###### Министерство образования и науки Калужской области

###### Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение

######  Калужской области

######  «Людиновский индустриальный техникум»

**Методические рекомендации**

**по выполнению практических работ**

**по МДК 01.03 Технологические процессы производства кабельной и конденсаторной продукции**

**по специальности**

**13.02.08 Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника**

Людиново, 2019 г.

Методические рекомендации разработаны в соответствии с рабочей программой профессионального модуля **ПМ.01 Ведение технологических процессов производства изоляционной, кабельной и конденсаторной техники**, **МДК 01.03 Технологические процессы производства кабельной и конденсаторной продукции**, утвержденной зам. директора по УПР

Утверждено:

**Заведующая по учебной работе:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.Е. Селиверстова

« 30» \_\_\_августа\_\_\_\_\_\_\_\_ 2019 г.

###### Рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии

###### профессиональных дисциплин технического профиля

###### Протокол № \_1\_ от «\_30\_» \_\_августа\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2019 г.

###### Председатель ЦК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.И. Хрычикова

###### Составил: преподаватель спец. дисциплин Е.Г. Петухова

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Темы работ | Кол-во часов | Страницы |
| 1 | Практическое занятие № 1.Тема: Составление маршрутных карт на изготовление различных видов кабельных изделий. | 4 | 5 |
| 2 | Практическое занятие № 2.Тема: Составление маршрутных карт на изготовление различных видов кабельных изделий. | 4 | 11 |
| 3 | Практическое занятие № 3.Тема: Составление маршрутных карт на изготовление различных видов кабельных изделий.  | 4 | 14 |
| 4 | Практическое занятие № 4.Тема: Составление технологических инструкций на конкретные технологические процессы. | 4 | 16 |
| 5 | Практическое занятие № 5.Тема: Составление технологических инструкций на конкретные технологические процессы. | 4 | 21 |
| 6 | Практическое занятие № 6.Тема: Составление технологических инструкций на конкретные технологические процессы. | 4 | 24 |
| 7 | Практическое занятие № 7.Тема: Определение шага и модуля скрутки в зависимости от линейной скорости и частоты вращения крутильного узла. | 4 | 26 |
| 8 | Практическое занятие № 8.Тема: Расчет параметров и составления карт эскизов на технологические процессы скрутки для различных типов кабельных изделий. | 4 | 28 |
| 9 | Практическое занятие № 9.Тема: Расчет степени уплотнения токопроводящих жил. | 4 | 32 |
| 10 | Практическое занятие № 10.Тема: Составить карту эскизов на технологический процесс наложения бумажной изоляции на силовой кабель. | 2 | 34 |
| 11 | Практическое занятие № 11.Тема: Составить карту эскизов на технологический процесс производства пластмассовой изоляции. | 4 | 38 |
| 12 | Практическое занятие № 12.Тема: Составить карту эскизов на технологический процесс производства вспененной полиэтиленовой изоляции. | 2 | 40 |
| 13 | Практическое занятие № 13.Тема: Составить карту эскизов на технологический процесс сшивки полиэтиленовой изоляции. | 4 | 44 |
| 14 | Практическое занятие№ 14.Тема: Выбор и расчет технологического инструмента. | 2 | 47 |
| 15 | Практическое занятие № 15.Тема: Определение технологических параметров обмотки. | 2 | 50 |
| 16 | Практическое занятие № 16.Тема: Расчет и составление карт эскизов на технологические процессы наложения алюминиевой и свинцовой оболочек. | 6 | 52 |
| 17 | Практическое занятие № 17.Тема: Расчет и составление карт эскизов на технологические процессы наложения пластмассовых и резиновых оболочек. | 6 | 55 |
| 18 | Практическое занятие № 18.Тема: Рассчитать технологические параметры оплетки. | 2 | 58 |
| 19 | Практическое занятие № 19.Тема: Рассчитать технологические параметры наложения ленточных и проволочных бронепокровов. | 2 | 60 |
| 20 | Практическое занятие № 20.Тема: Составление маршрутных карт и карт эскизов на производство различных видов волоконно-оптических кабелей. | 6 | 62 |
| 21 | Практическое занятие № 21.Тема: Составление маршрутных карт на технологический процесс изготовления различных типов конденсаторов. | 4 | 66 |
|  | ***Итого*** | ***78 ч*** |  |

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1**

**Тема: Составление маршрутных карт на изготовление различных видов кабельных изделий.**

**Цель работы:** приобрести навыки составления маршрутных карт на изготовление кабелей силовых низкого напряжения с пластмассовой изоляцией ГОСТ 31996-2012.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# ГОСТ 3.1118-82 устанавливает формы и правила оформления маршрутных карт, применяемых при разработке технологических процессов изготовления или ремонта изделий в основном и вспомогательном производствах.

# Маршрутная карта (МК) является составной и неотъемлемой частью комплекта технологических документов, разрабатываемых на технологические процессы изготовления или ремонта изделий и их составных частей.

# Формы МК, установленные настоящим стандартом, являются унифицированными и их следует применять независимо от типа и характера производства и степени детализации описания технологических процессов.

# Выбор и установление области применения соответствующих форм МК зависят от разрабатываемых видов технологических процессов, специализированных по применяемым методам изготовления и ремонта изделий и их составных частей, назначения формы в составе комплекта документов и применяемых методов проектирования документов. Выбор и установление области применения форм МК осуществляет разработчик документов в соответствии с порядком, установленным в отрасли или на предприятии (в организации) по таблице 1 ГОСТ 3.1118-82.

# При маршрутном и маршрутно-операционном описании технологического процесса МК является одним из основных документов, на котором описывается весь процесс в технологической последовательности выполнения операций.

# При операционном описании технологического процесса МК выполняет роль сводного документа, в котором указывается адресная информация (номер цеха, участка, рабочего места, операции), наименование операции, перечень документов, применяемых при выполнении операции, технологическое оборудование и трудозатраты.

# Оформление форм, бланков и документов – по ГОСТ 3.1129-93 и ГОСТ 3.1130-93.

# Для изложения технологических процессов в МК используют способ заполнения, при котором информацию вносят построчно несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ.

# Служебные символы условно выражают состав информации, размещаемой в графах данного типа строки формы документа, и предназначены для обработки содержащейся информации средствами механизации и автоматизации.

# Простановка служебных символов является обязательной и не зависит от применяемого метода проектирования документов.

# *П р и м е ч а н и е – Допускается не проставлять служебный символ на последующих строках, несущих ту же информацию, при описании одной и той же операции, на данном листе документа, для документов, заполняемых рукописным способом или с помощью печатающей машинки и не подлежащих обработке средствами механизации и автоматизации.*

# В качестве обозначения служебных символов приняты буквы русского алфавита, проставляемые перед номером соответствующей строки и выполняемые прописной буквой, например М01, А12 и т. д.

# Указание соответствующих служебных символов для типов строк, в зависимости от размещаемого состава информации, в графах МК следует выполнять согласно таблице 2 ГОСТ 3.1118-82.

# Служебные символы, применяемые на строках, в которых указаны наименования и обозначения граф, рекомендуется выполнять типографским способом.

На строках, расположенных ниже граф, в которых указаны их наименования и обозначения, служебные символы проставляет разработчик документов с учетом выбранного им способа заполнения документов.

При заполнении информации на строках, имеющих служебные символы А, Б, В, Г, Д, Е,
К, Л, М, Н, следует руководствоваться правилами по заполнению соответствующих граф, расположенных на этих строках.

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ О, следует руководствоваться требованиями государственных стандартов ЕСТД седьмой классификационной группы, устанавливающих правила записи операций и переходов. Запись информации следует выполнять в технологической последовательности по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки. При операционном описании технологического процесса на МК номер перехода следует проставлять в начале строки.

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ Т, следует
руководствоваться требованиями соответствующих классификаторов, государственных и отраслевых стандартов на кодирование (обозначение) и наименование технологической оснастки. Информацию по применяемой на операции технологической оснастке записывают в следующей последовательности:

* приспособления;
* вспомогательный инструмент;
* режущий инструмент;
* слесарно-монтажный инструмент;
* специальный инструмент, применяемый при выполнении специфических технологических процессов (операций), например при сварке, штамповке и т. п.;
* средства измерения.

Запись следует выполнять по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки. Разделение информации по каждому средству технологической оснастки следует выполнять через знак «;». Количество одновременно применяемых единиц технологической оснастки следует указывать после кода (обозначения) оснастки, заключая в скобки.

*П р и м е ч а н и я:*

*1. В случае применения какой-либо технологической оснастки, записывают оснастку, следующую по порядку очередности.*

*2. Допускается не указывать количество применяемых единиц технологической оснастки.*

Последовательность заполнения информации для каждой операции по типам строк
приведена в таблице 3 ГОСТ 3.1118-82.

Графы форм следует заполнять в соответствии с таблицей 4 ГОСТ 3.1118-82.

Размеры граф форм следует выбирать в соответствии с таблицей 5 ГОСТ 3.1118-82, исходя из шага печатающих устройств 2,6 мм.

Разделение граф следует производить вертикальными отрезками прямой линии длиной
0,5-1,5 мм.

При автоматизированном проектировании разделение граф по вертикали и разделение строк по горизонтали следует выполнять наборами соответствующих символов по ГОСТ 27464-87.

# При разработке типовых и групповых технологических процессов в МК следует указывать только постоянную информацию, относящуюся ко всей группе изделий (деталей, сборочных единиц).

# Оформление основных надписей в формах – по ГОСТ 3.1103-82.

# При применении форм МК для разработки технологических процессов при производстве опытного образца (опытной партии) допускается выполнять графические изображения изделий (деталей, сборочных единиц) или технологических установов непосредственно на поле документа, взамен карты эскизов (КЭ). В этом случае всем строкам, занятым графическим изображением, будет присваиваться служебный символ О.

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется силовой кабель марки АВВГ 3х50мс(N, PE)–1,0 ГОСТ 31996-2012.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Составить маршрутную карту изготовления данного кабеля.

**Решение:**

1) Прорабатываем конструкцию изделия в соответствии с ГОСТ 31996-2012.

2) Прорабатываем маршрут изготовления (применяемое оборудование, материалы, операции, оснастка, документация) в соответствии с конструкцией изделия.

3) Составляем маршрутную карту в соответствии с с ГОСТ 31996-

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи.

2. Составить маршрутную карту изготовления заданного изделия.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

# Имеется силовой кабель А ГОСТ 31996-2012. Составить маршрутную карту изготовления данного кабеля.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | АВВГ 1х50мк–1,0 | Развёрнутый ответ в соответствии с заданием, составление маршрутной карты |
| 2 | ВВГ 2х16ок(N)–0,66 |
| 3 | АВВГ 3х70мс–1,0 |
| 4 | ВВГ 4х4ок(PE)–0,66 |
| 5 | АВВГ 5х25ок(N, PE)–1,0 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Чем необходимо руководствоваться при выборе оборудования?

2. Чем необходимо руководствоваться при выборе оснастки?

3. Чем необходимо руководствоваться при выборе конструкции изделия?

4. Какие материалы используются в конструкции изделия?

5. Какая техническая документация использовалась при выполнении работы?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.**

**Тема: Составление маршрутных карт на изготовление различных видов кабельных изделий.**

**Цель работы**: приобрести навыки составления маршрутных карт на изготовление проводов неизолированных для воздушных линий электропередачи ГОСТ 839-80.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Подробные теоретические сведения приведены в практической работе № 1.

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется провод неизолированный для воздушных линий электропередачи марки АС 40/6,7 ГОСТ 839-80.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Составить маршрутную карту изготовления данного провода.

**Решение:**

1) Прорабатываем конструкцию изделия в соответствии с ГОСТ 839-80.

2) Прорабатываем маршрут изготовления (применяемое оборудование, материалы, операции, оснастка, документация) в соответствии с конструкцией изделия.

3) Составляем маршрутную карту в соответствии с ГОСТ 839-80.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи.

2. Составить маршрутную карту изготовления заданного изделия.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

# Имеется провод неизолированный для воздушных линий электропередачи А ГОСТ 839-80. Составить маршрутную карту изготовления данного провода.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  Вариант | А | Ответ |
| 1 | АС 70/72 | Развёрнутый ответ в соответствии с заданием, составление маршрутной карты |
| 2 | АС 125/20,4 |
| 3 | АСКС 160/26,1 |
| 4 | АСКС 200/11,1 |
| 5 | АСКП 200/32,6 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Чем необходимо руководствоваться при выборе оборудования?

2. Чем необходимо руководствоваться при выборе оснастки?

3. Чем необходимо руководствоваться при выборе конструкции изделия?

4. Какие материалы используются в конструкции изделия?

5. Какая техническая документация использовалась при выполнении работы?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.**

**Тема: Составление маршрутных карт на изготовление различных видов кабельных изделий.**

**Цель работы**: приобрести навыки составления маршрутных карт на изготовление проводов для электрических установок ГОСТ 31947-2012.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Подробные теоретические сведения приведены в практической работе № 1.

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется провод для электрических установок марки ПуВ 1х25 ГОСТ 31947-2012.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Составить маршрутную карту изготовления данного провода.

**Решение:**

1) Прорабатываем конструкцию изделия в соответствии с ГОСТ 31947-2012.

2) Прорабатываем маршрут изготовления (применяемое оборудование, материалы, операции, оснастка, документация) в соответствии с конструкцией изделия.

3) Составляем маршрутную карту в соответствии с методическими рекомендациями.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи.

2. Составить маршрутную карту изготовления заданного изделия.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

# Имеется провод для электрических установок А ГОСТ 31947-2012.Составить маршрутную карту изготовления данного провода.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | ПуВ 1х50 | Развёрнутый ответ в соответствии с заданием, составление маршрутной карты |
| 2 | ПуВ 1х70 |
| 3 | ПуВВ 1х50 |
| 4 | ПуВВ 1х70 |
| 5 | ПуВВ 2х4 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Чем необходимо руководствоваться при выборе оборудования?

2. Чем необходимо руководствоваться при выборе оснастки?

3. Чем необходимо руководствоваться при выборе конструкции изделия?

4. Какие материалы используются в конструкции изделия?

5. Какая техническая документация использовалась при выполнении работы?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.**

**Тема: Составление технологических инструкций на конкретные технологические процессы.**

**Цель работы**: приобрести навыки составления технологической инструкции на процесс волочения проволоки.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

Согласно ГОСТ 3.1102-2011 «Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов. Общие положения» технологическая инструкция (ТИ) – это документ, предназначенный для описания технологических процессов, методов и приёмов, повторяющихся при изготовлении или ремонте изделий (составных частей изделий), правил эксплуатации средств технологического оснащения. ТИ применяют в целях сокращения объёма разрабатываемой технологической документации. Для разработки ТИ следует применять формы 5 и 5а.

ТИ применяют для описания:

- технологических процессов, имеющих непрерывный характер действия, например, технологические процессы металлургического производства, химического производства и т. п.;

- технологических процессов, специализированных по отдельным методам, применяемым для изготовления или ремонта изделий и (или) их составных частей, формы документов которых не установлены стандартами ЕСТД;

- работы, имеющей общий и повторяющийся характер, независимо от состава изготовляемых или ремонтируемых изделий и (или) их составных частей, например, приготовление электролитических растворов, клеев, смол, компаундов, смесей материалов и т. д.;

- правил эксплуатации средств технологического оснащения;

- физических и химических явлений, возникающих при выполнении отдельных технологических операций;

- настроечных и регулировочных работ и т. п.

Отражение требований безопасности труда в ТИ – по ГОСТ 3.1120.

Правила оформления ТИ определяются ее назначением.

Описание в ТИ следует выполнять в технологической последовательности выполнения действий и в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1129 и ГОСТ 3.1130.

При разработке ТИ следует предусматривать вводную часть, в которой должна быть отражена область распространения и назначения данного документа.

В зависимости от содержания текст ТИ может быть разбит на разделы и подразделы. В этом случае нумерацию пунктов следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105.

В целях удобства внесения изменений и обработки информации, содержащейся в ТИ, допускается вводить графу для указания нумерации строк аналогично формам МК по ГОСТ 3.1118.

При оформлении ТИ с титульным листом для описания содержания ТИ следует применять форму 5а с указанием состава исполнителей на поле 4 титульного листа.

Для сокращения состава документов, применяемых при разработке ТИ, допускается:

- взамен титульного листа применять форму 5 ТИ, при этом информацию, характерную для титульного листа, размещать по всему полю документа или только в верхней части поля документа с введением, при необходимости, данных, содержащихся на полях 4-6, оставляя нижнюю часть для записи основного содержания ТИ;

- выполнять графические иллюстрации, таблицы непосредственно на формах ТИ.

Пример оформления ТИ приведен в приложении Б ГОСТ 3.1105-2011 «ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения».

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется операция волочения алюминиевой проволоки на волочильной линии SAMP MT 50.2.12.13 AL.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Разработать технологическую инструкцию на данную операцию.

**Решение:**

1) Прорабатываем применяемое оборудование (узлы, агрегаты, тара, технологический инструмент).

2) Прорабатываем изготовление данного изделия (заправка, начало работы, приёмы и методы работы, окончание работы).

3) Составляем технологическую инструкцию в соответствии с методическими рекомендациями.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи.

2. Составить технологическую инструкцию на заданную операцию.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

# Имеется операция волочения проволоки А на оборудовании В. Разработать технологическую инструкцию на данную операцию.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | А | В | Ответ |
| 1 | алюминиевая | ВМА-8/450 | Развёрнутый ответ в соответствии с заданием, составление технологической инструкции |
| 2 | медная | ВСК-13М |
| 3 | алюминиевая | ВМ-13 |
| 4 | медная | СМВ-II-9М |
| 5 | алюминиевая | ВН-10А |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Какого типа волочильный стан применяется в данном случае?

2. Что дополнительно указывается на титульном листе ТИ?

3. Какая смазочно-охлаждающая жидкость применяется в машине?

4. В каком документе будут указаны режимы изготовления проволоки?

5. В каких случаях в ТИ не применяют титульный лист?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.**

**Тема: Составление технологических инструкций на конкретные технологические процессы.**

**Цель работы**: приобрести навыки составления технологической инструкции на процесс скрутки токопроводящей жилы.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Подробные теоретические сведения приведены в практической работе № 4.

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется операция скрутки медной токопроводящей жилы на машине скрутки Pourtier RFS 630-84.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Разработать технологическую инструкцию на данную операцию.

**Решение:**

1) Прорабатываем применяемое оборудование (узлы, агрегаты, тара, технологический инструмент).

2) Прорабатываем изготовление данного изделия (заправка, начало работы, приёмы и методы работы, окончание работы).

3) Составляем технологическую инструкцию в соответствии с методическими рекомендациями.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи.

2. Составить технологическую инструкцию на заданную операцию.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется операция скрутки токопроводящей жилы А на машине скрутки В. Разработать технологическую инструкцию на данную операцию.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | А | В | Ответ |
| 1 | алюминиевая | МКД (6+12+18)х500 | Развёрнутый ответ в соответствии с заданием, составление технологической инструкции |
| 2 | медная | SR 6x630 |
| 3 | алюминиевая | QSS 1+6/630 |
| 4 | медная | SRN 12x560 |
| 5 | алюминиевая | DTS 1800 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Какого типа машина скрутки применяется в данном случае?

2. Какая тара применяется в качестве отдающей?

3. Какой технологический инструмент применяется при скрутке?

4. Каким образом будет происходить уплотнение жилы?

5. Какая тара применяется в качестве приёмной?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6.**

**Тема: Составление технологических инструкций на конкретные технологические процессы.**

**Цель работы**: приобрести навыки составления технологической инструкции на процесс наложения изоляции на токопроводящую жилу на экструзионной линии.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Подробные теоретические сведения приведены в практической работе № 4.

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется операция наложения изоляции на токопроводящую жилу на экструзионной линии МЕ63.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Разработать технологическую инструкцию на данную операцию.

**Решение:**

1) Прорабатываем применяемое оборудование (узлы, агрегаты, тара, технологический инструмент).

2) Прорабатываем изготовление данного изделия (заправка, начало работы, приёмы и методы работы, окончание работы).

3) Составляем технологическую инструкцию в соответствии с методическими рекомендациями.

 ***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи.

2. Составить технологическую инструкцию на заданную операцию.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется операция наложения изоляции на токопроводящую жилу на экструзионной линии А. Разработать технологическую инструкцию на данную операцию.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | МЕ20 | Развёрнутый ответ в соответствии с заданием, составление технологической инструкции. |
| 2 | МЕ32 |
| 3 | МЕ45 |
| 4 | МЕ90 |
| 5 | МЕ125 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Какого типа экструзионная головка применяется в данном случае?

2. Какая тара применяется в качестве отдающей?

3. Какой технологический инструмент применяется при наложении изоляции?

4. Каким способом будет происходить наложение изоляции?

5. Какая тара применяется в качестве приёмной?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7.**

**Тема: Определение шага и модуля скрутки в зависимости от линейной скорости и частоты вращения крутильного узла.**

**Цель работы**:приобрести навыки расчета шага и модуля скрутки при изготовлении полуфабрикатов проводниково-кабельной продукции в зависимости от линейной скорости машины и частоты вращения крутильного узла.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

Основным параметром скрутки является шаг скрутки h, вспомога­тельными:

- кратность скрутки m,

- угол скрутки ,

- модуль скрутки M.

. Отсюда:

, где

 – угол подъёма элемента проволоки,

D – диаметр повива жилы,

m – кратность скрутки.

Шаг скрутки для крутильной машины однократной скрутки:

, где

υл – линейная скорость скрутки, м/мин;

Nку – частота вращения крутильного устройства, об/мин.

Линейная скорость скрутки задается тяговым устройством:

, где

Dту – диаметр тягового устройства, м;

Nту – частота вращения тягового устройства, об/мин. Отсюда:



Для машин многократной скрутки шаг равен:

, где

i – количество круток.

Модуль скрутки М характеризует число витков элемента, приходя­щееся на единицу длины скрученного изделия:

, или



# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1. На рамочной машине двойной скрутке происходит изготовление токопроводящей жилы со скоростью 25 м/мин. Частота вращения рамок 300 об/мин.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Определить шаг и модуль скрутки токопроводящей жилы.

**Решение:**

Рассчитываем шаг скрутки по формуле:

, где

υл = 25 м/мин;

i = 2;

Nку = 300 об/мин. Отсюда:

 м = 42 мм.

Рассчитываем модуль скрутки (число витков элемента, приходя­щееся на единицу длины скрученного изделия) по формуле:

.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с конструкцией скрученного изделия.

2. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

На машине А-скрутки происходит изготовление токопроводящей жилы со скоростью В. Частота вращения крутильного узла – С. Определить шаг и модуль скрутки токопроводящей жилы.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | А | В | С | Ответ |
| 1 | 1 | 30 м/мин | 150 об/мин | 200 мм; 5,0 |
| 2 | 2 | 70 м/мин | 170 об/мин | 205,9 мм; 4,9 |
| 3 | 1 | 35 м/мин | 175 об/мин | 200 мм; 5,0 |
| 4 | 4 | 100 м/мин | 100 об/мин | 250 мм; 4,0 |
| 5 | 1 | 40 м/мин | 200 об/мин | 200 мм; 5,0 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Что такое количество скруток?

2. Как реализуется многократная скрутка?

3. Машина какого типа применяется в данном случае?

4. Что показывает модуль скрутки?

5. Для чего в формуле расчёта модуля скрутки коэффициент 1000?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8.**

**Тема: Расчет параметров и составления карт эскизов на технологические процессы скрутки для различных типов кабельных изделий.**

**Цель работы**: научиться составлять карты эскизов на процесс скрутки, используя расчётные технологические параметры.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

Согласно ГОСТ 3.1102-2011 карты эскизов (КЭ) – это графический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы и предназначенный для пояснения выполнения технологического процесса, операции или перехода изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия), включая контроль и перемещения.

КЭ применяют для разработки графических иллюстраций, таблиц к текстовым документам и выполняют на форматах по ГОСТ 2.301.

Для разработки КЭ следует применять следующие формы:

- 6 и 6а – для формата А4 с вертикальным расположением поля подшивки;

- 7 и 7а – для формата А4 с горизонтальным расположением поля подшивки;

- 8 и 8а – для формата A3.

Указанные формы КЭ приведены на рисунке 1 ГОСТ 3.1105-2011. Допускается применять для КЭ другие форматы по ГОСТ 2.301, проставляя на ней следующий по порядку номер формы.

При разработке КЭ, выполненных на форматах:

- меньшем А4 – размеры и расположение блоков основной надписи должны быть аналогичны форме КЭ, выполненной на формате А4 с вертикальным расположением поля подшивки;

- большем A3 – размеры и расположение блоков Б1-Б3 и Б5 основной надписи (ГОСТ 3.1103) должны быть аналогичны соответствующим блокам формы КЭ, выполненной на формате A3.

Оформление КЭ не зависит от применяемых методов проектирования. Требования по оформлению КЭ – по ГОСТ 3.1128 и ГОСТ 3.1130.

При разработке КЭ графу 3 (блок Б1) основной надписи не заполняют. При разработке одной КЭ к нескольким операциям графы 8-11 (блок Б1) основной надписи не заполняют, а номера операций в этом случае проставляют:

- при одном общем эскизе к нескольким операциям – под основной надписью;

- при нескольких эскизах – над каждым эскизом.

Для сокращения процедуры оформления допускается применять взамен первого или заглавного листа КЭ последующие листы, если КЭ и основной технологический документ разрабатывает один исполнитель. В этом случае на КЭ в графе 4 основной надписи следует проставлять обозначение того документа, к которому КЭ относится, с применением сквозной нумерации листов в пределах данного документа. Например, при описании операции обработки резанием на двух листах ОК эскиз выполнен на форме 7а, при этом КЭ присваивают обозначение ОК и проставляют порядковый номер листа документа 3.

Пример оформления КЭ приведен в приложении В ГОСТ 3.1105-2011.

Диаметр наружного повива жилы определяется по формуле:

, где

h – шаг скрутки;

m –кратность скрутки.



# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1. Имеются расчётные данные практической работы № 7.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Определить диаметр изделия, если кратность скрутки равна 18. Составить карту эскизов для данной операции и изделия.

**Решение:**

Рассчитываем диаметр наружного повива жилы по формуле:

мм.

Используя расчётные данные практической работы № 7, значение диаметра наружного повива жилы и методические указания составляем карту эскизов на изготовление данного изделия.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи.

2. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части. Составить карту эскизов.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Используя расчётные данные практической работы № 7 определить диаметр изделия, если кратность скрутки равна А. Составить карту эскизов для данной операции и изделия.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | 20 | Расчёт параметров в соответствии с заданием, составление карты эскизов. |
| 2 | 21 |
| 3 | 22 |
| 4 | 23 |
| 5 | 24 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Что допускается не оформлять в карте эскизов?

2. Для чего составляется карта эскизов?

3. Что может содержать карта эскизов?

4. Какая форма по ГОСТ применяется в данной карте эскизов?

5. Оцените приблизительно номинальное сечение жилы?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9.**

**Тема: Расчет степени уплотнения токопроводящих жил.**

**Цель работы**: приобрести навыки расчета степени уплотнения неизолированных токопроводящих жил.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

Коэффициент заполнения многопроволочных круглых жил, при числе повивов больше двух не превышает 0,74-0,75, поэтому жилы силовых низковольтных кабелей подвергаются уплотнению. Уплотнение производится путем обжатия жилы во вращающихся вальцах, установленных на крутильных машинах.

Уплотнение жилы позволяет уменьшить радиальные размеры жилы, и соответственно кабеля. Экономия материалов достигает 5-10 %. После уп­лотнения поверхность жилы становится более гладкой, уменьшается эффект проволочности, за счет уменьшения промежутков между проволоками снижается стекание пропиточного состава, изоляция более плотно прилегает к поверхности жилы, но в то же время в результате нагартовки повышается жесткость и электрическое сопротивление жилы. При уплотнении происхо­дит изменение профиля, длины, и площади поперечного сечения проволоки.

Уплотнение жил можно проводить по внешнему повиву и в этом случае жила выполняется из проволок одного диаметра (простой скруткой). Коэф­фициент уплотнения будет не более 0,82-0,84.

Для круглых жил больших сечений возможно уплотнения по каждому повиву и коэффициент уплотненияв этом случае повышается до 0,92-0,94, у секторных жил уп­лотнение ведется по двум последним повивам и коэф­фициент уплотнения увеличивается до 0,9-0,92. И, так как последующие повивы накладываются на уплотненную часть жилы, диаметр проволоки каждого последующего повива уменьшается.

Коэф­фициент уплотнения рассчитывается по формуле:

, где

Sф – фактическое поперечное сечение жилы;

Sо – поперечное сечение окружности, описанной вокруг жилы.

Фактическое сечение жилы в производственных условиях определяют взвешиванием образца токопроводящей жилы и расчётом массы отрезка длиной 1 км. Таким образом:

, где

m1 – масса 1 км жилы;

ρ – плотность материала жилы.

Так как поперечное сечение окружности, описанной вокруг жилы, определяется по формуле:

, где

D – наружный диаметр жилы, то, объединяя формулы, получаем:



2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1. Имеется алюминиевая токопроводящая жила массой 41,58 кг/км. Наружный диаметр жилы – 4,6 мм.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Определить коэффициент уплотнения токопроводящей жилы.

**Решение:**

Принимаем плотность материала жилы (алюминия) как 2,7 г/см3. Рассчитываем коэффициент уплотнения по формуле:

= 92,7 %.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с конструкцией скрученного изделия.

2. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется медная токопроводящая жила массой А. Наружный диаметр жилы – В. Определить коэффициент уплотнения токопроводящей жилы, если плотность меди – 8,89 г/см3.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | А | В | Ответ |
| 1 | 139 кг/км | 4,7 мм | 0,901 |
| 2 | 217 кг/км | 5,9 мм | 0,893 |
| 3 | 307 кг/км | 6,9 мм | 0,924 |
| 4 | 407 кг/км | 7,9 мм | 0,934 |
| 5 | 587 кг/км | 9,7 мм | 0,894 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Оцените полученную степень уплотнения?

2. Определите номинальное сечение жилы?

3. Как меняется степень уплотнения при разных способах уплотнения?

4. Как определяется фактическое сечение жилы?

5. Как выбирается номинальное сечение жилы?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10.**

**Тема: Составить карту эскизов на технологический процесс наложения бумажной изоляции на силовой кабель.**

**Цель работы**: приобрести навыки составления карты эскизов на процесс наложения бумажной изоляции на силовой кабель.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Подробные теоретические сведения приведены в практической работе № 8.

Расчет коэффициента перекрытия производится по формуле:

, где:

L – шаг обмотки, мм;

α – угол наложения, радиан;

h – ширина ленты, мм.

Расчёт угла наложения ленты производится по формуле:

 радиан,

где:

L – шаг обмотки, мм;

D – диаметр заготовки, мм;

s – толщина ленты, мм.

Если в результате Кп < 0, то лента накладывается с зазором, Если Кп > 0 – с перекрытием.

# ГОСТ 18410-73 «Кабели силовые с пропитанной бумажной изоляцией. Технические условия» распространяется на силовые кабели с алюминиевыми и медными жилами с бумажной изоляцией, пропитанной вязким или нестекающим составом, в алюминиевой или свинцовой оболочке, с защитными покровами или без них, предназначенные для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках в электрических сетях на напряжение до 35 кВ переменного тока частотой 50 Гц.

# Данные кабели могут быть использованы в электрических сетях постоянного тока.

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1. На токопроводящую жилу кабеля диаметром 4,7 мм накладывается изоляционная бумажная лента толщиной 0,2 мм и шириной 10 мм с шагом 10 мм.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Определить угол наложения и перекрытие бумажной ленты. Составить карту эскизов для данной операции и изделия.

**Решение:**

Рассчитываем угол наложения ленты по формуле:

º.

Рассчитываем коэффициент перекрытия по формуле:

= 15,2 %.

Таким образом, бумажная лента накладывается с перекрытием.

Используя расчётные данные и методические указания, составляем карту эскизов на изготовление данного изделия.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи.

2. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части. Составить карту эскизов.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

На токопроводящую жилу кабеля диаметром А накладывается изоляционная бумажная лента толщиной В и шириной С с шагом D. Определить угол наложения и перекрытие бумажной ленты. Составить карту эскизов для данной операции и изделия.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | А | В | С | D | Ответ |
| 1 | 5,90 мм | 0,10 мм | 15 мм | 17,0 мм | 42º; 15,2 % |
| 2 | 6,90 мм | 0,12 мм | 15 мм | 18,0 мм | 39º; 6,4 % |
| 3 | 7,90 мм | 0,14 мм | 20 мм | 22,0 мм | 41º; 16,5 % |
| 4 | 9,70 мм | 0,16 мм | 20 мм | 23,0 мм | 36º; 7,2 % |
| 5 | 11,30 мм | 0,18 мм | 25 мм | 25,0 мм | 34º; 17,4 % |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи, составление карты эскизов.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Оцените достаточность перекрытия ленты?

2. Оцените угол наложения ленты в плане качества наложения?

3. На обмотчике какого типа лучше наложить бумажную изоляцию?

4. Как изменятся формулы при наложении второго слоя бумажных лент?

5. На какие изделия распространяет действие ГОСТ 18410-73?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11.**

**Тема: Составить карту эскизов на технологический процесс производства пластмассовой изоляции.**

**Цель работы**: приобрести навыки составления карты эскизов на процесс наложения пластмассовой изоляции на токопроводящую жилу.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Подробные теоретические сведения приведены в практической работе № 8.

# При выборе инструментов при наложении пластмассовой изоляции можно использовать рекомендации ОСТПП, типового технологического процесса, в соответствии с таблицами.

#  *Основные размеры дорнов.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Способ наложения изоляции | Dж, мм | Основные размеры |
| Dд, мм | Dдн, мм |
|
| без обжатия | до 10 | Dж + 0,8 | Dд + 1,5 |
| 10…20 | Dж + 1,0 | Dд + 2,5 |
| > 20 | Dж + 1,5 | Dд + 3,0 |
| с обжатием | до 10 | Dж + 0,8 | Dд + 0,8 |
| 10…20 | Dж + 1,0 | Dд + 1,0 |
| > 20 | Dж + 0,5 | Dд + 1,5 |

#  *Основные размеры матриц.*

|  |  |
| --- | --- |
| Способ наложения изоляции | Основные размеры |
| Dм, мм |
|
|
| без обжатия | Dдн+ (2…2,2)·δоб |
| с обжатием | Dдн +2·δоб |

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется токопроводящая жила силового кабеля диаметром 12,3 мм. На него накладывается с обжатием ПВХ изоляция номинальной толщиной 1,8 мм.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Рассчитать диаметры формирующего инструмента. Составить карту эскизов для данной операции и изделия.

**Решение:**

Согласно таблицам выбираем внутренний диаметр дорна Dд. При Dж = 12,3 мм и способом наложения оболочки с обжатием внутренний диаметр дорна должен быть 12,3 + 1,0 = 13,3 мм.

Согласно таблицам выбираем наружный диаметр дорна Dдн. При Dж = 12,3 мм и способом наложения оболочки с обжатием наружный диаметр дорна должен быть 13,3 + 1,0 = 14,3 мм.

Рассчитываем внутренний диаметр матрицы по формуле:

Dм = Dдн +2·δоб. Отсюда:

Dм = 14,3 +2·1,8 = 17,9 мм.

Используя расчётные данные и методические указания, составляем карту эскизов на изготовление данного изделия.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с конструкцией изделия.

2. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части. Составить карту эскизов.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется сердечник силового кабеля диаметром А. На него накладывается без обжатия ПВХ изоляция номинальной толщиной В. Рассчитать диаметры формирующего инструмента. Составить карту эскизов для данной операции и изделия.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | А | В | Приближённый ответ |
| 1 | 16 мм | 2,2 мм | 17 мм; 19,5 мм; 24,1 мм |
| 2 | 26 мм | 2,6 мм | 27,5 мм; 30,5 мм; 36,0 мм |
| 3 | 36 мм | 3,2 мм | 37,5 мм; 40,5 мм; 47,2 мм |
| 4 | 46 мм | 3,5 мм | 47,5 мм; 50,5 мм; 57,9 мм |
| 5 | 56 мм | 3,8 мм | 57,5 мм; 60,5 мм; 68,5 мм |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. На каких экструзионных головках производится наложение пластмассовых оболочек?

2. Какие преимущества пластмассовых оболочек?

3. Какие недостатки пластмассовых оболочек?

4. Каким способом накладываются пластмассовые оболочки?

5. Какая область применения кабелей с пластмассовыми оболочками?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12.**

**Тема: Составить карту эскизов на технологический процесс производства вспененной полиэтиленовой изоляции.**

**Цель работы**: приобрести навыки составления карты эскизов на процесс наложения вспененной полиэтиленовой изоляции.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Подробные теоретические сведения приведены в практической работе № 8.

# В кабельной технике применяют несколько способов получения вспененного полимерного покрытия. Так называемый физический метод вспенивания основан на том, что в полимер под давлением вводят газ, растворяющийся в нем в соответствии с законом Генри.

# Введение газа можно осуществлять либо путем его подачи непосредственно в расплав полимера, находящийся в цилиндре экструдера (например, азота в ПЭ), либо путем предварительного насыщения им гранул полимера при выдержке их в течение нескольких суток в газовой среде под давлением. Так вводят дихлордифторметан (хладон-12) в ФЭП.

# При изменении температуры и давления полимер оказывается перенасыщен газом, и последний начинает выделяться из расплава полимера с образованием газовой фазы в виде пузырьков, создавая ячеистую структуру.

# Химический метод вспенивания основан на введении в гранулы полимера химических веществ, называемых газообразователями, вспенивающими агентами или порообразователями, которые при определенной температуре в цилиндре экструдера разлагаются с образованием газообразных продуктов. Последние, так же как и при физическом вспенивании, растворяются в расплаве полимера, а затем при снижении давления образуют пузырьки, приводящие к вспениванию расплава. Существуют три модификации этого метода: при первом методе газообразователи вводят в каждую гранулу полимера, при втором используют концентраты газообразователя в полимере, смешиваемые с чистым полимером перед экструзией, при третьем – газообразователь наносят на поверхность гранул полимера путем холодного смещения непосредственно перед экструзией.

# Некоторое применение нашёл также метод изготовления вспененной изоляции из раствора: раствор ПЭ в толуоле наносят путем окунания на токопроводящую жилу с созданием ячеистой структуры путем испарения растворителя.

# Каждый из этих методов обладает своими достоинствами и недостатками. Физический метод применяют главным образом для кабельных изделий с относительно толстой изоляцией или в том случае, когда отсутствуют необходимые газообразователи, например, для получения вспененной изоляции из ФЭП. Метод наложения изоляции из раствора ограниченно применяют некоторые фирмы для получения очень тонкой изоляции, в частности для жил городских телефонных кабелей. Наибольшее распространение получи химический метод вспенивания, применяемый как для широкого круга полимеров, так и для различных толщин покрытий.

# Диаметр матрицы при производстве вспенивающейся изоляции рассчитывается по формуле:

# , где

# *Dиз* – диаметр изолированной жилы;

# *Dж* – диаметр неизолированной жилы;

# *Кв* – коэффициент, учитывающий степень вспенивания и степень вытяжки, обычно имеющий значение от 1,5 до 2,2.

# Вспенивающаяся изоляция накладывается с обжатием.

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется токопроводящая жила силового кабеля диаметром 12,3 мм. На него накладывается вспенивающаяся ПВХ изоляция номинальной толщиной 1,8 мм.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Рассчитать диаметры формирующего инструмента. Составить карту эскизов для данной операции и изделия.

**Решение:**

Согласно таблицам расчёта дорнов практической работы № 11 выбираем внутренний диаметр дорна Dд. При Dж = 12,3 мм и способом наложения оболочки с обжатием внутренний диаметр дорна должен быть 12,3 + 1,0 = 13,3 мм.

Согласно таблицам выбираем наружный диаметр дорна Dдн. При Dж = 12,3 мм и способом наложения оболочки с обжатием наружный диаметр дорна должен быть 13,3 + 1,0 = 14,3 мм.

Рассчитываем диаметр изолированной жилы:

*Dиз = Dж + 2·δиз =* 12,3 + 2·1,8 = 15,9 мм.

Принимаем *Кв* равным 1,9. Рассчитываем внутренний диаметр матрицы:

**** мм.

Принимаем внутренний диаметр матрицы равным 14,31 мм. Используя расчётные данные и методические указания, составляем карту эскизов на изготовление данного изделия.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с конструкцией изделия.

2. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части. Составить карту эскизов.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется сердечник силового кабеля диаметром А. На него накладывается вспенивающаяся ПВХ изоляция номинальной толщиной В. Рассчитать диаметры формирующего инструмента, принимая *Кв* равным 1,8. Составить карту эскизов для данной операции и изделия.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | А | В | Приближённый ответ |
| 1 | 1,76 мм | 0,8 мм | 2,56 мм; 3,26 мм; 2,72 мм |
| 2 | 2,22 мм | 1,0 мм | 3,02 мм; 3,72 мм; 3,48 мм |
| 3 | 2,71 мм | 1,2 мм | 3,51 мм; 4,21 мм; 4,22 мм |
| 4 | 3,52 мм | 1,4 мм | 4,32 мм; 5,02 мм; 5,26 мм |
| 5 | 4,44 мм | 1,6 мм | 5,24 мм; 5,94 мм; 6,42 мм |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Какие способы получения вспененной изоляции?

2. Для каких изделий применяют физический метод вспенивания?

3. Какие недостатки вспененной изоляции?

4. Каким способом накладывается вспененная изоляция?

5. Какие преимущества вспененной изоляции?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13.**

**Тема: Составить карту эскизов на технологический процесс сшивки полиэтиленовой изоляции.**

**Цель работы**: приобрести навыки составления карты эскизов на процесс сшивки полиэтиленовой изоляции.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Подробные теоретические сведения приведены в практической работе № 8.

# Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена заменяют морально устаревшие кабели с бумажно-пропитанной изоляцией. Это повышает надежность оптимизирует, а иногда изменяет традиционные схемы сетей, облегчает монтаж и обслуживание. Полиэтилен (ПЭ) – простейший углеводородный полимер линейного строения, при нормальных условиях твёрдый белый материал. Исходный мономер – этилен (при н. у. газ с температурой кипения –103,8 °С).

# Полимер – вещество, молекулы которого представляют собой многократное повторение структурных звеньев, соединенных ковалентными связями в количестве, при котором свойства не изменяются при добавлении или удалении одного или нескольких структурных звеньев.

# Степень полимеризации N – количество структурных звеньев в макромолекуле полимера.

# Две основные модификации ПЭ:

# - ПЭНП (полиэтилен низкой плотности);

# - ПЭВП (полиэтилен высокой плотности).

#  ПЭВП более жёсткий и более кристалличный, чем ПЭНП. ПЭНП ≡ ПЭВД (полиэтилен высокого давления).

# Из-за сильной химической связи в молекуле этилена до 1955 г. ПЭ получали радикальной полимеризацией в массе или в растворе (бензол, хлорбензол или др.) при 200 МПа и 180°…250 °С. Инициаторы: пероксиды, гидропероксиды и азосоединения.

# ПЭВП ≡ ПЭНД (полиэтилен низкого давления).

# Координационная (ионная) полимеризация на комплексном катализаторе TiCl4 + металлоорганическое соединение или на металлооксидных катализаторах CrO3 или MoO3, нанесённый на алюмосиликатные подложки.

# Свойства:

# - степень кристалличности – 90 %;

# - плотность – 0,965 г/см3;

# - температура плавления – 144°…150 °С;

# - σ ≈ 220…320 кг/см2;

# - ε ≈ 400…800 %.

# - переработка при повышенной температуре по сравнению с ПЭНП.

# В зависимости от катализаторов ПЭВП имеет М от 10000 до 6000000. Для технических целей используется ПЭВП с М ≈ 50 000…200 000.

# У ПЭ относительно низкая теплостойкость: при Т > 80 °С начинает проявлять текучесть, при Т ≈ 110°…120 °С – вязкая жидкость.

# Сшивание (вулканизация) − образование поперечных химических связей между линейными макромолекулами.

# Сшитый ПЭ не течёт вплоть до Т ~ 200 °С, имеет повышенную стойкость к растворителям.

# Основная цель сшивания ПЭ – повышение рабочей температуры.

# При сшивании также:

# - уменьшение деформации под нагрузкой (улучшаются характеристики по разрыву/излому при механическом напряжении в пленках и кабелях);

# - увеличение химической стойкости (в т. ч. к растворителям);

# - рост абразивного сопротивления в оболочках кабелей и трубах;

# - эффект памяти для усадочных трубных обвязок и пленок;

# - улучшение характеристик динамической нагрузки для прессованных изделий и вспенённого материала;

# - повышение стойкости к старению;

# - повышение модуля упругости;

# - повышение ударопрочности при низких температурах;

# - понижение каплеобразования (при горении).

# Вулканизация проводится отдельно от экструзии. Изолированные жилы помещают в бассейн, сауну или водяные баки с горячей водой.

# Время вулканизации в часах определяется по формуле:

# , где

# ω – относительная влажность, %;

# δиз – толщина изоляции токопроводящей жилы, м

# К – коэффициентом диффузии воды к реакционным группам.

# Для ПЭНП коэффициент диффузии (К) определяется температурой воды:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Т, ºC | 95 | 90 | 75 | 20 |
| К | 1,2⋅10–4 | 1⋅10–4 | 0,8⋅10–4 | 0,1⋅10– 4 |

# Применение силанольносшиваемой технологии позволяет значительно снизить затраты при изготовлении кабелей на низкое и среднее напряжение.

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется токопроводящая жила с полиэтиленовой изоляцией номинальной толщиной 2,3 мм. Вулканизация происходит в ваннах сшивки при температуре 90 ºС.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Рассчитать время сшивки изоляции. Составить карту эскизов для данной операции и изделия.

**Решение:**

Толщина изоляции:

**δ**из = 2,3 мм = 0,0023 м.

Так как сшивка происходит в ваннах то относительная влажность среды равна 100 %.

Так как температура равна 90 ºС, то коэффициентом диффузии воды К согласно таблице равен 1⋅10–4.

# Определяем время вулканизации в часах:

# ч = 5 ч 17 мин.

Используя расчётные данные и методические указания, составляем карту эскизов на изготовление данного изделия.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с конструкцией изделия.

2. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части. Составить карту эскизов.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется токопроводящая жила с полиэтиленовой изоляцией номинальной толщиной А. Вулканизация происходит в среде В при температуре С.

Рассчитать время сшивки изоляции, если относительная влажность воздуха в парокамере равна 90 %. Составить карту эскизов для данной операции и изделия.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | А | В | С | Ответ |
| 1 | 1,8 мм | Пар | 95 ºС | 2,5 ч |
| 2 | 1,9 мм | Вода | 75 ºС | 5,64 ч |
| 3 | 2,0 мм | Пар | 90 ºС | 4,44 ч |
| 4 | 2,1 мм | Вода | 20 ºС | 441,0 ч |
| 5 | 2,2 мм | Пар | 75 ºС | 8,4 ч |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Что показывает коэффициент диффузии?

2. Какие основные типы полиэтилена для изоляции?

3. В какой среде быстрее происходит сшивка?

4. Для чего производится сшивка изоляции?

5. Что представляет собой полиэтилен с химической точки зрения?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14.**

**Тема: Выбор и расчет технологического инструмента.**

**Цель работы**: приобрести навыки выбора и расчета формирующий инструмент в экструзионной головке при наложении пластмассовой изоляции.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Самым распространённым способом наложения изоляции токопроводящих жил является свободный способ (без обжатия).

Схема установки инструмента при наложении изоляции свободным способом в экструзионной головке отображена на рисунке.



# Диаметр дорна зависит от диаметра жилы и считается в соответствии с таблицей для свободного способа наложения:

|  |  |
| --- | --- |
| Dс, мм | Основные размеры |
| Dд, мм | Dдн, мм(+ две толщины стенки носика дорна) |
|
| до 10 | Dc + 0,8 | Dд + 1,5 |
| 10…20 | Dc + 1,0 | Dд + 2,5 |
| > 20 | Dc + 1,5 | Dд + 3,0 |

Диаметр внутреннего отверстия матрицы считается по формуле:

, где

*Dскр* – диаметр скрученного сердечника, мм;

*Dк* – диаметр кабеля, мм;

*dд* – диаметр внутреннего отверстия дорна, мм;

*δст* – две толщины стенки носика дорна, мм;

# *Кв* – коэффициент вытяжки слоя полимера. Показывает, во сколько раз площадь поперечного сечения полимерного слоя меньше площади сечения кольцевого зазора пары дорн-матрица. Для ПВХ-пластиката должен иметь значение в пределах 1,3-1,8.

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется токопроводящая жила кабеля диаметром 12,3 мм. На него накладывается без обжатия пластмассовая изоляция номинальной толщиной 1,8 мм.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Рассчитать внутренние диаметры формирующего инструмента.

**Решение:**

Согласно таблицам выбираем внутренний диаметр дорна Dд. При Dс = 12,3 мм и способом наложения изоляции без обжатия внутренний диаметр дорна должен быть 12,3 + 1,0 = 13,3 мм.

Согласно таблицам выбираем две толщины стенки дорна. При Dс = 12,3 мм и способом наложения изоляции без обжатия две толщины стенки дорна должны быть 2,5 мм.

Рассчитываем диаметр кабеля:

 где

δо – номинальная толщина оболочки. Отсюда:

мм.

Принимаем коэффициент вытяжки слоя полимера как 1,5. Рассчитываем внутренний диаметр матрицы по формуле:

мм.

Принимаем внутренний диаметр дорна – 13,3 мм, внутренний диаметр матрицы – 20,1 мм.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с конструкцией изделия.

2. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. На каком оборудовании производится наложение пластмассовой изоляции?

2. Какие преимущества пластмассовой изоляции?

3. Какие недостатки пластмассовой изоляции?

4. Каким способом накладывается пластмассовая изоляция?

5. Как располагается инструмент при данном способе наложения?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 15.**

**Тема: Определение технологических параметров обмотки.**

**Цель работы**: приобрести навыки определения основных технологических параметров обмотки сердечников металлическими лентами.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

Основными расчётными параметрами обмотки лентами являются коэффициент перекрытия Кп и угол наложения ленты α.

 Ширина обмоточной ленты выбирается таким образом, чтобы угол её наложения был меньше 45°, но больше 15º. При больших значениях угла будут наблюдаться замины ленты, при меньших – падает производительность оборудования и уменьшается плотность обмотки.

 Расчёт угла наложения ленты производится по формуле:

 радиан,

где:

L – шаг обмотки, мм;

D – диаметр заготовки, мм;

s – толщина ленты, мм.

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Диаметр сердечника силового кабеля под экраном равен 22,3 мм. Номинальная толщина экранирующей ленты – 0,45 мм. Шаг обмотки – 23 мм.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Определить угол наложения экранирующей ленты.

**Решение:**

Определяем угла наложения производится по формуле:



Отсюда:

0,306 рад = 17,537 º.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с конструкцией обмотанного изделия.

2. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Для чего необходимо придерживаться определённого диапазона углов наложения?

2. Как будет меняться устойчивость сердечника при изменении шага обмотки?

3. Каким способом обмотки накладывается экранирующая лента?

4. Какие ленты ещё могут присутствовать в конструкции кабелей?

5. Для чего необходимо знать угол наложения ленты при настройке оборудования?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 16.**

**Тема: Расчет и составление карт эскизов на технологические процессы наложения алюминиевой и свинцовой оболочек.**

**Цель работы**: приобрести навыки расчета технологического инструмента (дорн, матрица) в головке пресса при наложении оболочек из алюминия с составлением карт эскизов на данную операцию.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Подробные теоретические сведения приведены в практической работе № 8.

В кабельной промышленности для наложения алюминиевых оболочек используются следующие методы.

- горячее прессование из алюминиевых слитков на алюминиевых прессах;

- холодное прессование;

- сварки:

а) высокочастотная сварка из алюминиевых лент;

б) аргонно-дуговая сварка из лент.

В настоящее время на практике для изготовления оболочек используются первый и третий методы. Второй метод морально устарел.

Горячее прессование алюминиевых оболочек производится из алюминиевых слитков и связано это с тем, что:

а) температура плавления алюминия 658 °С и при таких температурах происходит термодеструкция изоляции;

б) жидкий алюминий активно взаимодействует со сталью и затрудняется выдавливание алюминия из контейнера;

в) тонкая пленка окисла алюминия при больших давлениях разрушается и не препятствует сварке.

Горячее прессование стало возможным благодаря применению алюминия высокой чистоты и прессов, развивающих высокие давления, которые достаточны для прессования алюминия, не разогретого до пластического состояния.

В отличие от свинца алюминий имеет высокое сопротивление деформации, так σв = 20 МПа, поэтому прессование ведут при высоких температурах. Прессование ведут на прессах периодического действия с гидроприводом, которые выполняются по различным схемам и имеют различные конструкции.

При прессовании алюминиевых оболочек выбирают не только размеры дорна, матрицы, но и шпица, и дюзы.

Диаметр матрицы считают по формуле:

Dм = Dc + 2·δоб ± ψ + К, где

Dc – диаметр сердечника по изоляции, мм;

δоб – радиальная толщина оболочки, мм;

ψ – зазор (обжатие) между сердечником и оболочкой (ψ ~ 0…0,2 мм);

К – коэффициент, характеризующий усадку оболочки, мм.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Dc, мм | ≤ 15 | 16…20 | 21…30 | 31…45 | > 45 |
| К, мм | 2,3…2,5 | 2,8 | 3,3 | 3,5 | 3,8 |

Диаметр дорна считают по формуле:

Dд = Dм - 2·δоб, где

δоб – номинальная толщина оболочки.

Толщину оболочки проверяют при выпрессовании 5-6 м алюминиевой трубки и регулируют смещением дорна и матрицы друг относительно друга.

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется сердечник силового кабеля диаметром 12,3 мм. На него накладывается алюминиевая оболочка номинальной толщиной 1,8 мм.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Рассчитать внутренние диаметры формирующего инструмента, если оболочка накладывается с зазором. Составить карту эскизов для данной операции и изделия.

**Решение:**

Согласно таблице 1 выбираем коэффициент К усадки оболочки. При dс = 12,3 мм коэффициент К должен быть в диапазоне 2,3…2,5 мм. Принимаем К = 2,4 мм.

Рассчитываем внутренний диаметр матрицы по формуле:

Dм = Dc + 2·δоб + ψ + К. Отсюда:

Dм = 12,3 + 2·1,8 + 0,1 + 2,4 = 18,4 мм.

Рассчитываем внутренний диаметр дорна по формуле:

Dд = Dм - 2·δоб. Отсюда:

Dд = 18,4 - 2·1,8 = 14,8 мм.

Используя расчётные данные и методические указания, составляем карту эскизов на изготовление данного изделия.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с конструкцией изделия.

2. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи, составление карты эскизов.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. На каком оборудовании производится наложение алюминиевых оболочек?

2. Какие преимущества алюминиевых оболочек?

3. Какие недостатки алюминиевых оболочек?

4. Каким способом накладываются алюминиевые оболочки?

5. Какая область применения кабелей с алюминиевыми оболочками?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 17.**

**Тема: Расчет и составление карт эскизов на технологические процессы наложения пластмассовых и резиновых оболочек.**

**Цель работы**: приобрести навыки расчета технологического инструмента (дорн, матрица) в экструзионной головке при наложении полимерных оболочек с составлением карт эскизов на данную операцию.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# ПВХ-пластикаты до настоящего времени являются основными изоляционными и защитными материалами, применяемыми в производстве кабелей и проводов. Они представляют собой композицию поливинилхлорида и ряда добавок, в число которых входят пластификаторы, стабилизаторы, смазывающие вещества, пигменты и наполнители. При добавлении к ПВХ различных ингредиентов его физико-механические свойства и способность к переработке заметно улучшаются, в частности улучшается эластичность материала, повышаются его нагревостойкость и долговечность.

# Форма и радиальные размеры изделия обеспечиваются формующим инструментом – дорном и матрицей. Форма последних связана со способом прессования. Существуют два способа прессования:

# - с обжатием,

# - без обжатия (трубкой).

# Прессование без обжатия применяется при изолировании проводов низкого напряжения, изделий повышенной гибкости, при наложении кабельных оболочек или применении материалов, требующих ориентации (вытяжки) – полиамиды, некоторые фторполимеры, а также при наложении изоляции на секторные и сегментные жилы с обязательным вакуумированием дорна. При этом способе получаются покрытия со стабильной толщиной по длине изделия.

# При выборе инструментов можно использовать рекомендации ОСТПП, типового технологического процесса, в соответствии с таблицами.

#  *Основные размеры дорнов.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Способ наложения оболочки | Dс, мм | Основные размеры |
| Dд, мм | Dдн, мм |
|
| без обжатия | до 10 | Dc + 0,8 | Dд + 1,5 |
| 10…20 | Dc + 1,0 | Dд + 2,5 |
| > 20 | Dc + 1,5 | Dд + 3,0 |
| с обжатием | до 10 | Dc + 0,8 | Dд + 0,8 |
| 10…20 | Dc + 1,0 | Dд + 1,0 |
| > 20 | Dc + 0,5 | Dд + 1,5 |

#  *Основные размеры матриц.*

|  |  |
| --- | --- |
| Способ наложения оболочки | Основные размеры |
| Dм, мм |
|
|
| без обжатия | Dдн+ (2…2,2)·δоб |
| с обжатием | Dдн +2·δоб |

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется сердечник силового кабеля диаметром 12,3 мм. На него накладывается с обжатием пластмассовая оболочка номинальной толщиной 1,8 мм.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Рассчитать диаметры формирующего инструмента. Составить карту эскизов для данной операции и изделия.

**Решение:**

Согласно таблицам выбираем внутренний диаметр дорна Dд. При Dс = 12,3 мм и способом наложения оболочки с обжатием внутренний диаметр дорна должен быть 12,3 + 1,0 = 13,3 мм.

Согласно таблицам выбираем наружный диаметр дорна Dдн. При Dс = 12,3 мм и способом наложения оболочки с обжатием наружный диаметр дорна должен быть 13,3 + 1,0 = 14,3 мм.

Рассчитываем внутренний диаметр матрицы по формуле:

Dм = Dдн +2·δоб. Отсюда:

Dм = 14,3 +2·1,8 = 17,9 мм.

Используя расчётные данные и методические указания, составляем карту эскизов на изготовление данного изделия.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с конструкцией изделия.

2. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи, составление карты эскизов.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. На каком оборудовании производится наложение пластмассовых оболочек?

2. Какие преимущества пластмассовых оболочек?

3. Какие недостатки пластмассовых оболочек?

4. Каким способом накладываются пластмассовые оболочки?

5. Какая область применения кабелей с пластмассовыми оболочками?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 18.**

**Тема: Рассчитать технологические параметры оплетки.**

**Цель работы**: приобрести навыки расчета основных технологических параметров оплётки при изготовлении различных марок проводниково-кабельных изделий.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# В качестве лёгких защитных покровов или гибких экранов в кабельных изделиях с резиновой и пластмассовой изоляцией используется оплётка.

# Оплётка представляет собой покрытие кабелей проводов или шнуров из нитей волокнистых материалов или проволок, накладываемых в два слоя в противоположных направлениях, при определенном переплетении между собой. Покрытие ведется прядями из параллельно уложенных нитей или проволок.

# Оплетка из волокнистых материалов в изделиях с резиновой изоляцией предохраняет изоляцию от различных внешних воздействий, ускоряющих процесс старения, и от многих механических воздействий. Поэтому в ряде случаев оплётка пропитывается противогнилостным составом или покрывается нитроцеллюлозными, этилцеллюлозными лаками и красками.

# Оплётка из проволок применяется в качестве экранов в радиочастотных кабелях и защитного покрытия от механических воздействий в изделиях с резиновой и пластмассовой изоляцией.

# Конструктивно оплётка может выполняться по 4 схемам переплетения 1х1, 2х2, 1х2, 1х3, т. е.:

# - когда одна прядь одного направления перекрывает, а затем проходит по одной или двумя прядками противоположного направления;

# - одна прядь одного направления перекрывает одну и затем проходит под двумя или тремя прядями противоположного направления.

# Оплётка выполняется на оплёточных машинах и характеризуется такими технологическими параметрами как шаг и угол оплётки, поверхностная плотность, ширина прядки.

# Шаг оплётки определяется по формуле:

# , где

#  – средний диаметр заготовки, мм;

#  – угол наложения нитей, º.

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Средний диаметр сердечника кабеля равен 16,5 мм. Угол наложения нитей оплётки равен 25º.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Определить шаг наложения нитей оплётки.

**Решение:**

Переводим градусную меру в радианную по формуле:

**.**

Определяем шаг наложения нитей по формуле:

мм.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с конструкцией оплетённого изделия.

2. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. По каким схемам переплетения может выполняться оплётка?

2. Для чего необходима пропитка оплёточных нитей?

3. Для чего необходимо знать шаг оплётки при настройке оборудования?

4. Каково назначение оплётки в проводниково-кабельных изделиях?

5. На каком оборудовании осуществляется процесс оплётки?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 19.**

**Тема: Рассчитать технологические параметры наложения ленточных и проволочных бронепокровов.**

**Цель работы**: приобрести навыки расчета основных технологических параметров обмотки при бронировании сердечников силовых кабелей низкого напряжения.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

В соответствии с ГОСТ 31996-2012 поверх внутренней оболочки бронированных кабелей должна быть наложена броня из двух стальных оцинкованных лент или лент из алюминия или алюминиевого сплава. Тип брони должен быть указан в технических условиях на кабели конкретных марок.

Ленты брони должны быть наложены по спирали с зазором таким образом, чтобы верхняя лента перекрывала зазор между витками нижней ленты. При этом зазор между витками каждой ленты не должен превышать 50 % ширины ленты.

Номинальная толщина лент брони должна соответствовать указанной в таблице 7 ГОСТ 31996-2012.

Расчет коэффициента перекрытия производится по формуле:

, где:

L – шаг обмотки, мм;

α – угол наложения, радиан;

h – ширина ленты, мм.

Если в результате Кп < 0, то лента накладывается с зазором, Если Кп > 0 – с перекрытием.

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1. Производится наложение ленточной брони на сердечник силового кабеля марки ВБШвнг(А) стальной лентой шириной 30 мм с углом наложения 18º и шагом 40 мм.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Определить коэффициент перекрытия стальной ленты.

**Решение:**

Производим перевод угла наложения из градусной меры в радианную:

 рад.

Расчет коэффициента перекрытия производится по формуле:



Бронелента накладывается с зазором 26,8 %, что соответствует требованиям ГОСТ 31996-2012.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с конструкцией обмотанного изделия.

2. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Производится наложение ленточной брони на сердечник силового кабеля марки АВБШв стальной лентой шириной А с углом наложения В и шагом С. Определить коэффициент перекрытия стальной ленты.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | А | В | С | Ответ |
| 1 | 20 мм | 9º | 25 мм | -0,235 |
| 2 | 25 мм | 12º | 35 мм | -0,369 |
| 3 | 35 мм | 18º | 45 мм | -0,223 |
| 4 | 40 мм | 20º | 65 мм | -0,527 |
| 5 | 45 мм | 23º | 70 мм | -0,432 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Сделайте выводы о соответствии изделия требованиям ГОСТ 31996-2012?

2. Как параметры обмотки влияют на коэффициент перекрытия?

3. Каким способом обмотки накладывается бронелента?

4. Для чего в начале формулы стоит знак «минус»?

5. Броня каких типов существует в силовых кабелях низкого напряжения?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 20.**

**Тема: Составление маршрутных карт и карт эскизов на производство различных видов волоконно-оптических кабелей.**

**Цель работы**: приобрести навыки составления маршрутные карты на изготовление кабелей оптических марки ДПО.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Подробные теоретические сведения приведены в практических работах № 1 и № 8.

Пример конструкции оптического кабеля изображён на рисунке:



*Алюмополимерная лента*

*Кордель*

*Гидрофобный заполнитель*

*Наружная оболочка*

*Центральный силовой элемент*

(стеклопластик или стальная проволока)

*Оптический модуль*

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется оптический кабель марки ДПО-П-36У (6х6) – 2,7 кН.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Составить маршрутную карту изготовления данного кабеля.

**Решение:**

1) Прорабатываем конструкцию изделия в соответствии с технической документацией.

2) Прорабатываем маршрут изготовления (применяемое оборудование, материалы, операции, оснастка, документация) в соответствии с конструкцией изделия.

3) Составляем маршрутную карту в соответствии с методическими рекомендациями.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи.

2. Составить маршрутную карту изготовления заданного изделия.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

# Имеется оптический кабель А. Составить маршрутную карту изготовления данного кабеля.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | ДПО-П-16У (4х4) – 1,5 кН | Развёрнутый ответ в соответствии с заданием, составление маршрутной карты |
| 2 | ДПО-П-24У (3х8) – 2,7 кН |
| 3 | ДПО-П-12У (3х4) – 1,5 кН |
| 4 | ДПО-П-48У (6х8) – 2,7 кН |
| 5 | ДПО-П-72У (8х9) – 2,7 кН |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи, составление маршрутной карты.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Для чего необходимо заполнение в оптическом модуле?

2. Из какого материала изготовлена наружная оболочка?

3. Что означает число в конце обозначения кабеля?

4. Какие силовые элементы присутствуют в конструкции кабеля?

5. Какую функцию выполняет алюмополимерная лента в конструкции кабеля?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 21.**

**Тема: Составление маршрутных карт на технологический процесс изготовления различных типов конденсаторов.**

**Цель работы**: приобрести навыки составления маршрутных карт на изготовление кабелей силовых низкого напряжения с пластмассовой изоляцией ГОСТ 31996-2012.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Подробные теоретические сведения приведены в практической работе № 1.

# Базовым материалом для изготовления конденсаторов является полипропиленовая пленка. В начале техпроцесса производят металлизацию полипропиленовой пленки, формируя на ней токопроводящий слой толщиной 10-50 нм из смеси алюминия и цинка. Благодаря использованию материала с такими характеристиками получается эффект самовосстановления в случае возникновения пробоя диэлектрика между обкладками конденсатора. Под действием электрической энергии в месте пробоя металл испаряется и этим самым предупреждается короткое замыкание. Снижение ёмкости, в рамках данного процесса, составляет около 1 пФ, что является незначительным. Возможность самовосстановления обуславливает высокую надежность изделия и его длительный период эксплуатации. Контроль основных параметров изделия производится на всех ступенях техпроцесса производства. Конденсаторы могут выпускаться в двух основных вариантах корпуса: в алюминиевом исполнении и в корпусе из самозатухающего пластика с различными вариантами выводов. Алюминиевые, например, состоят из цилиндрического алюминиевого корпуса, внутри которого установлен диэлектрик с тремя пропиленовыми металлизированными слоями, что позволяет обеспечить низкий уровень потерь и высокую устойчивость к высоким импульсным токам. Все внутренние полости между обмотками, а также между обмотками и корпусом заполняются специальным пропитывающим составом. Кроме увеличения диэлектрической прочности пропитка значительно улучшает теплоотдачу изнутри корпуса. В ходе производственного процесса, конденсаторы подвергаются следующим испытаниям:

# - на герметичность (при 90 °C в течении 6 часов);

# - на пробой между слоями по напряжению (2,15·Uн в течении 2 с);

# - на пробой между слоями и корпусом по напряжению (3600 В в течении 2 с).

# Продукция должна соответствовать стандартам: EN 61010, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 50081-2, EN 50082-1, EN 50082-2, UL 94.

# Защита от избыточного давления: для обеспечения защиты внутренних элементов конденсатора применяется разъединитель, который срабатывает при возникновении избыточного давления. Назначением устройства является прерывание короткого замыкания при достижении конденсатором окончания срока службы и его неспособности к последующему восстановлению. Это устройство разрывает соединения терминала, используя внутреннее давление, которое образуется во время разрушения пленки по причине КЗ. Предельное количество перенапряжений, превышающих 15 % от номинального напряжения не должно быть более 200 раз (примерно на столько рассчитан ресурс конденсатора). Обычной практикой является использование конденсаторов с завышенным ресурсом по напряжению. В этом случае выходная мощность при рабочем напряжении будет уменьшаться пропорционально квадрату отношения рабочего напряжения к номинальному.

#  2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1 Имеется конденсатор постоянной ёмкости в алюминиевом корпусе.

2. Записываем данные для расчёта по форме «Дано:».

3. Составить маршрутную карту изготовления данного конденсатора.

**Решение:**

1) Прорабатываем конструкцию изделия в соответствии с технической документацией.

2) Прорабатываем маршрут изготовления (применяемое оборудование, материалы, операции, оснастка, документация) в соответствии с конструкцией изделия.

3) Составляем маршрутную карту в соответствии с методическими рекомендациями.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи.

2. Составить маршрутную карту изготовления заданного изделия.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

# Имеется конденсатор А. Составить маршрутную карту изготовления данного изделия.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | конденсатор постоянной ёмкости в алюминиевом корпусе | Развёрнутый ответ в соответствии с заданием, составление маршрутной карты |
| 2 |
| 3 | конденсатор постоянной ёмкости в пластмассовом корпусе |
| 4 |
| 5 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, основные расчётные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи, составление маршрутной карты.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Принцип работы конденсатора?

2. Из какого материала изготовлен наружный корпус?

3. Как предотвращается короткое замыкание внутри корпуса?

4. Как осуществляется защита от избыточного давления внутри корпуса?

5. На сколько перенапряжений рассчитан конденсатор?