

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Матвеев Александр Сергеевич  
Должность: И.о. начальника учебно-методического управления  
Дата подписания: 13.12.2023 15:58:15  
Уникальный программный ключ:  
49d4975072634306f9c65d9262e30745c9

Приложение к ППССЗ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева»  
(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

по междисциплинарному курсу  
по МДК 04.01 «Контрольно-измерительные приборы и автоматика»

**специальность: 15.02.10 Мехатроника и  
мобильная робототехника (по отраслям)**

форма обучения: очная

Москва, 2022

## Пояснительная записка

Методические указания по выполнению лабораторных работ подготовлены на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ. 04 «Освоение одной или нескольких профессий рабочих, должностей служащих (18494 Слесарь по контрольно – измерительным приборам и автоматике)», разработанной на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)» и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ПК 1.2. Осуществлять настройку и конфигурирование программируемых логических контроллеров и микропроцессорных систем в соответствии с принципиальными схемами подключения.

ПК 1.4. Выполнять работы по наладке компонентов и модулей мехатронных систем в соответствии с технической документацией.

Целью освоения междисциплинарного курса МДК 04.01 Контрольно-измерительные приборы и автоматика является: иметь практический опыт выполнения пусконаладочных работ различных стадий приборов и систем автоматики; наладки контрольно-измерительных приборов, систем управления станков с программным управлением, систем управления металлообрабатывающих комплексов.

При выполнении лабораторных работ студент должен **знать**:

- назначение и характеристику пусконаладочных работ;
- электроизмерительные приборы, их классификацию, назначение и применение (приборы для измерения давления, измерения расхода и количества, измерения уровня, измерения и контроля физико- механических параметров);
- способы наладки и технологию выполнения наладки контрольно-измерительных приборов;
- технические требования к монтажу, наладке и эксплуатации приборов;
- классификацию и состав оборудования станков с программным управлением (ПУ);
- основные понятия автоматического управления станками;
- виды программного управления станками;
- общие принципы монтажа и эксплуатации систем программного управления станками с ПУ;
- принципы наладки систем, приборы и аппаратуру, используемые при наладке;
- состав оборудования, аппаратуру управления автоматическими линиями;

- классификацию автоматических станочных систем: основные понятия о гибких автоматизированных производствах, технические характеристики промышленных роботов;
- виды систем управления роботами;
- состав оборудования, аппаратуры и приборов управления металлообрабатывающих комплексов;
- технологию наладки различных видов оборудования, входящих в состав металлообрабатывающих комплексов;
- необходимые приборы, аппаратуру, инструменты, технологию вспомогательных наладочных работ со следящей аппаратурой и ее блоками.

При выполнении лабораторных работ студент должен **уметь:**

- применять необходимое оборудование и устройства при пусконаладочных работах приборов и систем автоматики;
- пользоваться технической документацией для ведения пусконаладочных работ и разрабатывать её;
- обеспечивать безопасность труда при работе с приборами, системами автоматики;
- производить проверку комплектации и основных характеристик приборов и аппаратуры;
- производить проверку работоспособности смонтированных приборов и устройств;
- разбирать схемы структур управления автоматическими линиями;
- обеспечивать безопасность труда при работе с приборами, системами автоматики;
- производить проверку комплектации и основных характеристик приборов и аппаратуры;
- производить проверку работоспособности смонтированных приборов и устройств;
- разбирать схемы структур управления автоматическими линиями.

Содержание лабораторных занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объём лабораторных занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность лабораторного занятия - 2 академических часа. Перед проведением лабораторного занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению лабораторных работ междисциплинарного курса содержит 8 практических занятий.

**Перечень лабораторных работ  
по МДК 04.01 «Контрольно-измерительные приборы и автоматика»**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

Тема: Наладка электрических схем различных систем автоматика

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

Тема: Наладка электрических схем различных систем автоматика

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**

Тема: Наладка электрических схем различных систем автоматика

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

Тема: Наладка электрических схем различных систем автоматика

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5**

Тема: Наладка электронных приборов

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6**

Тема: Наладка электронных приборов

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7**

Тема: Наладка электронных приборов

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8**

Тема: Наладка электронных приборов

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №1

**Тема:** Наладка электрических схем различных систем автоматики

**Цель:** ознакомиться с конструкцией и принципом работы основных узлов магнитного пускателя и контактора.

**Оборудование:** магнитный пускатель (МП)

**Справочный материал:**

**Содержание работы:**

Магнитным пускателем (МП) называется трехполюсный контактор, предназначенный для коммутационных операций в цепях реверсивных и нереверсивных потребителей и защиты их от перегрузок при рабочих напряжениях до 500 В и рабочих токах до 150 А. Паспортные данные магнитного пускателя ПМЕ-212 приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Паспортные данные магнитного пускателя

Тип магнитного пускателя	ПМЕ-212
Номинальное напряжение, В	380
Номинальный ток, А	25
Коммутационная износостойкость при $I_N$ , в.о.	$5 \times 10^5$
Механическая износостойкость, в.о.	$20 \times 10^5$
Ток теплового реле номинальный, А	25
Ток теплового элемента, а	20
Пределы регулирования тока несрабатывания, %	$\square 5$
Максимальная мощность двигателя, кВт	10

Управление работой главных контактов МП осуществляется электромагнитной катушкой КМ1 (контакты КМ1.1, КМ1.2, КМ1.3 и блокировочные контакты КМ1.4, рис. 1.1).

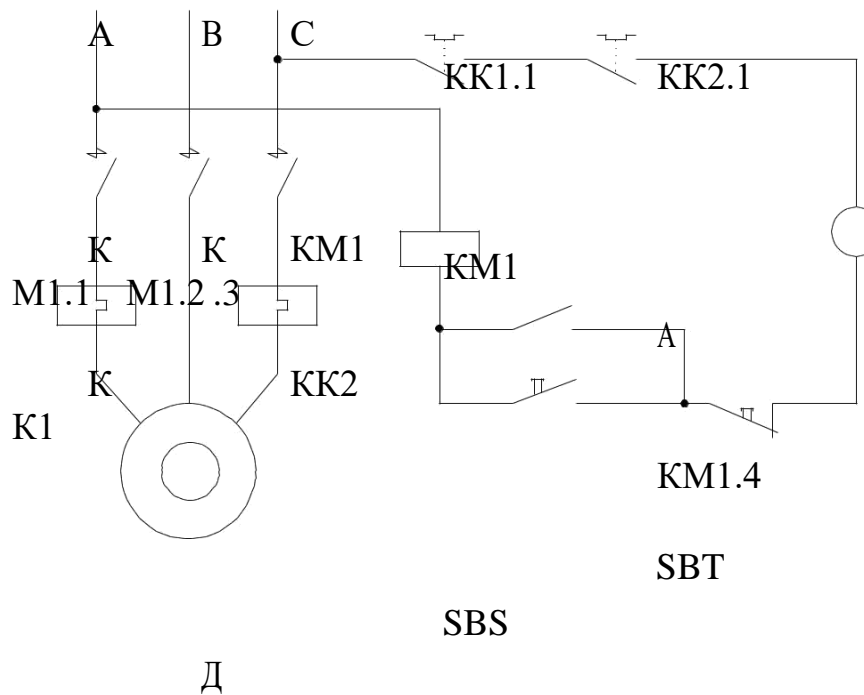


Рис.1.1. Схема управления нереверсивным двигателем с помощью двухкнопочной станции управления

Двухкнопочная станция состоит из кнопки ПУСК, имеющей нормально разомкнутые, замыкающиеся при нажатии кнопки контакты и кнопки СТОП, имеющей нормально замкнутые, размыкающиеся при нажатии кнопки контакты (рис. 1.2).

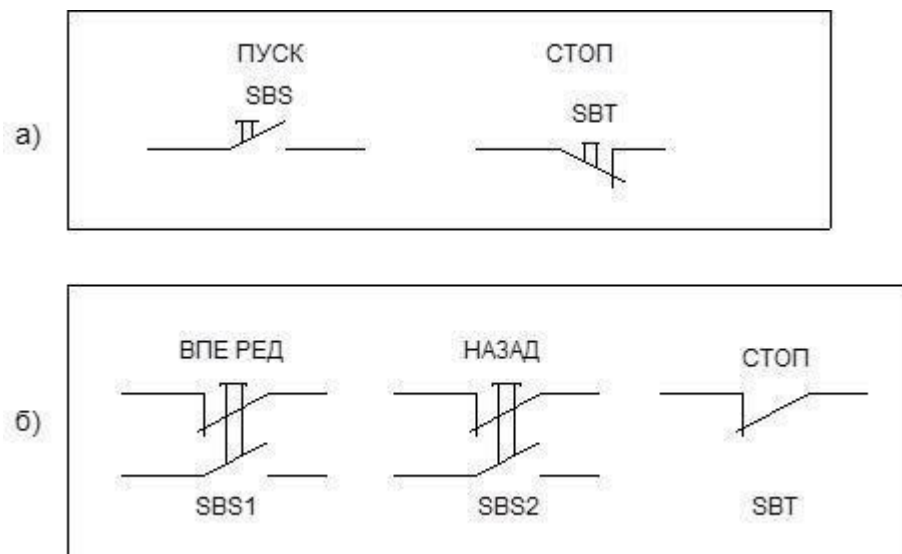


Рис.1.2. Кнопочные группы: а) двухкнопочной; б) трехкнопочной пусковых станций

Схема управления нереверсивным двигателем с помощью двухкнопочной станции приведена на рис. 1.1. В силовую цепь двигателя последовательно в каждую фазу включены силовые контакты пускателя (KM1.1, KM1.2, KM1.3), подающие напряжение в обмотки двигателя.

В цепь управления, подключенную на линейное напряжение питающей сети последовательно включены: обмотка контактора КМ1, кнопки SBS "ПУСК", SBT "СТОП". При нажатии кнопки ПУСК образуется цепь управления: фаза А - обмотка КМ1 - контакты кнопки SBS "ПУСК" - контакты кнопки SBT "СТОП" - фаза С. Главные контакты КМ1.1, КМ1.2, КМ1.3 замыкаются и в обмотки двигателя подается трехфазное напряжение; чтобы при отпускании кнопки "ПУСК" (ее контакты возвращаются в разомкнутое состояние) двигатель не остановился, параллельно ей подключены блокировочные контакты КМ1.4. Остановка двигателя осуществляется нажатием кнопки "СТОП", размыкающие контакты которой разрывают цепь управления. Для защиты двигателя от перегрузки в цепь двух фаз включены тепловые реле КК1, КК2, нагревательные элементы которых разрывают цепь катушки КМ1.

Реверсирование двигателя выполняется с помощью двух контакторов (КМ1 и КМ2) и трехкнопочной станции управления (рис. 1.3). При срабатывании контактора КМ1 (силовых контактов КМ1.1, КМ1.2, КМ1.3) к обмоткам двигателя подается напряжение сети с прямым порядком чередования фаз (АВС). Если срабатывает контактор КМ2 (контакты КМ2.1, КМ2.2, КМ2.3) порядок чередования фаз меняется (СВА) и двигатель изменяет направление вращения.

При одновременном срабатывании обоих контактов КМ1 и КМ2 возникает короткое замыкание фаз А-С. Для предотвращения этого режима применяется электрическая блокировка цепи управления нормально замкнутыми контактами КМ1.5, КМ2.5 и SBS1 и SBS2.

Пуск двигателя "Вперед" осуществляется нажатием кнопки SBS1 "Вперед". При этом образуется цепь: фаза А - контакты термореле КК1, КК2 – замкнутые контакты кнопки SBT "СТОП" - замкнутые контакты SBS2 "Назад" - замыкающие контакты кнопки SBS1 "Вперед" - замкнутые контакты КМ2.5 - обмотка электромагнита контактора КМ1 - фаза С. Замыкаются силовые контакты КМ1.1, КМ1.2, КМ1.3. Двигатель получает прямой порядок чередования фаз.

Пуск двигателя "Назад" осуществляется нажатием кнопки SBS2. При этом образуется цепь: фаза А - контакты термореле КК1, КК2 - замкнутые контакты кнопки "СТОП" - замыкающие контакты SBS2 "Назад" - замкнутые контакты SBS1 - замкнутые контакты КМ1.5 - обмотка электромагнита контактора КМ2 - фаза С.

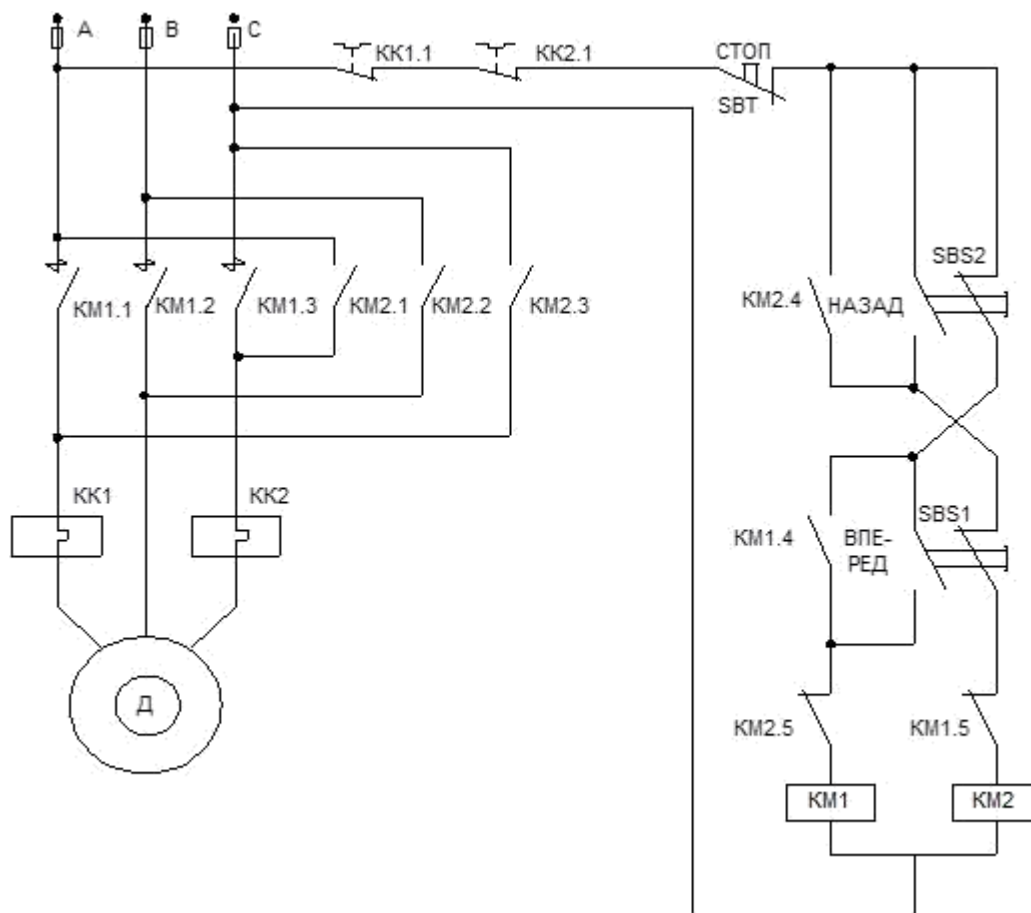


Рис.1.3. Схема управления реверсивным двигателем с помощью трехкнопочной станции управления

В результате срабатывания катушки электромагнита KM2 замыкаются силовые контакты KM2.1, KM2.2, KM2.3 и в обмотку двигателя подается обратный порядок чередования фаз трехфазной системы. Двигатель начинает вращаться в обратном направлении. Одновременное нажатие кнопок SBS1 "Вперед" и SBS2 "Назад" приведет к исчезновению тока в цепях катушек обоих электромагнитов и не один контактор не срабатывает. Защита силовой цепи двигателя от перегрузок осуществляется термореле КК1 и КК2. Короткие замыкания в цепях схемы отключаются предохранителями.

### Контакторы

Контакторы предназначены для управления электрическими машинами при напряжении до 1000 В (~1140В=1200В), а высоковольтные контакторы - до 6000 В. Управление - это включение и отключение электроустановок. Контакторы выпускаются на ток нагрузки до 1000 А и более, могут иметь коммутационную способность до нескольких килоампер. Таким образом, контактор



может производить коммутации не только при нормальном и пусковом режимах, но и в режиме КЗ. Если к контактору добавляется реле защиты, то его называют пускателем.

Контактор - это электромеханическое устройство для дистанционного управления с двумя устойчивыми положениями (ВКЛЮЧЕНО или ОТКЛЮЧЕНО) и предназначенное для частой коммутации в силовых цепях при помощи электромагнитной и контактной систем.

Контакторы выпускаются для переменного и постоянного тока; одно, двух, трех, четырех полюсные; по мощности: от 0 до 7 величин, на высокое и низкое напряжение; по типу ЭМС: прямоходовые и поворотного типа; сердечники - Ш, Т, и Е - образные, по типу контактной системы: мостиковые, рычажные, с дугогасительным рогом; по способу дугогашения: с дугогасительной решеткой (камерой), с дугогасительной катушкой (катушка магнитного дутья); с вакуумными камерами. Катушки контакторов могут работать на переменном и постоянном токе при напряжении до 660 В. Контактор состоит из электромагнитной системы (ЭМС), контактной системы и дугогасительной системы. Якорь и сердечник ЭМС контакторов могут быть выполнены из сплошного металла для катушек постоянного тока, или из листов магнито-мягкой стали для катушек переменного тока. Большинство контакторов выпускаются в исполнении IP - 00, т.е. открытыми. Контакторы могут выпускаться с 1, 2, и 3 полюсами, для переменного и постоянного тока.

Принцип действия основан на притяжении сердечником якоря при протекании тока в катушке. Если в катушке протекает ток, то образуется магнитное поле, сердечник намагничивается и притягивает якорь, к которому прикреплена контактная система. Контактор состоит из электромагнитной системы (ЭМС) (сердечник, катушка, якорь), контактной системы (главные и вспомогательные, подвижные и неподвижные контакты), дугогасительной системы, размещенных на одном основании. На якоре для ЭМС переменного тока устанавливается короткозамкнутый виток, способствующий уменьшению вибрации. Контакторы обычно не имеют корпуса, так как выпускаются в открытом исполнении IP 00.

Принцип действия контактора заключается в следующем. Катушка контактора подключается к сети, в результате чего сердечник намагничивается и притягивает якорь, с которым связана контактная система - контакты замыкаются и на приемник подается напряжение. Таким образом, при протекании тока в катушке ЭМС в ней образуется магнитное поле, которое притягивает магнитные материалы, из которых изготавливается якорь. Якорь притягивается к сердечнику, тем самым воздействуя на контактную систему посредством механической связи, с помощью которой контакты меняют своё положение.

Контакторы для цепей управления имеют уменьшенные габариты и большее число контактов (до 9 - 12 пар), они допускают большую частоту включений (до 1000 раз в час).

Среди этих конструкций: КТ-6000/01; 02; 03 ; 04 переменного тока; КТП-6000/01; 02; 03; 04 постоянного тока МК-1-44; -55; -65; -84 постоянного тока.

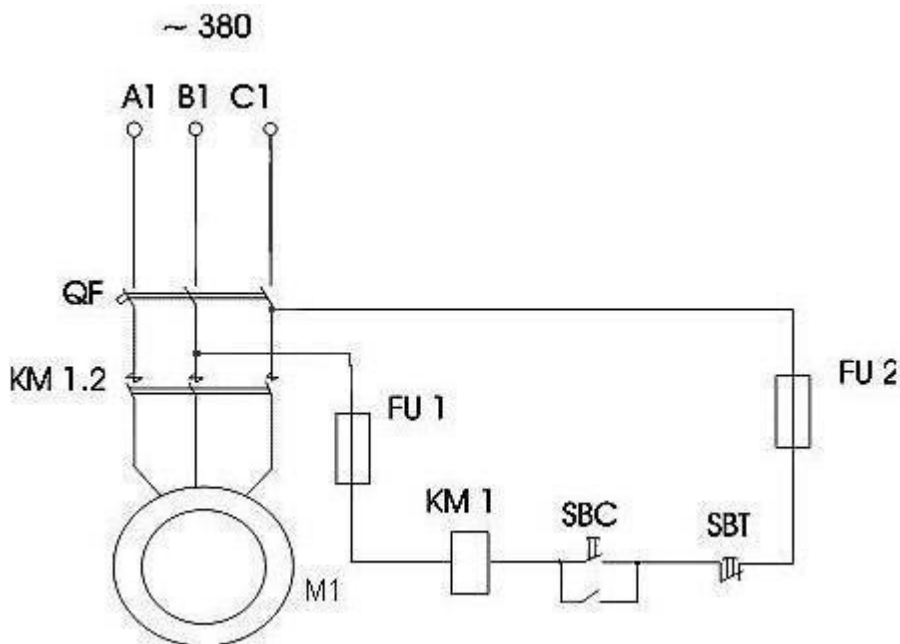


Рис.1.4. Схема управления электродвигателем с помощью контактора

### Задание

1. Ознакомиться с конструкцией, принципом работы и компоновкой основных узлов МП. Составить эскиз кинематических связей подвижных элементов контактов, входящих в состав реверсивного МП.
2. Используя одну из двух двухкнопочных станций (рис. 7а), собрать схему управления нереверсивного двигателя (рис. 6), и опробовать ее в работе (рис.6).
3. Определить величину тока, потребляемого обмоткой контактора, рассчитать потребляемую мощность.
4. Ознакомившись с принципом работы нереверсивной схемы управления работой двигателя, самостоятельно разработать и собрать многопостовую схему управления работой двигателя, используя две двухкнопочные станции. Проверить ее в работе.
5. Используя трехкнопочную станцию управления (рис. 1.2, б), собрать реверсивную схему управления работой двигателя (рис. 1.3). Опробовать ее в работе. Объяснить работу электрической блокировки, предотвращающей одновременное срабатывание двух контакторов МП.

Примечание: изменение направления вращения двигателя  
производить только после полной его остановки.

6. Ознакомиться с конструкцией и принципом работы контакторов.

7. Ответить на контрольные вопросы.

1. Устройство и принцип работы магнитных пускателей и контакторов.

2. Как осуществляется защита потребителя от перегрузок и коротких замыканий с помощью магнитных пускателей и контакторов?

3. Объясните принцип работы реверсивной и нереверсивной схемы управления МП.

4. Принцип работы электрической блокировки от одновременного срабатывания двух контакторов МП.

5. Способы гашения дуги в магнитных пускателях и контакторах.

6. Выбор магнитных пускателей и контакторов.

7. Поясните принцип действия контакторов.

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

**Тема:** Наладка электрических схем различных систем автоматики

**Цель:** изучение конструкций и принципа действия основных типов предохранителей до 1000 В и выше 1000 В.

**Оборудование:** Плавкий предохранитель

**Справочный материал:**

**Содержание работы:**

**Плавкий предохранитель** представляет собой однополюсный коммутационный аппарат, предназначенный для защиты электрических цепей от сверхтоков (токи перегрузки и токи КЗ). Действие его основано на плавлении током металлической вставки небольшого сечения и гашении образовавшейся дуги. В защищаемую цепь предохранитель включается последовательно.

Достоинства предохранителей:

а) простота устройства и низкая стоимость; б) быстрое отключение цепи при КЗ;

в) способность некоторых предохранителей ограничивать ток КЗ.

Основными параметрами предохранителей являются номинальные значения напряжения и токов. Номинальный ток предохранителя должен соответствовать наибольшему току плавкой вставки, которая может быть в нем установлена.

Под номинальным током предохранителя следует понимать ток, на который рассчитаны его токоведущие части, а под номинальным током плавкой вставки - ток, на который рассчитана сама вставка. Он может отличаться от номинального тока предохранителя. Номинальный ток предохранителя равен наибольшему из номинальных токов плавких вставок, предназначенных для данной конструкции предохранителя.

Протекание тока, превышающего наименьший испытательный ток, приводит к перегоранию плавкой вставки. Наименьший испытательный ток превышает ток плавкой вставки в 1,3...1,5 раза.

По характерным признакам предохранители делятся:

1) по способности ограничивать ток при отключении – на токоограничивающие и нетокоограничивающие;

2) по способу гашения дуги - на обеспечивающие гашение дуги за счет ее тесного соприкосновения с мелкозернистым наполнителем и на обеспечивающие гашение дуги за счет генерирования газов при

воздействию дуги на твердый материал корпуса и последующего выхлопа этих газов;

3) по диапазону токов отключения:

- класс 1 - от одночасового тока плавления до номинального тока отключения (предохранители общего значения);

- класс 2 - от нормированного тока отключения, превышающего одночасовой ток плавления, до номинального тока отключения (предохранители для работы совместно с коммутационными аппаратами).

При токах, превышающих ток срабатывания предохранителя, плавкая вставка должна перегореть в кратчайшее время. Чтобы достигнуть резкого сокращения времени плавления вставки с увеличением тока, применяют следующие способы:

1) придают плавкой вставке специальную форму (выполняют в виде пластинки с вырезами, уменьшающими ее сечение на отдельных участках);

2) используют металлургический эффект (напаивают небольшие оловянные шарики на плавкую вставку, выполненную в виде проволоки).

Рассмотренные способы ускорения перегорания вставки при токах перегрузки и КЗ приводят к существенному достоинству плавких предохранителей - токоограничивающему действию. Плавкая вставка перегорает значительно раньше, чем ток цепи при КЗ успевает достигнуть установившегося значения (штриховая линия). Таким образом, величина тока КЗ ограничивается в  $2 \div 5$  раз и тем самым снижается разрушительное действие электродинамических сил.

Наибольший ток, который предохранитель может отключить без каких-либо повреждений или деформаций, препятствующий его дальнейшей работе после смены плавкой вставки, называют предельным током отключения предохранителя.

### Предохранители до 1000 В

В установке переменного и постоянного тока с напряжением до

1 кВ плавкие предохранители применяют для защиты линий, электродвигателей и других приемников электроэнергии от действия токов КЗ и перегрузки.

Предохранители с закрытыми разборными патронами типа ПР-2 изготавливаются на номинальные токи  $15 \div 1000$  А (рис. 2.1). Патрон предохранителя состоит из фибровой трубки 2 с латунными контактными держателями 1, закрепляющих контактных ножей 4, к которым присоединяется плавкая вставка 3. Для отвода избыточного тепла в месте соединения плавкой вставки и ножа установлена массивная медная шайба 5, предотвращающая произвольный поворот контактных ножей. Патрон вставляют в неподвижные контактные стойки, закрепленные на изолированной плите.

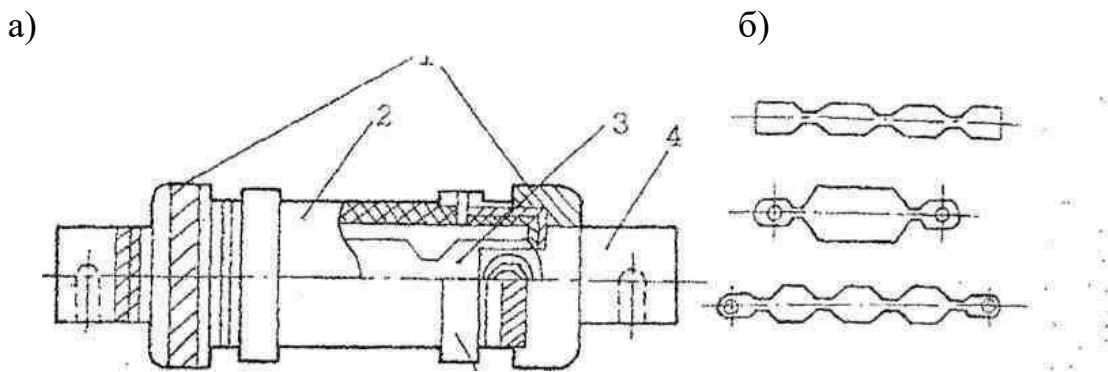


Рис.2.1. Предохранитель типа ПР-2: а) конструкция предохранителя: 1 - контактные держатели, 2 - фибровая трубка, 3 - плавкая вставка, 4 - контактный нож, 5 - медная шайба; б) форма плавких вставок

Плавкие вставки изготавливаются из цинка в виде пластины с вырезами. На суженных участках выделяется больше тепла, чем на широких, но при номинальном режиме избыточное тепло, благодаря теплопроводности цинка, передается широким частям, поэтому вся вставка имеет примерно одинаковую температуру.

При перегорании плавкой вставки от действия протекающих токов КЗ и перегрузки образуется электрическая дуга. В основу гашения дуги заложен принцип деления ее на части - разрывы, что обеспечивается самой конструкцией вставки. Нагрев узких участков идет быстрее, чем широких. Вставка перегорает во всех суженных местах. Широкие части под собственной массой падают вниз патрона, улучшая эффективность разрыва электрической дуги.

Высокая температура электрической дуги, воздействуя на стенки фибрового патрона, вызывает образование газов. Давление газов до 4...8 МПа способствует быстрому охлаждению и гашению электрической дуги. Достоинством предохранителей является простота смены сгоревшей вставки.

Предохранители типа ПН-2 выполняются на номинальные токи 100...600 А (рис. 2.1), широко применяются для защиты силовых цепей до 500 В переменного и 440 В постоянного тока.

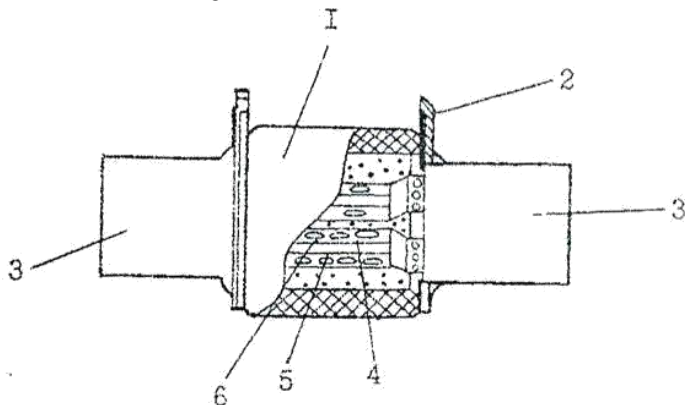


Рис. 2.2. Предохранитель ПН-2: 1 - корпус, 2 - крышка, 3 - контактные ножи, 4 - плавкая вставка, 5 - прорези, 6 - шарики

Корпус 1 фарфоровый, квадратный, имеет резьбовое отверстие для винтов, с помощью которых крепятся крышка 2 с контактными ножами 3, плавкая вставка 4, приваренная к шайбам ножей.

Корпус заполнен наполнителем - сухим кварцевым песком и герметически закрыт крышками с асбестовыми прокладками. Плавкие вставки изготовлены из тонких медных лент толщиной 0,15...0,35 мм и шириной до 4,4 мм; на вставке сделаны прорези 5, уменьшающие сечения вставки в два раза. Для снижения температуры плавления центральной части используется металлургический эффект - на полоски меди напаиваются шарики - 6, температура плавления в этом случае не превышает  $475^{\circ}\text{C}$ .

Металлургический эффект заключается в том, что многие легкоплавкие металлы (олово, свинец) способны в расплавленном состоянии растворять некоторые тугоплавкие металлы (медь, серебро). Для ускорения плавления вставки при перегрузках и токах КЗ на проволоки напаиваются небольшие оловянные шарики. Когда температура вставки достигает температуры плавления олова, шарик расплавляется и растворяет часть металла, на котором он напаян.

Происходит местное увеличение сопротивления вставки и снижение температуры плавления металла в этом месте. Вставка 6 перегорает в том месте, где был наплавлен шарик. При этом температура всей вставки оказывается намного ниже температуры плавления металла, из которого она выполнена. В номинальном режиме шарик практически не влияет на температуру нагрева вставки.

Этот способ получения требуемой (защитной) характеристики может применяться при тонких вставках, например, диаметром шарика 1 мм для проволок 0,3 мм и диаметром шарика 2 мм, при

более толстых проволоках. При возрастании диаметра вставки металлургический эффект резко снижается и практически не сказывается. Применение металлургического эффекта позволяет значительно уменьшить ток срабатывания предохранителя при неизменном номинальном токе, т.к. номинальный ток будет зависеть только от сечения плавкой вставки.

При перегорании вставки электрическая дуга гасится в узких щелях кварцевого песка. Для уменьшения эффекта токоограничения и, следовательно, перенапряжений используются прорези на плавкой вставке (узкие места), сгорая в которых дуга разделяется на части. Предохранители НПН подобны ПН, но имеют неразборный патрон без контактных ножей и рассчитываются на токи до 60 А. Предельный отключаемый ток в предохранителях ПН-2 достигает 60 кА.

Предохранители выше 1000 В

Высоковольтные предохранители типа ПК, ПКТ и стреляющего типа ПСН

имеют то же назначение, что и предохранители до 1000 В и предназначены для защиты силовых трансформаторов, воздушных и кабельных линий, конденсаторов, электродвигателей и трансформаторов напряжения от токов КЗ и перегрузки.

Предохранители серии ПК (предохранитель кварцевый), ПКТ (предохранитель кварцевый, трансформаторный) выполняются на напряжения 6...35 кВ и номинальные токи 7,5...3000 А (рис. 2.3).

Конструкция представляет собой круглый патрон 1, изготовленный из фарфора или стекла, армированный латунными колпаками 2. Внутри корпуса помещена плавкая вставка 5 в виде одной или нескольких параллельно включенных тонких медных проволок, изготовленных чаще из посеребренной меди и намотанных на керамический сердечник (на ток 7,5 А) или выполненных спирально (на большие токи). Корпус (трубка) заполнен кварцевым песком 4, герметически закрыт крышкой. Длина патрона определяется номинальным напряжением. Срабатывание предохранителя определяется по указателю 7 после перегорания стальной натяжной вставки 6. Для снижения перенапряжения (время срабатывания предохранителя - 0,008 с.) искусственно затягивается гашение электрической дуги путем применения вставок ступенчатого сечения по длине, параллельно основным рабочим вставкам включают вспомогательные вставки с искровыми промежутками. Последней перегорает стальная вставка указателя, сигнализируя о срабатывании предохранителя.

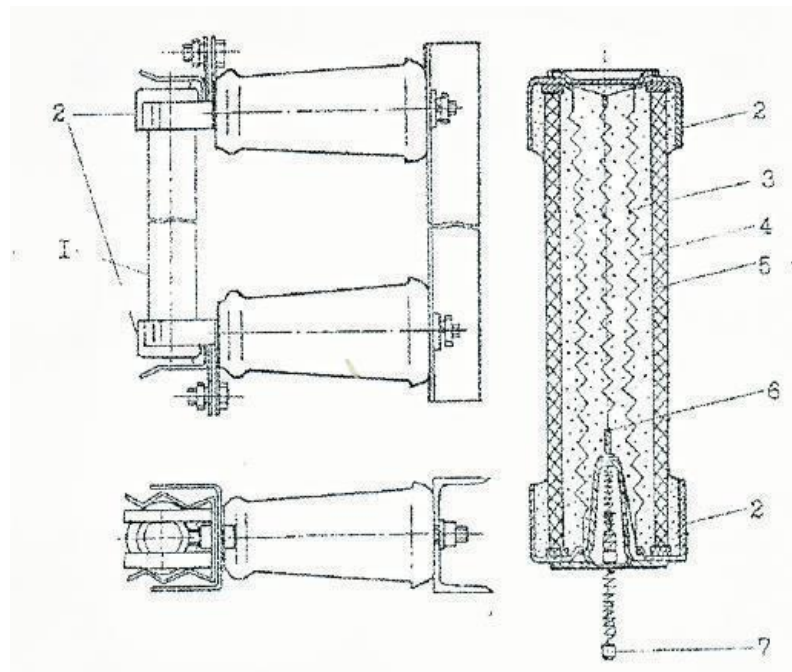


Рис.2.3. Предохранитель типа ПК-10: 1 - круглый патрон, 2 - латунные колпаки, 3 - шарики олова, 4 - кварцевый песок, 5 - плавкая вставка, 6 - стальная натяжная вставка, 7 - указатель



Предохранители серии ПКТ, применяемые для защиты измерительных трансформаторов напряжения, по конструкции подобны ПК, но имеют одну константовую вставку, намотанную на керамический сердечник. Малое сечение вставки обеспечивает быстрое срабатывание, но при этом образуется значительный токоограничивающий эффект. Разновидностью предохранителей ПК является предохранитель типа ПКУ (усиленный с большой мощностью отключения).

Применение параллельных плавких вставок (при больших токах) позволяет при том же суммарном поперечном сечении вставок лучше использовать объем наполнителя, тем самым улучшить условия охлаждения вставок.

Предохранители серии ПСН (предохранитель стреляющий, наружной установки) выполняются на напряжения 10, 35, 110 кВ и номинальные токи 50...100 А (рис. 2.4). Этот вид предохранителей относится к предохранителям с автогазовым гашением дуги.

Основной частью предохранителя является газогенерирующая труба 4, выполненная из винипласта. Внутри трубы расположен

гибкий проводник 2, с контактными наконечником 3, соединенный с плавкой вставкой 1, патрон предохранителя крепится к опорному изолятору 6.

При перегорании плавкой вставки и действии высокой температуры дуги на внутренние стенки трубы происходит бурное газообразование. Пружинный контакт предохранителя, соединенный с наконечником 5, выбрасывает гибкий проводник из канала трубы. Электрическая дуга растягивается до критической длины и гаснет за счет автогазового дутья. Срабатывание сопровождается звуковым эффектом - выстрелом. Образующийся воздушный промежуток обеспечивает изоляцию в месте разрыва.

Предохранители ПСН устанавливаются в открытых РУ для защиты силовых трансформаторов от токов КЗ.

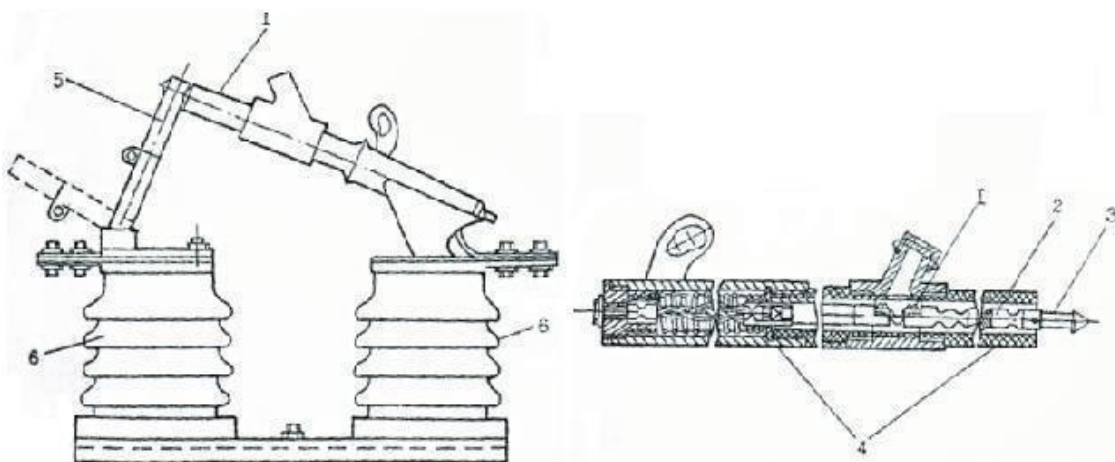


Рис. 2.4. Предохранитель типа ПСН-35: 1 - плавкая вставка, 2 - гибкий проводник, 3 - контактный наконечник, 4 - газогенерирующая труба, 5 - наконечник, 6 - опорный изолятор

### Выбор плавких предохранителей

При выборе плавких вставок руководствуются следующими условиями:

1) Номинальное напряжение предохранителя должно соответствовать номинальному напряжению установки.

2) Номинальный ток вставки должен быть выбран так, чтобы она не расплавилась в утяжеленном режиме, когда рабочий ток имеет наибольшее значение. Вставка не должна плавиться в переходных режимах, когда броски тока в среднем достигают 8... 10 I ном. Трансформатора, включаемого в работу. Номинальный ток вставки должен быть выбран так, чтобы обеспечить избирательность отключения при КЗ.

3) Номинальный ток отключения предохранителя не должен быть меньше периодической составляющей тока КЗ.

4) Значение наибольшего мгновенного тока, пропускаемого токоограничивающими предохранителями, не должно превышать допустимых токов аппаратов в защищаемой части сети.

5) Необходимо обеспечить селективность действия предохранителей.

### Задание

1. Изучить конструкцию и принцип действия предохранителей до 1000 В и выше 1000 В (рис. 2.1-2.4).

2. Заполнить таблицу:

Таблица 2.1

Тип предохранителя	Конструктивные особенности	Принцип действия
Предохранители до 1000 В		
ПР-2		
ПН-2		
Предохранители выше 1000 В		
ПК-10		
ПСН-35		

3. Ответить на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены предохранители?
2. Достоинства предохранителей.
3. Основные параметры предохранителей.
4. Классификация предохранителей.
5. В чем отличие в конструкции предохранителей до и выше 1000В?
6. Как осуществляется выбор предохранителей?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

**Тема:** Наладка электрических схем различных систем автоматики

**Цель:** ознакомиться с конструкцией и принципом действия автоматических выключателей, снятием время-токовых (защитных) характеристик.

**Оборудование:** автоматический воздушный выключатель (автомат))

**Справочный материал:**

**Содержание работы:**

**Автоматический воздушный выключатель (автомат)** - это аппарат, предназначенный для нечастых включений и отключений электрической цепи при нормальной нагрузке, а также для автоматического отключения цепи при возникновении ненормальных режимов, перегрузки, коротких замыканий и исчезновения или снижения напряжения.

Название "воздушный" выключатель получил потому, что электрическая дуга, возникающая между его контактами при отключении цепи, гасится в среде окружающего воздуха.

Различают несколько разновидностей выключателей: универсальные (работают на постоянном и переменном токе), установочные (предназначаются для установки в общедоступных помещениях), быстродействующие постоянного тока, гашения магнитного поля мощных генераторов и другие.

Структурная схема конструкции универсальных и установочных автоматов в основном одинакова и приведена на рис.3.1.

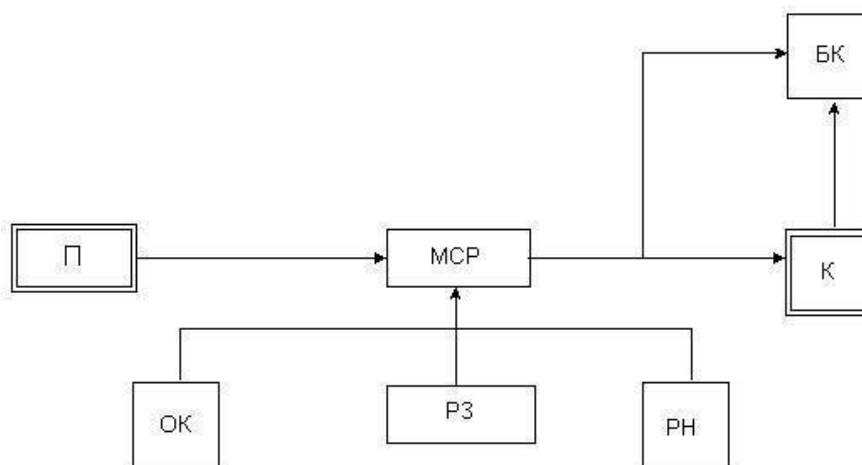


Рис. 3.1. Структурная схема конструкции универсальных и установочных автоматов

Выключатели состоят из следующих основных элементов: главной контактной системы, дугогасительной системы, привода, расцепляющего устройства, расцепителей и вспомогательных контактов (рис. 2, 3).

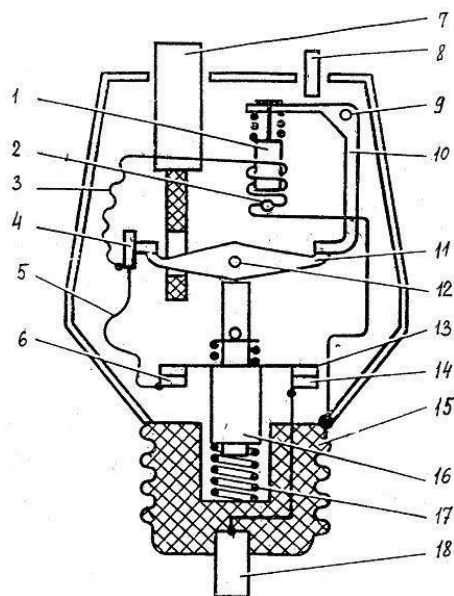


Рис. 3.2. Автомат типа УХЛ4: 1) Сердечник; 2) Электромагнит; 3) Гибкий проводник; 4) Штифт; 5) Биметаллическая пластина; 6) Неподвижные контакты;

7) Кнопка включения; 8) Кнопка отключения; 9) Ось; 10) Защелка; 11) Рычаг;

12) Ось; 13) Контактный мостик; 14) Неподвижные контакты; 15) Гильза;

16) Деталь; 17) Пружина; 18) Центральный контакт;

Контакты (К) производят замыкание и размыкание электрической цепи. Они заключены в дугогасительную камеру, назначение которой быстро гасить дугу и предотвращать выброс ионизированных газов из дугового промежутка.

Контакты К связаны с приводом (П) через механизм свободного расцепления (МСР), на который могут воздействовать также установленный в автомате различные расцепители (РЗ), (РН) и отключающая катушка (ОК). Благодаря наличию механизма МСР отключение автомата происходит при возникновении аварийного режима независимо от положения рукоятки привода.

Расцепители выполняют роль защитных элементов, реагирующих на отклонение определенного параметра от своего нормального значения. Они представляют собой электромагнитные и термобиметаллические реле, измерительные органы которых включены в электрическую цепь, а исполнительные - воздействуют на отключение контактов автомата (К).

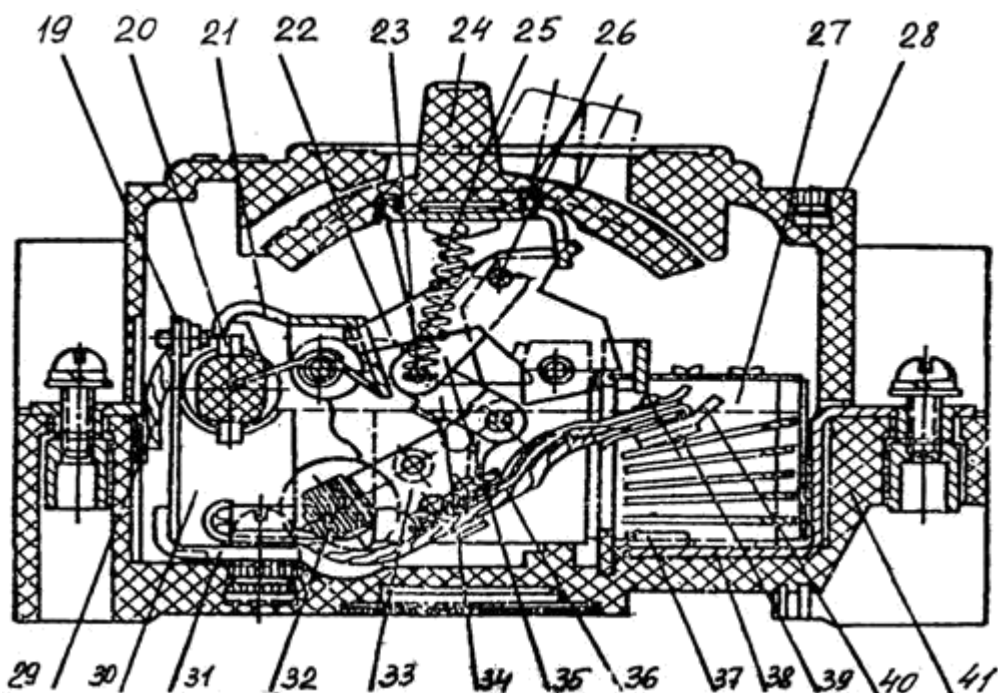


Рис. 3.3. Автомат АЗ161: 19) Биметаллическая пластина; 20) Отключающая рейка; 21) Собачка; 22) Рычаг механизма управления; 23) Ось; 24) Переключатель; 25) Пружина; 26) Ось; 27) Дугогасительная камера; 28) Крышка; 29) Проводники; 30) Расцепитель  $I_{max}$ ; 31) Проводники; 32) Траверса; 33) Контактдержатели; 34) Рычаги; 35) Рычаги; 36) Гибкое соединение; 37) Контакты; 38) Медные шины; 39) Контакты; 40) Медные основы; 41) Основание.

Автоматы могут снабжаться блок-контактами (БК).

Установочные автоматы чаще всего используются для защиты электроустановок от сверхтоков перегрузки и коротких замыканий (КЗ). Этот тип автоматов позволяет заменить собой в распределительных устройствах неавтоматические выключатели и предохранители. Их применение вместо плавких предохранителей имеет следующие преимущества:

- При перегрузках или КЗ отключаются сразу три фазы, что устраняет возможность однофазной работы трехфазных двигателей.
- Снижаются простои, так как на включение сработавшего автомата требуется меньше времени, чем на замену перегоревшего предохранителя.
- Время-токовые характеристики защиты от перегрузок автоматов больше соответствуют параметрам защищаемого электрооборудования, чем предохранители.

Эскиз резьбового автомата с комбинированным расцепителем приведен на рис. 3.2. Когда автомат включен, ток приходит от центрального контакта 18 через неподвижные контакты 6, 14,

соединенные контактным мостиком 13, биметаллическую пластину 5, гибкий проводник 3 и обмотку электромагнита 2 к гильзе 15. При длительной перегрузке биметаллическая пластина 5 нагревается и изгибается, в результате через систему рычагов и пружины размыкается контактный мостик 13. При КЗ сердечник электромагнита втягивается вниз, защелка 10 поворачивается и автомат мгновенно отключается (режим отсечки). Включение автомата вручную осуществляется нажатием белой большой кнопки 7, а отключение - нажатием малой красной кнопки 8. Устройство автомата А3161 приведено на рис.3.3.

### Характеристики автоматов

Зависимость полного времени отключения цепи от тока Называют время-токовой характеристикой, или защитной характеристикой автомата (рис.3.4). Объект будет защищен в том случае, если его рабочая характеристика (1) располагается ниже защитной характеристики автомата (2) при любом значении тока нагрузки в цепи, в этом случае автомат не будет отключаться в нагрузочном режиме.

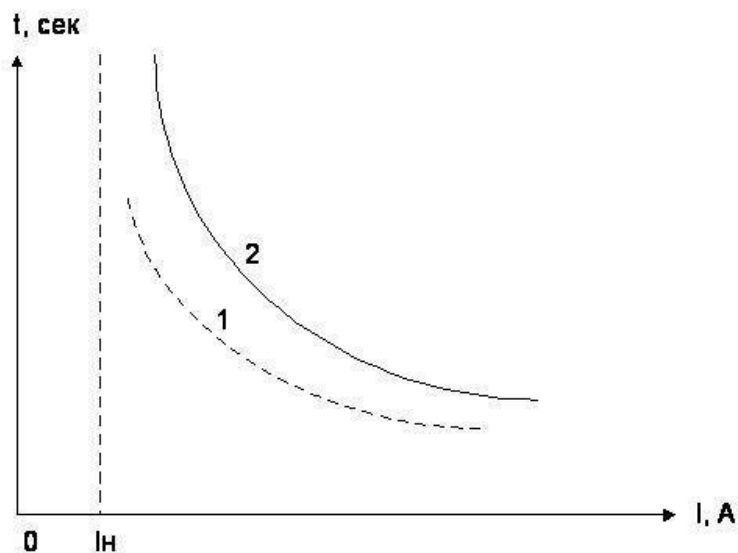


Рис. 3.4. Согласование защитных характеристик автомата:  
1 - рабочий режим автомата; 2 - защитная характеристика объекта

#### Задание:

1. Ознакомьтесь по рис. 3.2 и 3.3 с конструкцией и принципом работы автоматов. Составить эскиз кинематических связей

подвижных элементов автоматов. Паспортные характеристики изучаемых коммутационных аппаратов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Паспортные характеристики автоматов

Тип автоматов	$U_H$	$I_H$	Число полюсов	Вид расцепителя	Уставка срабатывания	Вид привода
А3161	220	15	1	Тепловой	$1,25I_H$	Ручной
УХЛ4	220	6,3	1	Тепловой	$1,25I_H$	Ручной

2. Собрать схему по рис. 3.5. Проверить исправность измерительной цепи, для чего замкнуть контакты ключа С1-С2 и зафиксировать работу секундомера.

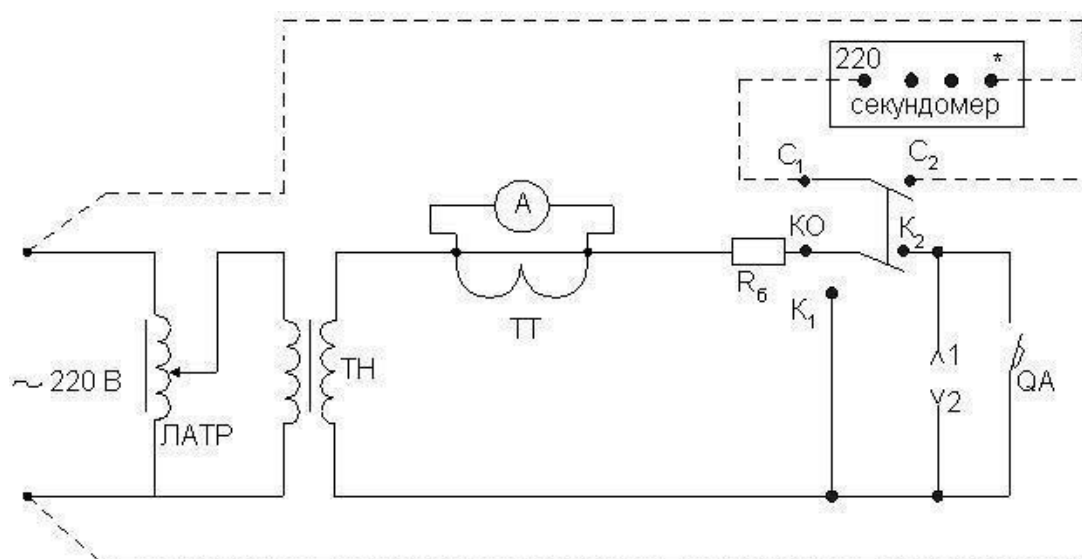


Рис. 3.5. Электрическая схема установки для испытания воздушных автоматических выключателей: трансформатор нагрузочный - ТН, трансформатор тока - ТТ, балластное сопротивление - Rб, автомат А3161-QA, резьбовая гильза для автомата- пробки (гнезда 1,2), ключ двойной с парами зажимов К1 и К2, С1 и С2.

Примечание: перед этим необходимо убедиться в том, что автомат А3161 и автомат-пробка находятся в отключенном состоянии. Движок ЛАТРа должен находиться в нулевом положении.

Силовые цепи на стенде показаны сплошной линией, а измерительные - пунктирной. Силовая цепь предварительно собрана, студенты собирают измерительную цепь и подключают ЛАТР к первичной обмотке нагрузочного трансформатора.



3. Проверить силовую цепь измерительной схемы (рис.3.5). Для этого ключом замыкаются контакты К0 и К1 и увеличивая напряжение ЛАТРа убедиться, что стрелка амперметра отклоняется. Необходимо проверить возможность изменения тока в силовой цепи

в диапазоне  $0 \leq 50$  А.

4. Возвратить движок ЛАТРа в нулевое положение. Контакты ключа К0 К1 остаются замкнутыми. Включить в работу один из исследуемых автоматов.

5. Для снятия защитной характеристики исследуемого автомата установить контакты ключа в положение К0-К2 (при этом секундомер начинает работать), быстро установить в цепи ток равный  $1,5 I_{\text{н}}$ .

**ВНИМАНИЕ:** В момент срабатывания автомата одновременно зафиксировать значение тока и времени срабатывания и привести ключ в нейтральное положение. Результаты измерения занести в таблицу 3.2.

Таблица 3.2

Результаты измерений времени и тока срабатывания автомата

	УХЛ4					A3161
I, А						
t, сек						

Измерения повторить 4-5 раз, изменяя значения тока срабатывания в пределах  $1,5 \leq 4 I_{\text{н}}$  для построения защитной характеристики автомата.

**ВНИМАНИЕ:** Учитывая достаточно большое значение токов в цепях схемы, время снятия показаний приборов для каждого измерения не должно превышать 3-5 сек.

6. По результатам измерений построить защитные характеристики испытуемых автоматов и сделать выводы.

#### Контрольные вопросы

1. Назначение и область применения автоматов.
2. Понятие о рабочих и защитных характеристиках электрических аппаратов.
3. Согласование защитных характеристик автоматов.

4. Способы защиты коммутируемых цепей от перегрузок и коротких замыканий с помощью автоматов.
5. Принцип работы тепловых и электромагнитных расцепителей.
6. Основные узлы конструкции автоматов и их назначение.
7. Основные параметры и характеристики автоматов.
8. Методика снятия защитных характеристик автоматов.

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №4

**Тема:** Наладка электрических схем различных систем автоматики

**Цель:** научиться практически, производить осмотр, замер параметров и регулировку высоковольтного выключателя переменного тока.

**Оборудование:**

1. Высоковольтный выключатель;
2. Измерительная линейка;
3. Гаечные ключи;
4. Прибор для проверки одновременности замыкания контактов;
5. Динамометр.

**Справочный материал:**

**Содержание работы:**

При ремонте выключателя переменного тока производится его частичная или полная разборка в следующем порядке. Снимают межполюсные перегородки, сливают масло из полюсов, отсоединяют нижние шины, снимают нижние крышки с неподвижными розеточными контактами, вынимают дугогасительные камеры и распорные цилиндры.

Для замены или ремонта подвижного контакта необходимо отсоединить верхние шины, снять корпус с механизмом, предварительно отсоединив его от изоляционного цилиндра и изоляционной тяги.

После ремонта и замены дефектных деталей выключатель собирают в обратной последовательности.

**Задание:**

1. Ознакомиться с конструкцией и принципом работы выключателя по учебнику (с. 171-174) [1], найти все элементы в натуре.

2. Разобрать одну фазу выключателя: снять пластмассовую крышку; разобрать нижний фланец, снять нижний розеточный контакт с опорным цилиндром и дугогасительной камерой; отсоединить пластмассовую тягу от рычага фазы выключателя, разобрать средний фланец, снять верхний цилиндр с подвижной системой.

3. Осмотреть розеточный контакт, измерить его глубину; осмотреть дугогасительную камеру; осмотреть подвижную систему выключателя, вывернуть пластмассовую пробку на маслоотделителе, вставить в отверстие измерительную штангу и ввернуть ее в отверстие на выступе подвижной системы. Определить вес подвижной системы, поднимая ее динамометром за кольцо измерительной штанги.

4. Собрать фазу выключателя: собрать нижний фланец, установив на него опорный цилиндр и дугогасительную камеру; установить верхнюю часть фазы. Не собирая средний фланец, присоединить динамометр к кольцу измерительной штанги, и, вытягивая подвижный контакт из неподвижного,

зафиксировать наибольшее усилие. Давление в контактах определяется как разность этого усилия и веса подвижной системы. Результаты занести в таблицу 4.1.

Таблица 4.1

Нормативные и измеренные параметры

Параметры	Норма	Замер
Ход контактного стержня, мм	208 $\pm$ 5	
Величина ввода в розетку ("вжим"), мм	60 $\pm$ 5	
Запасной ход стержня, мм	60	
Разновременность замыкания контактов, мм	5	
Давление в контактах, мм	10	

5. Присоединить пластмассовую тягу к рычагу фазывыключателя.

6. Собрать схему для проверки одновременности замыкания контактов (рис. 4.1).

Фазы выключателя (левая, средняя, правая) после сборки схемы должны соответствовать лампам прибора.

7. Плавно включая выключатель рычагом привода, зафиксировать на измерительной штанге моменты касания подвижными контактами неподвижных, загорание сигнальных ламп и определить разновременность замыкания контактов (ход штанги между загоранием первой и последней лампы). Результат занести в таблицу 4.1.

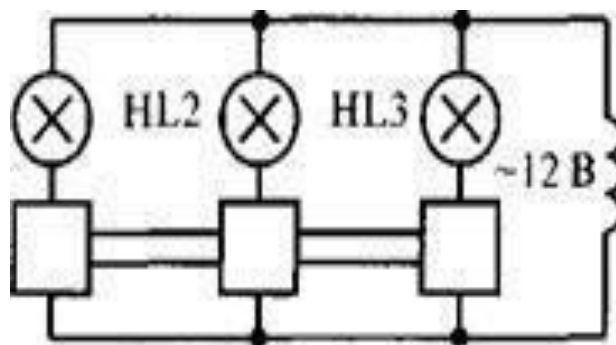


Рис. 4.1. Схема для проверки одновременности замыкания контактов

8. Определить величину ввода подвижного контакта в розетку («вжим») и ход контактного стержня с помощью измерительной штанги. Результаты занести в таблицу 4.1.

9. Определить запасной ход стержня как разность между глубиной розеточного контакта и «вжимом».

10. Отключить и отсоединить прибор. Привести в порядок рабочее место.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение основных элементов выключателя и масла в нем.
2. Работа дугогасительного устройства при отключении выключателя.
3. Основные параметры выключателя, проверяемые при его ремонте.
4. Чем обеспечивается смягчение ударов при включении и отключении выключателя?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №5

**Тема:** Наладка электронных приборов

**Цель:** изучение некоторых приборов измерения и регулирования уровня

**Оборудование:** емкостной уровнемер

**Справочный материал:**

**Содержание работы:**

Контроль за уровнем заполнения различных аппаратов жидкостью имеет большое значение в технике, особенно при обслуживании агрегатов с непрерывной подачей и отбором вещества. К таким объектам относятся барабанные паровые котлы, деаэраторы, конденсаторы турбин и другие теплообменники. Уровень воды в таких аппаратах должен поддерживаться в заданных пределах, а нарушение баланса между приходом и расходом контролируемого вещества приводит к отклонению уровня за допустимые пределы в течение очень короткого времени.

Важное значение имеет также определение предельно допустимых положений уровня (высшего и низшего) для подачи сигнала или приведения в действие устройств технологической защиты. По предельным уровням (без измерения промежуточных значений) автоматизируется откачка воды из дренажных баков или приемков насосных и других помещений, не имеющих постоянных дежурных.

Для измерения уровня жидкостей используются следующие устройства:

□ механические, использующие для измерения уровня поплавки или другое тело, находящееся на поверхности жидкости;

□ гидростатические, использующие для измерения уровня сообщающиеся сосуды со средами одинаковой или различной плотности по сравнению с измеряемой средой;

□ манометрические, построенные на принципе измерения разности гидростатических давлений в измеряемой и в сравнительной (эталонной) емкости с помощью дифференциальных манометров;

□ пневматические, построенные на принципе измерения давления воздуха (или иных газов), вдуваемого под слой жидкости;

□ радиоизотопные, построенные на принципах использования интенсивности потока ядерных излучений, зависящих от уровня жидкости;

□ емкостные, использующие для измерения уровня электрические емкости, величина которых зависит от уровня жидкости.

В данной работе используется емкостной уровнемер. Емкостными называются уровнемеры, основанные на зависимости электрической емкости конденсаторного преобразователя, образованного одним или несколькими стержнями, цилиндрами или пластинами. Частично введенными в жидкость, от уровня жидкости.

Конструкция конденсаторных преобразователей различна для электропроводных и неэлектропроводных жидкостей. Электропроводными считаются жидкости имеющие удельное сопротивление  $\square \square 10^6 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  и

диэлектрическую проницаемость  $\epsilon_{ж}$

□ 7. различие преобразователей состоит в том, что один из электродов уровнемеров для электропроводных жидкостей покрыт изоляционным слоем, электроды преобразователей для неэлектропроводных жидкостей не изолированы. Электроды могут быть в виде плоских пластин, стержней; в качестве электродов может использоваться металлическая стенка сосуда. Часто применяются металлические электроды, обладающие по сравнению с другими формами электродов хорошей технологичностью, лучшей помехоустойчивостью и обеспечивающие большую жесткость конструкции.

На рис. 1.1, а изображен конденсаторный преобразователь для неэлектропроводных жидкостей, состоящий из двух коаксиально расположенных электродов 1 и 2, помещенных в резервуар 3, в котором производится измерение уровня.

Взаимное расположение электродов зафиксировано проходным изолятором 4. электроды образуют цилиндрический конденсатор, часть межэлектродного пространства которого высотой  $h$  заполнена контролируемой жидкостью, оставшаяся часть высотой  $H-h$  – ее парами.

В общем виде емкость электрического конденсатора определяется выражением:

$$C = 2\pi\epsilon\epsilon_0 H / \ln(d_2 / d_1)$$

,где  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м – диэлектрическая проницаемость вакуума;

$\epsilon$  - относительная диэлектрическая проницаемость вещества, заполняющего межэлектродное пространство;

$H$  – высота электродов;

$d_1, d_2$  – диаметры соответственно внутреннего и наружного электродов.

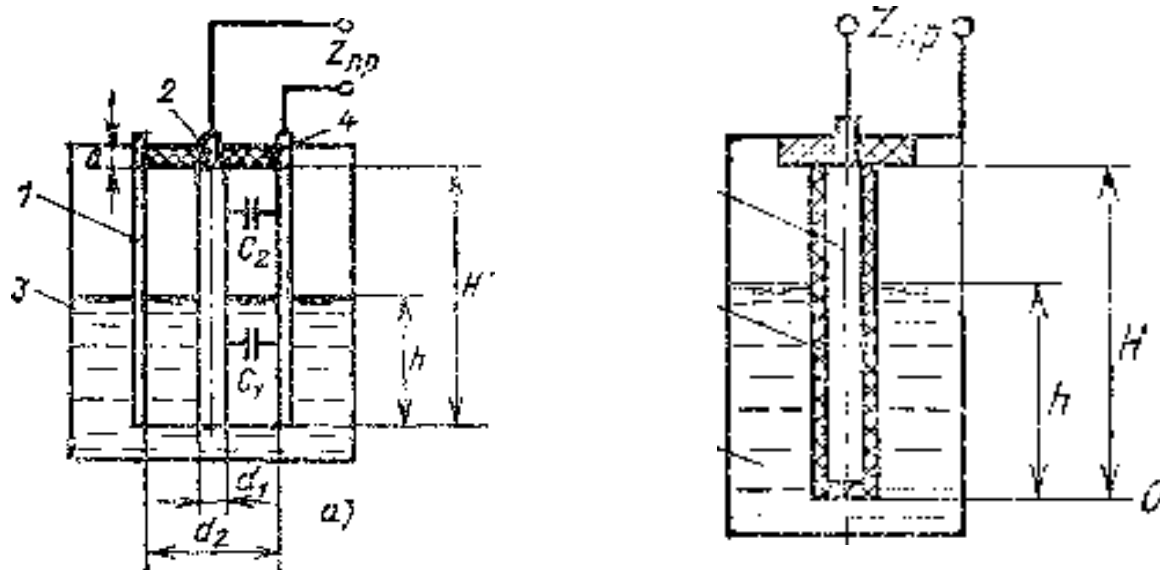


Рисунок 1.1

На рис. 1.1, б изображена схема конденсаторного преобразователя для электропроводных жидкостей. Преобразователь выполнен в виде стержня 1, покрытого слоем изоляции и погруженного в металлический резервуар 3.

Емкостные уровнемеры нашли широкое распространение из-за дешевизны, простоты обслуживания, удобства монтажа первичного преобразователя на резервуаре, отсутствия подвижных элементов, возможности использования в достаточно широком интервале температур (от криогенных до + 200 °С) и давлений (до 6 МПа). К числу их недостатков следует отнести непригодность для измерения уровня вязких (динамическая вязкость более 1 Па·с), пленкообразующих, кристаллизующихся и выпадающих в осадок жидкостей. А также высокую чувствительность к изменению электрических свойств жидкости и изменению емкости кабеля, соединяющего первичный преобразователь с измерительным прибором.

## 2 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Принципиальная схема установки приведена на рисунке 1.2.

Объектом исследования является бак 1, заполняемый водой.

Подача воды в бак производится непосредственно из водопровода через электромагнитный клапан 2.

Уровень в баке контролируется с помощью следующих приборов:

- емкостного измерителя уровня;
- уровнемерной трубки 3.

Емкостной уровнемер состоит из электронного измерителя уровня типа ЭСУ-4 и емкостных датчиков уровня 4.

Трехпозиционное регулирование уровня воды в баке осуществляется с помощью электронного сигнализатора уровня типа ЭСУ-4 и реле МКУ-48, соединенных в схему трехпозиционного регулятора уровня. Кроме того, приборы ЭСУ сигнализируют о положении уровня для трех его значений.

Все контрольно-измерительные приборы включены в сеть переменного тока напряжением 220 в. Электромагнитный клапан работает при включении.

Емкостные датчики уровня соединяются со своими приборами спомощью двухпроводных линий связи.

Электрическая схема установки предусматривает дистанционное, автоматическое управление электромагнитным клапаном ЭМК на линии подачи воды в бак.

При дистанционном управлении исполнительные схемы включаются вручную. Для перевода схемы на дистанционное управление переключатель П (рисунок 1.3) становится в положение Д. при включении тумблера клапан получает питание непосредственно от сети, минуя схему автоматики.

При установке переключателя П в положение А включается схема трехпозиционного автоматического регулирования уровня в баке. Пределы регулирования уровня определены положением датчиков емкостных сигнализаторов уровня. При пустом баке при установке переключателя в положение А срабатывает реле Р и замыкает свои контакты Р<sub>1</sub> и Р<sub>2</sub>. Электромагнитный клапан ЭМК получает питание, бак начинает заполняться



водой. При достижении уровнем верхнего электрода загорается сигнальная лампочка и разомкнется нормально замкнутый контакт В, реле Р обесточится и разорвет цепь питания клапана. Подача воды в бак прекратится.

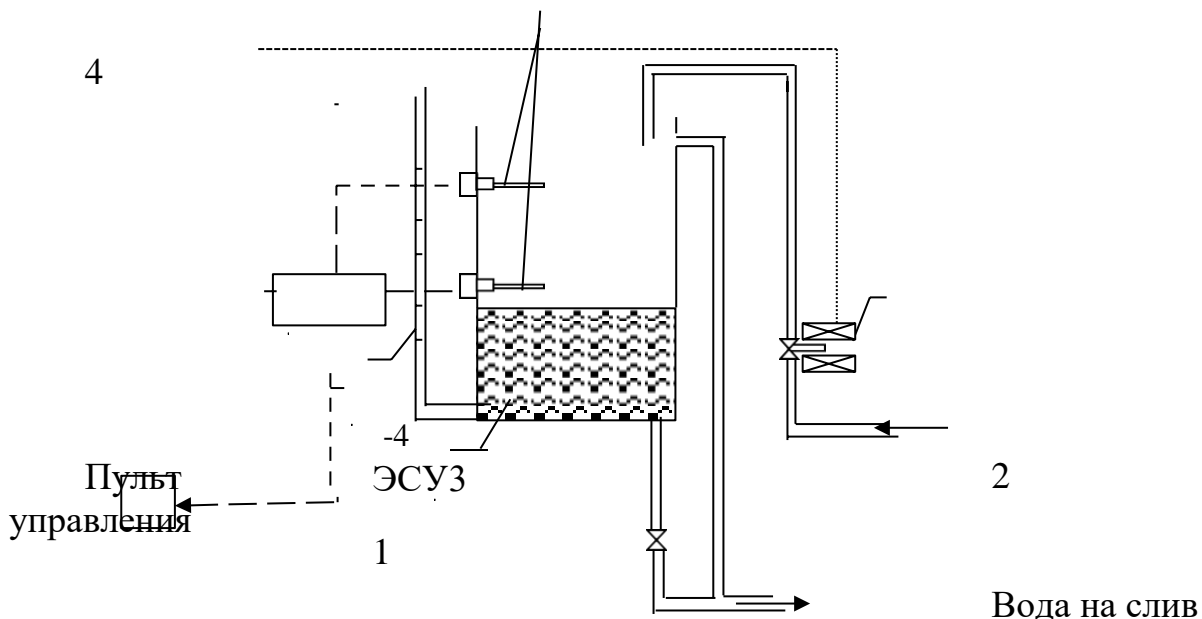


Рисунок 1.2 Принципиальная схема установки регулирования уровня

В процессе регулирования при наличии слива уровень в баке начинается понижаться, гаснет сигнальная лампочка и замыкается контакт В. Затем, когда уровень достигнет своего нижнего значения, замкнется контакт Н; реле Р, а вместе с ним и клапан ЭМК получит питание. Бак начинает наполняться. Поскольку расход воды на сливе меньше притока, уровень в баке снова достигнет своего верхнего значения, клапан отключится и весь процесс регулирования повторится. Таким образом, схема автоматики будет поддерживать уровень в баке между двумя пределами – верхним и нижним, при наличии расхода в баке.

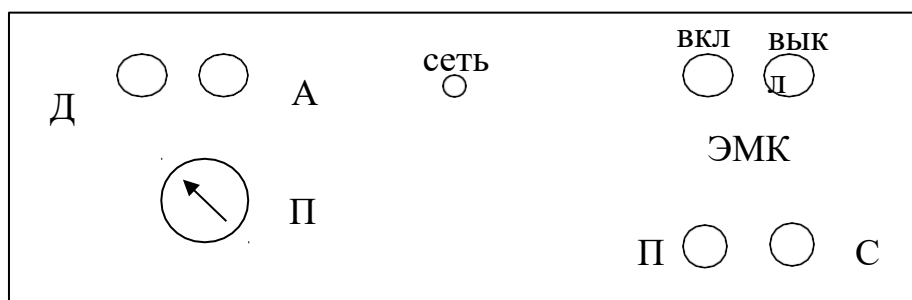


Рисунок 1.3 Пульт управления регулятора уровня

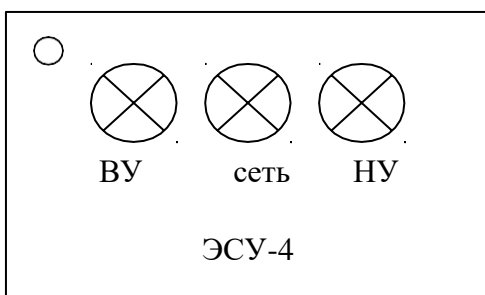


Рисунок 1.4 Лицевая панель ЭСУ - 4

**Задание:**

1. Переключатель П ставится в положение А, открывается сливной патрубок.

2. С помощью секундомера зафиксировать изменения уровня во времени и занести в данные в таблицу 1.1. Показания снимать через каждую минуту, начиная с момента достижения уровнем нижнего датчика.

Таблица 1.1

t, с									
h, м									

3. По данным таблицы 1.1 строится график регулирования уровня. По графику определить:

- 1) амплитуду колебания уровня;
- 2) период колебания уровня T;
- 3) точность регулирования в процентах от заданного уровня по формуле:

$$a = A/h * 100\% = h_{\max} - h_{\min},$$

где  $h_{\max}$ ,  $h_{\min}$  – соответственно максимальное и минимальное значение уровня, см.

Точность поддержания уровня зависит от величины установленных нейтральной зоны  $h_{\max} - h_{\min}$ , при больших проходных сечениях клапанов и малых постоянных времени регулирования колебаний выходят за пределы нейтральной зоны.

- 4) колебательность переходного процесса;
- 5) степень затухания переходного процесса;
- 6) время достижения первого максимума.

4. Сделайте вывод об устойчивости данной системы автоматического регулирования уровня.

## **4 ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА**

После выполнения работы составляют отчет, включающий следующее:

1. краткое содержание работы;
2. принципиальную схему лабораторной установки;
3. кривую регулирования уровня и ее характеристики;
4. вывод.

## **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Назначение приборов для измерения уровня.
2. На какие разновидности можно подразделить устройства для измерения уровня жидкости?
3. Для чего предназначен прибор ЭСУ?
4. На каком принципе основано действие емкостного уровнемера?
5. В чем различие между конденсаторными преобразователями для электропроводных жидкостей и для неэлектропроводных жидкостей?
6. Перечислите достоинства емкостных уровнемеров.
7. В чем заключаются недостатки емкостных уровнемеров?
8. Каким образом была построена кривая регулирования уровня?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

**Тема:** Наладка электронных приборов

**Цель работы:**

1. Изучить методы контроля и нормативные требования к содержанию вредных газообразных веществ в атмосферном воздухе.
2. Исследовать содержание вредных газообразных веществ и дать гигиеническую оценку воздушной среды населенных мест.

**Оборудование:** прибор УГ-1 (УГ-2)

**Справочные материалы:**

**Содержание работы:**

Газообразные вещества, выделяющиеся в атмосферу, относятся к вредным производственным факторам, так как при воздействии на организм человека приводят к заболеваниям. Следствием действия газообразных веществ могут быть также острые или хронические отравления. Острая форма отравления возникает при кратковременном действии на организм вредных веществ относительно высоких концентраций; хроническая форма отравлений развивается при длительном воздействии малых концентраций вредных веществ, которые способны постепенно накапливаться в организме.

Вредные газообразные вещества поступают в организм через органы дыхания (около 95% всех отравлений), желудочно-кишечный тракт (от загрязнения рук при еде и курении) или кожные покровы (яды, хорошо растворимые в жирах).

По характеру воздействия на организм вредные газообразные вещества подразделяются:

- 1) общетоксичные, действующие на центральную нервную систему, кровь, кроветворные органы (сероводород, ароматические углеводороды, оксид углерода и др.);
- 2) раздражающие, вызывающие раздражение слизистых оболочек глаз, носа и гортани, действующие на кожу (пары кислот, окислы азота, серный и сернистый ангидриды и др.);
- 3) сенсibiliзирующие вещества, которые после относительно непродолжительного воздействия на организм вызывают в нем повышенную чувствительность к этому веществу (альдегиды, ароматические аминосоединения и др.);
- 4) канцерогенные, приводящие к развитию злокачественных опухолей (продукты перегонки нефти, бензол, бензидин и др.);
- 5) мутагенные, вызывающие нарушение наследственного аппарата человека (пары ртути, свинца, оксид этилена и др.).

Токсичность вредных веществ и их действие на организм определяются большим числом факторов, из которых основными являются физико-химические свойства вещества, внешние условия, продолжительность воздействия, и, прежде всего, концентрация.

В нашей стране разработаны и утверждены санитарные нормы предельно-допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ, содержащихся в воздушной среде населенных мест.

Согласно СН 3086–84 («Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест») содержание вредных веществ в воздухе населенных мест не должно превышать установленных значений ПДК м.р. и ПДК с.с. (см. планшет).

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности (ГОСТ ССБТ 12.1.007–76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»):

1-й класс - вещества чрезвычайно опасные; 2-й класс - вещества высоко опасные;

3-й класс - вещества умеренно опасные; 4-й класс - вещества мало опасные.

Класс опасности веществ устанавливается в зависимости от определенных норми показателей, основные из которых представлены в табл. 1.

В зависимости от класса опасности веществ осуществляется их контроль в воздухе рабочих зон:

непрерывный контроль – для веществ 1 - 2-го классов опасности;

периодический контроль – для веществ 3 и 4 классов опасности. К методам контроля предъявляются определенные требования. Они должны:

– содержать указания по отбору проб и проведению анализа, обеспечивающие достоверность результатов контроля;

– предусматривать проведение отбора проб при характерных производственных условиях с учетом основных технологических процессов, источников выделения вредных веществ, функционирования технологического оборудования и санитарно-технических устройств.

Чувствительность методов и приборов контроля не должна быть ниже 0.5 уровня ПДК; погрешность не превышать  $\pm 25\%$  от определенной величины. Для анализа газообразных веществ в воздухе промышленных предприятий чаще всего применяются следующие методы, позволяющие определять малые количества вредных веществ в любом объеме воздуха:

1. Оптические - калориметрия, нефелометрия, спектрофотометрия, люминесцентный и спектральный анализы. Приборы контроля: фото-электрокалориметр ФЭК-60, спектрофотометры СФ-16, СФ-17, СФ-18.

2. Электрохимические - полярография, кулонометрия и др.

3. Хроматографические - жидкостная, газовая, бумажная и тонкослойная хроматография. Приборы контроля: хроматографы ЛХМ, «Луч», ХГ-8 «Цвет».

Однако все эти методы определения вредных веществ в атмосферном воздухе требуют довольно значительного времени как для отбора проб, так и для проведения анализа. Они, как правило, не дают возможности своевременно установить повышение концентрации. В последнем случае более удобны (хотя

и менее точны) быстрые (экспрессные) методы, в основе которых почти всегда лежат цветные реакции.

Все экспресс методы могут быть разделены на три группы:

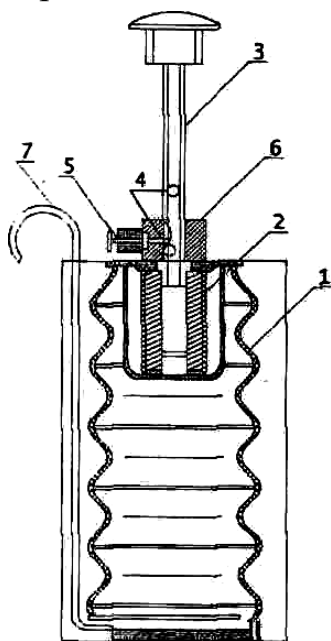
- 1) калориметрия растворов по стандартным шкалам;
- 2) калориметрия с применением реактивной бумаги;
- 3) линейно-калористический метод с применением индикаторных трубок.

### **Описание лабораторной установки и контрольно-измерительных приборов.**

Лабораторная установка состоит из 5-ти стеклянных колб, имитирующих воздушную среду и прибора экспресс-метода УГ-2 (универсальный газоанализатор) с необходимыми для его работы принадлежностями. Колбы сгруппированы по заданиям: 1,2 и 3 колбы соответствуют первому заданию; 4 – второму; 5 – третьему. Номер задания указывается преподавателем.

Универсальный газоанализатор УГ-2 является прибором экспресс-метода контроля линейно-калористического метода. Он предназначен для определения вредных

паров и газов: сернистого ангидрида, ацетона, окиси углерода, сероводорода, хлора, аммиака, окислов азота, этилового спирта, бензина, бензола, толуола, ксилола, ацетилен, углеводородов нефти, метилового спирта, этилового эфира, хлористого эфира, хлористого водорода, двуокиси углерода, трихлорэтилена.



Принцип работы газоанализатора основан на измерении длины окрашенного столбика, полученного в процессе просасывания через индикаторную трубку определенного объема воздуха, содержащего вредные

примеси.

Просасывание воздуха осуществляется воздухозаборным устройством. Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке пропорциональна анализируемому газу и измеряется по шкале, градуированной в мг/м<sup>3</sup>. Погрешность показаний прибора не должна быть более  $\pm 10\%$  от верхнего предела каждой шкалы. Пределы измерений анализируемых газов (паров) и продолжительность проведения одного анализа, а также требуемые объемы просасываемого воздуха для газов приведены в табл. 2.

Газоанализатор УГ-2 состоит из воздухозаборного устройства со съемной подставкой для шкал штоков, измерительных шкал, индикаторных трубок, фильтрующих патронов и набора принадлежностей, необходимых для приготовления трубок и патронов.

Воздухозаборное устройство. Основной частью воздухозаборного устройства является резиновый сильфон с расположенным внутри него металлическим стаканом, в

котором находится в сжатом состоянии пружина. Продольный разрез воздухозаборного устройства показан на рис. 1.

В закрытой части корпуса помещается резиновый сильфон 1 с двумя фланцами и пружиной 2. На верхней плате расположена неподвижная втулка 6 для направления штоков 3 сильфона при его работе в штуцер, на который одета резиновая отводная трубка

7. В центральной части платы на неподвижной направляющей втулке 6 находится стопор 5 для фиксации штоком объема забираемого сильфоном воздуха. Здесь же имеется отверстие 9 для хранения штока 3, вставка с двумя углублениями 4 и подставка со шкалами 8.

Исследуемый воздух просасывается через индикаторную трубку после растяжения пружины 2 штоком 3 (сильфон при этом сжимается). На гранях (под головкой штока) обозначены объемы просасываемого воздуха. На цилиндрической поверхности штока имеются четыре продольные канавки, каждая с двумя углублениями для фиксации объема просасываемого при анализе воздуха.

Измерительные шкалы. Для каждого газа в зависимости от пределов измерения имеются одна или две шкалы, проградуированные в мг/м<sup>3</sup>. На каждой шкале указан газ и объем просасываемого воздуха в мл. При проведении анализа объемы просасываемого воздуха, указанные на головке штока и шкале, по которой проводится отсчет, должны совпадать.

Индикаторные трубки. Индикаторная трубка для количественного анализа представляет собой стеклянную трубку длиной 90-91 мм, заполненную индикаторным порошком. Последний засыпают в трубку через специальную воронку с оттянутым концом. Для фиксации порошка в трубке с обоих концов в нее вставляют ватные тампоны. Длина уплотненного порошка в трубке должна составлять 68 - 70 мм. Общий вид приготовленной для анализа трубки представлен на планшете лабораторной работы.

Фильтрующие патроны. Фильтрующие патроны представляют собой стеклянные трубки диаметром 10 мм с перетяжками, суженные с обоих концов



и заполненные соответствующими поглотителями, порошками, служащими для улавливания примесей, мешающих для определения газа. Порошки в патроне удерживаются тампонами из гирокоспической ваты. Общий вид снаряженного фильтрующего патрона представлен на планшете лабораторной работы.

### **Техника безопасности при выполнении лабораторной работы.**

1. Лиц, не знакомых с устройством лабораторной установки и приборов контроля, к выполнению работы не допускать.

2. Во избежание порезов рук или попадания осколков стекла на кожу при вскрытии ампул с индикаторными порошками, необходимо пользоваться специальными приспособлениями или напильником, и при отламывании узкого конца после надреза пользоваться ватой или полотенцем.

3. В конце занятий ампулы с индикаторными и фильтрующими порошками необходимо плотно закрывать стеклянными заглушками, вставленными в резиновые трубки.

4. При работе с порошками во избежание попадания их на кожу и одежду все работы производить над лабораторным столом.

5. Во избежание загазованности лаборатории сосуды с соответствующими загазованными средами открывать только во время проведения анализов.

### **Порядок проведения измерений прибором УГ-1 (УГ-2)**

1. Проверить на герметичность воздухозаборное устройство. Для этого вставить шток в направляющую трубку таким образом, чтобы штифт попал в ту канавку штока, которая расположена под цифрой, обозначающей объем просасываемого воздуха. Слегка оттягивая пружинный фиксатор, надавить на шток и сжимать сильфон до тех пор, пока штифт фиксатора не попадет в верхнее отверстие в канавке штока. Резиновую трубку перегнуть и плотно зажать. Надавлив на головку штока, вынуть фиксатор. Шток после первоначального рывка не должен двигаться, что свидетельствует о надежной герметичности. Перед анализом резиновую трубку освобождают, и шток вновь фиксируется в верхнем отверстии.

2. Соединить конец индикаторной трубки с резиновой трубкой от всасывающего штуцера внутри сильфона. Свободный конец индикаторной трубки поместить в сосуд соответствующим газом (при наличии в воздушной среде примесей других газообразных веществ перед индикаторной трубкой необходимо поместить фильтрующий патрон).

3. Надавливая одной рукой на головку штока, другой оттягивать фиксатор, после чего шток начинает плавно подниматься, и в тоже время анализируемый воздух просасывается через индикаторную трубку. По истечению некоторого времени наконечник фиксатора войдет в нижнее отверстие штока. После защелкивания движение штока прекращается.

4. Освободить индикаторную трубку и отсчитать концентрацию по

со- ответствующей шкале, на которой указано название (или формула) анализируемого га- за и объем просасываемого воздуха. При измерении необходимо совместить начало столбика с измененной окраской индикаторного порошка с нулевым делением шкалы. Верхняя граница окрашенного столбика трубки укажет на шкале концентрацию анализируемого газа в воздухе.

5. При низких концентрациях, когда длина окрашенного столбика мала, допускается последовательное просасывание через индикаторную трубку от 2 до 5 объемов воздуха. Величина действительной концентрации в этом случае будет равна концентрации, найденной по шкале и деленной на число просасываний.

### **Задание:**

1. Изучить правила техники безопасности перед выполнением работы.
2. Ознакомиться с описанием лабораторной установки и устройством прибора УГ-2(УГ-1).
3. Подготовить прибор УГ-2 (УГ-1) к работе (проверить на герметичность воздухозаборное устройство).
4. По заданию преподавателя измерить концентрации 2–3-х химических веществ, со-держащихся в атмосферном воздухе. Для этого необходимо:
  - подготовить для каждого исследуемого вещества по 1–2 индикаторной трубке, заполнив их соответствующими индикаторными порошками (см. планшет на лабораторной работе). Фильтрующие патроны в данном варианте можно не использовать;
  - для каждого исследуемого вещества определить просасываемые объемы воздуха, пределы измерений и продолжительность хода штока (см. табл. 2);
  - подобрать для каждого исследуемого вещества измерительные шкалы;
  - произвести просасывание загазованного воздуха через индикаторные трубки, для чего один конец трубки соединить с прибором, а другой опустить в колбу или поднести к колбе с соответствующим газом. Если для анализа вещества приводятся два значения просасываемого воздуха (например, для бензина 300 и 100 мл), то начинать анализ необходимо с меньшего объема. В случае окрашивания столбика индикаторного порошка менее, чем на половину цены деления измерительной шкалы для меньшего объема, через эту же трубку просасывают больший объем воздуха;
  - определить концентрацию исследуемого вещества с помощью измерительных шкал. Для каждого вещества определить среднее значение концентрации;
  - результаты занести в табл. 3;
  - сделать выводы.

### **Отчет о работе должен содержать:**

1. Схему лабораторной установки и прибора УГ-2 с указанием принципа его работы.
2. Табл. 3 с результатами измерений и выводами.

3. Анализ загрязнения атмосферного воздуха по СН 3086-84.

**Контрольные вопросы.**

1. Что такое предельно–допустимая, максимально–разовая и среднесуточная концентрация вещества?
2. В каких единицах измеряется ПДК м.р. и ПДК с.с.?
3. Какими методами можно определить загазованность воздушной среды?
4. Как классифицируются вещества по степени их опасности?
5. Как классифицируются вещества по степени воздействия на организм человека?
6. Каковы достоинства и недостатки экспресс метода и УГ–2?
7. Принцип работы УГ–2?
8. Назначение и подготовка индикаторных трубок и фильтрующих патронов?
9. Порядок определения концентрации вещества по индикаторным трубкам?

Таблица 1 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест СН 3086–84

Вещество	Предельно-допустимые концентрации, мг/м		
	Максимально-разовая, ПДК м.р.	Среднесуточная, ПДК с.с.	Класс опасности
Аммиак	0.2	0.04	2
Ангидрид сернистый	0.5	0.05	3
Ацетон	0.35	0.35	4
Бензин	0.5	0.05	4
Бериллий и его соединения	0.001	0.0008	1
Взвешенные вещества	0.5	0.15	3
Толуол	0.6	0.6	3
Углерода окись	5	3	4
Хлор	1	0.8	2

Сводная таблица линейно–калористических определений токсичных паров и газов с помощью прибора УГ–2

Анализируемый газ (пары)	Состав индикаторного порошка	Цвет индикаторного порошка после анализа	Пределы измерений, мг/м <sup>3</sup>	Продолжительность хода штока до защелкивания, мин.	сособ
Аммиак	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH, бром фениловый синий	Синий	0-30 0-300	мгновенно 2.0-2.5	
Бензин	KIO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> OH <sub>4</sub>	Светло-коричневый	0-1000 0-5000	3.0-3.5 мгновенно	
Ацетон	H <sub>4</sub> OHCl, C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH, бром фениловый синий	Желтый	0-2000	3,0-4,0	
Толуол	KIO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Темно-коричневый	0-500 0-2000	3.0-3.5 мгновенно	
Окись углерода	KIO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Коричневое кольцо	0-120 0-400	3,5-4,5 мгновенно	
Сернистый ангидрид	KI, I <sub>2</sub> HOI <sub>2</sub> , крахмал	Белый	0-30 0-200	1,5-2,5 мгновенно	
Углеводороды нефти	KIO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Светло-коричневый	0-1000	3.0-3.5	

Таблица 3 Результаты экспериментальных исследований содержания в воздухе производственных помещений вредных газообразных веществ.

п/п	Анализируемое вещество	Объем просасываемого воздуха, мл.	Время просасывания, мин.	Концентрация вещества в воздухе, мг/м <sup>3</sup>	ПДК м.р.	ПДК с.с.	Класс опасности
.							

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7.

**Тема:** Наладка электронных приборов.

**Цель:** изучить устройство и назначение газоанализаторов для контроля нефтегазопроявлений

**Оборудование:** газоанализатор для контроля нефтегазопроявлений, лекции, плакаты, раздаточный материал

**Справочный материал:**

**Содержание работы:**

Газоанализатор - прибор для определения качественного и количественного состава смесей газов.

Работа газоанализатора основана на измерении физических, физико-химических характеристик газовой смеси или её отдельных компонентов: теплового эффекта сгорания газа; электропроводности растворов, поглотивших газы; [теплопроводности](#); [плотности](#); оптической плотности; спектров поглощения или испускания и др. На предприятиях угольной промышленности применяют газоанализаторы: автоматические стационарные, автоматические, полуавтоматические и интерферометрические переносные. Автоматические стационарные, автоматические и полуавтоматические переносные газоанализаторы предназначены для непрерывного автоматического определения содержания [метана](#) в шахтном воздухе, обеспечения при концентрациях метана от 0,5 до 4% звуковой и световой сигнализации (СМП-1, СШ-2, СММ-1 и СМС-1), а также автоматического отключения электроэнергии при предельно допустимой концентрации метана, передачи непрерывной информации о содержании метана в пределах от 0 до 2% и регистрации её на поверхности [шахты](#) (АМТ-3, АМТ-3М, "Метан"). Переносные интерферометрические газоанализаторы применяют для отдельного определения концентрации метана и углекислого газа непосредственно в [горных выработках](#) шахт при концентрации этих газов от 0 до 6% (ШИ-3, ШИ-5, ШИ-7 и ШИ-10) и [кислорода](#) от 20,9 до 5% (ШИ-6), а также определения концентрации газов в дегазационных [трубопроводах](#) (ШИ-7). С помощью переносных газоанализаторов экспресс-методом контролируется концентрация в воздухе двуокиси [углерода](#) (ГХ-5), окиси углерода, окислов [азота](#), сернистого газа и сероводорода (ГХ-4), а также [хлора](#), аммиака, бензина, бензола, ацетона, паров этилового эфира, углеводородов нефти, толуола и ксилола (УГ-2).

На предприятиях [нефтяной](#) и [газовой промышленности](#) для контроля воздушной среды на содержание горючих и токсичных примесей на рабочих местах (также на буровых площадках), при ремонтных работах (внутри различных ёмкостей, аппаратов) применяют переносные газоанализаторы, основанные на термодаталитических (ПГФ-2М1 и др.) и

колориметрических (УГ-2) принципах действия. Газоанализаторы первой группы используют для определения концентрации горючих газов и паров в воздухе в пределах от 2,5 до 80 мг/л, в пере- счёте на бензин Б-70. Прибор ПГФ-2М1 применяется в основном для установления степени взрывоопасности горючих примесей в воздухе. Для определения содержания паров бензина и лёгких нефтепродуктов в воздухе в пределах допу стимых санитарных норм используется газоанализатор УГ-2.

Автоматический контроль и регистрация содержания метана при бурении скважин (с применением буровых растворов и газообразных агентов) осуществляются установкой АУСГ; при возникновении опасных концентраций метана (в точках его отбора на анализ) подаётся световой и звуковой сигналы.



Создание надежных и точных методов и средств контроля вредных выбросов тепловых электростанций (ТЭС), теплоэлектроцентралей(ТЭЦ), котельных и их концентраций в уходящих, газах и в атмосфере является сложной задачей.

В настоящее время выбросы тепловых электростанций контролируются по четырем вредным ингредиентам:

- 1.оксид серы (SO<sub>2</sub>);
- 2.оксид азота;
- 3.оксид углерода (CO)
- 4.угольная пыль.

**Газоанализатор – это специальный прибор для измерения количественного и качественного состава смеси уходящих газов.**

Различают 2 основных типа газоанализаторов:

- 1.Автоматические;
- 2.Ручные.

Автоматические газоанализаторы- позволяют измерять физико-химический или физический состав смеси газов или отдельных его частей. Существует 3 группы автоматических анализаторов:

1.Химические или объемно-манометрические анализаторы.

2.Газоанализаторы, основанные на физико-химическом и физическом методах.

3.Физические газоанализаторы

#### **Химические или объемно-манометрические анализаторы:**

Первая группа устройств этого типа позволяет определить изменение давления и объема газовой смеси при помощи химических реакций, которые происходят с различными компонентами смеси газов.

**Газоанализаторы, основанные на физико-химическом и физическом методах подразделяются на:**

1.Термохимические

2.Фотоколориметрические

3.Электрохимические

4.Физические

Принцип действия этих газоанализаторов заключается в определении качественного и количественного состава разделенной газовой смеси.

**Термохимические анализаторы газа** – это устройства, определяющие энергию выделяемого тепла при прохождении химической реакции в смеси газов.

**Фотоколориметрический анализатор газа** – это прибор, использующий оптическую систему (излучатель-приемник), который при помощи уровня поглощенного светового потока веществом определяет его.

**Электрохимические газоанализаторы-** позволяет обнаруживать даже мельчайшие частицы вредных газов; широкий диапазон определения загрязняющих органических и неорганических веществ; низкое энергопотребление.

**Физические газоанализаторы-**эти устройства работают благодаря физическим процессам и предназначены для определения процента кислорода в смеси газов.

Подразделяются на следующие виды:

1.Термокондуктометрические;

2. Магнитные;

3. Оптические;

4. Магнитные газоанализаторы

Также газоанализаторы классифицируются на:

1.Стационарные газоанализаторы - устройства, предназначенные для стационарной установки в рабочей зоне промышленных заводов и комбинатов, химических лабораториях и других производствах

2.Портативные газоанализаторы - устройства, индивидуального применения, которые служат дополнительной защитой к стационарным анализаторам газа

3. Переносные газоанализаторы — устройства, занимающие промежуточную нишу между стационарными и портативными. Больше по размеру, чем портативные устройства, но обладают и большими возможностями. Подходят для небольших предприятий.

4. Ручные газоанализаторы — это переносные устройства, которые обладают высокой точностью и служат для проверки автоматических анализаторов газа в процессе их эксплуатации. Они также предназначены для лабораторных и контрольных анализов.

Газоанализаторы — это незаменимые устройства, которые используются как на производстве, так и в быту и позволяют определять качественный и количественный состав загрязняющих веществ в рабочей зоне или любом другом помещении, где есть опасные факторы утечки вредных веществ и газов

### **Задание:**

Ответить на контрольные вопросы:

1. Назначение газоанализатора.
2. Назовите 2 основных типа газоанализаторов.
3. Назовите 3 группы автоматических анализаторов
4. Как подразделяются газоанализаторы, основанные на физико-химическом и физическом методах?
5. Назначение физических газоанализаторов.
6. Назначение стационарных, портативных, переносных и ручных газоанализаторов.



## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8.

**Тема:** Наладка электронных приборов.

**Цель:** практически изучить виды технической документации, оформляемые при проверке (поверке) измерительных приборов на примереприбора контроля опор ПК-2.

**Оборудование:** Мультимедийный проектор, видеоматериал, презентация.

**Справочный материал:**

**Содержание работы:**

1. Выписать назначение, основные элементы конструкции и функциональные возможности прибора контроля опор ПК-2.
2. Изучить видеоматериалы по применению прибора ПК-2.
3. Выписать технические характеристики прибора в части измеряемых сопротивлений.
4. Изучить наименование кнопок на передней панели прибора, их назначение. Выписать порядок подготовки прибора к работе.
5. Изучить алгоритмы измерений – электрического сопротивления опоры, напряжений потенциальной диаграммы, напряжения пробоя защитных устройств.
6. Выписать операции, осуществляемые при калибровке прибора.
7. Выписать из справочных материалов порядок проведения: проверки диапазона измеряемых сопротивлений; проверки диапазона измеряемых потенциалов; проверки диапазона и погрешности измерений напряжения пробоя защитных устройств.
8. Оформить в отчете один из видов положительных или отрицательных результатов калибровки (по заданию преподавателя).
9. Сделать вывод об особенностях проведения поверки прибора контроля опор ПК-2.

**Контрольные вопросы.**

1. С какой целью выполняется поверка приборов?
2. Что подразумевает понятие «этalon»?
3. Что может являться причиной отрицательных результатов поверки?

**Содержание отчета**

1. Цель работы.
2. Назначение, основные элементы конструкции и функциональные возможности прибора.
3. Таблица с техническими характеристиками.
4. Порядок подготовки прибора к работе.
5. Операции калибровки.
6. Порядок проведения поверок.
7. Оформленный бланк свидетельство о поверке или извещение о непригодности прибора (Приложения).
8. Вывод.

(наименование органа Государственной метрологической службы, юридического лица)

**СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ**

N \_\_\_\_\_

Действительно до  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ г.

Средство измерений \_\_\_\_\_

наименование, тип

Серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются).

заводской номер. \_\_\_\_\_

принадлежащее \_\_\_\_\_

наименование юридического (физического) лица, ИНН

поверено и на основании результатов первичной (периодической) поверки признано пригодным к применению.

Поверительное клеймо

\_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (инициалы, фамилия)  
должность руководителя подразделения

Поверитель \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (инициалы, фамилия)

" \_\_\_\_\_ " 19 \_\_\_\_\_ г.

Примечание. Обратная сторона свидетельства о поверке заполняется в соответствии с нормативными документами по поверке средств измерений.

**(Измененная редакция, Изм. № 1)**

**Форма свидетельства о поверке эталона или средства измерений, состоящего из нескольких автономных блоков.**

наименование органа ГМС, ГНМЦ, юридического лица

**СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ**

№ \_\_\_\_\_

Действительно до  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ г.

Эталон (средство измерений) \_\_\_\_\_  
наименование, тип (если в состав средства

измерений входят несколько автономных блоков, то приводят их перечень)  
Серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)

заводской номер (номера) \_\_\_\_\_  
принадлежащее \_\_\_\_\_

наименование юридического (физического) лица, ИНН  
поверено в соответствии с \_\_\_\_\_

наименование и номер документа, на методику поверки  
с применением эталонов: \_\_\_\_\_

наименование, заводской номер, разряд, класс или погрешность  
при следующих значениях влияющих факторов: \_\_\_\_\_  
приводят перечень влияющих

факторов, нормированных в документе на методику поверки, с указанием их

значений

и на основании результатов первичной (периодической) поверки признано пригодным к применению.

Поверительное клеймо

\_\_\_\_\_ должность руководителя подразделения      \_\_\_\_\_ подпись      \_\_\_\_\_ инициалы, фамилия

Поверитель

\_\_\_\_\_ подпись      \_\_\_\_\_ инициалы, фамилия

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ г.

**Приложение 1а (Введено дополнительно, Изм. № 1)**

\_\_\_\_\_ (наименование органа Государственной метрологической службы, юридического лица)

**ИЗВЕЩЕНИЕ**  
о непригодности к применению  
N \_\_\_\_\_

Средство измерений

\_\_\_\_\_ наименование, тип  
Серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются).

\_\_\_\_\_ заводской номер  
\_\_\_\_\_ принадлежащее \_\_\_\_\_  
наименование юридического (физического) лица

\_\_\_\_\_ поверено и на основании результатов поверки признано непригодным к применению в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора

Причина непригодности \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ должность руководителя подразделения \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (инициалы, фамилия)

Поверитель \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (инициалы, фамилия)  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 199\_\_ г

**(Измененная редакция, Изм. № 1)**

## Информационное обеспечение обучения

### Основные учебные издания:

1. Материаловедение машиностроительного производства. В 2 ч. Часть 1 : учебник для среднего профессионального образования / А. М. Адаскин, Ю. Е. Седов, А. К. Онегина, В. Н. Климов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 258 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08154-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/>

2. Материаловедение машиностроительного производства. В 2 ч. Часть 2 : учебник для среднего профессионального образования / А. М. Адаскин, Ю. Е. Седов, А. К. Онегина, В. Н. Климов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 291 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08156-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

3. Архипов, М. В. Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами : учебное пособие для среднего профессионального образования / М. В. Архипов, М. В. Вартанов, Р. С. Мищенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 170 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13082-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

4. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления : учебник для среднего профессионального образования / И. Ф. Бородин, С. А. Андреев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 386 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08655-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

5. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Троценко, В. К. Федоров, А. И. Забудский, В. В. Комендантов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 136 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09939-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

### Дополнительные учебные издания

6. Мальцев, М. В. Машины-автоматы : учебное пособие для среднего профессионального образования / М. В. Мальцев, Ю. Н. Шаповалов, Е. Б. Бражников. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 121 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13671-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

7. Основы автоматизации технологических процессов : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Шагин, В. И. Демкин, В. Ю. Кононов, А. Б. Кабанова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 163 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-03848-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru>

#### Интернет-ресурсы

8. <http://nek-nn.ru/puskoreguliruyushhie-ustrojstva-i-sistemy-upravleniya-svetom.html>-каталог электротехнической продукции, доступ свободный не требует регистрации.

9. <http://knowkip.ucoz.ru/> - информационный сайт об автоматизации и КИП, доступ свободный, требует регистрации.

10. <http://faza.ru/klassifikaciya-kontrolno-izmeritelnyx-priborov/> - информационный сайт оКИП, доступ свободный не требует регистрации.