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

###### Государственное автономное

###### профессиональное образовательное учреждение Калужской области

###### «Людиновский индустриальный техникум»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

**по ПМ.01 Ведение технологических процессов производства изоляционной, кабельной и конденсаторной техники**

**( МДК 01.02 Основы проектирования кабелей и проводов; МДК 01.03 Технологические процессы производства кабельной и конденсаторной техники)**

программы подготовки специалистов среднего звена по специальности

**13.02.08 Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника**

**(**базовой подготовки)

2019 год

Методические рекомендации разработаны в соответствии с рабочей программой профессионального модуля **ПМ.01 Ведение технологических процессов производства изоляционной, кабельной и конденсаторной техники** (МДК 01.02 Основы проектирования кабелей и проводов; МДК 01.03 Технологические процессы производства кабельной и конденсаторной техники), утвержденой зам. директора по УПР

Утверждено:

**Заведующая по учебной работе:**

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

30.08.2019г

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

###### профессиональных дисциплин технического профиля

###### Протокол № \_\_ от «\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2019 г.

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

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

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Общие положения 4 стр.

2. Организация выполнения курсовой работы

3. Структура курсовой работы

4. Требования к оформлению курсовой работы

5.Пример выполнения расчетной части курсовой работы

Список литературы

Приложения

**1. Общие положения**

Методические рекомендации предназначены для студентов с целью оказания помощи при выполнении и оформлении курсовой работы.

Курсовая работа выполняется студентом самостоятельно на основании нормативных документов, методических указаний, полученных теоретических знаний и практических навыков.

Целью курсовой работы является систематизация, закрепление и углубление знаний и умений студентов.

В результате выполнения курсовой работы обучающийся должен уметь:

* выбирать диэлектрические материалы в соответствии с условиями эксплуатации и требованиями технологического процесса;
* производить расчеты кабелей и проводов для силовых электрических цепей;
* выбирать электрическую изоляцию, кабельные изделия и провода, электрические конденсаторы;
* выбирать технологическую оснастку при изготовлении кабельных изделий;

В результате выполнения курсовой работы обучающийся должен знать:

* классификацию, строение и свойства полимеров;
* физические процессы, конструкцию, технические характеристики, области применения электрической изоляции, кабельных изделий и проводов, электрических конденсаторов и правила их эксплуатации;
* порядок организации проектирования, производства, эксплуатации кабельных изделий и проводов, электрических конденсаторов;
* технологический процесс изготовления кабельной и конденсаторной продукции;
* последовательность разработки технологических процессов и режимов производства продукции;
* единую систему технологической подготовки производства;
* оборудование, приспособления, инструменты, применяемые в процессе производства;

Основные этапы выполнения курсовой работы:

1. Согласование исходных данных с руководителем курсовой работы;

2. Выполнение расчета технико-экономические показатели производственной деятельности;

3. Оформление курсовой работы;

4. Защита курсовой работы.

.

**2.Организация выполнения курсовой работы**

Курсовая работа выполняется под руководством преподавателя - руководителя. Практическое руководство со стороны преподавателя включает:

- предоставление студенту задания на курсовую работу и проверку его выполнения;

- составление графика работы над курсовой работой, в котором определяются этапы, сроки написания и оформления курсовой работы студентом;

- консультации студента по вопросам выполнения и оформления курсовой работы;

- рекомендации по использованию основной и дополнительной литературы, практического материала и других источников информации;

- проверку выполненной курсовой работы и рекомендации по ее защите.

Задание на курсовую работу студент получает у преподавателя-руководителя, в соответствии с учебным планом.

Задание на курсовую работу выдается не позднее, чем за полтора месяца до срока сдачи курсовой работы.

Законченные курсовые работы в установленный срок сдаются преподавателю. Преподаватель проверяет курсовую работу и вместе с письменным отзывом передает студенту для ознакомления и последующей защиты. Защита курсовой работы  состоит из краткого сообщения об основном содержании работы,  ответов на вопросы, обсуждения качества работы и ее окончательной оценки.

По результатам  ответов  студента на вопросы в ходе защиты, преподаватель выставляет оценку по пятибалльной системе, которая записывается в зачетную книжку.

Студентам, получившим неудовлетворительную оценку по курсовой работе выдается новое задание и определяется новый срок ее выполнения.

**3. Структура курсовой работы**

Курсовая работа состоит из титульного листа (Приложение 1), задания (Приложение 2), пояснительной записки (далее ПЗ), включающей содержание, введение, технологическую часть, расчетно-графическую, экономическую части, заключение, список использованной литературы, приложения

Во введении (не более 2 страниц) обосновывается актуальность выбранной темы, перечисляются цели и задачи, раскрывается структура курсовой работы.

*Структура курсовой работы по ПМ01.*

ПЗ должна иметь следующее структурное построение:

- титульный лист

- задание на курсовую работу

- содержание курсового проекта

Содержание

Введение

1.Технико-экономическая характеристика изделия

2.Характеристика технологичности материалов

3. Обоснование выборов технологических параметров

4. Обоснование выбора технологического оборудования

5.Расчет конструктивных параметров и норм расхода материалов

6. Расчет валового запуска и необходимого количества материалов

7.Расчет технологических параметров

Заключение

Графическая часть.

- чертеж поперечного сечения проводниково-кабельного изделия

- чертеж общего вида выбранной машины

Список литературы

**4. Требования к оформлению курсовой работы**

*Общие правила оформления ПЗ*

Курсовая работа должна разрабатываться и оформляться в соответствии с Единой системой конструкторской и технологической документации (ЕСКД и ЕСТД).

Курсовому работе присваивается шифр (обозначение), который состоит из букв КР (курсовая работа), номера специальности (13.02.08), порядкового номера по фамилии студента в журнале, номер задания

На титульном листе и основных надписях ПЗ проставляется шифр, полная запись которого выглядит следующим образом:

КР 13.02.08.0101ПЗ

В обозначении каждого листа чертежей добавляется порядковый номер, например 01.

Пояснительная записка (ПЗ) курсовой работы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-79 и ГОСТ 7.32-81 на листах формата А1 с рамками и основной надписью по ГОСТ 2.106-68.

Текст курсовой работы может быть выполнен печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков - не менее 1,8 мм (кегль не менее 12). Используется 12-14 шрифт (Times New Roman). Межстрочный интервал-1.5. Абзацный отступ должен быть одинаков и равен 1,25. При этом, должны соблюдаться следующие размеры полей: пра­вое и нижнее - 10 мм, левое – 30 мм, верхнее - 20 мм.

Заголовки структурных элементов работы и разделов следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Заголовки подразделов и пунктов следует начинать с абзацного отступа и печатать с прописной буквы вразрядку, не подчеркивая, без точки в конце.

Каждый раздел начинается с нового листа (страницы). Расстояние между заголовками структурных элементов отчета и разделов основной части и текстом должно быть не менее 3, 4 интервалов (7-10 мм).

Нумерация:

**-** *Страницы* следует нумеровать арабскими цифрами, со­блюдая сквозную нумерацию по всему тексту курсовой работы. Номер стра­ницы проставляют в центре верхней части листа без точки. На ти­тульном листе номер не ставится, но включается в общую нумера­цию работы.

- *Разделы* должны иметь порядковую нумерацию в преде­лах всей работы и обозначаться арабскими цифрами. Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела (в конце номера точка не ставится), например: 2.1- первый подраздел второго раздела Пункты нумеруют арабскими цифрами в пределах каж­дого подраздела. Номер пункта состоит из номеров раздела, под­раздела, пункта, разделенных точками. В конце номера точка не ставится, например: 1.2.3 - третий пункт второго подраздела первого раздела.

- *Формулы* в работе (если их более одной) нумеруют араб­скими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в указанном разделе, которые разде­лены точкой. Номер указывают с правой стороны листа на уров­не формулы в круглых скобках, например: (3.2)- вторая формула третьего раздела.

Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово рисунок и его наименование располагают посередине строки.

При выполнении графического материала необходимо добиваться аккуратности, четкости и наглядности.

Таблицы:

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Размещение таблиц зависит от их объема. Большие таблицы могут быть вынесены в приложение.

Название таблицы, при его наличии, долж­но отражать ее содержание, быть кратким. Название таблицы сле­дует помещать над таблицей.

Таблицы нумеруются в соответствии с главой, например, если таблица находится во второй главе и первая, то она нумеруется – Таблица 2.1. Если таблиц много, они нумеруются в соответствии с параграфом – Таблица 2.1.1.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с про­писной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное зна­чение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диаго­нальными линиями не допускается.

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следую­щей странице.

Таблицу с большим количеством строк допускается пе­реносить на другой лист (страницу). При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово «Таблица» и номер ее указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы, напри­мер: «Продолжение таблицы 1». При переносе таблицы на другой лист, заголовок помещают только над ее первой частью.

Таблицу с большим количеством граф допускается де­лить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы. Если строки и графы таблицы выходят за формат стра­ницы, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется го­ловка, во втором случае - боковик. Если повторяющийся в разных строках графы таблицы текст состоит из одного слова, то его после первого написания допускается заменять кавычками; если из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее - кавычками. Не допускается ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и хи­мических символов.

Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Формулы и уравнения:

Уравнения и формулы следует выделять из текста в от­дельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть пере­несено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), или минус (-), умножения (х), деления (:), или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют.

Формулы следует нумеровать порядковой нумерацией в порядке всей работы арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

А=а:b (1)  
 В=с:е (2)  
Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках.

Пример - ... в формуле (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядко­вого номера формулы, разделенных точкой, например: (3.1).

**5. Пример выполнения расчетной части курсовой работы**

**...5. РАСЧЁТ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И НОРМ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ**

**5.1 Определение диаметра токопроводящей жилы.**

Максимальное сопротивление ТПЖ Rmax регламентируется ГОСТ 22483-2012 «Жилы токопроводящие медные и алюминиевые для кабелей, проводов и шнуров». Для отожженной круглой медной ТПЖ без покрытия сечением 4 мм2 первого класса гибкости кабеля марки КВВГ 4х4 Rmax составляет 4,61 Ом на 1000 м длины при 20 °С. По формуле

, где:

 – удельное электрическое сопротивление металла жилы, Ом·мм2/м;

 – длина жилы;

 – минимальное расчётное сечение жилы, мм2;

 – коэффициент укрутки проволок жилы по РД 16.405-87 «Расчет масс материалов кабельных изделий» (таблица 6);

 – коэффициент укрутки жил в кабеле по РД 16.405-87 (таблица 8).

Из данной формулы выводится значение минимального расчётного сечения ТПЖ:



Для данной токопроводящей жилы:

 – 0,01724 Ом·мм2/м для проволоки марки ММ по ТУ16-705.492-2005;

 – 1000 м;

 – 4,61 Ом;

– 1,0 (так как жила однопроволочная);

– 1,012 (так как теоретическую кратность скрутки принимаем равную 20). Отсюда

 мм2.

Считаем минимальный диаметр токопроводящей жилы:

, откуда

мм.

Согласно таблице 1 ТУ 16-705.492-2005 предельные отклонения для проволоки данного диаметра составляют ± 0,02 мм. Поле допуска составляет соответственно 0,04 мм. Принимаем  за минимально допустимый размер. Тогда

, где:

 – минимальный расчётный диаметр жилы, мм;

 – номинальный расчётный диаметр жилы, мм;

 – поле допуска диаметра, мм. Отсюда

мм.

Считаем номинальное сечение токопроводящей жилы:

 мм2.

Запас по сопротивлению составит:

%.

**5.2 Определение толщины изоляции.**

Токопроводящие жилы данного кабеля должны быть отдельно изолированы поливинилхлоридным пластикатом. Изоляция должна быть экструдирована (выпрессована), плотно прилегать к токопроводящей жиле и отделяться от неё без повреждения жилы и самой изоляции.

Согласно таблице 1 ГОСТ 26411-85 номинальная толщина изоляции *δном* для контрольного кабеля марки КВВГ 4х4 составляет 0,7 мм. Минимальная толщина изоляции определяется по формуле:

, где

 – номинальная толщина изоляции. Отсюда:

мм.

Плюсовый допуск на толщину изоляции не нормируется.

**5.3 Определение диметра скрученного сердечника.**

В соответствии с таблицами 2 и 3 РД 16.405-87 диаметр скрученного сердечника контрольного кабеля марки КВВГ 4х4 определяется по формуле:

, где

 – диаметр изолированной жилы. Так как

, то

. Отсюда

мм.

**5.4 Определение толщины оболочки.**

Номинальная толщина и предельное отклонение толщины оболочки должны соответствовать требованиям ГОСТ 23286-78.

По ГОСТ 23286 оболочки кабельных изделий в зависимости от условий их эксплуатации разделяются на следующие категории:

Об-1 – для переносных кабельных изделий, работающих в тяжелых условиях (для землеройных машин и им подобных);

Об-2 – для переносных кабельных изделий, работающих в средних условиях (все случаи применения, кроме предусмотренных для категорий Об-1 и Об-3) и для кабельных изделий, прокладываемых стационарно;

Об-3 – для переносных кабельных изделий, работающих в легких условиях (для бытовых электроприборов и токоприемников, работающих в условиях, где отсутствуют механические нагрузки).

При обозначении категории изоляции и оболочки добавляются соответствующие индексы: р – для резины, п – для пластмассы.

Оболочка контрольного кабеля марки КВВГ 4х4 будет соответствовать категории Обп-2. Согласно таблице 3 ГОСТ 23286-78 значение номинальной толщины оболочки для данного контрольного кабеля и диаметром под оболочкой от 6 до 10 мм должно быть не менее 1,5 мм.

Согласно таблице 5 ГОСТ 1508-78 значение номинальной толщины оболочки для данного контрольного кабеля и диаметром под оболочкой от 6 до 10 мм должно быть не менее 1,5 мм.

Таким образом, принимается номинальное значение толщины оболочки равное 1,5 мм.

Минимальная толщина оболочки определяется по формуле:

, где

δо – номинальная толщина оболочки. Отсюда

мм.

Плюсовый допуск толщины оболочки не нормируется.

Считаем диаметр кабеля:

 где

δо – номинальная толщина оболочки. Отсюда

 мм.

**5.5 Расчёт норм расхода материалов.**

Для определения расхода металла используем формулу, указанную в п. 3.2.1 РД 16.405-87:

, где:

 – номинальный диаметр жилы, мм

 – число проволок;

 – число жил;

 – плотность металла жилы, г/см3;

 – коэффициент укрутки проволок жилы по РД 16.405-87 «Расчет масс материалов кабельных изделий» (таблица 6);

 – коэффициент укрутки жил в кабеле по РД 16.405-87 (таблица 8).

Для данного кабеля:

 – 2,215 мм;

 – 1;

 – 4;

 – 8,89, г/см3 (таблица 1 РД 16.405-87);

 – 1;

 – 1,012. Отсюда

 кг/км.

Для определения расхода изоляции используем формулу, указанную в пункте 3.10.1 РД 16.405-87:

, где:

 – номинальный диаметр жилы, мм;

 – номинальная толщина изоляции, мм;

 – плотность материала изоляции, г/см3;

 – число жил;

 – коэффициент укрутки жил в кабеле по РД 16.405-87 (таблица 8);

 – коэффициент, учитывающий технологические факторы по РД 16.405-87 (таблица 15).

Для данного кабеля:

 – 2,215 мм;

 – 0,7 мм;

 – 1,34 г/см3 (ПВХ-пластикат марки И40-13 (как аналог) по таблице 1 РД 16.405-87);

 – 4;

 – 1,012;

 – 1,0. Отсюда

кг/км.

Так как изоляция жил счётной пары будет окрашиваться объёмно, а доля суперконцентрата в изоляции составляет около 1 %, то количество концентрата красителя составляет:

, где

 - количество жил счётной пары;

 - общее количество жил. Для данного кабеля:

 - 2;

 - 4. Отсюда

 кг/км.

Расход оболочки, наложенной свободным способом (без обжатия) определяется с использованием формулы [128], указанной в РД 16.405-87:

, где

 – диаметр поверх оболочки (диаметр кабеля), мм;

 – номинальная толщина оболочки, мм;

 – плотность материала оболочки, г/см3;

 – коэффициент, учитывающий технологические факторы по РД 16.405-87 (таблица 15).

Для данного кабеля:

 – 11,712 мм;

 – 1,5 мм;

 – 1,39 г/см3 (ПВХ-пластикат марки О-40 (рецепт ОМ-40) по таблице 1 РД 16.405-87);

 – 1,04. Отсюда

кг/км.

Общая удельная масса данного кабеля будет являться суммой норм расхода всех его конструктивных элементов (за исключением массы красителей, так как они входят в массу изоляции):

, отсюда

 кг/км.

Результаты вычислений сводим в таблицу конструктивных параметров и норм расхода материалов.

*Таблица 7.1. Конструктивные параметры и нормы расхода материалов.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка кабеля | | КВВГ 4х4 | |
| Результаты расчёта | | мин. | ном. |
| Конструктивные параметры | Диаметр токопроводящей жилы, мм | 2,195 | 2,215 |
| Толщина изоляции, мм | 0,53 | 0,7 |
| Диаметр скрученного сердечника, мм | – | 8,712 |
| Толщина оболочки, мм | 1,175 | 1,5 |
| Диаметр кабеля, мм | – | 11,712 |
| Нормы расхода материалов | Расход металла, кг/км | 138,665 | |
| Расход изоляции, кг/км | 34,772 | |
| Расход красителей, кг/км | 0,174 | |
| Расход оболочки, кг/км | 69,567 | |
| Удельная масса кабеля, кг/км | 243,004 | |

**6. РАСЧЁТ ВАЛОВОГО ЗАПУСКА И НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ**

В процессе производства полуфабрикаты или уже готовые изделия могут иногда по различным причинам оказаться с дефектами, которые служат причиной их отбраковки. Кроме того, для запуска и настройки производственного оборудования происходят неизбежные потери полуфабрикатов и материалов (нагрев и перекрас экструзионных линий, настройка машины скрутки, перебеги на волочильных линиях). Это приводит к возникновению определённого количества отходов.

**6.1 Расчёт валового запуска.**

Для расчёта валового запуска воспользуемся сводными производственными данными различных кабельных предприятий. Нормы отходов и производственные потери материалов по операциям сводим в таблицу:

*Таблица 8.1*

|  |  |
| --- | --- |
| Операция | Количество отходов, % |
| Волочение проволоки | 0,2 |
| Наложение изоляции | 0,5 |
| Скрутка сердечника | 0,7 |
| Наложение оболочки | 0,5 |
| Перемотка и испытания | 0,1 |

Номинальный выпуск продукции  составляет 25000 км годной продукции в год.

Рассчитываем годовое количество продукции до операции перемотки и испытаний:

, где

 – валовой запуск на операцию перемотки и испытания, т/год;

 – норма отходов на операцию перемотки и испытания, %. Отсюда

 км/год.

Данное количество продукции должно поступить на операцию перемотки и испытания, чтобы на выходе получились искомые данные.

**6.2 Расчёт потребного количества материалов.**

Рассчитываем необходимое количество материалов. Во всех расчётах нормы отходов суммируются таким образом, чтобы учитывать потери при последующем изготовлении продукции. Основой для расчёта является таблица конструктивных параметров и норм расхода материалов. Годовое количество материала наружной оболочки определяем по формуле:

, где

 – валовой запуск на операцию перемотки и испытания, т/год;

 – норма отходов на операцию наложения оболочки, %;

 – расход наружной оболочки, кг/км. Отсюда

 кг/год.

Годовое количество материала изоляции определяем по формуле:

, где

 – валовой запуск на операцию перемотки и испытания, т/год;

 – норма отходов на операцию изолирования, %;

 – норма отходов на операцию скручивания сердечника, %;

 – норма отходов на операцию наложения оболочки, %;

 – расход изоляции, кг/км. Отсюда

 кг/год.

Из данного количества изоляции доля красителей составит:

 кг/год.

Годовое количество металла определяем по формуле:

, где

 – валовой запуск на операцию перемотки и испытания, т/год;

 – норма отходов на операцию волочения, %;

 – норма отходов на операцию изолирования, %;

 – норма отходов на операцию скручивания сердечника, %;

 – норма отходов на операцию наложения оболочки, %;

 – расход металла, кг/км. Отсюда

 кг/год.

Результаты вычислений сводим в таблицу.

*Таблица 8.2. Потребное количество материалов на год.*

|  |  |
| --- | --- |
| Годовой выпуск кабеля, км/год | 25000 |
| Валовой запуск кабеля, км/год | 25025 |
| Количество медной катанки марки КМ М001 8,0, кг/год | 3536023 |
| Количество ПВХ-пластиката марки И40-13А, кг/год | 884962 |
| Количество красителей марки DELTAVINIL-C, кг/год | 4425 |
| Количество ПВХ-пластиката марки О-40, кг/год | 1749619 |

**7 РАСЧЁТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ**

**7.1 Расчёт технологических режимов скрутки сердечника.**

В качестве оборудования для скрутки сердечника данного кабеля выбрана машина сигарного типа одинарной скрутки Larmuth. Произведём расчёт технологических параметров для неё.

Так как кратность скрутки сердечников контрольных кабелей не нормируется в ГОСТ, то принимаем, что данный кабельный сердечник должен быть скручен с кратностью шага скрутки, не превышающей 30 (по аналогии с сердечниками силовых кабелей).

Принимаем расчётное значение кратности 20. Расчётный шаг скрутки:

, где

 – расчётная кратность скрутки;

 – диаметр скрученного сердечника, мм. Отсюда

 мм.

Установка шага скрутки на машине Larmuth SRN 12/560 производится путём установки позиции коробки передач (таблица 9.1).

*Таблица 9.1. Позиции коробки передач для установки шага скрутки.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Шаг скрутки, мм | Позиция коробки передач | Шаг скрутки, мм | Позиция коробки передач |
| 95 | 3,737 | 151 | 5,98 |
| 100 | 3,952 | 156 | 6,175 |
| 107 | 4,225 | 165 | 6,5 |
| 119 | 4,69 | 178 | 7,02 |
| 124 | 4,875 | 185 | 7,28 |
| 128 | 5,98 | 217 | 8,58 |
| 132 | 5,2 | 237 | 9,36 |
| 136 | 5,362 | 244 | 9,62 |
| 145 | 5,72 | 250 | 9,88 |

Ближайшим значением шага скрутки для расчётного является 165 и 178 мм. Для большей производительности выбираем шаг скрутки 178 мм (позиция 7,02) и производим расчёт фактической кратности:

, где

 – фактический шаг скрутки, мм;

 – диаметр скрученного сердечника, мм. Отсюда



Производим расчёт линейной скорости скрутки данного кабельного сердечника:

, где

 – фактический шаг скрутки, мм;

 – частота вращения сигары, мин-1;

1000 – переводной коэффициент;

 – понижающий коэффициент, ограничивающий максимальный режим нагрузки машины;

Для данного сердечника:

 – 178 мм;

 – 460 мин-1;

 – 0,9. Отсюда:

 м/мин.

Округляем значение в меньшую сторону – 73 м/мин.

Рабочая частота вращения сигары:

 мин-1.

Рассчитываем внутренний диаметр калибра:

, где

 – диаметр скрученного сердечника, мм. Отсюда

 мм.

Округляем значение до 9,0 мм.

Рассчитываем шаг раскладки сердечника на приёмном барабане:

, где

 – диаметр скрученного сердечника, мм. Отсюда

 мм.

Округляем значение в большую сторону – 9,6 мм.

Результаты расчётов сводятся в таблицу карт эскизов для машины скрутки сигарного типа Larmuth 12х560.

*Таблица 9.2. Карта эскизов для скрутки сердечника.*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка кабеля | Технологические параметры | | Рабочие параметры | | Диаметр калибра, мм | Шаг раскладки, мм |
| Шаг скрутки, мм | Кратность скрутки | Частота вращения сигары, мин-1 | Линейная скорость, м/мин |
| КВВГ  4х4 | 178 | 20,432 | 414 | 73 | 9,0 | 9,6 |

**7.2 Расчёт технологических режимов наложения оболочки.**

В качестве оборудования для наложения оболочки данного кабеля выбрана экструзионная линия ВМ-60. Производим расчёт технологических параметров для неё.

Определяем линейную скорость экструдирования:

, где

 – производительность экструдера, кг/ч;

 – расход оболочки, кг/км;

1000 – переводной коэффициент;

60 – переводной коэффициент.

Для данного кабеля:

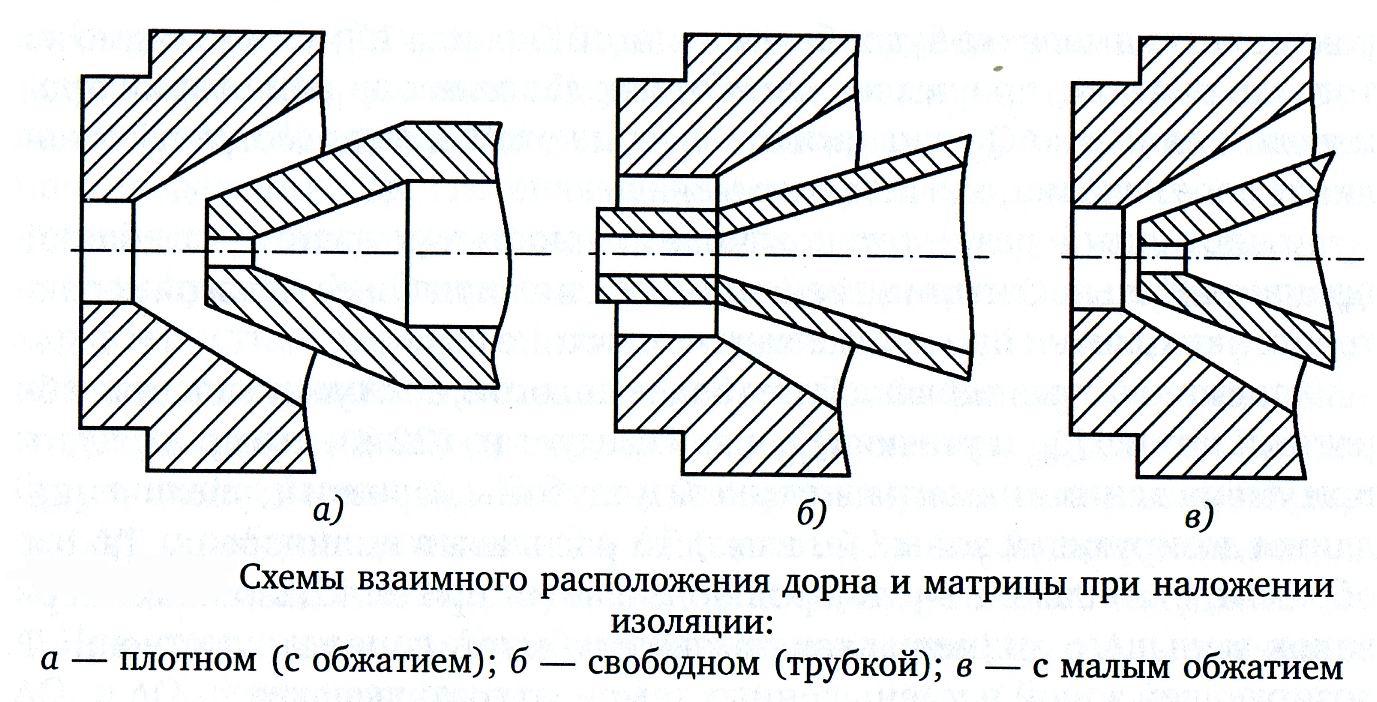
 – 90 кг/ч;

 – 69,567 кг/км. Отсюда:

 м/мин.

Округляем значение в меньшую сторону – 21 м/мин.

Рассчитываем технологический инструмент. Центрирование инструмента – автоматическое, путём конструктивной соосности матрицедержателя и инструмента в экструзионной головке. Метод наложения наружной оболочки – свободный, без обжатия. Схема установки инструмента в экструзионной головке отображена на рисунке 9.1.



*Рисунок 9.1.*

Диаметр внутреннего отверстия дорна считается по формуле:

, где

 – диаметр скрученного сердечника, мм. Отсюда

 мм.

Округляем значение до 8,9 мм.

Диаметр внутреннего отверстия матрицы считается по формуле:

, где

 – диаметр скрученного сердечника, мм;

 – диаметр кабеля, мм;

 – диаметр внутреннего отверстия дорна, мм;

 – толщина стенки носика дорна, мм. Принимается обычно в пределах 0,5-1,0 мм.

 – коэффициент вытяжки слоя полимера. Показывает, во сколько раз площадь поперечного сечения полимерного слоя меньше площади сечения кольцевого зазора пары дорн-матрица. Должен иметь значение в пределах 1,3-1,8 (рекомендуемое – 1,5).

Для данного кабеля:

 – 8,712 мм;

 – 11,712 мм;

 – 8,9 мм;

 – 0,8 мм.

 – 1,5. Получаем

 мм.

Принимаем значение 14,2 мм.

Результаты расчётов сводятся в таблицу карт эскизов для экструзионной линии ВМ-60.

*Таблица 9.3. Карта эскизов для наложения наружной оболочки.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка кабеля | Технологический инструмент | | Линейная скорость, м/мин | Диаметр заготовки, мм | Расход оболочки, кг/км |
| Дорн, мм | Матрица, мм |
| КВВГ  4х4 | 8,9 | 14,2 | 21 | 8,712 | 69,567 |

При работе экструзионной линии на пульте управления устанавливаются следующие температурные режимы переработки ПВХ-пластиката марки О-40 (рецепта ОМ-40), рекомендуемые производителем материала:

*Таблица 9.4.Температурные режимы.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Марка материала | | О-40 (рецепт ОМ-40)  ГОСТ 5960-73 |
| Температуры нагрева зон экструдера, оС | Загрузка | 135 |
|
| IV зона | 140 |
| III зона | 150 |
| II зона | 160 |
| I зона | 170 |
| Температура нагрева экструзионной головки, оС | | 170 |
|

Допустимый диапазон колебания температур – ± 10

**Список литературы**

Основные источники:

Учебники

1. Под редакцией И.Б. Пешкова. Кабели и провода. Основы кабельной техники. – М.: Энергоатомиздат, 2009.

2. Григорян А.Г. Технология производства кабелей и проводов с применением пластмасс и резин. – М.: Машиностроение, 2011.

Дополнительные источники:

Учебники и учебные пособия:

1.Ф.Ф. Карпов. Справочник по расчету проводов и кабелей. Энергоатомиздат. 1964 г.

2.А.Г. Григорян. Производство кабелей и проводов с применением пластмасс и резин. М.: Энергоатомиздат. 1992 г.

3.Н.И. Белорусов. Электрические кабели, Провода и шнуры. Справочник. М.: Энергоатомиздат. 1982 г.

Нормативно-технические документы

1. ГОСТ 18690 Маркировка кабельных изделий

2.ГОСТ 22483-2012. Жилы токопроводящие

3.ГОСТ 53803-2010. Катанка медная для электрических целей

4.СТБ 2194-2011

5.ГОСТ 13843-78. Катанка алюминиевая

6.ГОСТ 26411-85. Кабели контрольные с резиновой и пластмассовой изоляцией

7.ГОСТ 31996-2012. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией

8.ТУ 16-705.492-2005 Проволока круглая медная электротехническая

9.ТУ 16К71-088-90. Проволока круглая алюминиевая электротехническая АМ,АТ

Интернет источники :

1. [profznanie@gmail.com](mailto:profznanie@gmail.com)

**Приложение 1**

Министерство образования и науки Калужской области

Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение

Калужской области

«Людиновский индустриальный техникум»

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

\_Проектирование участка скрутки изолированных жил и наложение оболочки кабеля марки \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ с годовой программой выпуска **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

по МДК 01.02 Основы проектирования кабелей и проводов;

МДК 01.03 Технологические процессы производства кабельной и конденсаторной техники

Отделение дневное

Группа

Студент

Преподаватель

Оценка

20\_\_\_ г.

**Приложение 2**

Министерство образования и науки Калужской области Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение

Калужской области

«Людиновский индустриальный техникум»

УТВЕРЖДАЮ:

Зам. директора по УПР

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.П. Киселева

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение курсовой работы

на выполнение курсовой работы по МДК 01.02 Основы проектирования кабелей и проводов; МДК 01.03 Технологические процессы производства кабельной и конденсаторной техники

Студенту \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Специальность 13.02.08 Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника **(**базовой подготовки) Группа ...ЭКТ-3

Отделение дневное

**ТЕМА КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Проектирование участка скрутки изолированных жил и наложение оболочки кабеля марки \_\_\_с годовой программой выпуска \_

Содержание курсовой работы

Содержание

Введение

1.Технико-экономическая характеристика изделия

2.Характеристика технологичности материалов

3. Обоснование выборов технологических параметров

4. Обоснование выбора технологического оборудования

5.Расчет конструктивных параметров и норм расхода материалов

6. Расчет валового запуска и необходимого количества материалов

7.Расчет технологических параметров

Графическая часть.

- чертеж поперечного сечения проводниково-кабельного изделия

- чертеж общего вида выбранной машины

Список литературы

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Срок сдачи курсовой работы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рассмотрено на заседании цикловой комиссии профессиональных дисциплин

технического профиля дисциплин технического профиля

Протокол №\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Председатель цикловой комиссии \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_