

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
«ЧЕРЕМХОВСКИЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ
ИМ. М.И. ЩАДОВА»**

Рассмотрено на
заседании ЦК
«04» февраля 2025 г.
Протокол № 6
Председатель:
_____ Н.А. Жук
(ФИО)

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
_____ О.В. Папанова
(ФИО)
«26» мая 2025 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по практическим занятиям студентов

профессионального модуля

**ПМ.04 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих,
должностям служащих
*программы подготовки специалистов среднего звена
по специальности***

***13.02.13 Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического
оборудования (по отраслям)***

Разработал:
Дегтярёв С.Ю.

2025г.

СОДЕРЖАНИЕ

	СТР.
1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	8
3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	9
4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	160
ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЁННЫХ В МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	161

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по практическим занятиям профессионального модуля **ПМ.04 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих**, составлены в соответствии с учебным планом и рабочей программы дисциплины по специальности **13.02.13 Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)**

Цель проведения практических занятий: формирование практических умений, необходимых в последующей профессиональной и учебной деятельности.

Методические указания практических занятий являются частью учебно-методического комплекса по профессиональному модулю, и содержат:

- тему занятия (согласно тематическому плану учебной дисциплины);
- цель;
- оборудование (материалы, программное обеспечение, оснащение, раздаточный материал и др.);
- методические указания (изучить краткий теоретический материал по теме практического занятия);
- ход выполнения;
- форму отчета.

В результате выполнения полного объема заданий практических занятий **студент должен:**

Базовая часть

иметь практический опыт: выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования.

знать:

- устройство систем электроснабжения, выбор элементов схемы электроснабжений и защиты;
- технологию ремонта внутренних сетей, кабельных линий, электрооборудования трансформаторных подстанций, электрических машин, пускорегулирующей аппаратуры;
- элементы систем автоматики, их классификацию, основные характеристики и принципы построения систем автоматического управления электрическим и электромеханическим оборудованием;
- классификацию и назначением электроприводов, физические процессы в электроприводах;
- выбор электродвигателей и схем управления;

- устройство систем электроснабжения, выбор элементов схемы электроснабжения и защиты;
- физические принципы работы, конструкцию, технические характеристики, области применения, правила эксплуатации, электрического и электромеханического оборудования;
- условия эксплуатации электрооборудования;
- действующую нормативно-техническую документацию по специальности;
- порядок проведения стандартных и сертифицированных испытаний;
- правила сдачи оборудования в ремонт и приема после ремонта;
- пути и средства повышения долговечности оборудования;
- технологию ремонта внутренних сетей, кабельных линий, электрооборудования трансформаторных подстанций, электрических машин, пускорегулирующей аппаратуры.

уметь:

- определять электроэнергетические параметры электрических машин и аппаратов, электротехнических устройств и систем;
- подбирать технологическое оборудование для ремонта и эксплуатации электрических машин и аппаратов, электротехнических устройств и систем, определять оптимальные варианты его использования;
- организовывать и выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования;
- проводить анализ неисправностей электрооборудования;
- эффективно использовать материалы и оборудование;
- заполнять маршрутно-технологическую документацию на эксплуатацию и обслуживание отраслевого электрического и электромеханического оборудования;
- оценивать эффективность работы электрического и электромеханического оборудования;
- осуществлять технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования;
- осуществлять метрологическую поверку изделий;
- производить диагностику оборудования и определение его ресурсов;
- прогнозировать отказы и обнаруживать дефекты электрического и электромеханического оборудования.

Вариативная часть

иметь практический опыт: выполнение простых работ по ремонту и обслуживанию цехового и карьерного электрооборудования.

знать:

- материалы и изделия, применяемые для ремонта осветительных электроустановок;

- виды, конструкцию, назначение, возможности и правила использования инструментов и приспособлений для ремонта осветительных электроустановок
- устройство осветительных электроустановок;
- основные элементы осветительных электроустановок;
- принципиальные схемы осветительных установок промышленных и административных зданий;
- устройство трехпроводной трехфазной системы электроснабжения с изолированной и заземленной нейтралью;
- основы конструкции и принципы работы электрических источников света;
- типы современных светильников, их устройство и области применения;
- методики расчета электрического освещения;
- электрические схемы питания осветительных установок;
- виды распределительных устройств осветительных установок;
- порядок проведения планово-предупредительных осмотров и ремонтов цеховых и карьерных осветительных электроустановок;
- общие сведения об устройстве электропроводок;
- виды электропроводок, конструкции и марки проводов;
- способы установки и крепления электропроводки;
- правила работы с мегомметром;
- устройство системы заземления и зануления;
- виды и правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты при выполнении электромонтажных работ;
- требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности.

уметь:

- читать электрические схемы и чертежи осветительных электроустановок, сетей и вспомогательного цехового и карьерного электрооборудования;
- подготавливать рабочее место в соответствии с требованиями рационального и безопасного выполнения работ;
- выбирать инструменты и приспособления, соответствующие производимым работам;
- производить разметку мест установки цеховых, карьерных осветительных электроустановок и трасс электропроводки в соответствии с рабочей документацией;
- проверять величину сопротивления изоляции сетей цехового и карьерного рабочего и аварийного освещения, дежурного освещения;
- проверять исправность цеховых и карьерных светильников, понижающих трансформаторов;
- производить дефектацию, ремонт и замену пусковой аппаратуры, выключателей, розеток, светильников, скоб и креплений цехового и карьерного электрооборудования;

- производить ремонт и замену участков цеховой и карьерной электропроводки;
- производить дефектацию, ремонт и замену элементов конструкции контрольных кабелей цехового и карьерного электрооборудования;
- производить замер сопротивления изоляции мегомметром в соответствии с требованиями инструкций по безопасности и правилами проведения работ на цеховом и карьерном электрооборудовании;
- производить освидетельствование и ремонт системы заземления и зануления цехового и карьерного вспомогательного оборудования.

С целью формирования творческого отношения к практическим занятиям применяются проблемно-развивающие технологии, которые повышают уровень заинтересованности студентов в профессиональной деятельности, используются такие активные методы обучения, как анализ производственных ситуаций, решение ситуационных профессиональных задач, деловые игры и их элементы и т. д.

Оценка выполнения заданий практических занятий:

«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

В соответствии с учебным планом и рабочей программы профессионального модуля **ПМ.04 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих** на практические занятия отводится **104 часа**.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название практической работы	Количество часов
1	Расчет освещения светильниками с ксеноновыми лампами с помощью изолюкс	2
2	Расчет охранного освещения бортов карьера и промплощадки точечным способом	2
3	Расчет освещения рабочих уступов и погрузочных площадок, электрических подстанций и карьерных распределительных пунктов, методом светового потока	2
4	Определение мощности осветительного трансформатора	2
5	Сборка схемы управления освещением с помощью контактора и кнопочного поста	2
6	Сборка схемы управления освещением с помощью одноклавишного выключателя	2
7	Сборка схемы управления освещением с помощью двухклавишного выключателя	2
8	Сборка схемы управления освещением с помощью двух двухклавишных выключателей	2
9	Сборка схемы управления освещением с помощью импульсных реле	2
10	Изучение программного обеспечения для разработки и отладки алгоритмов управления программируемых реле PRO-Relay EKF PROxima на языках FBD (функциональных блок-схемах)	2
11	Изучение программируемого логического контроллера, в качестве устройства управления освещением	2
12	Составление программы управления освещением с помощью программируемого реле	2
13	Дефектация и ремонт рубильников и переключателей	2
14	Дефектация и ремонт кнопок управления	2
15	Дефектация и ремонт ключей управления	2
16	Дефектация и ремонт пакетных выключателей	2
17	Дефектация и ремонт реостатов	2
18	Дефектация и ремонт контроллеров	2
19	Дефектация и ремонт контакторов	2
20	Дефектация и ремонт магнитных пускателей с тепловыми реле защиты и блок-контактами управления	2
21	Дефектация и ремонт автоматических воздушных выключателей	2
22	Монтаж и техническое обслуживание кабеленесущих систем	2
23	Выбор и монтаж проводников к элементам управления. Подключение	2
24	Выбор и монтаж проводников к элементам нагрузки. Подключение	2
25	Выбор и монтаж проводников к элементам коммутации. Подключение	2

26	Выбор и монтаж проводников к однофазному электродвигателю переменного тока. Пробный пуск	2
27	Выбор и монтаж проводников к трехфазному электродвигателю переменного тока. Пробный пуск	2
28	Выбор и монтаж проводников к трансформатору. Подключение	2
29	Проведение испытаний электроустановки. Замер сопротивления изоляции, заземляющего проводника	2
30	Проведение испытаний однофазного электродвигателя. Замер сопротивления изоляции обмоток	2
31	Проведение испытаний трехфазного электродвигателя. Замер сопротивления изоляции обмоток	2
32	Проведение испытаний трансформатора. Замер сопротивления изоляции обмоток	2
33	Коммутация щитов управления и учета согласно, принципиальной схемы	2
34	Коммутация щита управления с использованием шаблонов на бумажном носителе	2
35	Размещение оборудования в щите управления и учета	2
36	Поиск неисправностей в силовом распределительном щите с использованием принципиальной электрической схемы	2
37	Выбор и монтаж плавких вставок предохранителей в силовом распределительном щите	2
38	Нарезание внутренней резьбы	2
39	Нарезание наружной резьбы	2
40	Клепка	2
41	Сборка неразъемных соединений	2
42	Сборка разъемных соединений. Сборка узлов	2
43	Опиливание металла. Притирка и подгонка	2
44	Определение диаметра стропов для подъема электрооборудования	2
45	Расчёт и подбор каната для выполнения такелажных работ	2
46	Расчёт такелажной оснастки	2
47	Составление такелажной схемы. Расчёт длины стропов	2
48	Коммутация распределительных коробок, в соответствии с принципиальной схемой (Вариант 1)	2
49	Коммутация распределительных коробок, в соответствии с принципиальной схемой (Вариант 2)	2
50	Коммутация распределительных коробок, в соответствии с принципиальной схемой (Вариант 3)	2
51	Коммутация этажного распределительного щита с учетом селективности, нагрузки и сечения проводников (вариант 1)	2
52	Коммутация этажного распределительного щита с учетом селективности, нагрузки и сечения проводников (вариант 2)	2

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическая работа № 1

Тема: Расчет освещения светильниками с ксеноновыми лампами с помощью изолюкс

Цель: определение мощности ламп для выбранного типа светильников, определение количества и места установки светильников для обеспечения заданной освещенности.

Задание 1. Выполнить расчет освещения ж.-д. путей на рабочем уступе карьера.

Протяженность путей $L = 450$ м. Воздушная линия (ВЛ) освещения трассирована на расстоянии $a = 3,5$ м от оси ж.-д. пути. На опорах ВЛ подвешены светильники СПОР-250 на высоте $h = 8,5$ м. Расстояние между опорами $l = 25$ м. Световой поток лампы ДРЛ-250 $\Phi_{\text{л}} = 10000$ лм, коэффициент запаса $k_3 = 1,5$.

Задание 2. Построить изолюксы горизонтальной освещенности для светильников СКсН-10000 с лампами ДКсТ-10000, установленных на высоте $H = 30$ м от освещаемой поверхности под углом к горизонту $\Theta = 15^\circ$, для обеспечения освещенности $E_1 = 0,5$ лк, $E_2 = 1$ лк, $E_3 = 1,5$ лк.

Методические указания

Наружное освещение карьеров прожекторами с газоразрядными лампами и светильниками типа СКсН, ОУКсН с лампами ДКсТ рассчитывается с помощью изолюкс, построенных по кривым относительной освещенности и вспомогательным расчетным таблицам. Расчет выполняется для заданного типа светильника при известной высоте его установки H от освещаемой поверхности и угле наклона Θ светового потока к горизонту. Для построения изолюксы, соответствующей нормируемой освещенности, вычерчивается координатная сетка в масштабе плана горных работ 1:2000 (1:5000), при этом ось X совмещается с направлением осевой силы света $I_{\text{макс}}$ светильника. На оси X откладываются значения $x = 10$, $x = 20$, $x = 30$ и т.д.

Для заданного соотношения x/H и угла Θ определяется координата ξ по формуле

$$\xi = \frac{\cos\Theta - \frac{x}{H} \times \sin\Theta}{\rho},$$

где $\rho = \sin\Theta + \frac{x}{H} \times \cos\Theta$ - геометрический коэффициент перехода от относительной плоскости к расчетной.

Величина относительной освещенности:

$$\varepsilon = E_r \times \rho^3 \times H^2 \times k_3, \text{ клк},$$

где $k_3=1,5$ —коэффициент запаса.

По кривым относительной освещенности светильника для расчетных значений ξ и ε определяется координата η .

По значениям η , ρ , H определяется координата Y :

$$Y = \rho \times \eta \times H.$$

Полученные в результате расчетов координаты X и Y определяют точку поверхности с заданной горизонтальной освещенностью E_r .

Задаваясь рядом других значений координаты X , аналогично определяют соответствующие координаты Y при неизменных величинах Θ , H , E . По расчетным координатам строят кривую равной освещенности (изолюкса) для данного типа светильника.

При определении числа прожекторов по способу компоновки изолюкс на освещаемой территории намечают место установки прожекторных мачт с учетом имеющихся естественных возвышенностей или высотных сооружений. Затем, применяя изготовленные шаблоны, имеющие форму выбранной кривой одинаковой освещенности (изолюксы) при высоте H и угле наклона Θ , размещают их на плане освещаемой территории. Путем компоновки изолюкс добиваются полного перекрытия освещаемой площади при возможно меньшем числе прожекторов.

При заданном числе прожекторов и высоте их установки освещенность в любых точках освещаемой площадки определяют точечным методом.

Контрольные вопросы:

1. Какие основные светотехнические параметры определяются при расчете освещения на горных предприятиях?
2. Какие типы ламп и светильников вам известны? Назовите их основные характеристики.
3. Как производится расчет освещения с использованием кривых относительных изолюкс и расчетных таблиц?
4. Как влияют высота подвеса и угол наклона к горизонтальной поверхности дуговой ксеноновой лампы на освещенность рабочей поверхности и условия работы в освещаемой зоне?

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Ответы на контрольные вопросы.
- 4) Вывод о проделанной работе.

Практическая работа № 2

Тема: Расчет охранного освещения бортов карьера и промплощадки точечным способом.

Цель: определение мощности ламп для выбранного типа светильников, определение количества и места установки светильников для обеспечения заданной освещенности.

Задание 1. Воздушная линия освещения проходит вдоль автомобильной дороги $L = 1,5$ км на расстоянии $a = 4$ м от ее оси. На опорах ВЛ установлены светильники СПОГ-250 ($\eta_{\text{св}} = 0,65$, $k_3 = 1,5$) с лампами ДРИ-250 ($P_{\text{л}} = 250$ Вт, $U_{\text{л}} = 125$ В, $\Phi_{\text{л}} = 16000$ лм). Высота подвеса светильников $h = 10$ м, расстояние между опорами $l = 35$ м. Произвести расчет освещения точечным методом.

Задание 2. Воздушная линия охранного освещения проходит по периметру промплощадки 400×250 м. На опорах ВЛ установлены светильники СПОР-200 ($\eta_{\text{св}} = 0,6$, $k_3 = 1,5$) с лампами ДРЛ-125М ($P_{\text{л}} = 125$ Вт, $U_{\text{л}} = 220$ В, $\Phi_{\text{л}} = 4800$ лм). Высота подвеса светильников $h = 9$ м, расстояние между опорами $l = 25$ м. Произвести расчет освещения точечным методом.

Методические указания

Точечный метод применяется для расчета электрического освещения галерей, ж.-д. путей, автомобильных дорог, охранного освещения бортов карьера и промплощадки светильниками СПО, СПОР, СКЗПР, СПП, РКУ с лампами накаливания типа Г, КГ, НГ и газоразрядными лампами типа ДРЛ, ДРИ, ДНаТ, РВЛ, РНЛ. Для предварительно выбранных типа светильника, мощности лампы и места установки светильника (рис. 2.1.1) определяют освещенность E в заданной точке (А) рабочей поверхности (вертикальной или горизонтальной), которую сравнивают с нормируемой минимальной освещенностью $E_{\text{н}}$.

Для выбранного типа лампы определяют коэффициент приведения светового потока $\Phi_{\text{л}}$ действительной лампы к световому потоку условной лампы:

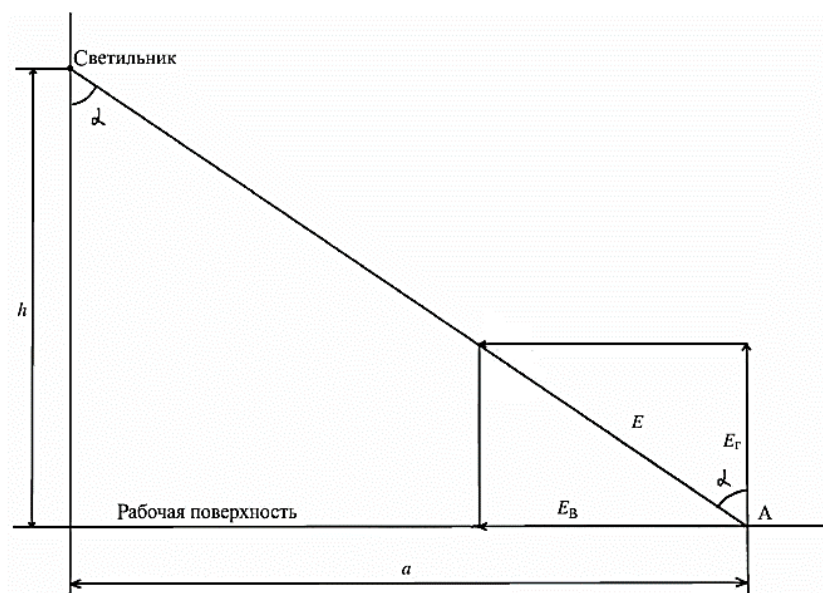


Рисунок 2.1.1

$$C = \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi_{\text{у}}} = \frac{\Phi_{\text{л}}}{1000},$$

где $\Phi_y = 1000$ лм – световой поток условной лампы, для которой в справочниках приводится кривая светораспределения.

По кривым светораспределения определяется действительная сила света в направлении луча:

$$I_\alpha = c \times I'_\alpha, \text{ кд},$$

где I'_α – сила света условной лампы, кд.

Горизонтальная освещенность в заданной точке рабочей поверхности определяется по формуле:

$$E_r = \frac{I_\alpha \times \cos^3 \alpha}{h^2 \times k_3}, \text{ лк}$$

где $K_3 = 1,3 \div 1,5$ – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока вследствие старения лампы и загрязнения осветительной арматуры.

Вертикальная освещенность

$$E_v = E_r \times \operatorname{tg} \alpha, \text{ лк}$$

Контрольные вопросы

1. Какие типы ламп и светильников вам известны? Назовите их основные характеристики.
2. Какие типы прожекторных установок применяются для общего и местного освещения на карьерах?
3. Особенности применения точечного метода расчета освещения на карьерах.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Ответы на контрольные вопросы.
- 4) Вывод о проделанной работе.

Практическая работа № 3

Тема: Расчет освещения рабочих уступов и погрузочных площадок, электрических подстанций и карьерных распределительных пунктов, методом светового потока.

Цель: определение мощности ламп для выбранного типа светильников, определение количества и места установки светильников для обеспечения заданной освещенности.

Задание 1. Произвести расчет освещения прожекторами ПСМ ж.-д. станции для следующих условий: $S_{\text{осв}} = 18000 \text{ м}^2$, $E = 0,5$ лк, $k_3 = 1,5$, $k_n = 1,4$. Выбрать тип и определить количество прожекторных ламп, высоту их установки и суммарную осветительную нагрузку.

Задание 2. Произвести расчет освещения прожекторами ПЗС рабочего уступа карьера для следующих условий: $S_{\text{осв}} = 12500 \text{ м}^2$, $E = 0,5$ лк, $k_3 = 1,3$, $k_n = 1,5$. Выбрать тип и определить количество прожекторных ламп, высоту их установки и суммарную осветительную нагрузку.

Методические указания

Метод светового потока применяется при расчете электрического освещения ж.-д. развязок, станций, рабочих уступов и погрузочных площадок, электрических подстанций и карьерных распределительных пунктов прожекторами ПЗ, ПЗМ, ПЗС, ПСМ, ПФС, ПКН, ИСУ с лампами типа Г, КГ, ПЖ, НГ. При расчете определяется число прожекторов и мощность ламп для создания требуемой освещенности E_n на рабочей поверхности. Суммарный световой поток, необходимый для обеспечения минимальной освещенности, определяется по формуле:

$$\Phi_{\Sigma} = E_n \times S_{\text{осв}} \times k_3 \times k_{\text{п}}, \text{ лм}$$

где E_n – нормируемая освещенность, лк; $S_{\text{осв}}$ – площадь освещаемой поверхности, м^2 ; $k_3 = 1,3 \div 1,5$ – коэффициент запаса; $k_{\text{п}} = 1,15 \div 1,5$ – коэффициент потерь света по сторонам.

Количество прожекторов для освещения заданной поверхности:

$$N_{\text{пр}} = \frac{\Phi_{\Sigma}}{\Phi_{\text{л}} \times \eta_{\text{пр}}}, \text{ шт.},$$

где $\Phi_{\text{л}}$ – световой поток лампы прожектора, лм; $\eta_{\text{п}}$ – КПД прожектора.

Высота установки прожектора определяется по условию ограничения ослепляющего действия:

$$H \geq \sqrt{\frac{I_{\text{макс}}}{300}}, \text{ м},$$

где $I_{\text{макс}}$ – максимальная (осевая) сила света прожектора, кд.

Контрольные вопросы

1. Что необходимо предпринять, если выбранные осветительные установки не обеспечивают выполнения требований по нормируемой освещенности?
2. Какие типы прожекторных установок применяются для общего и местного освещения на карьерах?
3. Изложите особенности расчета прожекторного освещения на карьерах.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Ответы на контрольные вопросы.
- 4) Вывод о проделанной работе.

Практическая работа № 4

Тема: Определение мощности осветительного трансформатора.

Цель: Выбор мощности осветительных трансформаторов.

Задание 1. Произвести расчет освещения территории КРП-6 кВ светильниками РКУ01 с лампами ДРЛ-250 для следующих условий: $S_{\text{осв}} = 42 \times 51 = 2142 \text{ м}^2$, $E_{\text{н}} = 1 \text{ лк}$, $k_3 = 1,5$, $k_{\text{п}} = 1,25$. Выбрать место установки светильников. Выбрать мощность и число осветительных трансформаторов.

Задание 2. Определить число прожекторов и высоту их установки для освещения карьера при следующих условиях: площадь карьера $S_{\text{к}} = 112500 \text{ м}^2$; $E_{\text{н}} = 0,5 \text{ лк}$; $k_3 = 1,5$; $k_{\text{п}} = 1,25$. Выбрать мощность и число осветительных трансформаторов.

Методические указания

Мощность осветительного трансформатора определяется по формуле:

$$S_{\text{тр.осв.}} = \frac{\sum_1^N P_{\text{л}} \times 10^{-3}}{\eta_{\text{с}} \times \eta_{\text{св}} \times \cos \varphi_{\text{св}}}, \text{ кВ} \times \text{А},$$

где $\eta_{\text{с}}$ – КПД осветительной сети; $\eta_{\text{св}}$ – КПД светильника; $\cos \varphi_{\text{св}}$ – коэффициент мощности светильника.

Контрольные вопросы

1. Какие основные светотехнические параметры определяются при расчете освещения на горных предприятиях?
2. Какие типы ламп и светильников вам известны? Назовите их основные характеристики.
3. Какие типы прожекторных установок применяются для общего и местного освещения на карьерах?
4. Особенности применения точечного метода расчета освещения на карьерах.
5. Особенности применения метода светового потока.
6. Изложите особенности расчета прожекторного освещения на карьерах.
7. Как производится расчет освещения с использованием кривых относительных изолукс и расчетных таблиц?
8. Как влияют высота подвеса и угол наклона к горизонтальной поверхности дуговой ксеноновой лампы на освещенность рабочей поверхности и условия работы в освещаемой зоне?
9. Как рассчитывается мощность и осуществляется выбор осветительного трансформатора?
10. Что необходимо предпринять, если выбранные осветительные установки не обеспечивают выполнения требований по нормируемой освещенности?

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Ответы на контрольные вопросы.
- 4) Вывод о проделанной работе.

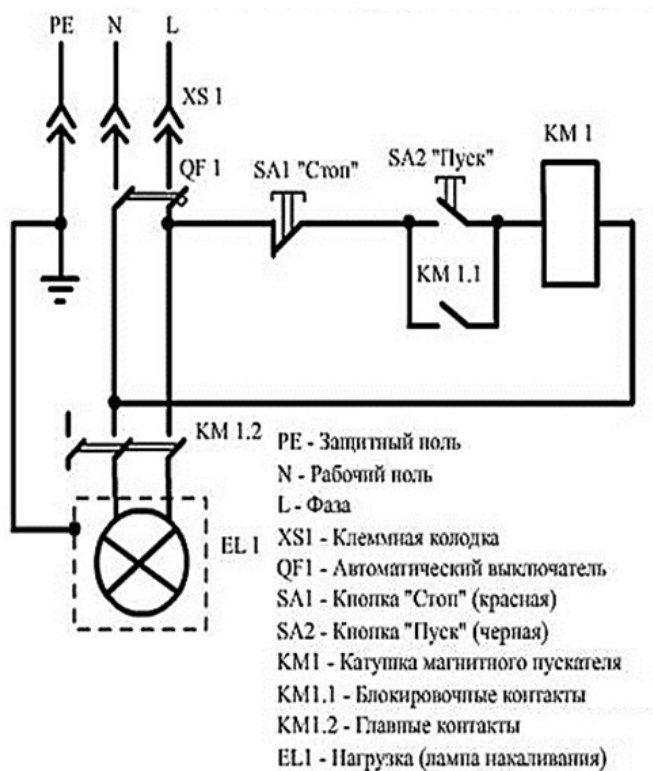
Практическая работа № 5

Тема: Сборка схемы управления освещением с помощью контактора и кнопочного поста

Цель: научиться самостоятельно, составлять и собирать схемы включения ламп накаливания с помощью контактора и кнопочного поста.

Задание 1. Составить, собрать и опробовать работу схем управления освещением с лампой накаливания при помощи контактора и кнопочного поста.

Пример схемы управления освещением



Методические указания

Для включения контакторов используют кнопочные посты. Это устройства, в которых есть 2 или 3 кнопки типа «Пуск» и «СТОП» или «Вперёд», «Назад» и «СТОП», есть и другие менее распространённые варианты. Кнопки эти представляют собой кнопку без фиксации с нормально-замкнутой и нормально разомкнутой парой контактов.



Пускатели и контакторы – это электромагнитные коммутационные приборы. Чтобы его силовые контакты замкнулись, нужно подать напряжение на катушку. Она

притянет сердечник (якорь), на котором закреплены контакты (конструкция может различаться). Когда вы снимите напряжение с катушки – прибор отключится, и его силовые контакты разомкнутся.



Кроме силовых в этих приборах есть блок-контакты (обычно несколько их групп). Они не способны выдерживать большую нагрузку, а предназначены для реализации схемы самоподхвата и индикаций. Дело в том, что если просто через кнопочный пост подать напряжение на катушку – аппарат включится, но когда вы отпустите кнопку – сразу же отключится. Это нужно, например, в лебёдках и других грузоподъемных механизмах, но не в цепях, которые работают длительное время без остановок, как свет и электродвигатели вентиляционных систем.

Чтобы этого избежать и нужна схема самоподхвата – нормально-разомкнутый блок контакт подключают параллельно кнопкам «ПУСК» на кнопочном посту.

Обычно такие коммутационные аппараты используют для подключения к сети электроприборов большой мощности: тэнов, двигателей или как в нашем случае больших осветительных установок.

Чтобы подключить контактор или пускатель для управления светом с двух кнопок (как и любой другой системой) нам понадобится:

1. Кнопочный пост.
2. Контактор с количеством силовых контактов (полюсов) равным количеству фаз.
3. Три жилы провода.

Порядок подключения контактора к кнопочному посту:

Определяют напряжение катушки аппарата (обычно 220 или 380).

Фазу берут с силовых контактов (если катушка на 380 – берём две разноименных фазы, если 220 – фазу и ноль).

Подключают фазный провод на нормально-замкнутые контакты кнопки «СТОП».

Последовательно с кнопкой «СТОП» подключают кнопку «ПУСК».

От нормально-разомкнутой пары блок-контактов контактора или пускателя прокладывают два провода к кнопочному посту (от двух контактов соответственно) и

подключают их к «ПУСКу», так чтобы её нормально-разомкнутая пара и разомкнутые блок-контакты были подключены параллельно. При этом контакты, на которые теперь пришла фаза, назовем условно «1», а на которые фаза подастся после нажатия на клавишу и срабатывания блок-контактов «2».

Важное примечание: к этому шагу у нас уже есть приходящая фаза через нормально-замкнутый «СТОП» на разомкнутый «ПУСК», к этой же цепи подключены и блок-контакты пускателя или контактора.

К блок-контакту «2» подключаем вывод катушки (часто на современных контакторах они обозначаются как А1 и А2)

Контрольные вопросы:

1. Какой кабель сечением 150 мм^2 используется при монтаже

- а) АПвПуг
- б) АПвПу2г
- в) АСБ
- г) АВВГу

2. Выберите номинальные данные автоматического выключателя ВА47-29

- а) 2Р 25А 4,5кА С
- б) 3Р 25А 4,5кА С
- в) 3Р 16А 4,5кА С

3. Выберите номинальные данные автоматического выключателя дифференциального тока

- а) АДТ32М С25 30мА
- б) АДТ32М С16 100мА
- в) АДТ32М С16 30мА

4. ПВС 5×2,5- дайте правильное описание

- а) Провод в ПВХ изоляции соединительный пятижильный сечением $2,5 \text{ мм}^2$
- б) Провод в ПВХ изоляции соединительный пятижильный сечением $2,5 \text{ м}^2$
- в) Провод в ПВХ изоляции соединительный трехжильный сечением $2,5 \text{ мм}^2$

5. Какой инструмент применяется для снятия полупроводящего слоя на кабелях с изоляцией из сшитого полиэтилена

- а) КСП-20
- б) КСП-50
- в) КПС-50

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Ответы на контрольные вопросы.
- 4) Вывод о проделанной работе.

Практическая работа № 6

Тема: Сборка схемы управления освещением с помощью одноклавишного выключателя

Цель: научиться самостоятельно, составлять и собирать схемы включения 2-3-х ламп накаливания двумя с тремя выключателями попеременно

Задание 1. Составить, собрать и опробовать работу схем управления освещением с 2-3 лампами накаливания двумя и тремя выключателями попеременно.

Методические указания

Материально-техническое оснащение:

Автоматический выключатель – 1 шт.

Лампы накаливания – 3шт

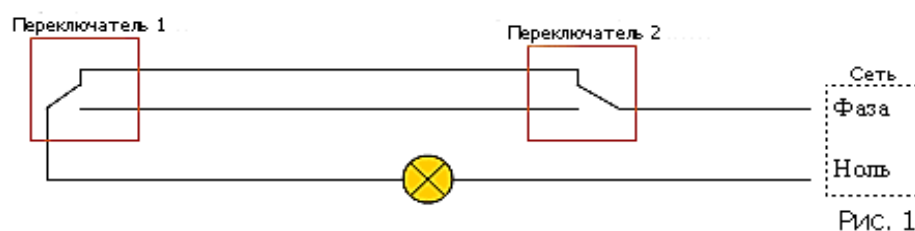
Выключатели – 3шт

Соединительные провода – комплект

Инструменты – 1 комплект

Однолинейная схема – 1 комплект

Пример многолинейной схемы управления освещением



Порядок выполнения:

1. Внимательно изучить рекомендуемую литературу, ознакомиться с содержанием работы и установочной аппаратурой.
2. Составить монтажную схему подключения 2-3 ламп
3. Собрать схему и показать преподавателю
4. Осуществить проверку работы схемы и разобрать ее.
5. Убрать рабочее место
6. Отчет сдать преподавателю

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе.

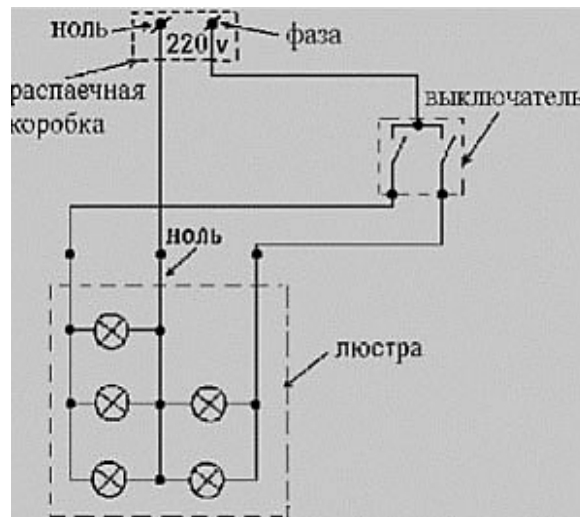
Практическая работа № 7

Тема: Сборка схемы управления освещением с помощью двухклавишного выключателя

Цель: научиться правильно, составлять и собирать схему управления освещением светильником жилой комнаты квартиры с помощью двухклавишного выключателя

Задание 1.

1. Составить однолинейную и монтажную схемы управления освещением светильником жилой комнаты квартиры с помощью 2^х однополюсных выключателей
2. Осуществить сборку схемы



Методические рекомендации

Описание работы:

Подвесной светильник предназначен для общего освещения жилой комнаты квартиры. Светильник рассчитан для работы от сети переменного тока напряжения 220 В. Максимальная мощность ламп 5×60 Вт. Электрическая схема светильника предусматривает включение 2-х, а затем 3-х лампам попеременно.

Последовательность выполнения:

1. Ознакомиться с содержанием работы и установочной аппаратурой.
2. Составить однолинейную и монтажную схему
3. Собрать схему и показать ее преподавателю
4. Осуществить проверку работы схемы и разобрать ее
5. Убрать рабочее место
6. Отчет сдать преподавателю.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе.

Практическая работа № 8

Тема: Сборка схемы управления освещением с помощью двух двухклавишных выключателей

Цель: научиться самостоятельно, составлять и собирать схемы управления электрическим освещением.

Задание 1. Необходимо самостоятельно составить, собрать и опробовать работу схем управления освещением.

Материально-техническое оснащение.

1. Однополюсный выключатель-4 шт.
2. Люстровый переключатель-2 шт.
3. Однополюсный переключатель-3 шт.
4. Лампы накаливания 220 В-6 шт.
5. Штепсельная розетка-4 шт.
6. Соединительные провода-10 шт.

7. Плакат с электрическими схемами местного управления освещением

Методические указания:

Управление освещением небольших помещений производят выключателями, которые располагают непосредственно в этих помещениях или у входа в них. Выключатели устанавливают на фазных проводах. Схемы осветительных электропроводок помещений выполняют как многолинейными, так и однолинейными. Обычно для упрощения в проектах электроосвещения принято изображать схемы электропроводок в виде однолинейных на плане помещения. Число проводов отмечают засечками, если их более двух.

При составлении электрической схемы управления освещением предусматривают следующее: наиболее рациональное размещение светильников с учетом максимальной освещенности и наименьшими затратами установочных материалов; наиболее экономное расходование электрической энергии; удобное расположение для пользования установочной аппаратурой.

Схемы управления освещением разнообразны, но общее для них - однополюсное или двухполюсное включение и отключение источников света.

Двухполюсные выключатели используют в сетях с изолированной нейтралью, в помещениях с повышенной и особой опасностью поражения электрическим током, а также взрывоопасных помещениях. Двухполюсные выключатели одновременно отключают фазу и нулевой провод.

Наибольшее распространение имеет однополюсное отключение с разными вариантами.

1. Управление одной или несколькими лампами накаливания одной группы одновременно одним выключателем (комнатное освещение в квартире жилого дома).
2. Управление несколькими лампами или одним многоламповым светильником двумя выключателями или одним переключателем. Такая схема управления используется, например, для люстр, где требуется обеспечить возможность присоединения всех ламп полностью или по частям. Переключатель для такой схемы должен иметь четыре положения, соответствующих включению первой группы ламп, второй группы, обеих групп и полному отключению всех ламп.

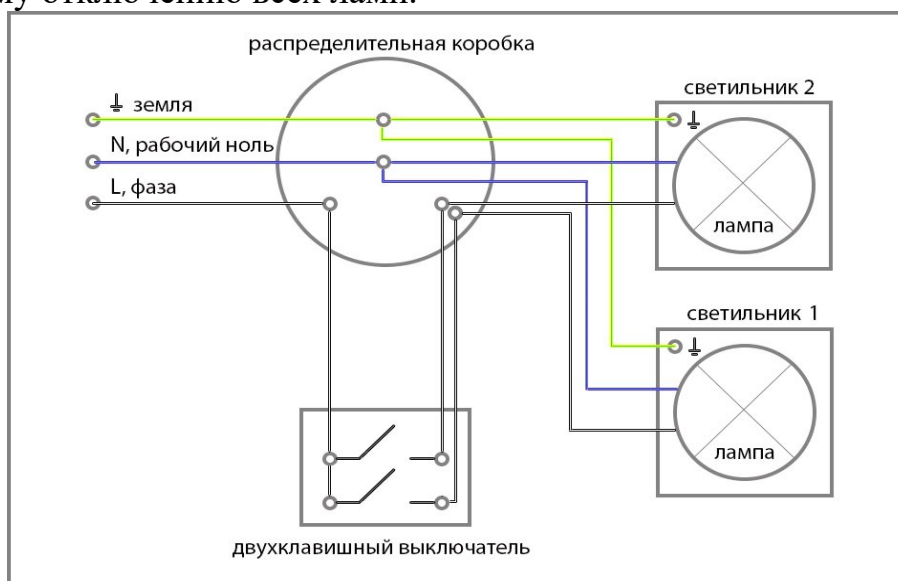


Рис. 1(а)

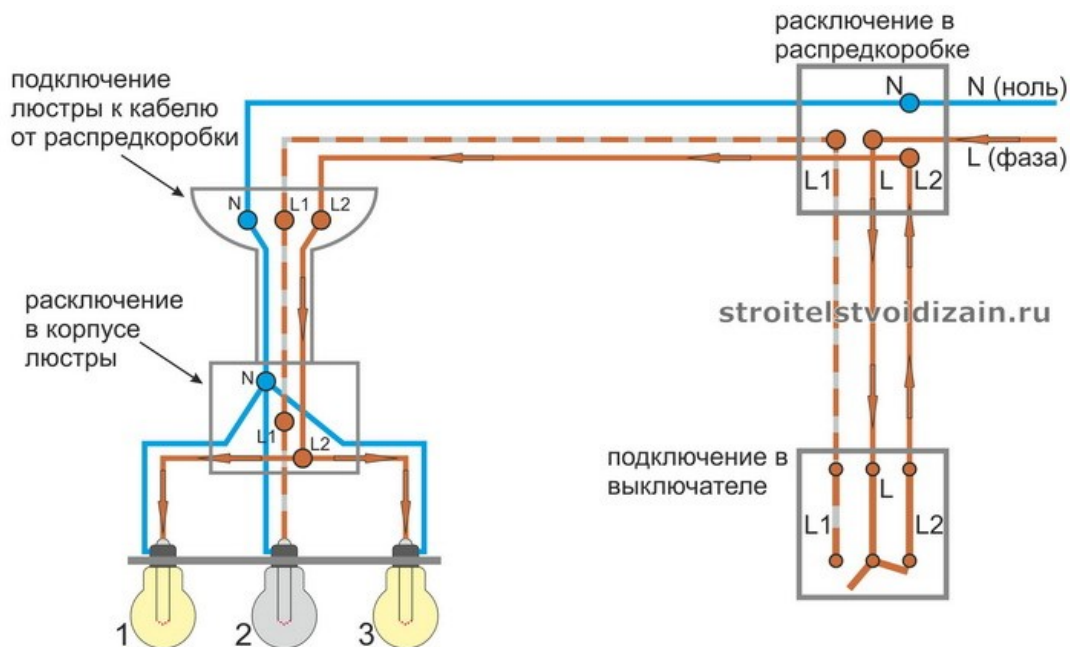


Рис. 1(б)

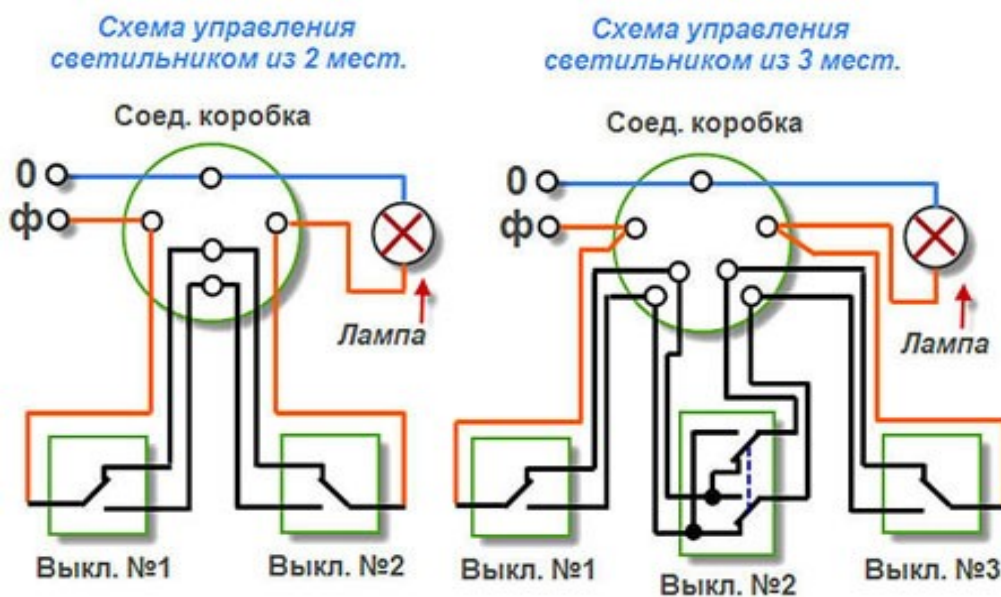


Рис. 2 (а, б)

3. Управление лампой тремя совместно установленными выключателями, когда группы ламп должны загораться одновременно. Выключатели устанавливают рядом (или блок-выключатель на две или три клавиши), при этом один общий токовый провод с переключками подводят ко всем выключателям и от выключателей ведут по одному холостому проводу к каждой группе ламп, например при освещении электромонтажных мастерских. (рис. 1 а, б)

4. Управление лампой производят из 2^х и 3^х мест. (рис. 2 а,б).

В каждом из этих вариантов возможна установка штепсельной розетки для присоединения переносных источников света. Их присоединяют так, чтобы включение ламп не влияло на работу розеток. Обычно штепсельные розетки подключают к

отдельной самостоятельной линии- к розеточной группе.

Последовательность выполнения.

1. Внимательно изучить рекомендованную литературу и ознакомиться с содержанием практической работы и установочной аппаратурой.
2. Составить монтажную и многолинейную схемы управления двумя лампами одним выключателем, собрать и опробовать их в работе.
3. Составить монтажную и многолинейную схемы управления тремя лампами: а) с помощью двух выключателей, б) с помощью одного проходного переключателя. Собрать и опробовать их в работе.
4. Составить монтажную и многолинейную схемы управления группами ламп с помощью трех рядом установленных однополюсных выключателей (или блок-выключателем), когда группы ламп должны загораться одновременно. Собрать и опробовать их в работе.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

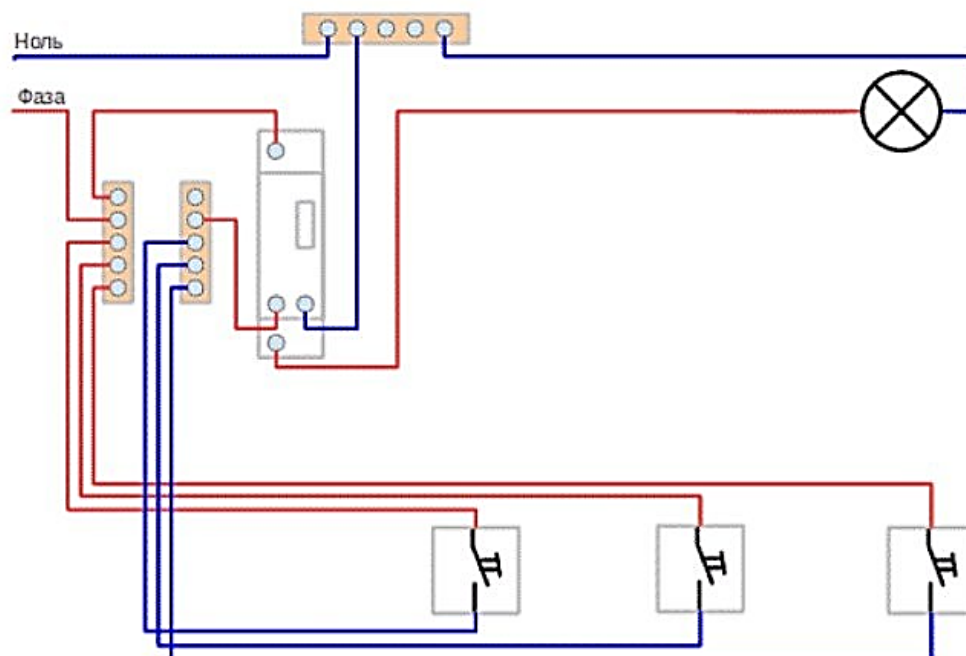
- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе.

Практическая работа № 9

Тема: Сборка схемы управления освещением с помощью импульсных реле.

Цель: научиться правильно, составлять и собирать электрические схемы управления освещением с помощью импульсных реле.

Задание 1. Собрать и проверить работу схемы управления освещением с помощью импульсных реле.



Методические указания.

Большинство современных приборов призвано упростить жизнь, поэтому многие из них так широко применяются человеком. Среди таких устройств часто встречается

импульсное реле, которое позволяет автоматизировать многие процессы. На рынке существует большое разнообразие импульсных реле, за счет технических и конструктивных отличий вы можете встретить и разные устройства. В качестве примера мы рассмотрим наиболее простое и практичное для понимания принципа действия (см. рисунок 1).

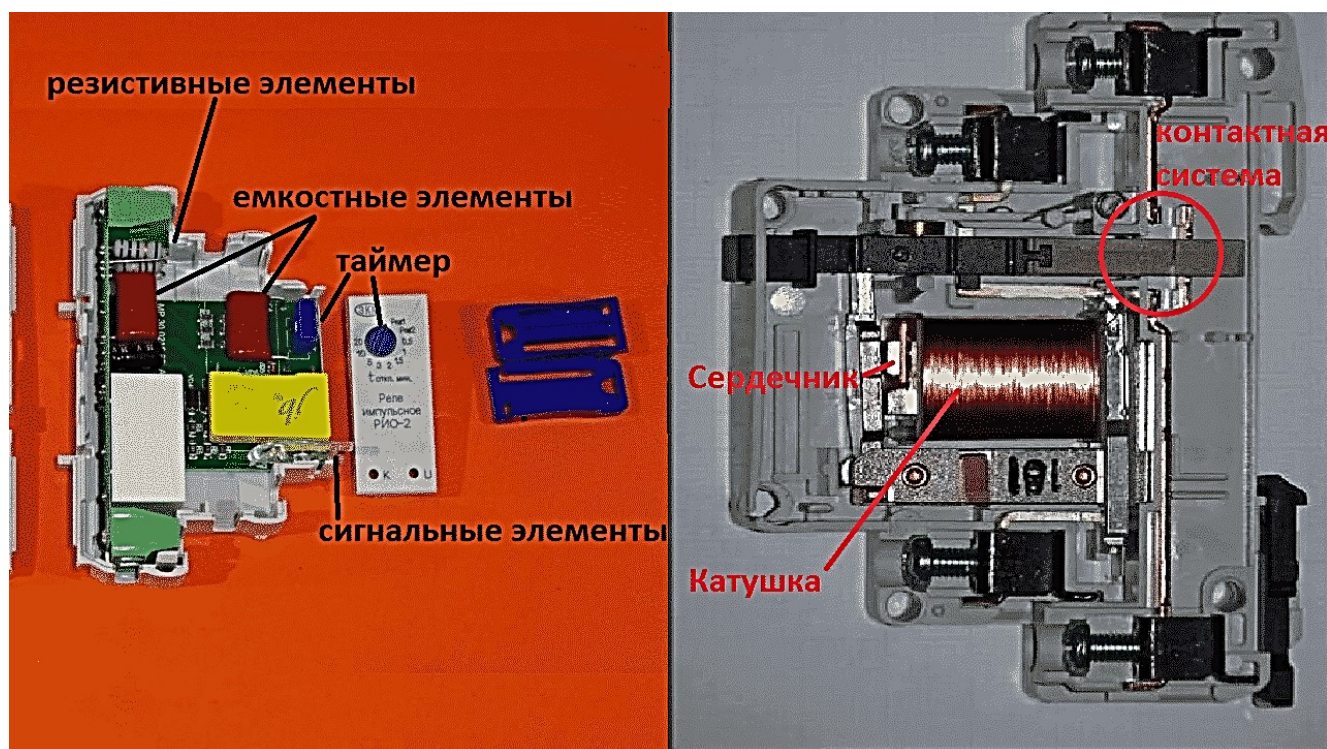


Рис. 1. Пример устройства импульсного реле

Простейший пример импульсного реле состоит из таких элементов:

Катушка – изготавливается из медного проводника, намотанного на немагнитное основание, к примеру, каркас из текстолита, электрокартона и т.д. Предназначена для создания электромагнитного поля, воздействующего на магнитные элементы.

Сердечник – выполняется из ферромагнитных материалов, вступающих во взаимодействие с магнитным полем катушки. Предназначен для перемещения и совершения магнитного воздействия.

Контактная система реле – состоит из подвижных и неподвижных контактов, предназначенных для передачи сигнала.

Резистивные, емкостные и сигнальные элементы – применяются для задания логики работы устройства и обозначения состояния.

Таймер – задает временной интервал выдержки реле, но присутствует не во всех моделях, помогает существенно расширить функционал оборудования.

Принцип работы

Принцип действия импульсного реле заключается в перемещении контактной группы под воздействием электромагнитного поля катушки, втягивающей сердечник. При этом управление устройством осуществляется через кнопочные каналы. Одно нажатие кнопки подает кратковременный импульс на управляющий вывод, и контакты переходят в устойчивое состояние – подача или отключение напряжения, поэтому его еще называют бистабильным (два устойчивых состояния). В отличие от того же контактора, такое реле управляется одним импульсом, подаваемым за счет кнопки или

выключателя с самовозвратом в исходное состояние, отсюда и происходит название импульсное реле.

Пример работы конкретной модели устройства – РИО-1:

Пример реле РИО-1



Силовые контакты

Управляющие контакты

В данном устройстве присутствуют две группы контактов – силовые и управленческие. Силовые контакты представлены клеммами 11, 14 и N, управленческие зажимами Y, Y1, Y2, следует отметить, что в других модификациях импульсных реле маркировка и число контактов будут отличаться. Рассмотрим назначение каждого из вводов по порядку:

11 – предназначен для подачи на него питания от электрической сети;

14 – используется для выдачи фазы с импульсного реле на подключаемую нагрузку;

N – клемма подключения нулевого провода от общей шины;

Y – универсальный вход, при подаче управляющего импульса, на который, реле переходит в противоположное состояние – из включенного в выключенное и обратно;

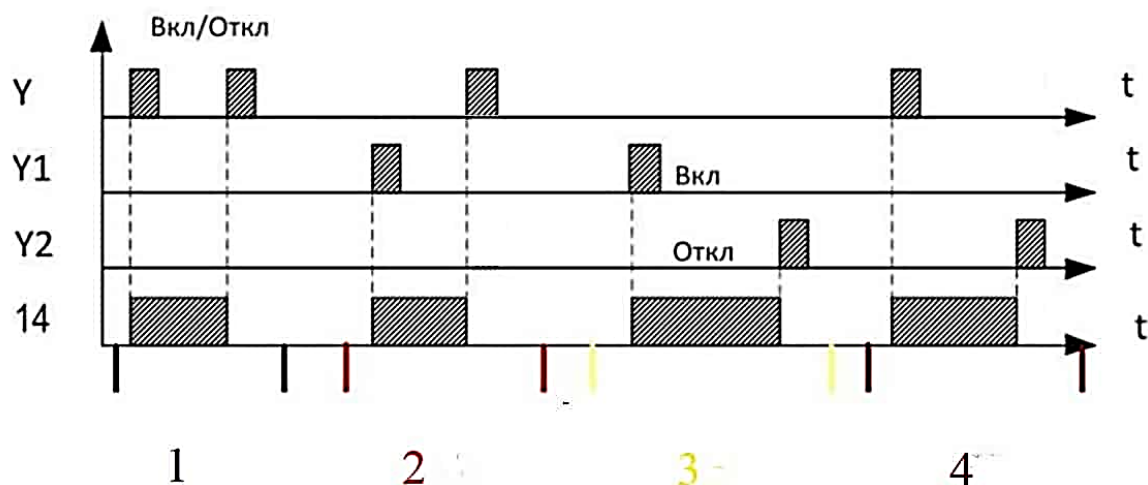
Y1 – предназначен исключительно для перевода импульсного устройства во включенное состояние, то есть, если контакты уже замкнуты, реле останется в таком же положении, обладает приоритетом перед вводом Y;

Y2 – переводит импульсный прибор в отключенное состояние, имеет приоритет перед двумя другими выводами.

Отличительной особенностью РИО-1 является разрыв силовой цепи только при переходе синусоиды переменного напряжения через ноль, что существенно повышает срок службы контактной группы. Но при этом время срабатывания отличается на 0,3 с, что необходимо учитывать для проектирования точных электронных схем.

Функционирование импульсного реле через подачу сигналов на каждый ввод хорошо отображается на временной диаграмме устройства:

Временная диаграмма РИО-1



Как видно на рисунке выше, способы включения и отключения импульсного устройства представлены четырьмя периодами взаимодействия:

При нажатии кнопки и подаче импульсного сигнала на вход Y с силового выхода будет сниматься рабочее напряжение вплоть до момента подачи второго сигнала на ввод Y . Это простейший вариант управления, к примеру, системой освещения.

В отключенном состоянии на ввод $Y1$ подается импульсное управление, в результате чего на выходе 14 возникает рабочий номинал 220В. При необходимости отключения того же освещения на месте достаточно подать сигнал на Y и питание прекратится. Подачей импульсного сигнала на ввод $Y1$ происходит замыкание силовой цепи – с выхода 14 снимается потенциал. При подаче потенциала $Y2$ бистабильное реле отключится, и силовая цепь разомкнется.

На этом периоде включение производится за счет подачи сигнала на ввод Y . А подачей импульсного сигнала на $Y2$ контакты коммутатора размыкаются.

Такая логика работы позволяет реализовывать ряд интересных решений, как в бытовых, так и производственных процессах. Что обеспечит приоритетность коммутации определенных объектов и электрооборудования, расположенного в них.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе.

Практическая работа № 10

Тема: Изучение программного обеспечения для разработки и отладки алгоритмов управления программируемых реле PRO-Relay EKF PROxima на языках FBD (функциональных блок-схемах)

Цель: научиться применять средства автоматизации в электрических сетях до 1000 в используя программируемые логические реле.

Задание 1. Установить программное обеспечение PRO Design.

Задание 2. Изучить руководство по эксплуатации программируемого реле PRO-Relay EKF PROxima.

Задание 3. Подключите реле PRO-Relay EKF PROxima к ПК и установите связь. Создайте простую программу на языке функциональных блоков FBD.

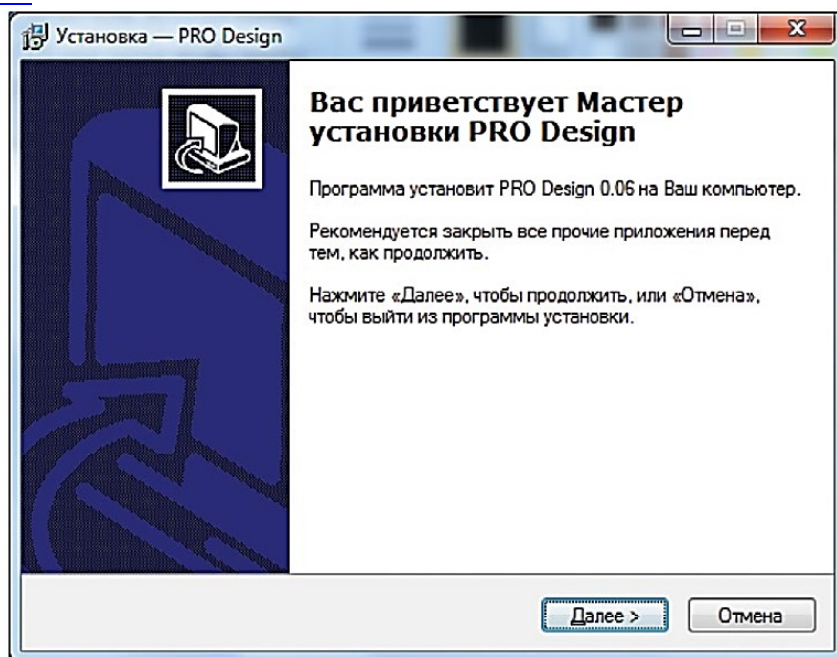
Методические указания.

Программируемые реле PRO-Relay EKF PROxima предназначены для разработки схем управления простыми автоматизированными процессами. Позволяют сократить количество компонентов при разработке релейных схем автоматизации, путем замены групп таймеров, счетчиков и реле на программируемую логику. Программируемые реле PRO-Relay просты в использовании и в конечном итоге позволяют значительно экономить время при разработке и отладке схем управления.

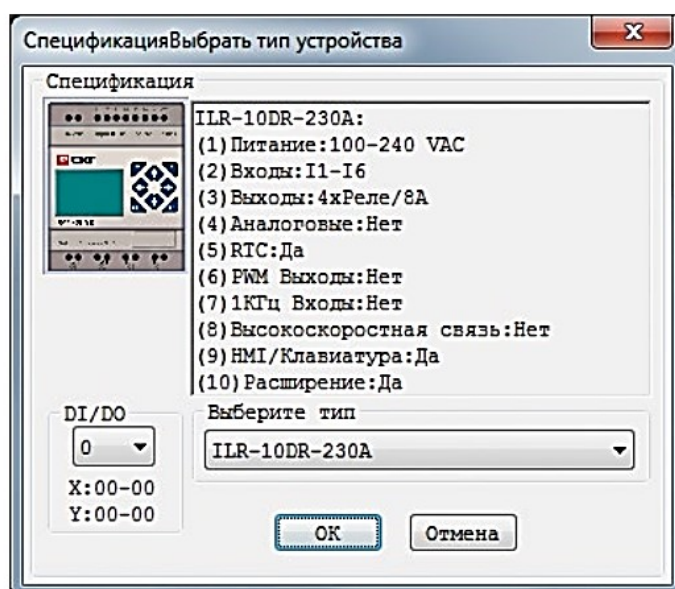
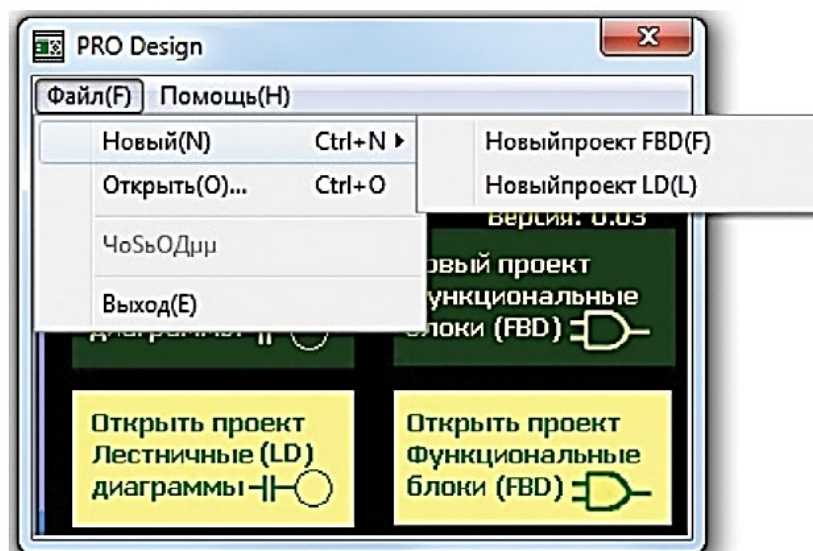
Программируемое реле PRO-Relay является электронным устройством. В целях безопасности, внимательно прочитайте инструкцию по эксплуатации и соблюдайте предосторожности, указанные в руководстве, поскольку эта информация касается безопасности при транспортировке, установке и эксплуатации программируемого реле PRO-Relay.

Установка программного обеспечения PRO Design

Установите программу PRO Design. Скачать программу можно с сайта компании www.ekfgroup.com

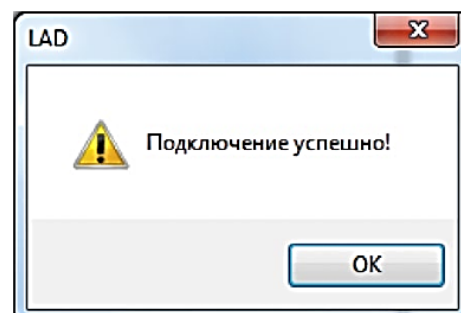
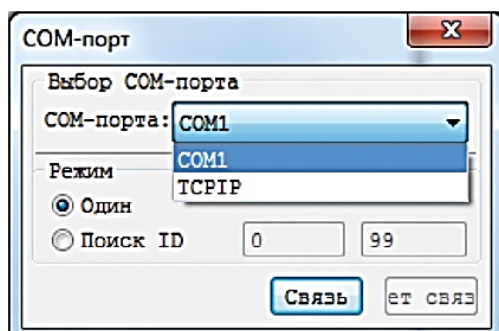


Запустите клиентскую программу PRO Design и создайте новый документ, выбрав «Новый проект Функциональные блоки (FBD)», как показано ниже и выберите тип реле.



Подключение кабеля для программирования

С помощью плоской отвертки удалите пластиковую крышку с разъема на передней панели реле, как показано на рисунке ниже. Вставьте разъем с пластиковым корпусом кабеля программирования в разъем реле, как показано на рисунке ниже. Другой разъем кабеля подключите к порту USB или последовательному порту RS-232C компьютера. Выберите меню «Операции/COM-порт...». Выберите номер порта компьютера, к которому подключен кабель программирования и нажмите кнопку «Связь». Программа начнет процедуру обнаружения реле и установит с ним соединение.

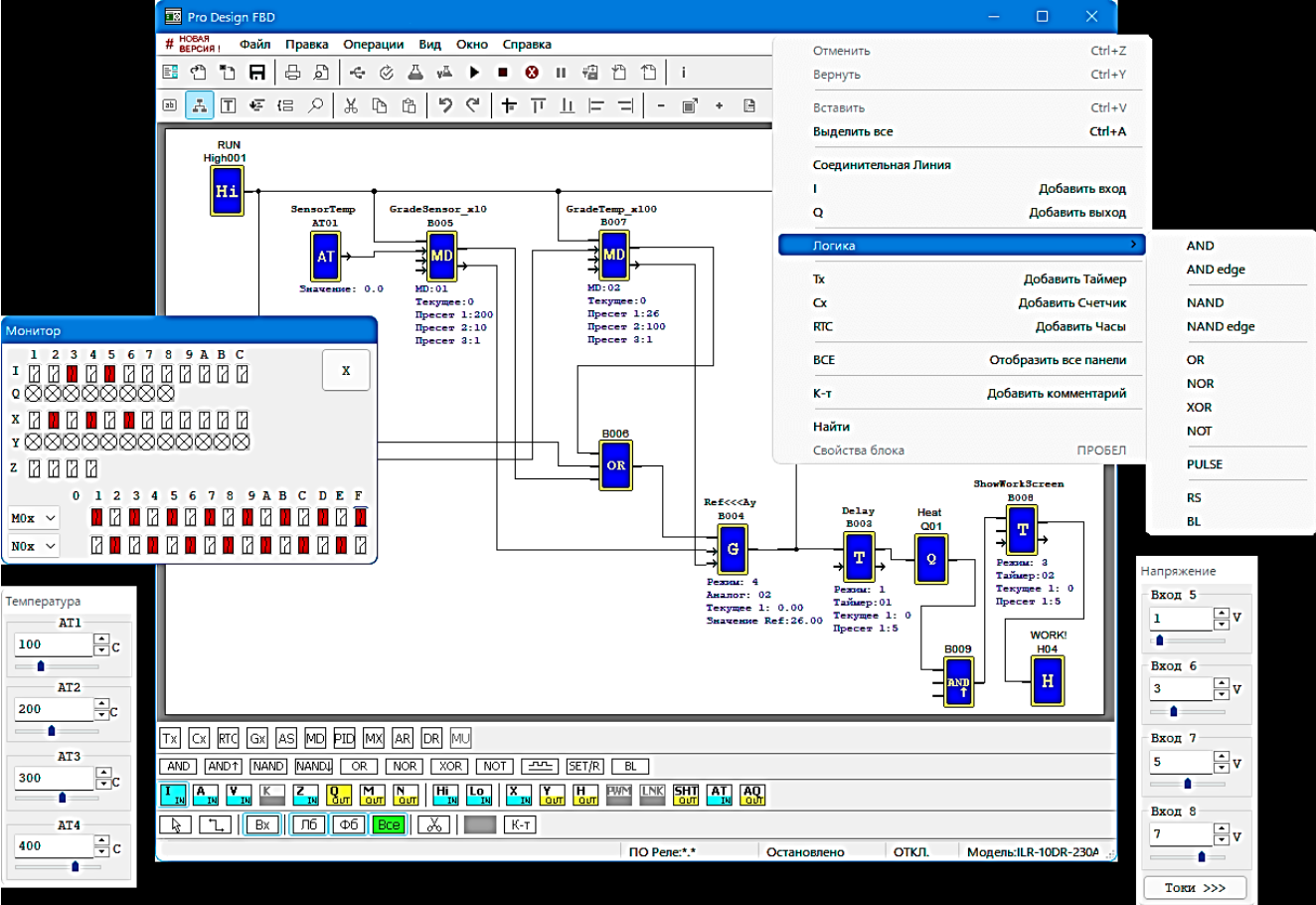


Режим симуляции

Программа PRO Design имеет встроенный симулятор для тестирования и отладки программы без загрузки ее в контроллер. Для активации режима симуляции просто щелкните значок «Пуск» в главной панели инструментов.

Команды FBD

Примечание: Программа FBD может быть отредактирована и изменена только в программном обеспечении PRO Design - с последующей записью в память - через кабель связи.



Программа на FBD может быть написана, редактироваться и модифицироваться только с помощью Pro Design и быть записана в память программируемого реле через соединительный кабель. Только через Pro Design. Можно написать и отладить в эмуляторе или в реальном времени в подключенном реле.

Блок	Вход	Выход	Максимальное Кол-во
Вход	I		12 (I01~I0C)
Вход (ввод) с Клавиатуры	Z		4 (Z01~Z04)
Вход модуля расширения	X		12 (X01~X0C)
Выход	Q	Q	8 (Q01~Q08)
Выход модуля расширения	Y	Y	12 (Y01~Y0C)
Сохраняемый маркер	M	M	63 (M01~M3F)
Несохраняемый маркер	N	N	63 (N01~N3F)
HMI (Экран)		H	31 (H01~H1F)

PWM (ШИМ)		P	2 (P01~P02)
SHIFT (СДВИГ)		S	1 (S01)
LINK I/O		L	8 (L01~L08)
Bool (Настраиваемая логика)	B	B	260 (B01~B260)
HI (Высокий статус)			
LO (Низкий статус)			
Аналоговый вход -Ток	A		8 (A01~A08)
Аналоговый вход -Напряжение	V		8 (V01~V08)
Аналоговый выход		AQ	4 (AQ01~AQ04)
Температурный вход	AT		4 (AT01~AT04)

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе.

Практическая работа № 11

Тема: Изучение программируемого логического контроллера, в качестве устройства управления освещением

Цель: Проверка, отчетность и ввод в эксплуатацию программируемого логического реле.

Задание 1. необходимо создать программу управления логическим реле согласно заданного алгоритма. Среда программирования – FBD. Стенд для программирования является универсальным инструментом для проверки навыков программирования.

Устройство стенда:

Программируемое реле 230В/24В, 8 входов, 4 выхода – 1 шт.

Кнопка управления (1НО,1НЗ) – 4 шт.

Выключатель/переключатель (1НО с фиксацией) – 4 шт.

Принципиальная схема.

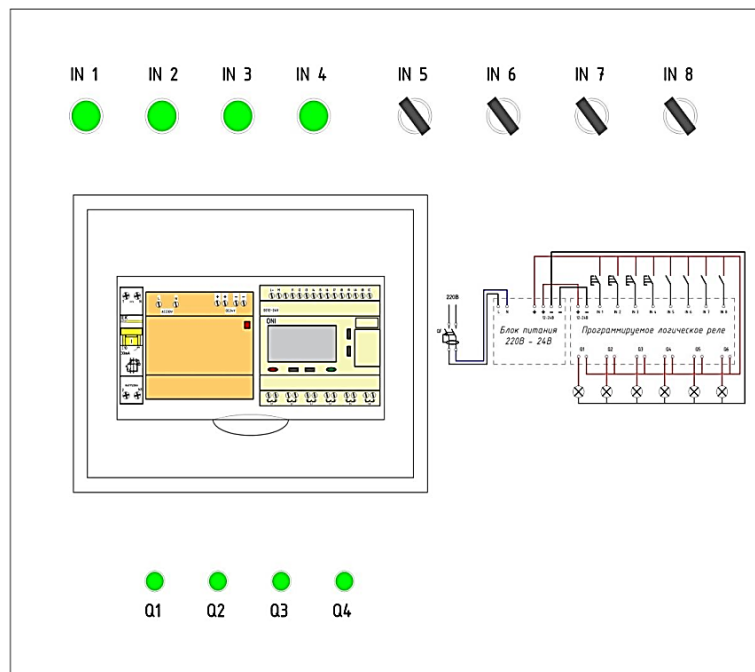


Рисунок. 1 Стенд программируемого логического контроллера

Алгоритм программы управления логическим реле.

1. Освещение для регулируемой проходной. Т.е. источник света для работников, для погрузчиков и кнопка для работников, нажав которую, человек уведомляет о желании пройти через проходную.
2. После старта программы загорается лампа L1 (движение разрешено) для погрузчиков и L2 (стоп) для работников.
3. После нажатия кнопки работником начинает мигать L1 (движение разрешено) для погрузчиков, затем загорается лампа L3 (Внимание), затем L2 (стоп). После этого загорается L1 (движение разрешено) для персонала, через заданное время он начинает мигать, загорается затем L2 (стоп) для работников, после этого для погрузчиков загорается L3 (Внимание) и L2 (стоп), затем L1 (движение разрешено).
4. В течение заданного промежутка времени после загорания лампы L1 (движение разрешено) для персонала нажатие кнопки работником не запускает алгоритм перехода. Алгоритм перехода запускается в таком случае только по истечению заданного времени.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе.

Практическая работа № 12

Тема: Составление программы управления освещением с помощью программируемого реле

Цель: Проверка, отчетность и ввод в эксплуатацию программируемого логического реле.

необходимо создать программу управления логическим реле согласно заданного алгоритма. Среда программирования – FBD. Стенд для программирования является универсальным инструментом для проверки навыков программирования.

Устройство стенда:

Программируемое реле 230В/24В, 8 входов, 4 выхода – 1 шт.

Кнопка управления (1НО,1НЗ) – 4 шт.

Выключатель/переключатель (1НО с фиксацией) – 4 шт.

Принципиальная схема.

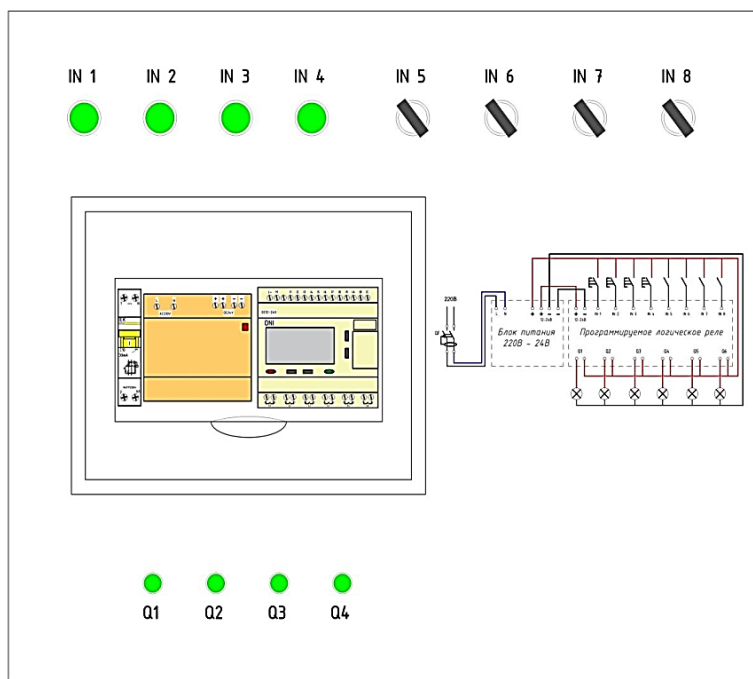


Рисунок. 1 Стенд программируемого логического контроллера

Алгоритм программы управления логическим реле.

В подсобных помещениях и коридорах электрический свет нужен ограниченное время. После включения освещения, его нередко забывают отключить, что приводит к излишнему расходу электроэнергии. Задача обеспечить включение света на заданный интервал времени, например, у входной двери в квартиру, по следующему алгоритму:

- 1) перед входной дверью установлен датчик освещения (F1) и кнопка включения света ТАЙМЕР (SB1);
- 2) при кратковременном нажатии на кнопку ТАЙМЕР, при недостаточном естественном освещении, светильник должен включаться на интервал времени 1 мин – этого времени достаточно, чтобы найти замочную скважину и ключом открыть дверь;
- 3) при удерживании нажатой кнопки ТАЙМЕР в течение 2 с светильник должен включаться на интервал времени 3 мин независимо от внешнего освещения – этот режим может потребоваться при уборке коридора;
- 4) предусмотреть возможность управления работой светильника по командам от внешних управляющих устройств или при помощи выключателя СВЕТ (SA1), независимо от внешнего освещения. Этот режим удобен во время приема гостей или для дальнейшей автоматизации квартиры в рамках программы «умный дом»;
- 5) предусмотреть возможность включения светильника только в вечернее и ночное время. Выбор программируемого прибора.

Для реализации данной задачи управляющий автомат должен иметь встроенные часы реального времени, три входа и один выход.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 13

Тема: Дефектация и ремонт рубильников и переключателей

Цель: освоить приемы ремонта пусковой и защитной аппаратуры РУ напряжением до 1 кВ. Изучить приемы выполнения текущего ремонта рубильников, переключателей.

Задание 1. Выполнить разборку, текущий ремонт и сборку рубильника, пакетного выключателя.

Оборудование и приборы. Рубильники с центральной и боковой рукоятками, пакетный выключатель, набор инструментов, набор щупов 0,05...0,2 мм, смазка ЦИАТИМ-201, наждачная бумага, намоточный станок, конденсаторная бумага, тафтяная и киперная ленты, устройство для нагрузки выключателей током, синтетическое моющее средство (СМС).

Последовательность выполнения задания. 1.

1. Выполнить разборку, текущий ремонт и сборку рубильника
2. Выполнить разборку, ремонт и сборку пакетного выключателя.
3. Провести послеремонтные испытания использованного оборудования.
4. Оформить отчет.

Методические указания

Рубильники и переключатели — это простые электрические аппараты, поэтому они довольно просты в эксплуатации и ремонте.

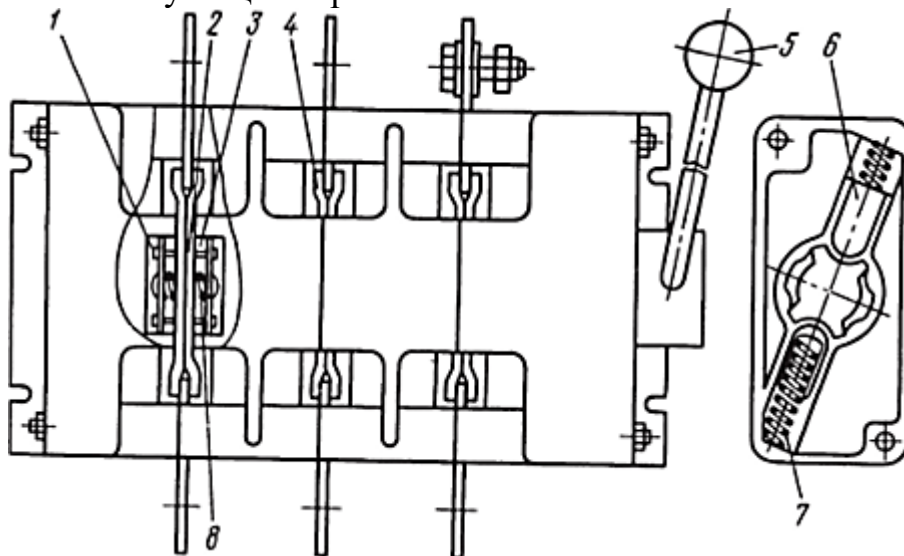


Рис. 1. Трехполюсный рубильник типа Р

Наиболее часто у рубильников и переключателей обгорают контактные ножи и губки. При незначительном обгорании поверхности касания контактные ножи и губки рубильников можно зачистить напильником и стеклянной бумагой.

Надежные мероприятия, обеспечивающие долговечность работы аппаратов, — техническое обслуживание и ремонт. Эти работы предусматривают: систематический

осмотр аппаратов, очистку от грязи и пыли, осмотр и определение состояния распределительных шин, коммутационных проводов, контактных систем и степени их нагрева, электромагнитных систем и степени их нагрева; изоляционных и других элементов. В результате осмотра устанавливают степень повреждения и сроки ремонта.

Как правило, всю аппаратуру ремонтируют в ремонтных подразделениях, кроме крупногабаритных щитов, пультов и сборок.

Ремонт рубильников типа Р с боковой рукояткой. Для ремонта контактной системы и механизма фиксации надо отвинтить гайки, вынуть шпильки 1 (рис. 1) и снять секции 2 с вала 3, предварительно освободив его от подвижных контактов 4. После этого отвинчивают рукоятку 5 привода и освобождают секцию с механизмом фиксации. Такие повреждения ножей, как изгиб, исправляют рихтовкой, которую выполняют молотком с медным бойком на рихтовочном верстаке. Изгиб ножей после рихтовки не должен превышать 0,2 мм по всей длине ножа, что проверяют щупом.

Если обнаружены следы копоти в секции, их устраняют зачисткой, стальной щеткой и шлифовкой наждачной бумагой до полного устранения следов.

Ремонт рубильников и переключателей. При сильном обгорании нужно заменить контактные ножи и губки. Раньше в литературе рекомендовалось самостоятельно сделать ножи и губки рубильника из электролитической полосовой меди, а пружинящие контакты - из фосфористой бронзы и установить их на место обгоревших. Сейчас же проще заменить вышедший из строя рубильник на новый, чем самостоятельно заниматься изготовлением отдельных частей для рубильника.

Если ножи рубильников входят в губки контактов неплотно, то губки необходимо подогнуть, чтобы плотное прилегание их было по всей поверхности.

Ремонт рубильников и переключателей. При сильной разработке мест вращения ножей можно их рассверлить на большие отверстия и вставить втулки с отверстиями по диаметру валика.



Чтобы ножи рубильника не перекашивались, необходимо хорошо затягивать болты, крепящие их к перекладине. Пружины контактов должны обеспечивать одновременное и резкое мгновенное размыкание ножей.

После ремонта необходимо проверить изоляцию токоведущих частей и провести чистку и окраску деталей рубильника.

Ремонт пакетных выключателей. У пакетных выключателей ПВЗ-25 (рис. 2) основные детали при выходе из строя не подлежат ремонту, их следует заменить новыми. Это относится к пружинам, которые находятся в напряженном состоянии и часто выходят из строя, рукояткам, скобам, неподвижным контактам при их оплавлении или обгорании. Если подвижные контакты имеют толщину менее 80% первоначальной, их также заменяют новыми.

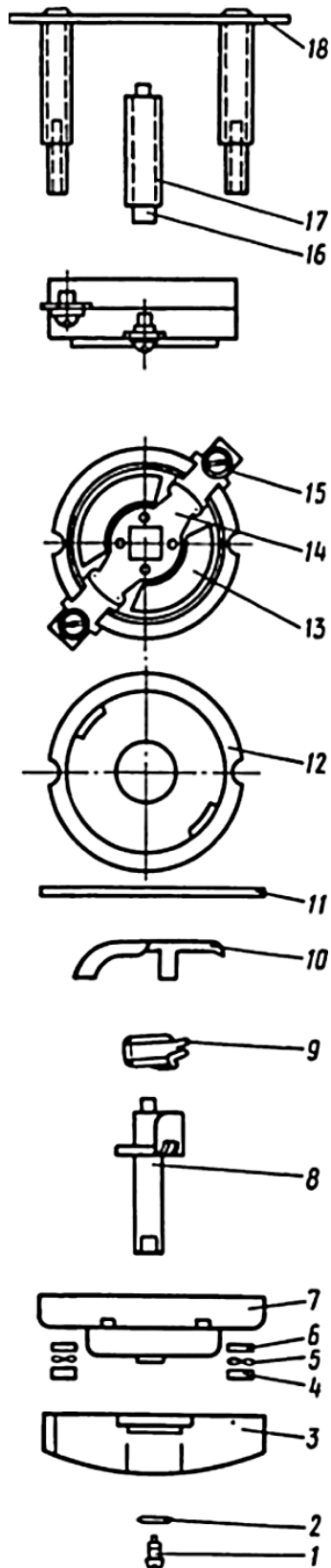


Рис. 2. Составные части пакетного выключателя

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 14

Тема: Дефектация и ремонт кнопок управления

Цель: освоить приемы ремонта пусковой и защитной аппаратуры РУ напряжением до 1 кВ. Изучить приемы выполнения текущего ремонта кнопок управления.

Задание 1. Выполнить разборку, ремонт и сборку кнопочной станции.

Оборудование и приборы. Кнопочные станции, набор инструментов, набор щупов 0,05...0,2 мм, смазка ЦИАТИМ-201, наждачная бумага, намоточный станок, конденсаторная бумага, тафтяная и киперная ленты, устройство для нагрузки выключателей током, синтетическое моющее средство (СМС).

Последовательность выполнения задания.

1. Выполнить разборку, ремонт и сборку кнопочной станции.
2. Провести послеремонтные испытания использованного оборудования.
3. Оформить отчет.

Методические указания.

Надежные мероприятия, обеспечивающие долговечность работы аппаратов, — техническое обслуживание и ремонт. Эти работы предусматривают: систематический осмотр аппаратов, очистку от грязи и пыли, осмотр и определение состояния распределительных шин, коммутационных проводов, контактных систем и степени их нагрева, электромагнитных систем и степени их нагрева; изоляционных и других элементов. В результате осмотра устанавливают степень повреждения и сроки ремонта.

Ремонт кнопок управления. При любых повреждениях кнопки последнюю полностью разбирают. Для этого снимают кожух 3 (рис. 1), вывернув предварительно винты 1 и сняв шайбы 2. Вывертывают винты 5 и снимают их вместе с шайбами 6 и 7. Снимают кнопочный элемент и прокладку 14 с основания 15. После этого следует утопить упор 10 до выхода лапок стержня толкателя 4 из гнезда и повернуть упор на 90°. Затем извлекают из колодки 9 толкатель, вынимают контактную пружину 12, подвижный контакт 13, возвратную пружину 8 и прокладки 11. Поврежденные элементы и детали ремонтируют, остальные тщательно очищают от грязи и пыли. После ремонта кнопку собирают таким образом. Толкатель вставляют в паз колодки 9, предварительно надев на стержень возвратную пружину. Нажимая пальцем на толкатель, надевают на стержень прокладку, контактную пружину, вторую прокладку, подвижный контакт 13 и третью прокладку. Далее вставляют конец стержня толкателя в упор, совместив пазы с лапками стержня, утапливают упор до выхода из гнезда лапок стержня и поворачивают его на 90°. Кнопочный элемент собран.

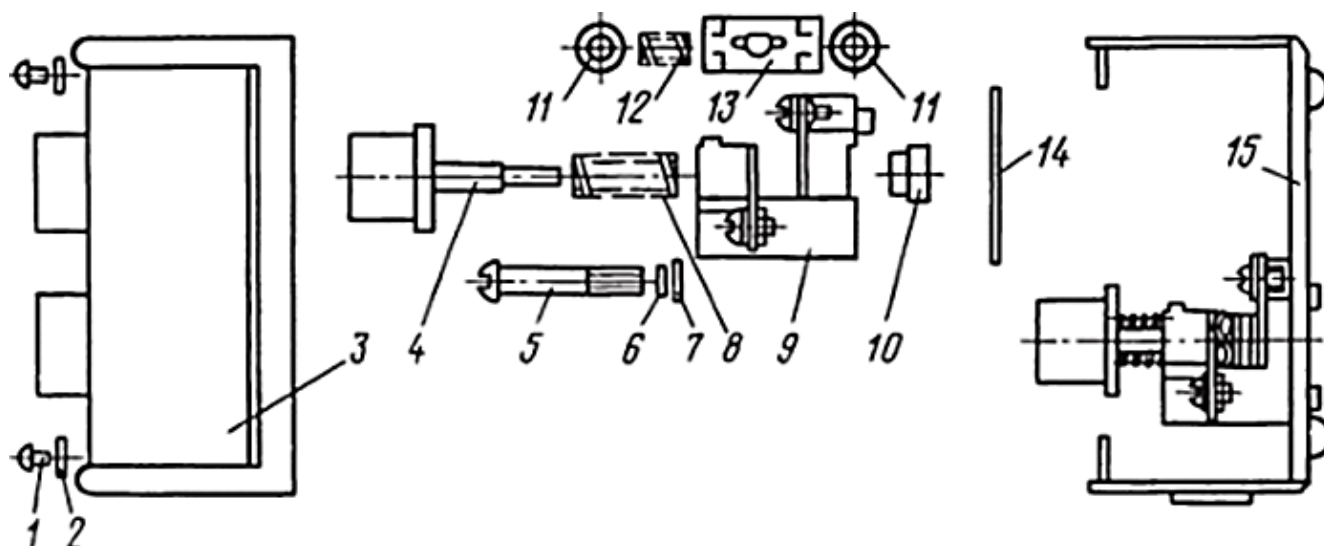


Рис. 2. Составные части кнопки управления КУ-122-2

После сборки проверяют работу толкателя: при нажатии на него не должно быть заеданий подвижного контакта, толкателя и штифта.

Для полной сборки кнопочный элемент вместе с прокладкой 14 устанавливают на основание 15 и закрепляют винтами 5, подложив под винты плоскую 7 и пружинную 6 шайбы. После этого устанавливают кожух 3 и закрепляют его к основанию винтами, подложив под винты шайбы.

Аналогично собирают и кнопочные элементы типов У КОЗ, КУ-1, КУ-2 (рис. 2).

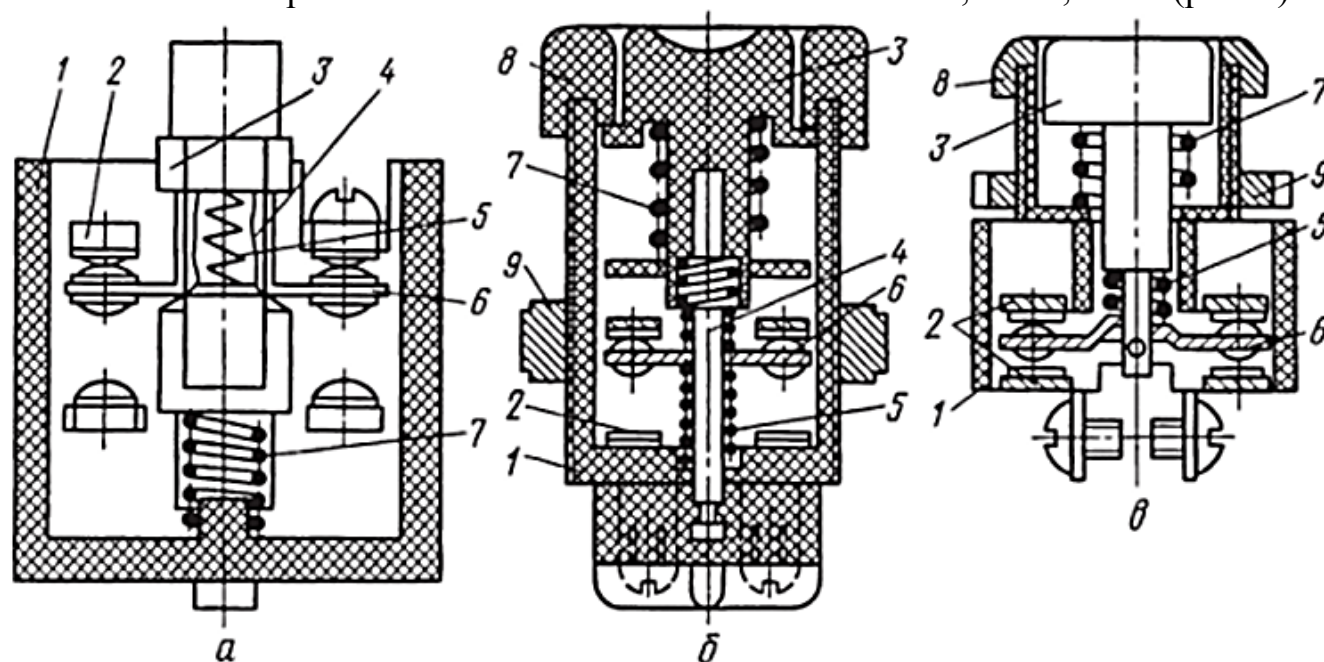


Рис. 85. Элементы кнопок управления:

а — КЭНАП. б — КУОЗ. в — КУ-1; 1 — колодка; 2 — неподвижный контакт, 3 — толкатель; 4 — штифт S — контактная пружина; б — мостик с контактами; 7 — возвратная пружина; 8 и 9 — кольцевые гайки.

Как правило, всю аппаратуру ремонтируют в ремонтных подразделениях, кроме крупноразмерных щитов, пультов и сборок.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 15

Тема: Дефектация и ремонт ключей управления

Цель: освоить приемы ремонта пусковой и защитной аппаратуры РУ напряжением до 1 кВ. Изучить приемы выполнения текущего ремонта ключей управления.

Задание 1. Выполнить разборку, ремонт и сборку ключа управления.

Оборудование и приборы. Ключи управления, набор инструментов, набор щупов 0,05...0,2 мм, смазка ЦИАТИМ-201, наждачная бумага, намоточный станок, конденсаторная бумага, тафтяная и киперная ленты, устройство для нагрузки выключателей током, синтетическое моющее средство (СМС).

Последовательность выполнения задания.

1. Выполнить разборку, ремонт и сборку ключа управления.
2. Провести послеремонтные испытания использованного оборудования.
3. Оформить отчет.

Методические указания.

Надежные мероприятия, обеспечивающие долговечность работы аппаратов, — техническое обслуживание и ремонт. Эти работы предусматривают: систематический осмотр аппаратов, очистку от грязи и пыли, осмотр и определение состояния распределительных шин, коммутационных проводов, контактных систем и степени их нагрева, электромагнитных систем и степени их нагрева; изоляционных и других элементов. В результате осмотра устанавливают степень повреждения и сроки ремонта. Как правило, всю аппаратуру ремонтируют в ремонтных подразделениях, кроме крупноразмерных щитов, пультов и сборок

Ремонт ключа управления. Почти все повреждения ключа управления требуют полной его разборки, которую выполняют в такой последовательности. Отвертывают гаечным ключом гайку 4 (рис. 1), снимают шайбы 3, 8 и рукоятку 1 в сборе с фланцем 2.

Придерживая рукой заднюю крышку 20, отвертывают гайки 9 со шпилек 11 и снимают пружинные шайбы 10, заднюю крышку, пружинный упор 17, фиксатор 18, пружину 19 и штифт 16. Далее извлекают боковые крышки 15 и вынимают шпильки. Снимают с вала 6 пакеты ключа в сборе, шайбу и ограничители 7. Вынимают из пакетов неподвижные 12 и подвижные 13 контакты.

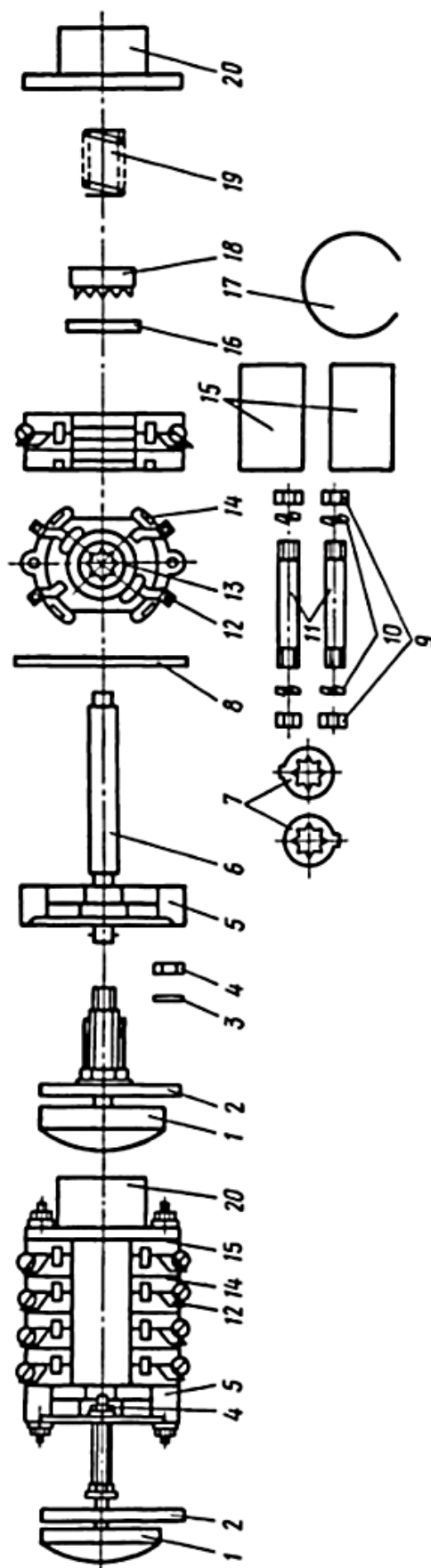


Рис. 1. Составные части ключа управления типа КФ

После ремонта сборку выполняют в такой последовательности: вставляют в отверстие передней крышки 5 шпильки 11, накрутив со стороны рукоятки гайки 9 с пружинными шайбами. Надевают на вал 6 ограничители 7 в соответствии со схемой

ключа и устанавливают шайбу 8. Надевают на шпильки и вал один из контактодержателей 14, предварительно вложив в пазы неподвижные контакты 12. Устанавливают в соответствии со схемой ключа подвижные контакты 13 и надевают на шпильки и вал второй контактодержатель пакета. В такой же последовательности собирают остальные пакеты.

Вставляют в отверстие вала штифт 16, надевают на вал фиксатор 18 и пружину 19. Трущиеся части смазывают смазкой ЦИА-ТИМ-201. Вставляют в пазы задней крышки 20 пружинный упор 17, надевают заднюю крышку на шпильки, нажав пальцем на тыльную часть крышки до выхода шпилек из отверстий крышки, наворачивают гайки 9 с пружинными шайбами 10. Вставляют шпильки фланца в отверстия передней крышки 5, совместив паз рукоятки с выступами вала, наворачивают гайки 4 с шайбами 3. До установки боковых крышек надо убедиться в правильности сборки ключа и работы его во всех рабочих положениях в соответствии со схемой. Далее следует утопить пружинный упор 17, установить боковые крышки 15 и проверить сопротивление изоляции между неподвижными контактами каждого пакета и смежных пакетов, которое должно быть не менее 1 МОм.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 16

Тема: Дефектация и ремонт пакетных выключателей

Цель: освоить приемы ремонта пусковой и защитной аппаратуры РУ напряжением до 1 кВ. Изучить приемы выполнения текущего ремонта пакетных выключателей.

Задание 1. Выполнить разборку, ремонт и сборку пакетного выключателя.

Оборудование и приборы. Пакетных выключатели, набор инструментов, набор щупов 0,05...0,2 мм, смазка ЦИАТИМ-201, наждачная бумага, намоточный станок, конденсаторная бумага, тафтяная и киперная ленты, устройство для нагрузки выключателей током, синтетическое моющее средство (СМС).

Последовательность выполнения задания.

1. Выполнить разборку, ремонт и сборку пакетного выключателя.
2. Провести послеремонтные испытания использованного оборудования.
3. Оформить отчет.

Методические указания.

Надежные мероприятия, обеспечивающие долговечность работы аппаратов, — техническое обслуживание и ремонт. Эти работы предусматривают: систематический осмотр аппаратов, очистку от грязи и пыли, осмотр и определение состояния распределительных шин, коммутационных проводов, контактных систем и степени их нагрева, электромагнитных систем и степени их нагрева; изоляционных и других элементов. В результате осмотра устанавливают степень повреждения и сроки ремонта. Как правило, всю аппаратуру ремонтируют в ремонтных подразделениях, кроме крупноразмерных щитов, пультов и сборок.

Ремонт пакетных выключателей. У пакетных выключателей ПВЗ-25 (рис. 1) основные детали при выходе из строя не подлежат ремонту, их следует заменить новыми. Это

относится к пружинам, которые находятся в напряженном состоянии и часто выходят из строя, рукояткам, скобам, неподвижным контактам при их оплавлении или обгорании. Если подвижные контакты имеют толщину менее 80% первоначальной, их также заменяют новыми.

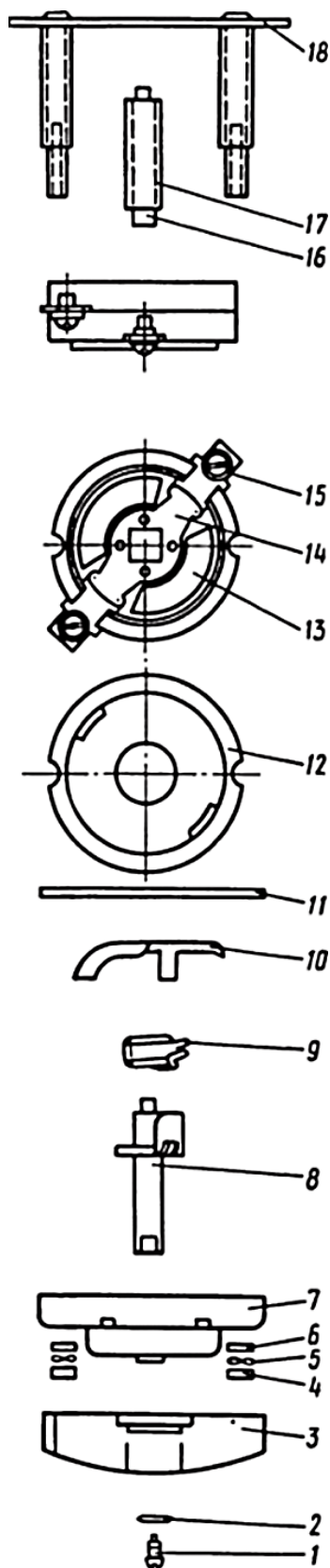


Рис. 1. Составные части пакетного выключателя

Поломку пружины 9, лепестков фиксирующей шайбы 10 и рукоятки 3 можно устранить, не производя полной разборки. При порче других деталей, например,

изоляции 17 валика 16, необходима полная разборка, которую выполняют в такой последовательности: снимают рукоятку, отвертывают винт 7, сняв шайбу 2, гаечным ключом отвертывают гайки 4 и снимают шайбы 5 и 6 со шпилек скобы. Снимают крышку 7 и вынимают валик 8 в сборе с пружиной 9, далее снимают фиксирующую 10 и плоскую 17 шайбы. Снимают пакеты 12 выключателя со шпилек скобы 18, вынимают из пакетов переключающий валик 76, с него снимают поврежденную изоляцию и заменяют ее новой.

Если необходимо устранить повреждения контактов, надо снять кольцо верхнего пакета 12, вынуть из пакета подвижные 14 и неподвижные 15 контакты в сборе с искрогасительной шайбой 13. Аналогично поступают и с другими пакетами. Сборку выключателя производят в обратной последовательности.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 17

Тема: Дефектация и ремонт реостатов

Цель: освоить приемы дефектации и ремонта пусковой и защитной аппаратуры РУ напряжением до 1 кВ. Изучить приемы выполнения текущего ремонта реостатов.

Задание 1. Выполнить разборку, ремонт и сборку реостатов.

Оборудование и приборы. Реостаты, набор инструментов, набор щупов 0,05...0,2 мм, смазка ЦИАТИМ-201, наждачная бумага, намоточный станок, конденсаторная бумага, тафтяная и киперная ленты, устройство для нагрузки выключателей током, синтетическое моющее средство (СМС).

Последовательность выполнения задания.

1. Выполнить разборку, ремонт и сборку реостата.
2. Провести послеремонтные испытания использованного оборудования.
3. Оформить отчет.

Методические указания.

Надежные мероприятия, обеспечивающие долговечность работы аппаратов, — техническое обслуживание и ремонт. Эти работы предусматривают: систематический осмотр аппаратов, очистку от грязи и пыли, осмотр и определение состояния распределительных шин, коммутационных проводов, контактных систем и степени их нагрева, электромагнитных систем и степени их нагрева; изоляционных и других элементов. В результате осмотра устанавливают степень повреждения и сроки ремонта. Как правило, всю аппаратуру ремонтируют в ремонтных подразделениях, кроме крупногабаритных щитов, пультов и сборок.

Аппарат, состоящий из неиндуктивного (омического) сопротивления и коммутирующего устройства, с помощью которого можно регулировать это сопротивление, называют реостатом.

В зависимости от назначения различают реостаты пусковые (для пуска электродвигателей), пускорегулировочные (для пуска и регулирования частоты вращения электродвигателей) и возбуждения (для регулирования напряжения

генераторов). Одним из основных элементов, определяющих конструктивное исполнение реостата, является материал, из которого выполнены его сопротивления (резисторы). Различают реостаты металлические, жидкостные и угольные. В реостате электрическая энергия превращается в тепло, которое отводится от резисторов путем их охлаждения. По способу охлаждения резисторов реостаты могут быть с воздушным, масляным или водяным охлаждением. В электроустановках промышленных предприятий применяют преимущественно реостаты с металлическими резисторами с воздушным или масляным охлаждением, что объясняется простотой их конструкции, возможностью применения в различных условиях работы, а также большой эксплуатационной надежностью. Подавляющее большинство пусковых и пускорегулировочных металлических реостатов общепромышленного назначения выполнены со ступенчатым включением резисторов.

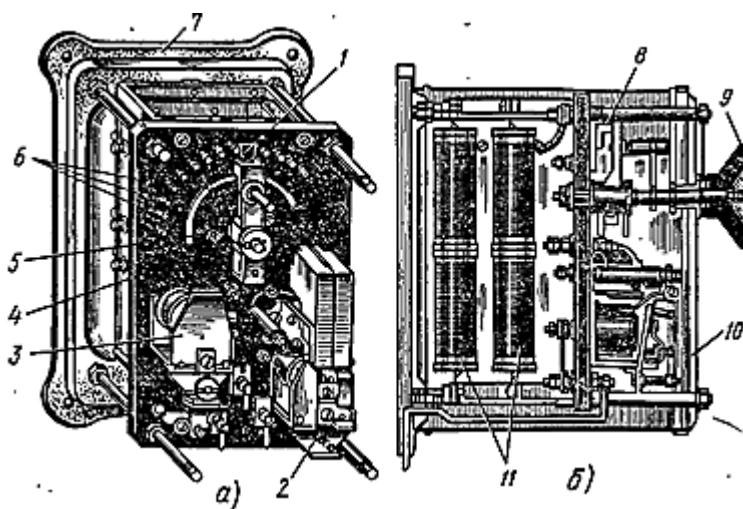


Рис. 1. Пусковой реостат постоянного тока:

а — вид спереди, б — вид сбоку; 1 — подвижный контакт, 2 — линейный контактор, 3 — максимальное реле, 4 — панель, 5 — контактная шина, 6 — неподвижные контакты ступеней резисторов, 7 — основание реостата, 8 — траверса, 9 — маховик привода, 10 — крышка, 11 — элементы сопротивления (резисторы)

Устройство пускового металлического реостата постоянного тока показано на рис. 1, а, б. Резисторы реостатов изготавливают из металлов, обладающих большим удельным электрическим сопротивлением, температурной стойкостью, механической прочностью и коррозионной устойчивостью. К этим металлам относят фехраль и нихром с удельными сопротивлениями 1,18 и 1,13 Ом $\times$ мм²/м и максимально допустимой температурой нагрева 850 и 1000 °С соответственно. Меньшим удельным электрическим сопротивлением (0,8 Ом $\times$ мм²/м) и более низкой допустимой температурой нагрева (400 °С) обладает чугун. Резисторы из чугуна широко применяют в реостатах различного назначения из-за простоты их изготовления (путем литья) и сравнительно низкой стоимости. Резисторы пусковых и пускорегулировочных реостатов чаще всего представляют собой набор рамочных элементов, обмотанных проволокой (рис. 2, а, б) или лентой, реже — литых чугунных (рис. 2, в). В ряде реостатов используют каркасные элементы с намотанной на них проволоочной спиралью (рис. 2, г). Металлические резисторы реостатов повреждаются очень часто.

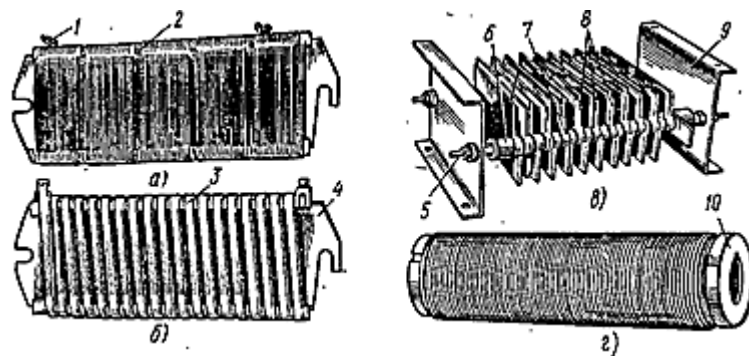


Рис. 177. Резисторы реостатов: а — рамочный из проволоки, б — рамочный из ленты, в — литой чугунный, г — каркасный; 1 — вывод, 2 — проволока, 3 — лента, 4 — рамка, 5 — изолированный стержень, 6 — изолятор пакета элементов, 7 — изоляционная межэлементная шайба, 8 — чугунные элементы, 9 — опорная стойка, 10 — трубчатый каркас из фарфора

В состав основных работ по ремонту реостатов входят разборка, ремонт или замена поврежденных резисторов, контактных частей, изолирующих деталей и механизма управления, сборка схемы соединений, сборка и регулировка отремонтированного реостата. Реостаты разбирают так, чтобы не повредить сохранившиеся резисторы, изолирующие детали и контактные устройства, пригодные для повторного использования. Затем тщательно осматривают все детали реостата и группируют их в исправные (пригодные для повторного использования без ремонта), частично поврежденные (пригодные к повторному использованию после ремонта) и непригодные (не восстанавливаемые путем ремонта). Мелкие детали (гайки, шайбы, винты) необходимо при разборке собрать в отдельную коробку или связать вместе и сохранить. При осмотре и ремонте реостатов РШН, РШМ и РП-2200, а также других типов, конструктивно аналогичных им, удаляют пыль и грязь со всех внутренних деталей аппарата, проверяют состояние зажимных винтов, контактов и контактных соединений. Ослабленные гайки креплений подтягивают, окислившиеся контактные поверхности зачищают напильником, нарушенные соединения восстанавливают и регулируют нажатие подвижного контакта на неподвижный на различных участках контактного хода (величина нажатия контактов должна быть в пределах 10 — 25 Н/см² в зависимости от габаритных размеров реостата). Затем проверяют целостность и исправность витков проволочных или ленточных резисторов, отсутствие касаний их витков между собой или с соседними резисторами, а также межрезисторных соединительных проводов между собой. Поврежденные резисторы ремонтируют или заменяют. При замене сгоревшего резистора надо на его место поставить точно такой же резистор. Зажимные хомуты на вновь установленном резисторе должны быть расположены так же, как на заменяемом. Распределение резисторов по ступеням необходимо сохранить. Отклонение сопротивления на любом контакторе реостата от расчетных или паспортных данных должно быть не более $\pm 10\%$.

При повреждении проволочного или ленточного резистора на небольшом участке рамочного элемента наматывают на этот участок необходимое количество витков проволоки или ленты соответствующей марки и сечения, а затем соединяют электродуговой сваркой с частью резистора, сохранившегося на рамке. Сварку производят электросварочными клещами, для чего накладывают внахлест свариваемые концы на расстоянии не менее 1 см, закрепляют их бандажом из 8—10

витков медной проволоки диаметром 3 — 0,5 мм, а затем вводят в дуговое пространство между угольными электродами клещей и держат в течение времени, необходимого для полного сплавления участка соединения. Поврежденные чугунные резисторы реостатов сварке не подлежат — их заменяют новыми. При ремонте реостатов всех типов особое внимание обращают на состояние их контактов: закопченные контакты промывают и протирают чистыми тряпками, слегка обгоревшие, — опиливают напильником так, чтобы снималось наименьшее количество металла контактов и предельно сохранялись их первоначальные геометрические формы, а сильно оплавленные — заменяют новыми.

Поврежденные электроизоляционные детали (изоляторы, втулки, шайбы, прокладки) заменяют новыми равноценными деталями. Допускается замена поврежденных деталей и резисторов реостата деталями, изготовленными из других материалов, если по электроизоляционным свойствам, теплостойкости, механической прочности и другим эксплуатационным качествам они не уступают заменяемым или превосходят их. Например, разрешается заменять стеатитовые изоляторы фарфоровыми, нихром марки А нихромом марки В или фехралем и т. п.

При частых включениях и отключениях реостатом снижается нажатие его контактов, что приводит к их обгоранию и быстрому выходу из строя. Для устранения этой неисправности отвертывают стопорный болт прижимного кольца реостата и, прижав с некоторым усилием подвижный контакт к неподвижному, вновь закрепляют стопорное кольцо болтом.

Соединяют отдельные резисторы или их группы, используя схему, имевшуюся до ремонта реостата или взятую из его паспорта.

В коммутирующих устройствах реостатов, где сплошное контактное кольцо соединяется с остальными контактами щеткой мостикового типа, проверяет и регулируют нажатие щетки на контакты всех ступеней. Нажатие щетки на контакты создается пружиной, расположенной над щеткой, и регулируется винтом (поворотом винта вправо нажатие увеличивается, а поворотом влево — уменьшается).

После выполнения всех операций ремонта проверяют непрерывность электрической цепи обмоток элементов сопротивления, правильность соединений схемы, надежность изоляции межрезисторных связей, плавность хода контактирующей щетки и правильность расположения упоров, ограничивающих пределы ее перемещения. При необходимости отремонтированный реостат подвергают испытанию: ток реостата не должен превышать значений, указанных в его паспорте, а перегрев резисторов при нагрузке допустимым током в течение 2 ч — 250 °С. Контакты отремонтированных реостатов с воздушным охлаждением покрывают тонким слоем технического вазелина во избежание их окисления во время хранения. Полностью отремонтированный реостат устанавливают в металлическом кожухе и прочно закрепляют.

Ремонт резисторов, контактов и коммутирующего устройства маслonaполненных реостатов выполняют аналогично ремонту реостатов с воздушным охлаждением. После ремонта маслonaполненного реостата (с масляным охлаждением) очищают бак от грязи, промывают, а затем заливают чистым сухим трансформаторным маслом, после чего опускают реостат в бак и закрепляют его.

Контрольные вопросы. 1. Какие возможны неисправности у рубильников? 2. Как заменяют плавкую вставку предохранителя? 3. В каком случае заменяют подвижные контакты пакетных выключателей? 4. Какие операции осуществляют при разборке кнопочных станций? 5. Какое сопротивление должна иметь изоляция между неподвижными контактами каждого пакета ключа управления? 6. Какой зазор должен быть между рычагами отключающего валика и бойком расцепителя автоматического выключателя? 7. Как выполнить ремонт катушки магнитного пускателя? 8. Как отремонтировать магнитопровод магнитного пускателя? 9. Какие возможны повреждения дугогасящих камер и каковы способы их устранения? 10. Каковы основные возможные повреждения РУ? 11. В проведении каких операций состоит проверка автоматических выключателей после ремонта?

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 18

Тема: Дефектация и ремонт контроллеров

Цель: освоить приемы дефектации и ремонта контроллеров. Изучить приемы выполнения текущего ремонта контроллеров.

Задание 1. Выполнить разборку, ремонт и сборку контроллеров.

Оборудование и приборы. Контроллеры, набор инструментов, набор щупов 0,05...0,2 мм, смазка ЦИАТИМ-201, наждачная бумага, намоточный станок, конденсаторная бумага, тафтяная и киперная ленты, устройство для нагрузки выключателей током, синтетическое моющее средство (СМС).

Последовательность выполнения задания.

1. Выполнить разборку, ремонт и сборку контроллеров.
2. Провести послеремонтные испытания использованного оборудования.
3. Оформить отчет.

Методические указания.

Надежные мероприятия, обеспечивающие долговечность работы аппаратов, — техническое обслуживание и ремонт. Эти работы предусматривают: систематический осмотр аппаратов, очистку от грязи и пыли, осмотр и определение состояния распределительных шин, коммутационных проводов, контактных систем и степени их нагрева, электромагнитных систем и степени их нагрева; изоляционных и других элементов. В результате осмотра устанавливают степень повреждения и сроки ремонта. Как правило, всю аппаратуру ремонтируют в ремонтных подразделениях, кроме крупногабаритных щитов, пультов и сборок.

Контроллером (управляющее устройство) называют аппарат, при помощи которого осуществляют пуск, регулирование скорости, реверсирование и остановку двигателей постоянного или переменного тока. Контроллер представляет собой многоступенчатое контактное переключающее устройство.

Контроллеры бывают трех типов:

- барабанные,
- кулачковые

- плоские.

Наибольшее применение в промышленности и электротранспорте получили барабанные и кулачковые контроллеры.

Барабанный контроллер применяют для управления электродвигателями мощностью до 60 кВт. Основной его частью является маховичный штурвал (рукоятка) с валом, на котором укреплены сегменты и траверса с контактными пальцами.

Вся контактная система закрыта металлическим кожухом и управляется с помощью рукоятки.

Преимущества и недостатки разных типов контроллеров

Барабанные контроллеры

Вследствие малой износостойкости контактов допустимое число включений контроллера в час превышает 240. При этом мощность запускаемого двигателя приходится снижать до 60% номинальной, из-за чего такие контроллеры применяются при редких включениях. Быстрый износ трущихся поверхностей контактов.

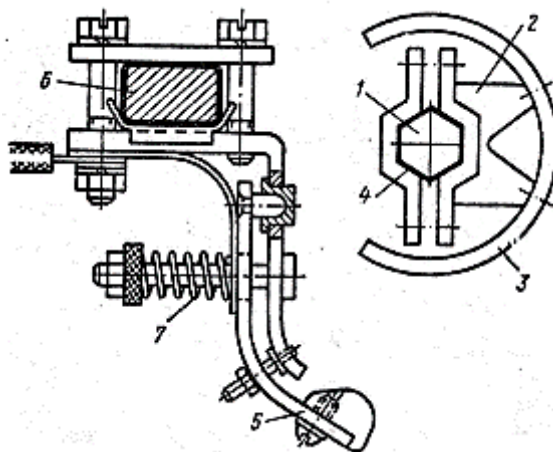


Рис.1 Контактный элемент барабанного контроллера.

На валу 1 укреплен сегментодержатель 2 с подвижным контактом в виде сегмента 3. Сегментодержатель изолирован от вала изоляцией 4. Неподвижный контакт 5 расположен на изолированной рейке 6. При вращении вала 1 сегмент 3 набегают на неподвижный контакт 5, чем осуществляется замыкание цепи. Необходимое контактное нажатие обеспечивается пружиной 7. Вдоль вала расположено большое число контактных элементов. На одном валу устанавливается ряд таких контактных элементов. Сегментодержатели соседних контактных элементов можно соединять между собой в различных необходимых комбинациях. Определенная последовательность замыкания различных контактных элементов обеспечивается различной длиной их сегментов.

Кулачковые контроллеры.

В контроллере используется перекатывающийся линейный контакт. Благодаря перекатыванию контактов дуга, загорающая при размыкании, не воздействует на поверхность контакта, участвующую в проведении тока в полностью включенном состоянии. Малый износ контактов позволяет увеличить число включений в час до 600 при продолжительности включения 60%.

Конструкция контроллера имеет следующую особенность: выключение происходит за счет выступа кулачка, а включение за счет силы пружины. Благодаря этому контакты удается развести даже в случае их сваривания.

Кулачковый контроллер.

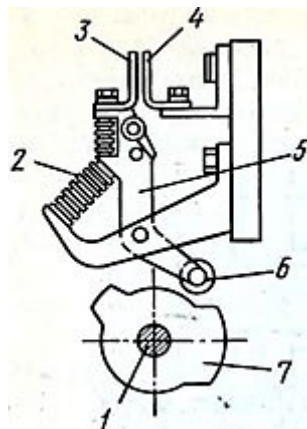


Рис.2 Схема работы контроллера кулачкового типа.

1 — вал, 2 — пружина, 3,4 — подвижный и неподвижный контакты, 5 — рычаг, 6 — ролик, 7 — кулачок

Внутри корпуса контроллера установлены вращающийся вал с кулачками и система нормально замкнутых контактов. Вал поворачивают с помощью рукоятки, установленной снаружи корпуса.

Контакты состоят из подвижной и неподвижной частей и закрыты искрогасителями.

При повороте вала кулачок 7 (рис. 2) своим выступом набегают на ролик 6 и действием тока электромагнит трехполюсного контактора притягивает подвижный якорь. Вследствие этого замыкаются связанные с якорем контакты 2, образующие двукратный разрыв главной цепи в каждой фазе, и блок-контакты 3. Двигатель будет пущен в ход.

При нажатии кнопки «Стоп» цепь управления размыкается, катушка освобождает якорь, а главные контакты 2 под действием пружин размыкают главную цепь.

Двигатель останавливается.

Ремонт контроллеров

При ремонте контроллеров необходимо:

- очистить напильником контактные поверхности.
- проверить состояние контактных и возвратных пружин; ослабленные пружины заменяют новыми.
- подтянуть все крепежные детали.
- У кулачковых контроллеров проверить легкость вращения роликов, прочность посадки кулачков на приводном валу, целостность гибких связей и прочность их соединений с наконечниками, укрепленными на токопроводах контактных элементов.
- После ремонта контроллер отрегулировать, добиваясь, чтобы во включенном положении контроллера неподвижные контакты плотно и с необходимым усилием прилегли к сегментам, а в отключенном положении между ними создавался зазор не менее 5-7 мм. Регулируют контакты ослаблением или подтягиванием гаек, крепящих пружины.

У отремонтированного и отрегулированного контроллера взаимное положение контактов должно соответствовать контроллерной диаграмме, чертеж которой обычно укреплен на внутренней стенке кожуха или крышки контроллера. Собранный и отрегулированный контроллер должен выдерживать не менее 20 циклов включений и отключений без каких-либо признаков разрегулировки или повреждений, препятствующих его нормальной работе.

Контрольные вопросы

1. Что такое контроллер?
2. Его функции.
3. Какие типы знаете?
4. Сделайте сравнительный анализ контроллеров.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 19

Тема: Дефектация и ремонт контакторов

Цель: освоить приемы дефектации и ремонта контакторов. Изучить приемы выполнения текущего ремонта контакторов.

Задание 1. Выполнить разборку, ремонт и сборку контакторов.

Оборудование и приборы. Контакторы, набор инструментов, набор щупов 0,05...0,2 мм, смазка ЦИАТИМ-201, наждачная бумага, намоточный станок, конденсаторная бумага, тафтяная и киперная ленты, устройство для нагрузки выключателей током, синтетическое моющее средство (СМС).

Последовательность выполнения задания.

1. Произвести дефектацию контактора, определив одновременность замыкания главных контактов, раствор, провал, начальное и конечное нажатие, относительную величину касания, проверить работу механической системы, измерить сопротивление изоляции катушки, состояние дугогасительных камер.
2. Составить акт дефектации, в котором указать: время и место проведения дефектации, тип дефектуемого оборудования, описание отмеченных дефектов, принятое решение по ремонту.
4. Составить отчет.

Методические указания.

Надежные мероприятия, обеспечивающие долговечность работы аппаратов, — техническое обслуживание и ремонт. Эти работы предусматривают: систематический осмотр аппаратов, очистку от грязи и пыли, осмотр и определение состояния распределительных шин, коммутационных проводов, контактных систем и степени их нагрева, электромагнитных систем и степени их нагрева; изоляционных и других элементов. В результате осмотра устанавливают степень повреждения и сроки ремонта. Как правило, всю аппаратуру ремонтируют в ремонтных подразделениях, кроме крупноразмерных щитов, пультов и сборок.

Контакты широко применяются в сетях постоянного и переменного токов промышленной и повышенной частот. Магнитные элементы контакторов постоянного тока выполняются из сплошных стальных заготовок, переменного-шихтованными из листовой электротехнической стали. По конструктивному исполнению магнитные системы контакторов выполняются либо с поворотным якорем клапанного типа, либо с прямоходным якорем броневого типа. При прохождении тока по обмотке электромагнита его сердечник намагничивается и притягивает якорь с закрепленным на нем подвижным контактом. Последний, касаясь неподвижного контакта, замыкает цепь. Для предотвращения вибрации магнитная система контакторов переменного тока имеют на магнитной системе короткозамкнутый виток.

Наибольшему износу при работе электрических аппаратов подвергаются их контакты. Восстановление контактных поверхностей (кроме посеребренных) осуществляют немедленно, если это грозит отказу, или во время текущего ремонта. Наплывы, неровности и копоты на контактных поверхностях удаляют напильником или стеклянной бумагой. При зачистке нужно стараться снимать как можно меньше металла. Изношенные контакты заменяются новыми, изготовленными из необожженной профильной меди. После ремонта или замены контактов проверяют их начальное и конечное нажатие, а у главных также провал и растворы. Полученные величины следует сравнить с табличными данными (например, см. табл.1).

Таблица 1. Нажатие и провалы контактов некоторых контакторов и контроллеров

Тип	Нажатие контактов, Н				Максимальный	
	начальное		конечное		провал контактов, мм	
	мин.	макс.	мин.	макс.	новых	старых
Контакторы						
КП-1	1,5	2,5	2,5	3,2	3,5	2,0
КП-2	7,8	9,81	14,6	19,6	3,0	1,0
КП-3	14,6	17,6	29,4	39,2	3,0	1,5
КП-502	8,8	10,8	17,6	21,6	3,5	1,5
КП-503	13,7	16,7	28,4	34,3	4,0	1,8
КП-504	31,4	39,2	63,7	77,5	5,5	2,5
КПДЗ-2	3,9	4,4	7,9	8,8	3,0	1,0
КПДЗ-3	9,8	11,8	14,7	17,7	3,0	1,5
КПДЗ-4	17,6	22,6	29,4	36,4	7,0	4,0
КП-523	13,7	16,7	28,4	34,3	4,0	1,8
КП-524	31,4	39,2	63,7	77,5	5,5	2,5
КТ-2	6,9	8,8	8,8	11,8	3,0	1,5
КТ-3	15,7	19,6	31,4	38,2	4,0	2,0
КТ-4	31,4	38,2	63,7	77,5	6,0	3,0
Контроллеры						
Барабанные	0,6	1,2	0,6	1,2	2-3	-

Кулачковые	0,6	0,7	1,2	1,4	2-6	-
------------	-----	-----	-----	-----	-----	---

Начальное нажатие соответствует разомкнутому положению контактов. Для определения этой величины между подвижным контактом и его держателем прокладывают полоску бумаги (фольги). Оттягивая подвижный контакт с силой F , динамометром фиксируют тот момент, когда бумага освобождается.

Конечное нажатие измеряют при замкнутых контактах, между которыми предварительно проложена полоска бумаги. Усилие, зафиксированное динамометром в момент, когда полоска бумаги свободно вытягивается, и будет искомой величиной нажатия.

Новые контакты в замкнутом положении должны иметь касание не менее, чем на 75% своей ширины. При этом подвижные контакты должны перекашиваться по неподвижным. Неодновременность касания у многополюсных аппаратов не должна превышать 0,5 мм.

Нажатие регулируется нажатием контактной пружины. При затяжке необходимо обращать внимание на то, чтобы между витками пружины оставались зазоры.

Небольшие отклонения от указанных в документации значений нажатия могут быть устранены подгибанием концов кронштейна контактодержателя. У пускателей типа ПН и ПМН такая регулировка возможна путем поворота контактодержателя относительно вала. Нажатие можно регулировать подкладкой шайб под пружины. Если последние все же не обеспечивают нужного нажатия, то их заменяют на новые. Уменьшение провала уменьшает нажатие, что, в свою очередь приводит к чрезмерному нагреву контактов.

Раствор контактов – максимальное расстояние между разомкнутыми контактами. В отремонтированном контакторе (пускателе) следует тщательно проверить крепление всех соединений. Подвижные части должны свободно, без заеданий и торможений перемещаться как при включении, так и при отключении. Гибкие соединения не должны касаться неподвижных частей и тормозить движение якоря (поворотного механизма).

Площадь касания определяется по отпечатку копировальной бумаги на белом листе при закладке их в место касания подвижной и неподвижной частей. Требуемой площади касания добиваются путем регулировки положения сердечника (подвижной части магнитопровода) и (или) шлифовкой плоскостей касания.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют типы электрических аппаратов?
2. Особенности дефектации контакторов постоянного и переменного тока.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 20

Тема: Дефектация и ремонт магнитных пускателей с тепловыми реле защиты и блок-контактами управления

Цель: освоить приемы дефектации и ремонта магнитных пускателей. Изучить приемы выполнения текущего ремонта магнитных пускателей.

Задание 1. Выполнить разборку, ремонт и сборку магнитных пускателей с тепловыми реле защиты и блок-контактами управления.

Оборудование и приборы. Магнитные пускатели с тепловыми реле защиты и блок-контактами управления, набор инструментов, набор щупов 0,05...0,2 мм, смазка ЦИАТИМ-201, наждачная бумага, намоточный станок, конденсаторная бумага, тафтяная и киперная ленты, устройство для нагрузки выключателей током, синтетическое моющее средство (СМС).

Последовательность выполнения задания.

1. Выполнить разборку, ремонт и сборку магнитных пускателей.
2. Провести послеремонтные испытания использованного оборудования.
3. Оформить отчет.

Методические указания.

Надежные мероприятия, обеспечивающие долговечность работы аппаратов, — техническое обслуживание и ремонт. Эти работы предусматривают: систематический осмотр аппаратов, очистку от грязи и пыли, осмотр и определение состояния распределительных шин, коммутационных проводов, контактных систем и степени их нагрева, электромагнитных систем и степени их нагрева; изоляционных и других элементов. В результате осмотра устанавливают степень повреждения и сроки ремонта. Как правило, всю аппаратуру ремонтируют в ремонтных подразделениях, кроме крупноразмерных щитов, пультов и сборок.

Магнитный пускатель является коммутационным аппаратом, позволяющий коммутировать мощные нагрузки постоянного и переменного тока, и предназначен для частых включений и отключений силовых электрических цепей.

Магнитные пускатели применяются в основном для пуска, останова и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей, однако, из-за своей неприхотливости они прекрасно работают в схемах дистанционного управления освещением, в схемах управления компрессорами, насосами, кран-балками, тепловыми печами, кондиционерами, ленточными конвейерами и т.д. Одним словом, у магнитного пускателя обширная область применения.

Принцип работы магнитного пускателя

Принцип работы очень простой: напряжение питания подается на катушку пускателя, в катушке возникает магнитное поле, за счет которого вовнутрь катушки втягивается металлический сердечник, к которому закреплена группа силовых (рабочих) контактов, контакты замыкаются, и через них начинает течь электрический ток. Управление магнитным пускателем осуществляется кнопками «Пуск», «Стоп», «Вперед» и «Назад».

Устройство магнитного пускателя

Магнитный пускатель состоит из двух частей: сам **пускатель** и **блок контактов** (Рис.1).

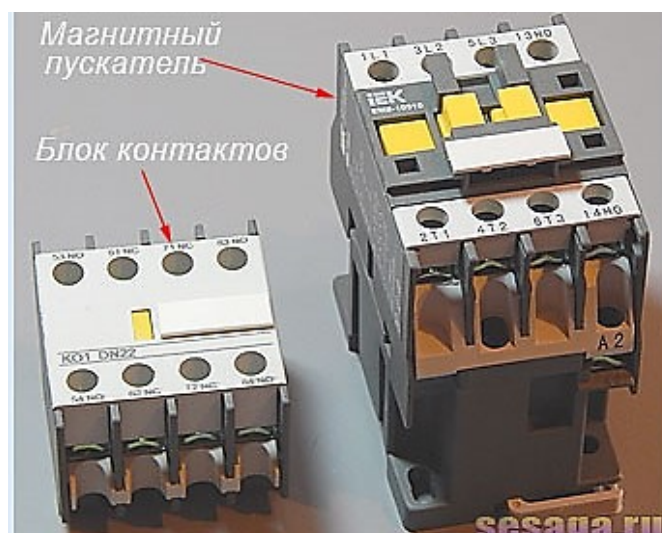


Рис.1 Устройство магнитного пускателя

Блок контактов не является основной частью магнитного пускателя и не всегда используется, но если пускатель работает в схеме где должны быть задействованы дополнительные контакты этого пускателя, например, реверс электродвигателя, сигнализация работы пускателя или включение дополнительного оборудования пускателем, то для размножения контактов, как раз, и служит блок контактов или, как его еще называют — приставка контактная.

Блок контактов или приставка контактная



Рис.2 Блок контактов или приставка контактная

Внутри блока контактов (приставки контактной) встроена подвижная контактная система, которая жестко связывается с контактной системой магнитного пускателя и становится с ним как бы одним целым. Крепится приставка в верхней части пускателя, где для этого предусмотрены специальные **ползья с зацепами** (Рис.3).



Рис.3 Соединение блока контактов с контактной системой магнитного пускателя

Контактная система приставки состоит из двух пар **нормально замкнутых** и двух пар **нормально разомкнутых** контактов.

На рисунке 4 схематично показана **кнопка** с парой контактов под номерами **1-2** и **3-4**, которые закреплены на вертикальной оси. В правой части рисунка показано **графическое** изображение этих контактов, используемое на электрических принципиальных схемах.

Нормально разомкнутый (NO) контакт в нерабочем состоянии всегда **разомкнут**, то есть, не замкнут. На рисунке 4 он обозначен парой **1-2**, и чтобы через него прошел ток контакт необходимо **замкнуть**.

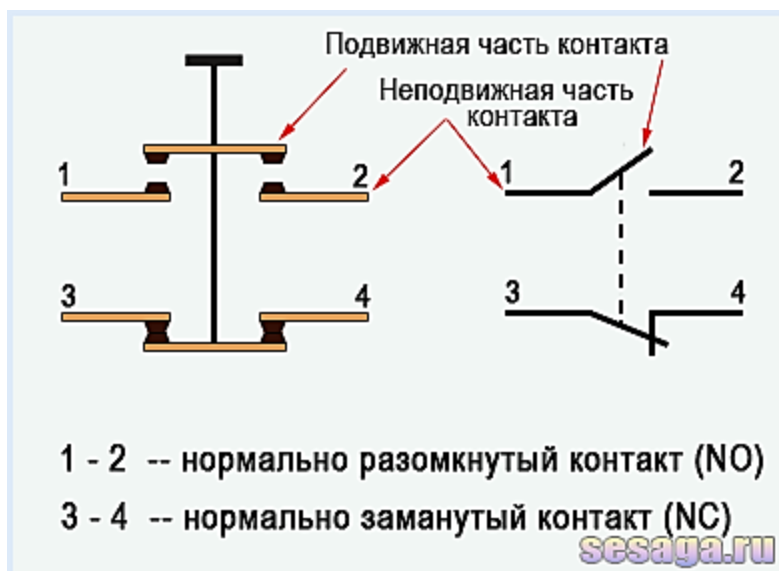


Рис.4 Нормально разомкнутый (NO) контакт в нерабочем состоянии

Нормально замкнутый (NC) контакт в нерабочем состоянии всегда **замкнут** и через него может проходить ток. На рисунке 5 такой контакт обозначен парой **3-4**, и чтобы прекратить прохождение тока через него, надо контакт **разомкнуть**.

Теперь, если нажать кнопку, то нормально разомкнутый контакт 1-2 **замкнется**, а нормально замкнутый 3-4 **разомкнется**. О чем показывает рисунок 5.

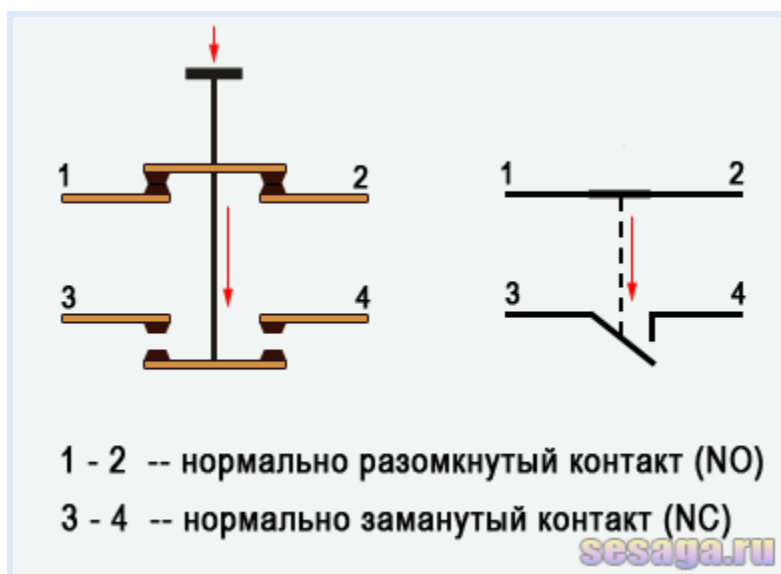
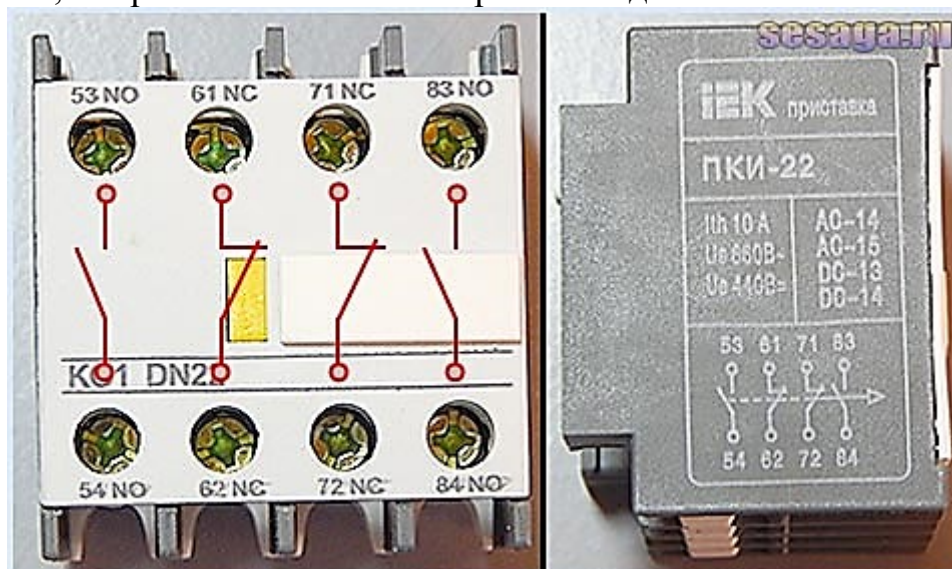


Рис. 5 Нормально замкнутый (NC) контакт в нерабочем состоянии

Таким образом у блока контактов в исходном состоянии, когда магнитный пускатель **обесточен**, нормально разомкнутые контакты **53NO–54NO** и **83NO–84NO** разомкнуты, а нормально замкнутые **61NC–62NC** и **71NC–72NC** замкнуты. Об этом говорит шильдик с номерами клемм контактов, расположенный на боковой стенке блока контактов, а стрелка показывает направление движения контактной группы.



Теперь, если на катушку пускателя подать напряжение питания, то сердечник потянет за собой контакты блока контактов и нормально разомкнутые **замкнутся**, а нормально замкнутые **разомкнутся**.

Фиксируется блок контактов на пускателе специальной защелкой. А чтобы блок снять, достаточно приподнять защелку и выдвигать блок в сторону защелки.



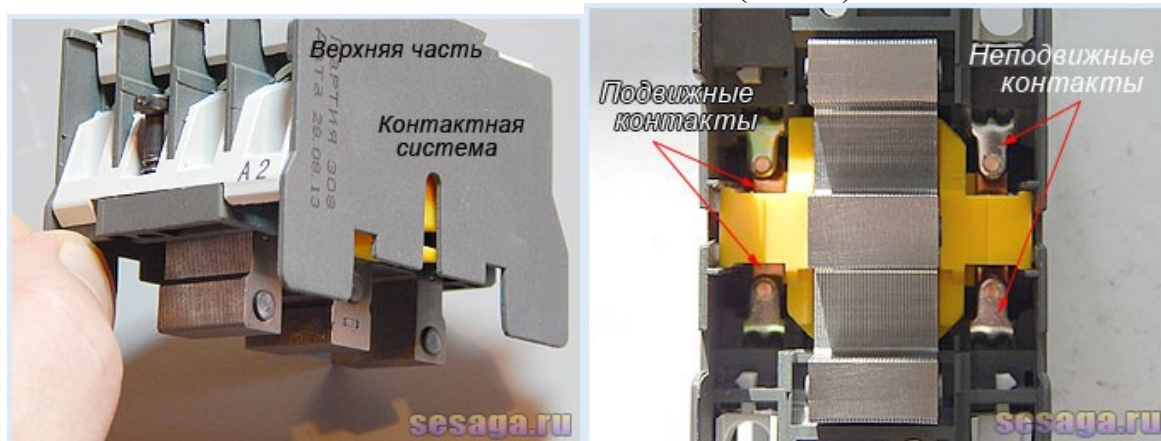
Магнитный пускатель

Магнитный пускатель состоит как бы из верхней и нижней части (Рис.6).



Рис. 6 Устройство магнитного пускателя

В верхней части находится подвижная контактная система, дугогасительная камера и подвижная половинка электромагнита, которая механически связана с группой силовых контактов подвижной контактной системы (Рис. 7).



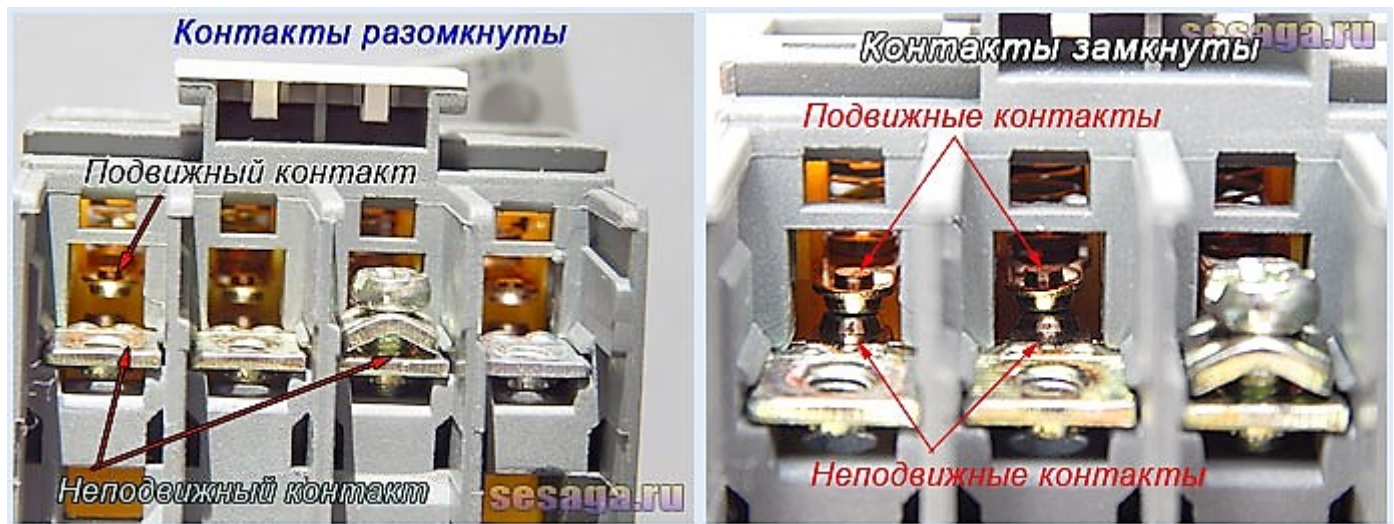


Рис. 7 Устройство верхней части магнитного пускателя

Нижняя часть пускателя состоит из катушки, возвратной пружины и второй половинки электромагнита (Рис.8). Возвратная пружина возвращает верхнюю половинку в исходное положение после прекращения подачи питания на катушку, тем самым, разрывая силовые контакты пускателя.



Рис. 8 Устройство нижней части магнитного пускателя

Обе половинки электромагнита набраны из Ш-образных пластин, сделанных из электромагнитной стали (Рис. 9). Это наглядно видно, если вытащить нижнюю половинку электромагнита.

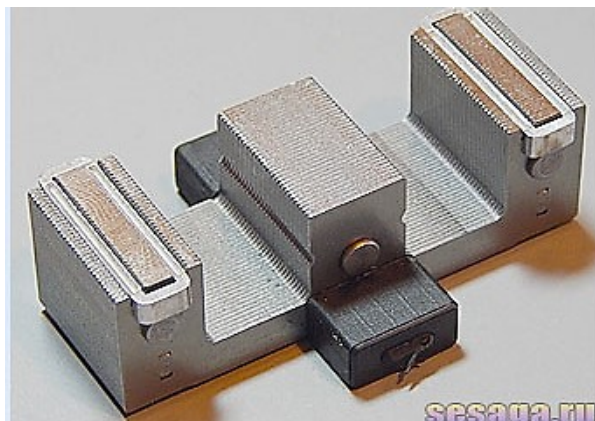


Рис. 9 Электромагнит

Катушка пускателя намотана медным проводом, и содержит N-ое количество витков, рассчитанное на подключение определенного питающего напряжения равного 24, 36, 110, 220 или 380 Вольт (Рис.10).

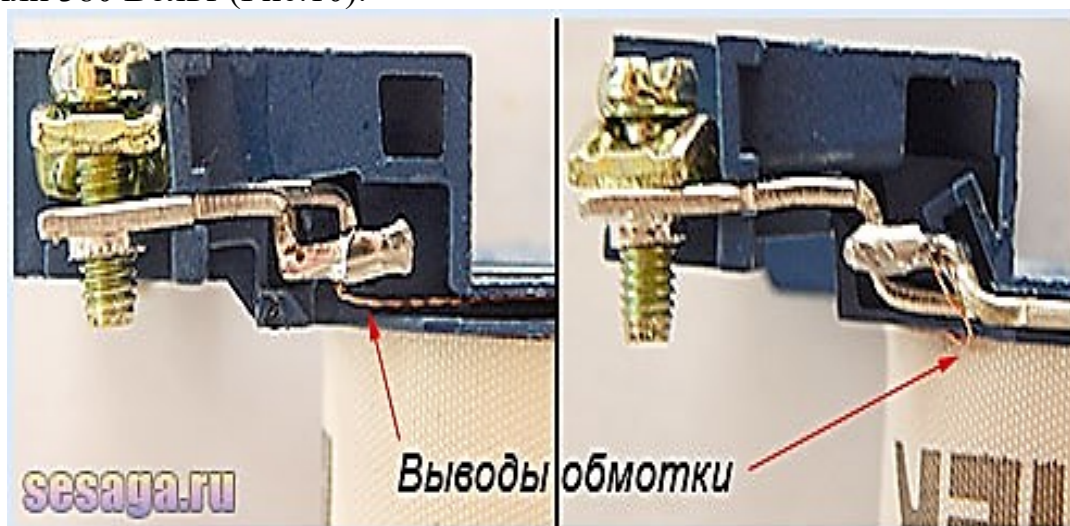


Рис. 10 Катушка пускателя

При подаче напряжения питания в катушке возникает магнитное поле и обе половинки стремятся соединиться, образуя замкнутый контур. Как только отключаем питание, магнитное поле пропадает, и верхняя часть возвращается возвратной пружиной в исходное положение.

Категории применения магнитных пускателей

Для характеристики коммутационной способности магнитных пускателей переменного тока установлены четыре категории применения, являющиеся стандартными: АС1, АС2, АС3, АС4. Каждая категория применения характеризуется значениями токов, напряжений, коэффициентов мощности или постоянных времени, условиями испытаний и других параметров, установленных ГОСТ Р 50030.4.1-2002.

Магнитные пускатели категории АС-1 рассчитываются на применение в цепях электропечей сопротивления и коммутируют только номинальный ток.

Магнитные пускатели категории АС-2 рассчитываются на пуск электродвигателей с фазным ротором и коммутируют ток $2,5 I_{ном}$.

Магнитные пускатели категории АС-3 рассчитываются на пуск электродвигателей с короткозамкнутым ротором и на отключение вращающихся электродвигателей и коммутируют ток $6-10 I_{ном}$.

Магнитные пускатели категории АС-4 рассчитываются на пуск электродвигателей с короткозамкнутым ротором и на отключение неподвижных или медленно вращающихся электродвигателей, они коммутируют токи $6-10 I_{ном}$.

Питание и характеристиками магнитных пускателей

На боковой стенке пускателя (Рис.11), так же, как и у блока контактов, нанесена информация об электрических параметрах пускателя и для удобства условно разделена на три сектора:

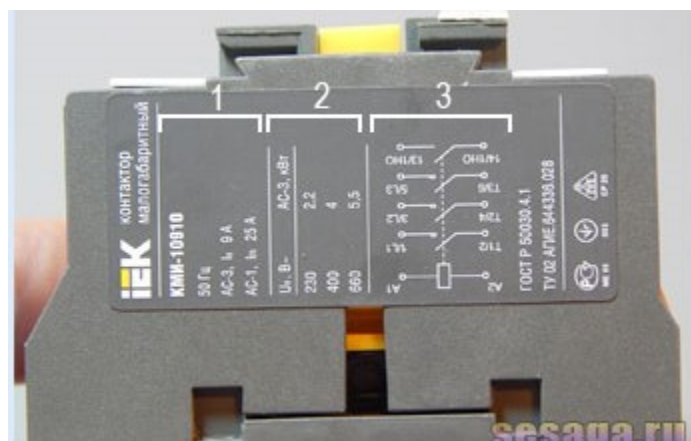


Рис. 11 Информация об электрических параметрах пускателя

Сектор №1

В первом секторе дана общая информация о пускателе и его область применения (Рис.12):

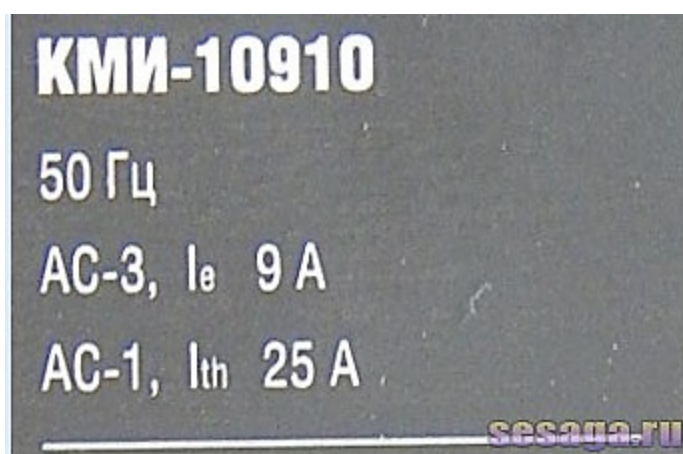


Рис. 12 Информация о пускателе и его область применения

50Гц – номинальная частота переменного тока, при которой возможна бесперебойная работа пускателя;

Категория применения AC-3 – двигатели с короткозамкнутым ротором: пуск, отключение без предварительной остановки.

Например, этот пускатель можно использовать для запуска и остановки асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, используемых в лифтах, эскалаторах, ленточных конвейерах, элеваторах, компрессорах, насосах, кондиционерах и т.д.

I_e 9А – номинальный рабочий ток. Это ток нагрузки, который в нормальном режиме работы может проходить через силовые контакты пускателя. В нашем примере этот ток составляет 9 Ампер.

Категория применения AC-1 – неиндуктивные или слабо индуктивные нагрузки, печи, сопротивления. Например: лампы накаливания, ТЭНы.

I_{th} 25А – условный тепловой ток ($t^{\circ} \leq 40^{\circ}$). Это **максимальный** ток, который контактор или пускатель может проводить в 8-часовом режиме так, чтобы превышение температуры его различных частей не выходило за пределы 40°C.

Сектор №2

В этом секторе указана номинальная мощность нагрузки, которую могут коммутировать силовые контакты пускателя, и которая характеризуется категорией применения АС3 и измеряется в кВт (Рис. 13).

Например, через контакты пускателя можно пропустить нагрузку мощностью 2,2 кВт, питающуюся переменным напряжением не более 230 Вольт.

$U_e, В\sim$	АС-3, кВт
230	2,2
400	4
660	5,5

Рис. 13 Информация о номинальной мощности нагрузки

Сектор №3

Здесь показана электрическая схема пускателя (Рис.14): катушка и четыре пары нормально разомкнутых контактов – три силовых (рабочих) и один вспомогательный. От катушки через все контакты проходит пунктирная линия, которая указывает, что все четыре контакта замыкаются и размыкаются одновременно.

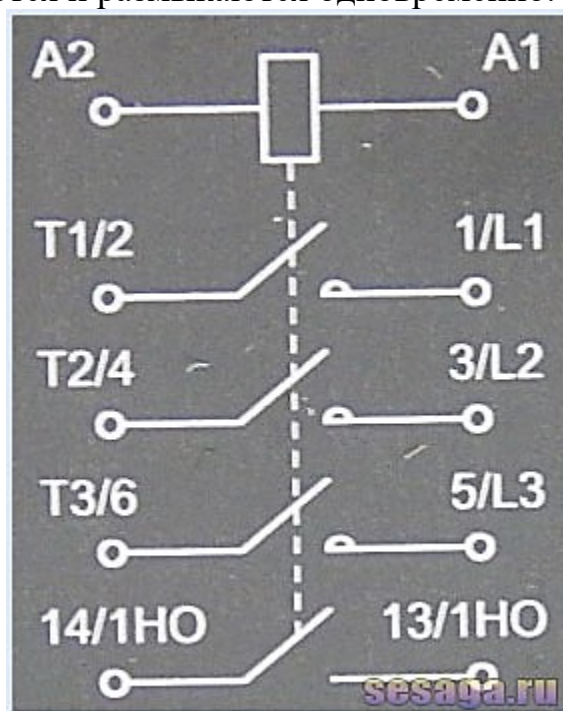


Рис. 14 Электрическая схема пускателя

Напряжение питания 220В подается на катушку через контакты, обозначенные как A1 и A2.

Устройство современных магнитных пускателей

Современные магнитные пускатели выпускают с двумя однотипными контактами от одного вывода катушки (Рис.15).

Их выводят с противоположных сторон, маркируют одинаковым буквенным и цифровым значением, и соединяют между собой проволочной перемычкой. В нашем случае это выводы с маркировкой **A2**. Все это сделано для удобства монтажа схемы. И если придется собирать схемы с участием магнитного пускателя, используйте оба эти контакта.

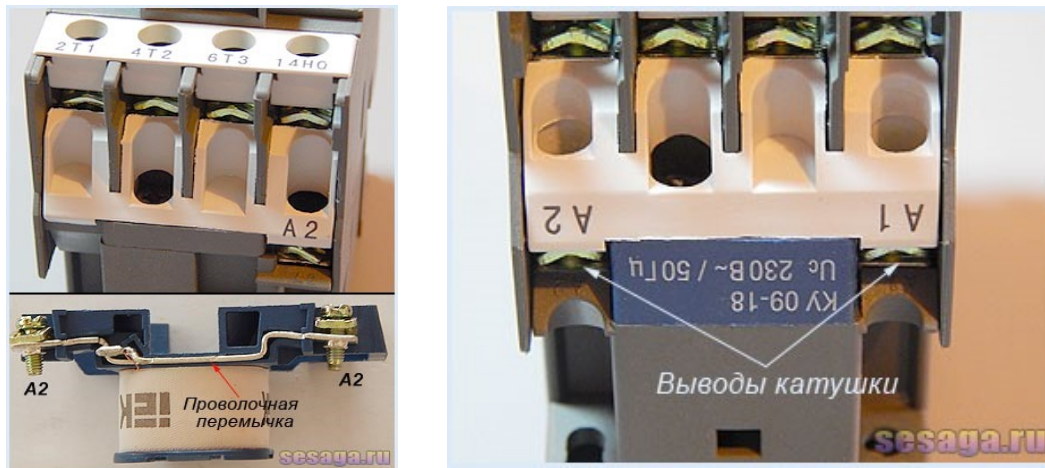


Рис. 15 Устройство современных магнитных пускателей

Контактная группа пускателя

Силовыми контактами являются три пары (Рис.16): **1L1–2T1**; **3L2–4T2**; **5L3–6T3** — к ним подключается нагрузка, которую Вы хотите запитывать через магнитный пускатель или контактор. Причем контакты **1L1**; **3L2**; **5L3** являются **входящими** — к ним подводится напряжение питания, а **2T1**; **4T2**; **6T3** являются **выходящими** — к ним подключается нагрузка. Хотя разницы здесь нет — что куда, но это считается за правило, чтобы можно было разобраться в монтаже другому человеку, не производившему монтаж.

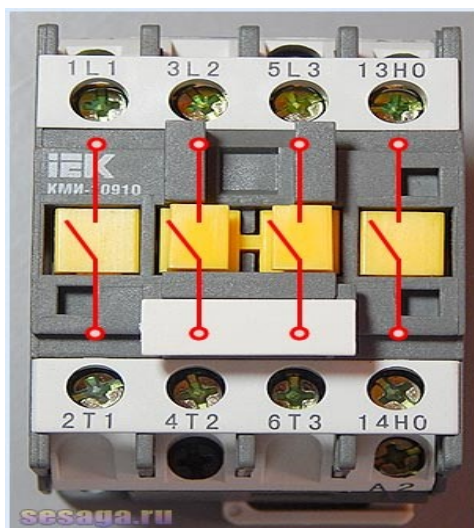


Рис. 16 Силовые контакты магнитного пускателя

Последняя пара контактов **13НО–14НО** является **вспомогательной** и эту пару используют для реализации в схеме самоподхвата пускателя. То есть, эта пара нужна, чтобы при включении в работу, например, двигателя, все время его работы не пришлось держать нажатой кнопку «Пуск».

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 21

Тема: Дефектация и ремонт автоматических воздушных выключателей

Цель: освоить приемы дефектации и ремонта воздушных выключателей. Изучить приемы выполнения текущего ремонта воздушных выключателей.

Задание 1. Выполнить разборку, ремонт и сборку воздушных выключателей.

Оборудование и приборы. Воздушные выключатели, набор инструментов, набор щупов 0,05...0,2 мм, смазка ЦИАТИМ-201, наждачная бумага, намоточный станок, конденсаторная бумага, тафтяная и киперная ленты, устройство для нагрузки выключателей током, синтетическое моющее средство (СМС).

Последовательность выполнения задания.

1. Выполнить разборку, ремонт и сборку воздушных выключателей.
2. Провести послеремонтные испытания использованного оборудования.
3. Оформить отчет.

Методические указания.

Надежные мероприятия, обеспечивающие долговечность работы аппаратов, — техническое обслуживание и ремонт. Эти работы предусматривают: систематический осмотр аппаратов, очистку от грязи и пыли, осмотр и определение состояния распределительных шин, коммутационных проводов, контактных систем и степени их нагрева, электромагнитных систем и степени их нагрева; изоляционных и других элементов. В результате осмотра устанавливают степень повреждения и сроки ремонта. Как правило, всю аппаратуру ремонтируют в ремонтных подразделениях, кроме крупноразмерных щитов, пультов и сборок.

Автоматический воздушный выключатель предназначен для автоматического отключения электрических цепей при возникновении в них токов перегрузки и короткого замыкания, а также при недопустимом снижении или полном исчезновении напряжения.

При ремонте контактов (обгорание, оплавление и изнашивание из-за высокой температуры электрической дуги, особенно при разрыве ими больших токов) откручивают винты крепления дугогасительных камер и осторожно их снимают. Закопченные стальные омедненные пластины решетки очищают от нагара щеткой, моют и протирают чистыми тряпками. Затем промывают и опиливают напильником слегка обгоревшие контакты выключателя, снимая с их рабочих поверхностей частицы оплавленной меди. С сильно оплавленных контактов напильником убирают наплывы меди, стараясь сохранить их форму. При уменьшении размеров контактов более чем на 30% их заменяют новыми.

В автоматических выключателях, которые часто включаются и выключаются, не только изнашиваются контакты, но и нарушается их регулировка. Это приводит к перегреву контактов при работе и выходу их из строя. Поэтому после ремонта контактов необходимо отрегулировать контактную систему. Это одна из важнейших операций ремонта, от которой зависит продолжительная нормальная работа выключателя.

В процессе регулировки контактной системы добиваются соприкосновения сначала главных, затем промежуточных и дугогасительных контактов, хотя очередность их включения при работе выключателя обратная. Соприкосновения главных контактов достигают, изменяя положение их держателей с помощью гаек, и промежуточных контактов сгибанием в нужном направлении плоской пружины, а дугогасительных - используя регулировочные гайки.

Контактная система регулируется так, чтобы в момент касания дугогасительных контактов зазор между подвижным и неподвижным промежуточными контактами был не менее 5 мм, а в момент касания промежуточных контактов зазор между главными контактами составлял не менее 2,5 мм. Провал (расстояние, на которое может сдвинуться плоскость соприкосновения включенных контактов, если убрать неподвижный контакт) главных контактов во включенном положении отрегулированного автоматического выключателя должен быть не менее 2 мм, а раствор (наименьшее расстояние между контактами в разомкнутом состоянии) дугогасительных контактов в отключенном положении выключателя - не менее 65 мм. При ремонте автоматического выключателя производят также проверку и регулировку начального и конечного нажатий его контактов. Начальное нажатие контактов — это усилие пружины в месте первоначального касания подвижных и неподвижных контактов, а конечное - усилие пружины в месте конечного касания контактов. Эти усилия замеряют специальным динамометром, поставляемым заводом-изготовителем вместе с выключателем. Усилия не должны отличаться от паспортных данных более чем на 10%.

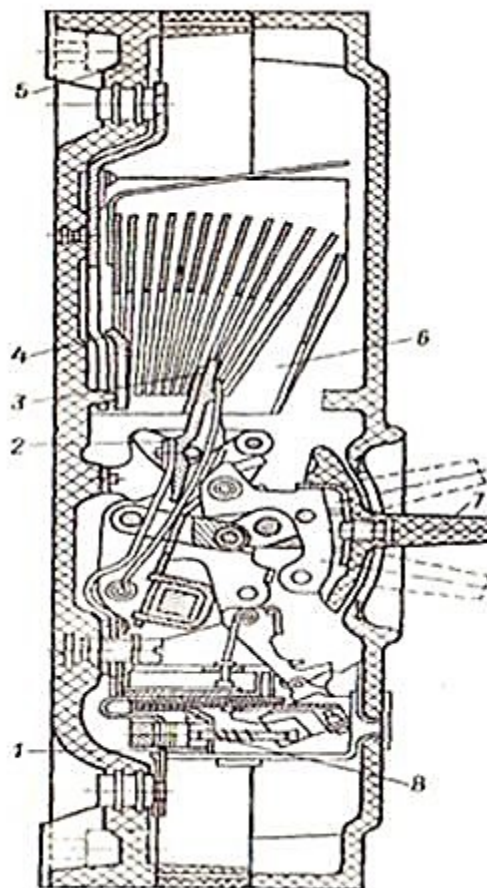
Проверяют также, правильно ли расположены рычаги на отключающем валике и есть ли необходимый зазор между рычагом валика и бойком расцепителя. Рычаги должны быть без перекосов и смещений, а зазор составлять 2-3 мм, иначе расцепитель не отключит выключатель при недопустимом снижении или полном исчезновении в питающей сети напряжения.

При ремонте автоматического выключателя подвергают проверке резисторы, плавкую вставку предохранителя, состояние контактов конечного выключателя и вспомогательных контактов. В отремонтированном выключателе проверяют легкость хода подвижных частей, отсутствие заеданий в механизме и касаний подвижных контактов стенок дугогасительных камер, для чего 10-15 раз медленно включают и выключают выключатель вручную. При установке отремонтированного выключателя необходимо убедиться в том, что соединяемые с ним провода, кабели или шины не создают недопустимых усилий на его контакты или выводы.

Качество ремонта выключателя определяют 15-20 циклами включений и выключений сначала под напряжением без нагрузки, а затем при 50% -й и полной номинальной нагрузках. Проверяют также работу всех расцепителей и устанавливают необходимые токи вставок максимальных расцепителей, после чего выключатели испытывают при номинальных нагрузках по программе и нормам завода-изготовителя.



Устройства автоматического выключателя и принцип его работы Описание принципа работы и устройства автоматического выключателя основано на примере модульного автомата (автоматического выключателя), как наиболее часто применяемого быту для управления и защиты от коротких замыканий и перегрузок электропроводки (рисунок 1). Корпус автоматического выключателя 1 выполнен из термостойкой пластмассы. Пластиковая рукоятка 2 служит для управления автоматом (включение или выключение). Фиксация автоматического выключателя на DIN-рейке производится защёлкой-фиксатором 3. Принцип работы автоматического выключателя следующий: при включении автомата напряжение, подаваемое на верхнюю винтовую клемму 4 проходит через биметаллическую пластину 6 (тепловое расцепление) и через обмотку соленоида 9, поступая на подвижный контакт 7. Далее, через неподвижный контакт 8, напряжение поступает на нижнюю винтовую клемму, к которой подключается "отходящий" провод - нагрузка. Защитное отключение автоматического выключателя происходит при срабатывании механизма расцепления, приводя к размыканию подвижного контакта 7. Механизм расцепления, в зависимости от силы проходящего тока может быть приведён в действие двумя способами:) при значительном резком увеличении тока, проходящего через автомат (короткое замыкание) образуется магнитное поле, которое втягивает сердечник, что приводит в действие механизм расцепления - это магнитное расцепление;) при прохождении через автоматический выключатель токов со значениями, превышающими допустимые, происходит нагрев биметаллической пластины 6, что приводит к её изгибу и, как и в первом случае - расцеплению контактов. Из-за больших токов, в обоих случаях при расцеплении контактов образуется дуга, поэтому для её нейтрализации в устройство автоматического выключателя обязательно входит дугогасительная камера 5, которая представляет собой набор металлических пластин особой формы, закреплённых параллельно. В качестве дополнительной защиты от прогорания корпуса автоматического выключателя применяется специальная металлическая пластина 10. Рассмотрим устройство наиболее часто применяемых автоматов А-3100.



Автомат А-3100

1- электромагнитный расцепитель; 2 - гибкое соединение; 3 и 4 - подвижный и неподвижный контакты; 5 - основание; 6 - пластины дугогасительной камеры; 7 - кнопка; 8 - тепловой расцепитель. Наиболее часто применяемые автоматы А-3100 имеют контактную систему, состоящую из подвижных 3 и неподвижных 4 контактов с напайками из металлокерамики. Подвижные контакты гибкими связями соединены с шинами электромагнитного 1 и теплового 8 расцепителей. Замыкание и размыкание контактов происходит с постоянной скоростью, не зависящей от скорости движения рукоятки автомата 7. Чем больше нагрузка, тем быстрее отключает автомат. Так, при перегрузке на 30-40% автомат срабатывает в течение часа, при перегрузке 200% - от 20 до 100 с в зависимости от типа автомата. Повторные включения автомата возможны после остывания теплового реле (через 3-4 мин). Электромагнитный расцепитель автомата служит для защиты сети от токов короткого замыкания и состоит из якоря с возвратной пружиной и сердечника, внутри которого расположена шина рабочего тока. Ток короткого замыкания создает в сердечнике сильное поле, под действием которого якорь перемещается и поворачивает отключающую рейку. Автомат при этом отключается мгновенно. Автоматы серии А-3100 выпускают рассчитанными на токи 50-600 А. Автоматические воздушные выключатели имеют разнообразные конструкции и выпускаются с независимым расцепителем для дистанционного управления (А-3100), с расцепителем минимального напряжения (А-3120), с электродвигательным приводом для включения (АВМ), селективные с часовым механизмом (АВ), с температурной компенсацией (АЕ, А-3700). Расцепители могут быть тепловыми, электромагнитными и комбинированными. В тепловых расцепителях для отключения автомата используют биметаллические пластинки. Комбинированный

расцепитель состоит из теплового и электромагнитного. Автомат с электромагнитным расцепителем имеет в каждой фазе электромагнитное реле максимального тока. В случае превышения тока в защищаемой цепи выше тока уставки автомата сердечник реле втягивается и через расцепитель действует как отсечка на отключение автомата. При длительных токах перегрузки, незначительно превышающих номинальные токи расцепителей, время отключения автоматического выключателя возрастает. Автоматические выключатели могут быть регулируемыми и нерегулируемыми и характеризуются номинальным напряжением и номинальным током, а их тепловые расцепители - номинальным током расцепителя и током уставки. К нерегулируемым автоматам относят выключатели серий А-3100, АЕ-1000, АЕ-2000, АК-68, АБ-25. Выключатели серий АП-50, А-3700, АВ, АВМ относят к регулируемым, и они имеют регулировочные устройства, с помощью которых можно изменять значение тока установки.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 22

Тема: Монтаж и техническое обслуживание кабеленесущих систем

Цель: привить навыки работы со слесарным и измерительным инструментом. Отработать на практике способы и приёмы монтажа кабеленесущих систем. Отработать навыки работы, взаимоотношения и способов продуктивного выполнения поставленной задачи с членами бригады.

Материально – техническое оснащение: слесарный и измерительный инструмент, технологическая карта (задание на практическую работу).

Дидактические материалы к уроку: Задание с чемпионата мира 2021г. по рабочим профессиям «Worldskills» в компетенции «Электромонтаж».

Ход занятия

I. Организационная часть. Проверить готовность к занятию – наличие средств индивидуальной защиты, исправного слесарного и измерительного инструмента, комплектации спецодежды согласно правилам техники безопасности. Раздать задание со схемой монтажа кабеленесущей системы, но без явного указания на размеры кабель-каналов, с указанием только углов наклона. (смотри технологическую карту). Поставить задачу обучающимся самим сориентироваться и определить необходимые размеры согласно координатным осям.

II. Целеполагание. Сообщить тему и цель урока: «Монтаж кабеле-несущих систем по стандартам Worldskills». Ознакомить обучающихся с профессиональными стандартами Worldskills по компетенции «Электромонтаж». Привить навыки работы со слесарным и измерительным инструментом.

III. Проверка домашнего задания. Устный опрос о способах работы со слесарным и измерительным инструментом.

- Каким инструментом и как должен выполняться отрез кабель-канала (ножовкой либо ножом электромонтажа с жёстким лезвием, отрез выполняется под углом 25° - 30° плавными движениями с минимальным давлением на полотно ножовки).

- Какими видами инструмента можно измерить и отложить размерность угла? (транспортир, лазерный угломер, слесарный угольник). Рассмотрите задание на технологической карте со схемой монтажа кабеленесущей системы как вы можете определить размеры кабель-каналов, с указанием только углов наклона?

IV. Вводной инструктаж по технике безопасности. Инструкция по охране труда для участников производственного обучения по стандартам (WorldSkills Russia) компетенция «Электромонтаж».

Рабочий процесс

1. Показ и разъяснения обучающимся технологии и порядка производства работ согласно технологической карте.

Кабель-канал представляют собой конструкцию, состоящую из 2 частей основания и крышки. Крышка вставляется в специальные пазы основания и надежно соединяется с ним. Такая конструкция позволяет быстро сделать демонтаж или нарастить сеть при ее модернизации. Для монтажа трассы различной конфигурации электромонтажные короба снабжаются специальными аксессуарами (заглушками, переходами, стыкам и т.д.). Это позволяет углы, стыки, различные переходы и отводы выполнить в эстетическом плане красиво, что позволят не портить интерьер. Аксессуары совместимы с определенным типом короба, подбираются в зависимости от пути прокладки открытой проводки. Выбор конкретного изделия зависит от следующих факторов: назначения помещения; места установки; цвета; размера; типа замка. Для разных типов помещения, в зависимости от места установки, выбирается свой тип кабель-канала: для промышленных предприятий и для наружной установки, обычно, изготовленные из алюминия или стали; для установки в частных владениях, офисах, квартирах – из пластика ударопрочного, самозатухающего. Металлические изделия, более надежны в плане огнестойкости, чем изготовленные из ПВХ, поэтому их применяют при создании систем оповещения и охранно-пожарной сигнализации, контроля доступа, наружного видеонаблюдения. Алюминиевые кабель-каналы в процессе эксплуатации не подвергаются коррозии, стальные же требуют бережного отношения (любая царапина приведет со временем к окислительным процессам, что негативно скажется на его внешнем виде и прочности). Цвет изделия подбирают в зависимости от дизайна помещения, цвета наружной стены здания или стараются выбрать такой, который будет гармонировать с ними.

Выбор размера, количества секций зависит от диаметра прокладываемых проводников и их количества. Всегда подбирают изделие с некоторым запасом, чтобы можно было, в случае прокладки дополнительных коммуникаций, воспользоваться имеющейся магистральной трассой.

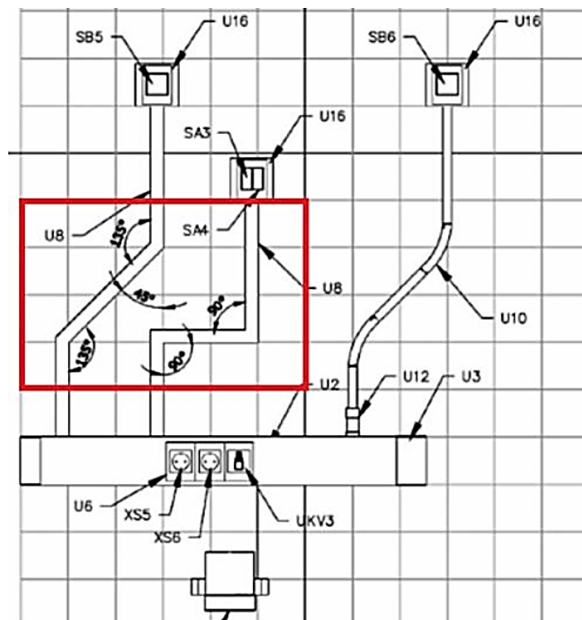
Замки у кабель-каналов могут быть самыми разными. Это зависит от технологии производства, принятой на предприятии-изготовителе. Выбирать нужно тот, который без особых усилий хорошо защелкивается, а операции открытия, закрытия можно производить неоднократно. Это облегчает не только монтаж, но и демонтаж. Также необходимо помнить, что кабель-канал с двухсторонней защелкивающейся крышкой, лучше, чем с крышкой, которая открывается в одну сторону.

Прежде чем приступить к монтажу изделия необходимо выполнить следующие операции: предварительно выполнить схему будущей трассы с учетом особенностей ее прокладки. Это поможет определиться с количеством кабель –каналов, необходимыми для ее прокладки аксессуарами, фурнитурой; определиться с материалом стен, на которые будут устанавливаться монтажные короба; определиться с размерами кабель-канала (как вариант их может быть несколько). Здесь большую помощь окажет принципиальная электрическая схема; произвести разметку.

Для выполнения этих операций необходимо подготовить следующий инструмент, приспособления и материалы: линейку; уровень, карандаш или маркер; стуло столярное; дрель или шуруповерт; ножовку по металлу; перфоратор; сверло Ø 6 мм; молоток; крепежные изделия, включая жидкие гвозди. Крепление зависит от поверхности. Основные способы: саморезами по дереву — для помещений, стены или перегородки которых выполнены из дерева или гипсокартона; саморезами по металлу – к металлическим основаниям; дюбель-гвоздями – к бетону, блокам или кирпичу; жидкими гвоздями – к гладким поверхностям, таким как кафельная плитка или металл. Алгоритм установки короба, следующий: обесточить объект, выключив входной автомат; выполнить разметку прямо по поверхностям, где будет крепиться основание; нарезать короба на необходимую длину; снять крышку; закрепить основание.

Внимание необходимо уделить углам. Сделать их нужно безукоризненно с применением специальных накладок. Проложить провода в основание, следя за тем, чтобы они не переплетались, надежно их закрепить; закрыть основание крышкой, установить накладные розетки и выключатели, если это предусмотрено схемой; включить подачу электроэнергии на объект; проверить работоспособность. Монтаж кабель-канала для прокладки слаботочных и силовых проводников открытым способом, является самым дешевым и не трудоемким способом снабжения объекта электричеством, который можно выполнить самостоятельно, не прибегая к услугам специалистов. Сделать это можно при наличии базовых знаний по электротехнике, безопасности труда и при умении пользоваться необходимым инструментом и приборами.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА



Ход работы:

1. Нанесение координатных осей на рабочую поверхность.
2. Определение и нанесение разметки под монтаж кабеленесущих каналов согласно полученного задания.
3. Подготовка и отрезание кабель-каналов необходимых размеров согласно заданию.
4. Определение градуса наклона и отрез кабель-каналов согласно заданию.
5. Удаление заусенцев на срезах кабель-каналов.
6. Монтаж кабель-каналов под заданным углом на плоскости согласно заданию.
7. Проверка выполненной работы согласно заданию.
8. Сделайте вывод по практической работе.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 23

Тема: Выбор и монтаж проводников к элементам управления. Подключение.

Цель: приобрести практические навыки по монтажу электрической схемы управления исполнительным механизмом с равнозначных мест управления.

Задание 1. Выполнить монтаж и подключение элементов управления

Элементы управления:

Одноклавишные, двухклавишные и проходные выключатели. Предназначены для коммутации цепей управления освещением.

Кнопки. Предназначены для подачи команд управления технологическим оборудованием.

Концевые выключатели. Предназначены для коммутации электрических цепей управления переменного и постоянного тока под воздействием управляющих упоров в определенных точках пути контролируемого объекта.

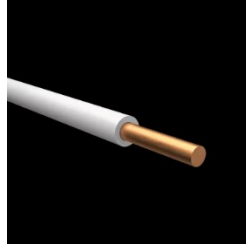
Кнопки управления с фиксацией и переключатели. Предназначены для оперативного управления контакторами (магнитными пускателями) и реле автоматики в электрических цепях.

Кабельная продукция для подключения элементов управления

Сечение. Управляющие цепи выполняются проводом сечением 1,5 мм². Силовая часть — проводами не менее 2,5 мм².

Виды

Моножильный провод первого класса ПВ1



Для стационарной прокладки осветительных и силовых цепей, а также для электрических установок и монтажа электрооборудования.

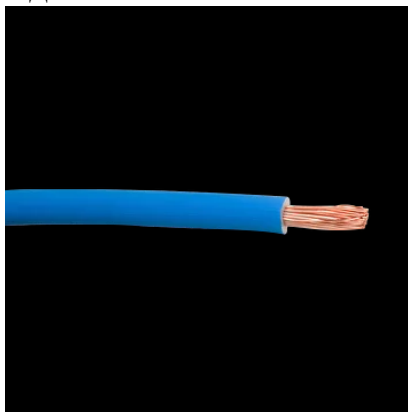
Многожильный провод ПВ3

Используется в устройствах, в которых часто происходят перегибы проводов, появляются ударные воздействия при прокладке кабелей, возникают вибрации, шумы, перепады давления.

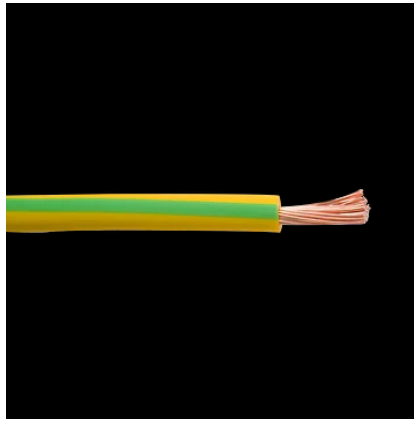


Цвета

Проводами синего цвета прокладывается ноль.



Проводами желто-зеленого цвета выполняется защитное заземление.



Проводами черного, красного, белого, коричневого цвета выполняется коммутация фаз.



Инструменты и материалы:

Кнопочный пост с тремя кнопками

Клипсы 20 мм, 2 шт.

Отрезок гофрированной трубы 20 мм

Сигнальные лампы, 2 шт.

Белый провод сечением 1,5 мм²

Синий провод сечением 1,5 мм²

Четырехжильный кабель сечением 1,5 мм²

Карандаш

Рулетка

Шуруповерт с установленной битой

Ступенчатое сверло

Устройство для снятия изоляции с проводников

Набор наконечников

Обжимное устройство

Шлицевая отвертка

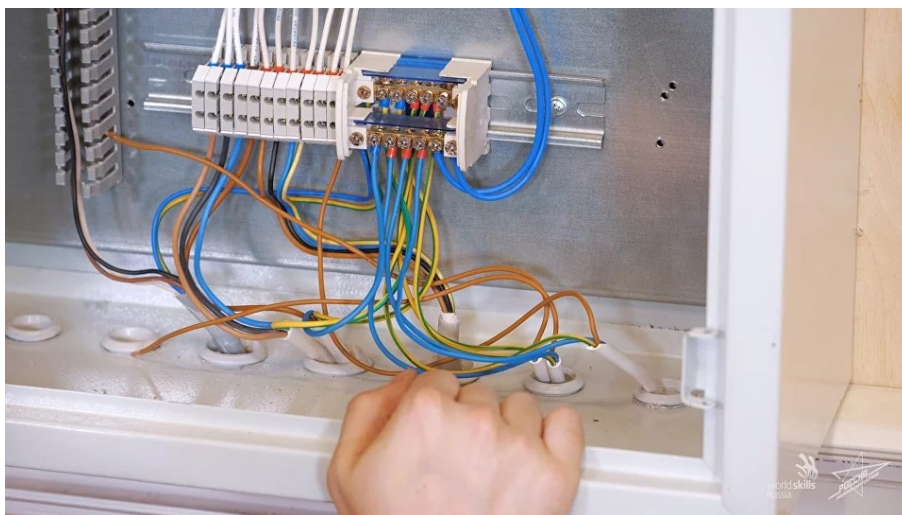
Монтаж кнопочного поста

1. Производим разметку под кнопочный пост.
2. Сверлим отверстие в кабельном канале под гофрированную трубу.
3. Устанавливаем клипсы и закрепляем в них гофрированную трубу.
4. Вводим трубу в основание кнопочного поста и устанавливаем его.
5. Устанавливаем кнопки в крышку кнопочного поста.
6. Протягиваем кабель в кнопочный пост и укладываем в кабельный канал.
7. Снимаем оболочку с кабеля и зачищаем провода. Изготавливаем перемычки.
8. Подключаем провода к кнопкам в соответствии со схемой.

9. Прикручиваем крышку кнопочного поста к основанию.

Подключение кабелей к щиту

1. Заводим все кабели в щит и снимаем с них оболочки.
2. Подключаем вводной кабель. Укладываем его фазные жилы в перфорированный кабельный канал, подгоняем длины проводников и зачищаем их.
3. Три фазы подключаем к вводному автомату.
4. Нейтральный и РЕ-проводник подключаем к кросс-модулю.
5. Фазные проводники остальных кабелей подключаем к клеммной колодке.
6. Все защитные, а затем и нейтральные проводники подключаем к кросс-модулю.



Установка сигнальных ламп

1. Устанавливаем лампы в отверстия на дверце щита.
2. Подключаем фазные провода к лампам. Перед этим отмеряем нужную длину провода, отрезаем, зачищаем и обжимаем его.
3. Через переключку подключаем нейтральный провод.
4. Подключаем сигнальные лампы параллельно светильникам к клеммникам. Светильники будут дублировать индикацию сигнальных ламп.
5. Нейтральный провод подключаем к кросс-модулю.
6. Закрепляем провода на хомуты с самоклеющимися площадками.
7. После подключения всех кабелей закрываем крышки перфорированного кабельного канала в щите.

В кнопочном посту установлены и подключены выключатель, кнопка и концевой выключатель. Они надежно закреплены в соответствии с монтажной схемой. Теперь мы можем включать и выключать светильник, производить пуск и остановку работы двигателя.



Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 24

Тема: Выбор и монтаж проводников к элементам нагрузки. Подключение

Цель: изучение методов выбора проводов и кабелей для подключения электроприемников, выбора источников питания для электроснабжения групп электроприемников.

Задание 1. Для заданной схемы выбрать источники питания.

Задание 2. Произвести проверку выбранных источников питания.

Задание 3. Выбрать провода и кабели.

Выбор проводников

Условие допустимого нагрева. В нормальном режиме нагрев провода или кабеля не должен превышать допустимого. Для этого выбор сечения кабелей производят по таблицам ПУЭ, в которых приводятся значения сечений и соответствующие им допустимые длительные токи $I_{\text{дл. доп.}}$ для проводов и кабелей различных конструкций.

$$I_{\text{доп. пров}} \geq I_p;$$

где I_p – расчетный ток линии;

Значения допустимых длительных токов указаны для определенных (нормальных) условий работы проводов и кабелей и их прокладки, При отклонении от этих условий значения допустимых длительных токов, приведенные в таблицах, должны быть умножены на приводимые в ПУЭ поправочные коэффициенты, учитывающие характер нагрузки (при повторно-кратковременном и кратковременном режиме работы ЭП), отклонение температуры окружающей кабель среды от расчетной, количество совместно проложенных проводов и кабелей и тепловые характеристики грунта, в котором проложен кабель.

Условия обеспечения нормального напряжения на зажимах электродвигателей и других ЭП. В нормальном режиме сечение и длина кабеля должны обеспечивать

отклонение напряжения на зажимах ЭП не более $\pm 5\%U_H$. Падение напряжения в проводе или кабеле определяется по выражению:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_p \times L \times (r_{уд} \times \cos\varphi + x_{уд} \times \sin\varphi) \times 10^{-3} \times \frac{100\%}{U_H},$$

где I_p - расчетный ток линии, А;

L – длина линии, м;

φ - угол нагрузки, градус;

$r_{уд}$, $x_{уд}$ - удельные активное и индуктивное сопротивления линии, мОм/м.

Подключение

Вводу любой электроустановки (ЭУ) в эксплуатацию предшествуют приемо-сдаточные испытания электрооборудования. Все показатели должны соответствовать установленным нормам и стандартам, описанным в нормативных документах. Что же важно проверить перед первым запуском ЭУ?

Проверка металlosвязи.

Проверка металlosвязи происходит в определенном порядке.

1. Визуальный осмотр, в ходе которого все сварные соединения слегка простукиваются с целью проверки их механической прочности.
2. Проверка имеющихся болтовых или клеммных контактов на качество их затяжки и отсутствие каких-либо видимых повреждений: сколов, трещин и пр.
3. Измерение переходного сопротивления каждого из имеющихся контактов. При этом показатели не должны превышать 0,05 Ом. Исследуемая на металlosвязь цепочка включает контактные клеммы главной заземляющей шины, на которой замыкается РЕ-проводник, заземляющие шины оборудования, а также точки присоединения к заземлителю.

Для проведения измерений сопротивления металlosвязи применяется миллиомметр, использующий четырехпроводную схему измерения сопротивления.

Измерение сопротивления изоляции

Необходимо произвести измерение сопротивления изоляции между:

- фазами,
- фазами и проводником защитного заземления,
- нулем и проводником защитного заземления.

Для проведения измерения сопротивления изоляции проводников используется мегаомметр.

Для электроустановок с напряжением 0,4 кВ измерения проводятся постоянным током при напряжении 500 В. Длительность измерений зависит от длины кабелей и сведения к минимуму емкостных токов и токов поглощения. Иногда измерение может достигать десятков минут.

Проверка безопасности ЭУ и ввод ее в эксплуатацию

Техника безопасности при выполнении работ

Все применяемые средства индивидуальной защиты должны пройти проверку и испытания.

Необходимое оснащение.



Силовой разъем
для вводной
вилки



Силовой разъем
для силовой
розетки



Мультифункциональный
тестер



Переходники
для щупов, 2 шт.



Диэлектрические
перчатки



Диэлектрический
коврик



Трехфазный
асинхронный
двигатель

Проверка переходного сопротивления цепи

1. Устанавливаем подготовленные разъемы в вводную вилку и силовую розетку.
2. Включаем тестер в режиме миллиомметра. Подключаем первый щуп тестера к РЕ-проводнику вводного разъема. Для удобства используем переходник в виде «крокодильчика».
3. Вторым щупом прикасаемся к проверяемым элементам. После подключения к заземленному элементу нажимаем на кнопку «Тест». Она есть на панели тестера и на щупе.

Что необходимо проверить:

- непрерывность металlosвязи от вводной вилки до РЕ-проводника силовой розетки,
- непрерывность металlosвязи от вводной вилки до РЕ-шины кросс-модуля,
- корпус и дверцу щита,
- бытовую розетку,
- проволочный лоток,
- светильники.

Проверка сопротивления изоляции

1. Переключаем тестер в режим мегаомметра и выставляем напряжение 500 В.

Важно

При проверке сопротивления изоляции нужно использовать диэлектрические перчатки и коврик

2. Производим измерение сопротивления изоляции вводного кабеля. Первый щуп остается подключенным к РЕ-проводнику вводного разъема. Второй щуп подключаем

ко второму проводнику проверочного разъема. Нажимаем на кнопку «Тест».

Нормированное значение — более 0,5 МОм.

3. Включаем все автоматы в щите. Аналогично производим измерение от силового разъема до верхних клемм контакторов, расположенных в щите.

4. Производим замер сопротивления изоляции от силовой розетки до нижних клемм контакторов. Подключаем прибор к подготовленному проверочному разъему для силовой розетки: первый щуп — к желто-зеленому проводу, второй щуп — к фазному проводу. Нажимаем на кнопку «Тест».

Важно

Если полученное значение больше 0,5 МОм, то электроустановка допускается к подаче напряжения

Проверка работоспособности электроустановки

1. Подключаем двигатель к силовой розетке.

2. Подаем напряжение на ввод, включая вводной и групповой автоматы.

3. Производим пуск двигателя в разных направлениях и его остановку.

4. Проверяем работу теплового реле. Для этого запускаем двигатель в любом направлении и нажимаем кнопку «Тест» на тепловом реле.

5. Проверяем работоспособность бытовой розетки.

При визуальном осмотре не были обнаружены повреждения или ошибки коммутации, способные нанести вред оборудованию и безопасности окружающих. Переходное сопротивление цепи заземления не превысило 0,05 Ом. Сопротивление изоляции проводов больше 0,5 МОм. Соответственно, электроустановка безопасна для подачи напряжения.

Контрольные вопросы

1. Маркировка проводов и кабелей.

2. Условия выбора проводов и кабелей.

3. Когда выполняется выбор сечения провода или кабеля по уставке защитного аппарата?

4. В каких случаях для питания электроприемников следует использовать распределительные шкафы?

5. В каких случаях для питания электроприемников следует использовать шинопроводы?

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

1) Номер, тема и цель работы.

2) Ход работы.

3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 25

Тема: Выбор и монтаж проводников к элементам коммутации. Подключение.

Цель: приобрести практические навыки по монтажу электрической схемы управления исполнительным механизмом с равнозначных мест управления.

Задание 1. Выполнить монтаж и подключение элементов коммутации.

Для включения и выключения света нужен выключатель, а для подачи электричества на технологическое оборудование — кнопки. И то, и другое является элементами коммутации (управления).

Что относится к элементам коммутации (управления).

Одноклавишные, двухклавишные и проходные выключатели

Предназначены для коммутации цепей управления освещением.

Кнопки

Предназначены для подачи команд управления технологическим оборудованием.

Концевые выключатели

Предназначены для коммутации электрических цепей управления переменного и постоянного тока под воздействием управляющих упоров в определенных точках пути контролируемого объекта.

Кнопки управления с фиксацией и переключатели

Предназначены для оперативного управления контакторами (магнитными пускателями) и реле автоматики в электрических цепях.

Монтаж и подключение элементов управления

Техника безопасности при выполнении работ

Для защиты рук от травм используем перчатки, для защиты глаз — очки.

Инструменты и материалы.



Монтаж проводов на панелях щитов

Обычно заводы выпускают панели щитов в смонтированном виде. Однако при реконструкции вторичных устройств приходится выполнять монтаж проводов на заводских резервных панелях или на панелях, полностью поставляемых на месте установки.

Существуют следующие способы монтажа проводов на панелях:

- 1) с жестким креплением проводов к панели;
- 2) на перфорированных профилях и дорожках;
- 3) воздушными пакетами без крепления проводов к панели;
- 4) в коробах.

Последние два способа наиболее прогрессивны, они получили наибольшее распространение.

Первый способ с жестким креплением проводов к панели сейчас почти не применяется, поэтому рассматривать его не будем. В своей практике вы можете встретиться с таким видом крепления.

Прокладка проводов на перфорированных профилях и дорожках

Этот способ прокладки проводов относится к виду монтажа с жестким креплением, но основанием служит не панель, а перфорированные профили или дорожки. Провода прокладывают по прокладкам из электрокартона или лакоткани, отделяющим потоки проводов от металлического перфорированного основания. Их крепят к основанию при помощи полосок-пряжек. Вместе крепления на поток проводов накладывают дополнительную изоляцию.

Перфорированные профили применяют в местах гибких связей (например, в местах переходов потоков проводов с неподвижных панелей на подвижные) и крепят к панели электросваркой.

На перфорированных дорожках выполняют открытую однослойную прокладку широких потоков проводов. Перфорированные дорожки обходятся очень дешево, так как их изготавливают из отходов заводов, применяющих для изделий большое количество листового перфорированного металла. Провода можно прокладывать на дорожках отдельно от панелей в мастерских. На монтажной площадке остается исполнить монтаж — это навесить готовые потоки проводов, смонтированные на перфорированных дорожках.

Прокладка проводов воздушными пакетами

Этот способ монтажа относится к категории свободной прокладки проводов. Его часто применяют при монтаже коротких потоков (при монтаже проводов, перемычек между близстоящими на панелях аппаратами и приборами, при разводке проводов и жил контрольных кабелей).

Прокладка проводов воздушными пакетами исключает трудоемкую работу по разметке и сверлению панелей, создается экономия в расходовании электрокартона и лакоткани. Так как воздушный пакет имеет недостаточную жесткость, то для устранения этого недостатка пакеты проводов собирают вокруг стальных прутков или крепят к натянутым отрезкам стальной проволоки (струнам).

На коротких участках монтаж проводов воздушными пакетами состоит из разматывания проводов с бухты и их правки, отмеривания и отрезания проводников необходимой длины, комплектования нарезанных проводов в пакет прямоугольной, чаще круглой формы, закрепление его временными бандажами из изоляционной ленты, крепления проводов в пакете и снятия временных бандажей. Провода в пакете закрепляют монтажной лентой с кнопками.

Для формирования длинных пакетов проводов на стальном прутке, предварительно следует изготовить каркас, сделанный из стального прутка диаметров 5 – 6 мм. Этот каркас изолируют двумя слоями лакоткани. Заготовленные провода укладывают вокруг каркаса так что образуется пакет круглой формы и закрепляют полосками-пряжками.

Электробезопасность

Безопасность имеет абсолютный приоритет в области электрических щитов. В целях безопасности практически везде предписано заземление металлических частей на электрооборудовании.

Причина вполне понятна – если произойдет ошибка (например, если часть электрического щита окажется под напряжением), может быть нанесен вред здоровью людей. И именно щит должен обеспечивать защиту от прикосновения к такому опасному напряжению.

В случае низковольтных электрических щитов должно выполняться заземление, к которому подключается весь металлический каркас и части щита, находящиеся под угрозой оказаться под напряжением.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 26

Тема: Выбор и монтаж проводников к однофазному электродвигателю переменного тока. Пробный пуск.

Цель: практически изучить схему автоматического управления пуска и торможения однофазным электродвигателем и приобрести практические навыки в сборке этой схемы.

Задание 1. Собрать схему подключения двигателя с пусковой обмоткой.

Задание 2. Собрать схему подключения однофазного конденсаторного двигателя.

Схемы подключения однофазных асинхронных двигателей.

С пусковой обмоткой

Для подключения двигателя с пусковой обмоткой потребуется кнопка, у которой один из контактов после включения размыкается. Эти размыкающиеся контакты надо будет подключить к пусковой обмотке. Такая кнопка — это ПНВС. У нее средний контакт замыкается на время удержания, а два крайних остаются в замкнутом состоянии.



Внешний вид кнопки ПНВС и состояние контактов после того, как кнопка «пуск» отпущена»

Сначала при помощи измерений определяем какая обмотка рабочая, какая — пусковая. Обычно вывод от мотора имеет три или четыре провода.

Рассмотрим вариант с тремя проводами. В этом случае две обмотки уже объединены, то есть один из проводов — общий. Берем тестер, измеряем сопротивление между всеми тремя парами. Рабочая имеет самое меньшее сопротивление, среднее значение — пусковая обмотка, а наибольшее — это общий выход (меряется сопротивление двух последовательно включенных обмоток).

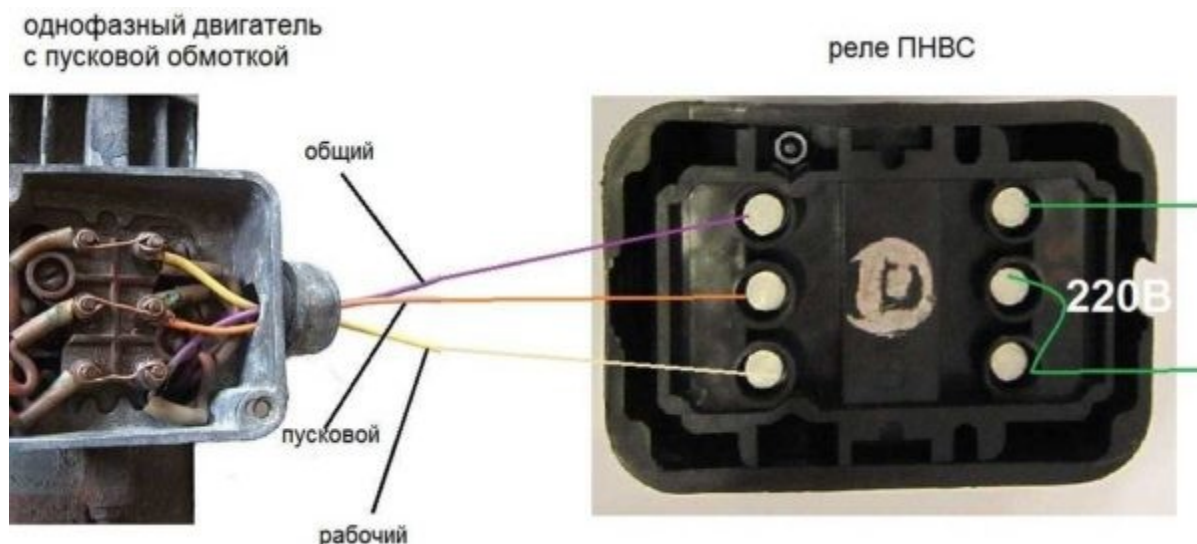
Если выводов четыре, они звонятся попарно. Находите две пары. Та, в которой сопротивление меньше — рабочая, в которой больше — пусковая. После этого

соединяем один провод от пусковой и рабочей обмотки, выводим общий провод. Итого остается три провода (как и в первом варианте):

- один с рабочей обмотки — рабочий;
- с пусковой обмотки;
- общий.

С этими тремя проводами и работаем дальше — используем для подключения однофазного двигателя.

Со всеми этими:

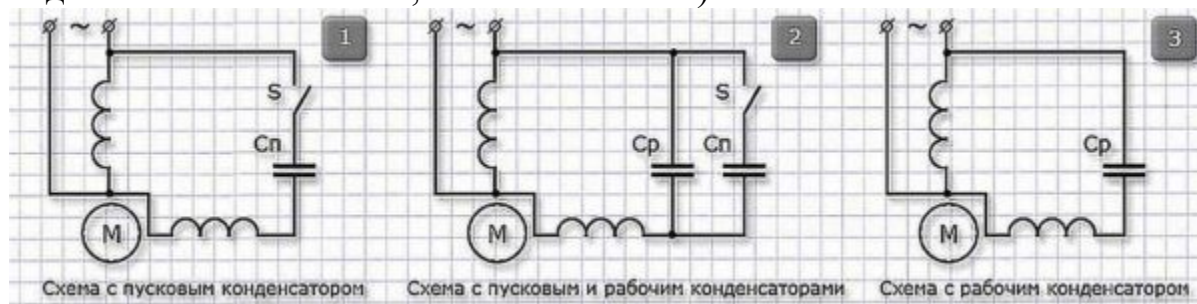


Подключение однофазного двигателя с пусковой обмоткой через кнопку ПНВС
подключение однофазного двигателя.

Все три провода подключаем к кнопке. В ней тоже имеется три контакта. Обязательно пусковой провод «сажаем на средний контакт (который замыкается только на время пуска), остальные два — на крайние (произвольно). К крайним входным контактам ПНВС подключаем силовой кабель (от 220 В), средний контакт соединяем перемычкой с рабочим (обратите внимание! не с общим). Вот и вся схема включения однофазного двигателя с пусковой обмоткой (бифилярного) через кнопку.

Конденсаторный

При подключении однофазного конденсаторного двигателя есть варианты: есть три схемы подключения и все с конденсаторами. Без них мотор гудит, но не запускается (если подключить его по схеме, описанной выше).

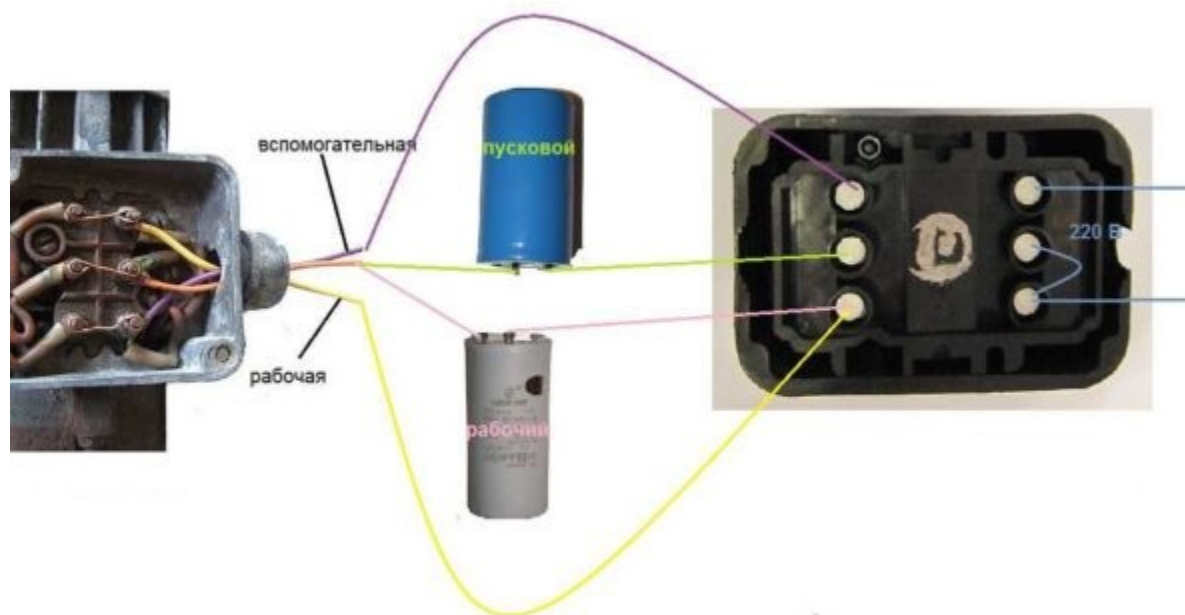


Первая схема — с конденсатором в цепи питания пусковой обмотки — хорошо запускаются, но при работе мощность выдают далеко не номинальную, а намного ниже. Схема включения с конденсатором в цепи подключения рабочей обмотки дает обратный эффект: не очень хорошие показатели при пуске, но хорошие рабочие

характеристики. Соответственно, первую схему используют в устройствах с тяжелым пуском (бетономешалки, например), а с рабочим конденсором — если нужны хорошие рабочие характеристики.

Схема с двумя конденсаторами

Есть еще третий вариант подключения однофазного двигателя (асинхронного) — установить оба конденсатора. Получается нечто среднее между описанными выше вариантами. Эта схема и реализуется чаще всего. Она на рисунке выше в середине или на фото ниже более детально. При организации данной схемы тоже нужна кнопка типа ПНВС, которая будет подключать конденсатор только не время старта, пока мотор «разгонится». Потом подключенными останутся две обмотки, причем вспомогательная через конденсатор.



Подключение однофазного двигателя: схема с двумя конденсаторами — рабочим и пусковым

При реализации других схем — с одним конденсатором — понадобится обычная кнопка, автомат или тумблер. Там все соединяется просто.

Подбор конденсаторов

Есть довольно сложная формула, по которой можно высчитать требуемую емкость точно, но вполне можно обойтись рекомендациями, которые выведены на основании многих опытов: рабочий конденсатор берут из расчета 70-80 мкФ на 1 кВт мощности двигателя; пусковой — в 2-3 раза больше.

Рабочее напряжение этих конденсаторов должно быть в 1,5 раза выше, чем напряжение сети, то есть, для сети 220 вольт берем емкости с рабочим напряжением 330 В и выше. А чтобы пуск проходил проще, для пусковой цепи ищите специальный конденсатор. У них в маркировке присутствует слова Start или Starting, но можно взять и обычные.

Изменение направления движения мотора

Если после подключения мотор работает, но вал крутится не в том направлении, которое вам надо, можно поменять это направление. Это делают, поменяв обмотки вспомогательной обмотки. Когда собирали схему, один из проводов подали на

кнопку, второй соединили с проводом от рабочей обмотки и вывели общий. Вот тут и надо перекинуть проводники.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 27

Тема: Выбор и монтаж проводников к трехфазному электродвигателю переменного тока. Пробный пуск.

Цель: практически изучить реверсивную схему автоматического управления пуска и торможения противовключением трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором и приобрести практические навыки в сборке этой схемы.

Оборудование: Стенд, набор инструментов электромонтера, асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, автоматический выключатель АЕ 2016 10НУЗ, магнитный пускатель ПМЕ-124 УЗВ, кнопочный пост ПКЕ 212-3УЗ, сигнальные лампы, кабель четырехжильный, провод одножильный.

Теоретические сведения

Магнитным пускателем называется электромагнитный аппарат, предназначенный для дистанционного и автоматического управления асинхронными короткозамкнутыми электродвигателями переменного тока. Они также могут использоваться для включения и выключения цепей переменного и постоянного тока различного назначения.

Наиболее широкое применение нашли пускатели серии ПА, ПМЕ (серия П устарела и снята с производства). В этих пускателях за счет совершенствования конструкции достигнута большая частота включений (600 включений в час) по сравнению с пускателями серии П (150 включений в час). Пускатели этих серий не разрешается использовать во взрывоопасной среде – на шахтах и фабриках, опасных по газу и пыли (газ метан на шахте, угольная пыль на угольных шахтах и фабриках).

Пускатели серии ПА, ПМЕ выпускаются на токи до 150 А, т.е. этот ток ограничивается коммутационными способностями главных или силовых контактов.

По этому свойству пускатели выпускаются шести величин (с 1 по 6), контакты которых рассчитаны на токи 15, 20, 50, 75, 100, 150 ампер. Кроме буквенного обозначения пускатель имеет цифровое (три цифры). Первая цифра указывает на величину (габарит, типоразмер) пускателя в соответствии с вышеуказанным. Вторая цифра означает исполнение пускателя. Пускатели выпускаются в трех исполнениях: 1 – открытое (устанавливаются в шкафах управления в незапыленной среде); 2 – защитное, затрудняющее случайное прикосновение к токоведущим частям; 3 – пылеводозащищенное (для установки в пыльных помещениях – дробильных цехах фабрик, а также во влажных и водообильных цехах).

Третья цифра указывает на функцию пускателя: 1-2 – не реверсивные пускатели, 3-4 – реверсивные; кроме того, в пускателях могут устанавливаться тепловые реле для

защиты электрических двигателей - цифры 2-4 указывают на наличие установленных тепловых реле; 1-3 – отсутствие тепловых реле.

Магнитный пускатель – это электромагнитное устройство (см. практическую работу № 25), состоит из электромагнитной системы и системы электрических контактов.

Электромагнитная система включает в себя магнитопровод и катушку.

Магнитопровод (обычно прямоугольного сечения) набирается спрессованным пакетом из пластин электротехнической стали определенного профиля (например, 0-образного). Магнитопровод состоит из неподвижной части, называемой сердечником и подвижной – якоря. Якорь механически связан изоляционным материалом с подвижными электрическими контактами.

На сердечнике пускатели устанавливается катушка (обмотка) – это большое количество витков тонкого эмалевого провода.

Система электрических контактов состоит из главных или силовых контактов, включаемых, а цепь питания двигателя и вспомогательных или блокировочных контактов для блокирования каких-либо устройств от включения (выключения) и других целей (например сигнализация).

Для управления магнитным пускателем обычно используют кнопочный пост, содержащий две или три кнопки с пружинным возвратом. Кнопочный пост может быть расположен на значительном расстоянии от пускателя и электрического двигателя.

Одна кнопка должна быть с размыкающими контактами (кнопка «стоп») и одна или две с замыкающими контактами (кнопке «пуск» – «вперед» и «назад»).

Кроме того, как указывалось выше, пускатели могут комплектоваться тепловыми реле. Магнитная система, контакты, тепловые реле смонтированы на одном общем основании и заключены в металлический корпус.

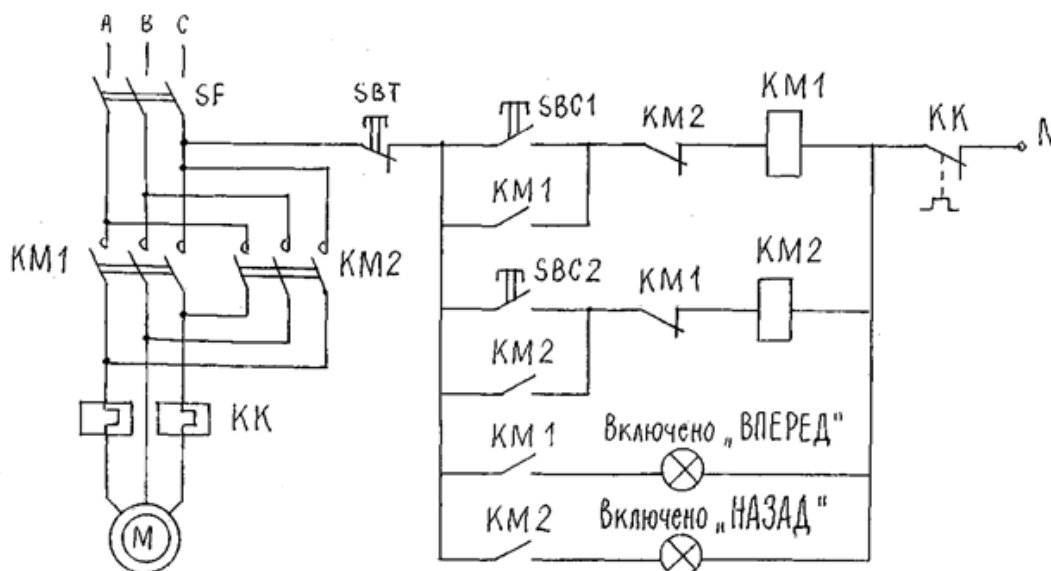


Рисунок 1 - Принципиальная электрическая схема управления

На рисунке 1 показана принципиальная электрическая схема включения асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором через реверсивный магнитный пускатель. При включении кнопки SBC1 катушка контактора KM1 получает питание по цепи:

фаза С, кнопка KST, замыкаемый нижний контакт кнопки КМ1, замкнутый верхний контакт кнопки КМ2, катушка КМ1, нулевой провод. Контактор КМ1 сработает и замкнет силовые контакты КМ1 в силовой цепи, и двигатель включится. При включении кнопки SBC2 питание на двигатель поступает через контакты КМ2 контактора КМ2 («Назад»), вследствие чего произойдет переключение двух фаз, питающих обмотки статора.

Задание:

- 1) Внимательно изучить инструкцию.
- 2) Ознакомиться со схемой управления реверсивного магнитного пускателя.
- 3) Проверить исправность магнитных пускателей ПМЕ.
- 4) Проверить кнопочные посты.
- 5) Проверить тепловое реле ТРН.
- 6) Собрать схему управления электродвигателя.
- 7) Перевести рычаг трехполюсного автоматического выключателя во включенное положение, его контакты замыкаются, схема готова к работе.
- 8) Запуск вперед. Нажимаем кнопку ВПЕРЕД. Цепь питания обмотки магнитного пускателя КМ1 замыкается, якорь катушки втягивается, замыкает силовые контакты КМ1 и вспомогательный нормально-открытый контакт КМ1, который шунтирует кнопку ВПЕРЕД.

Одновременно вспомогательный нормально-замкнутый контакт КМ1 размыкает цепь управления магнитным пускателем КМ2, блокируя тем самым возможность запуска реверса двигателя.

Три питающих фазы в последовательности А, В, С подаются на обмотки двигателя, и он начинает вращаться вперед.

Отпускаем кнопку ВПЕРЕД, она возвращается в исходное нормально-разомкнутое состояние. Теперь питание на обмотку пускателя КМ1 подается через замкнутый вспомогательный контакт КМ1. Двигатель запущен и вращается вперед.

- 9) Останов двигателя из положения ВПЕРЕД

Для остановки двигателя или для запуска в другую сторону, необходимо сначала нажать кнопку СТОП. Питание цепи управления размыкается. Якорь магнитного пускателя КМ1 под действием пружины возвращается в исходное состояние. Силовые контакты размыкаются, отключая питающее напряжение от электродвигателя.

Двигатель останавливается.

- 10) Реверс двигателя. Чтобы запустить двигатель в обратном направлении, нажимаем кнопку НАЗАД.

Питание подается на обмотку пускателя КМ2. Он срабатывает, замыкая силовые контакты КМ2 в цепи питания двигателя, и вспомогательный контакт КМ2, который шунтирует кнопку НАЗАД. Одновременно с этим, другой вспомогательный контакт КМ2 разрывает цепь питания пускателя КМ1.

На обмотки двигателя подаются три фазы в порядке С, В, А, он начинает вращаться в другую сторону.

Отпускаем кнопку НАЗАД. Она возвращается в исходное положение, но питание на обмотку пускателя КМ2 продолжает поступать через замкнутый вспомогательный контакт КМ2. Двигатель продолжает вращаться в обратном направлении.

- 11) Останов двигателя из положения НАЗАД. Для останова повторно нажимаем кнопку СТОП. Цепь питания обмотки пускателя КМ2 размыкается. Якорь

возвращается в исходное положение, размыкая силовые контакты КМ2. Двигатель останавливается. Одновременно с этим, вспомогательные контакты КН возвращаются в исходное состояние.

12) Отпускаем кнопку СТОП, схема готова к следующему пуску.

Контрольные вопросы

- 1) Как достигается изменение направления вращения двигателя?
- 2) Перечислите основные способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей.
- 3) Как обеспечивается блокировка при работе электродвигателя от обратного включения?
- 4) В каком диапазоне может изменяться скольжение асинхронной машины в режиме торможения.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Ответы на контрольные вопросы.
- 4) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 28

Тема: Выбор и монтаж проводников к трансформатору. Подключение.

Цель: изучить схемы соединения, методы маркировки выводов и определения групп соединения обмоток трехфазных трансформаторов.

Задание:

- 1) Ознакомиться с основными теоретическими положениями и экспериментальными методами маркировки выводов и определения групп соединения обмоток.
- 2) Выполнить согласно указаниям и схемам, приведенным в п. 2. маркировку выводов первичных и вторичных обмоток
- 3) Изобразить схемы трансформатора для 0 – й (Y/Y) и 11 - й (Y/ Δ) групп соединения, а также их производные (по заданию преподавателя). Для этих схем выполнить замеры характеристических напряжений, построить векторные диаграммы напряжений и произвести аналитические расчеты, подтверждающие правильность идентификации групп.

Примечание: при построении диаграмм и определении характеристических напряжений удобно пользоваться масштабом 1В/мм. Для этого надо с помощью фазорегулятора подвести к первичным обмоткам междуфазные напряжения, равные 100 В.

Теоретические сведения

Направление ЭДС, которые наводятся в обмотках трансформаторов одним и тем же магнитным потоком, зависит от направления намотки витков. Если уклон витков совпадает с правой резьбой винта, намотка называется «правой», если с левой резьбой – «левой». При одинаковом направлении намотки первичной и вторичной обмоток ЭДС E_1 и E_2 совпадают по фазе, при различном – находятся между собой в противофазе (рис. 1).

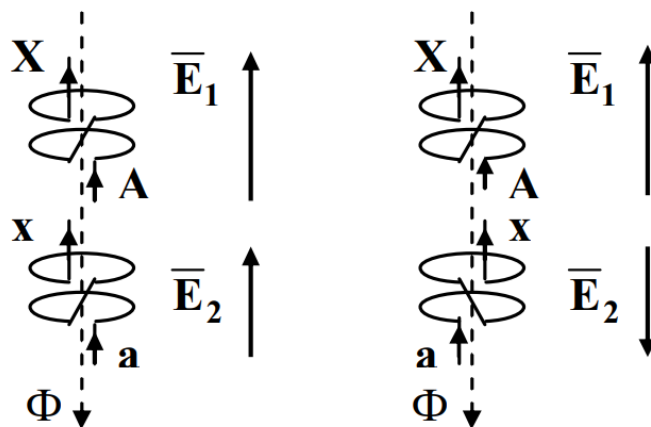


Рисунок 1 - Связь между направлениями намотки обмоток и фазами наведенных в них ЭДС

Само понятие начала и окончания обмотки условно, но их строгое взаимное согласование абсолютно необходимо при различных соединениях обмоток. Начала и концы трехфазных обмоток высшего напряжения маркируются буквами «А – Х», «В – У», «С – Z», а обмоток низшего напряжения – малыми буквами: «а – х», «b – у», «с – z».

При необходимости (при наличии в обмотках ответвлений, в многообмоточных трансформаторах и в других случаях) к буквам добавляются цифровые индексы. Как первичные, так и вторичные трехфазные обмотки могут соединяться между собой по одной из следующих схем: «звезда» (Y), «треугольник» (Δ), «зигзаг» (Z). Схемы соединения «звезда» и «зигзаг» могут иметь выведенную нейтраль (Y0, Z0).

Первичные и вторичные обмотки могут иметь как одинаковые, так и различные схемы соединения, но во всех без исключения случаях необходимо строго соблюдать маркировку их выводов. На рис. 2 показаны схемы соединения вторичных обмоток Y и Δ.

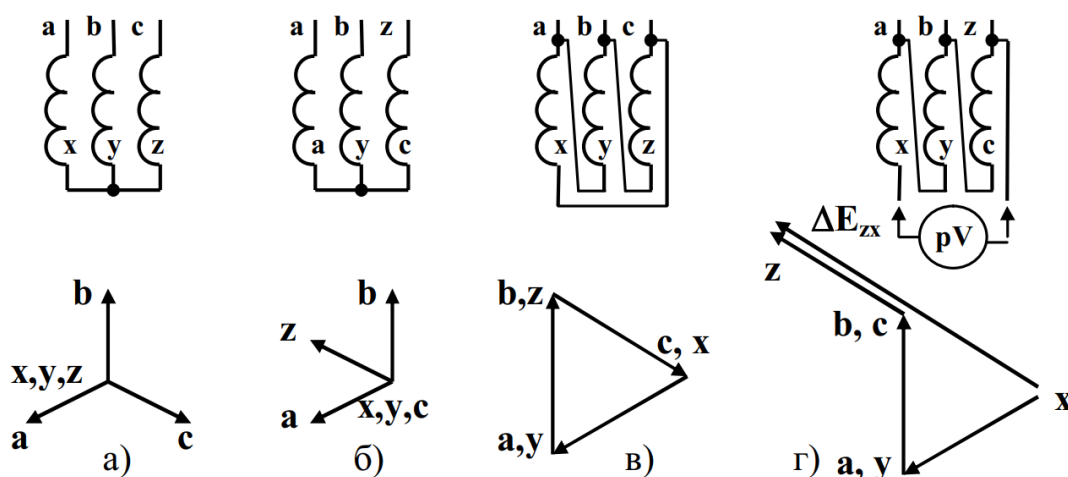


Рисунок 2 - Схемы соединения и векторные диаграммы ЭДС: а, б – Y с правильной и неправильной маркировкой выводов; в, г – то же, но Δ

При правильной маркировке всех выводов ЭДС образуют симметричную трехфазную систему векторов (звезду или равносторонний треугольник). Если направление

намотки какой-либо обмотки (например, в фазе «С») изменить на противоположное, векторы ЭДС также изменят направление. В результате симметричная трехфазная система искажается. Замыкать соединение обмоток в Δ в этом случае нельзя даже при холостом ходе, поскольку между выводами «Z» и «X» действует разность ЭДС ΔE_{zx} , по величине равная удвоенному междупазному напряжению. Соединение «Z» образуется путем последовательно-встречного включения двух групп обмоток по схеме, представленной на рис. 3.

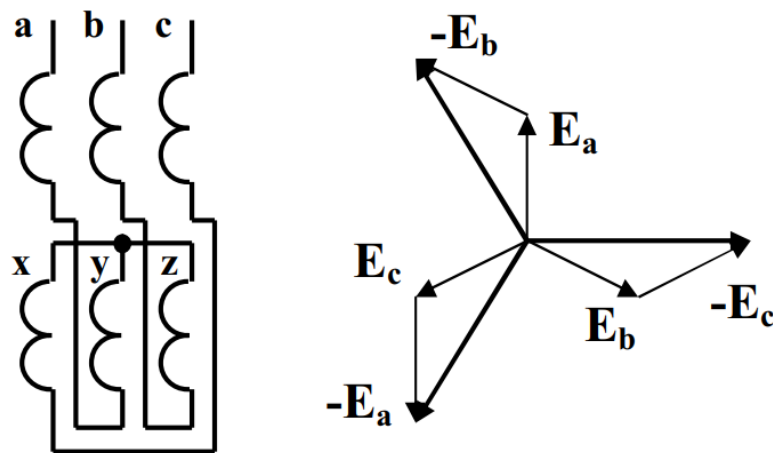


Рисунок 3 - Схема и векторная диаграмма ЭДС при соединении «Z»

Соединение в «зигзаг» значительно сложнее «звезды» и «треугольника» и требует повышенного расхода материалов. Силовые трансформаторы с соединением вторичных обмоток « Z_0 » применяются в системах электроснабжения с большой несимметрией нагрузки.

Это соединение также используют в преобразовательной технике для увеличения числа фаз, получения различных фазовых сдвигов вторичных напряжений, исключения потоков вынужденного намагничивания в выпрямительных трансформаторах, и в других случаях.

Схемы соединения обмоток не определяют фазового смещения между векторами ЭДС первичных и вторичных обмоток, что может привести к ошибкам при включении трансформаторов на параллельную работу и в некоторых других случаях, поэтому для трехфазных трансформаторов вводится дополнительно понятие групп соединения.

Группой соединения обмоток трансформатора называется угловое смещение векторов линейных ЭДС вторичных обмоток по отношению к соответствующим векторам линейных ЭДС первичных обмоток, которое отсчитывается против часовой стрелки.

Группа соединений обозначается числом, которое, будучи умножено на 30° дает полный угол между векторами линейных ЭДС. В однофазных трансформаторах возможны только две группы, поскольку векторы первичных и вторичных ЭДС могут либо совпадать по фазе, либо находиться в противофазе (рис. 1). Первый случай соответствует нулевой группе, а второй – шестой ($6 \times 30^\circ = 180^\circ$). За редкими исключениями это не имеет практического значения для однофазных электроприемников.

Гораздо сложнее обстоит дело в трехфазных трансформаторах, для которых принято выделять двенадцать групп соединения, которые обозначаются числами 0, 1, 2 ... 11. Группы 0, 2, 4 ... 10 называются четными и получаются в том случае, если первичные и вторичные обмотки соединяются по одинаковым схемам (Y/Y или Δ/Δ). Группы 1, 3, 5 ... 11 называются нечетными и получаются, если схемы соединения первичных и вторичных обмоток различны (Y/ Δ , Δ /Y, Y/Z). Рассмотрим образование четных групп на конкретном примере (рис. 4).

Для наглядности на векторных диаграммах ЭДС вершины треугольников «А» и «а» совмещаются. Если первичные и вторичные обмотки имеют одинаковое направление намотки, соединены по одинаковым схемам (в данном случае – Y/Y), и имеют для каждого стержня одинаковую маркировку, все векторы первичных и вторичных ЭДС с одинаковой индексацией имеют одно направление. Фазовый сдвиг между ними равен нулю, что соответствует нулевой группе (рис. 4 – а). Если теперь осуществить круговую перемаркировку выводов вторичных обмоток согласно рис. 4 – б, направления вторичных ЭДС изменятся. Согласно с первичной ЭДС E_{AB} будет направлена вторичная ЭДС E_{ca}, а вектор ЭДС E_{ab} развернется на угол, равный: $4 \times 30^\circ = 120^\circ$. На этот же угол развернутся векторы E_{bc} – по отношению к E_{BC} и E_{ca} – по отношению к E_{CA}. Таким образом, получается четвертая группа.

Если еще один раз выполнить перемаркировку согласно рис. 4 – в, получим следующие пары согласно направленных ЭДС: E_{AB} $\Rightarrow$ E_{bc};

E_{BC} $\Rightarrow$ E_{ca}; E_{CA} $\Rightarrow$ E_{ab}. Вторичные ЭДС, имеющие ту же индексацию, что и первичные, при этом поворачиваются на угол $8 \times 30^\circ = 240^\circ$. В результате получаем восьмую группу.

Шестая группа получается из нулевой путем изменения направления намотки всех вторичных обмоток (практически это осуществляется взаимной перемаркировкой начал и окончаний каждой из обмоток: a $\Rightarrow$ x; b $\Rightarrow$ y; c $\Rightarrow$ z). Из рис. 4 – г следует, что все векторы вторичных ЭДС при этом изменяют свои направления на противоположные, и фазовый сдвиг между соответствующими векторами составит: $6 \times 30^\circ = 180^\circ$. Путем круговой перемаркировки выводов аналогично тому, как это показано на рис. 4 – б, в, шестую группу можно преобразовать в десятую и вторую.

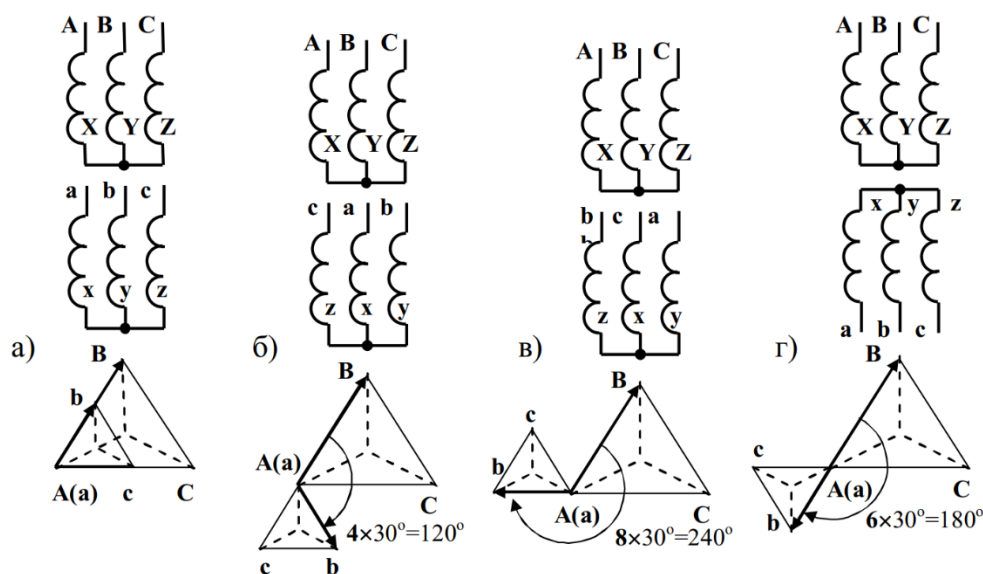


Рисунок 4 - Маркировка выводов и диаграммы ЭДС четных групп соединения
обмоток: а – 0; б – 4; в – 8; г – 6

Аналогичные результаты получаются и в том случае, когда обмотки трансформатора соединяются по схеме Δ/Δ . Нулевая и шестая группы называются основными, а группы 2; 4; 8; 10 – производными.

При перемаркировке выводов следует обращать особое внимание на то, что порядок чередования фаз должен оставаться неизменным: $a \Rightarrow b \Rightarrow c$; $b \Rightarrow c \Rightarrow a$; $c \Rightarrow a \Rightarrow b$.

Контрольные вопросы

1. Объяснить, почему в трехфазных трансформаторах необходимо однозначно маркировать начала и окончания обмоток.
2. Пояснить порядок маркировки выводов первичных и вторичных обмоток.
3. Чем группы соединения отличаются от схем соединения обмоток? Дать определение.
4. При каких схемах соединения можно получить четные и нечетные группы?
5. Как из основных групп соединения обмоток получить производные? Привести примеры.
6. Пояснить порядок экспериментального определения групп соединения обмоток. Привести примеры.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 29

Тема: Проведение испытаний электроустановки. Замер сопротивления изоляции, заземляющего проводника

Цель: получить практическое представление об электрической изоляции; о методах измерения сопротивлений изоляции.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретический материал.
2. Выполнить задания, предложенные преподавателем.
3. Подготовиться к защите практической работы.

Теоретический материал

Сопротивление изоляции является важной характеристикой состояния изоляции электрооборудования. Поэтому измерение сопротивления производится при всех проверках состояния изоляции.

Изоляция электрических установок разделяется на внешнюю и внутреннюю. К *внешней изоляции* относятся воздушные промежутки (например, между проводами разных фаз линии электропередачи), внешние поверхности твердой изоляции (изоляторов), промежутки между контактами разъединителя и т.п. К *внутренней изоляции* относится изоляция обмоток трансформаторов и электрических машин,

изоляция кабелей, конденсаторов, герметизированная изоляция вводов, изоляция между контактами выключателя в отключенном состоянии, т.е. изоляция, герметически изолированная от воздействия окружающей среды корпусом, оболочкой, баком и т.д. Внутренняя изоляция как правило представляет собой комбинацию различных диэлектриков (жидких и твердых, газообразных и твердых). Важной особенностью внешней изоляции является ее способность восстанавливать свою электрическую прочность после устранения причины пробоя. Однако электрическая прочность внешней изоляции зависит от атмосферных условий: давления, температуры и влажности воздуха. На электрическую прочность изоляторов наружной установки влияют также загрязнения их поверхности и атмосферные осадки.

Особенностью внутренней изоляции электрооборудования является старение, т.е. ухудшение электрических характеристик в процессе эксплуатации. Вследствие диэлектрических потерь изоляция нагревается. Может произойти чрезмерный нагрев изоляции, который приведет к ее тепловому пробое. Под действием частичных разрядов, возникающих в газовых включениях, изоляция разрушается и загрязняется продуктами разложения. Пробой твердой и комбинированной изоляции - явление необратимое, приводящее к выходу из строя электрооборудования. Жидкая и внутренняя газовая изоляция самовосстанавливается, но ее характеристики ухудшаются. Необходимо постоянно контролировать состояние внутренней изоляции в процессе ее эксплуатации, чтобы выявить развивающийся в ней дефекты и предотвратить аварийный отказ электрооборудования.

Системы контроля качества изоляционных конструкций

Испытания являются средством повышения эксплуатационной надежности высоковольтного оборудования. Требуемая надежность электрической изоляции достигается прежде всего с помощью выбора рациональной конструкции и использования в ней высококачественных материалов, применения совершенной технологии изготовления и строгого соблюдения технологической дисциплины, четкого выполнения правил монтажа и эксплуатации.

Однако во время разработки конструкции, ее изготовления, хранения, транспортировки, монтажа и эксплуатации возможны случайные ошибочные действия специалистов или другие непредвиденные случайные события, следствием которых может быть появление в изоляции дефектов, сокращающих в конечном итоге ресурс всей конструкции.

Для проверки правильности технических решений, принятых при разработке новой изоляционной конструкции, опытные образцы или первые экземпляры конструкции подвергаются наиболее тщательным типовым контрольным испытаниям. По результатам этих испытаний делается заключение о передаче новой конструкции в производство. Такие испытания проводятся затем через каждые 1-3 года для проверки стабильности характеристик и соблюдения всех технических требований (периодические контрольные испытания).

Все ответственные крупные изоляционные конструкции (отдельные или входящие в состав какого-либо оборудования), а также представительные выборки из партий небольших конструкций массового производства перед отправкой потребителю подвергаются на заводе-изготовителе контрольным приемо-сдаточным испытаниям.

Цель этих испытаний - отбраковка изоляционных конструкций со случайными дефектами, возникшими в процессе производства.

Следующий контроль - приемо-сдаточные испытания после монтажа, перед вводом в эксплуатацию. При этом выявляются дефекты, которые могли случайно появиться во время хранения, транспортировки и монтажа изоляционных конструкций.

Контроль состояния изоляции высоковольтного оборудования осуществляется и в процессе эксплуатации. С этой целью проводятся профилактические испытания (периодические или непрерывные), а после плановых или иных ремонтов оборудования перед новым включением в работу - приемо-сдаточные испытания. Указанная система контрольных испытаний дает уменьшение числа аварийных отказов оборудования высокого напряжения и сокращение ущерба, связанного с нарушением электроснабжения потребителей.

При контроле качества изоляции высоковольтного оборудования используют:

- испытания приложением высоких напряжений, эквивалентных ожидаемым в эксплуатации перенапряжениям, для проверки уровней кратковременной электрической прочности изоляции;
- измерения характеристик изоляции (интенсивности ЧР, значений $\text{tg}\delta$) и испытания при повышенных по сравнению с рабочим напряжениях для оценки длительной электрической прочности изоляции;
- неразрушающие электрические и неэлектрические методы испытаний с целью косвенной оценки состояния изоляции и ее пригодности к длительной эксплуатации (при профилактических испытаниях).

Объем, методы и нормы испытаний устанавливаются соответствующими стандартами, техническими условиями и Правилами технической эксплуатации электроустановок.

Эффективность испытаний или вероятность правильного выявления дефектной изоляции при контроле не является 100%-ной. Она зависит от методик испытаний, характеристик используемой аппаратуры, а также от выбора норм, т.е. значений измеряемых параметров, приписываемых нормальной и дефектной изоляции.

Профилактические испытания должны не только правильно, но и своевременно выявлять дефектную изоляцию.

Разные методы контроля изоляции по-разному выявляют различные по характеру дефекты. Дефекты условно подразделяют на две группы: сосредоточенные и распределенные. К первым относятся дефекты малых размеров, например проколы, трещины, газовые включения; ко вторым - дефекты, охватывающие значительные объемы изоляции, например увлажнения или загрязнения.

Мегаомметр — устройство для проверки сопротивления изоляции. Есть два типа приборов — электронные и стрелочные. Независимо от типа, любой мегаомметр состоит из:

- Источника постоянного напряжения.
- Измерителя тока.
- Цифрового экрана или шкалы измерения.
- Щупов, посредством которых напряжение от прибора передается на измеряемый объект.

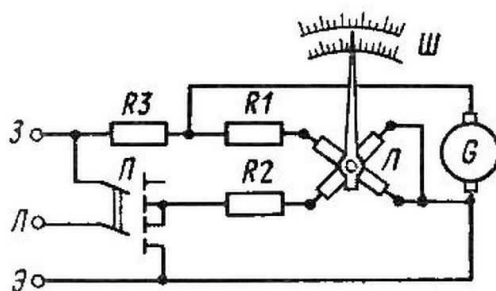


В стрелочных приборах напряжение вырабатывается встроенной в корпус динамомашиной. Она приводится в действие измерителем — он крутит ручку прибора с определенной частотой (2 оборота в секунду). Электронные модели берут питание от сети, но могут работать и от батареек.

Работа мегаомметра основана на законе Ома: $I=U/R$. Прибор измеряет ток, который протекает между двумя подключенными объектами (две жилы кабеля, жила-земля и т.д.). Измерения производятся калиброванным напряжением, значение которого известно, зная ток и напряжение, можно найти сопротивление: $R=U/I$, что и делает прибор.

Схема мегаомметра.

Перед проверкой щупы устанавливаются в соответствующие гнезда на приборе, после чего подключаются к объекту измерения. При тестировании в приборе генерируется высокое напряжение, которое при помощи щупов передается на проверяемый объект. Результаты измерений отображаются в мегаоммах (МОм) на шкале или экране.



При испытаниях мегаомметр вырабатывает очень высокое напряжение — 500 В, 1000 В, 2500 В. В связи с этим проводить измерения необходимо очень осторожно. На предприятиях к работе в прибором допускаются лица, имеющие группу электробезопасности не ниже 3-й.

Перед тем как провести измерения мегаомметром, в тестируемые цепи отключают от электропитания. Если вы собираетесь проверить состояние проводки в доме или квартире, надо отключить рубильники на [щитке](#) или выкрутить пробки. После выключают все полупроводниковые приборы.

Требования по обеспечению безопасных условий работы.

Даже если вы хотите в домашних условиях измерить сопротивление изоляции кабеля, перед тем как пользоваться мегаомметром стоит ознакомиться с требованиями по технике безопасности. Основных правил несколько:

1. Держать щупы только за изолированную и ограниченную упорами часть.
2. Перед подключением прибора отключить напряжение, убедиться в том, что поблизости нет людей (на протяжении всей измеряемой трассы, если речь идет о кабелях).
3. Перед подключением щупов снять остаточное напряжение при помощи подсоединения переносного заземления. И отключать его после того как щупы установлены.
4. После каждого измерения снимать со щупов остаточное напряжение соединив их оголенные части вместе.
5. После измерения к измеренной жиле подключать переносное заземление, снимая остаточный заряд.
6. Работать в перчатках.

Правила не очень сложные, но от их выполнения зависит ваша безопасность.

На приборе обычно есть три гнезда для подключения щупов. Они располагаются в верхней части приборов и подписаны:

- Э — экран;
- Л- линия;
- З — земля;

Также имеется три щупа, один из которых имеет, с одной стороны, два наконечника. Он используется, когда необходимо исключить токи утечки и цепляется к экрану кабеля (если такой есть). На двойном отводе этого щупа есть буква «Э». Тот штекер, который идет от этого отвода и устанавливается в соответствующее гнездо. Второй его штекер устанавливается в гнездо «Л» — линия. В гнездо «земля» всегда подключается одинарный щуп.

На щупах есть упоры. При проведении измерений руками братья за них так, чтобы пальцы были до этих упоров. Это обязательное условие безопасной работы (про высокое напряжение помним).

Если проверить надо только сопротивление изоляции без экрана, ставится два одинарных щупа — один в клемму «З», другой в клемму «Л». При помощи зажимов-крокодилов на концах подключаем щупы:

- К тестируемым проводам, если надо проверить пробой между жилами в кабеле.
- К жиле и «земле», если проверяем «пробой на землю».

Других комбинаций нет. Проверяется чаще изоляция и ее пробой, работа с экраном встречается довольно редко, так как сами экранированные кабели в квартирах и частных домах используются редко. Собственно, пользоваться мегаомметром не особо сложно. Важно только не забывать о наличии высокого напряжения и необходимости **снимать остаточный заряд после каждого измерения**. Это делают прикасаясь проводом заземления к только что измеренному проводу. Для безопасности этот провод можно закрепить на сухом деревянном держаке.

Процесс измерения

Выставляем напряжение, которое будет выдавать мегаомметр. Оно выбирается не произвольно, а из таблицы. Есть мегаомметры, которые работают только с одним

напряжением, есть работающие с несколькими. Вторые, понятное дело, удобнее, так как их можно использовать для тестирования различных устройств и цепей. Переключение тестового напряжения производится ручкой или кнопкой на лицевой панели прибора.

Наименование элемента	Напряжение мегаомметра	Минимально допустимое сопротивление изоляции	Примечания
Электроизделия и аппараты с напряжением до 50 В	100 В	Должно соответствовать паспортным, но не менее 0,5 МОм	Во время измерений полупроводниковые приборы должны быть зашунтированы
тоже, но напряжением от 50 В до 100 В	250 В		
тоже, но напряжением от 100 В до 380 В	500-1000 В		
свыше 380 В, но не больше 1000 В	1000-2500 В		
Распределительные устройства, щиты, токопроводы	1000-2500 В	Не менее 1 МОм	Измерять каждую секцию распределительного устройства
Электропроводка, в том числе осветительная сеть	1000 В	Не менее 0,5 МОм	В опасных помещениях измерения проводятся раз в год, в других - раз в 3 года
Стационарные электроплиты	1000 В	Не менее 1 МОм	Измерение проводят на нагретой отключенной плите не реже 1 раза в год

Перед тем как пользоваться мегаомметром, убеждаемся в отсутствии напряжения на линии — тестером или индикаторной отверткой. Затем, подготовив прибор (выставить напряжение и на стрелочных выставить шкалу измерения) и подключив щупы, снимаем заземление с проверяемого кабеля (если помните, оно подключается перед началом работ).

Следующий этап — включаем в работу мегаомметр: на электронных нажимаем на кнопку Test, в стрелочных крутим ручку динамо-машины. В стрелочных крутим до тех пор, пока не зажжется на корпусе лампа — это значит необходимое напряжение в цепи создано. В цифровых в какой-то момент значение на экране стабилизируется. Цифры на экране — сопротивление изоляции. Если оно не меньше нормы (средние указаны в таблице, а точные есть в паспорте к изделию), значит все в норме.

После того, как измерение окончено, перестаем крутить ручку мегаомметра или нажимаем на кнопку окончания измерения на электронной модели. После этого можно отсоединять щуп, снимать остаточное напряжение.

Вкратце — это все правила пользования мегаомметром. Некоторые варианты измерений рассмотрим подробнее.

Измерение сопротивления изоляции кабеля.

Часто требуется измерить сопротивление изоляции кабеля или провода. Если вы умеете пользоваться мегаомметром, при проверке одножильного кабеля это займет не более минуты, с многожильными придется возиться дольше. Точное время зависит от количества жил — придется проверять каждую.

Тестовое напряжение выбираете в зависимости от того, в сети с каким напряжением будет работать провод. Если вы планируете его использовать для проводки на 250 или 380 В, можно выставить 1000 В (смотрите таблицу).

Измерение изоляции кабеля:



Для проверки сопротивления изоляции одножильного кабеля, один щуп цепляем на жилу, второй — на броню, подаем напряжение. Если брони нет, второй щуп крепим к «земляной» клемме и тоже подаем тестовое напряжение. Если показания больше 0,5 МОм, все в норме, провод можно использовать. Если меньше — изоляция пробита и его применять нельзя.

Если необходимо проверить многожильный кабель, тестирование проводится для каждой жилы отдельно. При этом все остальные проводники скручиваются в один жгут. Если при этом надо проверить еще и пробой на «землю», в общий жгут добавляется еще и провод, подключенный к соответствующей шине.

Если у кабеля имеется экран, металлическая оболочка или броня, они тоже добавляется в жгут. При образовании жгута важно обеспечить хороший контакт.

Примерно так же происходит измерение сопротивления изоляции розеточных групп. Из розеток выключают все приборы, отключают питание на щитке. Один щуп устанавливают на клемму заземления, второй — в одну из фаз. Тестовое напряжение — 1000 В (по таблице). Включаем, проверяем. Если измеренное сопротивление больше 0,5 МОм, проводка в норме. Повторяем со второй жилой.

Если электропроводка старого образца — есть только фаза и ноль, тестирование проводят между двумя проводниками. Параметры аналогичны.

Проверить сопротивление изоляции электродвигателя.

Для проведения измерений двигатель отключается от питания. Необходимо добраться до выводов обмотки. Асинхронные двигатели, работающие на напряжении до 1000 В тестируются напряжением 500 В.

Для проверки их изоляции один щуп подключаем к корпусу двигателя, второй поочередно прикладываем к каждому из выводов. Также можно проверить целостность соединения обмоток между собой. Для этой проверки надо щупы устанавливать на пары обмоток.

Испытания изоляции повышенным напряжением

Испытания высоким напряжением являются прямой проверкой уровня кратковременной электрической прочности изоляции, т.е. ее способности

выдерживать грозовые и внутренние перенапряжения. Эти испытания входят в программы типовых и заводских приемо-сдаточных испытаний.

Конкретные значения испытательных напряжений, правила и методика проведения испытаний высоким напряжением устанавливаются стандартными или техническими условиями на соответствующее оборудование.

Испытания грозовыми импульсами напряжения. Испытания проводят полными и срезанными импульсами напряжений. Параметры полного грозового импульса:

длительность фронта $\tau_\phi = 1,2 \pm 0,36$ мкс; длительность импульса $\tau_H = 50 \pm 10$ мкс.

Срезанный импульс должен представлять собой стандартный полный импульс напряжения, срезанный на фронте или на спаде импульса при времени $T_c = 2 \div 5$ мкс.

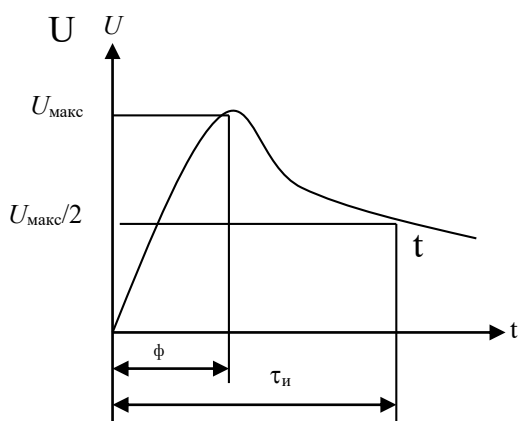
Испытания внутренней изоляции (кроме газовой) проводят трехударным методом, т.е. путем приложения к испытуемой конструкции трех полных и трех срезанных импульсов нормированных значений напряжения положительной и отрицательной полярности.

Изоляция считается выдержавшей испытания, если при воздействии импульсов напряжения не произошел полный пробой и не наблюдались недопустимые повреждения изоляции. Последние могут быть обнаружены по искажению формы приложенного импульса напряжения или по результатам последующих измерений характеристик ЧР или значений $\text{tg}\delta$.

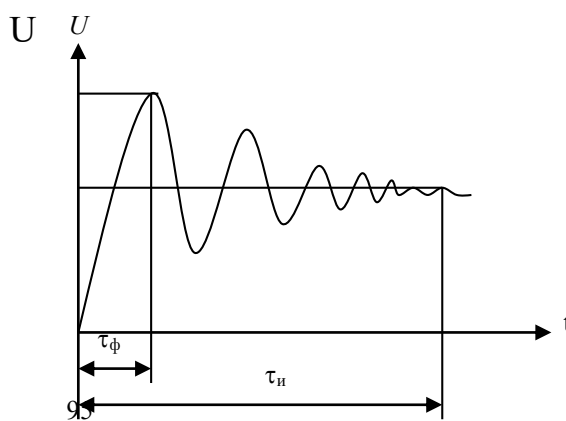
Испытания внешней изоляции, а также внутренней газовой проводят 15-ударным методом (приложением по 15 полных и срезанных импульсов каждой полярности).

Конструкция считается выдержавшей испытания, если не произошло ни одного полного разряда или повреждения в несамовосстанавливающейся изоляции конструкции и произошло не более двух полных разрядов в каждой серии из 15 импульсов в газовой или внешней изоляции.

Испытания коммутационными импульсами напряжения. При испытаниях оборудования переменного тока на напряжения 330 кВ и выше применяют коммутационные импульсы напряжения апериодический (рис. 3.1 а) и колебательный – периодический (рис. 3.1 б), параметры которых определяются ГОСТом.



а



б

Рис. 3.1. Колебательные коммутационные импульсы напряжения:
а) апериодический; б) колебательный.

Испытания напряжением промышленной частоты

Испытание внутренней изоляции проводится путем однократного приложения нормированного испытательного напряжения с выдержкой в течение 1 мин. Изоляция считается выдержавшей испытание, если во время испытания не произошел полный пробой и не появились недопустимые повреждения, которые выявляются по различным внешним проявлениям, по результатам измерений характеристик ЧР или $\text{tg}\delta$.

Профилактические испытания и диагностика изоляции оборудования высокого напряжения

Цель профилактических испытаний - своевременное обнаружение дефектов в изоляции, возникших по случайным причинам в процессе эксплуатации и сокращающих ресурс оборудования, а также дефектов, развившихся вследствие нормального старения изоляции. В современной системе профилактических испытаний используются:

испытания приложением высокого напряжения,
неразрушающие электрические методы испытаний;
неразрушающие неэлектрические методы контроля;
электрические методы контроля при рабочем напряжении.

Профилактические испытания высоким напряжением. Применение этого метода ограничивается возможностями создания транспортабельных источников высокого напряжения требуемой мощности и опасностью неконтролируемого повреждения изоляции высоким испытательным напряжением.

В настоящее время профилактические испытания высоким напряжением проводят для изоляции крупных вращающихся машин, кабельных линий, а также для оборудования до 10 кВ. Изоляция статорных обмоток турбо- и гидрогенераторов испытывается ежегодно переменным напряжением $1,5 U_{\text{ном}}$, а при более редком контроле - до $1,7 U_{\text{ном}}$.

Допускается применение постоянного испытательного напряжения, значение которого должно быть в 1,6 раза выше испытательного напряжения промышленной частоты. Достоинствами постоянного испытательного напряжения являются существенно меньшая мощность испытательной установки, возможность измерений токов утечки, которые дают полезную информацию о состоянии изоляции, а также значительно меньшая, чем при переменном испытательном напряжении, опасность повреждения изоляции.

Изоляция кабельных линий испытывается практически только постоянным высоким напряжением.

Неразрушающие электрические методы испытаний. К этой группе методов относятся измерения значений $\text{tg}\delta$ при напряжении значительно меньше рабочего, а также

методы, в которых используются явления абсорбции зарядов (миграционной поляризации), характерные для неоднородной (комбинированной) изоляции. Важно не только абсолютное значение $\text{tg}\delta$, но и его стабильность во времени. Как правило, по значению $\text{tg}\delta$ удастся выявить распределенные дефекты, например увлажнение изоляции.

Внешними проявлениями абсорбционных процессов в изоляции являются измерение сопротивления утечки изоляции во времени и зависимость емкости изоляции от частоты.

Достоинствами этих методов являются простота выполнения измерений, недостатками - необходимость вывода оборудования из работы, слабая связь измеряемых величин с фактической электрической прочностью изоляции, а также сильное влияние на результаты измерений температуры изоляции.

Неразрушающие неэлектрические методы контроля. Среди многих возможных неэлектрических методов контроля (акустических, оптических, химических и др.) в настоящее время получили широкое применение и показали высокую эффективность методы контроля изоляции маслonaполненного оборудования, основанные на анализе проб масла. Эти методы применимы для многих видов оборудования: силовых и измерительных трансформаторов, шунтирующих реакторов, вводов высокого напряжения, маслonaполненных кабелей. Достоинство этих методов в том, что они не требуют вывода из работы проверяемого оборудования.

Для выявления достаточно грубых дефектов изоляции пробы масла подвергаются простому химическому анализу, определению электрической прочности и $\text{tg}\delta$.

Наиболее совершенным является контроль по составу и концентрации газов, растворенных в масле. В этом случае из проверяемого трансформатора берут две-три пробы масла. Далее анализ газов из проб масла проводят методом газовой хроматографии: определяют концентрации водорода, метана, этилена, этана, ацетилен, окиси и двуокиси углерода и других.

Установлено, что по составу и концентрациям газов, растворенных в масле, можно достаточно достоверно судить о характере дефекта, а по динамике изменения концентраций - о степени опасности этого дефекта.

Особая ценность этого метода состоит в его высокой чувствительности: обнаруживаются газы с объемными концентрациями более 10^{-4} . Благодаря этому дефекты могут быть выявлены на самых ранних стадиях.

Методы контроля изоляции при рабочем напряжении. Все рассмотренные ранее методы пригодны для организации только периодического контроля изоляции, эффективность которого значительно снижается при увеличении интервала времени между испытаниями, а сокращение этих интервалов времени ограничивается возможностями вывода оборудования из работы и ростом трудозатрат на проведение испытаний. В связи с этим большое внимание в последние годы уделяется разработке методов и аппаратуры для автоматического непрерывного контроля изоляции при рабочем напряжении. Основу этих методов составляют измерения диэлектрических характеристик (неравномерно-компенсационный, мостовой, ваттметровый методы) и регистрация ЧР.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 30

Тема: Проведение испытаний однофазного электродвигателя. Замер сопротивления изоляции обмоток

Цель: изучить способы испытаний изоляции и порядок их проведения

Материально-техническое обеспечение работы:

Асинхронный двигатель с КЗ ротором

Отвертка шлицевая,

Ключ торцевой 8 мм

Мультиметр

Мегомметр на 500 В

Задание:

Внимательно прочитайте задание.

Время выполнения задания – 90 мин

Ход работы:

Задание 1.

Изучите информацию и выполните измерения

Теоретическая часть

Асинхронный двигатель с короткозамкнутой обмоткой ротора - электрический двигатель, в котором вращение магнитного поля статора выше скорости вращения магнитного поля ротора.



Электрические повреждения:

- межвитковые замыкания;
- обрывы в обмотках;
- пробой изоляции на корпус;
- старение изоляции;

Целостность и сопротивление обмоток двигателя проверяют прибором мультиметром.

Проверить можно таким способом:

1. Устанавливаем мультиметр в режим измерения сопротивления на 200 Ом
2. Находим винт для заземления электродвигателя или может подойти любая металлическая часть корпуса, на которой нет краски.
3. К этому месту прижимаем щуп мультиметра, а второй по очереди к каждому электрическому контакту двигателя.

Как проверить состояние изоляции обмоток относительно корпуса?

Для выявления нарушения диэлектрических свойств изоляции относительно статора и ротора необходимо использовать специально предназначенный для этих целей прибор — мегомметр.

Он подбирается по величине выходной мощности и напряжению.



Первоначально измерительные концы подключаются на общую клемму выводов обмоток и болт заземления корпуса. У собранного двигателя электрический контакт корпусов статора и ротора создается через металлические подшипники.

Если замер показывает нормальную изоляцию, то этого вполне достаточно. В противном случае все обмотки рассоединяются и осуществляется поиск нарушения изоляции методом измерения и осмотра отдельных цепей.

Причины плохого состояния изоляции могут быть разными: от механического нарушения слоя лакокрасочного покрытия проводов до повышенной влажности внутри корпуса. Поэтому их надо точно определить. В одних случаях достаточно хорошо просушить обмотки, а в других необходимо искать места с царапинами или задирами для исключения токов утечек

Ход выполнения работы:

1. Произведите внешний осмотр двигателя
2. Снимите крышку клеммной колодки
3. Разберите соединения обмоток электродвигателя
4. Определите целостность обмоток асинхронного двигателя
5. Определите сопротивление обмоток и запишите результат в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты проверки целостности обмоток

№	Объекты проверки	Целостность	Сопротивление
1.	Обмотка А		
2.	Обмотка В		
3.	Обмотка С		

Определите сопротивление изоляции обмоток двигателя между обмотками и корпусом и запишите результаты в таблицу 2

Таблица 2. Результаты проверки целостности обмоток

№	Объекты проверки	Результат
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		

Ответьте на контрольные вопросы

1. Обозначения начала и концов обмоток асинхронного двигателя
2. Перечислите основные электрические неисправности асинхронного двигателя.
3. Какие неисправности можно обнаружить с помощью мультиметра?

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 31

Тема: Проведение испытаний трехфазного электродвигателя. Замер сопротивления изоляции обмоток

Цель: Изучение способов проверки качества изоляции эл. аппаратов. Приобретение практических навыков по проверке состояния изоляции электрических аппаратов.

Краткие теоретические сведения.

В процессе работы эл. аппаратов понижается электрическая прочность изоляции (из-за износа, изменения температуры, загрязненности, неправильной эксплуатации и т.д.).

Для выявления дефектов в изоляции производят профилактические измерения и испытания. Основным критерием для оценки общего состояния изоляции является сопротивление изоляции постоянному току.

$$R_{\text{из}} = U_{\text{приб.выпр}} / I_{\text{ут}}, I_{\text{ут}} - \text{ток утечки}$$

Определение сопротивления изоляции производится с помощью мегомметра отградуированного в значениях сопротивления постоянному току. Правильный результат может дать измерение тока утечки по истечению 60 с. после приложенного напряжения. Увлажнение изоляции определяются вычислением коэффициента абсорбции

$$K_{\text{абс.}} = R_{60} / R_{15}$$

Коэффициент абсорбции — это отношение измеренного через 60 с. сопротивления изоляции к измеренному через 15 с.

Если изоляция сухая, то $K_{\text{абс.}} \gg 1$.

Измерение сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции производится мегомметром типа М 4100/3 500 В или М 4100/4 на 1000 В.

Перед началом измерения прибор проверяется, для этого зажимы «3» и «Л» замыкают накоротко и вращают рукоятку. Стрелка должна установиться против деления шкалы «0». При удалении закорочки и вращении мегомметра (при разомкнутых концах) стрелка должна установиться против деления «∞». Если эти требования не

выполняются, то прибор неисправен. При пользовании мегомметром должна соблюдаться осторожность и все правила ТБ, так как напряжение мегомметра опасно для жизни человека. После измерения необходимо разрядить объект измерения кратковременным соединением его с землей. Результаты измерений сравниваются с предыдущими.

Некоторые допустимые значения сопротивления изоляции испытуемых элементов приведены в таблице.

Таблица № 1.

№	Испытуемый элемент	Напряжение мегомметра, В	Допустимое значение сопротивления изоляции МОм.	Примечание
1.	Обмотка статора двигателя до 660 В	2500/ 1000/ 500	Не ниже 1	При t = 10- 30 °С
2.	Обмотка ротора двигателя	500 или	Не менее 0	
3.	3 ^х фазный трансформатор		До 1кВ включительно-100 Более 1 до 6-200 Более 6 кВ- 500	
4.	Обмотка статора генератора	2500 1000	10 МОм/кВ	
5.	Обмотка ротора генератора		не менее 1,0	

Остальные значения указаны в «Нормы и объем испытаний электрооборудования».

Входной контроль.

Контрольные вопросы:

1. От чего зависит сопротивление изоляции электрооборудования?
2. В каких случаях необходима сушка изоляции?
3. Какими методами производим сушку жидкой изоляции?
4. Предельно допустимая величина изоляции для трансформаторов до 110 и выше 110 кВ.
3. Порядок выполнения работы.
 - 3.1. Ознакомиться с конструкциями испытуемых элементов ЭД, трансформаторов, реле промежуточное, изоляторы и т.д.
 - 3.2. Ознакомиться с паспортными данными испытуемых элементов и занести их в таблицу № 1.
 - 3.3. Осмотреть испытуемый элемент, сделав соответствующие выводы.
 - 3.4. Ознакомиться с конструкцией мегомметра, правилами пользования и правилами ТБ при проведении испытаний изоляции. Паспортные данные занести в таблицу № 2

ТАБЛИЦА №2

Наименование	Тип	Параметры

- 3.5. Измерить сопротивление изоляции мегомметром заданных элементов эл. оборудования, проверить целостность их обмоток, нет ли обрывов в кабельных линиях и т.д. Результаты измерений и проверок занести в таблицу №3.

Таблица № 3

№ п/п	Наименование испытуемого элемента	Проверка целостности обмотки	Сопротивление изоляции МОм	Примечание
	Эл. двигатель			

	Измерительные транс-ры			
	Силовые трансформаторы			
	Предохранители			
	Кабельные линии			
	Изоляторы			

3.6. Сравнить данные результатов замера с допустимыми значениями сопротивления изоляции согласно с «Нормы и объем испытаний электрооборудования» и сделать соответствующие заключения.

3.7. Сделать вывод о возможности включения в работу испытанных электрических (приборов) и аппаратов.

4. Содержание отчёта.

4.1. Наименование работы и её номер.

4.2. Цель работы.

4.3. Привести таблицу паспортных данных испытуемых элементов.

4.4. Привести результаты осмотра испытуемых аппаратов.

4.5. Привести таблицу измерения сопротивления изоляции испытуемых элементов.

4.6. Сделать вывод о проведённых измерениях.

4.7. Ответить письменно на 2-3 контрольных вопроса по указанию преподавателя.

5. Выходной контроль.

Контрольные вопросы:

5.1. Конструктивное устройство мегомметра?

5.2. Правила ТБ и правила пользования мегомметром?

5.3. Как проводится проверка качества изоляции эл. двигателей выше 1000 В?

5.4. Как проводится проверка качества изоляции эл. двигателей до 1000 В?

5.5. Что такое коэффициент абсорбции, и в каких случаях его вычисляют?

5.6. Как измерить сопротивление изоляции трансформатора?

5.7. Как выяснить необходимость сушки эл. двигателей?

5.8. Как осуществить дистанционное управление эл. двигателем?

5.9. Для чего необходимо испытывать сопротивление изоляции эл. аппаратов?

5.10. Как выявить дефекты в изоляции?

5.11. Для чего необходимо разряжать эл. аппараты после их проверки мегомметром?

5.12. Как проверить сопротивление изоляции кабельных линий?

5.13. Как проверить целостность обмоток и сопротивление изоляции?

5.14. Что относится к характеристикам изоляции?

5.15. Вычертить схему выключателя мегомметров в КОм и МОм?

6. Перечень необходимого оборудования.

6.1. Мегомметры на 500, 1000, 2500 В.

6.2. Элементы испытуемого оборудования (эл. двигатель, трансформатор, катушки реле, измерительные трансформаторы, кабельная линия, проходные и опорные изоляторы и т.д.).

6.3. Стенд для запуска эл. двигатель через магнитный пускатель.

6.4. Средства по ТБ (диэлектрические перчатки, коврики, плакаты).

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

1) Номер, тема и цель работы.

2) Ход работы.

3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 32

Тема: Проведение испытаний трансформатора. Замер сопротивления изоляции обмоток

Цель: Изучение способов проверки качества изоляции эл. аппаратов. Приобретение практических навыков по проверке состояния изоляции электрических аппаратов.

Проверка состояния изоляции силового трансформатора.

Внешним осмотром, который является одной из эффективных форм профилактики и выявления неисправностей силового трансформатора, определяется следующее:

- а) комплектность трансформатора (наличие всех деталей, паспортного щитка, целостности изоляции вводов, необходимых обозначений на них);
- б) отсутствие течи масла из-под уплотнения крышки, фланцев вводов и через стенки бака.

Измерение сопротивления изоляции обмоток трансформатора осуществляется мегаомметром типа МС-0.5 или электронным мегаомметром типа 4102/2 на напряжение 2500В. Измерение в 2-х обмоточных трансформаторах производится поочередно для обмоток высокого и низкого напряжения относительно корпуса, при отсоединенных и заземленных на корпус остальных обмотках, и между обмотками высокого и низкого напряжения.

При измерении собираются следующие схемы: измерения сопротивления изоляции обмоток силового 2-х обмоточного трансформатора:

- а) между первичной обмоткой и корпусом;
- б) между вторичной обмоткой и корпусом;
- в) между первичной и вторичной обмотками.

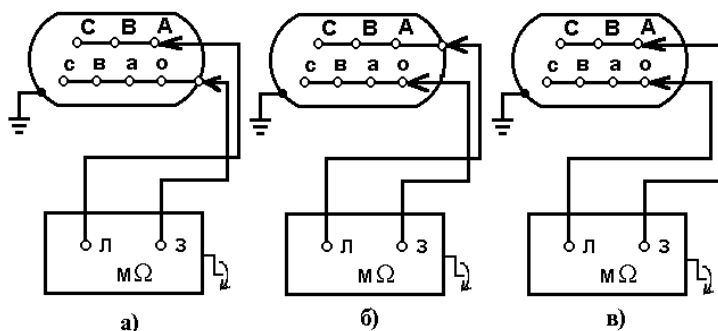


Рис. 1. Схема измерения сопротивления изоляции обмоток силового 2-х обмоточного трансформатора.

Результаты измерений сопротивления изоляции и определения коэффициента абсорбции при температуре изоляции 10-30 °С заносят в таблицу 1.

Таблица 1. Сопротивление изоляции обмоток трансформатора и коэффициент абсорбции.

Измеряемая и определяемая величина	Между обмоткой и корпусом				Между обмотками	
	ВН-корпус		НН-корпус		ВН-НН	
	R''15	R''60	R''15	R''60	R''15	R''60

Сопротивл. изоляции, МОм						
Коэффициент абсорбции $K_{абс} =$ $\frac{R''_{60}}{R''_{15}}$						

Сопротивление изоляции силового трансформатора не нормируется, но по инструкции сопротивление изоляции перед вводом в эксплуатацию для трансформатора с рабочим напряжением до 35 кВ должно быть не ниже:

при 10 °С - 450 МОм

20 °С - 300 МОм

30 °С - 200 МОм

40 °С - 130 МОм

50 °С - 90 МОм

По этой же инструкции величина сопротивления изоляции перед включением трансформатора в эксплуатацию не должна быть ниже 70% значения, измеренного на заводе или во время предыдущих испытаний при одинаковой температуре.

Коэффициент абсорбции также не нормируется. Обычно при температуре 10 ... 30 °С для не увлажненных трансформаторов с U до 35 кВ $K_{абс} \geq 1.3$, а с $U \geq 110$ кВ $1.5 \leq K_{абс} < 2.0$ /4/.

Для трансформаторов с увлажненной изоляцией коэффициент абсорбции $K_{абс} = 1$.

Содержание отчёта.

Отчёт должен содержать цель работы, программу работы, таблицу исследований и их анализ, схему измерения увлажнения изоляции, общее заключение о состоянии изоляции двигателей и трансформаторов.

Контрольные вопросы.

1. Почему нельзя эксплуатировать электрооборудование с увлажнённой изоляцией? Раскрыть физическую сущность явлений, происходящих в изоляции под воздействием электрического поля.
2. Нарисовать схему замещения (упрощенную) неоднородной изоляции и пояснить входящие в неё элементы.
3. Как определяется коэффициент абсорбции? Раскрыть физическую сущность определения увлажнения изоляции по коэффициенту абсорбции.
4. Раскрыть физическую сущность определения увлажнения изоляции по методу «ёмкость-частота».
5. Раскрыть физическую сущность определения увлажнения изоляции по методу «ёмкость-время».
6. Нарисовать схемы подключения двигателей и трансформаторов для определения увлажнения их изоляции.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

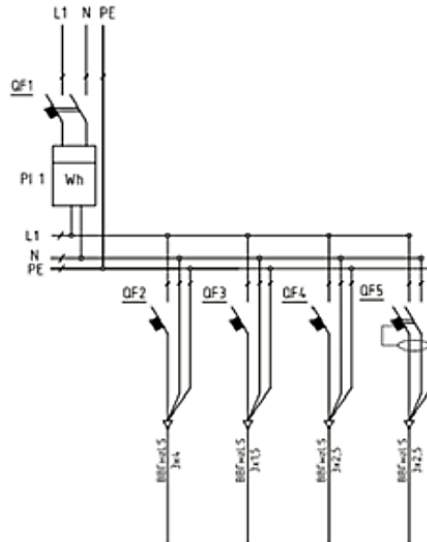
- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 33

Тема: Коммутация щитов управления и учета согласно, принципиальной схемы

Цель: изучить особенности выполнения операций переключения с коммутационными аппаратами.

Задание 1. Выполнить коммутацию этажного щита в соответствии с принципиальной электрической схемой:



Виды электрических щитов

Главный распределительный щит

Служит для ввода линий силового питания, распределения электричества по различным объектам, а также учета электроэнергии. В аварийных случаях он защищает от перегрузок и коротких замыканий в электрических сетях.

Вводное распределительное устройство

Служит для приема питания сети от силового кабеля и дальнейшего распределения электроэнергии по линиям питания электрощитов низшего уровня, а также для учета расхода энергии, защиты от замыканий и перегрузок при авариях.

Аварийный ввод резерва

АВР укомплектован специальными автоматическими устройствами, которые переключают питание в случае аварии с главного источника на резервный источник электричества. После устранения причин аварийного режима АВР снова подключает основной источник питания на линию.

Этажный электрощит

Служит для распределения подачи электричества по квартирам или офисам на одном этаже.

Щит освещения

Его располагают практически во всех зданиях, оснащенных приборами освещения, для переключения осветительного оборудования с помощью автоматики щита. Щит освещения осуществляет защиту выходящих линий от замыканий и токовых перегрузок.

Коммутация щита

Установка оборудования

1. При монтаже щита сначала готовят к сборке корпус, затем удаляют заглушки стен корпуса. Электрические щиты имеют разное количество участков линий кабелей

в зависимости от их конструкции. Поэтому нужно заранее рассчитать расположение и число отверстий для кабелей и проводов с учетом возможности выполнения дополнительных отверстий.

2. Далее монтируются установочные DIN-рейки, шины заземления, монтажные кронштейны.

На верхней DIN-рейке располагают вводной автомат защиты, от которого электроэнергия распределяется ко всем устройствам щита. Вводной автомат — это обязательное устройство, предназначенное для защиты всей электропроводки от перегрузки и токов короткого замыкания, а также общего отключения электропитания объекта. На этой же рейке располагают аппараты защиты остальных цепей. Это могут быть автоматические выключатели, устройства защитного отключения, дифференциальные автоматы. **На средней DIN-рейке** располагают все необходимое щитовое оборудование: реле задержки включения и отключения, магнитные пускатели, импульсное реле, модульные контакторы, кросс-модули.

На нижней DIN-рейке располагают клеммники для подключения внешних устройств: выключатели, кнопки, светильники, розетки и т. д.

Правила коммутации

- На щите есть наименование.
- В нем нет пыли и грязи.
- Внутри есть таблица потребителей и схема, по которой собирался щит.
- Линии в электрощите промаркированы.
- Корпус щита заземлен.
- Провода расположены так, что не затрудняют обслуживание и замену электрических аппаратов.

Кабельная продукция для коммутации щитов

Сечение

Управляющие цепи выполняются проводом сечением 1,5 мм².

Силовая часть — проводами не менее 2,5 мм².

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 34

Тема: Коммутация щита управления с использованием шаблонов на бумажном носителе

Цель: научить практически выбирать устройства питающих распределительных щитов жилых зданий.

Задание 1. Начертить схему этажного щитка на 4 квартиры.

Задание 2. Начертить схему квартирного электрощита 3-х комнатной квартиры.

Общие сведения

Распределительные щитки служат для размещения в них распределительных устройств и средств учёта расхода электроэнергии.

Щитки должны соответствовать требованиям стандарта, техническим условиям на щитки конкретных типов и рабочим чертежам, утверждённым в установленном порядке.

Щитки, предназначенные для экспорта, должны соответствовать также требованиям контракта.

По способу защиты от поражения электрическим током щитки следует изготавливать классов I и II ГОСТ Р МЭК 536.

Щитки должны изготавливаться из материалов, обладающих стойкостью к механическим электрическим и тепловым воздействиям, возникающим в процессе эксплуатации

Конструктивные элементы щитков класса I следует изготавливать из металла с возможным сочетанием его с другими материалами В щитках класса II оболочки должны изготавливаться из изоляционных материалов, обладающих стойкостью к воспламенению при воздействии проволокой в соответствии с ГОСТ Р 51321.3, нагретой до температуры (860 ± 10) градусов °C (650 ± 10) градусов °C, при встраивании щитков в трудно воспламеняющиеся стены.

Если оболочки используют для установки на их внутренних поверхностях токоведущих частей стойкость оболочек к воспламенению в этих местах должна соответствовать ТУ.

Изоляционные детали щитков, на которых крепят токоведущие части должны изготавливаться из материалов, обладающих стойкостью к воспламенению при воздействии нагретой до температуры (960 ± 15) градусов °C проволокой в соответствии с ГОСТ Р 51321.3.

Теплостойкость оболочек щитов класса II, а также изоляционных деталей, на которых крепят токоведущие части щитков должна соответствовать ГОСТ Р 51321.3.

Оболочки щитов класса I должны обладать стойкостью к коррозии. Оболочки щитков должны обладать стойкостью к механическим ударам энергией 0,25 ДЖ.

Съёмные части оболочек щитков должны сниматься только с применением инструмента. Механическая прочность винтовых средств крепления съёмных частей оболочек должна соответствовать ГОСТ Р 51321.3.

Оболочки квартирных и этажных щитков настенного исполнения следует выполнять шкафного или ящичного типа.

Щитки настенного исполнения и встраиваемые в ниши должны иметь соответствующие конструктивные элементы для их крепления.

В этажных щитках настенного исполнения места ввода проводников должны иметь исполнения применительно к соответствующему виду конструкции сети выполняемой кабелем проводами в трубах или коробах токопроводом и т. д.

В щитках должна предусматриваться возможность для размещения вводимых в них внешних проводников и удобного их присоединения их к щиткам.

В этажных и квартирных щитках со счётчиками электроэнергии для исключения доступа к цепям учёта (от ввода в щиток до ввода в счётчики), должны предусматриваться конструктивные элементы с возможностью их опломбирования в одном и при необходимости в нескольких местах.

В этажных щитках дополнительно должна предусматриваться возможность опломбирования дверец.

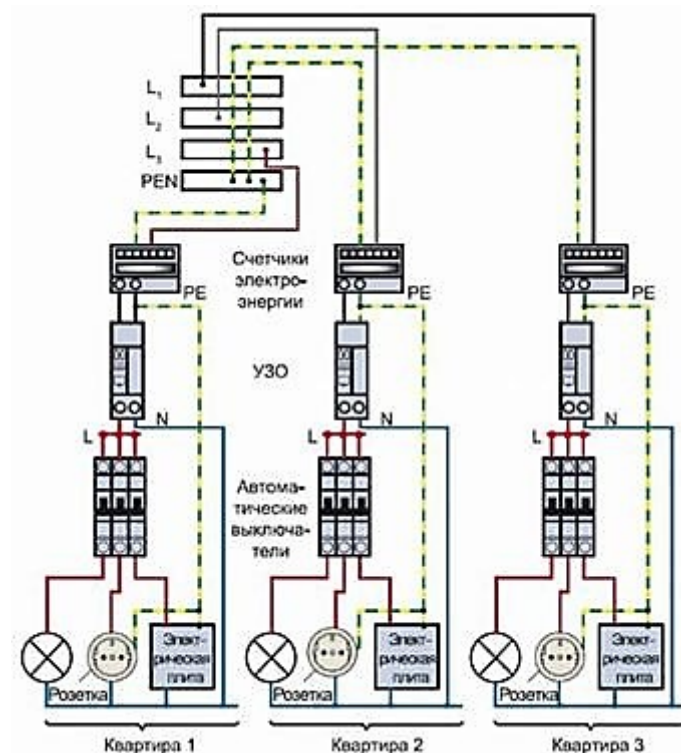


Рисунок 1- Схема этажного щитка

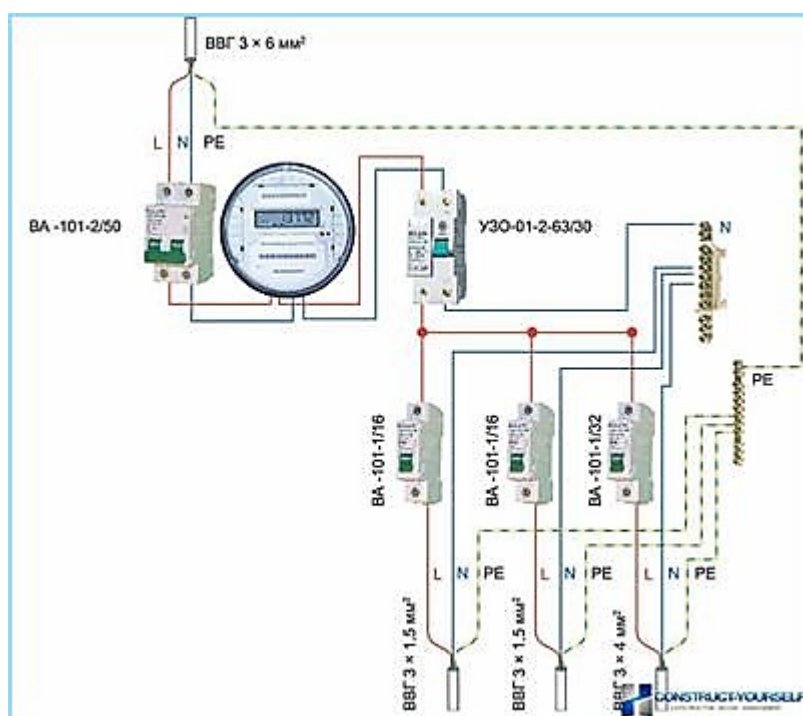


Рисунок 2- Схема квартирного щитка

В этажных щитках со счётчиками электрической энергии в дверцах из непрозрачного материала должны предусматриваться окна из прозрачного ударопрочного материала для снятия показаний счётчиков.

В квартирных щитках такие окна в дверцах из непрозрачного материала могут выполняться по согласованию потребителя с изготовителем. Конструкция щитков должна обеспечивать без их демонтажа возможность замены аппаратов и счётчиков.

Контрольные вопросы:

1. Объясните, какие существуют классы щитков по способу защиты от поражения электрическим током.
2. Расскажите, какие материалы используются для изготовления щитов.
3. Расскажите, какое бывает конструктивное исполнение щитов.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

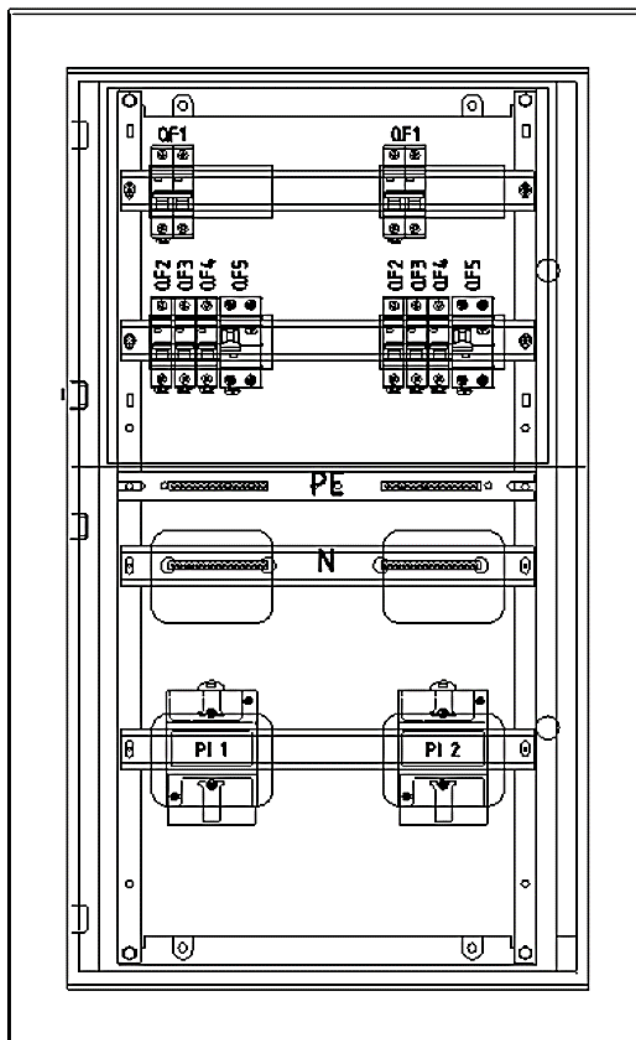
- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Ответы на контрольные вопросы
- 4) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 35

Тема: Размещение оборудования в щите управления и учета

Цель: научиться на практике выполнить установку оборудования в этажном щите управления и учета.

Задание 1. Выполнить установку оборудования в этажном щите управления и учета.



Теоретические сведения: Виды электрических щитов

Главный распределительный щит

Служит для ввода линий силового питания, распределения электричества по различным объектам, а также учета электроэнергии. В аварийных случаях он защищает от перегрузок и коротких замыканий в электрических сетях.

Вводное распределительное устройство

Служит для приема питания сети от силового кабеля и дальнейшего распределения электроэнергии по линиям питания электропитов низшего уровня, а также для учета расхода энергии, защиты от замыканий и перегрузок при авариях.

Аварийный ввод резерва

АВР укомплектован специальными автоматическими устройствами, которые переключают питание в случае аварии с главного источника на резервный источник электричества. После устранения причин аварийного режима АВР снова подключает основной источник питания на линию.

Этажный электрощит

Служит для распределения подачи электричества по квартирам или офисам на одном этаже.

Щит освещения

Его располагают практически во всех зданиях, оснащенных приборами освещения, для переключения осветительного оборудования с помощью автоматики щита. Щит освещения осуществляет защиту выходящих линий от замыканий и токовых перегрузок.

Установка оборудования

1. При монтаже щита сначала готовят к сборке корпус, затем удаляют заглушки стен корпуса. Электрические щиты имеют разное количество участков линий кабелей в зависимости от их конструкции. Поэтому нужно заранее рассчитать расположение и число отверстий для кабелей и проводов с учетом возможности выполнения дополнительных отверстий.

2. Далее монтируются установочные DIN-рейки, шины заземления, монтажные кронштейны.

На верхней DIN-рейке располагают вводной автомат защиты, от которого электроэнергия распределяется ко всем устройствам щита. Вводной автомат — это обязательное устройство, предназначенное для защиты всей электропроводки от перегрузки и токов короткого замыкания, а также общего отключения электропитания объекта.

На этой же рейке располагают аппараты защиты остальных цепей. Это могут быть автоматические выключатели, устройства защитного отключения, дифференциальные автоматы.

На средней DIN-рейке располагают все необходимое щитовое оборудование: реле задержки включения и отключения, магнитные пускатели, импульсное реле, модульные контакторы. На нижней DIN-рейке располагают клеммники для подключения внешних устройств: выключатели, кнопки, светильники, розетки и т.д.



Правила коммутации

- На щите есть наименование.
- В нем нет пыли и грязи.
- Внутри есть таблица потребителей и схема, по которой собирался щит.
- Линии в электрощите промаркированы.
- Корпус щита заземлен.
- Провода расположены так, что не затрудняют обслуживание и замену электрических аппаратов.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 36

Тема: Поиск неисправностей в силовом распределительном щите с использованием принципиальной электрической схемы

Цель: научиться практически определять неисправности и несоответствия, внесенные в установку.

Задание 1. Обучающемуся необходимо определить неисправности и несоответствия, внесенные в установку преподавателем, отметить их на схеме и кратко описать. Количество неисправностей должно соответствовать оценочной ведомости.

Задание 3. Обучающийся докладывает преподавателю об обнаруженных неисправностях.

Типы неисправностей, которые могут быть внесены в щит:

- неправильный цвет проводника;
- короткое замыкание;
- разрыв цепи;
- механические неисправности;
- ошибка коммутации;
- прочие.

Для выполнения требований данного модуля, обучающемуся необходимо использовать контрольные приборы, которые соответствуют требованиям безопасности. Запрещается вносить свои или исправлять найденные неисправности.



Пример стенда «Поиск неисправностей»

Задание 1. Обучающемуся необходимо установить в ЩС предохранители, в зависимости от сечения отходящего проводника в соответствии с требованиями НД по длительно допустимым токам. Выбранные токовые значения предохранителей должны быть вписаны в однолинейную схему. Для выполнения требований данного модуля, обучающемуся необходимо использовать контрольные приборы, которые соответствуют требованиям безопасности.



Пример стенда для установки предохранителей

научиться подбирать инструмент для выполнения неразъемных соединений в соответствии с техническим заданием

Задание

1. Опишите основные типы резьб и их обозначение.
2. Объясните, почему диаметр отверстия под резьбу должен быть немного больше внутреннего диаметра резьбы.
3. Подберите инструменты для нарезания внутренней резьбы. Каковы приемы нарезания внутренней резьбы метчиком?
3. Составьте технологическую карту на нарезание внутренней резьбы.
4. Опишите механизацию нарезания внутренней резьбы.
5. Какие могут быть причины получения некачественной резьбы?
6. Какие требования безопасности труда нужно соблюдать при работе метчиком?

Оборудование, инструменты и приспособления:

Метчики; плашки круглые; воротки и плашкодержатели; сверла; молотки; кернеры; чертилки; измерительные линейки; зенковки; резьбомеры; штангенциркули с точностью отсчета 0,1 мм; напильники разные №2-3; детали из листовой стали толщиной 3-5 мм; конспект учебник.

Понятие о резьбе. Элементы и виды резьбы

Под резьбой понимают винтовые канавки и гребешки (вит-ки), образованные на стержне или в отверстии. Стержень с резьбой условно называют винтом, а деталь с резьбой в отверстии — гайкой. Если гайку надеть на винт с одинаковой резьбой и вращать ее вокруг оси винта, то гайка будет перемещаться вдоль винта. При ограничении продольного перемещения гайки в продольном направлении будет двигаться винт относительно гайки. Это техническое явление используют для соединения деталей между собой, например обычного болта с гайкой. Другое применение — для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот. Наглядным примером этому могут служить слесарные тиски. В роли гайки в них выступает подвижная губка. При вращении винта она перемещается и зажимает деталь между собой и неподвижной губкой.

Различают наружную и внутреннюю резьбы. Наружная резьба — это резьба на стержне. Внутренняя — в отверстии. В зависимости от направления винтовой линии, образующей витки, резьбу подразделяют на правую и левую.

Приблизительно профиль резьбы можно увидеть, если смотреть на винт сбоку, — его будут отражать очертания витков резьбы. Однако для более точного представления о профиле резьбы нужно мысленно разрезать отдельный виток поперек, при этом полученные в месте разреза очертания витка покажут действительный профиль резьбы. В зависимости от профиля резьбы подразделяются на треугольную, прямоугольную, круглую и др. Наибольшее распространение имеет треугольная резьба.

За шаг резьбы принимают расстояние между вершинами двух соседних витков, измеренное вдоль оси.

Наружный диаметр резьбы — это наибольший диаметр, измеренный по вершинам витков резьбы.

Внутренний диаметр — это наименьший диаметр, измеренный по впадинам витков резьбы. Если элементы даются в миллиметрах, т. е. в единицах метрической системы,

то такая резьба называется метрической. В нашей стране метрическая резьба имеет наибольшее применение.

Нарезание внутренней резьбы

При ручной обработке металлов внутреннюю резьбу нарезают метчиками. Метчик состоит из двух основных частей: рабочей и хвостовика. Рабочая часть представляет собой винт с резьбой определенного профиля и продольными канавками — она-то и служит для непосредственного нарезания резьбы. Продольные канавки, пересекаясь с витками резьбы, образуют резьбовые гребенки с режущими кромками. Стружка при нарезании резьбы размещается в продольных канавках, поэтому их называют стружечными. Рабочая часть, в свою очередь, состоит из режущей (заборной) и калибрующей (направляющей) частей.

Режущая часть выполняет основную работу по нарезанию резьбы. Нарезание осуществляется режущими кромками резьбовых гребенок, высота зубьев которых постепенно увеличивается. По мере ввинчивания метчика в отверстие режущая часть прорезает резьбовые канавки. Каждый зуб режущей части срезает небольшую часть металла, а после прохода всей режущей части образуется резьба полного профиля. За режущей частью метчика расположена калибрующая часть, которая служит для зачистки профиля нарезанной резьбы. Хвостовиком метчик закрепляют в воротке во время работы.

Изготавливают метчики из инструментальной углеродистой, легированной или быстрорежущей стали. Ручные метчики выпускаются в комплектах, состоящих из двух штук: метчики для черновой и чистовой обработки. Могут выпускаться и комплектами из трех штук: для чернового, получистового и чистового нарезания резьбы. Черновой метчик выполняет основную работу и срезает до 60 % слоя металла, подлежащего снятию. Получистовой метчик срезает до 30 % слоя металла. Чистовой метчик придает резьбе окончательную форму и размеры и срезает остальные 10 % слоя металла. Внешне метчики одного комплекта отличаются размерами режущих частей. У чернового метчика она самая большая, у получистового — меньше, у чистового — еще меньше. В комплектах метчики маркируются следующим образом: у чернового метчика на хвостовике одна риска, у получистового — две, у чистового — три.

Воротки для закрепления ручных метчиков во время работы могут иметь разное устройство. Часто применяются нерегулируемые воротки, обычно с тремя квадратными окнами разных размеров под различные квадраты хвостовиков метчиков. Применяются и более универсальные воротки с регулируемыми отверстиями.

Приемы нарезания внутренней резьбы

При нарезании внутренней резьбы метчиком вначале готовят отверстия под нее. Сверло берут несколько большего диаметра, чем внутренний диаметр требуемой резьбы; если эти диаметры будут равны, то металл, выдавливаемый при нарезании, будет сильно нажимать на режущие кромки метчика. В результате кромки нагреются и к ним будут прилипать частицы металла; резьба получится с рваными гребешками. По этой причине возможна даже поломка инструмента. Вместе с тем нельзя делать отверстия под резьбу диаметром значительно большим, чем размер внутреннего диаметра резьбы, — резьба получится неполного профиля.

Диаметр отверстия под резьбу определяют по специальным таблицам. Полученное отверстие под резьбу зенкуют конической зенковкой 90 °, чтобы получить фаску в верхней части отверстия для лучшего входа метчика при нарезании резьбы.

Рабочую часть первого (чернового) метчика смазывают машинным маслом и вставляют его заборной частью в отверстие так, чтобы ось метчика совпала с осью отверстия, затем на хвостовик метчика надевают вороток. Лево́й рукой вороток прижимают к метчику, а правой рукой вращают по направлению резьбы до тех пор, пока метчик не врежется на несколько витков и не займет устойчивое положение. В это время можно проверить установку метчика угольником.

После этого вороток берут за рукоятки обеими руками и вращают с перехватом рук каждые пол-оборота. Для облегчения работы и получения чистой резьбы вороток вращают вначале на один-полтора оборота вперед, затем на пол-оборота назад и т. д. Благодаря такому возвратно-вращательному движению метчика стружка ломается, делается короткой, а процесс резания значительно облегчается.

Нарезав полностью резьбу, вращением воротка в обратную сторону метчик вывертывают из отверстия. Такими же приемами нарезают резьбу вторым (чистовым) метчиком. Если комплект метчиков состоит из трех штук, то сначала нарезают резьбу первым, затем вторым и окончательно третьим (чистовым) метчиком.

Нарезая резьбу в мягких и вязких металлах (медь, алюминий, латунь и т.д.), метчик периодически вывертывают из отверстия и очищают его канавки от стружки.

Есть некоторые особенности нарезания резьбы в глухих (несквозных) отверстиях. Глубина такого отверстия должна быть несколько больше длины нарезаемой части. Нужно рассчитать, чтобы при нарезании резьбы рабочая часть метчика могла немного выйти за пределы нарезаемой части. Если такого запаса в отверстии не будет, то резьба получится неполной. Правильность нарезания резьбы можно проверить соответствующим винтом.

В процессе нарезания внутренней резьбы надо соблюдать определенные правила:

1. Следите, чтобы не было перекоса метчика, особенно осторожно нарежьте резьбу в глухих и мелких отверстиях.
2. Правильно выбирайте диаметр сверла для сверления отверстия под резьбу.
3. Своевременно смазывайте инструмент.
4. Соблюдайте требования безопасности труда. Не трогайте руками гребешки нарезанной резьбы, так как они могут поранить пальцы острыми и рваными краями, очищайте метчик от стружки только щеткой.

Нарезание внутренней резьбы.

Для нарезания внутренних резьб метчиками необходимо иметь предварительно подготовленное отверстие.

Если отверстия в заготовках получают литьем или штамповкой, то нарезание резьбы происходит в тяжелых условиях, так как невозможно обеспечить размеры допусков в пределах, необходимых для нарезания внутренних резьб. Исключение составляют отверстия в заготовках, полученных литьем под давлением или литьем по выплавляемым моделям.

Наиболее благоприятные условия для нарезания резьбы метчиком создаются при подготовке отверстия сверлением или зенкерованием. При нарезании резьбы материал

детали несколько выдавливается метчиком и внутренний диаметр резьбы получается больше диаметра отверстия, полученного при сверлении. Поэтому при подготовке сверлением отверстий под нарезание резьбы метчиками необходимо диаметры сверл подбирать согласно ГОСТ 19257—73. Если диаметр отверстия, просверленного под резьбу, будет меньше рекомендуемого ГОСТом, нагрузка на метчик резко возрастет, резьба получится рваной, может заклинить и сломаться метчик. Если диаметр просверленного отверстия окажется больше рекомендуемого, получится резьба неполного профиля.

При нарезании внутренней резьбы на сверлильных станках надо руководствоваться следующими общими правилами:

1. Не рекомендуется нарезать резьбу в отверстиях, полученных литьем, штамповкой и другими подобными методами. Перед нарезанием резьбы в указанных случаях отверстия надо рассверливать или зенкеровать, чтобы удалить нагар, окалину, наклеп и получить требуемый диаметр отверстия под резьбу.
2. Метчики при нарезании резьбы на сверлильных станках надо крепить в самоцентрирующих, качающихся, плавающих или реверсивных патронах.
3. В отверстиях, подготавливаемых под нарезание в них резьбы, со стороны входа метчика должны быть сняты фаски под углом 60° и высотой не менее одного шага резьбы.
4. При нарезании резьбы на сверлильных станках особое внимание надо уделять регулированию перемещения шпинделя. Шпиндель должен быть хорошо уравновешен противовесом, легко перемещаться, чтобы врезание и выем метчика происходили плавно; при тяжелом ходе шпинделя может произойти разбивание резьбы по среднему диаметру.
5. Учитывая, что метчик воспринимает большие нагрузки, нарезать резьбу надо с охлаждением и смазкой инструмента. Метчик из отверстия по окончании операции вывинчивают при нарезании резьбы в сквозных отверстиях. Приемы нарезания резьб в глухих отверстиях несколько отличны от приемов нарезания резьбы в сквозных отверстиях.

По окончании нарезания резьбы в глухом отверстии метчик из него можно удалить только вывинчиванием. Поэтому нарезают такую резьбу только на станке, у которого метчик может вращаться в обратном рабочему направлении и со скоростью большей, чем при нарезании (для уменьшения непроизводительных затрат времени).

Если нарезают глухую резьбу на станке, у которого нет реверсивного механизма, изменяющего направление вращения шпинделя, для крепления метчиков применяют специальный реверсивный патрон (см. рис. 5.31).

Чтобы при нарезании глухой резьбы метчик не сломался, когда он дойдет до конца отверстия и упрется в дно, на станках, имеющих реверсивный механизм, необходимо применять специальный предохранительный патрон (см. рис. 5.30), реверсивные патроны имеют соответствующее предохранительное устройство.

Для нарезания глухих резьб следует применять машинные метчики с небольшой заборной частью (равной примерно трем шагам нарезаемой резьбы). Это позволит нарезать резьбу наиболее близко ко дну отверстия.

Процесс нарезания резьбы в сталях аустенитного класса, а также в жаропрочных, титановых и легких сплавах имеет свои специфические особенности, которые надо учитывать при выполнении этой работы:

1. Если заготовка из жаропрочного сплава обладает достаточной жесткостью и при ее установке на столе станка обеспечивается перпендикулярность оси резьбы к базовой поверхности, резьбу можно нарезать, не применяя кондуктор. Если же требуется обеспечить строгую перпендикулярность оси резьбы к базовой поверхности, а жесткость заготовки и ее крепление на станке не обеспечивают получения заданной точности, резьбу надо нарезать с применением кондукторов.
2. Для нарезания резьбы в жаропрочных сплавах следует применять метчики с шахматным расположением зубьев. Для сквозных отверстий применяют один метчик, для глухих — комплект из двух или трех метчиков.
3. При нарезании резьбы в жаропрочных сплавах надо обязательно охлаждать метчик. Если охлаждающая жидкость подается насосом, в состав ее должно входить 60% сульфохрезола и 15% олеиновой кислоты. Если на станке нет насоса, охлаждающую жидкость из 85% сульфохрезола и 15% олеиновой кислоты наносят на метчик кистью или погружают метчик в эту жидкость.
4. Нарезать резьбу в алюминиевых и цинковых сплавах, обладающих сравнительно небольшой твердостью и большой пластичностью, рекомендуется на станках с принудительной подачей шпинделя по шагу резьбы. Если на станке нет механизма принудительной подачи шпинделя, должен быть обеспечен его легкий ход, что достигается уменьшением уравнивающих нагрузок (пружины, грузы). При большой массе подвижных частей и тяжелом ходе шпинделя нарезаемая резьба чаще разбивается по среднему диаметру.
5. Скорость резания резьбы в силуминовых сплавах должна быть в 1,2—1,5 раза выше, а охлаждение — во столько же раз интенсивнее, чем при нарезании резьбы в стали.
6. Для охлаждения метчиков при обработке легких сплавов лучше всего применять керосин; можно пользоваться и жирной 8—10%-ной эмульсией. Не следует охлаждать метчик маслом, так как оно не предохраняет его от налипания стружки при нарезании, а также затрудняет очистку нарезанной резьбы от налипшей стружки.
7. Для нарезания резьбы от М4 до М30 в заготовках из труднообрабатываемых сталей аустенитного класса и титановых сплавов могут быть применены бесканавочные метчики из быстрорежущей стали. Стойкость такого метчика по сравнению со стандартным значительно выше.

При нарезании резьб метчиками на сверлильных станках встречаются следующие основные виды брака:

1. Рваная резьба, вызванная затуплением метчика, малыми передним и задним углами зубьев, недостаточным охлаждением, перекосом метчика относительно оси отверстия (неправильная установка метчика).

Для предупреждения такого брака нужно работать только острозаточенным метчиком; обеспечивать достаточное охлаждение его; правильно, без перекосов устанавливать относительно оси отверстия.

2. Тупая резьба вследствие завышенного диаметра отверстия под резьбу или работы изношенным метчиком с низкой твердостью и малыми передним и задним углами зубьев.

Предупредить такой брак можно правильно подготавливая отверстие под резьбу (оставляя необходимые припуски) и пользуясь метчиками, конструкция и геометрия которых выбрана с учетом обрабатываемого материала.

3. Большая шероховатость поверхности резьбы в результате малой величины переднего угла зубьев метчика, недостаточной длины его заборного конуса, сильного затупления или неправильной заточки метчика, низкого качества охлаждающей жидкости, чрезмерно высоких режимов резания.

Устранить причины, вызывающие этот вид брака, можно применяя метчики требуемой конструкции и геометрии, используя соответствующую смазочно-охлаждающую жидкость, назначая рациональные скорости резания.

4. Провал резьбы по калибрам-пробкам в результате разбивания ее вследствие неправильной установки метчика, его большого биения, снятия метчиком стружки при его вывертывании, применения больших скоростей резания и малоэффективной смазочно охлаждающей жидкости, неисправного патрона.

Мерами предупреждения и устранения брака являются: правильная установка метчика, применение метчиков с биением в пределах допуска и правильно выполненными стружкоотводящими канавками, правильный выбор режимов резания и смазочно-охлаждающей жидкости, пользование только исправным плавающим патроном.

5. Тугая резьба вследствие использования метчиков неправильных размеров или получения поверхности резьбы высокой шероховатости.

Необходимо пользоваться метчиком только соответствующих размеров и обеспечивать требуемую шероховатость поверхности резьбы (острые зубья метчика, правильное охлаждение его, рациональные режимы резания и т. д.).

6. Конусность резьбы, причинами которой могут быть: биение метчика (разбивается верхняя часть отверстия), отсутствие у метчика обратного конуса, вследствие чего зубья калибрующей части срезают металл.

Для предупреждения этого вида брака надо правильно устанавливать метчик, проверять его биение, пользоваться метчиком требуемой конструкции.

7. Неправильные размеры резьбы (проходной калибр не проходит); причинами этого вида брака может быть применение несоответствующего по размерам и профилю метчика, перекос метчика при его установке или нарушение нормальных условий его эксплуатации, срезание резьбы при выворачивании метчика. Чтобы избежать этого, следует правильно подбирать и устанавливать метчик, обеспечивать нормальные условия его работы.

8. Срыв отдельных ниток резьбы из-за того, что диаметр просверленного отверстия меньше требуемого, из-за работы затупившимся метчиком, наличия стружки в канавках метчика. Чтобы предупредить этот вид брака, надо правильно подготавливать отверстия под резьбу (сверлить отверстие требуемого диаметра), работать острозаточенным метчиком, чаще удалять стружку из канавок метчика.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) Номер, тема и цель работы.
- 2) Ход работы.
- 3) Вывод о проделанной работе

Практическая работа № 39

Тема: Нарезание наружной резьбы

Цель: ознакомиться с технологическим процессом нарезанием наружной резьбы плашками, режимами резания и технологической оснасткой

Задание:

- 1) изучить технологическую документацию по рассматриваемой операции
- 2) выполнить определенную операцию нарезания наружной резьбы плашками
- 3) составить отчет

Порядок выполнения работы:

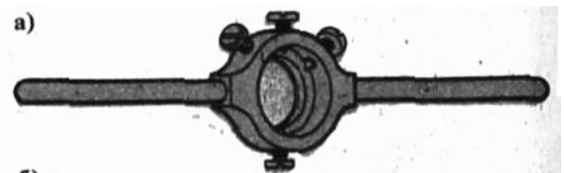
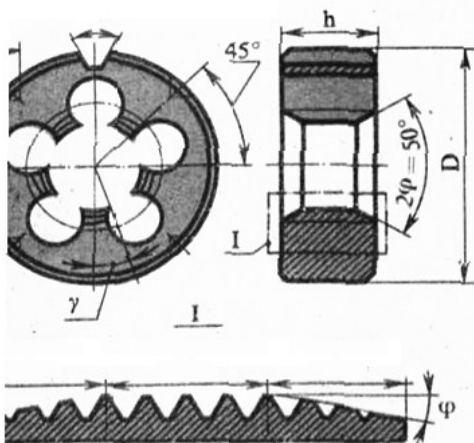
- 1) изучить теоретическую часть
- 2) выполнить графическую часть работы: эскиз (операции, эскизы или рисунки, иллюстрирующие отдельные приемы)
- 3) заполнить данными учебную карту
- 4) произвести обработку и контроль данной детали

Краткая теоретическая часть

Для нарезания наружной крепежной резьбы треугольного профиля с шагом до 2 мм применяют плашки, иногда плашки применяют для калибрования резьбы крупного шага, предварительно нарезанной резцом. Плашка похожа на гайку, изготовленную из инструментальной стали и имеющую такую же резьбу, для нарезания, которой она предназначена. В плашке в зависимости от ее размеров просверлено 3-8 отверстий, пересекающих резьбу. На пересечении поверхности отверстий с поверхностью резьбы образуются режущие гребенки, причем благодаря фаскам гребенки имеют режущие части, которые выполняют работу резания. На цилиндрическом участке резьбы образуется калибрующая часть плашки (5-6 витков), которая калибрует резьбу по размеру и обеспечивает требуемую шероховатость поверхности резьбы. Скорость резания при нарезании резьбы плашками:

- Для стальных заготовок-3...4 м\мин
- Для чугунных заготовок-2...3 м\мин
- Для латунных заготовок-10...15 м\мин

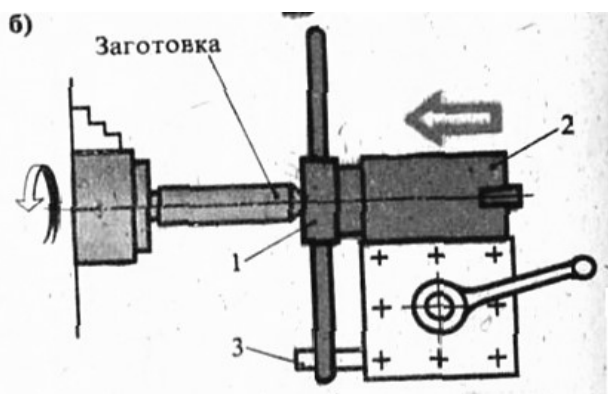
Плашки используются с двух сторон: после износа режущей части с одной стороны плашку переворачивают в плашкодержателе и работу ведут другой стороной. На торце плашки маркируется размер нарезаемой резьбы. Резьбонарезная плашка крепится в ручном плашкодержателе-воротке(а) Для компенсации износа применяют регулируемые плашки с прорезью.



Величину среднего диаметра нарезаемой резьбы регулируют винтами

При нарезании резьбы плашкой, закрепленной в ручном плашкодержателе, ее подводят к заготовке, поджимая плашкодержатель торцом пиноли задней бабки, рукоятка плашкодержателя

упирается в суппорт. После нарезания двух-трех витков с поджимом дальнейшая



подача плашки происходит самозатягиванием.

Плашкодержатель можно поджимать упором, закрепленным в резцедержателе, а рукоятку плашкодержателя упирать в планку, которая также закреплена в резцедержателе. При работе ручным плашкодержателем следует соблюдать осторожность, чтобы рука не попала между рукояткой плашкодержателя и опорой. Более совершенный и безопасный метод закрепления плашки — в само

выдвижном качающемся плашкодержателе, который устанавливают в пиноли задней бабки. Стержень под нарезание резьбы плашкой обтачивают на несколько меньший диаметр, чем диаметр нарезаемой резьбы, для компенсации некоторого выдавливания металла. Диаметр стержня под нарезание резьбы принимают по справочнику. Перед началом нарезания резьбы на торце заготовки протачивают фаску для облегчения захода плашки. Смазочно-охлаждающая жидкость — эмульсия, минеральное масло или сульфифрезол для стали, керосин — для чугуна, для высокопроизводительного нарезания наружной резьбы применяется самораскрывающаяся резьбонарезная головка. В корпусе 3 головки имеются радиальные пазы, в которых скользят кулачки с закрепленными на них дисковыми гребенками. Корпус головки устанавливают хвостовиком в задней бабке, а подачу для врезания гребенок осуществляют маховиком задней бабки. Дальнейшая подача головки происходит самозатягиванием. Скорость резания при нарезании резьбы резьбонарезными головками 15 ~ 20 м/мин. После нарезания резьбы на полную длину головку раскрывают поворотом рукоятки 2 (гребенки радиально расходятся) и отводят от нарезанного стержня без свинчивания. Резьбонарезная головка обеспечивает высокую производительность, гребенки перетачивают по передней поверхности на заточном станке (только централизованно в заточном отделении),

Оснащение

Приспособления:

плашкодержатель

Режущий инструмент:

плашка

Измерительный инструмент:

линейка ШЦ-1 Калибр-кольцо

Контрольные вопросы

1. Расшифровать обозначение *Труб^{1/4}*
2. Для чего необходима резьба
3. Каким измерительным инструментом можно проверить профиль резьбы

Итог работы: Отчет.

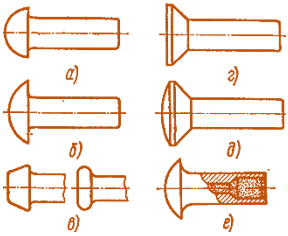
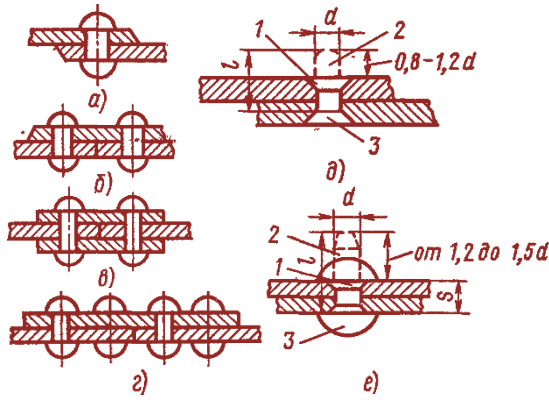
Содержание отчета

- 1) тема и цель работы
- 2) задание, оснащение

- 3) эскиз детали и технологический процесс
- 4) заполненная учебная карта
- 5) ответы на контрольные вопросы
- 6) выводы

Практическая работа № 40

Тема: Клепка

№	Вопросы	Ответы
1	Назовите виды заклёпок, показанные на рис. 1.  <i>Рис. 1. Виды заклёпок</i>	На рис. 1 показаны следующие типы заклёпок: а — с полукруглой высокой головкой, б — с полукруглой низкой головкой, в — с плоской головкой, г — с потайной головкой, д — с полупотайной головкой, е — взрывная двухкамерная, ж — заклёпка с сердечником.
2	Нарисуйте показанные на рис. 2, д-е виды заклёпок и назовите их элементы.  <i>Рис. 2. Заклёпочные соединения</i> а — однорядные внахлёстку, б — однорядные встык с одной накладкой, в — однорядные встык с двумя накладками, г — двухрядный с шахматным расположением заклёпок встык с одной накладкой, д — с потайной головкой, е — с полукруглой головкой	На рис. 2, д дана заклёпка с потайной головкой, а на рис. 2, е — с полукруглой головкой: 1 — замыкающая головка, 2 — стержень, 3 — закладная головка.
3	Как различаются заклёпочные соединения по характеру расположения соединяемых деталей (рис. 2, а-г)?	По характеру расположения соединяемых деталей различают швы; а — однорядные внахлёстку (рис. 2, а), б — однорядный встык с одной накладкой (рис. 2, б), в — однорядный встык с двумя накладками (рис. 2, в).

Длина заклёпки l (в мм) с полукруглой головкой (рис. 3, а) определяется по формуле: $l = s + (1,2 \dots 1,5)d$, где s — общая толщина склепываемых листов детали, мм; d — диаметр стержня заклёпки, мм.

Пример А. К балке необходимо прикрепить равнобокий уголок стальными заклёпками с полукруглой головкой. Шов односторонний, диаметр заклёпки 16 мм, толщина уголка 20 мм, толщина борта балки, к которой приклепывается уголок, 24 мм. Определите длину заклёпки.

Длина заклёпки l с потайной головкой (рис. 3, б) определяется по формуле: $l = s + (0,8 \dots 1,2)d$.

Пример Б. Отсек корабля склепывается стальными заклёпками диаметром 16 мм с потайной головкой. Надо определить длину заклёпок, если известно, что толщина одного из склепываемых элементов 12 мм, а второго 14 мм.

На рис. 4 изображена номограмма для определения длины стержня заклёпок с полукруглой головкой. Для определения длины нужно приложить линейку к делениям правой и левой шкал, соответствующим общей толщине склепываемых деталей, цифры в прямоугольниках, пересекаемых линейкой, показывают нужную длину стержня заклёпки для каждого диаметра.

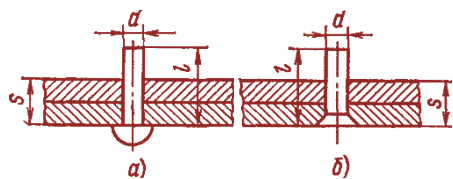


Рис. 3.

Определение длины заклёпок

А. Общая длина заклёпок с полукруглой головкой (рис. 162, а): $l = s + (1,2 \dots 1,5)d = 68$ мм.

Б. Общая длина заклёпок с потайной головкой (рис. 162, б): $l = s + (0,8 \dots 1,2)d = 12 + 14 + 1,2 \times 16 = 45,2$ мм.

Определите длину стержня заклёпки с полукруглой головкой с помощью номограммы (рис. 4).

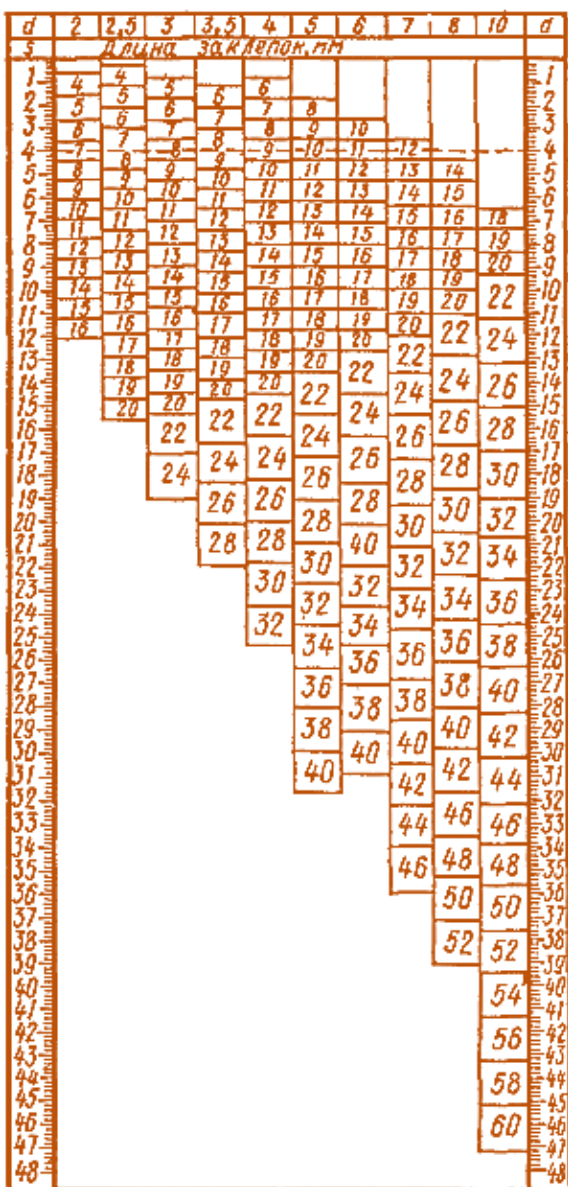


Рис. 4. Номограмма для определения длины стержня заклёпок

Для определения длины нужно приложить линейку к делениям правой и левой шкал, соответствующим общей толщине склепываемых деталей, цифры в прямоугольниках, пересекаемых линейкой, показывают нужную длину стержня заклёпки для каждого диаметра. На номограмме штриховой линией показан пример определения длины стержня заклёпки при склепывании двух деталей, имеющих общую толщину 4 мм. В этом случае:

Диаметр стержня	2,5	3 – 3,5	4	5	6
Длина стержня	7	8	10	11	12

Диаметр заклёпки подсчитывается в зависимости от толщины склепываемых листов по формуле: $d = \sqrt{2s}$, где s — толщина склепываемых листов, мм.

Пример. Определить диаметр заклёпки для склепывания листов толщиной 3 и 5 мм.

Диаметр отверстия D под стержень заклёпки определяется по формуле:

- для дюралюминиевых заклёпок диаметром до 4 мм $D = d + 0,1$ мм;
- для дюралюминиевых заклёпок диаметром 4 – 10 мм $D = d + 0,2$ мм;
- для стальных заклёпок диаметр заклёпок выбирается по справочным таблицам.

$$\text{Диаметр заклёпки } d = \sqrt{2s} = \sqrt{2 \cdot (3 + 5)s} = 4 \text{ мм.}$$

Определите диаметр отверстия под стержень дюралюминиевых заклёпок диаметром до 4 мм и 4 – 10 мм.

Диаметр отверстия D под стержень заклёпки определяется по соответствующим формулам: для дюралюминиевой заклёпки диаметром до 4 мм $D = d + 0,1$ мм; для такой же заклёпки диаметром 4 – 10 мм $D = d + 0,2$ мм (d – диаметр заклёпки, мм).

Требуется приклепать лист кожуха котла к основанию рамы, необходимо просверлить отверстия для заклёпок из дюралюминия. Определить диаметр отверстия, если диаметр каждой заклёпки равен 9,5 мм.

$$\text{Диаметр отверстия для дюралюминиевых заклёпок: } D = d + 0,2 \text{ мм, } D = 9,5 + 0,2 = 9,7 \text{ мм.}$$

Шаг клёпки t (расстояние между центрами заклёпок) определяется по формуле:

- для односторонних швов $t = 3d$ мм;
- для двухсторонних швов $t = 4d$ мм.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) тема и цель работы
- 2) задание, оснащение
- 3) эскиз детали и технологический процесс
- 4) заполненная учебная карта
- 5) ответы на контрольные вопросы
- 6) выводы

Практическая работа № 41

Тема: Сборка неразъемных соединений

Цель: получение неразъемного соединения деталей паянием

Материально-техническое оснащение:

оборудование -слесарный верстак, вытяжной шкаф;

инструменты: -напильник, крацовочная щетка, электрический паяльник;

материалы- растворитель (бензин, ацетон, уай-спирит,), ветошь, мягкий (ПОС-40) и твердый (медно-цинковый или серебряный припой, флюсы, (канифоль, бура, борная кислота), отожженная стальная проволока для обвязки.

Задание:

1. Очистить от грязи, следов коррозии и обезжирить поверхность деталей, подлежащих соединению. Для очистки поверхности необходимо использовать крацовочную щетку, следы коррозии нужно удалить напильником, а обезжиривание проводить уайт-спиритом.
2. Приготовить плотно сопрягаемые поверхности деталей гибкой, правкой и опиливанием.
3. Зачистить жало паяльника, заправить его личным напильником и прогреть.
4. Коснуться рабочей частью напильника прутка припоя так, чтобы на жале осталось несколько капель припоя, поднести жало паяльника к канифолью и совершить им несколько возвратно-поступательных движений, пока оно не покроется тонким слоем припоя (облуживание паяльника)
5. Прогреть паяльником место соединения и нанести на него тонкий слой канифоля. При достаточном прогреве места соединения припой начнет растекаться. Паяльник в этот момент медленно и плавно перемещать вдоль соединения, обеспечивая заполнения зазора расплавленным припоем.
6. Удалить излишки припоя после его затвердения с поверхности шва напильником.

Пайка твердыми припоями.

1. Очистить соединяемые поверхности от грязи, следов коррозии, обезжирить и подготовить одну к другой, зафиксировав их положение.
2. Нарезать небольшие пластинки медно-цинкового припоя и уложить их вдоль шва, посыпав порошкообразным флюсом.
3. Прогреть шов соединения паяльной лампой до температуры расплавления припоя и заполнить им зазор между соединяемыми деталями.
4. Прекратить нагревание после заполнения зазора припоем, охладить соединение на воздухе и зачистить шов.

Контрольные вопросы.

1. Для чего перед пайкой необходима механическая и химическая очистка соединяемых поверхностей?
2. От чего зависит выбор способа пайки?
3. Какова роль флюса при пайке?

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) тема и цель работы
- 2) задание, оснащение
- 3) технологический процесс
- 4) ответы на контрольные вопросы
- 5) выводы

Практическая работа № 42

Тема: Сборка разъемных соединений. Сборка узлов

Цель: выполнение разъемных резьбовых соединений

Материально-техническое оснащение:

оборудование: слесарный верстак и тиски, настольный сверлильный станок;

приспособления: сверлильный и предохранительный патрон;

инструменты: гаечные ключи, спиральные сверла, метчики, электрическая ручная дрель;

материалы: заготовки из стали и чугуна, болты, винты, гайки.

Задание 1. Сборка винтового соединения

1. Разметить на одной из сопрягаемых деталей центры отверстий и просверлить их ($d_{св} = 1,2 d_p$, где $d_{св}$ - диаметр сверла, d_p - номинальный диаметр резьбы).
2. Обработать отверстие под резьбу во второй детали соединения, используя деталь с просверленными отверстиями в качестве кондуктора, и нарезать резьбу.
3. Раззенковать отверстия под головки винтов.
4. Установить одну из сопрягаемых деталей на другую так, чтобы отверстия верхней детали находились над отверстиями нижней, и ввернуть винты в резьбовые отверстия.
5. Затянуть винты соединения предварительно, а затем окончательно.

Задание 2. Сборка шпильчного соединения

1. Ввернуть шпильки в резьбовые отверстия, проверить угольником их перпендикулярность плоскости соединяемых деталей и плотность посадки в резьбовом отверстии.
2. Надеть на деталь с установленными в ней шпильками вторую деталь соединения, установить шайбы и навернуть гайки.
3. Затянуть гайки предварительно, а затем окончательно.

Задание 3. Сборка болтового соединения

1. Надеть на болты шайбы и установить их в отверстие соединяемых деталей
2. Надеть на резьбовую часть болта шайбы и гайки, затянуть гайки предварительно, а затем окончательно.

Задание 4. Стопорение резьбовых соединений

1. Просверлить ручной дрелью в гайках и болтах собранного соединения отверстие под шплинт.
2. Установить шплинт в соединение и развести его концы.

Задание 5. Выполнение соединения самоформирующимися болтами

1. Наложить листовую заготовку на корпусную деталь, к которой она будет крепиться, и зафиксировать ее положение.
2. Просверлить в деталях отверстия диаметром несколько меньшим внутреннего диаметра нарезаемой резьбы.
3. Смазать самоформирующий винт в подготовленное отверстие.

Контрольные вопросы

1. Почему резьбовое соединение затягивают сначала предварительно, а затем окончательно?
2. Указать особенности применения самоформирующих винтовых соединений?
3. С какой целью в резьбовых соединениях производят стопорение?

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) тема и цель работы
- 2) задание, оснащение
- 3) технологический процесс
- 4) ответы на контрольные вопросы
- 5) выводы

Практическая работа № 43

Тема: Опиливание металла. Притирка и подгонка

Цель: овладеть приёмами опилования металлов, притирки и подгонки деталей.

Инструменты и приспособления: слесарный верстак, тиски, набор напильников, набор надфилей.

Задание:

1. Рассказать правила техники безопасности при опиловании металла.
2. Определить, из числа предложенных, вид напильника и его характеристики.
3. Произвести опиловку прямой поверхности.
4. Произвести опиловку криволинейной поверхности.
5. Произвести опиловку пазов надфилями.

Теоретическая часть

Опиливанием или опиловкой называется способ резания, при котором осуществляется снятие слоя материала с поверхности заготовки с помощью напильника.

Напильник — это многолезвийный режущий инструмент, обеспечивающий сравнительно высокую точность и малую шероховатость обрабатываемой поверхности заготовки (детали).

Опиливанием придают детали требуемую форму и размеры, производят пригонку деталей друг к другу при сборке и выполняют другие работы. С помощью напильников обрабатывают плоскости, криволинейные поверхности, пазы, канавки, отверстия различной формы, поверхности, расположенные под разными углами и т. д. Припуски на опилование оставляют небольшие — от 0,5 до 0,025 мм. Достижимая точность обработки может быть от 0,2 до 0,05 мм, и в отдельных случаях — до 0,005

мм.

Напильник (рис. 1) представляет собой стальной брусок определенного профиля и длины, на поверхности которого имеется насечка (нарезка). Насечка образует мелкие и острозаточенные зубцы, имеющие в сечении форму клина.

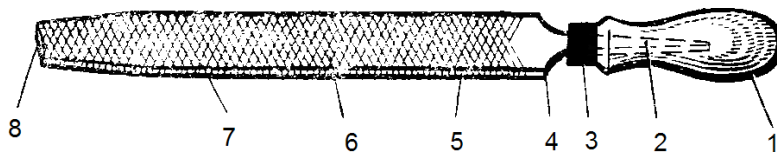


Рис. 1. Основные части напильника: 1 - ручка; 2 - хвостовик; 3 - кольцо; 4 - пятка; 5 - грань; 6 – насечка; 7 - ребро; 8 - нос.

Насечка может быть одинарной (простой), двойной (перекрестной), рашпильной (точечной) или дуговой (рис. 2).

Напильники с одинарной насечкой снимают широкую стружку, равную длине всей насечки (рис.2, а). Их применяют при опиливании мягких металлов.

Напильники с двойной насечкой применяют при опиливании стали, чугуна и других твердых материалов, так как перекрестная насечка размельчает стружку, чем облегчает работу (рис.2, б).

Напильниками с рашпильной (точечной) насечкой, имеющей между зубьями вместительные выемки, расположенные в шахматном порядке, что способствует лучшему размещению стружки, обрабатывают очень мягкие металлы и неметаллические материалы (рис. 2, в).

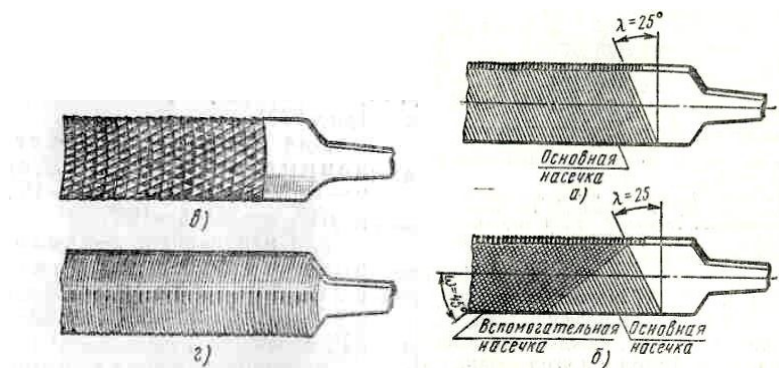


Рис 2. Виды насечек: а - одинарная насечка; б – двойная насечка; в – рашпильная насечка; г - дуговая насечка.

Напильники с дуговой насечкой имеют большие впадины между зубьями, что обеспечивает высокую производительность и хорошее качество обрабатываемых поверхностей (рис.2, г).

Изготавливаются напильники из стали У13 или У13 А (допускается легированная хромистая сталь ШХ15 или 13Х). После насечки зубьев напильники подвергают термической обработке.

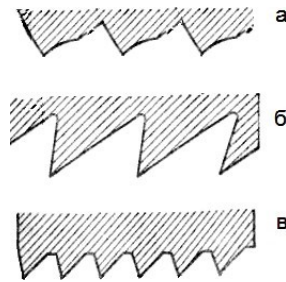


Рис. 3 Геометрия зубьев напильника: а — насеченных, б — полученных фрезерованием или шлифованием, в — полученных протягиванием

Зубья напильников получают на пилонасекательных станках при помощи специального зубила, на фрезерных станках — фрезами, на шлифовальных станках — специальными шлифовальными кругами, а также путем накатывания, протягивания на протяжных станках — протяжками и на зубонарезных станках.

Каждым из указанных способов насечается свой профиль зуба (рис 3).

Ручки напильников изготавливают обычно из древесины (березы, клена, ясеня и других пород). Приемы насадки ручек показаны на рисунке 4.

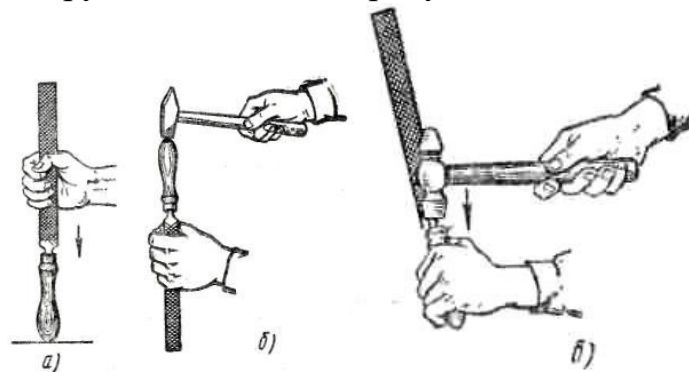


Рис. 4. Насадка и снятие рукоятки напильника:

а — насадка ударом о верстак, б — насадка ударом молотка:
в — снятие ударом молотка

Классификация напильников. По назначению напильники делят на следующие группы: общего назначения, специального назначения, надфили, рапили, машинные напильники.

11

Напильники общего назначения предназначаются для общеслесарных работ. По числу насечек на 1 см длины их подразделяют на 6 номеров. Напильники с насечкой № 0 и 1 (**драчевые**, (от слова сдирать)) имеют наиболее крупные зубья и служат для грубого (чернового) опилования с точностью 0,5—0,2 мм. Напильники с насечкой № 2 и 3 (**личные**) служат для чистового опилования деталей с точностью 0,15—0,02 мм. Напильники с насечкой № 4 и 5 (**бархатные**) применяются для окончательной точной отделки изделий. Достигаемая точность обработки — 0,01—0,005 мм. По форме поперечного сечения они подразделяются на плоские, квадратные, трехгранные, круглые, полукруглые, ромбические и ножовочные (рис. 2).

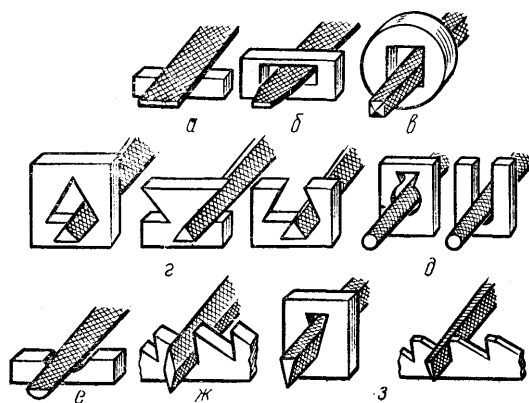


Рис. 5. Формы сечений напильников:

а и б — плоские; *в* — квадратный; *г* — трехгранный; *д* — круглые; *е* — полукруглый; *ж* — ромбический; *з* — ножовочные

Ножовочные напильники изготавливаются только по специальному заказу. Ромбические и ножовочные напильники изготавливаются только с насечками № 2, 3, 4, 5 длиной: ромбические 100—250 мм и ножовочные — 100—315 мм. По длине напильники могут быть 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350 и 400 мм.

Напильники специального назначения изготавливаются по ведомственным нормам: для обработки цветных сплавов, изделий из легких сплавов и неметаллических материалов, тарированные, а также алмазные напильники.

Напильники для обработки цветных сплавов в отличие от слесарных напильников общего назначения имеют другие, более рациональные для данного конкретного сплава углы наклона насечек и более глубокую и острую насечку, что обеспечивает высокую производительность и стойкость напильников. Напильники выпускаются только плоскими и остроносими с насечкой № 1 и предназначены для обработки бронзы, латуни и дюралюминия.

Напильники для обработки изделий из легких сплавов и неметаллических материалов.

Обычные напильники, применяемые слесарями при обработке изделий из легких и мягких сплавов (алюминий, дюралюминий, медь, баббит, свинец) и неметаллических материалов (пластмасса, дерево, резина и т. д.), имеют мелкую насечку поэтому при работе быстро забиваются стружкой и выходят из строя. Поэтому для данных материалов применяют напильники со специальной державкой (рис. 6, а)

позволяющие устранить указанные недостатки. Этот напильник имеет размеры 4X40X300 мм и насечку в виде дуговых канавок (рис. 6, б) для выхода стружки при значительно увеличенном шаге по сравнению с обычными драчевыми напильниками. Производительность работы такими напильниками повышается в два-три раза.

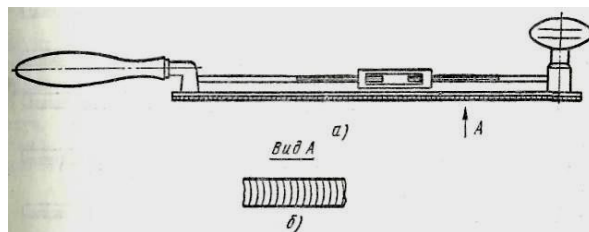


Рис. 6. Напильник для обработки изделий из легких сплавов и неметаллических материалов:

а — общий вид, б — насечка

Тарированные напильники применяются во всех случаях, когда требуется проверять твердость в малодоступных для алмазного наконечника частях изделия (боковой профиль зубазубчатого колеса, режущее лезвие фрезы и др.) и при контроле твердости непосредственно у рабочего места закальщика. Напильники тарируются (тарирование — определение какой-либо величины) на определенную твердость в зависимости от твердости изделий. Они отличаются от соответственно нормализованных напильников повышенным и стабильным качеством.

Алмазные напильники применяются для обработки и доводки твердосплавных частей инструментов и штампов. Алмазный напильник представляет собой металлический стержень с рабочей поверхностью и сечением нужного профиля, на которую нанесен очень тонкий алмазный слой. Алмазная рабочая часть напильников изготавливается различной зернистости для предварительной и окончательной доводки.

Надфили. Небольшие (малогабаритные) напильники называют надфилями, их применяют для лекальных, граверных, ювелирных работ, для зачистки в труднодоступных местах (отверстий, углов, коротких участков профиля и др.). Надфили имеют такую же форму, как и слесарные напильники. Длина надфилей 80, 120 и 160 мм. На рабочей части надфиля на длине 40, 60, 80 наносятся насечки. Надфили имеют перекрестную (двойную) насечку. Узкая сторона надфиля имеет одинарную насечку (основную).

В зависимости от количества насечек, приходящихся на каждые 10 мм длины, надфили разделяются на пять типов: № 1, 2, 3, 4 и 5.

В зависимости от типа надфили имеют от 20 до 112 насечек. На рукоятке каждого надфиля наносится номер насечки.

11

Для обработки твердосплавных материалов, различных видов керамики, стекла, а также для доводки режущего твердосплавного инструмента применяют алмазные надфили, у которых на стальном стержне закреплены зерна чаще всего искусственного алмаза (рис. 7). Надфили изготавливают из природных и синтетических алмазных порошков различной зернистости с прямоугольной, квадратной, круглой, полукруглой, овальной, трехгранной, ромбической и другой формой поперечного сечения. Обработкой надфилями получают поверхности высокой точности.

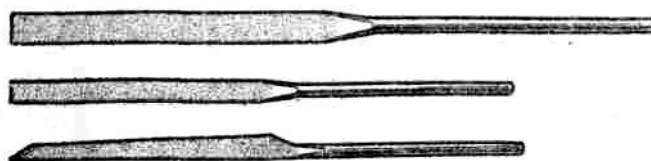


Рис. 7. Алмазные надфили

Рашпили предназначены для обработки мягких металлов, кости, кожи, дерева, каучука и других подобных материалов. Стандартизованы три основных вида рашпелей: общего назначения, сапожные и копытные. В зависимости от профиля рашпили общего назначения подразделяются на плоские (тупоносые и остроносые), круглые и полукруглые с насечкой № 1—2 и длиной от 250 до 350 мм. Зубья рашпиля имеют большие размеры и вместилищные канавки, расположенные впереди каждого зуба.

Опиливание металла

При опиливании заготовку закрепляют в тисках, при этом опиლიваемая поверхность должна выступать над уровнем губок тисков на 8—10 мм. Чтобы предохранить заготовку от вмятин при зажиме, на губки тисков надевают нагубники из мягкого материала.

Рабочая поза при опиливании металла аналогична рабочей позе при разрезании металла ножовкой. Правой рукой берут за ручку напильника так, чтобы она упиралась в ладонь руки, четыре пальца охватывали ручку снизу, а большой палец помещался сверху (рис. 8, а). Ладонь левой руки накладывают несколько поперек напильника на расстоянии 20—30 мм от его носка (рис. 8, б). Перемещают напильник равномерно и плавно на всю длину. Движение напильника вперед является **рабочим ходом**. Обратный ход — холостой, его выполняют безнажима. При обратном ходе не рекомендуется отрывать напильник от изделия, так как можно потерять опору и нарушить правильное положение инструмента.

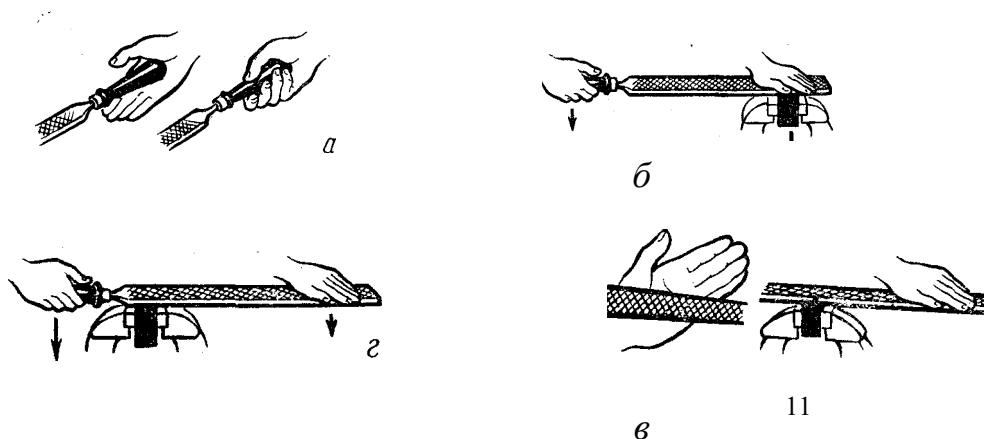


Рис. 8. Хватка напильника и балансировка им в процессе опиливании: а — хватка правой рукой; б — хватка левой рукой; в — силы нажима в начале движения; г — силы нажима в конце движения.

В процессе опиливании необходимо соблюдать координацию усилий нажима на напильник (балансировку). Она заключается в постепенном увеличении во время рабочего хода небольшого вначале нажима правой рукой на ручку с одновременным уменьшением более сильного вначале нажима левой рукой на носок напильника (рис. 8, в, г).

Длина напильника должна превышать размер обрабатываемой поверхности заготовки на 150—200 мм.

Наиболее рациональным темпом опиливании считают 40—60 двойных ходов в минуту.

Опиливание начинают, как правило, с проверки припуска на обработку, который мог

бы обеспечить изготовление детали по размерам, указанным на чертеже. Проверив размеры заготовки, определяют базу, т. е. поверхность, от которой следует выдерживать размеры детали и взаимное расположение ее поверхностей.

Если степень шероховатости поверхностей на чертеже указана, то опилование производят только драчевым напильником. При необходимости получить более ровную поверхность опилование заканчивают личным напильником.

В практике ручной обработки металлов встречаются следующие основные виды опилования:

- опилование параллельных и перпендикулярных поверхностей деталей;
- опилование криволинейных (выпуклых или вогнутых) поверхностей;
- распиливание
- припасовка поверхностей.

Опилование широких плоских поверхностей является одним из самых сложных видов опилования. Для получения правильно опиленной прямолинейной поверхности главное внимание должно быть сосредоточено на обеспечении прямолинейности движения напильника.

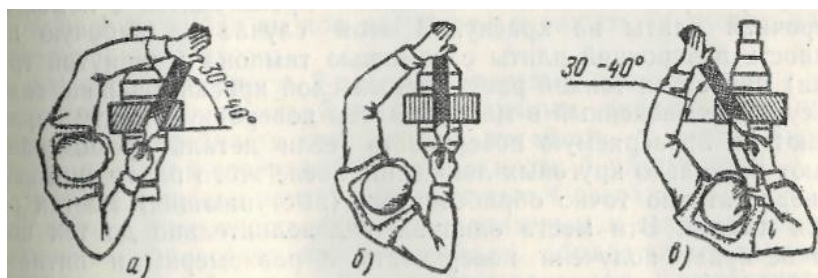


Рис. 9. Опилование: а — слева направо, б — прямым штрихом, в — справа налево (косым штрихом)

Сначала опилование выполняют слева направо (рис. 9, а) Под углом 30—40° к оси тисков, затем, не прерывая работы, прямым штрихом (рис. 9, б) и заканчивают опилование косым штрихом под тем же углом, но справа налево (рис. 9, в). Такое изменение направления движения напильника обеспечивает получение необходимой плоскостности и чистоты поверхности.

При опиловании по диагонали не следует выходить напильником на углы заготовки, так как при этом уменьшается площадь опоры напильника и снимается большой слой металла. Образуется так называемый «завал» края обрабатываемой поверхности.

Проверку правильности плоскости производят линейкой

«на просвет», для чего накладывают ее вдоль, поперек и по диагонали обработанной поверхности. Поверочная линейка по длине должна перекрывать проверяемую поверхность.

В случае опилования параллельных плоских поверхностей проверку параллельности производят измерением расстояния между этими поверхностями в нескольких местах, которое должно быть везде одинаковым.

При обработке плоскостей, расположенных под углом 90°, сначала опиляют плоскость, принимаемую за базовую, добиваясь ее плоскостности, затем плоскость, перпендикулярную к базовой. Наружные углы обрабатывают плоским напильником. Контроль осуществляют внутренним углом угольника. Угольник прикладывают к базовой

плоскости и, прижимая к ней, перемещают до соприкосновения с проверяемой поверхностью. Отсутствие просвета указывает, что перпендикулярность поверхностей обеспечена.

При обработке узких плоскостей на тонких деталях применяют продольное и поперечное опилование. При опиловании поперек заготовки напильник соприкасается с меньшей поверхностью, по ней проходит больше зубьев, что позволяет снять большой слой металла. Однако при поперечном опиловании положение напильника неустойчивое и легко «завалить» края поверхности. Кроме этого, образованию «завалов» может способствовать изгиб тонкой пластинки во время рабочего хода напильника. Продольное опилование создает лучшую опору для напильника и исключает вибрацию плоскости, но снижает производительность обработки.

Опиливание тонких пластинок обычными приемами нецелесообразно, так как при рабочем ходе напильника пластинка изгибается и возникают «завалы». Не рекомендуется для опилования тонких пластинок зажимать их между двумя деревянными брусками (планками), так как при этом насечка напильника быстро забивается древесной и металлической стружкой и его приходится часто чистить.

В целях повышения производительности труда при опиловании тонких пластинок целесообразно склепывать 3—10 таких пластинок в пакеты.

Можно обойтись без склепывания тонких деталей, а использовать приспособления, называемые наметками. К таким приспособлениям относятся раздвижные рамки, плоскопараллельные наметки, копирные приспособления (кондукторы) и др.

Простейшим из них является наметка-рамка (рис. 10). Ее применение исключает образование «завалов» обрабатываемой поверхности. Лицевая сторона наметки-рамки тщательно обработана и закалена до высокой твердости.

Размеченную заготовку вставляют в рамку, слегка прижимая ее винтами к внутренней стенке рамки. Уточняют установку, добиваясь совпадения риски на заготовке с внутренним ребром рамки, после чего окончательно закрепляют винты.

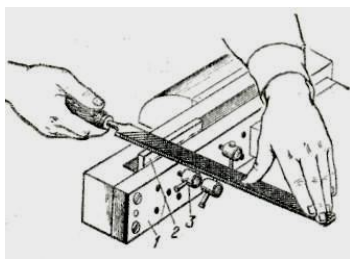


Рис. 10. Опиливание в рамках:

1 — рамка, 2 — опиლიваемая пластинка, 3 — зажимные болты

Затем рамку зажимают в тисках и опиляют узкую поверхность заготовки. Обработку ведут до тех пор, пока напильник не коснется верхней плоскости рамки. Поскольку эта плоскость рамки обработана с высокой точностью, то и опиლიваемая плоскость будет точной и не потребует дополнительной проверки при помощи линейки.

Опиливание вогнутых поверхностей. Сначала на заготовке размечают необходимый контур детали. Большую часть металла в данном случае можно удалить выпиливанием ножовкой, придав впадине в заготовке форму треугольника (рис. 11, вверху слева), или высверливанием (вверху справа). Затем напильником опиляют грани и спиливают выступы полукруглым или круглым драчёвым напильником до нанесенной риски.

Профиль сечения круглого или полукруглого напильника выбирают таким, чтобы его радиус был меньше, чем радиус опилируемой поверхности. Не доходя примерно 0,3—0,5 мм до риски, драчёвый напильник заменяют личным. Правильность формы распиливания

проверяют по шаблону на просвет, а перпендикулярность опиленной поверхности торцу заготовки угольником.

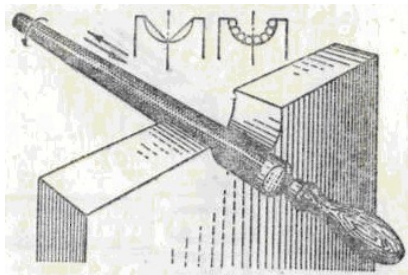


Рис. 11. Опиливание вогнутых поверхностей

Вогнутые криволинейные поверхности в зависимости от радиуса их кривизны обрабатываются круглыми или полукруглыми напильниками. Напильник совершает сложное движение — вперед и в сторону с поворотом вокруг своей оси (рис. 13, а). В процессе обработки криволинейных поверхностей заготовку обычно периодически пережимают с тем, чтобы обрабатываемый участок располагался под напильником. *Опиливание выпуклых поверхностей* (опиливание носка слесарного молотка) показано на рис. 12. После разметки ножовкой срезают углы заготовки, и она принимает пирамидообразную форму (I). Затем при помощи драчёвого напильника снижают слой металла, не доходя до риски на 0,8—1,0 мм (II), после чего личным напильником окончательно осторожно снимают оставшийся слой металла по риске (III).

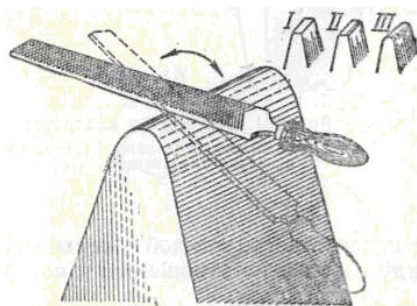


Рис.12 Опиливание выпуклых поверхностей

Выпуклые криволинейные поверхности можно обрабатывать, используя прием раскачивания напильника (рис. 13,б). При перемещении напильника сначала его носок касается заготовки, ручка опущена. По мере продвижения напильника носок опускается, а ручка приподнимается. Вовремя обратного хода движения напильника противоположные.

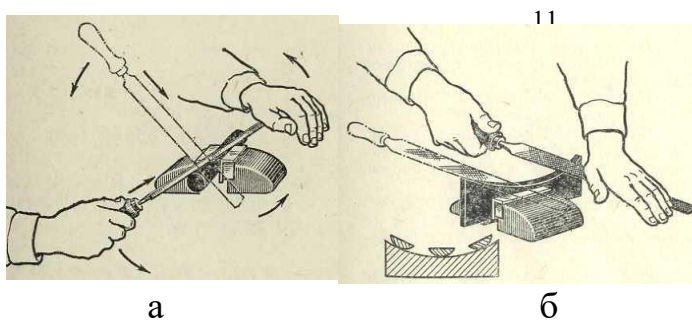


Рис.13

При изготовлении партии деталей целесообразно изготовить специальный копир, подобный наметке-рамке, лицевая часть которого имеет форму криволинейной поверхности. В этом случае копир с закрепленной в нем заготовкой зажимают в тисках и ведут опилование до касания напильником закаленной поверхности копира рис.14.

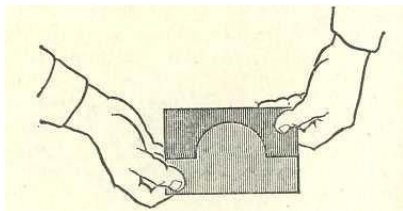


Рис.14

Распиливанием называется обработка отверстий (пройм) различной формы и размеров при помощи напильников. По применяемому инструменту и приемам работы распиливание аналогично опиливанию и является его разновидностью.

Для распиливания применяются напильники различных типов и размеров. Выбор напильников определяется формой и размерами проймы. Проймы с плоскими поверхностями и пазы обрабатываются плоскими напильниками, а при малых размерах — квадратными. Углы в проймах распиливаются трехгранными, ромбическими, ножовочными и другими напильниками. Проймы криволинейной формы обрабатывают круглыми и полукруглыми напильниками.

Распиливание обычно выполняют в тисках. В крупных деталях проймы распиливают на месте установки этих деталей.

Припасовкой называется взаимная пригонка двух деталей, сопрягающихся без зазора. Припасовывают как замкнутые, так и полузамкнутые контуры. Припасовка характеризуется большой точностью обработки. Из двух припасовываемых деталей отверстие принято называть, как и при распиливании, проймой, а деталь, входящую в пройму, — вкладышем.

Припасовка применяется как окончательная операция при обработке деталей шарнирных соединений и чаще всего при изготовлении различных шаблонов. Выполняется припасовка напильниками с мелкой или очень мелкой насечкой.

Сначала обрабатывают заготовки для вкладыша и проймы. Размечают их, распиливают пройму и опиляют вкладыш, оставляя припуск (0,1—0,4 мм) на припасовку. Первой обычно готовят к припасовке и припасовывают ту из сопряженных деталей, которую легче обработать и проконтролировать, с тем чтобы затем использовать ее для контроля при изготовлении сопряженной детали.

Точность припасовки считается достаточной, если вкладыш входит в пройму без перекоса, качки и просветов. Существуют также механизированные инструменты для опиловочных работ, это электрические и пневматические напильники (опиловочные машинки). В основном используются напильники с вращающимися инструментами (рис.15).

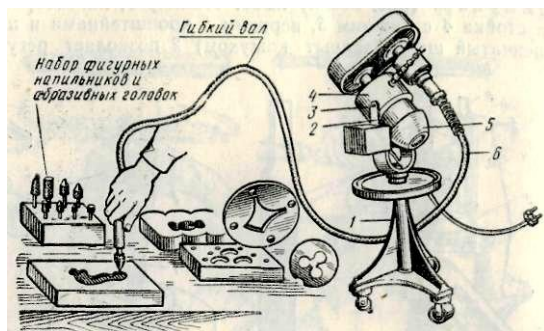


Рис. 15. Передвижной опиловочно-зачистной станок ОЗС: 1 — стойка, 2 — вилка, 3 — шарниры, 4 — головка, 5 — электродвигатель, 6 — гибкий вал

Возможные виды брака при опиливании металла и их причины:

- неточность размеров опиленной заготовки (снятие очень большого или малого слоя металла) вследствие неточности разметки, неправильности измерения или неточности измерительного инструмента;
- неплоскостность поверхности и «завалы» краев заготовки как результат неумения правильно выполнять приемы опиливания;
- вмятины и другие повреждения поверхности заготовки в результате неправильного ее зажима в тисках.

При опиливании металла ручными и механизированными инструментами следует соблюдать *правила техники безопасности*. Пользоваться только исправным инструментом. Ручки напильников должны быть прочно насажены. Запрещается работать напильниками безручек или с треснутыми, расколотыми ручками. Образовавшуюся в процессе опиливания стружку следует сметать специальной щеткой. Запрещается сдвигать ее или смахивать голыми руками, чтобы избежать ранения рук или засорения глаз. При работе электроинструментами соблюдать правила электробезопасности. Следить за исправностью токопроводящих частей инструмента.

Общие правила обращения и ухода за напильниками:

- применять напильники только по их назначению;
- нельзя обрабатывать напильником материалы, твердость которых равна или превышает его твердость;
- предохранять напильники даже от незначительных ударов, которые могут повредить зубья;
- оберегать от попадания на напильники влаги, что вызывает их коррозию;
- периодически очищать напильники от стружки кордовой щеткой;
- хранить напильники на деревянных подставках в положении, исключающем соприкосновение их между собой.

Вопросы.

1. Какой способ обработки металла называется опиливанием?
2. В каких случаях применяют опиливание металла?
3. Какие бывают виды насечек для образования зубьев напильников?
4. Из какого материала изготавливают напильники?
5. На какие группы делят напильники по их назначению?
6. Какие бывают напильники общего назначения?
7. Что такое надфили и для чего они служат?
8. Для чего предназначены специальные напильники?
9. Что такое рапили, и для чего они служат.
10. Какова техника выполнения приемов опиливания?
11. Как производится опиливание широких поверхностей?
11. Как производится опиливание узких плоскостей?
12. Как производится опиливание криволинейных поверхностей?
13. Что такое распиливание и припасовка?
14. Каковы общие правила обращения и ухода за напильниками?
15. Какие механизированные инструменты применяются при опиливании металла?
16. Какие правила техники безопасности надо соблюдать при опиливании металлов?

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) тема и цель работы
- 2) задание, оснащение
- 3) технологический процесс

- 4) ответы на контрольные вопросы
- 5) выводы

Практическая работа № 44

Тема: Определение диаметра стропов для подъема электрооборудования

Цель: ознакомиться с основами расчета грузозахватных устройств (канатов и стропов); определением центра тяжести различных видов технологического оборудования; проверить правильность ранее полученных знаний; расширить объем профессионально значимых знаний, умений и навыков.

Задание.

1. Выбрать стальной канат для стропа, применяемого для подъема груза массой 4 т.

Содержание работы:

Содержание практической работы «Определение диаметра стропов для подъема электрооборудования», направлено на изучение порядка проведения расчета грузозахватных устройств, его последовательности и определение срока службы канатов и стропов. В ходе работы студенты учатся рассчитывать усилия, возникающие в ветвях стропов и канатов и определяют разрывное усилие, полученные при изучении темы «Такелажные работы. Особенности выполнения такелажных работ. Меры безопасности при выполнении такелажных работ». делают выводы о возможности использования гибких элементов в различных видах грузоподъемного оборудования.

Оборудование и аппаратура: ГОСТ 2688-80; ГОСТ 7668-80; ГОСТ 3077-80, ГОСТ 3064-80; ГОСТ 2172-80.

Основные теоретические положения:

Расчета каната для грузоподъемного крана (пример).

Подобрать канат для грузоподъемного крана грузоподъемность $Q = 10$ т (100 000 Н), работающего в среднем режиме, на котором с целью обеспечения вертикального подъема груза и создания равномерной нагрузки на ходовые колеса применяется сдвоенный ($a = 2$) полиспаст с кратностью $m = 3$. В блоках полиспаста используются подшипники качения. Все канаты перед применением их на кране должны быть проверены по формуле:

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

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

P – действительное разрывное усилие каната, Н;

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

Для грузоподъемных кранов:

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

где Q – грузоподъемность крана, Н;

a – тип полиспаста;

m – кратность полиспаста;

h – КПД подшипника, установленного в блоке полиспаста (качения – 0,97 ... 0,98; скольжения – 0,95 ... 0,96).

1. Определяем максимальное натяжение каната сдвоенного полиспаста при подъеме груза

по формуле:

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

отсюда

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

Определяем необходимое разрывное усилие с учетом запаса прочности:

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

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

Диаметр, мм				Расчетная площадь сечения всех проволок, мм ²	Ориентировочная масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа, Н/мм ² (кгс/мм ²)					
каната	проволоки					1370(140)		1470(150)		1570(160)	
	центральной	первого слоя (внутреннего)	второго слоя (наружного)			Разрывное, усилие, Н, не менее					
						суммарное всех проволок в канате	каната в целом	суммарное всех проволок в канате	каната в целом	суммарное всех проволок в канате	каната в целом
4,6	0,40	0,20	0,36	7,94	77,8	-	-	-	-	-	-
5,1	0,45	0,22	0,40	9,79	95,9	-	-	-	-	-	-
5,7	0,55	0,26	0,45	12,88	126,0	-	-	-	-	-	-
6,4	0,60	0,28	0,50	15,63	153,0	-	-	-	-	-	-
7,8	0,70	0,34	0,60	22,47	220,5	-	-	-	-	35200	29900
8,8	0,80	0,38	0,70	29,92	293,6	-	-	-	-	46900	39800
10,5	0,90	0,45	0,80	39,54	387,5	-	-	-	-	61950	52650
11,5	1,00	0,50	0,90	49,67	487,0	-	-	-	-	77850	66150
12,0	1,05	0,50	0,95	54,07	530,0	-	-	-	-	84750	72000
13,0	1,10	0,55	1,00	60,94	597,3	-	-	-	-	95550	81100
14,0	1,20	0,60	1,10	73,36	719,0	-	-	-	-	115000	97750
15,0	1,30	0,65	1,20	86,95	852,5	-	-	-	-	136000	115500
16,5	1,40	0,70	1,30	101,68	996,5	139500	118000	149000	126500	159000	135000
17,5	1,50	0,75	1,40	117,58	1155,0	161000	136500	172500	146500	184000	156000
19,5	1,70	0,85	1,50	139,69	1370,0	191500	162500	205000	174000	219000	183000
22,5	2,00	1,00	1,80	159,40	1550,0	247000	204000	262500	227000	280000	236500

Контрольные вопросы:

1. Каким способом вы узнаете грузоподъемность стропов?

2. Чем является грейферный захват?
3. Где применяются магнитные захваты?
4. Без какого устройства грузовые крюки не допускаются к работе?
5. Какова предельная величина износа в зеве крюка?

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) тема и цель работы
- 2) задание, оснащение
- 3) технологический процесс
- 4) ответы на контрольные вопросы
- 5) выводы

Практическая работа № 45

Тема: Расчёт и подбор каната для выполнения такелажных работ

Цель: изучить методику расчёта и подбора каната для выполнения такелажных работ.

Задание 1. Задание: подобрать канат для изготовления строп для подъема технологического оборудования, если известно:

M - масса поднимаемого оборудования,

a – ширина строповки оборудования,

b – длина строповки оборудования,

h – высота строповки.

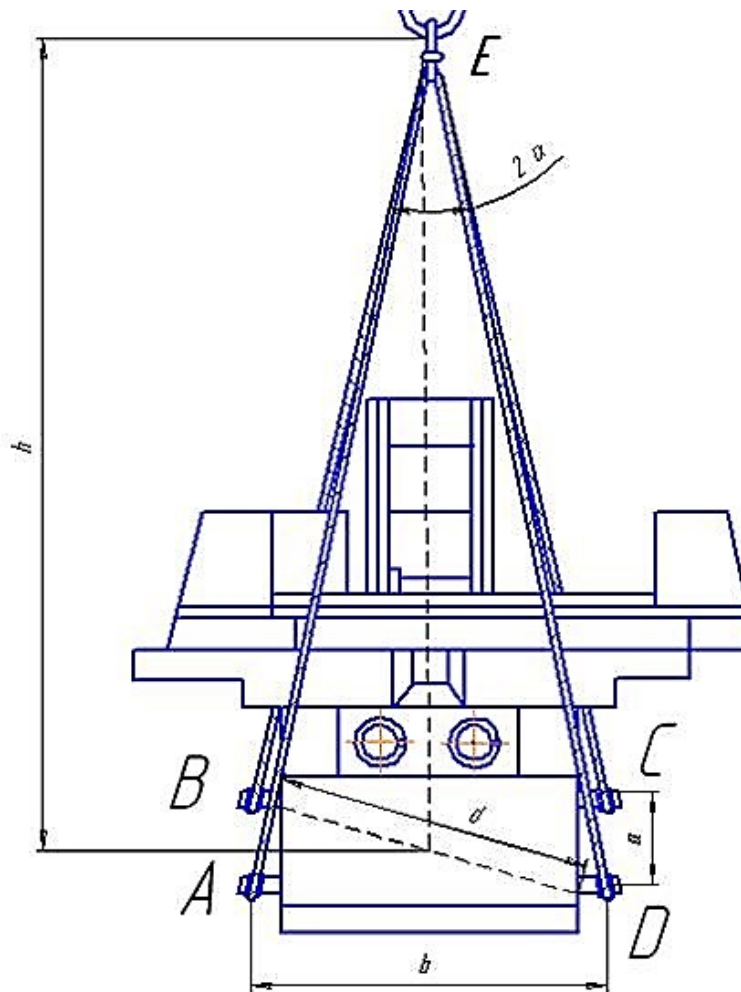


Рисунок 1 – Схема строповки шлифовального станка

Алгоритм расчёта

1. Расчет расстояния между точками А и С (рисунок 1). Используя теорему Пифагора, рассмотрим $\triangle ABC$; где $\angle B = 90^\circ$, поэтому имеет место равенство:

$$AC = \sqrt{a^2 + b^2}$$

пусть $BD = d$.

2. Используя теорему Пифагора, можно найти длину одного стропы АЕ:

$$AE = \sqrt{\left(\frac{1}{2}d\right)^2 + h^2}$$

3. можно определить угол при вершине строповки α . Находим, используя тригонометрические функции угол α - угол между стропами и вертикалью:

$$\sin \alpha = \frac{d}{2} \times \frac{2}{l} = \frac{d}{l};$$

тогда

$$\alpha^0 = \arcsin \frac{d}{l}$$

4. Расчёт усилия в ветви стропы:

$$S = \frac{Q}{Z \times \cos \alpha}$$

Где: Q – вес, поднимаемого оборудования

Z – число ветвей стропы

5. Расчёт разрывного усилия в одном стропе выполняют по следующей формуле:

$$S_p = R \times S, (\text{кН})$$

Где: R – запас прочности стального каната, принимают по таблице 1.

Таблица 1 – Таблица зависимости коэффициента прочности каната от условий его работы

Условия работы каната	Коэффициент запаса прочности каната
Грузовые и стреловые канаты с ручным приводом	4,5
То же с механическим приводом с легким режимом	5,0
То же при механическом приводе с тяжелым режимом и непрерывном действии	6,0
Канаты чалочные, работающие с обхватом и обвязкой груза, и стропы	8,0

6. Используя таблицы 2 и 3, согласно ГОСТ 3071 – 75 или ГОСТ 3072 – 75 выбрать канат ТК 6 х 19 + 1 о.с. или 6 х 37 + 1 о.с по рассчитанному разрывному усилию S_p , выбрать диаметр каната (мм) и временное сопротивление разрыву, МПа.

Контрольные вопросы:

1. Из каких материалов изготавливают канаты?

2. Какие сердечники канатов вы знаете?
3. Что значит «Канат одинарной, двойной свивки»?
4. Что такое «траверса»?
5. Что значит «Грузо-людские канаты»?

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

1. Рисунок схемы строповки станка шлифовального
2. Расчет и выбор каната для изготовления строп.
3. Таблицу основных характеристик выбранного каната.
4. Вывод.

Варианты

№ п/п	М, кг	а, м	в, м	h, м	Для вариантов: 1 – 7 - Условия работы каната с ручным приводом лёгким режимом 8 – 14 - Условия работы каната с тяжёлым режимом 15 – 21 - Условия работы каната с 22 – 28 - Чалочные канаты
		2,6	5,6	1,5	
		2,3	4,2		
		2,4	3,8	1,5	
		3,2	6,6	2,2	
		4,6	5,4	2,5	
		5,2	8,2	4,0	
		2,3	5,6	1,5	

Практическая работа № 46

Тема: Расчёт такелажной оснастки

Цель: выполнить расчет подъема рулона стенки с помощью А - образного шевра. Рулон состоит из сваренных стальных листов размером 1,5×6 м требуемой ширины.

Коэффициент запаса прочности каната $n = 6$.

Задание 1. Определение максимальных расчётных усилий, возникающих в различных элементах такелажных средств в процессе подъёма и перемещения оборудования и конструкций.

Задание 2. Определение конструктивных размеров этих элементов с учётом максимальных нагрузок, действующих на них, или подбор стандартного технологического оборудования по расчётным нагрузкам.

Дано:

Q -масса, 50 т;

$H_{рул}$ -, 12 м;

k_B - коэффициент неравномерности массы, 1,06;

k_d - коэффициент динамичности, 1,1;

a -, 0,3 м;

$r_{рул}$ – радиус рулона, 1,5 м;

h_c - высота А-образного шевра, 13,6 м;

l_l -расстояние от шарнира до лебедки, 10 м;

φ -, 20°;

b -, 0,5 м;

δ_i – толщина i-го пояса, 11; 10; 9; 8; 7; 5; 4; 3 мм.

Сущность метода расчета такелажной оснастки по предельному состоянию.

При расчете строительных конструкций и элементов такелажной оснастки используется метод предельных состояний, который, в отличие от метода допускаемых напряжений, применяется в основном в машиностроении.

Различают две группы предельных состояний:

1. Полная потеря несущей способности или непригодность к эксплуатации (разрушение, потеря устойчивости, чрезмерное раскрытие трещин и ряд других опасных состояний).
2. Непригодность к нормальной эксплуатации (возникновение недопустимых перемещений, прогибов, углов поворота и т.п.).

Расчет такелажных средств и оснастки по методу предельных состояний сводится к определению:

- 1) максимальных расчетных усилий, возникающих в различных элементах такелажных средств в процессе подъема оборудования;
- 2) конструктивных размеров этих элементов; возможен также подбор стандартного такелажного оборудования по расчетным нагрузкам.

Основными параметрами метода являются:

- R_H – нормативное сопротивление. В качестве такового могут быть приняты предел текучести, прочности, выносливости и некоторые другие характеристики материала.
- K – коэффициент безопасности по материалу, учитывающий возможность отклонений прочностных характеристик материала.
- R – расчетное сопротивление материала,

$$R = \frac{R_H}{K}$$

Существуют следующие виды расчета такелажной оснастки по методу предельных состояний:

1. Проверка прочности элемента при известной нагрузке и заданным размерам сечения элемента (проверочный расчет):

$$\frac{N}{F} \leq m \times R$$

где m – коэффициент условий работы, учитывающий влияние температуры, влажности, агрессивности среды и некоторые другие факторы. 11

2. Подбор сечения элемента при известной нагрузке (проектный расчет):

$$F \geq \frac{N}{m \times R}$$

3. Определение допускаемого усилия (несущей способности) на элемент по известным размерам:

$$N \leq m \times R \times F$$

4. Проверка прочности элемента при изгибе при известном сечении:

$$\frac{M}{W} \leq m \times R$$

где N – величина нагрузки на элемент; F – площадь сечения элемента; m – коэффициент условий работы; M – изгибающий момент; W – момент сопротивления сечения; R – расчетное сопротивление.

При расчете нагрузок, действующих на такелажные средства, необходимо учитывать возможные отклонения фактической нагрузки от нормативного значения в результате неточного определения массы поднимаемого оборудования, а также в результате внезапного изменения нагрузки, вызванного неточным определением центра массы груза. Это учитывается коэффициентом перегрузки K_p , который обычно принимается равным 1,1.

Повышение нагрузки на такелажные средства, связанное с изменением скорости подъема или опускания груза, а также с неравномерным сопротивлением трения при перемещении, учитывается коэффициентом динамичности K_d , который в среднем может быть принят равным 1,1.

При подъеме и перемещении оборудования спаренными подъёмно-транспортными средствами (кранами, мачтами, полиспастами и т.п.), работающими с различными скоростями, в такелажной оснастке возникают неравномерные нагрузки, которые должны учитываться коэффициентом неравномерности нагрузки K_n . Этот коэффициент в среднем может быть принят равным при использовании балансирных устройств – 1,1; при их отсутствии – 1,2.

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

- 1) тема и цель работы
- 2) задание, оснащение
- 3) технологический процесс
- 4) ответы на контрольные вопросы
- 5) выводы

Практическая работа № 47

Тема: Составление такелажной схемы. Расчёт длины стропов

Цель: изучить средства, приспособления для монтажа и демонтажа электрооборудования

Задание 1. Рассчитать стальной канат для стропа, применяемого при подъёме электрооборудования, исходные данные приведены в таблице 2. Составить и изобразить такелажную схему. Рассчитать длину стропов.

Краткие теоретические сведения

Стропами называют отрезки канатов или цепей, соединённые определенным образом и снабжённые специальными подвесными приспособлениями, обеспечивающими быстрое, удобное и безопасное закрепление грузов. Обычно стропы изготавливают в виде одной или двух ветвей из канатов, концы которых сращивают.

Выбор типоразмера стропа производится в зависимости от массы, конфигурации и мест строповки оборудования и грузов.

Типовые правила

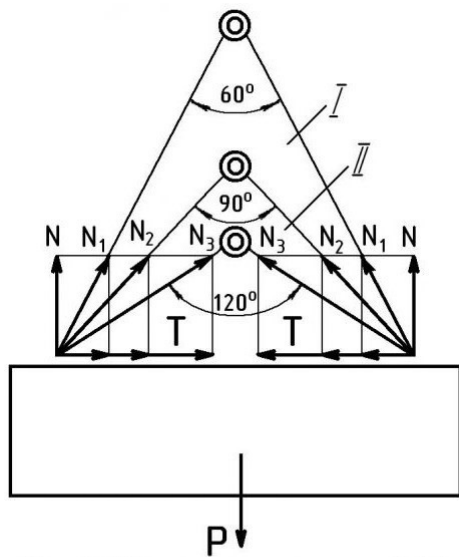
Стропальщик должен работать, когда у него находится схема строповки. Она не всегда может быть под рукой. Поэтому для погрузки или выгрузки необходимо знать и применять правила строповки по стандартным схемам.

1. Строительные элементы (плиты, блоки и т.п.) перемещаются с захватом крюками за специальные петли. При этом количество строп и петель должно быть равным, иначе конструкция может разрушиться.
2. Грузы длиной не более 2 м перемещаются с помощью захвата кольцевой стропой на удавку.
3. Длинномерные изделия захватываются петлями двух строп при расстоянии от краев не более чем на $1/4$ длины. Угол между ними не должен превышать 90^0 за счет правильного выбора их длины.
4. Листовой металл перемещается с помощью захвата специальными эксцентриками или струбцинами. Чтобы не повредить его поверхность, применяются подкладки из дерева, резины и т. п.
5. Строповка оборудования производится за специальный такелаж: петли, закладные, крюки, рым-болты и др.
6. Неиспользуемые ветви стропа не должны мешать транспортировке. Их укрепляют, чтобы при перемещении концы не задевали встречные предметы.
7. Не допускается провисание или изгиб стропа на рёбрах груза. Тросы нагружаются равномерно.
8. Крюк должен подходить по размерам к петле или рым-болту.
9. Когда имеется нестандартная или разработанная схема строповки, такелажные работы следует обязательно проводить в присутствии лица, ответственного за их безопасность.

1. Подбор стропов к перемещаемым грузам

Выбор стропов начинают с определения массы груза и расположения его центра тяжести. Если на грузе таких обозначений нет, то необходимо уточнить эти параметры у лица, ответственного за производство грузоподъёмных работ. Во всех случаях необходимо убедиться в том, что груз, подлежащий перемещению, может быть поднят имеющимися в вашем распоряжении грузоподъёмными средствами. Определив массу поднимаемого груза и расположение центра тяжести, определяют число мест застропки и их расположение с таким расчётом, чтобы груз не мог опрокинуться или самостоятельно развернуться. Из этого расчёта выбирают строп или подходящее грузозахватное приспособление. Одновременно следует учитывать длину выбираемого многоветвевго стропового грузозахватного приспособления.

При выборе длины стропа следует исходить из того, что при малой длине угол между ветвями стропа будет больше 90^0 , а при большой длине — теряется высота подъема груза и возникает возможность его кручения. Оптимальные углы между ветвями стропа находятся в пределах $60 - 90^0$ (рис.1).



$$N = 0,5P; \quad N_2 = P/\sqrt{2};$$

$$N_1 = P/\sqrt{3}; \quad N_3 = P.$$

Рис.1 Схема распределения нагрузок на ветви стропа

I – рекомендуемая зона захвата груза;

II – нерекомендуемая зона захвата груза

При выборе стропа следует также определить, из каких элементов должна состоять гибкая часть стропа (стальной канат или цепь, или другой вид жестких строп и т. п.) и какие концевые и захватные элементы целесообразнее использовать для подъема конкретного груза.

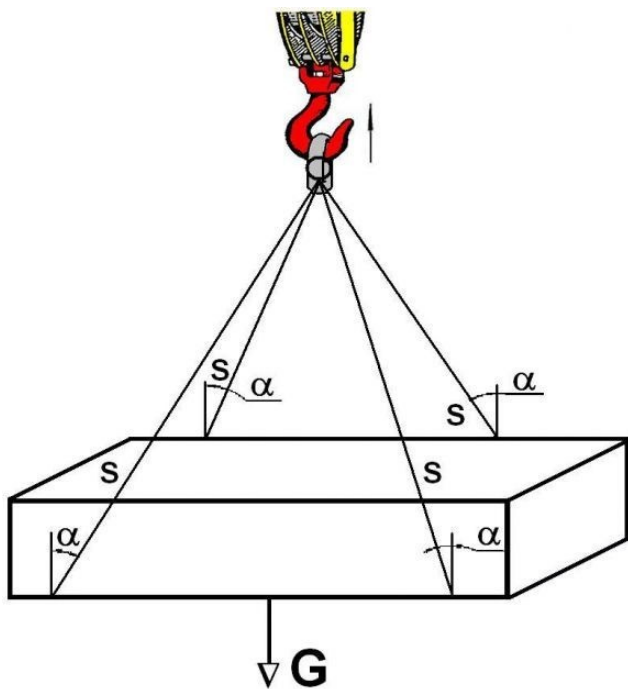
Выбор грузового стропа

Стропы грузоподъемные

Определив массу поднимаемого груза, далее необходимо правильно выбрать строп с учетом нагрузки, которая возникает в каждой его ветви. Нагрузка, приходящаяся на каждую ветвь, меняется в зависимости от числа мест зацепки груза, от его размеров, от угла между ветвями стропа,

от длины его ветвей.

Усилия, возникающие в ветвях стропа при подъеме груза, можно определять двумя способами (рис.2).



Угол наклона α°	m
0	1,000
5	1,003
10	1,015
15	1,035
20	1,064
25	1,103
30	1,154
35	1,220
40	1,305
45	1,414
50	1,555
55	1,743
60	2,000
65	2,366
70	2,924
75	3,863
80	5,759

Рис. 2 - Схема натяжения стропа

Методические указания

1 способ. Нагрузка, приходящаяся на каждую ветвь стропа:

$$S = G \times g / (k \times n \times \cos \alpha), \quad (1)$$

где S - натяжение ветви стропа, Н (кгс)

G - вес груза, Н (кгс)

g - ускорение свободного падения ($g=9,8 \text{ м/с}^2$)

k - коэффициент неравномерности распределения массы груза на ветви стропа

n - число ветвей стропа

α - угол наклона ветви стропа (в градусах).

2 способ. Заменяя для простоты расчета $\sim 1/\cos\alpha$ коэффициентом m (см. рис.1), получим

$$S = m \times G \times g / (k \times n), \quad (2)$$

где m - коэффициент, зависящий от угла наклона ветви к вертикали:

при $\alpha = 0^\circ$ - $m = 1$

при $\alpha = 30^\circ$ - $m = 1,15$

при $\alpha = 45^\circ$ - $m = 1,41$

при $\alpha = 60^\circ$ - $m = 2,0$.

Значения величин, применяемых в расчётной формуле (2), приведены в таблице 1:

Таблица 1 - Значения величин, применяемых в расчётной формуле 2

n	1	2	4	8	–	–	–
k	1	1	0,75	0,75	–	–	–
α°	0°	15°	20°	30°	40°	45°	60°
m	1	1,04	1,06	1,16	1,31		

Канаты должны быть проверены на прочность расчётом:

$$P_k / S \geq K_3, \quad (3)$$

где P_k - разрывное усилие каната в целом в Н(кгс) по сертификату

K_3 - коэффициент запаса прочности (прил. А1)

Для выполнения такелажных работ, связанных с монтажом различного технологического оборудования и конструкций, применяются стальные канаты. Они используются для изготовления стропов и грузовых подвесок, в качестве расчалок, оттяжек и тяг, а также для оснастки полиспастов, лебёдок и монтажных кранов. В зависимости от назначения применяются канаты следующих типов:

– для стропов, грузовых подвесок и оснастки полиспастов, лебёдок, кранов – более гибкие канаты типа ЛК-РО конструкции $6 \times 36 (1 + 7 + 7/7 + 14) + 1$ о.с. (ГОСТ 7668–80); в качестве замены могут быть использованы канаты типа ТЛК-О конструкции $6 \times 37 (1 + 6 + 15 + 15) + 1$ о.с. (ГОСТ 3079–80);

– для расчалок, оттяжек и тяг – более жёсткие канаты типа ЛК-Р конструкции $6 \times 19 (1 + 6 + 6/6) + 1$ о.с. (ГОСТ 2688–80).

Технические данные рекомендуемых типов канатов приведены в прил. А2. Стропы из стальных канатов применяются для соединения монтажных полиспастов с подъёмно-транспортными средствами (мачтами, порталами, шеврами, стрелами, монтажными балками), якорями и строительными конструкциями, а также для строповки поднимаемого или перемещаемого оборудования и конструкций с подъёмно-транспортными механизмами. В практике монтажа используются следующие типы канатных стропов: обычные, к которым относятся универсальные и одно-, двух-, трёх- и четырёхветвевые, закрепляемые на поднимаемом оборудовании обвязкой или инвентарными захватами, а также витые полотняные. Для строповки тяжеловесного оборудования преимущественно используются инвентарные витые стропы, выполняемые в виде замкнутой петли путём последовательной параллельной плотной укладки

перевитых между собой витков каната вокруг начального центрального витка. Эти стропы имеют ряд преимуществ: равномерность распределения нагрузки на все ветви, сокращение расхода каната, меньшая трудоёмкость строповки.

Алгоритм расчета канатных строп:

1. Определяем напряжение в одной ветви стропа, S , кН.
2. Находим разрывное усилие в ветви стропа, P_k , кН.
3. По расчётному разрывному усилию, пользуясь таблицей ГОСТ (прил. А2), подбираем наиболее гибкий стальной канат и определяем его технические данные: тип и конструкцию, временное сопротивление разрыву, разрывное усилие и диаметр.

Пример. Рассчитать стальной канат для стропа, применяемого при подъёме горизонтального цилиндрического теплообменного аппарата массой $G_o = 15\text{т}$ (рис. 3).

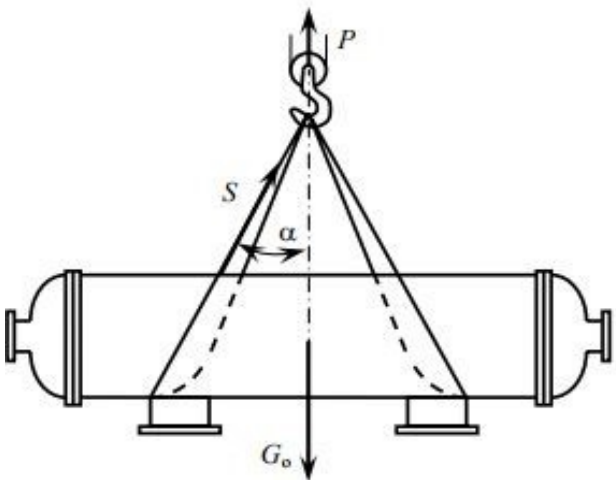


Рис. 3 - Расчётная схема канатного стропа

типа ЛК-РО конструкции $6 \times 36(1 + 7 + 7/7 + 14) + 1$ о.с. (ГОСТ 7668–80) с характеристиками:

временное сопротивление разрыву, МПа	1960
разрывное усилие, кН	338
диаметр каната, мм.....	1123,5
масса 1000 м каната, кг	2130

Задание. Рассчитать стальной канат для стропа, применяемого при подъёме электрооборудования, исходные данные приведены в таблице 2. Составить и изобразить такелажную схему. Рассчитать длину стропов.

Таблица 2 – Таблица вариантов

Измерительные трансформаторы	Габариты			
	диаметр, мм	высота, мм	масса, кг	
Трансформатор тока ТФН-35М	490	860	238	

Решение.

1. Определить натяжение в одной ветви стропа, задаваясь общим количеством ветвей $m = 4$ и углом наклона их $\alpha = 45^\circ$ к направлению действия расчётного усилия P .

$$S = P / (m \cos \alpha) = 10 G_o / (m \cos \alpha) = 10 \cdot 15 / (4 \cdot 0,707) = 53 \text{ кН}.$$
2. Находим разрывное усилие в ветви стропа

$$R_k = S k_3 = 53 \cdot 6 = 318 \text{ кН}.$$
3. По найденному разрывному усилию, пользуясь прил. А2, подбираем канат

2	Трансформатор тока ТФНД-33Т	552	1200	420	
3	Трансформатор тока ТФНД-35М	552	1090	400	
4	Трансформатор тока ТФНД-110М-II	810	1690	830	
5	Трансформатор тока ТФНР-150	860	2160	1170	
6	Трансформатор напряжения НТМИ-10	495	486	87	
Силовой трансформатор		длина, мм	ширина, мм	высота, мм	масса, кг
7	ТМ 25/6	990	390	1140	260
8	ТМГ 25/10	770	390	1025	270
9	ТМ 40/6	1050	430	1055	330
10	ТМГ 40/10	820	430	970	340
11	ТМГ 63/10	780	760	990	410
12	ТМГ 100/10	1100	870	1640	790
13	ТМГ 160/10	1250	920	1680	990
14	ТМГ 250/10	1420	990	1740	1300
15	ТМГ 400/10	1650	1080	1780	1650
16	ТМГ 630/10	1820	1150	1910	1950
17	ТМГ 1000/10	2000	1250	2100	2890
18	ТМГ 1250/10	2100	1250	2100	3000
19	ТМГ 2500/10	2150	1250	2100	3000
20	ТС-63/6-УЗ	850	650	930	370
21	ТС-63/10-УЗ	50	650	930	370
22	ТС-250/6-УЗ	1880	1110	1740	930
23	ТС-400/6-УЗ	2080	1250	2055	1350
24	ТС-630/6-УЗ	2195	1250	2295	1620
25	ТС-1000/6-УЗ	2460	1315	2295	2400

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета

1. Наименование работы и ее номер.
2. Цель работы.
3. Задание в соответствии с вариантом.
4. Необходимые расчеты с пояснением.
5. Такелажная схема.
6. Выводы

Практическая работа № 48

Тема: Коммутация распределительных коробок, в соответствии с принципиальной схемой (Вариант 1)

Цель: приобрести практические навыки по коммутации распределительных коробок, в соответствии с принципиальной схемой

Задание 1. Коммутация распределительных коробок.

Студенту, на подготовленном стенде, в отведенное время необходимо выполнить коммутацию распределительных коробок, в соответствии с принципиальной схемой.

Стенд представляет собой инструмент, по оценке навыков коммутации распределительных коробок. На стенде должны быть смонтированы элементы управления и нагрузки, распределительные коробки, кабеленесущие системы, провода и кабели. Провода или кабели в элементах управления и нагрузки подключает студент.

Студенту, путем прозвонки, необходимо определить подключение выводов в оборудовании и с помощью многоцветных сжимов-соединителей проводников провести коммутацию распределительных коробок.

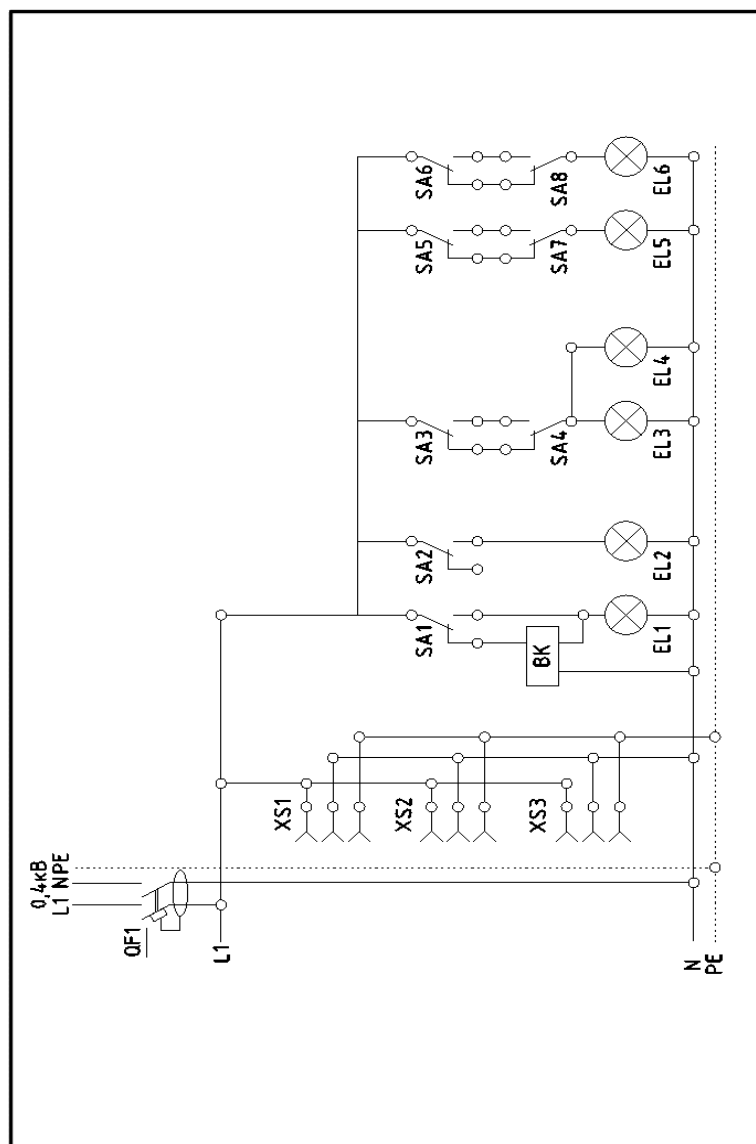
Для подачи напряжения на стенд, необходимо провести испытания. Проводят два вида испытаний: замер сопротивления изоляции и замер сопротивления заземляющего проводника. Замеры проводятся от вводного аппарата защиты стенда.

Перед проведением испытаний студент проводит доклад перед преподавателем, в котором описывает методики предстоящих испытаний.

Студент проводит испытания, результаты фиксирует в отчете.

Принципиальная схема (Вариант 1)

Итог работы:



Отчет.

Содержание отчета:

1. Наименование работы и ее номер.
2. Цель работы.
3. Задание в соответствии с вариантом.
4. Необходимые расчеты с пояснением.
5. Принципиальная схема.
6. Выводы.

Практическая работа № 49

Тема: Коммутация распределительных коробок, в соответствии с принципиальной схемой (Вариант 2)

Цель: приобрести практические навыки по коммутации распределительных коробок, в соответствии с принципиальной схемой

Задание 1. Коммутация распределительных коробок.

Студенту, на подготовленном стенде, в отведенное время необходимо выполнить коммутацию распределительных коробок, в соответствии с принципиальной схемой.

Стенд представляет собой инструмент, по оценке навыков коммутации распределительных коробок. На стенде должны быть смонтированы элементы управления и нагрузки, распределительные коробки, кабеленесущие системы, провода и кабели. Провода или кабели в элементах управления и нагрузки подключает студент.

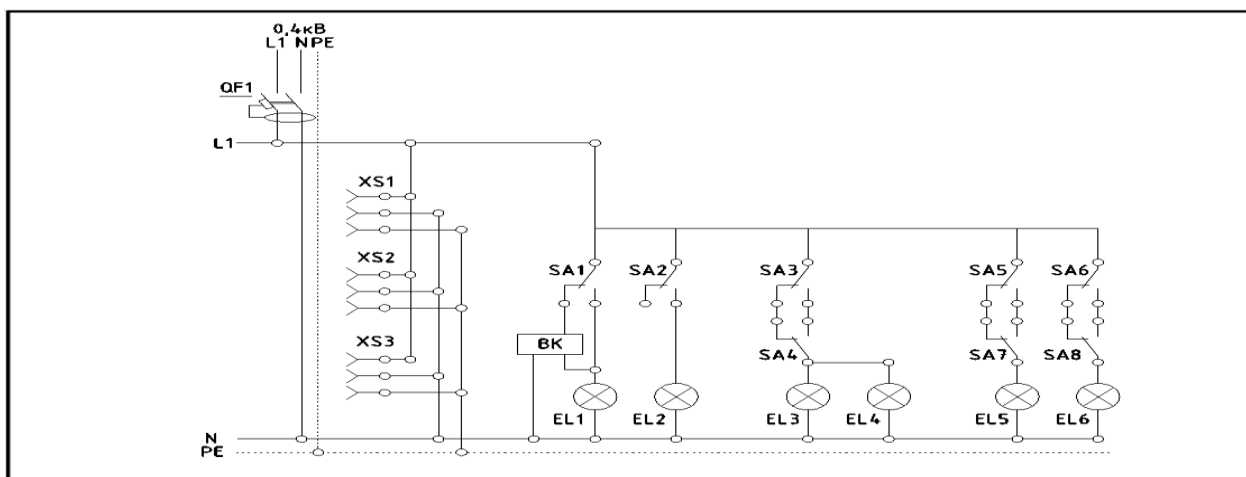
Студенту, путем прозвонки, необходимо определить подключение выводов в оборудовании и с помощью многоразовых сжимов-соединителей проводников провести коммутацию распределительных коробок.

Для подачи напряжения на стенд, необходимо провести испытания. Проводят два вида испытаний: замер сопротивления изоляции и замер сопротивления заземляющего проводника. Замеры проводятся от вводного аппарата защиты стенда.

Перед проведением испытаний студент проводит доклад перед преподавателем, в котором описывает методики предстоящих испытаний.

Студент проводит испытания, результаты фиксирует в отчете.

Принципиальная схема (Вариант 2)



Итог работы: Отчет.

Содержание отчета:

1. Наименование работы и ее номер.

2. Цель работы.
3. Задание в соответствии с вариантом.
4. Необходимые расчеты с пояснением.
5. Принципиальная схема.
6. Выводы.

Практическая работа № 50

Тема: Коммутация распределительных коробок, в соответствии с принципиальной схемой (Вариант 3)

Цель: приобрести практические навыки по коммутации распределительных коробок, в соответствии с принципиальной схемой

Задание1. Коммутация распределительных коробок.

Студенту, на подготовленном стенде, в отведенное время необходимо выполнить коммутацию распределительных коробок, в соответствии с принципиальной схемой.

Стенд представляет собой инструмент, по оценке навыков коммутации распределительных коробок. На стенде должны быть смонтированы элементы управления и нагрузки, распределительные коробки, кабеленесущие системы, провода и кабели. Провода или кабели в элементах управления и нагрузки подключает студент.

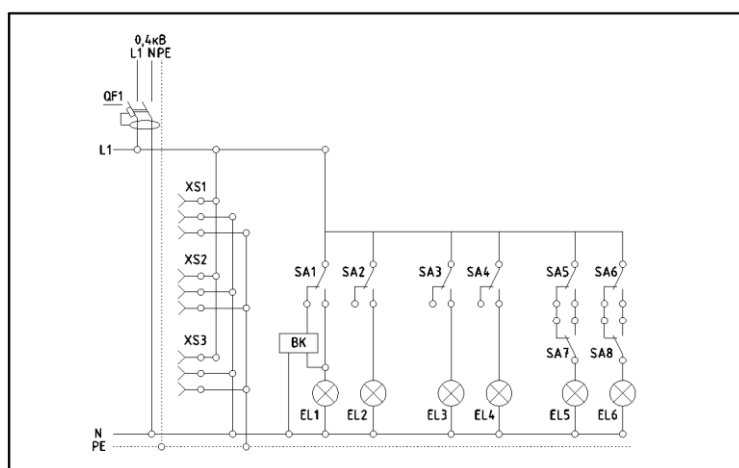
Студенту, путем прозвонки, необходимо определить подключение выводов в оборудовании и с помощью многоцветных сжимов-соединителей проводников провести коммутацию распределительных коробок.

Для подачи напряжения на стенд, необходимо провести испытания. Проводят два вида испытаний: замер сопротивления изоляции и замер сопротивления заземляющего проводника. Замеры проводятся от вводного аппарата защиты стенда.

Перед проведением испытаний студент проводит доклад перед преподавателем, в котором описывает методики предстоящих испытаний.

Студент проводит испытания, результаты фиксирует в отчете.

Принципиальная схема (Вариант 3)



Итог работы: Отчет.

Содержание отчета:

1. Наименование работы и ее номер.
2. Цель работы.
3. Задание в соответствии с вариантом.
4. Необходимые расчеты с пояснением.
5. Принципиальная схема.
6. Выводы.

Практическая работа № 51

Тема: Коммутация этажного распределительного щита с учетом селективности, нагрузки и сечения проводников (вариант 1)

Цель: приобрести практические навыки по коммутации этажного распределительного щита с учетом селективности, нагрузки и сечения проводников

Задание 1. Коммутация этажного распределительного щита.

Студенту, в отведенное время, необходимо выполнить коммутацию этажного распределительного щита с учетом селективности, нагрузки и сечения проводников. Выбранные токовые характеристики должны быть вписаны в однолинейную схему. Напряжение на ЭЩ не подается, корректность проверяется визуально и путем прозвонки. Пример оформления стенда Рис. 1, однолинейная схема (вариант 1) на Рис. 2.

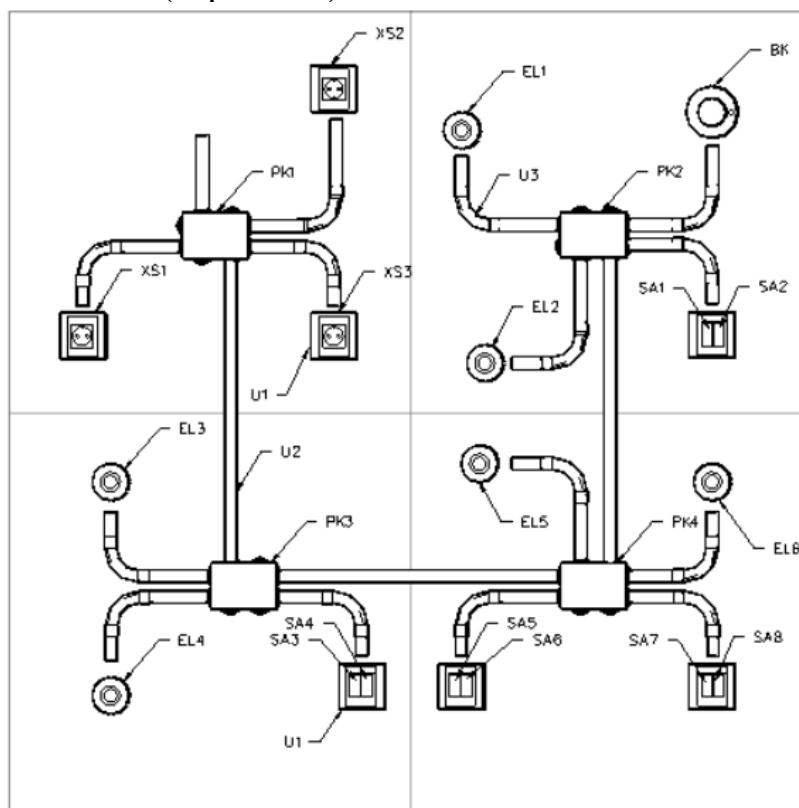


Рисунок 1. Стенд

Содержание отчета:

1. Наименование работы и ее номер.
2. Цель работы.
3. Задание в соответствии с вариантом.
4. Необходимые расчеты с пояснением.
5. Принципиальная схема.
6. Выводы.

Практическая работа № 52

Тема: Коммутация этажного распределительного щита с учетом селективности, нагрузки и сечения проводников (вариант 2)

Цель: приобрести практические навыки по коммутации этажного распределительного щита с учетом селективности, нагрузки и сечения проводников

Задание 1. Коммутация этажного распределительного щита.

Студенту, в отведенное время, необходимо выполнить коммутацию этажного распределительного щита с учетом селективности, нагрузки и сечения проводников. Выбранные токовые характеристики должны быть вписаны в однолинейную схему. Напряжение на ЭЩ не подается, корректность проверяется визуально и путем прозвонки. Пример оформления стенда Рис. 1, однолинейная схема (вариант 2) на Рис. 2.

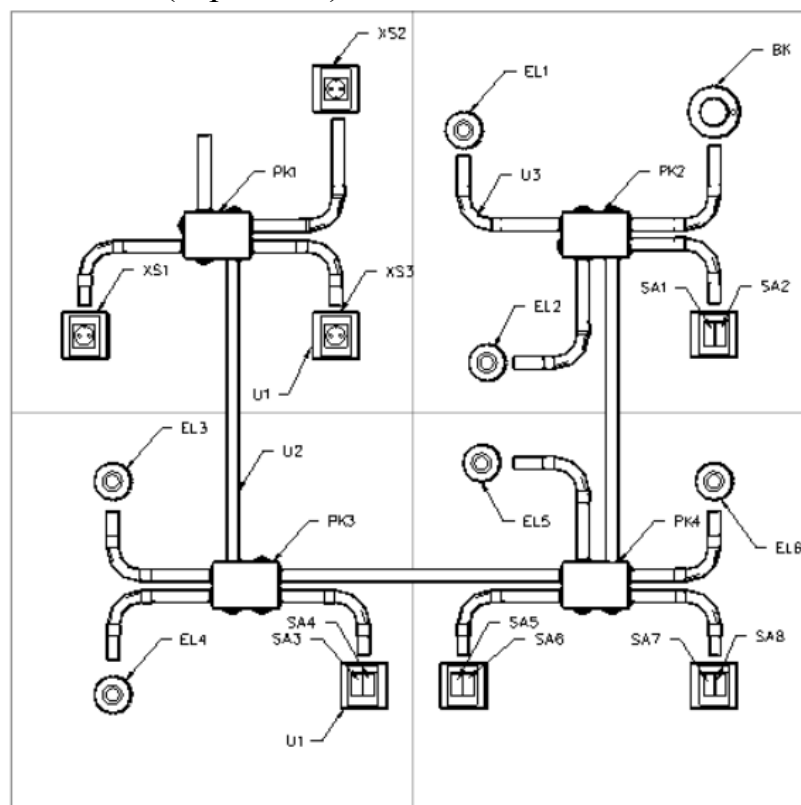


Рисунок 1. Стенд

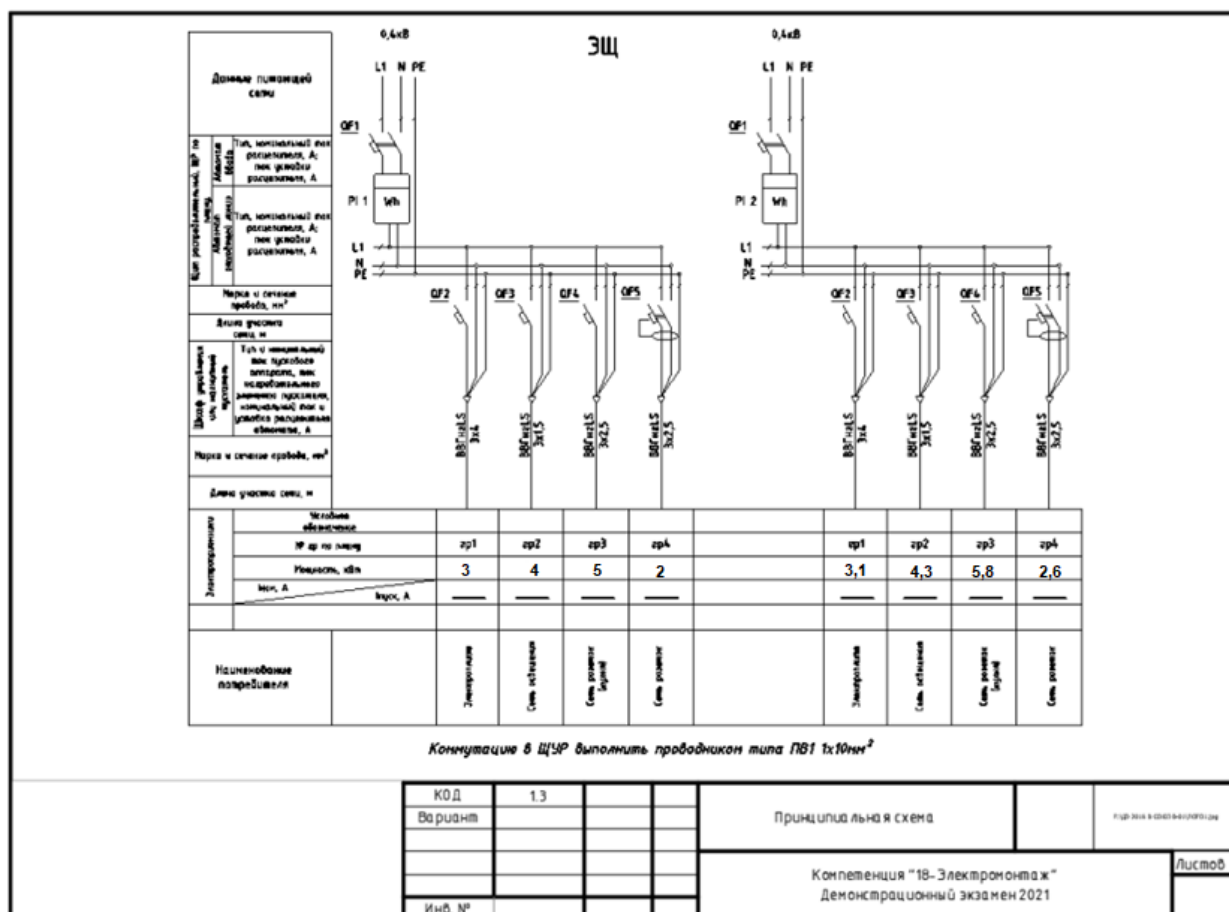


Рисунок 2. Схема

Итог работы: Отчет.

Содержание отчета:

1. Наименование работы и ее номер.
2. Цель работы.
3. Задание в соответствии с вариантом.
4. Необходимые расчеты с пояснением.
5. Принципиальная схема.
6. Выводы.

4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

4.1 Основные печатные и (или) электронные издания:

О-1. Полуянович, Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий: учебное пособие для спо / Н. К. Полуянович. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 396 с. — ISBN 978-5-507-50375-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/423074> (дата обращения: 22.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

О-2. Хорольский, В. Я. Эксплуатация электрооборудования / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов, В. Н. Шемякин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 268 с. — ISBN 978-5-507-47333-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/360476> (дата обращения: 17.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.2 Дополнительные печатные и (или) электронные издания (электронные ресурсы):

Д-1. Безносюк, Р. В. Выполнение слесарных работ : учебное пособие / Р. В. Безносюк ; составитель Р. В. Безносюк. — Рязань : РГАТУ, 2019. — 146 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/137465> (дата обращения: 02.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Д-2. Карпицкий, В.Р. Общий курс слесарного дела: учеб. пособие / В.Р. Карпицкий. — 2-е изд. — Минск: Новое знание; М.: Инфа-М, 2012. — 400с.: ил. — (Среднее профессиональное образование).

Д-3. Гилёв, А. В. Монтаж горных машин и оборудования : учебное пособие / А. В. Гилёв, В. Т. Чесноков. — Красноярск : СФУ, 2012. — 256 с. — ISBN 978-5-7638-2213-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/6039> (дата обращения: 02.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Д-4. Шишков, Н.А. Пособие стропальщику по безопасному ведению работ грузоподъемными кранами / Н.А. Шишков. — Москва: НПО ОБТ, 1993. — 68 с.

Д-5. Школа электрика [электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/elsnabg/>. — 02.02.2025.

Д-6. Энергетика. Электротехника. Связь. Первое отраслевое электронное СМИ ЭЛ № ФС77-70160 [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.ruscable.ru/info/pue/>. — 02.02.2025.

Д-7. Электроснабжение: электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс]. —Режим доступа: [www.url: http://www.kgau.ru/distance/2013/et2/007/vveden.htm#/](http://www.kgau.ru/distance/2013/et2/007/vveden.htm#/). — 02.02.2025.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

№ изменения, дата внесения, № страницы с изменением	
Было	Стало
Основание:	
Подпись лица, внесшего изменения	