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

###### Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение

###### Калужской области

###### «Людиновский индустриальный техникум»

**Методические рекомендации**

**по выполнению практических работ**

**по МДК 01.01 Теоретические основы процесса изготовления электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники**

**по специальности**

**13.02.08 Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника**

2019 г.

Методические рекомендации разработаны в соответствии с рабочей программой профессионального модуля **ПМ.01 Ведение технологических процессов производства изоляционной, кабельной и конденсаторной техники**, **МДК 01.01 Теоретические основы процесса изготовления электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники,** 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: Определение группы и типа кабельного изделия по его марке. | 4 | 6 |
| 2 | Практическое занятие № 2.  Тема: Определить и обосновать основные технологические процессы изготовления различных марок кабельных изделий. | 4 | 10 |
| 3 | Практическое занятие № 3.  Тема: Определение требуемого сечения жил в зависимости от тока, на который рассчитан кабель. | 2 | 12 |
| 4 | Практическое занятие № 4.  Тема: Расчёт маршрута волочения. | 4 | 13 |
| 5 | Практическое занятие№ 5.  Тема: Составить схему и обосновать выбор технологического оборудования на изготовление кабельного изделия. | 4 | 16 |
| 6 | Практическое занятие № 6.  Тема: Обосновать выбор технологического оборудования на производство многопроволочной ТПЖ СИП-4 4х16. | 4 | 19 |
| 7 | Практическое занятие № 7.  Тема: Обосновать выбор технологического оборудования на производство ТПЖ. | 4 | 21 |
| 8 | Практическое занятие № 8.  Тема: Выбор возможного варианта изготовления кабельного изделия марки АС 300/39. | 4 | 25 |
| 9 | Практическое занятие № 9.  Тема: Выбор возможного варианта изготовления кабельного изделия марки КВВГ 4х1,5. | 4 | 26 |
| 10 | Практическое занятие № 10.  Тема: Расчёт количества технологического оборудования для изготовления кабельного изделия ВВГнг(А) 5х10. | 4 | 30 |
| 11 | Практическое занятие № 11.  Тема: Расчёт количества технологического оборудования для изготовления кабельного изделия ПуВВ 2х10мк. | 4 | 31 |
| 12 | Практическое занятие № 12.  Тема: Составить технологическую документацию, согласно ЕСТД, для производства ВВГ. | 4 | 33 |
| 13 | Практическое занятие № 13.  Тема: Выбрать и обосновать структуру цеха по производству кабельного изделия. | 4 | 35 |
| 14 | Практическое занятие № 14.  Тема: Выбрать и обосновать тип здания, размещения основного технологического оборудования для производства. | 4 | 37 |
| 15 | Практическое занятие № 15.  Тема: Определение параметров скрутки для конкретных марок кабельных изделий. | 6 | 41 |
| 16 | Практическое занятие № 16.  Тема: Определение параметров обмотки для конкретных марок кабельных изделий. | 6 | 43 |
| 17 | Практическое занятие № 17.  Тема: Определение параметров оплётки. | 4 | 45 |
| 18 | Практическое занятие № 18.  Тема: Определение параметров обмотки лентами. | 4 | 47 |
| 19 | Практическое занятие № 19.  Тема: Расчёт производительности экструдера. | 6 | 51 |
| 20 | Практическое занятие № 20.  Тема: Расчёт формирующего инструмента. | 6 | 53 |
| 21 | Практическое занятие № 21.  Тема: Расчёт по переходу на пластикат другого цвета (другой марки). | 4 | 55 |
| 22 | Практическое занятие № 22.  Тема: Расчёт режимов охлаждения. | 4 | 57 |
| 23 | Практическое занятие № 23.  Тема: Расчёт скоростных режимов. | 6 | 60 |
| 24 | Практическое занятие № 24.  Тема: Расчёт процесса сушки бумажной изоляции. | 4 | 62 |
| 25 | Практическое занятие № 25.  Тема: Расчёт процесса пропитки бумажной изоляции. | 4 | 65 |
| 26 | Практическое занятие № 26.  Тема: Расчёт параметров технологического инструмента при наложении свинцовых оболочек. | 4 | 67 |
| 27 | Практическое занятие № 27.  Тема: Расчёт параметров технологического инструмента при наложении алюминиевых оболочек. | 4 | 69 |
| 28 | Практическое занятие № 28.  Тема: Расчёт параметров технологического инструмента при наложении резиновых и пластмассовых оболочек. | 4 | 69 |
| 29 | Практическое занятие № 29.  Тема: Расчёт параметров технологического инструмента при наложении ленточных и проволочных бронепокровов. | 4 | 74 |
| 30 | Практическое занятие № 30.  Тема: Расчёт входной угловой апертуры световода. | 2 | 77 |
| 31 | Практическое занятие № 31.  Тема: Расчёт коэффициента линейного теплового расширения световода. | 2 | 79 |
| 32 | Практическое занятие № 32.  Тема: Определение коэффициента затухания световода. | 2 | 81 |
| 33 | Практическое занятие № 33.  Тема: Расчёт диаметра центрального силового элемента и окружности сердечника волоконно-оптического кабеля. | 4 | 84 |
| 34 | Практическое занятие № 34.  Тема: Определение дополнительной длины оптического световода, обусловленной скруткой. | 4 | 86 |
| 35 | Практическое занятие № 35.  Тема: Выбор конструкции волоконно-оптического кабеля в зависимости от условий эксплуатации и способа прокладки. | 4 | 88 |
|  | ***Итого*** | ***142 ч*** |  |

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1**

**Тема: Определение группы и типа кабельного изделия по его марке.**

**Цель работы**: научиться определять группу и тип проводниково-кабельной продукции по их маркам.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Кабельные изделия можно классифицировать по различным признакам:

# - по группам однородной продукции;

# - составу конструктивных элементов;

# - материалу изоляции;

# - назначению;

# - области применения.

# По группам однородной продукции стандартизуются кабельные изделия в целом. Установлены 25 групп однородной кабельной продукции:

# 1 – кабели силовые для стационарной прокладки на напряжения до 35 кВ;

# 2 – кабели силовые для стационарной прокладки на напряжение 110 кВ и выше;

# 3 – кабели силовые для нестационарной прокладки;

# 4 – кабели связи симметричные;

# 5 – кабели связи коаксиальные;

# 6 – кабели связи телефонные;

# 7 – кабели связи телефонные распределительные;

# 8 – кабели радиочастотные;

# 9 – кабели оптические;

# 10 – кабели управления;

# 11 – кабели контрольные;

# 12 – провода неизолированные для воздушных линий электропередачи;

# 13 – провода неизолированные гибкие;

# 14 – провода силовые изолированные;

# 15 – провода обмоточные с эмалевой изоляцией;

# 16 – провода обмоточные с эмалево-волокнистой, волокнистой, пластмассовой и пленочной изоляцией;

# 17 – провода монтажные низковольтные;

# 18 – провода монтажные высоковольтные;

# 19 – провода бортовые;

# 20 – провода ленточные;

# 21 – провода зажигания;

# 22 – шнуры силовые;

# 23 – провода телефонные распределительные;

# 24 – арматура силовых кабелей;

# 25 – шнуры слаботочные.

# Кроме того, имеется еще одна (26-я) общая группа продукции, в которую входят отдельные виды или группы кабельных изделий, не вошедшие в 25 перечисленных групп.

# По составу конструктивных элементов кабельные изделия можно подразделить на следующие большие группы: электрические провода, электрические шнуры и электрические кабели.

# Провод – это кабельное изделие, содержащее одну или несколько скрученных проволок либо одну или более изолированных жил, поверх которых (в зависимости от условий прокладки и эксплуатации) может иметься легкая неметаллическая оболочка, обмотка и (или) оплетка из волокнистых материалов или проволоки; не предназначено, как правило, для прокладки в земле.

# Шнур – это провод с изолированными жилами повышенной гибкости, служащий для соединения с подвижными устройствами.

# Кабель – это кабельное изделие, содержащее одну или более изолированных жил (проводников), заключенных в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься соответствующий защитный покров (возможно, с броней), и пригодное, в частности, для прокладки в земле или под водой.

# По материалу изоляции все кабельные изделия можно подразделить на следующие группы:

# - неизолированные провода;

# - кабели и провода с бумажной (пропитанной и непропитанной) изоляцией;

# - кабели, провода и шнуры с пластмассовой изоляцией;

# - кабели, провода и шнуры с резиновой изоляцией;

# - эмалированные провода;

# - провода и кабели с волокнистой и комбинированной изоляцией.

# По назначению кабельные изделия можно подразделить на следующие группы:

# - кабели и провода высокого напряжения;

# - кабели, провода и шнуры низкого напряжения;

# - кабели связи;

# - радиочастотные кабели;

# - обмоточные провода.

# Кабели и провода высокого напряжения характеризуются высоким (свыше 1000 В) значением рабочего напряжения.

# Кабели, провода и шнуры низкого напряжения предназначены для распределения электроэнергии во вторичных (низковольтных) сетях, для осуществления дистанционного управления системами контроля и автоматики и их силового питания (кабели управления и контроля), монтажа низковольтных схем электро- и радиоэлектронной аппаратуры (монтажные провода и кабели), цепей освещения и подключения бытовой аппаратуры (установочные провода и бытовые шнуры).

# Кабели связи используются для передачи информации, т.е. во всех видах проводной связи (телефонной, телевизионной, передаче данных и др.) как в аналоговой, так и в цифровой (импульсной) форме. В зависимости от диапазона рабочих частот они могут быть низкочастотными (местная связь), высокочастотными (дальняя связь) и оптическими. Радиочастотные кабели применяются для передачи высокочастотной (свыше 1 МГц) электроэнергии в качестве фидеров, соединяющих передающую и приемную аппаратуру с антеннами, а также для монтажа и соединения радиоаппаратуры и систем кабельного телевидения.

# Обмоточные провода применяются для изготовления разнообразных обмоток электрических машин, аппаратов и электроизмерительных приборов.

# Классификация кабельных изделий по назначению выполняется в зависимости от значения трёх основных «электрических» параметров: напряжения, тока и частоты, которыми и определяются особенности конструирования и расчета перечисленных групп кабельных изделий.

# Область применения проводниково-кабельных изделий указана в технической документации на эти изделия (ГОСТ, ТУ).

# 2 Пример выполнения задания.

***Задача:***

1. Имеется проводниково-кабельное изделие марки ВВГ 4х35мк(N)–0,66.

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

3. Произвести классификацию данного изделия по следующим признакам:

- по группам однородной продукции;

- составу конструктивных элементов;

- материалу изоляции;

- назначению;

- области применения.

**Решение:**

1) Проводниково-кабельное изделие марки ВВГ 4х35мк(N)–0,66 по группам однородной продукции является кабелем силовым для стационарной прокладки на напряжения до 35 кВ.

2) Проводниково-кабельное изделие марки ВВГ 4х35мк(N)–0,66 по составу конструктивных элементов является электрическим кабелем.

3) Проводниково-кабельное изделие марки ВВГ 4х35мк(N)–0,66 по материалу изоляции является кабелем с пластмассовой изоляцией.

4) Проводниково-кабельное изделие марки ВВГ 4х35мк(N)–0,66 по назначению является кабелем низкого напряжения.

5) Проводниково-кабельное изделие марки ВВГ 4х35мк(N)–0,66 по области применения является кабелем для передачи и распределения электроэнергии в стационарных установках при номинальном переменном напряжении 1 кВ частотой до 100 Гц.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой решения задачи.

2. Используя методические указания и необходимую техническую документацию ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется проводниково-кабельное изделие А. Произвести классификацию данного изделия по следующим признакам:

- по группам однородной продукции;

- составу конструктивных элементов;

- материалу изоляции;

- назначению;

- области применения.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | АС 300/39 ГОСТ 839-80 | Развёрнутый ответ в соответствии с примером выполнения задания |
| 2 | СИП-4 2х16-0,66/1,0 ГОСТ 31946-2012 |
| 3 | КВВГ 14х1,5 ГОСТ 1508-78 |
| 4 | ПуВВ 3х2,5 ГОСТ 31947-2012 |
| 5 | ПвВГ 5х185мс(N, PE)–1,0 ГОСТ 31996-2012 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Какой основной тип классификации проводниково-кабельных изделий?

2. Где найти область применения проводниково-кабельных изделий?

3. Какими проводниково-кабельными изделиями вы пользуетесь в быту?

4. Основные отличия провода,шнура и кабеля друг от друга?

5.Какие виды изоляции вы знаете?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.**

**Тема: Определить и обосновать основные технологические процессы изготовления различных марок кабельных изделий.**

**Цель работы**: приобрести навыки определения основных технологических процессов, применяемых при изготовлении проводниково-кабельной продукции.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Для каждого проводниково-кабельного изделия характерен перечень операций, необходимый для изготовления данного изделия. Для примера приведена технологическая цепочка изготовления силового кабеля низкого напряжения:

# 

Для того, чтобы определить и обосновать технологические процессы изготовления какого-либо проводниково-кабельного изделия необходимо:

- классифицировать его по методике практической работы № 1;

- определиться со структурой и применяемыми материалами;

- выбрать необходимые технологические операции;

- выбрать необходимое технологическое оборудование.

**2 Пример выполнения задания.**

***Задача:***

1. Имеется проводниково-кабельное изделие марки ВВГ 2х35мк(N)–0,66.

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

3. Определить основные технологические процессы изготовления данного изделия и тип применяемого основного оборудования.

**Решение:**

Производим выбор технологических процессов изготовления данного изделия и тип применяемого оборудования:

1) Приёмка материалов на склад.

2) Волочение медной проволоки (волочильная линия).

3) Скрутка токопроводящих жил (машина скрутки сигарного типа).

4) Изолирование токопроводящих жил (экструзионная линия).

5) Скрутка сердечника (крутильная машина общей скрутки).

6) Наложение внутренней оболочки (экструзионная линия).

7) Наложение наружной оболочки (экструзионная линия).

8) Приёмосдаточные испытания.

9) Упаковка и сдача готовой продукции на склад.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой её решения.

2. Используя методические указания и необходимую техническую документацию ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется проводниково-кабельное изделие А. Определить технологические процессы изготовления данного изделия и тип применяемого основного оборудования.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | АС 300/39 ГОСТ 839-80 | Развёрнутый ответ в соответствии с примером выполнения задания |
| 2 | СИП-4 2х16-0,66/1,0 ГОСТ 31946-2012 |
| 3 | КВВГ 14х1,5 ГОСТ 1508-78 |
| 4 | ПуВВ 3х2,5 ГОСТ 31947-2012 |
| 5 | ПвВГ 5х185мс(N, PE)–1,0 ГОСТ 31996-2012 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Какими принципами необходимо руководствоваться при выборе операций?

2. Какими принципами необходимо руководствоваться при выборе оборудования?

3. Можно ли в данном случае использовать иное технологическое оборудование?

4. Какие операции в данном случае являются основными?

5. Какие операции в данном случае являются вспомогательными?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.**

**Тема: Определение требуемого сечения жил в зависимости от тока, на который рассчитан кабель.**

**Цель работы**: приобрести навыки определения необходимого минимального сечения токопроводящих жил по току нагрузки на проводниково-кабельное изделие.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

Допустимые токовые нагрузки силовых кабелей низкого напряжения при нормальном режиме работы и при 100%-ном коэффициенте нагрузки кабелей не должны превышать значений, указанных в таблицах 19, 20, 21 и 22 ГОСТ 31996-2012, если иное не установлено в технических условиях на кабели конкретных марок.

Расчёт допустимых токовых нагрузок выполнен для следующих расчетных условий:

- температура окружающей среды при прокладке кабелей на воздухе 25 °С, при прокладке в земле – 15 °С;

- глубина прокладки кабелей в земле – 0,7 м;

- удельное термическое сопротивление грунта – 1,2 К·м/Вт.

Для определения токовых нагрузок четырехжильных кабелей с жилами равного сечения в четырехпроводных сетях при нагрузке во всех жилах в нормальном режиме, а также для пятижильных кабелей значения, указанные в таблицах должны быть умножены на коэффициент 0,93.

Допустимые токовые нагрузки кабелей в режиме перегрузки могут быть рассчитаны путём умножения значений, приведенных в таблицах 19, 21 ГОСТ 31996-2012, на коэффициент 1,13 – для земли и на коэффициент 1,16 – для воздуха; указанных в таблицах 20, 22 ГОСТ 31996-2012 на коэффициент 1,17 – для земли и на коэффициент 1,20 – для воздуха.

Допустимые токи односекундного короткого замыкания кабелей приведены в таблице 23 ГОСТ 31996-2012.

При продолжительности короткого замыкания, отличающейся от 1 с, значения тока короткого замыкания, указанные в таблице 23 ГОСТ 31996-2012, необходимо умножить на коэффициент k, рассчитанный по формуле:

, где

τ – продолжительность короткого замыкания, с.

Максимальная продолжительность короткого замыкания не должна превышать 5 секунд.

**2 Пример выполнения задания.**

***Задача:***

1. Имеется проводниково-кабельное изделие марки ВВГ 2х35мк(N)-0,66. Кабель проложен по воздуху и передаёт переменный ток.

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

3. Определить допустимую токовую нагрузку для данного кабеля.

**Решение:**

1) Согласно ГОСТ 31996-2012 выбираем необходимую таблицу токовых нагрузок. Для данного случая это таблица 19.

2) Определяем нужный столбец исходя из условий прокладки. Для данного случая это столбец для многожильных кабелей на переменном токе при прокладке на воздухе.

3) Определяем допустимую токовую нагрузку для номинального сечения жил 35 мм2. Для данного случая это нагрузка в 137 ампер.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой её решения.

2. Используя методические указания и необходимую техническую документацию ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется проводниково-кабельное изделие А. Кабель проложен в среде В и передаёт ток типа С. Определить допустимую токовую нагрузку для данного кабеля.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | А | В | С | Ответ |
| 1 | ППГ 3х185 | воздух | переменный | 397 А |
| 2 | АВВГ 1х120 | земля | постоянный | 388 А |
| 3 | АПвВГ 2х16 | воздух | переменный | 78 А |
| 4 | ПвВГ 1х35 | земля | постоянный | 274 А |
| 5 | ВВГ 3х4 | воздух | переменный | 36 А |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. От каких факторов зависит допустимая токовая нагрузка?

2. Какими принципами необходимо руководствоваться при выборе допустимой токовой нагрузки?

3. Как определить допустимую токовую нагрузку при перегрузке?

4. Как определить допустимый ток односекундного короткого замыкания?

5. Как определить ток допустимый короткого замыкания продолжительностью в несколько секунд?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.**

**Тема: Расчёт маршрута волочения.**

**Цель работы**: научиться рассчитывать маршрут волочения при изготовлении проволоки для токопроводящих жил.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

Для расчёта маршрута волочения по рекомендованным значениям относительного удлинения используется формула:

, где



μ – коэффициент вытяжки;

Sн и Sк – начальное и конечное сечение заготовки соответственно.

Принимая:

, а , где



dн и dк – начальный и конечный диаметр заготовки соответственно, получаем:

. Отсюда



.



Коэффициент вытяжки считается по формуле:

, где



λ – относительное удлинение, выраженное в процентах.

Когда расчётное значение диаметра фильеры получится меньше, чем заданный диаметр проволоки – диаметр фильеры принимают равным диаметру проволоки. Эта фильера будет последняя.

Далее по формуле считается фактический коэффициент вытяжки для последней фильеры:

, где

dф-1 – диаметр предпоследней фильеры, мм;

dф – диаметр последней фильеры, мм.

**2 Пример выполнения задания.**

***Задача:***

1. Имеется маршрут волочения на пятнадцатишайбовом стане с алюминиевой катанки диаметром 9,50 мм до проволоки диаметром 2,32 мм. Рекомендованные значения относительного удлинения на блоках по переходам 1-5 – 30 %; 6-9 – 26 %; 10 и далее – 24,5 %.

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

3. Рассчитать маршрут волочения.

**Решение:**

1) Считаем коэффициенты вытяжек по вышеуказанным формулам – 1,30; 1,26; 1,245.

2) Считаем диаметр первой фильеры – мм.



3) Считаем диаметр второй фильеры – мм.



4) Считаем диаметр третьей фильеры – мм.



5) Считаем диаметр четвёртой фильеры – мм.



6) Считаем диаметр пятой фильеры – мм.



7) Считаем диаметр шестой фильеры – мм.



8) Считаем диаметр седьмой фильеры – мм.



9) Считаем диаметр восьмой фильеры – мм.



10) Считаем диаметр девятой фильеры – мм.



11) Считаем диаметр десятой фильеры – мм.



12) Считаем диаметр одиннадцатой фильеры – мм.



13) Когда расчётное значение диаметра фильеры получится меньше, чем заданный диаметр проволоки – диаметр фильеры принимают равным диаметру проволоки. Эта фильера будет последняя:

.



14) По формуле считаем фактический коэффициент вытяжки для последней фильеры:

.



Рассчитанный маршрут имеет вид:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Номера тянущих шайб и диаметры волок, мм* | | | | | | | | | | | | | | |
|
|
|
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* |
|
| 8,33 | 7,31 | 6,41 | 5,62 | 4,93 | 4,39 | 3,91 | 3,49 | 3,11 | 2,79 | 2,50 | - | - | - | 2,32 |

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой её решения.

2. Используя методические указания ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется маршрут волочения на пятнадцатишайбовом стане с алюминиевой катанки диаметром А до проволоки диаметром В мм. Рассчитать маршрут волочения, если рекомендованные значения относительного удлинения на блоках по переходам 1-5 – 30 %; 6-9 – 26 %; 10 и далее – 24,5 %.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | А | В | Ответ |
| 1 | 9,0 мм | 1,76 | Развёрнутый ответ в соответствии с примером выполнения задания |
| 2 | 9,5 мм | 2,22 |
| 3 | 9,0 мм | 2,71 |
| 4 | 9,5 мм | 3,49 |
| 5 | 9,0 мм | 4,40 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Для чего в волочильном стане предназначена тяговая шайба?

2. Как изменится маршрут волочения при уменьшении коэффициентов вытяжки?

3. Какой инструмент применяется при волочении?

4. Как определить общую вытяжку проволоки?

5. Что предпринять, если не хватает тяговых блоков в маршруте?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.**

**Тема: Составить схему и обосновать выбор технологического оборудования на изготовление кабельного изделия.**

**Цель работы**: научиться определять основное технологическое оборудование, применяемое при изготовлении проводниково-кабельной продукции.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Для разработки маршрутных карт при изготовлении каждой марки проводниково-кабельного изделия необходимо составить технологическую схему изготовления этого изделия. Для примера приведена технологическая цепочка изготовления самонесущего изолированного провода марки СИП-2 на АО «Людиновокабель»:

# 

Для того, чтобы составить технологическую схему изготовления какого-либо проводниково-кабельного изделия, необходимо:

- его классифицировать по методике практической работы № 1;

- определиться со структурой и применяемыми материалами;

- произвести разделение на полуфабрикаты;

- выбрать необходимые технологические операции;

- выбрать необходимое технологическое оборудование.

**2 Пример выполнения задания.**

***Задача:***

1. Имеется проводниково-кабельное изделие марки АС 70/72.

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

3. Составить технологическую схему изготовления данного изделия.

**Решение:**

Производим составление схемы изготовления данного изделия с указанием типа применяемого оборудования:



***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой её решения.

2. Используя методические указания и необходимую техническую документацию ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется проводниково-кабельное изделие А. Составить технологическую схему изготовления данного изделия.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | АС 300/39 ГОСТ 839-80 | Развёрнутый ответ в соответствии с примером выполнения задания |
| 2 | СИП-4 2х16-0,66/1,0 ГОСТ 31946-2012 |
| 3 | КВВГ 14х1,5 ГОСТ 1508-78 |
| 4 | ПуВВ 3х2,5 ГОСТ 31947-2012 |
| 5 | ПвВГ 5х185мс(N, PE)–1,0 ГОСТ 31996-2012 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Какими принципами необходимо руководствоваться при выборе операций?

2. Какими принципами необходимо руководствоваться при выборе оборудования?

3. Можно ли в данном случае использовать иное технологическое оборудование?

4. Какие операции в данном случае являются основными?

5. Какие операции в данном случае являются вспомогательными?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6 .**

**Тема: Обосновать выбор технологического оборудования на производство многопроволочной ТПЖ СИП-4 4х16.**

**Цель работы**: научиться производить выбор основного технологического оборудования, применяемого при изготовлении токопроводящих жил самонесущих изолированных проводов.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

ГОСТ 31946-2012 распространяется на самонесущие изолированные провода для воздушных линий электропередачи на номинальное напряжение до 0,6/1 кВ включительно и защищенные провода для воздушных линий электропередачи на номинальное напряжение 20 кВ (для сетей на напряжение 6, 10, 15 и 20 кВ) и 35 кВ (для сетей на напряжение 35 кВ) номинальной частотой 50 Гц.

Стандарт устанавливает основные требования к конструкциям и техническим характеристикам проводов, их эксплуатационные свойства и методы испытаний.

Климатическое исполнение проводов – В, категории размещения - 1, 2 и 3 по ГОСТ 15150.

Самонесущий изолированный провод – это многожильный провод для воздушных линий электропередачи, содержащий изолированные жилы и несущий элемент, предназначенный для крепления или подвески провода и выполняющий функцию нулевого рабочего (N) или нулевого защитного (РЕ) или совмещенного нулевого рабочего и нулевого защитного проводников (PEN).

Номинальное сечение основных токопроводящих жил устанавливают из ряда: 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240 мм2.

Основные и вспомогательные жилы для цепей освещения должны быть скручены из круглых алюминиевых проволок, иметь круглую форму и быть уплотненными.

Прочность при растяжении алюминиевых проволок до их скрутки в жилу должна быть не менее 120 Н/мм2.

**2 Пример выполнения задания.**

***Задача:***

1. Имеется токопроводящая жила для самонесущего изолированного провода марки СИП-4 2х25.

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

3. Произвести выбор основного технологического оборудования, применяемого при изготовлении данной токопроводящей жилы.

**Решение:**

В соответствии с таблицей А.1 «Рекомендуемые конструкции токопроводящих жил самонесущих изолированных проводов» токопроводящая жила для самонесущего изолированного провода марки СИП-4 2х25 должна иметь следующие параметры:

- число и номинальный диаметр проволок в жиле, шт. х мм: 7х2,23;

- минимальный диаметр уплотнённой жилы, мм: 5,70;

- максимальный диаметр уплотнённой жилы, мм: 6,10;

Для изготовления данной токопроводящей жилы выбираем машину одинарной скрутки рамочного типа Queins QSS 1+6/630. Машина имеет следующие технические характеристики:

|  |  |
| --- | --- |
| Максимальные обороты рамки, об/мин. | 1400 |
| Максимальная линейная скорость, м/мин | 200 |
| Диаметры скручиваемых проволок, мм | 1,76-4,5 |
| Максимальный диаметр скручиваемой ТПЖ, мм | 19 |
| Диаметр фланца отдающей катушки, мм | 630 |
| Число отдающих устройств, шт. | 7 |
| Диаметры фланцев приёмных барабанов, мм | 1000-2000 |

Уплотнение и формирование токопроводящей жилы производится с помощью уплотняющего устройства с четырьмя парами формирующих валков.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой её решения.

2. Используя методические указания и необходимую техническую документацию ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется токопроводящая жила для самонесущего изолированного провода марки СИП-4 4х16. Произвести выбор основного технологического оборудования, применяемого при изготовлении данной токопроводящей жилы.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | ТПЖ для СИП-4 4х16 ГОСТ 31946-2012 | Развёрнутый ответ в соответствии с примером выполнения задания |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. В каких пунктах ГОСТ указана необходимая информация?

2. Какими принципами необходимо руководствоваться при выборе оборудования?

3. Какой инструмент применяется при данной операции?

4. Какой способ уплотнения жилы в данном случае?

5. Методы контроля качества при изготовлении данной ТПЖ?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7.**

**Тема: Обосновать выбор технологического оборудования на производство ТПЖ.**

**Цель работы**: научиться производить выбор основного технологического оборудования, применяемого при изготовлении токопроводящих жил проводниково-кабельной продукции.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

ГОСТ 22483-2012 устанавливает номинальные сечения до 2500 мм2 токопроводящих жил электрических кабелей, проводов и шнуров широкого диапазона типов; включены также требования в части числа и диаметра проволок и значений электрического сопротивления. Стандарт распространяется на однопроволочные и многопроволочные жилы из меди, алюминия и алюминиевого сплава, предназначенные для кабельных изделий стационарной прокладки, и гибкие медные жилы.

Стандарт не распространяется на жилы кабелей связи, радиочастотных кабелей, неизолированных и обмоточных проводов.

Применение настоящего стандарта для специальных типов кабелей и проводов (на рабочую температуру 120 °С и выше, особо гибкие, малоиндуктивные, импульсные, зажигания, грузонесущие, геофизические, судовые герметизированные, сигнализации и блокировки и др. узкоцелевого назначения) устанавливают в стандартах или технических условиях на эти типы кабелей и проводов.

Если не указано иное в особом пункте договора, настоящий стандарт распространяется на жилы готовых кабельных изделий, а не на отдельные жилы или жилы, поставляемые по кооперации для изготовления кабельных изделий.

В стандарт включены справочные приложения, в которых дана дополнительная информация в части поправочных температурных коэффициентов, используемых при измерении электрического сопротивления (приложение В), и предельных размеров круглых жил (приложение С).

Согласно ГОСТ 31996-2012 по конструктивному исполнению токопроводящие жилы для силовых кабелей низкого напряжения выполняются:

- однопроволочными (о);

- многопроволочными (м);

- круглыми (к);

- секторными или сегментными (с).

Число токопроводящих жил устанавливают из ряда: 1, 2, 3, 4, 5.

Номинальное сечение токопроводящих жил устанавливают из ряда: 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 630; 800; 1000 мм2.

Номинальное сечение токопроводящих жил многожильных кабелей должно быть не более 400 мм2.

Номинальное сечение токопроводящих жил кабелей на номинальное напряжение U, равное 0,66 кВ, должно быть не более 50 мм2.

Токопроводящие жилы кабелей должны соответствовать классу 1 или 2 ГОСТ 22483.

Токопроводящие жилы должны быть одно- или многопроволочными номинальными сечениями в соответствии с таблицей 1 ГОСТ 31996-2012.

**2 Пример выполнения задания.**

***Задача:***

1. Имеется токопроводящая жила для силового кабеля низкого напряжения марки ВВГ 2х25мк(N)-1,0.

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

3. Произвести выбор основного технологического оборудования, применяемого при изготовлении данной токопроводящей жилы.

**Решение:**

В соответствии с таблицей 4 токопроводящая жила класса 2 для силового кабеля низкого напряжения марки ВВГ 2х25мк(N)–1,0 должна иметь следующие параметры:

- минимальное число проволок в жиле, шт.: 6;

- электрическое сопротивление 1 км жилы при температуре 20 °С, Ом, не более: 0,727.

Для изготовления данной токопроводящей жилы выбираем машину одинарной скрутки рамочного типа Queins QSS 1+6/630. Машина имеет следующие технические характеристики:

|  |  |
| --- | --- |
| Максимальные обороты рамки, об/мин. | 1400 |
| Максимальная линейная скорость, м/мин | 200 |
| Диаметры скручиваемых проволок, мм | 1,76-4,5 |
| Максимальный диаметр скручиваемой ТПЖ, мм | 19 |
| Диаметр фланца отдающей катушки, мм | 630 |
| Число отдающих устройств, шт. | 7 |
| Диаметры фланцев приёмных барабанов, мм | 1000-2000 |

Уплотнение и формирование токопроводящей жилы производится с помощью уплотняющего устройства с четырьмя парами формирующих валков.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой её решения.

2. Используя методические указания и необходимую техническую документацию ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется токопроводящая жила для силового кабеля низкого напряжения марки А ГОСТ 31996-2012. Произвести выбор основного технологического оборудования, применяемого при изготовлении данной токопроводящей жилы.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | АВВГ 1х120мк-1,0 | Развёрнутый ответ в соответствии с примером выполнения задания |
| 2 | ВВГ 3х16мк(N, PE)-0,66 |
| 3 | АВВГ 4х150мс(N)-1,0 |
| 4 | ВВГ 2х35мк(PE)-0,66 |
| 5 | АВВГ 5х95мс(N, PE)-0,66 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. В каких пунктах ГОСТ указана необходимая информация?

2. Какими принципами необходимо руководствоваться при выборе оборудования?

3. Какой инструмент применяется при данной операции?

4. Какой способ уплотнения жилы в данном случае?

5. Методы контроля качества при изготовлении данной ТПЖ?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8.**

**Тема: Выбор возможного варианта изготовления кабельного изделия марки АС 300/39.**

**Цель работы**: научиться производить выбор различных вариантов изготовления проводов для воздушных линий электропередачи.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Основным документом для проводов для воздушных линий электропередачи является ГОСТ 839-80.

ГОСТ 839-80 распространяется на медные, алюминиевые, из алюминиевых сплавов и сталеалюминиевые неизолированные провода, предназначенные для передачи электрической энергии в воздушных электрических сетях.

Провод марки АС – провод, состоящий из стального сердечника и алюминиевых проволок. Преимущественная область применения – в атмосфере воздуха типов I и II при условии содержания в атмосфере сернистого газа не более 150 мг/м2·сут (1,5 мг/м3) на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150 исполнения УХЛ, кроме ТС и ТВ.

Номинальное сечение проводов, число и номинальные диаметры проволок, число повивов проволок должны соответствовать значениям, указанным в таблице 3 ГОСТ 839-80.

Расчётная масса проводов указана в таблицах 1-4 приложения 1 ГОСТ 839-80.

Строительная длина провода должна быть не менее указанной в таблице 4 ГОСТ 839-80.

# Для разработки маршрутных карт при изготовлении каждой марки проводниково-кабельного изделия необходимо составить технологическую схему изготовления этого изделия. При этом необходимо учитывать возможные простои оборудования при ремонте. Для этого необходимо иметь запасной маршрут изготовления изделия, даже если при этом увеличивается трудоёмкость изготовления.

Для того, чтобы составить технологическую схему изготовления какого-либо проводниково-кабельного изделия, необходимо:

- его классифицировать по методике практической работы № 1;

- определиться со структурой и применяемыми материалами;

- произвести разделение на полуфабрикаты;

- выбрать необходимые технологические операции;

- выбрать необходимое технологическое оборудование.

**2 Пример выполнения задания.**

***Задача:***

1. Имеется проводниково-кабельное изделие марки АС 70/72.

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

3. Произвести выбор различных вариантов изготовления данного провода.

**Решение:**

1) Производим составление схемы первого варианта изготовления данного изделия с указанием типа применяемого оборудования:



2) Производим составление схемы второго варианта изготовления данного изделия с указанием типа применяемого оборудования:



***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой её решения.

2. Используя методические указания и необходимую техническую документацию ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется провод для воздушных линий электропередачи марки АС 300/39. Произвести выбор различных вариантов изготовления данного провода с применением оборудования различных типов.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | АС 300/39 ГОСТ 839-80 | Развёрнутый ответ в соответствии с примером выполнения задания |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Какими принципами необходимо руководствоваться при выборе операций?

2. Какими принципами необходимо руководствоваться при выборе оборудования?

3. Какому способу изготовления необходимо отдать предпочтение?

4. Какие операции в данном случае являются основными?

5. Какие операции в данном случае являются вспомогательными?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9.**

**Тема: Выбор возможного варианта изготовления кабельного изделия марки КВВГ 4х1,5.**

**Цель работы**: научиться производить выбор различных вариантов изготовления контрольных кабелей.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Основными документами для контрольных кабелей являются ГОСТ 1508-78 и ГОСТ 26411-85.

ГОСТ 1508-78 и ГОСТ 26411-85 распространяются распространяется на контрольные кабели с медными, алюминиевыми и алюмомедными жилами, с резиновой или пластмассовой изоляцией, в резиновой или пластмассовой оболочке, с защитными покровами или без них, предназначенные для присоединения к стационарным электрическим приборам, аппаратам, сборкам электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660 В частоты до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В.

Показатели технического уровня, установленные стандартом, предусмотрены для высшей категории качества.

Кабель контрольный марки КВВГ с изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластиката предназначен для прокладки в помещениях, каналах, туннелях, в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабель.

Конструктивные параметры на кабель указаны в п. 2.4 ГОСТ 26411-85 и п.п. 1, 2 ГОСТ 1508-78

Для того, чтобы составить технологическую схему изготовления какого-либо проводниково-кабельного изделия, необходимо:

- его классифицировать по методике практической работы № 1;

- определиться со структурой и применяемыми материалами;

- произвести разделение на полуфабрикаты;

- выбрать необходимые технологические операции;

- выбрать необходимое технологическое оборудование.

**2 Пример выполнения задания.**

***Задача:***

1. Имеется проводниково-кабельное изделие марки КВВГ 14х2,5.

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

3. Произвести выбор различных вариантов изготовления данного изделия.

**Решение:**

1) Производим составление схемы первого варианта изготовления данного изделия с указанием типа применяемого оборудования:

- приёмка материалов на склад;

- волочение медной проволоки (волочильная линия);

- изолирование ТПЖ (экструзионная линия);

- скрутка сердечника (крутильная машина клетьевого типа);

- наложение оболочки (экструзионная линия);

- приёмосдаточные испытания;

- упаковка и сдача на склад.

2) Производим составление схемы второго варианта изготовления данного изделия с указанием типа применяемого оборудования:

- приёмка материалов на склад;

- волочение медной проволоки (волочильный стан без скольжения);

- изолирование ТПЖ (экструзионная линия);

- скрутка сердечника (крутильная машина дискового типа);

- наложение оболочки (экструзионная линия);

- приёмосдаточные испытания;

- упаковка и сдача на склад.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой её решения.

2. Используя методические указания и необходимую техническую документацию ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется контрольный кабель марки КВВГ 4х1,5. Произвести выбор различных вариантов изготовления данного провода с применением оборудования различных типов.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | КВВГ 4х1,5 ГОСТ 1508-78 | Развёрнутый ответ в соответствии с примером выполнения задания |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Какими принципами необходимо руководствоваться при выборе операций?

2. Какими принципами необходимо руководствоваться при выборе оборудования?

3. Какому способу изготовления необходимо отдать предпочтение?

4. Какие операции в данном случае являются основными?

5. Какие операции в данном случае являются вспомогательными?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10.**

**Тема: Расчёт количества технологического оборудования для изготовления кабельного изделия ВВГнг(А) 5х10.**

**Цель работы**: научиться производить расчёт потребного количества основного оборудования при изготовлении силовых кабелей низкого напряжения.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

Для расчёта необходимого количества оборудования необходимо определить годовой фонд рабочего времени.

Принимаем пятидневный трёхсменный режим работы. Годовой фонд рабочего времени на одну смену в этом случае составляет 1970 ч согласно Российской трёхсторонней комиссии по регулированию социально-деловых отношений на 2019 год. Общий фонд рабочего времени будет составлять:



 часа.

Количество экструзионных линий для наложения наружной оболочки кабеля с медными ТПЖ будет определяться по формуле:

, где

– номинальный выпуск продукции, км/год;



– общий годовой фонд рабочего времени, ч;



– коэффициент машинного времени;



– коэффициент простоев из-за ремонта и обслуживания;



*v* – скорость наложения наружной оболочки, м/мин;

0,06 – переводной коэффициент.

Коэффициент загрузки оборудования определяется по формуле:

, где

– расчётное количество оборудования;

– принятое количество оборудования;

**2 Пример выполнения задания.**

***Задача:***

1. На силовой кабель низкого напряжения марки ВВГ 2х25мк(N)–1,0 накладывается наружная оболочка на экструзионной линии. Номинальный выпуск продукции – 10000 км/год. Скорость наложения оболочки – 30 м/мин.

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

3. Произвести расчёт потребного количества экструзионных линий, используемых при изготовлении оболочки данного изделия.

**Решение:**

Количество экструзионных линий для наложения наружной оболочки кабеля с медными ТПЖ определяем по формуле:

.

Принимаем общий фонд рабочего времени = 5910 часов.



Принимаем в размере 0,70 и в размере 0,95. Отсюда:



.

Принимаем две экструзионных линии.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой её решения.

2. Используя методические указания ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

На силовой кабель низкого напряжения марки ВВГнг(А) 5х10 накладывается наружная оболочка на экструзионной линии. Номинальный выпуск продукции – А. Скорость наложения оболочки – В. Произвести расчёт потребного количества экструзионных линий, используемых при изготовлении оболочки данного изделия. Неуказанные данные взять в методических указаниях.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | А | В | Ответ |
| 1 | 15000 км/год | 12 м/мин | 6 шт. |
| 2 | 20000 км/год | 24 м/мин | 4 шт. |
| 3 | 25000 км/год | 36 м/мин | 3 шт. |
| 4 | 30000 км/год | 48 м/мин | 3 шт. |
| 5 | 35000 км/год | 60 м/мин | 3 шт. |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Для чего нужен коэффициент машинного времени?

2. Для чего нужен коэффициент простоев из-за ремонта и обслуживания?

3. Какой технологический инструмент применяется при данной операции?

4. Изменится ли ответ при изменении режима работы предприятия?

5. Какой коэффициент загрузки оборудования в данном случае?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11.**

**Тема: Расчёт количества технологического оборудования для изготовления кабельного изделия ПуВВ 2х10мк.**

**Цель работы**: приобрести навыки расчёта потребного количества основного оборудования при изготовлении проводов для силовых установок.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Основным документом для проводов для электрических установок является ГОСТ 31947-2012.

ГОСТ 31947-2012 распространяется на провода и кабели, в том числе пониженной пожарной опасности, применяемые для электрических установок при стационарной прокладке в осветительных сетях, а также для монтажа электрооборудования, машин, механизмов и станков на номинальное переменное напряжение до 450/750 В включительно, частотой до 400 Гц или постоянное напряжение до 1000 В включительно.

Стандарт устанавливает параметры, характеристики и свойства проводов и кабелей, а также требования к их испытаниям и эксплуатации.

Провода и кабели предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды до минус 40 °С.

Провод марки ПуВВ не распространяет горение при одиночной прокладке, с изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластиката. Предназначен для прокладки одиночных кабельных линий и выполнения цепей питания токоприемников, расположенных в помещениях.

Для расчёта необходимого количества оборудования необходимо воспользоваться методикой, указанной в практической работе № 10.

**2 Пример выполнения задания.**

***Задача:***

1. На провод для электрических установок марки ПуВВ 2х16 накладывается изоляция на экструзионной линии. Номинальный выпуск продукции – 10000 км/год. Скорость наложения изоляции – 50 м/мин.

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

3. Произвести расчёт потребного количества экструзионных линий, используемых при изготовлении изоляции данного изделия.

**Решение:**

Количество экструзионных линий для наложения изоляции для данного провода определяем по формуле, указанной в практической работе № 10:



Так как номинальный выпуск продукции – 10000 км/год, а количество жил – 2, то принимаем:

 км/год.

Принимаем общий фонд рабочего времени = 5910 часов.



Принимаем в размере 0,70 и в размере 0,95. Отсюда:



.

Принимаем две экструзионных линии.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой её решения.

2. Используя методические указания ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

На провод для электрических установок марки ПуВВ 2х10мк накладывается изоляция на экструзионной линии. Номинальный выпуск продукции – А. Скорость наложения изоляции – В. Произвести расчёт потребного количества экструзионных линий, используемых при изготовлении изоляции данного изделия. Неуказанные данные взять в методических указаниях.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | А | В | Ответ |
| 1 | 15000 км/год | 22 м/мин | 6 шт. |
| 2 | 20000 км/год | 44 м/мин | 4 шт. |
| 3 | 25000 км/год | 56 м/мин | 4 шт. |
| 4 | 30000 км/год | 88 м/мин | 3 шт. |
| 5 | 35000 км/год | 110 м/мин | 3 шт. |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Какой коэффициент не был учтён в расчётах?

2. Как изменится ответ при учитывании брака и отходов?

3. Какой технологический инструмент применяется при данной операции?

4. Для чего предназначен данный провод?

5. Какой коэффициент загрузки оборудования в данном случае?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12.**

**Тема: Составить технологическую документацию, согласно ЕСТД, для производства ВВГ.**

**Цель работы**: научиться производить выбор необходимой технологической документации для производства силовых кабелей низкого напряжения.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

# Основным документом для разработки технологической документации является ГОСТ 3.1102-2011 «Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов. Общие положения».

# Данный стандарт устанавливает стадии разработки и виды документов, применяемых для технологических процессов изготовления или ремонта изделий машиностроения и приборостроения.

# Виды основных технологических документов, их назначение и код вида документа приведены в таблице 3.

**2 Пример выполнения задания.**

***Задача:***

1. Имеется кабель контрольный марки КВВГ 19х1,5.

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

3. Произвести выбор необходимой технологической документации в соответствии с ГОСТ 3.1102-2011, необходимой для изготовления данного изделия.

**Решение:**

Выбираем необходимую технологическую документацию из таблицы 3 в соответствии с проводниково-кабельным изделием:

1) Титульный лист. Документ предназначен для оформления:

- комплекта(ов) технологической документации на изготовление или ремонт изделия;

- комплекта(ов) технологических документов на технологические процессы изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия);

- отдельных видов технологических документов. Является первым листом комплекта(ов) технологических документов.

2) Технологическая инструкция. Документ предназначен для описания технологических процессов, методов и приёмов, повторяющихся при изготовлении или ремонте изделий (составных частей изделий), правил эксплуатации средств технологического оснащения. Применяют в целях сокращения объема разрабатываемой технологической документации.

3) Маршрутная карта. Документ предназначен для маршрутного или маршрутно-операционного описания технологического процесса или указания полного состава технологических операций при операционном описании изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия), включая контроль и перемещения по всем операциям различных технологических методов в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, технологической оснастке, материальных нормативах и трудовых затратах.

***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой её решения.

2. Используя методические указания и необходимую техническую документацию ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется силовой кабель низкого напряжения ВВГ марки А. Произвести выбор необходимой технологической документации в соответствии с ГОСТ 3.1102-2011, необходимой для изготовления данного изделия.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | 3х35ок(N, PE)-0,66 | Развёрнутый ответ в соответствии с примером выполнения задания |
| 2 | 4х4ок(PE)-1 |
| 3 | 5х10ок(N, PE)-1 |
| 4 | 3х16ок-1 |
| 5 | 4х25ок(N)-1 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. С какими стандартами взаимодействует ГОСТ 3.1102-2011?

2. Какой отдел на предприятии занимается разработкой технологической документации?

3. От чего будет зависеть номенклатура документации?

4. Какой документ будет общим для технологической документации?

5. Какой документ будет обязательным для разработки?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13.**

**Тема: Выбрать и обосновать структуру цеха по производству кабельного изделия.**

**Цель работы**: освоить методы проектирования структурных схем подразделений предприятия по изготовлению проводниково-кабельной продукции.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

Цехом называется организационно и технологически обособленное звено предприятия, выполняющее определенную часть производственного процесса, либо изготовляющее какой-либо вид продукции завода. Цехи осуществляют свою деятельность на основе внутрипроизводственного хозрасчета

В соответствии с назначением производственных процессов, выполняемых цехами, различают:

- основные;

- вспомогательные цехи;

- обслуживающие хозяйства.

К основным относят те цехи, в которых выполняются основные производственные процессы, т. е. связанные с изготовлением продукции и производственных услуг, составляющих программу завода и соответствующих профилю его специализации (литейные, кузнечно–штамповочные, механообрабатывающие и др.). К вспомогательным относят инструментальные, модельные, ремонтно-механические и др. К обслуживающим хозяйствам – складское, транспортное хозяйство и др.

Производственная структура цеха – это состав его производственных участков, других внутрицеховых подразделений и формы их взаимосвязи.

В зависимости от вида специализации выделяют следующие типы производственной структуры основных цехов:

- технологическая;

- предметная (или подетально-узловая);

- смешанная (предметно-технологическая).

В цехах с технологической специализацией выполняется определенная часть производственного процесса. Продукция, выпускаемая цехом, часто меняется и не закреплена за рабочими местами. Этот вид промышленной структуры наименее эффективен по сравнению с предметным и подетально-узловым.

Предметная или подетально-узловая структура основных цехов характерна для массового выпуска продукции устойчивой номенклатуры, при таком типе производственной структуры каждый цех специализируется на выпуске одного или нескольких конструктивно подобных изделий. В цехах участки создаются по предметно-замкнутому принципу.

Наиболее распространенной является смешанная структура (предметно-технологическая). Для данного типа характерно, что заготовительные цехи имеют технологическую структуру, обрабатывающие – подетально-узловую, а выпускающие – предметную. Цехи (участки), организованные по данному принципу специализации, обладают значительными экономическими преимуществами, так как при этом сокращается длительность производственного цикла в результате полного или частичного устранения встречных или возвратных перемещений, снижаются потери времени на переналадку оборудования, упрощается система планирования и оперативного управления ходом производства.

**2 Пример выполнения задания.**

***Задача:***

1. Имеется цех по изготовлению неизолированных проводов для воздушных линий электропередачи.

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

3. Разработать производственную структуру цеха.

**Решение:**

1) Определяемся с назначением цеха.

2) Определяемся с типом производственной структуры.

3) Определяемся с составом основного оборудования.

4) Формируем производственную структуру цеха и чертим её по схеме:



***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой её решения.

2. Используя методические указания ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется цех по изготовлению продукции А. Разработать производственную структуру цеха.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | Провода СИП 31946-2012 | Развёрнутый ответ в соответствии с примером выполнения задания |
| 2 | Кабели ВВГ ГОСТ 31996-2012 |
| 3 | Провода ПуВ ГОСТ 31947-2012 |
| 4 | Кабели КВВГ ГОСТ 1508-78 |
| 5 | Провода АС ГОСТ 839-80 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. Кто является руководителем в данных структурных подразделениях?

2. Каким образом осуществляется взаимосвязь между подразделениями?

3. Каким образом организованы границы подразделений?

4. Каким образом осуществляется взаимосвязь между цехом и остальной структурой предприятия?

5. Опишите схему взаимодействия подразделений?

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14.**

**Тема: Выбрать и обосновать тип здания, размещения основного технологического оборудования для производства.**

**Цель работы**: освоить методы проектирования основных зданий предприятия по изготовлению проводниково-кабельной продукции.

**Методические рекомендации**

**1 Краткие теоретические сведения.**

Планировкой участка называется графическое изображение на плане и его разрезах всего оборудования, подъёмно-транспортных устройств и инженерных сетей, предназначенных для обслуживания технологических процессов.

Оборудование в цехе необходимо размещать в соответствии с принятой организационной формой технологических процессов. При этом нужно стремиться к расположению производственного оборудования в порядке последовательности выполнения технологических операций обработки и контроля.

Расположение оборудования, проходов и проездов должно гарантировать удобство и безопасность работы: возможность монтажа, демонтажа и ремонта оборудования; удобство подачи заготовок и инструментов; удобство уборки отходов. При этом необходимо обеспечить установленные нормами расстояния между оборудованием при различных вариантах их размещения, а также ширину проездов.

Планировку оборудования необходимо увязывать с применяемыми подъемно-транспортными средствами. В планировках предусматривают кратчайшие пути перемещения заготовок, деталей, узлов в процессе производства, исключающие возвратные движения. Грузопотоки должны не пересекаться между собой, а также не пересекать и не перекрывать основные проезды, проходы и дороги, предназначенные для движения людей.

Планировка должна быть «гибкой», т. е. необходимо предусматривать возможность перестановки оборудования при изменении технологических процессов.

Планировкой должны быть предусмотрены рабочие места для руководящего инженерно-технического персонала; следует предусматривать возможность применения механизированного и автоматизированного учета и управления.

При планировке оборудование размещается, исходя из удобства работы и обслуживания, эстетических соображений, норм технологического проектирования с соблюдением требований техники безопасности и охраны труда.

При разработке планировки должны учитываться все факторы, влияющие на работающих. Основными из них являются:

- свободный доступ к рабочим позициям;

- удобство работы рабочего;

- удобство доставки заготовок к месту работы;

- близость раздевалок, душевых, столовых и туалетов;

- хорошее освещение рабочего места;

- удобное расположение питьевых фонтанчиков, телефонов и т. д.

Из противопожарных мероприятий должно быть обеспечено:

- удобное расположение противопожарного инвентаря;

- наличие свободных проходов для быстрого вывода работающих;

- наличие свободных проездов для пожарного транспорта;

- все двери открываются наружу по ходу движения работающих.

На планировке должно быть показано следующее:

- строительные элементы – стены наружные и внутренние, колонны, перегородки (с указанием их типа), дверные и оконные проемы, ворота, подвалы, тоннели, основные каналы, антресоли, люки, галереи и т. п.;

- технологическое оборудование и основной производственный инвентарь – станки, машины и прочие виды оборудования (включая резервные места), плиты, верстаки, стенды, складочные площадки материалов, заготовок, полуфабрикатов и места для контроля деталей (при необходимости), магистральные, межцеховые и внутрицеховые проезды;

- подъёмно-транспортные устройства: мостовые, балочные, консольные и прочие краны (с указанием их грузоподъемности), конвейеры, рольганги, монорельсы, подъемники, рельсовые пути;

- вспомогательные помещения и мастерские, склады, кладовые, трансформаторные подстанции, вентиляционные камеры, а также конторские помещения и санитарные узлы, находящиеся в цехе.

- местоположение рабочего;

- необходимые разрезы с указанием размеров;

- указывается ширина пролетов и шаг колонн, расстояние от стен и колонн до станков и расстояние между станками; площади всех помещений; нумерация оборудования с расшифровкой в спецификации (оборудование нумеруют сквозной порядковой нумерацией последовательно слева направо затем сверху вниз).

На плане сделаны надписи, вспомогательных помещений, оборудования, а также указаны основные размеры здания в целом (длина и ширина здания, ширина пролетов, шаг колонн) и внутренние размеры.

При выполнении планировочных работ за основу принимались следующие принципы:

- Размещение оборудования на участке должно отвечать разработанному технологическому процессу. Каждая машина и рабочее место должно располагаться в порядке последовательности выполнения технологических операций.

- Расположение оборудования, проходов и проездов должно обеспечивать удобство и безопасность работы, возможность монтажа, демонтажа и ремонта оборудования, удобство подачи заготовок и инструмента, удобство уборки отходов.

- Планировка оборудования должна, быть увязана с применяемыми подъемно-транспортными средствами. Должны быть предусмотрены кратчайшие пути перемещения заготовок в процессе производства, исключающие возвратные движения. Грузопотоки не должны пересекаться между собой, а также перекрывать основные проезды, проходы и дороги, предназначенные для движения людей.

- Планировка должна быть гибкой, легко поддающейся перепланировке при изменении технологических процессов, и разрабатываться с учетом выпуска изделий разных типов при наиболее полном использовании производственных площадей.

- При разработке планировки должна быть рационально использована не только производственная площадь, но и весь остальной объем площади участка. Высоту здания можно использовать для размещения подъёмно-транспортных средств и т. д.

- Лучший вариант планировки должен обеспечивать минимальную себестоимость изготовления продукции и способствовать наиболее рациональному использованию оборудования, материалов, систем обслуживания технологических процессов, а также непрерывному повышению производительности труда рабочих.

**2 Пример выполнения задания.**

***Задача:***

1. Имеется цех по изготовлению неизолированных проводов для воздушных линий электропередачи.

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

3. Произвести выбор необходимого оборудования и составить планировку цеха.

**Решение:**

1) Определяемся с количеством и составом основного оборудования.

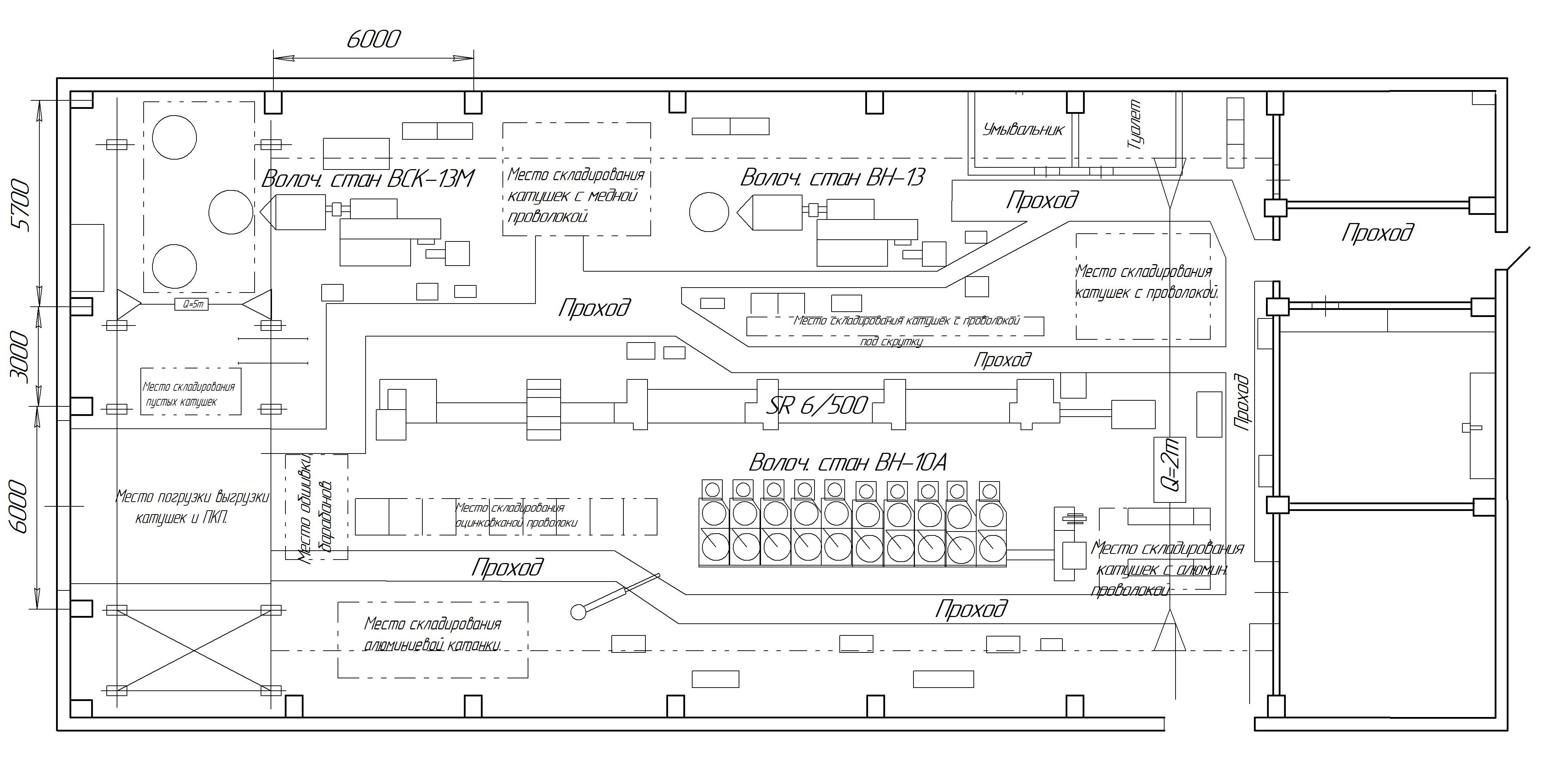
2) Определяем габариты основного оборудования.

3) Определяемся с типом и конструкцией производственного здания.

4) Формируем планировку цеха, пользуясь методическими указаниями.

Основные параметры – в соответствии с ОНТП 14-93 «Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки».

Конечную планировку чертим в масштабе:



***Ход работы:***

1. Ознакомиться с условием задачи и определиться с методикой её решения.

2. Используя методические указания и необходимую техническую документацию ответить на поставленные задачи.

3. Оформить отчёт по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

# 3 Задание.

Имеется цех по изготовлению продукции А. Произвести выбор необходимого оборудования и составить планировку цеха.

***Варианты заданий:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | А | Ответ |
| 1 | Провода СИП 31946-2012 | Развёрнутый ответ в соответствии с примером выполнения задания |
| 2 | Кабели ВВГ ГОСТ 31996-2012 |
| 3 | Провода ПуВ ГОСТ 31947-2012 |
| 4 | Кабели КВВГ ГОСТ 1508-78 |
| 5 | Провода АС ГОСТ 839-80 |

**4 Содержание отчёта.**

1. Название работы, цель, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы.

# 5 Контрольные вопросы.

1. По каким принципам выбиралось оборудование?

2. Каковы меры пожарной безопасности в цехе?

3. Каким образом организованы бытовые условия?

4. Какие грузоподъёмно-транспортные механизмы используются?

5. Опишите схему грузопотоков?