
- полужидкие (консистентные),

жидкие.

Наличие слоя смазки должно быть гарантированным, так как иначе создаются неблагоприятные условия сухого трения и возможно схватывание металла и волокна.

Решающим фактором для выбора смазки являются их свойства, в частности, коэффициент динамической вязкости при соответствующих термических и механических условиях. В очаге деформации при волочении давления достигают 1000-10000 МПа, температура - 200-300 °С и при этих условиях смазки должны быть химически стабильными.

Полужидкие смазки

Консистентные смазки изготавливают введением в животные, минеральные или растительные масла специальных загустителей.

Консистентными смазками являются солидолы и тавоты содержащие 10—20 % мыла. При волочении проволоки толстых сечений из цветных металлов и мягких сталей консистентные смазки применяют сравнительно редко.

Жидкие смазки (эмульсии) представляют собой смеси специальных минеральных или растительных масел с дистиллированной водой в определенной пропорции, сформированная путем добавления поверхностно активного вещества.

Жидкие смазки должны обладать и высокими охлаждающими свойствами и хорошей смачиваемостью. Для повышения стойкости эмульсии применяют эмульгаторы - вещества, снижающие поверхностное натяжение масла и способствующие его частичному растворению в воде. В качестве эмульгаторов используют мыло, соду, олеиновую кислоту и др. Наилучший эмульгатор — олеат натрия.

Твердые смазки – представляют собой различные покрытия, наносимые на поверхность заготовки, которые впоследствии затвердевают, образуя на поверхности металла тончайшие смазочные пленки высокой прочности.

Из твердых смазок при волочении наибольшее применение находят порошки мыла, графит и дисульфид молибдена.

Порошкообразные смазки - это различные мыла, представляющие собой соединения щелочных и щелочноземельных металлов (натрия, калия, кальция) с жирными кислотами. Мыльные порошки широко используются при сухом волочении. Порошок должен быть тщательно измельчен (до определенного гранулометрического состава) и просушен. Слишком мелко измельченная смазка более склонна к выгоранию и слеживанию, а грубый помол препятствует эффективному захвату и подаче смазки в зону деформации.

Наилучшими свойствами обладают порошки с неправильной формой частиц, полученные путем размола твердого мыла. Порошки с неправильной формой частиц лучше захватываются проволокой при скоростном волочении и лучше обеспечивают условия жидкостного трения благодаря гидродинамической подаче смазки.

Сухие смазки должны отвечать следующим требованиям:

- эффективно разделять поверхность материала и инструмента при процессе волочения;
- иметь определенный гранулометрический состав;
- иметь определенное количество жирных веществ;

- обладать определенной влажностью;
- предотвращать обильное пыление смазки в процессе выработки;
- обеспечивать определенный уровень безопасности при ее использовании в производстве.

#### **Ход занятия**

Изучить теоретическим материал, сделать основные записи в тетрадь

Ответить на контрольные вопросы

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что происходит при применении смазки с повышенной вязкостью?
2. Как вводится смазка между контактными поверхностями при гидростатическом способе волочения?
3. Каким должно быть давление смазки в начале зоны деформирования?
4. Какие преимущества имеет гидростатический ввод смазки?
5. Как вводится смазка между контактными поверхностями при гидродинамическом способе волочения?
6. Какими устройствами и приспособлениями можно создать гидродинамический эффект при производстве каната?
7. От чего зависит давление при гидродинамическом вводе смазки?
8. Какие меры необходимо предпринять для уменьшения отгона смазки?
10. Что необходимо учитывать при подборе смазки?
11. В каком случае достигается наилучший смазочный эффект?
12. Чем определяется необходимая вязкость смазки

**Форма представления результата:** устная защита по контрольным вопросам

#### **Критерии оценки**

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

### **Лабораторное занятие №3 . Виртуальный тренажерный комплекс "Машинист по навивке канатов"**

**Цель работы:** Сформировать навыки безопасного, правильного и быстрого выполнения типовых операций при навивке каната на прядевьющей машине

**Выполнив работу, Вы будете:**

#### **уметь:**

У 4.1.10 подавать тянущим устройством проволоку с разматывателя на прядевьющую и канатовьющую машины;

У 4.1.14 отслеживать работу механизмов прядевьющих и канатовьющих машин;

**Материальное обеспечение:** виртуальный тренажерный комплекс (vr)

### **Задание**

1. Повторить изученный ранее теоретический материал
2. Изучить принцип работы канатовьющей машины, расположение оборудования в цехе
3. Выполнить контрольное задание

### **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание
2. Изучить производство каната при помощи виртуального тренажера
3. выполнить контрольное задание

### **Ход работы**

Данный тренажер позволяет сформировать навыки безопасного, правильного и быстрого выполнения типовых операций при навивке каната на прядевьющей машине. Тренажерная подготовка рабочих по специальности «Машинист по навивке канатов» соответствует реальному технологическому процессу.

- Изучить составные детали прядевьющей машины;
- Освоить правильный и безопасный запуск и остановку прядевьющей машины;
- Изучить оснастку и инструменты для выполнения типовых операций при навивке каната на прядевьющей машине;
- Изучить правила замены катушки и сборника прядевьющей машины;
- Изучить операции по сварке и нормализации проволоки;
- Освоить работы с погрузочным устройством (тельфером);
- Освоить контроль выполняемых операций.

**Форма представления результата:** выполненный цикл операций на тренажере.

#### **Критерии оценки**

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

## **Практическое занятие №6. Расчет диаметра металлического сердечника в стальных канатах**

### **Цель работы:**

- уметь рассчитывать диаметра металлического сердечника в стальных канатах
- определять вид сердечника и его назначение

### **Выполнив работу, Вы будете:**

#### **уметь:**

- У 4.1.14 отслеживать работу механизмов прядевьющих и канатовьющих машин;

**Материальное обеспечение:** не требуется

### **Задание**

1. Изучить теоретический материал
2. Выполнить контрольное задание по вариантам

### **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание
2. Изучить теоретический материал
3. Выполнить контрольное задание

### **Ход работы**

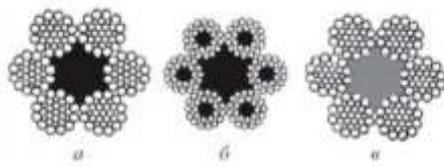
Сердечники служат внутренней опорой и амортизатором для прядей и самого каната в целом. При изгибе каната сердцевина заставляет его сохранять симметричную форму и препятствует уменьшению диаметра каната под действием растягивающей нагрузки. Материал и размеры поперечного сечения сердечника должны обеспечивать определенный зазор между прядями не только при свивке в канат, но и при его эксплуатации. Сердечник выполняет также роль аккумулятора для смазки в течение всего срока его службы.

Сердечники канатов делятся на:

- органические из натуральных или полимерных материалов - ОС;
- металлические - МС.

Органическими принято называть сердечники из волокнистых растительных материалов (рис. 5.3, а). К ним относятся: листовые жесткие лубяные волокна (маниль, сизаль), стеблевые лубяные волокна (пенька, джут) и семенные волокна (хлопок). Сердечник может выполняться также из хлопкобумажной пряжи и хлопкобумажного корда. В необходимых случаях применяется пропитка для придания противогнилостных и антикоррозионных свойств. По требованию заказчика сердечник может быть не пропитан. Органические сердечники выдерживают сжимающие усилия прядей до 150 Н/мм<sup>2</sup> (15 кгс/мм<sup>2</sup>). Это соответствует примерно четырехкратному запасу прочности каната. Органические сердечники изготавливаются методом одинарного скручивания (однопрядные) и двойного скручивания (трехпрядные). Для канатов диаметром более 15 мм используются трехпрядные сердечники. Направление свивки сердечника выбирается противоположным направлению свивки канатов. Для подъемных канатов применяются органические сердечники из сизаля или пеньковая пряжа повышенного качества, называемая каболкой.

В некоторых конструкциях канатов предусматривается введение органического сердечника внутрь прядей (рис., б)



а, б - из натуральных материалов; в - полимерный

Исходя из оценочных характеристик сердечников были проведены дополнительные сравнительные исследования пеньковых и сизалевых сердечников, для чего использовали пеньковый сердечник Саранского производства России и сизалевый сердечники фирмы «WBV» Германии диаметрами 5; 5,5; 8,0 и 9,0 мм.

Сжатие сердечников при работе каната моделировалось сжатием в пресс-форме по методике ВНИИМетиза .

Удельное усилие сжатия сердечника в пресс-форме определяли как отношение усилия, прилагаемого к пуассону, к объему сердечника в пресс-форме:

$$p = P / V \text{ (кгс/мм}^3\text{)},$$

где P - усилие прессы,

V - объем сердечника в пресс-форме

Канаты с пеньковым сердечником в сравнении с канатами, изготовленными с сизалевым сердечником, имеют пониженный до 30-40 % технический ресурс при испытании на ПТ-2 при  $d_{\text{фр}}/d_{\text{каната}} = 20$  и нагрузке на ветвь 10 % от разрывного усилия каната.

При намокании разрывная нагрузка у пеньковых сердечников уменьшается на 15-20 %. У сизалевых сердечников их разрывная нагрузка незначительно увеличивается до 5-10 %

**Форма представления результата:** выполненный расчет в тетради

**Критерии оценки**

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

## Тема 2.5 Основные и вспомогательные материалы

### Практическое занятие №7.

### Определение физико-механических свойств канатов

### **Цель работы:**

-уметь рассчитывать физико-механических свойств канатов

### **Выполнив работу, Вы будете:**

#### **уметь:**

У 4.1.3 производить регламентные работы по подбору и установке, смене оснастки на прядевьющей и канатовьющей машинах;

**Материальное обеспечение:** не требуется

### **Задание**

1. Изучить теоретический материал
2. Выполнить контрольное задание по вариантам

### **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание
2. Изучить теоретический материал
3. Выполнить контрольное задание

### **Ход работы**

Прочность каната является наиболее важной характеристикой каната. В большинстве случаев при заданных условиях эксплуатации прочность является определяющим фактором работоспособности каната. Прочность стального каната из-за укладки проволок не параллельно оси, а по винтовой линии с различными углами наклона и, следовательно, неравномерным распределением растягивающих и изгибающих напряжений по слоям ниже, чем сумма разрывных усилий составляющих его проволок.

Потери при свивке зависят от конструкции, шагов и направлений свивки элементов каната, временного сопротивления разрыву  $\sigma_B$  проволоки и др. Увеличение количества свивок и слоев (в прядях и канатах), наличие металлического сердечника (особенно, если направление свивки его прядей противоположно свивке наружных прядей, повышенное временное сопротивление проволок - ведут к увеличению потерь).

Применение различных способов силовой обработки канатов (рихтовку, обжатие, обтяжку) и перераспределение напряжения в прядях, удается несколько снизить потери, однако они еще велики и остаются в пределах 17-23 %.

Ни один из известных методов изготовления канатов не обеспечивает полного использования прочностных резервов всех составляющих канат проволок. Поэтому для различных целей (расчетно-теоретических, экспериментальных, производственных) применяются несколько понятий разрывного усилия:

- теоретическое разрывное усилие, подсчитанное суммарно для всех составляющих канат проволок;
- экспериментальное суммарное разрывное усилие всех проволок, составляющих канат, полученное при растяжении отдельных проволок  $R_{сум}$ ;
- общее эффективное разрывное усилие (агрегатная прочность), которое получено при растяжении всего каната  $R_{агр}$ .

Так как статический запас прочности шахтных канатов определяется посуммарному разрывному усилию всех проволок в них  $R_{сум}$ , а при определении коэффициента запаса прочности талевых и крановых канатов используется агрегатное разрывное усилие  $R_{агр}$ , в сортаментных ГОСТах на типы и размеры канатов приводятся расчетные значения обеих величин.

Если в акте-сертификате завода-изготовителя не указано разрывное усилие каната в целом  $R_{агр}$ , а указано только суммарное разрывное усилие всех проволок в канате  $R_{сум}$ , то разрывное усилие каната в целом можно определить

$$R_{агр} = k R_{сум},$$

где  $k$  - коэффициент, учитывающий условия свивки.

Коэффициент зависит от конструкции каната и определяется опытным путем. Чем сложнее свивка каната, тем меньшее значение свивки :

- $k = 0,90$  - для канатов простой свивки (спиральной) и двойной с одним слоем проволок в пряди;
- $k = 0,85$  - для канатов двойной свивки с двумя слоями проволок в каждой пряди;
- $k = 0,82$  - для канатов двойной свивки с тремя слоями проволок в каждой пряди;
- $k = 0,7$  - для канатов двойной свивки с металлическим сердечником в виде пряди (семипрядный канат) или в виде многопрядного троса.

Прочность каната проверяется путем испытаний.

### Упругие удлинения (модуль упругости)

Основным эксплуатационным преимуществом стальных канатов является их способность при растягивающем усилии давать упругое удлинение. Его величина и изменения в процессе эксплуатации канатов может служить критерием оценки его упругих свойств и, в известной мере, даже характеризовать степень износа каната.

Упругое удлинение (модуль упругости) каната характеризуется отношением:  $k$

$$E_k = \frac{PL}{F\Delta l},$$

где  $P$  - растягивающее усилие, Н;

$L$  - длина каната, м;

$F$  – площадь поперечного

сечения каната, м<sup>2</sup>;

$\Delta l$  - удлинение каната при растяжении, м.

Величина упругих удлинений каната зависит от его конструкции, отдельных технологических параметров и свойств используемых для его производства проволок [1, 24]. В среднем модуль упругости для стальной проволоки принято считать  $E_{пр} = (2,06...2,10)10^5$  Н/мм<sup>2</sup>.

Модуль упругости каната  $E_k$  связан с модулем упругости проволоки  $E_{пр}$  зависимостью

$$E = \alpha E_{пр},$$

где  $\alpha$  - коэффициент  $\alpha < 1$ .

Значения коэффициента  $\alpha$ , определенные различными исследователями приведены в табл. 6.1.

величины коэффициента  $\alpha$  согласно данным различных исследователей

| Исследователи | Коэффициент $\alpha$ для канатов |                |                |              |
|---------------|----------------------------------|----------------|----------------|--------------|
|               | одинарной свивки                 | двойной свивки | тройной свивки | многопрядных |
| Бауман        | -                                | 0,333          | -              | -            |
| Vach          | -                                | 0,375          | -              | -            |
| Hrback        | 0,6                              | 0,36           | 0,216          | -            |
| Динник        | 0,888                            | -              | -              | -            |
| Dukielski     | 0,65-0,85                        | 0,35-0,65*     | -              | 0,5**        |
| Stephan       | 0,65-0,83                        | -              | -              | -            |
| Другие        | 0,57-0,74                        | 0,35-0,45      | 0,211          | -            |

\* с органическим сердечником;

\*\* с металлическим сердечником.

Для определения модуля упругости канатов с точечным касанием проволок можно использовать формулы академика Динника А.Н.:

- для спиральных канатов из круглых проволок:

$$E_k = E_{pr} \cos^4 \alpha;$$

- для канатов тросовой конструкции

$$E_k = E_{pr} \cos^4 \alpha \cos^4 \beta;$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  - соответственно, угол наклона проволоки к оси пряди и угол наклона оси пряди к оси каната, град.

Очень большой разброс данных, указываемых в литературе и недостаточная исследованность вопроса, вынуждает оперировать при расчетах усредненными значениями модуля упругости:

-  $E_k = (1,2-1,25) \cdot 105 \text{ Н/мм}^2$  - для круглопрядных канатов двойной свивки,

-  $E_k = (1,25-1,35) \cdot 105 \text{ Н/мм}^2$  - для трехграннопрядных канатов двойной свивки;

-  $E_k = (0,92-1,0) \cdot 105 \text{ Н/мм}^2$  - для многопрядных некрутящихся канатов;

-  $E_k = (1,3-1,5) \cdot 105 \text{ Н/мм}^2$  - для канатов закрытого типа

### Расчетная масса

Расчетная масса 1 м стального каната ориентировочно определяется из следующей зависимости

$$p = F \gamma C_1 C_2 C_3 = 0,785 D^2 K_3 \gamma C_1 C_2 C_3,$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения всех проволок в канате,  $\text{м}^2$ ;  $D$  - диаметр каната,  $\text{м}$ ;  $K_3$  - конструктивная плотность (коэффициент заполнения);

$\gamma$  - плотность стальной высокоуглеродистой проволоки,  $\gamma = 7,86-103 \text{ кг/м}^3$ ;

$C_1$  - коэффициент увеличения длины проволок в канате;  $C_2$  - коэффициент учитывающий удельную норму расхода органического сердечника;  $C_2 = 1,08$  - для шестипрядных канатов и  $C_2 = 1,10$  - для восьмипрядных;  $C_3$  - коэффициент, учитывающий удельную норму расхода защитной смазки,  $C_3 = 1,05$ .

Коэффициент увеличения длины проволок  $C_1$  в канатах:

$$\begin{aligned} & \text{- одинарной свивки} - \frac{1}{\cos \alpha}; \\ & \text{- двойной свивки} - \frac{1}{\cos \alpha \cos \beta}; \\ & \text{- тройной свивки} - \frac{1}{\cos \alpha \cos \beta \cos \varphi}, \end{aligned}$$

В общем виде зависимость расчетной массы 1 метра стального каната можно выразить формулой

$$p = F \lambda \gamma,$$

где  $\lambda > 1$  - коэффициент, учитывающий свивку проволок в канате и наличие сердечника.

Значение этой величины зависит от параметрон свивки проволок в пряди и прядей в канат, а также от характера сердечника и смазки:

- $\lambda = 1,07$  - для канатов закрытой конструкции;
- $\lambda = 1,09$  - для трехграннопрядных канатов;
- $\lambda = 1,09$  - для круглопрядных канатов.

### Критическая длина

Критическая длина каната - это длина, при которой вертикально подвешенный канат может разорваться под действием собственной массы.

Определение критической длины необходимо при использовании канатов больших длин, а также несущих и тяговых канатов на подвесных дорогах:  $a_{гр} \sum m B$

где  $\sigma_B$  - временное сопротивление проволоки при растяжении, МПа;  $a$  - коэффициент использования суммарного разрывного усилия каната. Таким образом, критическая длина зависит от временного сопротивления проволоки при растяжении, агрегатной прочности и конструкции каната.

$$L_k = \frac{P_{agr}}{g} = \frac{P_{сум} a}{g} = \frac{F \sigma_B a}{F \gamma C_1 C_2 C_3},$$

где  $\sigma_B$  - временное сопротивление проволоки при растяжении, МПа;

$a$  - коэффициент использования суммарного разрывного усилия каната.

Таким образом, критическая длина зависит от временного сопротивления проволоки при растяжении, агрегатной прочности и конструкции каната.

**Форма представления результата:** выполненный расчет в тетради

#### Критерии оценки

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

## Лабораторное занятие №4

### Определение неисправности в работе обслуживаемого оборудования на канатовьющих машинах

#### Цель работы:

-уметь определять неисправности канатовьющих машин

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### *уметь:*

У 4.1.4 проверять комплектность и готовность к работе инструмента, приспособлений и оснастки, необходимых для выполнения сменного задания;

У 4.1.8 выявлять и устранять неисправности в работе обслуживаемого оборудования на канатовьющих машинах;

У 4.1.14 отслеживать работу механизмов пряdevьющих и канатовьющих машин;

**Материальное обеспечение:** не требуется

#### Задание

1. Изучить теоретический материал
2. Выполнить контрольное задание по вариантам

#### Порядок выполнения работы

1. Получить задание
2. Изучить теоретический материал
3. Выполнить контрольное задание

#### Ход работы

Крутильные машины серии RSN предназначена для плетения канатов как одинарной так и двойной свивки из стальной проволоки по чертежам и необходимым параметрам. В номенклатуру производимой продукции входят тросы общего назначения, тросы оцинкованные, тросы в изоляции, тросы управления с токопроводящим кабелем, тросы авиационные, тросы автомобильные, строительные и грузоподъемные канаты; тросы из нержавеющей стали, металлокорд.

В трубчатых (сигарного типа) крутильных машинах зарядные катушки располагаются в дебалансированных каретках последовательно внутри литого трубчатого ротора сигарообразного вида (по ее оси), но не вращаются вместе с трубой. Катушки вращаются вокруг своих осей под действием силы, возникающей при стягивании проволок, каболок или прядей тяговым механизмом.

Сердечник трубчатых пряdevьющих машин проходит 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 крутильные машины имеют большую производительность по сравнению с роторными и некоторыми канатовьющими машинами при изготовлении канатов небольших диаметров.

Канатовьющая машина RSN-6/630 может свивать тросы с центральным сердечником из органических материалов (пеньки, манилы, сизаля, хлопчатобумажной пряжи), из искусственных материалов (полиэтилена, капрона, нейлона и др.) или из стальной проволоки.



### Особенности конструкции пряде-канатовьющих машина для свивки каната

|   |  |
|---|--|
| <b>Размотчик центральной проволоки (сердечника)</b>       | Представляет собой электрическую лебёдку. Колесо размотчика стальное, двухребордное, диаметром Ø1000 мм, с верхним подшипником, установлено на двух стойках. Имеет узел демпфирования центральной проволоки и винт регулировки натяжения. Двухребордное колесо размотчика диаметром Ø800 мм является отдающим устройством вращающегося типа. |
| <b>Основная коробка передач</b>                           | Сварная конструкция, коробчатая коробка шпинделя, синхронный электропривод ремённой передачи.  |
| <b>Конструкция трубчатого ротора (сигары)</b>             | Внешняя заправка, два окна для загрузки катушек и три двухребордных колеса в каждом барабане (секции ротора), на изгибах поясных канавок барабана установлены роликовые направляющие колёса.   |
| <b>Крепление трубчатого ротора (сигары)</b>               | Ротор установлен на высокоскоростной крупногабаритный опорный роликовый подшипник 5-го класса точности.  |
| <b>Система смазки опорного подшипника ротора (сигары)</b> | Централизованная подача смазки из масляного бака при помощи масляного насоса, автоматическая смазка жидким маслом в циклическом режиме. Утечка масла в подшипнике или засорение масла вызывают автоматическую аварийную остановку крутильной машины.   |
| <b>Тормозной путь ротора</b>                              | Каждая секция ротора оснащена двумя группами пневматических зажимных тормозов. Время торможения в  |

|   |  |
|---|--|
| <b>(сигары)</b>                                 | обычном режиме (торможение с потерей мощности) составляет 10-15 секунд. Время экстренного торможения <6 секунд. Рабочее давление воздуха 0,4-0,5 МПа.                    |
| <b>Каркасная конструкция внутренней каретки</b> | Центральное опорное двухребордное колесо, узел демпфирования проволоки, винт с пружиной для регулировки натяжения проволоки.   |
| <b>Тяговое устройство</b>                       | Отдельный частотнорегулируемый электродвигатель приводит в движение двойное тяговое колесо. Поверхность канавок (ручьев) на шкивах колеса закалена до твердости HR45-50. |

**Форма представления результата:** заполненная таблица в тетради

**Критерии оценки**

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

## Тема 2.6 Оборудование для свивки прядей и канатов

### Лабораторное занятие №5

#### Операционная технологическая схема свивки каната ЛК

**Цель работы:**

- У 4.1.4 проверять комплектность и готовность к работе инструмента, приспособлений и оснастки, необходимых для выполнения сменного задания;

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У 4.1.4 проверять комплектность и готовность к работе инструмента, приспособлений и оснастки, необходимых для выполнения сменного задания;

У 4.1.14 отслеживать работу механизмов прядевьющих и канатовьющих машин;

**Материальное обеспечение:** не требуется

**Задание**

1. Изучить теоретический материал
2. Выполнить контрольное задание по вариантам

**Порядок выполнения работы**

1. Получить задание
2. Изучить теоретический материал
3. Выполнить контрольное задание

### Ход работы

Для удобства подсчета числа обрывов оборванные концы проволок заершиваются и канат немного изгибают. Шаг свивки каната определяют следующим образом.

На поверхности какой-либо пряжи 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 пряжи (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)

| Конструкция каната  | Первоначальный коэффициент запаса прочности при установленном Правилами отношении* (D/d) |       |       |
|---------------------|--|-------|-------|
|                     | < 6  | 6 - 7 | > 7   |
| 6 x 19=114+1 о.с    | 12/6   | 14/7  | 16/8  |
| 6 x 37 = 222+1 о.с  | 22/11  | 26/13 | 30/15 |
| 6 x 61 = 366+1 о.с  | 36/18  | 38/19 | 40/20 |
| 18 x 19 = 342+1 о.с | 36/18  | 38/19 | 40/20 |

\* D — диаметр барабана, мм, — диаметр каната, мм.

### Исследование параметров, влияющих на долговечность и прочность канатов

При выявлении критериев долговечности и прочности канатов должны быть учтены две группы переменных факторов: технологические и эксплуатационные.

К технологическим факторам относятся: качество проволоки, характер свивки и технология изготовления прядей и канатов, применяемые смазочные материалы, химико-термическая обработка проволоки.

К эксплуатационным факторам относятся: характер нагрузки (статический, динамический), соотношение

$$D_{бл}/d_k$$

( $D_{бл}$  - диаметр блока,  $d_k$  - диаметр каната),

материал блоков (барабанов),

режим работы механизмов, окружающая среда, смазка каната.

Основные повреждения канатов:

изнашивание (коррозия) и обрыв. Определяющим фактором при этом является истирание и усталостное разрушение проволок от многократных перегибов, которые зависят от показателей конструктивной плотности и гибкости канатов.

Показатель конструктивной плотности - коэффициент плотности (заполнения);

$$K_{пл} = \frac{4F}{\pi d_k^2}$$

где F - расчетная (суммарная) площадь поперечного сечения проволок в канате, мм<sup>2</sup>

$$F = \pi R^2$$

$d_k$  - диаметр каната. (приложение 1)

Низкие значения коэффициента

( $K_{пл} = 0,36 \dots 0,45$ ;) характерны для канатов низкой стоимости, но малой надежности;

( $K_{пл} = 0,55 \dots 0,6$ ) характерны для грузоподъемных подъемов, высокой стоимости

Гибкость каната определяется его способностью к перегибу на блоках (барабанах) в пределах упругой деформации

Благодаря внутреннему скольжению проволок.

Гибкость каната характеризуется коэффициентом гибкости;

$$K_{гиб} = d_k / \delta$$

Где

$\delta$  -наибольший диаметр проволок в канате. (смотри макс значение в названии каната)

С увеличением диаметра проволоки, т.е. с уменьшением  $K_{гиб}$ , значительно увеличивается жесткость каната и поэтому канаты с пониженной гибкостью рекомендуется применять в условиях значительного износа или коррозии проволок.

Характеристикой прочности каната является разрывное усилие.

В соответствии с правилами Госгортехнадзора стальные проволочные канаты, применяемые в качестве грузовых, стреловых, винтовых, несущих и тяговых должны быть при проектировании проверены расчетом.

Прочность стальных канатов ( кроме строповых) характеризуется отношением

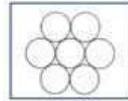
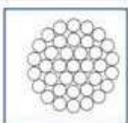
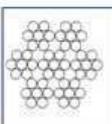
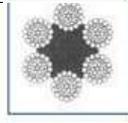
$$p / s \geq k$$

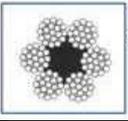
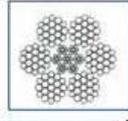
Где P - разрывное усилие каната в целом Н; (ПРИЛОЖЕНИЕ 2)

S- наибольшее натяжение ветви каната (без учета динамических нагрузок),Н;

k- коэффициент запаса прочности (таб.2).

**Таблица 2**

| Назначение канатов  | Наименьший коэффициент запаса прочности |
|---|---|
|  <p>ГОСТ 2688-80<br/>Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6*19(1+6+6)+1 о.с.<br/>(DIN 3059-72, GIS G 3525-88, RR-W-410D-84, UNI 7295-74)</p>             | 4,0                                     |
|  <p>ГОСТ 3062-80<br/>Канат одинарной свивки типа ЛК-О конструкции 1*7(1+6)</p>   | 5,0                                     |
|  <p>ГОСТ 3064-80<br/>Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1*37(1+6+12+18)</p>  | 5,5                                     |
|  <p>ГОСТ 3066-80<br/>Канат двойной свивки типа ЛК-О конструкции 6*7(1+6)+1*7(1+6)<br/>(DIN 3055-72, ISO2408-85, BS 302-87 4.2, NFA 47-200-83, UNI 7293-74)</p> | 6,0                                     |
|  <p>Канат двойной свивки типа ТЛК-О конструкции 6*37(1+6+15)+1 о.с.</p>  | 6,0                                     |

|   |  |     |
|---|--|-----|
|  | ГОСТ 7665-80<br>Канат двойной свивки типа ЛК-З конструкции 6*25(1+6;6+12)+1 о.с.   | 3,5 |
|  | ГОСТ 7667-80<br>Канат двойной свивки типа ЛК-З конструкции 6*25(1+6;6+12)+7*7(1+6)<br>(DIN 3057-72, ISO 2408-85, JIS G 3525-88, NF A 47-200-83, UNI 7295-74) | 6,0 |
|  | ГОСТ 7668-80<br>Канат двойной свивки типа ЛК-РД конструкции 6*36(1+7+7;7+14)+1 о.с.  | 9,0 |
|  | Канат двойной свивки типа ЛК-О конструкции 6*19(1+9+9)+1 о.с.<br>(DIN 3051-72, ISO 2408-85, BS 302-8742, RR-W-410D-84)                                       | 9,0 |

Наибольшее натяжение каната для грузоподъемных машин определяется по паспорту машины или формуле

$$S = Qg / m\eta_{nl}\eta_{bl}^n a$$

Где Q – грузоподъемность крана, кг;

Q от 14-50 тонн

g - ускорение свободного падения; (9,80 бмс<sup>-2</sup>)

m – кратность полиспаста; (от 2 до 6)

$\eta_{nl}$  - КПД полиспаста; (0,97)

$\eta_{bl}$  - КПД блока; (0,98)

**a** - количество лиспастов (2)

n – число направляющих блоков; (3)

a – количество полиспастов (a=1-одинарный, a=2 - сдвоенный).

Разрывное усилие каната зависит от прочности проволок, составляющих его. Чем выше прочность отдельных проволок, тем прочнее канат в целом.

Временное сопротивление разрыву для канатных канатов должно составлять 1 568-1764 МПа (160...180 кгс/мм<sup>2</sup>).

Таким образом, два каната одинаковой конструкции могут иметь различную прочность. Разрывное усилие каната можно определить двумя способами: разрывом каната или разрывом каждой проволоки в канате и суммированием разрывных усилий всех проволок

### Лабораторное занятие №6 Работа с контрольно-измерительными приборами для измерения диаметров проволоки, арматурной пряди, канатов

**Цель работы:** изучить контрольно-измерительные средства, применяемые при работе волочильщика

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- У 4.1.4 проверять комплектность и готовность к работе инструмента, приспособлений и оснастки, необходимых для выполнения сменного задания;

- У 4.1.5 применять контрольно-измерительный инструмент для измерения геометрических размеров исходных заготовок
- У 4.1.7 определять визуально неисправность технологического и вспомогательного оборудования и контрольно-измерительного инструмента на прядевьющих и канатовьющих машинах;

**Материальное обеспечение:** приборы контроля, детали, предназначенные для измерения

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал
2. По выданному образцу выполнить измерения и заполнить таблицу
3. Ответить на контрольные вопросы
4. Работу оформить в тетрадь

**Теоретический материал**

**Контрольно-измерительные средства** в технике - обобщённое название группы средств, применяемых для измерения и контроля линейных и угловых размеров деталей и готовых изделий.

Технические средства с нормированными метрологическими параметрами или свойствами, предназначенные для нахождения значения физической величины опытным путём, принято называть *средствами измерения (измерительными)*.

Если же при определении значения физической величины опытным путём необходимо установить, находится ли размер в пределах нормируемых допускаемых значений, то такие средства называются *контрольными*.

Все применяемые для измерения приборы, на которых можно отсчитать значение размера, могут использоваться также для контроля.

Условно контрольно-измерительные средства разделяются на *измерительные инструменты* и *измерительные приборы*. Наиболее часто к инструментам относят простейшие средства (линейки, калибры, штангенциркули), а к приборам - более сложные (профилометры, микрокаторы и т.д.).

В государственных стандартах принято укрупнённое разделение контрольно-измерительных средств на меры и измерительные приборы.

К мерам относят контрольно-измерительные средства, предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера (например, концевые меры, калибры).

К измерительным приборам относят средства измерения, выдающие сигнал измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем (оператором). Например, в аналоговых приборах показания, т.е. значения измеряемых величин, определяют по отсчётному устройству. В регистрирующих приборах предусмотрена регистрация показаний самописцем и печатающим устройством.

По принципу действия различают механические, оптические, электрические и пневматические измерительные приборы или комбинированные - оптико-механические, пневмоэлектрические, пневмооптические и т.д.

Принцип действия прибора часто отражается в его названии, например: электроиндуктивный профилометр, пневматический прибор для измерения внутренних размеров и т.д.

В зависимости от принципа действия измерительные приборы имеют различные преобразовательные элементы.

Так, в механических приборах используют механические преобразовательные устройства: резьбовые (например, в микрометре), рычажные (в миниметре), рычажно-зубчатые, зубчатые (в индикаторе часового типа), пружинные (в микрокаторе).

В оптических измерительных приборах действие преобразовательных устройств основывается на световых явлениях; в электрических приборах - на электрических явлениях (индуктивности, фотоэлектрических эффектах и др.).

В пневматических измерительных приборах действие основано на зависимости количества воздуха, протекающего в единицу времени через отверстие, от площади самого узкого поперечного сечения этого отверстия.

Основными метрологическими показателями, определяющими эксплуатационные характеристики прибора, являются: цена деления шкалы, диапазон измерений, предел и погрешность измерений.

Существует условное разделение контрольно-измерительных средств на *универсальные* и *специальные*.

К *универсальным средствам измерения* относятся те, с помощью которых измеряют и контролируют линейные величины (диаметры и длины) независимо от конфигурации контролируемой детали (штан-ген-инструмент, микрометры, скобы, оптиметры и др.).

*Специальные средства измерения* предназначаются для измерения либо деталей определенной конструктивной формы (например, зубоизмерительные приборы, резьбоизмерительный инструмент и т.д.), либо определённого параметра изделия (шероховатости, плоскостности, прямолинейности и т.д.).

По расположению относительно детали различают контрольноизмерительные средства: *накладные*, *станковые* и *приставные*. Накладные средства измерения располагаются на детали, в станковых средствах деталь располагается при измерении на приборе, приставные средства координируются вместе с деталью относительно одной базовой поверхности.

По характеру взаимодействия с деталями контрольноизмерительные средства разделяют на *контактные*, чувствительный элемент которых имеет механический контакт с поверхностью детали, и *бесконтактные*, в которых контакт отсутствует (например, оптические и пневматические приборы).

По степени участия оператора в процессе измерения контрольно-измерительные средства разделяют на *ручные*, *механизированные*, *полуавтоматические* и *автоматические*.

Одним из основных направлений в развитии контрольно-средств является создание мер и приборов, предназначенных для использования их непосредственно на рабочих местах. Большое значение придаётся при этом разработке узкоспециализированных контрольно-измерительных средств повышенной износостойкости и точности, например, контактные части некоторых инструментов оснащают пластинками из твёрдых сплавов и алмаза, приборы с электрическими преобразовательными устройствами имеют отсчётные системы с ценой деления 1 мкм и менее.

Наиболее перспективно использование приборов для контроля параметров, которые должны быть устойчивыми в процессе изготовления деталей (например, прибор для контроля шероховатости поверхности - профилометр), приборов для контроля некруглости детали - кругломеров, приборов для измерения кинематической погрешности зубообрабатывающих станков и т.д. Показания таких приборов записываются обычно в виде диаграмм или в цифровой форме.

Широкое распространение получили приборы для предварительной размерной настройки положения режущего инструмента для станков с программным управлением. Такие приборы позволяют поддерживать заданную точность обработки и значительно сокращают простой оборудования.

Ускорить процесс получения результатов и уменьшить погрешность измерений позволяет использование контрольно-измерительных средств совместно с ЭВМ.

#### *ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ*

Для работы надо знать, что измерительные инструменты позволяют определить действительные размеры детали и их отклонение от номинальных значений. К ним относятся: линейки измерительные, штангенциркули, микрометры, угломеры, рейсмасы, индикаторы и т.д.

Контрольные инструменты определяют только ошибки размеров и формы детали, но не указывают размер ошибок. К ним относятся предельные калибры (пробки, кольца, скобы, втулки), шаблоны, щупы, угольники, лекальные линейки и др.

Измерение кронциркулем и нутромером представлено на рис. 2.1.

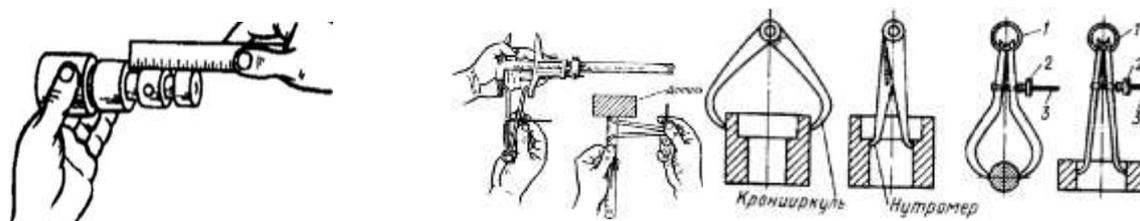
### Порядок выполнения работы

*Кронциркуль* (рис.) — наиболее простой инструмент для грубых измерений наружных размеров обрабатываемых деталей. Кронциркуль состоит из двух изогнутых ножек, которые сидят на одной оси и могут вокруг нее вращаться. Разведя ножки кронциркуля несколько больше измеряемого размера, легким постукиванием об измеряемую деталь или какой-нибудь твердый предмет сдвигают их так, чтобы они вплотную касались наружных поверхностей измеряемой детали.

Способ переноса размера с измеряемой детали на измерительную линейку показан на рис.

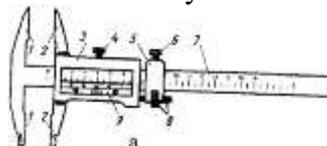
Для грубых измерений внутренних размеров служит нутромер, изображенный на рис. 2.1а, а также пружинный нутромер (рис). Устройство нутромера сходно с устройством кронциркуля; сходно также и измерение этими инструментами.

Вместо нутромера можно пользоваться кронциркулем, заводя его ножки одна за другую.

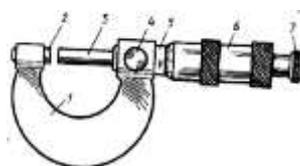


### Приёмы измерения линейкой кронциркулем и нутромером

*Штангенциркули* предназначены для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин и т.д. На рис. изображены два типа штангенциркулей: с величиной отсчета 0,05 мм и с глубиномером. Использование нониуса позволяет получить отсчёт дробных частей миллиметра.



*Микрометры* предназначены для измерения наружных размеров деталей. На рис. показаны основные элементы микрометра.



**Ход работы-** не предполагается

### Вопросы для самопроверки

1. Что такое измерительные средства?
2. Что такое контрольные средства?
3. Что относят к мерам, а что - к измерительным приборам?
4. Понятие контрольно-измерительных средств: универсальных и специальных.
5. Для чего предназначен штангенциркуль?
6. Назначение микрометра, индикатора.
7. Назначение калибров, скоб, шаблонов.

8. Назначение плоскопараллельных концевых мер.

9. Назовите основные метрологические показатели, определяющие эксплуатационные характеристики прибора или инструмента.

**Форма представления результата:** работа должна быть оформлена в тетрадь, записаны замеры и способы.

### Критерии оценки

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

## Практическое занятие №8

### Браковка канатов

#### Цель работы:

- научиться проводить браковку канатов

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### *уметь:*

- У 4.1.5 применять контрольно-измерительный инструмент для измерения геометрических размеров исходных заготовок

- У 4.1.7 определять визуально неисправность технологического и вспомогательного оборудования и контрольно-измерительного инструмента на прядевьющих и канатовьющих машинах;

**Материальное обеспечение :** ГОСТы, справочный материал

#### Задание

1. Выбрать стальной канат для исследования на наличие брака
2. Заполнить таблицу браковки канатов

#### Порядок выполнения работы

Каждому студенту выдается 2-3 образца стального каната и указывается величина максимального его натяжения. Работа выполняется в следующем порядке:

1. Для каждого образца производятся измерения; шага свивки диаметра каната, диаметра (диаметров) проволоки, устанавливается вид покрытия проволоки.

2, Определяется тип свивки пряди каната.

3, Определяется сочетание направлений свивки прядей и проволоки в прядях.

4, Определяется крутимость каната.

5, По заданной максимальной нагрузке расчетным способом определить фактический коэффициент запаса прочности каната и сравнить его с допусковым

6, Вычисляются коэффициенты  $K_{пл}$  и  $K_{гиб}$

7. Составляется условное обозначение для каждого каната. Результаты выполнения работы сводятся в табл.

8. Ответить на контрольные вопросы

### Ход работы:

Описание процесса браковки

Канат бракуется в следующих случаях:

- при обрыве хотя бы одной пряди;
- при количестве обрывов проволоки, превышающем норму;
- при износе (или коррозии) отдельных проволок, превышающем норму.

При осмотре изношенного участка каната определяется число обрывов проволок на одном шаге свивки наиболее изношенного участка каната. Шагом свивки называется длина каната, на протяжении которой прядь делает полный оборот вокруг его оси. Для этого на поверхности одной из прядей (точка А, рис. 3) наносят метку (например мелом). От этой метки в сторону наибольшего износа отсчитывают столько прядей, сколько их имеется в сечении каната, и ставят вторую метку (точка Б при шестипрядном канате). На отмеченном шаге подсчитывают число обрывов и сравнивают с данными табл.3. Для удобства подсчета обрывов канат следует немного изогнуть. Число обрывов не следует смешивать с количеством концов проволок, последних будет в два раза больше.

Таблица 3- Нормы браковки канатов по числу обрывов проволок на длине одного шага свивки каната

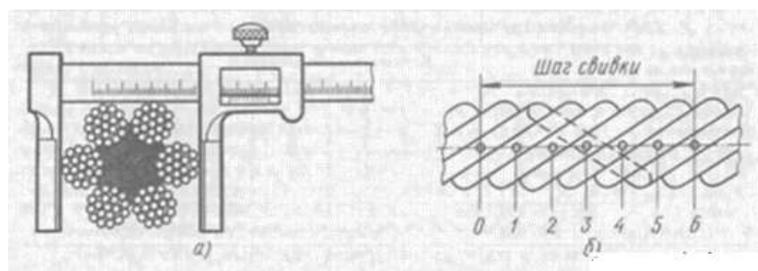
| Первоначальный Коэффициент запаса прочности | Конструкция канатов |       |       |        |
|---|---------------------|-------|-------|--------|
|   | 6x16=               | 6x37= | 6x61= | 18x19= |
|   | 114                 | 222   | 336   | 342    |
| До 6  | 12/2                | 22/11 | 36/18 | 36/18  |
| 6-7   | 14/7                | 25/13 | 38/19 | 38/19  |
| Свыше 7                                     | 16/8                | 30/15 | 40/20 | 40/20  |

Примечание. В числителе приведены данные для канатов крестовой свивки. В знаменателе –односторонней свивки.

Браковка каната, изготовленного из проволок различного диаметра, проводится по условному числу обрывов. При подсчете числа условных обрывов обрыв тонкой проволоки принимается за 1, а обрыв толстой проволоки - за 1,7.

Канаты на кранах и подъемных механизмах, транспортирующих расплавленный или раскаленный металл, взрывчатые и ядовитые вещества, бракуются при числе обрывов проволок на одном шаге свивки в два раза меньше, чем указало в табл.3. Канат должен быть также забракован при износе или коррозии проволок, достигших 40 % и более первоначального диаметра. Степень износа проволоки определяется в месте ее обрыва с помощью микрометра, или другого измерительного инструмента.

Измерение параметров стального каната: Рис.1



а — диаметра, б — длины шага свивки прядей в канате; 0—6 — номера прядей

Шагом свивки прядей в канате называют длину участка последнего, на протяжении которой прядь делает полный оборот вокруг продольной оси каната. Длину шага свивки прядей в канате определяют следующим образом. На поверхность любой пряди наносят метку «0», от которой вдоль оси каната (в любом направлении) отсчитывают количество прядей, соответствующее конструкции каната, например 6 для шестипрядного каната (наносят метку «6»). Расстояние между указанными метками составляет длину свивки прядей в канате (см. рис.1) Канат должен иметь равномерный шаг свивки прядей по всей длине, а длина шага свивки должна соответствовать рекомендуемой ГОСТ 3241—80. Длину шага свивки каната проверяют линейкой с точностью 1,0 мм на расстоянии не менее 5 м от конца каната по среднеарифметическому значению (не менее трех измерений).

Диаметр каната измеряют штангенциркулем в ненагруженном состоянии на расстоянии не менее 5 м от конца каната

### Ход работы:

Основные параметры каната

| Параметры                                  | Обозначение  | Значение |
|--|--------------|----------|
| Количество прядей                          | Шт           |          |
| Количество проволок в пряди                | Шт.          |          |
| Диаметр проволоки, мм                      | мм           |          |
| Покрытие проволоки                         | Без покрытия |          |
| Шаг свивки, мм                             |              |          |
| Диаметр каната, мм                         | мм           |          |
| Показатель конструктивной плотности каната |              |          |
| Коэффициент гибкости каната                |              |          |
| Коэффициент запаса прочности каната        |              |          |

|                                   |                           |  |
|-----------------------------------|---------------------------|--|
| Расчетное разрывное усилие каната | Кгс/мм <sup>2</sup>       |  |
| Условное обозначение каната.      | ЛК-Р06Х36(1+7+7/7+14)+10С |  |

### 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 каната?
6. В каких случаях бракуются стальные канаты?
7. Каким образом определяются поверхностный износ или коррозия каната?

**Форма представления результата:** работа должна быть оформлена в тетрадь, расчет и заполненная таблица.

### Критерии оценки

**Оценка «отлично»** ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

**Оценка «хорошо»** ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;