

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

**Методические рекомендации
к выполнению практических работ**

**ПМ.02 Эксплуатация сетей и сооружений водоснабжения
и водоотведения**
**по МДК 02.01 Эксплуатация оборудования и автоматизация систем
водоснабжения и водоотведения**
тема 1.1 Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения
для специальности 08.02.01 Водоснабжение и водоотведение
(Учебный план 2020)

АКТ СОГЛАСОВАНИЯ
на методические рекомендации по выполнению практических работ
по ПМ.02 Эксплуатация сетей и сооружений водоснабжения и
водоотведения, МДК 02.01 Эксплуатация оборудования и
автоматизация систем водоснабжения и водоотведения, тема 1.1
Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения,
разработанные преподавателем ЮУрГТК
Суздалевой Татьяной Михайловной

Методические рекомендации по выполнению практических работ, разработаны в соответствии с программой профессионального модуля ПМ.02, являющегося частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 08.02.01 Водоснабжение и водоотведение базовой подготовки в части освоения основного вида профессиональной деятельности:

Автором представлены методические указания на 24 часа для проведения практических занятий.

При выполнении практических работ студенты закрепляют теоретический материал, приобретают необходимые умения и навыки: в снятии показаний водопроводного счетчика, в определении давления в трубопроводе, в производстве настройки регулятора давления, в составлении функциональных схем автоматизации.

Структура методических указаний удовлетворяет предъявляемым требованиям. Учебная литература указана в необходимом объеме.

Методические рекомендации по выполнению практических работ по теме 1.1 Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения соответствуют установленным требованиям и могут быть рекомендованы для использования в учебном процессе для обучения студентов специальности 08.02.01 «Водоснабжение и водоотведение».

Главный инженер ООО «Проспект и К» **А.В.Суздалев**

О



1.ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по ПМ.02 Эксплуатация сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения, МДК 02.01 Эксплуатация оборудования и автоматизация систем водоснабжения и водоотведения, тема 1.1 Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения для специальности 08.02.01 Водоснабжение и водоотведение (базовая подготовка).

Практические занятия являются важным элементом обучения. В процессе выполнения практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Методические рекомендации предназначены для организации выполнения практических работ по теме 1.1 Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения, ПМ.02 Эксплуатация сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения.

Программой предусмотрено выполнение 18 часов практических занятий, направленных на формирование :

умений:

- обеспечивать безотказную и эффективную работу систем водоснабжения и водоотведения;
- внедрять передовые технологии при строительстве, эксплуатации и реконструкции систем водоснабжения и водоотведения;
- определять и анализировать основные технико-экономические показатели;

знаний:

- эксплуатацию сооружений и оборудования систем водоснабжения и водоотведения;

- элементы автоматических устройств, методы измерений, устройство контрольно- измерительных приборов технологического контроля;
- основные принципы автоматизации элементов систем водоснабжения и водоотведения;
- методику определения основных технико-экономических показателей;
- способы повышения эффективности работы элементов систем водоснабжения и водоотведения, энергосберегающие технологии;
- требования охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности;

Практические работы выполняются студентами согласно заданному варианту. До начала выполнения работы студенты должны ознакомиться с целью работы, теорией по данной теме, порядком выполнения работы и, ответив на вопросы преподавателя, приступить к выполнению индивидуального задания.

По результатам выполненной практической работы студенты должны оформить отчет в соответствии с правилами, приведенными в методических указаниях, и ответить на контрольные вопросы. Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с приложением А.

II. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ТРЕБОВАНИЯ К ЕГО ОФОРМЛЕНИЮ

1. Отчет по практической или лабораторной работе выполняется в соответствии с требованиями действующих стандартов (ГОСТ).

2. Отчет включает в себя разделы, отражающие все этапы выполнения работы.

2.1 Номер, название и цель работы.

Цель работы отражает основные задачи теоретического и экспериментального плана, решаемые в данной работе.

2.2 Расчетное задание.

Каждый этап расчета должен иметь свой подзаголовок, приводится расчетная схема (при необходимости), исходные данные, расчетные формулы, результаты расчетов в виде таблиц, необходимые графики и схемы, выполненные в масштабе.

2.3 Экспериментальная часть.

Включает в себя схемы и результаты измерений, сведенные в таблицы.

Каждый этап, опыт должен иметь свой подзаголовок.

2.4 Обработка результатов эксперимента.

Приводятся таблицы результатов расчетов по экспериментальным данным, все формулы, по которым делались эти расчеты, построенные по результатам экспериментов и расчетов диаграммы и графики, анализ результатов, ответы на вопросы данного раздела указаний.

По указанию преподавателя в отчете даются ответы на контрольные вопросы, приведенные в работе.

3. Графическая часть отчета (схемы, таблицы, графики) выполняются карандашом с применением чертежных инструментов.

4. Отчет по работе выполняется индивидуально каждым студентом. В отчете должны быть указаны группа, фамилия студента и дата выполнения отчета.

III. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ темы	№ занятия	Вид и наименование работы	Количество часов на выполнение аудиторной работы
Тема 1.1 Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения	1.	<i>Практическая работа № 1 «Изучение принципа действия приборов для измерения температуры».</i>	2
	2.	<i>Практическая работа № 2 «Определение давления в трубопроводе»</i>	2
	3.	<i>Практическая работа № 3 «Изучение работы водомера»</i>	2
	4.	<i>Практическая работа №4 «Провести настройку регулятора давления прямого действия»</i>	2
	5.	<i>Практическая работа №5 «Провести настройку регулятора давления непрямого действия»</i>	2
	6.	<i>Практическая работа № 6 «Составить функциональные схемы автоматизации»</i>	2
	7.	<i>Практическая работа № 7 «Рассмотреть автоматизацию работы скорых фильтров»</i>	2
	8.	<i>Практическая работа № 8 «Рассмотреть автоматизацию работы очистных сооружений»</i>	2
	9.	<i>Практическая работа № 9 «Составить схемы АСДКУ насосной станции»</i>	2
ИТОГО:			18

IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Изучение принципа действия приборов для измерения температуры

Цель работы:

- углубить и закрепить теоретические знания, полученные на уроке при изучении приборов для измерения температуры;
- развить умения самостоятельно изучать принцип действия приборов для измерения температуры;
- закрепить умение читать и понимать принципиальные схемы.

знания:

- классификации приборов для измерения температуры;
- отличий первичных преобразователей температуры;
- принципа действия приборов для измерения температуры;
- устройства приборов для измерения температуры;

умения:

- самостоятельно изучать принцип действия и устройство термометра сопротивления с вторичным прибором логометром;
- читать принципиальную схему уравновешенного моста с термометром сопротивления.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Температура – физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия системы и являющаяся одним из основных параметров в инженерных системах.

Для измерения температуры в системе единиц СИ принята температурная шкала с единицей температуры Кельвин (К). Начальной точкой этой шкалы является абсолютный нуль (0 К). Для технологических измерений часто применяют температурную шкалу с единицей температуры градус Цельсия ($^{\circ}\text{C}$).

Существуют контактные и бесконтактные методы измерения температуры. В первом случае необходимо обеспечить надежный тепловой контакт чувствительного элемента прибора с объектом измерения. Если отсутствует возможность такого контакта, применяют различные бесконтактные методы измерения.

Средство для контактного измерения температуры называется *термометром*.

В промышленности наибольшее применение получили: термометры расширения, манометрические термометры, термометры сопротивления, термопары (термоэлектрические пирометры) и пирометры излучения. Все они, за исключением пирометров излучения, в процессе эксплуатации находятся в контакте с измеряемой средой.

Термометры расширения

Принцип измерения термометров расширения основан на тепловом расширении (изменении объема) жидкостей.

Жидкостные стеклянные технические термометры имеют заполненный жидкостью (обычно ртутью) резервуар, тонкостенную капиллярную трубку, пластину с нанесенной на ней шкалой, наружную стеклянную оболочку.

Ртутные стеклянные термометры расширения отличаются высокой точностью измерения, стабильностью градуировочной характеристики и малой стоимостью. Однако их хрупкость, показывает невозможность использования в АСУ и значительные динамические, а иногда и методические погрешности ограничивают область применения.

Манометрические термометры

Принцип измерения манометрических термометров основан на изменении давления газа, жидкости или насыщенного пара в замкнутом объеме в зависимости от температуры (рис. 1).

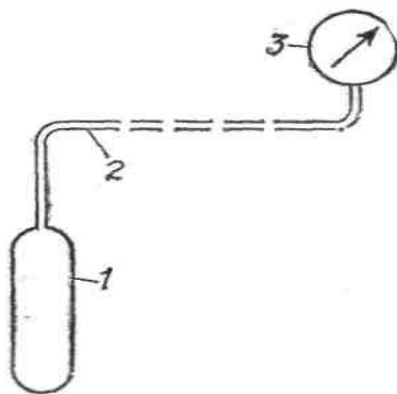


Рисунок 1 - Манометрический термометр: 1 - термобаллон; 2 - капилляр; 3 - манометр

Манометрические термометры могут работать в условиях вибрации, а также во взрыво- и пожароопасных помещениях. При их использовании возникают погрешности, присущие манометрическим термометрам и вызываемые колебаниями барометрического давления или температуры окружающей среды, а также взаимным расположением термобаллона и измерительного прибора.

Термометры сопротивления

Принцип действия термометра сопротивления (рис. 4) основан на зависимости электрического сопротивления чувствительного элемента от температуры. Чувствительным элементом термометра сопротивления является тонкая платиновая или медная проволока 1, намотанная на каркас, заключенный в защитную арматуру 2. Концы проволоки в колпачке 4 приварены к выводам, которые соединяются с кабелем для передачи показаний. Штуцер 3 служит для монтажа термометра.

Платиновые термометры сопротивления (ТСП) используются для измерений от - 200 до +650 °С, медные термометры сопротивления (ТСМ) – для измерений от - 50 до +180 °С. Наиболее благоприятные для надежной

работы этих термометров верхние пределы измерения составляют: 600 °С для ТСП и 100 °С для ТСМ.

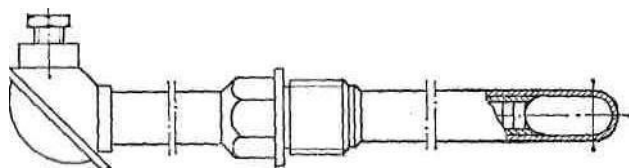


Рисунок 2 - Общий вид термометра сопротивления

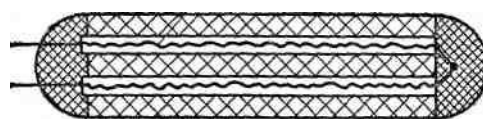


Рисунок 3 - Термометр сопротивления:
1 – проволока; 2 – корпус

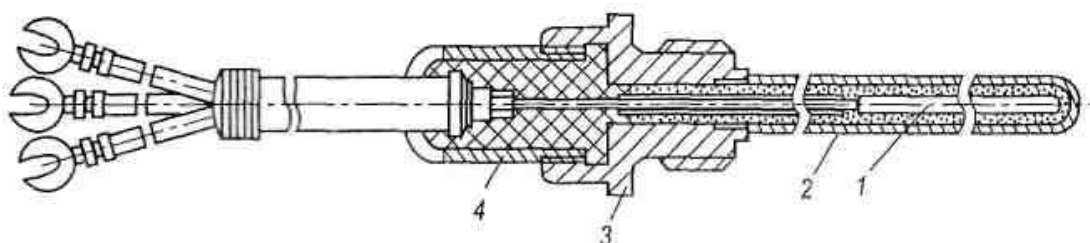


Рисунок 4 - Конструкция термометра сопротивления

Термометры сопротивления, чувствительные элементы которых изготовлены из полупроводниковых материалов, называются *термисторами* или *терморезисторами*. Их применяют для измерения температуры от -90 до $+180$ °С.

Передача информации от термометров сопротивления осуществляется с помощью логометров и мостов, измеряющих изменение электрического сопротивления термометра при изменении температуры контролируемой среды. Логометры сегодня почти не применяются в связи с широким распространением автоматических электронных мостов, имеющих более высокий класс точности.

Средства измерения температур по излучению

Для измерения температур по тепловому излучению тел в промышленности применяются четыре разновидности пирометров.

Квазимонохроматические пирометры предназначены для измерения температуры нагретого тела бесконтактным методом путём визуального

определения энергетической яркости измеряемого тела при длинах волн, как правило, близких к 0,65 мкм.

Фотоэлектрические пирометры либо измеряют температуру по яркостному методу, либо работают как пирометры частичного излучения. В первом случае используется зависимость температуры от спектральной энергетической яркости, а во втором случае - зависимость от температуры энергетической яркости излучения в ограниченном интервале длин волн.

Пирометры спектрального отношения осуществляют измерение температуры путём измерения соотношения яркостей на двух узких участках длин волн, как правило, в видимой области спектра.

Вторичные приборы измерения температуры

В качестве вторичных измерительных показывающих и самопишущих приборов в комплекте с термопреобразователями сопротивления применяются логометры и автоматические мосты, а в комплекте с термоэлектрическими преобразователями и пирометрами полного излучения милливольтметры и автоматические потенциометры. Логометры и милливольтметры в силу своей простоты и надежности широко используются как показывающие и сигнализирующие приборы для местного и дистанционного контроля температуры.

Логометры работают только в комплекте с датчиками температуры - термометрами сопротивления соответствующих градуировок; милливольтметры - с термоэлектрическими преобразователями температуры (термопарами). Магнитоэлектрические логометры предназначены для измерения и регистрации температуры, измеряемой термопреобразователями сопротивления, а так же для измерения других параметров с помощью преобразователей сопротивления.

Принципиальная схема уравновешенного моста с включенным термометром сопротивления R_t изображена на рисунке 5 (R_1 и R_3 – резисторы с постоянными известными сопротивлениями, R_2 – реохорд, который является

регулируемым плечом моста). Сопротивление двух соединительных линий $2 R_{\text{л}}$ прибавляется к сопротивлению термометра R_t . К одной из диагоналей моста (BD) подключен внешний источник постоянного тока, к измерительной диагонали AC — чувствительный измерительный прибор (нуль-прибор НП). Для равновесия моста необходимо, чтобы произведения параллельных плеч моста были равны, т. е. $R_1 (R_t + 2 R_{\text{л}}) = R_2 R_3$, отсюда $R_t = (R_3 / R_1) R_2 - 2 R_{\text{л}}$. Изменяя значение сопротивления R_2 путем перемещения движка реохорда, всегда можно добиться такого состояния схемы, при котором при определенном соотношении между сопротивлениями плеч моста потенциалы точек A и C, а следовательно, и ток в нуль-приборе НП, равны нулю. Такое состояние обычно называют состоянием равновесия схемы.

При изменении сопротивления термометра R_t нарушается равновесие моста. Поскольку мостовая схема приходит в равновесие при равенстве произведений сопротивлений противоположных плеч, то, перемещая движок реохорда R_2 , можно найти положение равновесия схемы по отсутствию отклонения стрелки нуль-прибора. Таким образом, по положению движка реохорда можно определить значение измеряемого сопротивления термометра, а, следовательно, и его температуру.

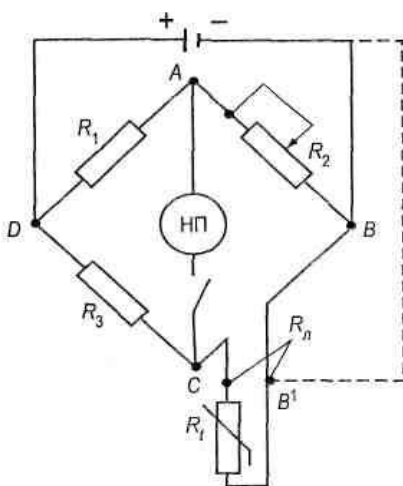


Рисунок 5 - Принципиальная схема уравновешенного моста с термометром сопротивления

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию термометра сопротивления.
2. Изучить принципиальную схему уравновешенного моста с термометром сопротивления.
3. Описать принцип действия и устройство термометра сопротивления с вторичным прибором логометром.
4. Оформить отчет.

Графическая часть отчета: вычертить принципиальную электрическую схему уравновешенного моста с термометром сопротивления.

Контрольные вопросы

1. Какие из датчиков температуры можно применять для измерения отрицательных температур?
2. Как влияет на погрешность измерения расстояние между датчиком и измерительным прибором у термометра сопротивления?
3. Что обеспечивает взаимозаменяемость термометров сопротивления?
4. Можно ли, используя термометр сопротивления, составить измерительную цепь для дистанционной передачи результатов измерения температуры?
5. Чем отличается пирометр излучения от остальных датчиков температуры?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Определение давления в трубопроводе

Цель работы:

- углубить теоретические знания о приборах для измерения давления жидкости;
- научиться определять давление в трубопроводе с помощью манометров различного класса точности;
- изучить конструкцию манометров;
- экспериментально проверить и подтвердить класс точности манометров;
- приобрести навыки в снятии показаний с манометров различного класса точности.

знания:

- конструкции манометров;
- методики определения давления в трубопроводе;

умения:

- проверять и подтверждать класс точности манометров;
- определять давление в трубопроводе манометрами различного класса точности.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Давление – одна из ключевых теплотехнических величин, важнейший параметр многих технологических процессов. Измерение давления необходимо для управления технологическими процессами и обеспечения безопасности производства. Единицей измерения давления в системе СИ является Паскаль (Па). Паскаль – это давление силы в 1 Н на площадь в 1 м² (Н/м²).

При применении этой единицы могут использоваться приставки для образования кратных и дольных единиц — в первую очередь с целью

сокращения числа значащих цифр в записываемом значении (например: 5,28 МПа вместо 5 280 000 Па).

Измерение давления отечественными приборами производится в кгс/см² (килограмм-сила на сантиметр квадратный) и кгс/м² (килограмм-сила на метр квадратный). При использовании для измерения давления жидкостных приборов с видимым мениском применяют в качестве единицы давления **миллиметр водяного** или **ртутного столба**. Кроме перечисленных единиц измерения применяют физическую атмосферу, равную нормальному давлению атмосферного воздуха 760 мм. рт. ст. при 0 °С и нормальном ускорении свободного падения (760 мм. рт. ст. = 101,325 кПа = 1,0332 кгс/см²).

При измерении давления различают абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление. Под термином **«абсолютное давление»** подразумевают полное давление, под которым находится жидкость или газ. Оно равно сумме давлений — избыточного (P_u) и атмосферного (P_a):

$$P = P_u + P_a \text{ или } P_u = P - P_a,$$

т. е. **избыточное давление** равно разности между абсолютным давлением, большим атмосферного, и атмосферным давлением.

Под термином **«вакуумметрическое давление»** (разрежение или вакуум) понимается разность между атмосферным давлением и абсолютным давлением, меньшим атмосферного:

$$P_v = P_a - P.$$

Устройства для измерения давления и разности (перепада) давлений получили общее название **манометры**. Их классифицируют следующим образом:

барометры — для измерения атмосферного давления (отсюда атмосферное давление иногда называют барометрическим);

✓ **манометры абсолютного давления** — для измерения абсолютного давления;

✓ **манометры избыточного давления** – для измерения избыточного давления (сокращенно в практике их обычно называют манометрами);

✓ **вакуумметры** – для измерения вакуумметрического давления, т.е. давления ниже атмосферного (в практике применяется термин «разрежение»);

✓ **напоромеры и тягомеры** – для измерения малого (до 40 кПа) избыточного давления и вакуумметрического давления (разрежения) газовых сред;

✓ **моновacuумметры** – для измерения избыточного и вакуумметрического давлений одновременно;

✓ **тягионапоромеры** – для измерения малых (до 40 кПа) давлений и разрежений газовых сред одновременно;

✓ **дифференциальные манометры (дифманометры)** – для измерения разности (перепада) давлений;

✓ **микроманометры** – для измерения очень малых давлений (ниже и выше барометрического) и незначительной разности давлений.

Чувствительные элементы всех манометров воспринимают два давления – p_1 и p_2 и вырабатывают сигнал, пропорциональный их разности. У манометров избыточного давления, вакуумметров, тягомеров и напоромеров давление p_2 обычно равно атмосферному. Дифманометры также могут использоваться для измерения как избыточного, так и вакуумметрического давления, если один из двух штуцеров для подвода давления соединить с атмосферой.

По принципу действия манометры делят на две основные группы: **жидкостные** и **деформационные** (с упругими чувствительными элементами).

Класс точности – это обобщенная характеристика средства измерения, определяемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей, а также другими свойствами средства измерения, влияющими на точность, значения которых устанавливаются в стандартах на отдельные виды средства измерения.

Средства измерений выпускаются на следующие классы точности: 0,01; 0,015; 0,02; 0,025; 0,04; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,4; 0,5; 0,6; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 4,0; 5,0; 6,0. Класс точности средств измерений характеризует их свойства в отношении точности, но не является непосредственным показателем точности измерений, выполняемых с помощью этих средств (под точностью средств измерений понимается качество измерений, отражающее близость нуля их погрешностей). На циферблаты, шкалы, щитки, корпуса средств измерений всегда наносят условные обозначения класса точности, включающие числа и прописные буквы латинского алфавита.

Для средств измерений, у которых нормируются абсолютные погрешности, класс точности обозначается прописными буквами латинского алфавита или римскими цифрами. В определенных случаях добавляется индекс в виде арабской цифры. Такое обозначение класса точности не связано с пределом допускаемой погрешности, т. е. носит условный характер.

Для средств измерений, у которых нормируется приведенная или относительная погрешность, класс точности обозначается числами и существует связь между его обозначением и значением предела допускаемой погрешности.

Таблица 1 - Примеры обозначения класса точности средств измерений

Форма выражения погрешности	Предел допускаемой основной погрешности (форма представления)	Предел допускаемой основной погрешности, %	Обозначение класса точности	
			в докумен-тации	на средствах измерений
Приведенная	По формуле $v_{\text{п}} = \pm(\Delta_{\text{п}}/X_N)100$, если нормирующее значение определяется в единицах измеряемой величины	$\pm 1,0$	Класс точности 1,0	1,0
	То же, если нормирующее значение определяется длиной шкалы или ее частью	$\pm 0,25$	Класс точности 0,25	0,25 V

Продолжение таблицы 1

Относительная	По формуле $\delta_d = \pm(\Delta_d / X)100 = \pm c$	$\pm 0,2$	Класс точности 0,2	0,2 (в кружке)
	По формуле $\delta_d = \pm(\Delta_d / X)100 = \{c + d [(X_k / X)]\}$	$\delta_d = \pm\{0,02 + 0,01[(X_k / X) - 1]\}$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01
Абсолютная	По формуле или $\Delta_g = \pm a$ или $\Delta_g = \pm(a + bX)$, где Δ_g - предел допускаемой абсолютной основной погрешности; X - значение измеряемой величины; a, b - положительные числа, не зависящие от X	—	Класс точности М	М

При выражении предела основной допускаемой погрешности в форме приведенной погрешности класс точности обозначается числами, которые равны этому пределу, выраженному в процентах. При этом обозначение класса точности зависит от способа выбора нормирующего значения. Если нормирующее значение выражается в единицах измеряемой величины, то класс точности обозначается числом, совпадающим с приведенной погрешностью. Например, если $v_{II} = 1,5\%$, то класс точности обозначается 1,5 (без кружка). Если нормирующее значение принято равным длине шкалы или ее части, то обозначение класса точности (при $v_{II} = 1,5\%$) будет иметь вид 1,5 (в кружке). В первом случае число, обозначающее класс точности и предел допустимой основной погрешности, выраженной в процентах, совпадают. Это число заключается в кружок. Во втором случае в обозначение точности входят два числа, которые разделяются косой чертой. Например, 0,02 / 0,01, без кружка. Примеры обозначения класса точности представлены в таблице 1.

Описание установки

Лабораторный стенд (рис. 6) включает пять приборов различного класса точности для определения давления и разряжения (манометры, мановакуумметры 4, вакуумметр 3), насосный агрегат 2, на всасывающей и напорной линии которого установлены названные приборы.

Насосный агрегат запитывается водой из резервуара воды 1. С помощью кранов 5 можно искусственно регулировать давление в напорной линии, в пределах развиваемого насосным агрегатом 2 напора.

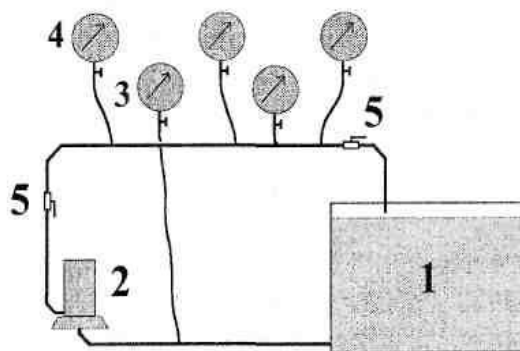


Рисунок 6 - Лабораторный стенд: 1 - Резервуар воды; 2 - насос; 3 – вакуумметр; 4 – манометр; 5 - регулировочные краны

Порядок выполнения работы

1. Резервуар 1 заполнить водой из водопровода.
2. Включить насосный агрегат в работу.
3. С помощью кранов 5 установить определенное (фиксируемое всеми приборами) давление.
4. Снять показания со всех установленных на стенде приборов.
5. Оценить показания всех приборов по классу их точности, указанному на приборах.
6. Кранами 5 создать различное (от минимального до максимально возможного) фиксируемое приборами давление в напорной линии.

7. Оценить, прибором какого класса точности фиксируется развиваемое насосом 2 давление в напорной линии.
8. Оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Чему равна величина абсолютного вакуума в паскалях?
2. Можно ли дифманометром измерять давление? Разрежение?
3. Из каких измерительных преобразователей можно составить измерительную цепь для передачи результатов измерения давления на щит оператора при нормальных условиях производства? В условиях взрывоопасного производства?
4. Что такое класс точности измерительного преобразователя?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Изучение работы водомера

Цель работы:

- углубить теоретические знания о приборах для измерения расхода жидкости;
- изучить конструкцию водопроводного крыльчатого счетчика;
- экспериментально проверить и подтвердить принцип действия водомера;
- приобрести навыки в снятии показаний с крыльчатого счетчика.

знание:

- приборов для измерения расхода жидкости;
- конструкции водопроводного крыльчатого счетчика;
- принципа действия счетчика;

умение:

- снимать показания с водопроводных счетчиков.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Расход вещества определяется его количеством, проходящим в единицу времени через данное сечение канала. Различают массовый расход Q_m и объемный расход, обозначаемый через Q_o (или Q_v).

Массовый расход определяют как массу вещества, проходящего через поперечное сечение потока в единицу времени. В системе СИ единицей массового расхода является килограмм в секунду (кг/с), равный массовому расходу, при котором через определенное сечение за время 1с равномерно перемещается вещество массой 1 кг.

Объемный расход определяют как объемное количество вещества в m^3 , проходящее через сечение потока в единицу времени. В системе СИ единицей объемного расхода является кубический метр в секунду (m^3/c), равный

объемному расходу, при котором через определенное сечение за время 1с равномерно перемещается вещество объемом 1 м³.

Устройство для измерения количества вещества, протекающего через сечение трубопровода за некоторый промежуток времени (смену, сутки и т.д.), называют **счетчиком количества**. При этом количество вещества определяется как разность двух показаний счетчика – в начале и в конце этого промежутка. Показания счетчика выражаются в единицах объема, а иногда – в единицах массы.

Устройство для измерения расхода, т. е. количества вещества, протекающего через данное сечение трубопровода в единицу времени — час (ч), называют **расходомером**, а для измерения расхода и количества вещества одновременно — **расходомером со счетчиком**. Счетчики (интегрирующие устройства) могут быть встроены практически во все приборы, измеряющие расход.

Для измерения расхода и количества жидкостей и воздуха применяют расходомеры, которые можно разделить на следующие группы: переменного перепада давления в сужающем устройстве; постоянного перепада давления (обтекания); электромагнитные и переменного уровня. При напорном движении измеряемой среды, когда поток со всех сторон ограничен жесткими стенками, применяют первые две группы расходомеров.

Работа **расходомеров переменного перепада давления** основана на зависимости перепада давления, создаваемого установленным в трубопроводе неподвижным сужающим устройством, от расхода вещества.

Для измерения количества вещества в СВВ применяют тахометрические **счетчики количества**, состоящие из тахометрического преобразователя расхода и счетного суммирующего механизма.

Тахометрическим преобразователем расхода называют первичный преобразователь, в котором скорость движения чувствительного элемента, взаимодействующего с потоком вещества, пропорциональна объемному

расходу. По принципу действия тахометрические счетчики разделяют на *скоростные и объемные*.

В объемных счетчиках вещество измеряется отдельными равными по объему дозами.

В скоростных счетчиках (типа УВК, ВК, МС) в качестве рабочего элемента применяют вертушки (крыльчатки, турбинки или другие тела) с вертикальной (рис. 7) или горизонтальной осью вращения. Под действием потока вещества вертушка 4 на опорном шипе совершает непрерывное вращательное движение с угловой скоростью, пропорциональной скорости потока, а, следовательно, и расходу. Число оборотов вращающегося элемента суммируется счетным механизмом 7, с которым вертушка соединяется с помощью передаточного механизма (редуктора) 5. Редуктор и счетный механизм соединены между собой осью с сальниковым уплотнением 6. Счетный механизм отделен от проточной части прибора герметичной перегородкой, в которой установлен сальник передаточной оси 8. На входном патрубке счетчика устанавливаются металлическая сетка 1, предохраняющая прибор от попадания в него посторонних тел, и струевыпрямитель 2.

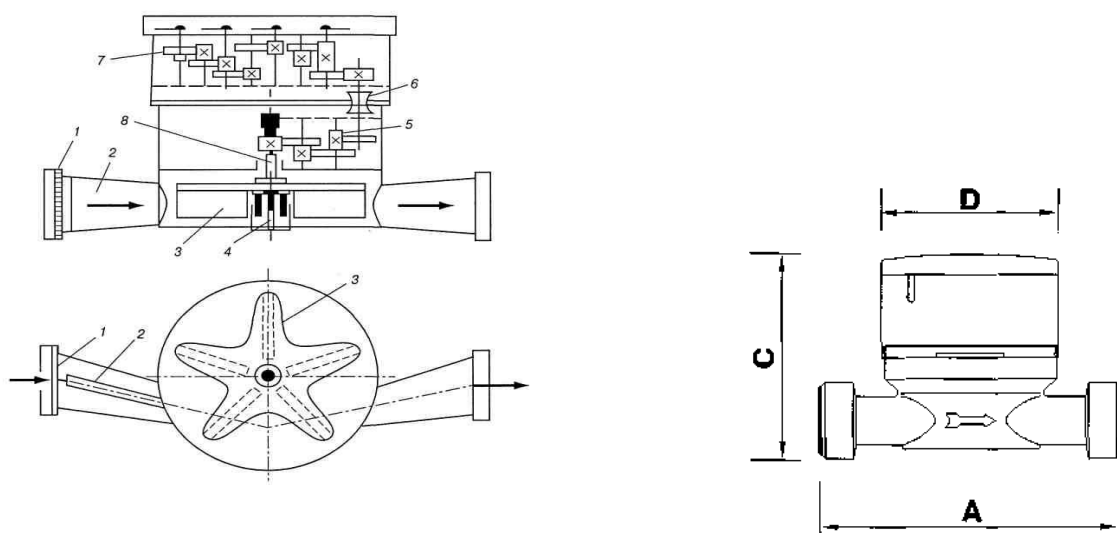
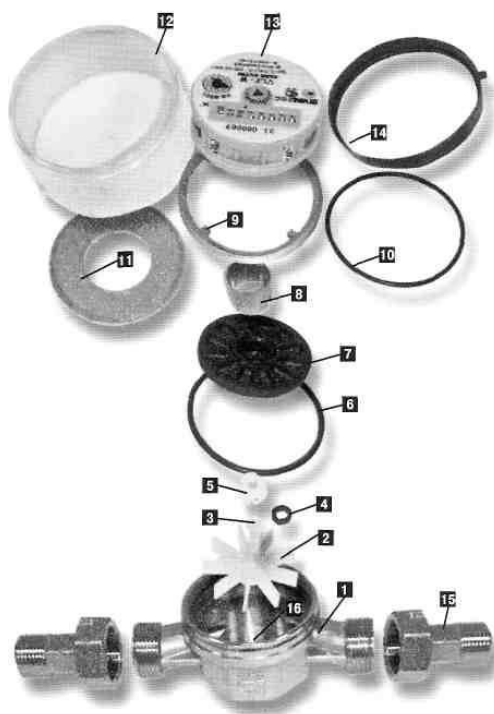


Рисунок 7 - Схема устройства скоростного счетчика количества жидкости с вертикальной осью вращения вертушки

Счетчики предназначены для измерения объема холодной и горячей питьевой воды, протекающей по трубопроводу при температуре от 5 до 40°C - для счетчиков холодной воды СХВ, и от 5 до 90°C - для счетчиков горячей воды СГВ при давлении не более 1,0 МПа (10 кгс/см²). Счетчики типа СХВ, СГВ-15 с антимагнитной защитой не чувствительны к воздействию внешних магнитных полей. Антимагнитная защита счетчика достигается за счет своеобразного распределения доменов и магнитного поля в магнитах, применяемых в конструкции прибора.

Описание установки

Емкость с установленным водопроводным крыльчаточным счетчиком.



1. Корпус счетчика (никелированная горячештампованная латунь С\Л/6171Ч)
2. Крыльчатка (стеклонаполненный акрилобутадиенстирен АВ5)
3. Осевая муфта (АВ5-пластик)
4. Магнитная полумуфта (феррокерамика)
5. Кожух магнитной полумуфты (АВ5-пластик)
6. Уплотнитель регулировочного диска (МВК)
7. Регулировочный диск (АВ5-пластик)
8. Экранирующее антимагнитное кольцо (анодированная сталь)
9. Прижимная резьбовая шайба (латунь С\Л/ 61414)
10. Уплотнитель счетного механизма (ЫВК)

11. Распределительная шайба (оцинкованная сталь)
12. Крышка корпуса (полиметилакрилат)
13. Роликовый счетный механизм
14. Термоусадочное пломбировочное кольцо
15. Полусгон (никелированная латунь (С\Л/617Г\1)
16. Кварцевый подпятник

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство и принцип работы водосчетчика.
2. Предварительно снять показания со счетчика.
3. Засечь время и полностью открыть кран.
4. Наполнить емкость.
5. Закрыть кран.
6. Засечь время.
7. Снять показания со счетчика.
8. Определить израсходованное количество воды и пересчитать в $\text{м}^3/\text{ч}$, $\text{м}^3/\text{сут}$.
9. Оформить отчет.

Графическая часть отчета: вычертить схему водомера.

Контрольные вопросы

1. Опишите устройство и принцип работы водосчетчика.
2. Как пересчитать скорость потока в трубопроводе известного сечения в расход?
3. В чем разница между расходомером и счетчиком?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Настройка регулятора давления прямого действия

Цель работы:

- изучить устройство и принцип работы регулятора давления РДВ;
- изучить правила настройки регулятора.

знание:

- функций и назначения регулятора давления;
- устройства регулятора давления РДВ;
- принципа работы регулятора давления РДВ;

умение:

- использовать правила настройки регулятора.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Регуляторы давления воды РДВ предназначены для установки в системах коммунального и промышленного водоснабжения с целью снижения избыточного давления воды до оптимального. Регуляторы при изменении входного давления от 2 до 10 кгс/см² поддерживают давление воды на выходе от 1,5 до 2,1 кгс/см² при наличии водоразбора, и не более 4,5 кгс/см² при его отсутствии.

За счет стабилизации давления воды обеспечивается:

- 1) равномерное распределение воды между ближними и дальними коммуникациями от источника, а также между нижними и верхними этажами высотных зданий;
- 2) повышение надежности и увеличение срока службы трубопроводной арматуры и приборов;
- 3) экономия воды до 30%;
- 4) снижение потребления энергии насосных установок.

Рис. 8. Схема устройства скоростного счетчика количества жидкости с вертикальной осью вращения вертушки

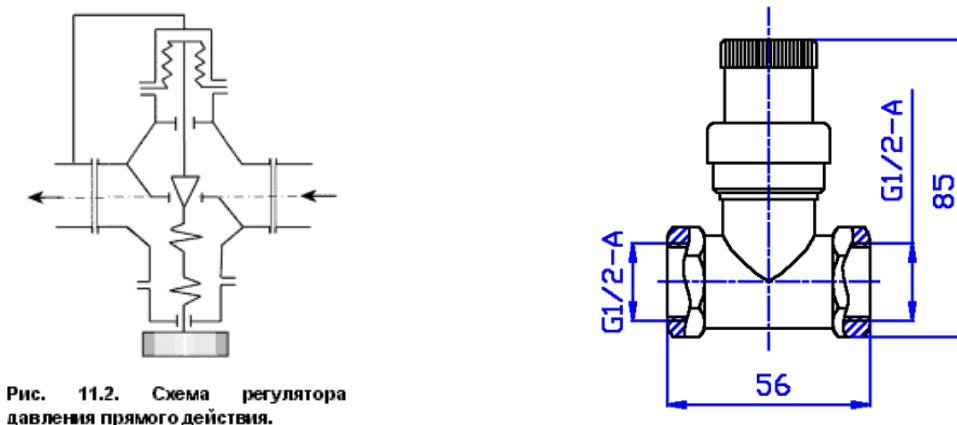


Рис. 11.2. Схема регулятора давления прямого действия.

Рисунок 8 - Схема регулятора давления прямого действия

Регулятор давления (редуцирующий клапан) в простейшем виде представляет собой клапан, входное отверстие которого закрыто плоским зонтиком, на который воздействует регулирующий груз, пружина или давление среды (регулятор снабжен мембранной головкой и комплектом грузов на требуемый предел регулирования).

Таблица 2 - Рекомендации по выбору регуляторов

Расход воды, м /час	Условный проход регулятора B_y , мм
до 1,5	15
1,5-2,5	20
2,5-4,0	25
4,0-6,3	32
6,3-10,0	40
10,0-16,0	50
до 100	100
до 250	150
до 400	200

Суть работы регулятора: в установившемся режиме за регулятором (или до него) поддерживается заданное давление, а подвижная система находится в

равновесии. С изменением регулируемого давления меняется сила, действующая на чувствительный элемент - мембрану, и под действием разности между этой силой и силой, создаваемой массой груза, подвижная система регулятора перемещается в новое положение до тех пор, пока не восстановится равновесие. Регуляторы бывают прямого действия, когда давление среды через мембранное устройство воздействует на золотник. Регуляторы могут быть как нормально открытыми (НО), так и нормально закрытыми (НЗ), обеспечивающие регулируемое давление "до себя" и "после себя".

Если в регуляторе установлено мембранное устройство, к которому подводится давление среды с выходного патрубка, и это давление воздействует на мембрану таким образом, что она при повышении давления в выходном патрубке прижимает запорный элемент к седлу, преодолевая сопротивление пружины (груза), то такой регулятор превращается в регулятор прямого действия "после себя" нормально открытым (НО). В начальный момент проходное сечение регулятора открыто за счет действия рычага с грузом (пружины).

Если в регуляторе к мембранному устройству подводится давление среды с входного патрубка и это давление воздействует на мембрану таким образом, что она при повышении давления во входном патрубке открывает запорный элемент, преодолевая сопротивления груза (пружины), первоначально перекрывающего проходное сечение, то такой регулятор является регулятором прямого действия "до себя" нормально закрытым (НЗ).

Регулятор, у которого запорный элемент прижимается непосредственно грузом (пружиной) к седлу, под которое подводится регулируемое давление от входного патрубка, является регулятором прямого действия "до себя" нормально закрытым (НЗ).

Настройка регулятора на заданное регулируемое давление осуществляется подбором величины грузов и их расположением на рычаге.

Порядок выполнения работы

1. Изучить функции и применение регуляторов давления в системах водоснабжения и водоотведения.
2. Изучить конструкцию регулятора.
3. Изучить принцип действия.
4. Вычертить схему и нанести условные обозначения основных элементов регулятора.
5. Изучить правила настройки регулятора и составить алгоритм.
6. Оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Назовите, для чего применяют в системах ВВ регулятор давления.
2. Поясните принцип работы регуляторов прямого действия.
3. Назовите основные элементы регуляторов давления прямого действия и их конструктивные особенности.
4. Поясните преимущества и недостатки регуляторов давления прямого действия.
5. Опишите основные отличия нормально закрытых регуляторов и нормально открытых.
6. Назовите порядок действий при настройке регулятора.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Настройка регулятора давления непрямого действия

Цель работы:

- изучить устройство и принцип работы регулятора давления непрямого действия (на примере пилотного регулятора давления);
- изучить правила настройки регулятора.

знания:

- функций и назначения регулятора давления непрямого действия;
- принципа работы регулятора давления;

умения:

- использовать правила настройки регулятора.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Регулирование давления обычно осуществляют изменением расхода вещества через аппарат на стороне подачи или потребления. Это достигается с помощью регулирующего органа, изменяющего гидравлическое сопротивление в линии подачи или потребления. На рис. 9 показана схема АСР давления в аппарате, которая состоит из первичного преобразователя 1а (манометр), совмещенного с промежуточным преобразователем, измерительного прибора 1б с регулятором и регулирующего клапана с исполнительным механизмом 1в. Давление в такой системе регулируют изменением степени открытия клапана.

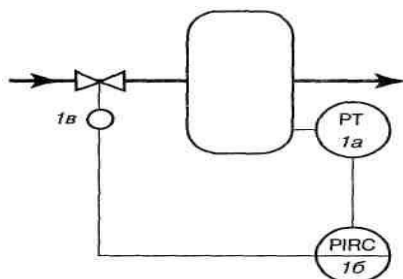


Рисунок 9 - Схема АСР давления

В системах газораспределения наиболее распространены следующие типы регуляторов давления (по виду нагрузки): регуляторы прямого действия с пружинной и рычажно-пружинной нагрузками и регуляторы непрямого действия с командным прибором (пилотом).

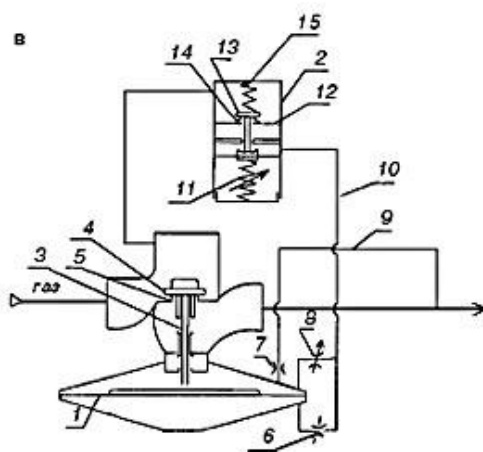


Рисунок 10 - Регулятор давления непрямого действия с пилотом:
 1 – мембрана; 2 – пилот (регулятор управления); 3 – шток; 4 – клапан;
 5 – седло; 6, 7, 8 – регулируемые дроссели; 9, 10 – импульсные трубопроводы;
 11 – регулировочная пружина пилота; 12 – мембрана пилота;
 13 – клапан пилота; 14 – седло; 15 – возвратная пружина.

Их характерная особенность – наличие регулятора управления (пилота). Процесс регулирования определяется взаимодействием выходного давления на рабочую мембрану, силы так называемого управляющего давления, подаваемого из пилота в подмембранное пространство, грузом подвижных частей, силами трений в соединениях.

Газ входного давления поступает в пилот 2. Пилот поддерживает постоянное давление под рабочей мембраной регулятора. По импульсному трубопроводу 9 газ выходного давления поступает на мембрану 1. Через дроссель 7 избыток газа после пилота постоянно сбрасывается.

Настройка регуляторов на требуемое выходное давление производится изменением усилия сжатия регулировочной пружины 11 пилота, а также открытием или закрытием проходного сечения регулируемых дросселей 6 и 7. Подмембранная полость пилота сообщена с атмосферой.

Если $P_{\text{вых}}$ уменьшилось, то уменьшится и давление над рабочей мембраной, клапан 4 вместе с мембраной поднимается, расход газа через регулятор увеличивается, $P_{\text{вых}}$ возрастает вновь до заданного значения.

Пилотные регуляторы имеют достаточно широкие интервалы входного и выходного давления и пропускной способности. Эти факторы обеспечиваются воздействием на рабочую мембрану регулятора подмембранного управляющего давления, создаваемого пилотом, вместо непосредственного воздействия настроечной пружины на мембрану.

По сравнению с пружинными регуляторами прямого действия, пилотные имеют следующие преимущества:

- возможность обеспечения достаточно широких интервалов выходного регулируемого давления 0,01–0,06 МПа и 0,06–0,60 МПа;
- обеспечение достаточно большой пропускной способности;
- возможность в ряде случаев перенастройки регуляторов на рабочие параметры без прекращения подачи газа к потребителям.

Регуляторы давления непрямого действия работают от давления сжатого воздуха или другого газа, которое должно поддерживаться около 1,1 МПа. Их применяют при большой пропускной способности ГРП и при необходимости поддержания давления на выходе свыше 0,6 МПа.

Выбор регулятора производят из условия, что его пропускная способность должна быть на 15–20 % больше максимального часового расхода газа потребителем. Это означает, что регулятор будет загружен при максимальном газопотреблении не более, чем на 80 %, а при минимальном газопотреблении — не менее, чем на 10 %. Если это условие не будет выполняться, то при максимальном отборе газа регулирующий орган будет полностью открыт и не сможет выполнять функции регулирования. Регулирование обеспечивается только тогда, когда регулирующий орган и исполнительный механизм находятся в подвижном состоянии.

Порядок выполнения работы

1. Изучить функции и применение регуляторов давления непрямого действия.
2. Изучить конструкцию регулятора.
3. Изучить принцип действия.
4. Вычертить схему и нанести условные обозначения основных элементов регулятора.
5. Изучить правила настройки регулятора и составить алгоритм.
6. Оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Назовите, где применяют регулятор давления непрямого действия.
2. Поясните классификацию регуляторов.
3. Назовите основные элементы контура автоматического регулирования.
4. Как подразделяются регуляторы давления непрямого действия?
5. Опишите его принцип действия.
6. Назовите порядок действий при настройке регулятора.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Составление функциональных схем автоматизации

Цель работы:

- изучить условные обозначения контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации систем водоснабжения и водоотведения;
- развить умения и навыки составления функциональных схем автоматизации.

знания:

- правил выполнения функциональных схем автоматизации;
- методики составления функциональных схем автоматического контроля и регулирования;

умения:

- составлять функциональные схемы автоматического контроля и регулирования.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Проектирование схем автоматизации выполняют в строгом соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Порядок разработки проектной и конструкторской документации регламентирован ГОСТ 2.103-85 ЕСКД «Стадии разработки». В этом стандарте установлены основные стадии разработки конструкторской документации, единая терминология, требования к содержанию и необходимый объем работ, выполняемых на каждой стадии.

В соответствии с ГОСТ 2.103–85 предусматриваются четыре основные стадии разработки конструкторской документации:

- техническое предложение;


- эскизный проект;
- технический проект;
- рабочая документация.

Основным техническим документом, показывающим связи между инженерной системой (технологическим процессом) и средствами контроля и управления, является функциональная схема автоматизации, на которой с помощью условных изображений схематически показывают технологическое оборудование, трубопроводы и средства автоматизации.

Технологическое оборудование и трубопроводы автоматизируемого объекта изображают на функциональной схеме упрощенно. Направление движения потоков в трубопроводах указывают стрелками. На линиях обрыва также ставят указывающие стрелки и дают необходимые пояснения, из какого аппарата и к какому направляется данный поток.

Условные обозначения средств автоматизации на функциональных схемах элементов измерительной цепи, регуляторов и станций управления, а также исполнительных механизмов приведены в табл. 3. В верхнюю половину окружности, обозначающей элемент измерительной цепи или регулятор, сначала записывают обозначения измеряемых и регулируемых параметров (табл. 4.) и, если это необходимо, их уточнение (табл. 5), а затем - обозначения основных функций выполняемых этим устройством (табл. 6). В табл. 7 приведены некоторые дополнительные обозначения, применяемые для конкретизации основных обозначений, входящих в табл. 6. Эти обозначения приводят на функциональной схеме справа от обозначения устройства.

Таблица 3 - Условное обозначение средств автоматизации

Наименование	Обозначение
Датчик, промежуточный преобразователь, измерительный прибор, регулятор, магнитный или тиристорный пускатель и другие устройства, установленные на аппарате, трубопроводе или около них	

Продолжение таблицы 3



Промежуточный преобразователь, измерительный прибор, регулятор, кнопка, переключатель и другие устройства, установленные на щите управления	
Исполнительный механизм (пневматический, электрический)	

Таблица 4 - Условное обозначение параметров

Условные обозначения			
Название	Обозначение	Название	Обозначение
Давление, разрежение	P	Влажность	M
Уровень	L	Состав, концентрация	Q
Расход	F	Несколько разнородных параметров	U
Температура	T	Электрическая величина	E
Плотность	D	Время	K
Вязкость	V	Положение перемещение	G

Таблица 5 - Условное обозначение уточнений параметров

Условные обозначения уточнений параметров			
Название	Обозначение	Название	Обозначение
Разность, перепад	D, d	Интегрирование	Q, q
Соотношение	F, f	Автоматическое переключение, обегание	J

Таблица 6 - Условное обозначение основных функций средств автоматизации

Название	Обозначение
Показание	I
Регистрация	R
Регулировка, управление	C
Дистанционное управление с помощью устройства, встроенного в измерительный прибор (например, станции управления)	K
Дистанционное управление с помощью отдельного (не встроенного в прибор или регулятор) устройства (например, кнопкой, ключом управления, задатчиком)	H
Преобразование измеряемого параметра (выходной сигнал датчика)	E

Продолжение таблицы 6

Преобразование сигнала (например, пневматического в электрический), выполнение вычислительных функций (например, извлечение корня)	<i>Y</i>
Дистанционная передача показаний	<i>T</i>
Сигнализация	<i>A</i>
Включение, отключение, переключение	<i>S</i>

Таблица 7 - Условное обозначение дополнительных функций средств автоматизации

Название	Обозначение	Название	Обозначение
Верхнее предельное значение параметра	<i>H</i>	Извлечение корня	$\sqrt{}$
Нижнее предельное значение параметра	<i>L</i>	Передача сигнала на ЭВМ	<i>B_i</i>
Электрический сигнал	<i>E</i>	Вывод информации с ЭВМ	<i>B_o</i>
Пневматический сигнал	<i>P</i>		

Рассмотрим несколько примеров использования условных обозначений. На рис. 10а изображен датчик (E) температуры (T). Это может быть, например, термопара, термометр сопротивления, термобаллон манометрического термометра и т. п. На рис. 10б показан установленный на щите прибор для измерения температуры (T), показывающий (I) и регистрирующий (R). На рис. 10в показан такой же прибор с встроенным в него регулятором (C) и укомплектованный панелью дистанционного управления (HC).

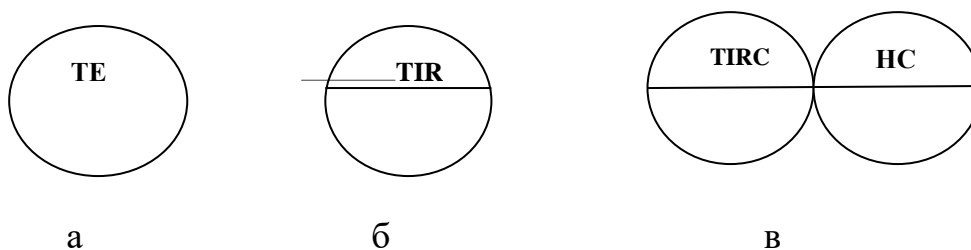


Рисунок 10 - Примеры условных изображений на функциональных схемах средств измерения и регулирования температуры: а - датчик температуры; б – показывающий и регистрирующий прибор; в – показывающий регистрирующий прибор с регулятором, укомплектованный панелью дистанционного управления

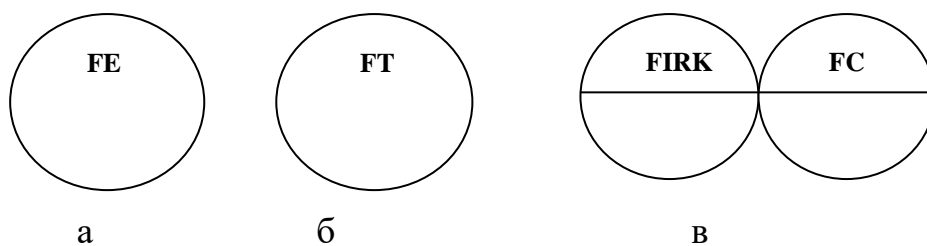


Рисунок 11 - Примеры условных изображений на функциональных схемах средств измерения и регулирования расхода: а - датчик расхода; б - датчик расхода, снабженный промежуточным преобразователем, либо промежуточный преобразователь; в - показывающий и регистрирующий прибор с встроенной станцией управления и регулятор расхода

На рис. 11а показан датчик (Е) расхода (F), например, диафрагма расходомера переменного перепада давлений или бак расходомера переменного уровня. На рис. 11б - промежуточный преобразователь (Т) расходомера (F). Это может быть дифманометр, преобразующий перепад давления на диафрагме (в первом случае) или давление столба жидкости в баке (во втором) в пневматический или электрический промежуточный сигнал. Однако это может быть и ротаметр с дистанционной передачей, у которого промежуточный преобразователь смонтирован в одном корпусе с датчиком (поплавком). На рис. 11в изображен прибор, показывающий (I) и регистрирующий (R) величину расхода (F), со встроенной станцией управления (K). Вместе с прибором на щите установлен регулятор расхода (FC).

Обычно все устройства, относящиеся к одной измерительной или регулирующей цепи, обозначают индексом с одинаковой цифрой, но разными буквами. Эти обозначения располагают в нижней половине окружности, изображающей устройство, или около исполнительного механизма. В случаях, когда несколько элементов выпускают в виде одного устройства (например, мембранный исполнительный механизм с регулирующим клапаном), им присваивают одно общее обозначение.

На рис. 12 приведен пример функциональной схемы автоматизации нагрева паром воды в парожидкостном теплообменнике. Как видно из приведенной схемы, она содержит один контур регулирования - температуры

воды (5а-5е). Остальные устройства предназначены для измерения расхода пара (1а-1в), расхода воды (4а-4б), температуры воды и пара на входе в теплообменник (3а-3б). Кроме того, предусмотрена сигнализация при падении давления пара (2).

Расположение элементов автоматизации на функциональной схеме определяется их значением. Условные обозначения датчиков, промежуточных преобразователей, объединенных с датчиками в одно устройство, и исполнительных механизмов, т.е. всех элементов САР, механически связанных с технологическими аппаратами и трубопроводами, помещают рядом с изображением соответствующего оборудования (1а, 3а, 3б, 4а, 5а, 5е). Более того, условные обозначения датчиков и промежуточных преобразователей расходомеров, через которые проходят технологические потоки, размещают прямо на изображениях трубопроводов, в которых измеряются расходы (1а и 4а). Всю остальную аппаратуру автоматизации: преобразователи, измерительные приборы, регуляторы и органы управления - выносят в нижнюю часть схемы. При этом вдоль листа вычерчивают прямоугольники, условно изображающие щиты и пульты. В этих прямоугольниках группируют аппаратуру по принципу общности расположения. Например, все преобразователи и приборы, расположенные рядом с местом измерения, т. е. смонтированные не на оборудовании, а на стенах здания, колоннах, на полу и т. п., располагают в одном прямоугольнике (1б, 2). В другом прямоугольнике расположены условные обозначения аппаратуры автоматизации, размещенной на щите управления процессом (1в, 3в, 4б, 5б, 5в, 5г, 5д).

Поскольку функциональная схема автоматизации предназначена для отражения только структуры системы управления, в ней не расшифровываются технические средства, использованные в конкретной схеме. Поэтому, например, в АСР температуры воды датчиком температуры (5а) может быть термопара или термометр сопротивления. Тогда следующим преобразователем (5б) в первом случае будет нормирующий преобразователь ЭДС в ток (типа

НП-ТЛ-1М), а во втором - электрического сопротивления в ток (типа НП-СЛ-1М). Нельзя определить по функциональной схеме также систему дистанционной передачи сигналов. Например, если для измерения расхода воды использовали ротаметр (4а) с электрической дистанционной передачей (типа РЭД), то измерительным прибором (4б) будет прибор для измерения напряжения переменного тока (типа КСД); с ротаметром, имеющим пневматическую дистанционную передачу (типа РПД), используют прибор для измерения давления сжатого воздуха (типа ПВ). То же относится к средствам регулирования, сигнализации и т. п.

Расшифровка элементов автоматизации, изображенной на функциональной схеме, имеется в спецификации, которая составляется для заказа этой аппаратуры на заводах-изготовителях. В этой спецификации по каждой позиции указываются тип устройства, его модификация, пределы измерения, требуемое количество и другие необходимые сведения.

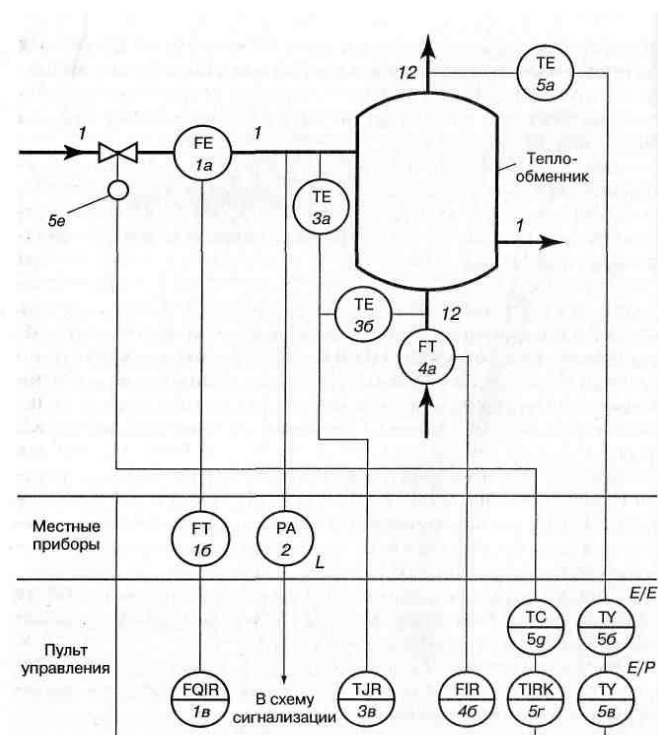


Рисунок 12 - Функциональная схема автоматизации процесса нагревания

Порядок выполнения работы

1. Составить функциональную схему автоматического контроля и регулирования заданного параметра согласно своему варианту.
2. Вычертить составленную функциональную схему с условными обозначениями в соответствии с требованиями ГОСТ «ЕСКД».
3. Составить спецификацию элементов (расшифровку элементов автоматизации, изображенных на функциональной схеме).
4. Оформить отчет.

Контрольные вопросы и задания

1. Поясните назначение функциональных схем автоматизации.
2. Как изображают аппараты и технологические линии на схемах?
3. Покажите условные обозначения регулируемых параметров.
4. Как изображают приборы в схемах?
5. Назовите основные правила выполнения схем автоматизации.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Автоматизация работы скорых фильтров

Цель работы:

– ознакомиться с работой скорых фильтров, работающих в автоматическом режиме.

знания:

– основных схем автоматического регулирования работы скорых фильтров;

умения:

– выбирать САР работы скорых фильтров в зависимости от условий работы водоочистной станции.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для удаления из воды мелкодисперсных и коллоидных частиц, не задержанных в отстойниках и осветлителях, используют обычные скорые фильтры с инертной зернистой загрузкой (песок, гравий, дробленый антрацит). Рабочие циклы (фильтрование) периодически прерываются для восстановления фильтрующей способности загрузки путем промывки чистой водой.

При устройстве АСР производительности фильтров и скорости фильтрования различают *два способа* наполнения открытых фильтров водой. *По первому способу* подача воды производится напуском с разрывом напорного потока. В этом случае фильтры не имеют между собой гидравлической связи: производительность и скорость фильтрования отдельного фильтра могут регулироваться по уровню воды или по потерям напора, а общая производительность фильтровального отделения регулируется графиком вывода фильтров на промывку и ремонт.

По второму способу вода на фильтр подводится под уровень воды, т. е. под небольшим напором. При таком способе увеличение сопротивления загрузки в одном из фильтров или вывод фильтра на промывку влечет за собой перераспределение воды по другим фильтрам. Скорость фильтрования регулируется по расходу воды, прошедшей через фильтр, а общая производительность — по уровню в резервуарах чистой воды (рис. 13). По такой схеме работают все напорные фильтры. На станциях небольшой производительности применяют регуляторы скорости фильтрования прямого действия (поплавковые с дроссельной заслонкой или гидравлические).

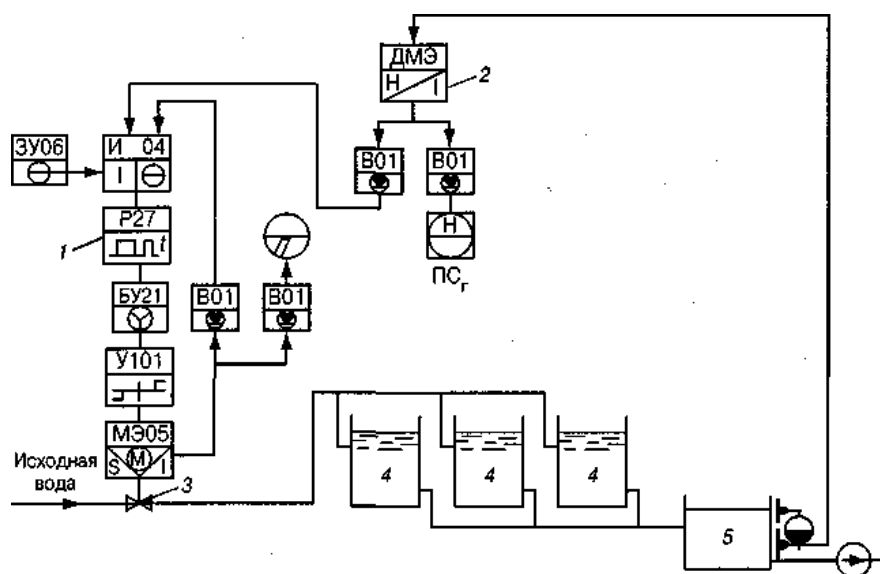


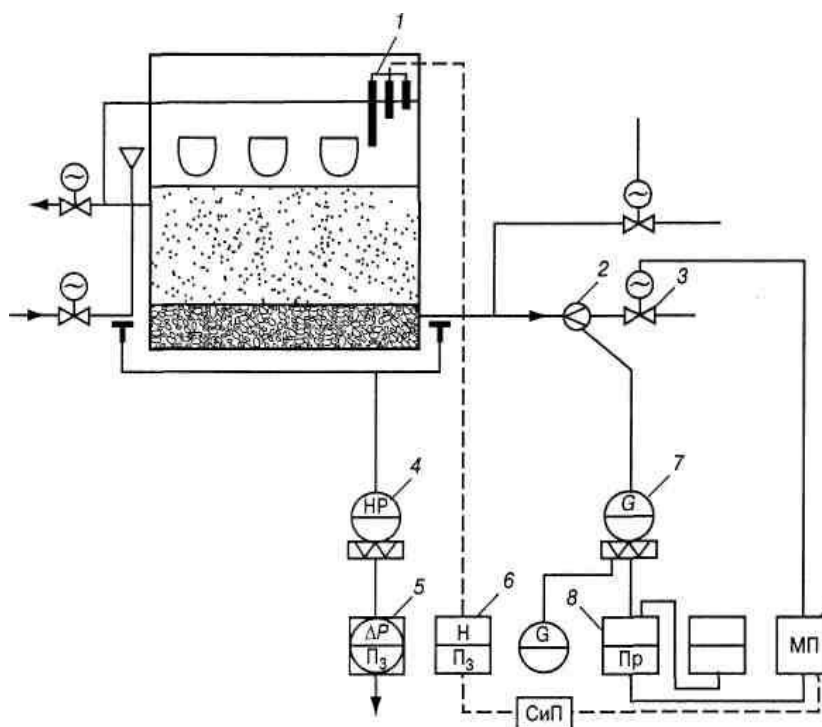
Рисунок 13 - Схема АСР производительности фильтров по уровню в резервуаре чистой воды: 1 – регулятор; 2 – дифманометр; 3 – задвижка с исполнительным механизмом; 4 – фильтры; 5 – резервуар чистой воды

Система управления открытыми фильтрами (рис. 14) состоит из двух не связанных между собой подсистем — для регулирования скорости фильтрования и управления промывкой фильтра.

Первая действует по отклонению расхода фильтрата от заданного значения и построена на базе расходомера и П-регулятора. Осветленная вода через открытую задвижку 3 отводится в резервуар чистой воды. Расход воды воспринимается сужающим устройством 2 с дифманометром 7, электрический

сигнал с которого поступает в регулятор 8, управляющий приводом задвижки с помощью магнитного пускателя 9. Задвижка открывается до тех пор, пока уменьшение ее сопротивления не компенсирует прирост потерь в зернистой загрузке. Перепад напора в фильтре измеряется дифманометром 4 и вторичным прибором 5 с позиционным регулятором, по сигналу которого приводится в действие подсистема управления промывкой.

Когда наполнение фильтра производится не под уровень воды и между фильтрами нет гидравлической связи, регулирование скорости фильтрования производится по уровню с помощью электродного датчика 1, регулятора 6 и магнитного пускателя 9 привода задвижки 3.



В систему управления промывкой

Рисунок 14 - Схема АСР производительности фильтров по уровню воды в фильтре

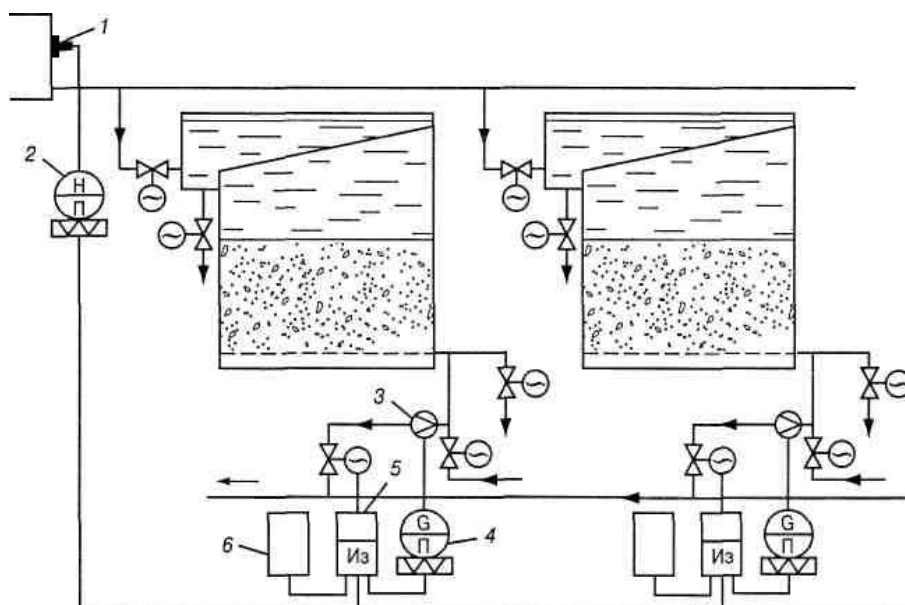


Рисунок 15 - Схема АСР производительности фильтров по притоку воды на станцию: 1 – датчик уровня в резервуаре исходной воды; 2 – дифманометр уровнемера; 3 – сужающее устройство расходомера; 4 – расходомер; 5 – регулятор; 6 – задатчик

Схема АСР производительности фильтра с автоматическим задатчиком (рис. 15) реализует зависимость скорости фильтрования от уровня в открытом подводящем коллекторе. Система применяется только в тех случаях, когда между фильтрами имеется гидравлическая связь. Восстановление фильтрующей способности фильтра связано с рядом операций, производимых в определенной последовательности с заданной продолжительностью: отключение фильтра от общей магистрали (0,5-1 мин); включение промывных насосов (напорного резервуара) и воздуходувок и водовоздушное взрыхление загрузки (3–5 мин); отключение воздуходувок (процесс промывки 5-10 мин); спуск первого фильтрата после промывки (3-5 мин); включение фильтра в рабочий цикл (1–2 мин).

Выполнение перечисленных операций связано с открытием и закрытием пяти-шести задвижек на каждом фильтре, включением и отключением насосов и воздуходувок. При большом числе фильтров выполнение этих операций возможно только при дистанционном или автоматическом управлении. Задача автоматизации фильтров заключается не только в оперативном и надежном

управлении переключательными операциями, но и в том, чтобы добиться максимальной продолжительности фильтроцикла с наименьшими затратами воды.

Порядок выполнения работы

1. Изучить схемы автоматического регулирования производительности фильтров: по уровню в резервуаре чистой воды; по уровню воды в фильтре; по притоку воды на станцию.
2. Вычертить схемы.
3. Пояснить, условия применения каждой схемы.
4. Оформить отчет.

Контрольные задания

1. Поясните, как происходит автоматическое регулирование скорости фильтрации.
2. Поясните, как производится автоматическая промывка скорых фильтров.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

Автоматизация работы очистных сооружений

Цель работы:

– ознакомиться с автоматизацией работы действующих сооружений по очистке сточных вод.

знания:

- регулируемых параметров сооружений;
- принципа работы основных САР очистных сооружений;

умения:

- применять и подбирать САР для каждого процесса.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Работу механизированных решеток следует автоматизировать по заданной программе или по максимальному перепаду уровня жидкости до и после решетки.

В песколовках при высоком уровне автоматизации очистных сооружений следует автоматизировать удаление песка по заданной программе, устанавливаемой при эксплуатации.

В первичных отстойниках (радиальных или горизонтальных) следует автоматизировать периодический выпуск осадка поочередно из каждого отстойника.

В аэротенках следует контролировать расходы иловой смеси, активного ила и воздуха на каждой секции, а при высоком уровне автоматизации следует регулировать подачу воздуха по величине растворенного кислорода в сточной воде.

В высоконагружаемых биофильтрах следует контролировать расход поступающей и рециркуляционной воды.

Во вторичных отстойниках следует автоматизировать поддержание заданного уровня ила, контролировать работу илососов.

В илоуплотнителях следует автоматизировать выпуск уплотненного ила по заданной программе или уровню ила.

На вакуум-фильтрах и фильтр-прессах следует автоматизировать дозирование подаваемых реагентов, контролировать уровень осадка в корыте вакуум-фильтра, разрежение в ресивере, давление сжатого воздуха, уровень воды в ресивере.

В сточной воде после контакта с хлором следует контролировать концентрацию остаточного хлора.

В усреднителях необходимо контролировать на выходе величину рН или другие параметры, требуемые по технологии.

Порядок выполнения работы

1. Изучить принцип автоматического регулирования технологических параметров.
2. Вычертить функциональную схему с условными обозначениями в соответствии с требованиями ГОСТ «ЕСКД».
3. Оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Назовите, какие операции выполняются автоматически на очистных сооружениях.
2. Назовите регулируемые параметры сооружений механической очистки сточных вод.
3. Назовите регулируемые параметры сооружений биологической очистки сточных вод.
4. Назовите регулируемые параметры сооружений по обработке осадков сточных вод.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Составление схемы АСДКУ насосной станции

Цель работы:

- ознакомиться с автоматизацией работы насосной станции;
- Приобрести навыки в составлении схем АСДКУ

знания:

- Принципа автоматизации работы насосной станции

умения:

- Составлять схемы АСДКУ насосных станций.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Автоматизированная система диспетчерского контроля и управления (АСДКУ) на базе программно-технического комплекса ДЕКОНТ предназначена для автоматизации объектов водоподготовки и водоотведения.

АСДКУ осуществляет контроль и управление производственными процессами, объектами водоканала и своевременно предупреждает о возникновении аварийных ситуаций или важных событий на пульт диспетчера, что способствует их оперативному устранению.

АСДКУ имеет трехуровневую распределенную структуру. Уровни системы определяются сетевой топологией и наличием «интеллектуальных» узлов, в роли которых выступают программно-логические контроллеры и устройства ввода-вывода информации.

На рисунках 16-18 – образцы экранных форм.

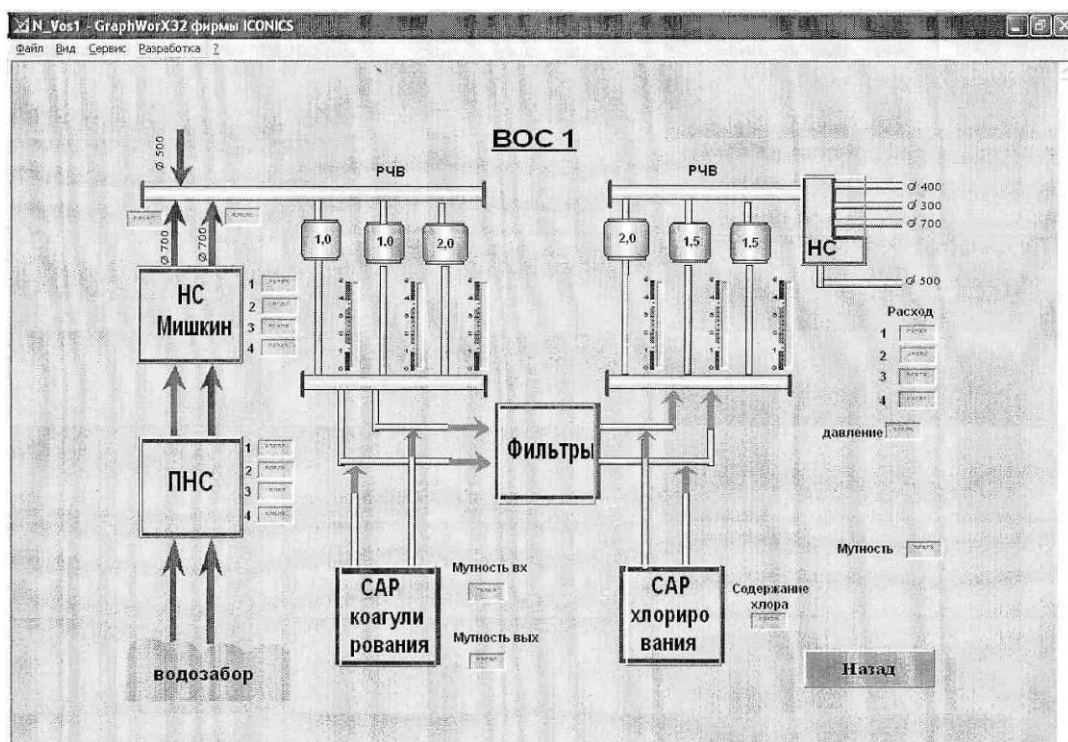


Рисунок 16 - Экранная форма ВОС

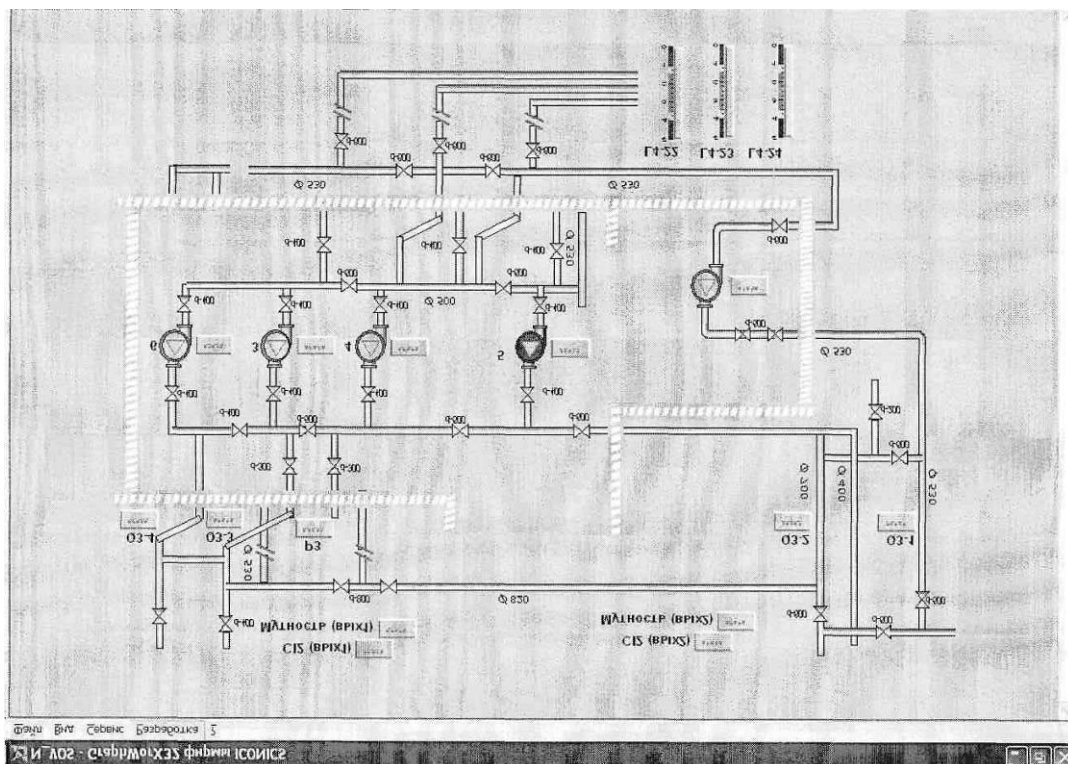


Рисунок 17 – Экранная форма ВОС 1

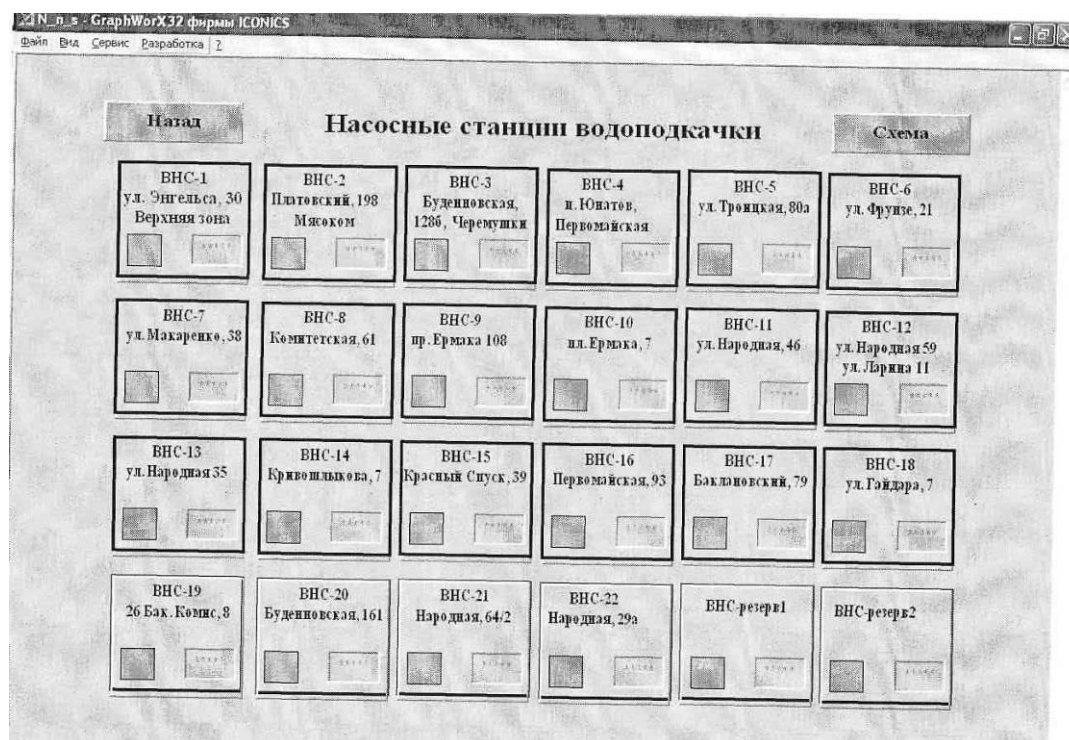


Рисунок 18 - Экранная форма «Насосные станции водоподкачки»

Порядок выполнения работы

1. Составить комплексную схему автоматизации насосного агрегата:
 - автоматический залив насосов;
 - автоматическое управление напорной задвижкой;
 - автоматическое управление электроприводом насоса;
 - автоматическая защита насосного агрегата.
2. Ознакомиться с особенностями автоматизации канализационных насосных станций на примере типовой станции.
3. Вычертить САР насосной станции.
4. Оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Какие операции выполняются автоматически на насосных станциях?
2. Какие датчики уровня жидкости используются на насосных станциях?

3. Как работает схема автоматического управления канализационной насосной станцией с тремя насосными агрегатами?

4. Какие вспомогательные функции должна обеспечивать система АСДКУ в обработке и выдаче информации в системах водоснабжения и водоотведения?

V. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ СТУДЕНТОМ ОТЧЕТНЫХ РАБОТ

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся за работу, выполненную безошибочно, в полном объеме с учетом рациональности выбранных решений;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в полном объеме с недочетами;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (не менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы).

VI. ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Рульнов, А.А., Евстафьев, К.Ю. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2013.
2. Рульнов, А.А., Горюнов, И.И., Евстафьев, К.Ю. Автоматическое регулирование: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2015.
3. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
4. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения.
5. СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий.

Дополнительная

1. ГОСТ 21.404-85 СПДС. Автоматизация технологических процессов. Условные обозначения приборов и средств автоматизации в схемах.
2. ГОСТ 8.383-80* ГСИ. Государственные испытания средств измерений. Основные положения.
3. ГОСТ 8.513= 84* ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения.
4. ГОСТ РМТ 29-99 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
5. ГОСТ 2.411-72 ЕСКД. Правила выполнения чертежей труб, трубопроводов и трубопроводных систем.
6. МИ 2365-96 ГСИ. Шкалы измерений. Основные положения. Госстандарт Р. Термины и определения.
7. Попкович, Г.С., Кузьмин, А.А. Автоматизация систем водоснабжения и канализации. – М.: Стройиздат, 2012 г.
8. Попкович, Г.С., Гордеев, М.А. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. – М.: Высшая школа, 2012
9. Контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации. Каталог продукции 2003 г. – М.: Энергоаудит, 2001.

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
Содержание отчета и требования к его оформлению	7
Перечень практических работ.....	8
Практическая работа № 1	
Изучение принципа действия приборов для измерения температуры	9
Практическая работа № 2	
Определение давления в трубопроводе	16
Практическая работа № 3	
Изучение работы водомера	23
Практическое занятие № 4	
Настройка регулятора давления прямого действия	28
Практическое занятие № 5	
Настройка регулятора давления непрямого действия	32
Практическое занятие № 6	
Составление функциональных схем автоматизации	36
Практическое занятие № 7	
Автоматизация работы скорых фильтров	44
Практическое занятие № 8	
Автоматизация работы очистных сооружений	49
Практическое занятие № 9	
Составление схемы АСДКУ насосной станции	51
Критерии оценки выполнения студентом отчетных работ	55
Литература	56
Приложение А	58

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

ОТЧЕТ
по выполнению практических работ
по теме 1.1 «Автоматизация систем водоснабжения и
водоотведения»

МДК 02.01: «Эксплуатация оборудования и автоматизация
систем водоснабжения и водоотведения»

Выполнил: студент группы

Иванов В.И.

Проверил: преподаватель
Т.М. Суздаева

Челябинск, 2020