

**Югорский государственный университет
НИЖНЕВАРТОВСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ -
филиал государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Югорский государственный университет»**



**КОМПЛЕКС ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
по дисциплине «Технологические измерения и приборы АСУ ТП»**

**Методические указания к лабораторным и практическим работам
для студентов образовательных учреждений
среднего профессионального образования
всех форм обучения (очная, заочная)
по специальности 220301
«Автоматизация технологических процессов и производств
(по отраслям)»**

Нижневартовск 2009

СОГЛАСОВАНО

На заседании ПЦК ОП и СЭТД
Протокол № 4 от «02» 04 2009 г.

Председатель
Л.И.Опанасенко Л.И.Опанасенко

УТВЕРЖДАЮ

Председатель методического
совета ННТ – филиала Югорского
государственного университета

Н.И.Калинина Н.И.Калинина
«15» 06 2009 г

Соответствует:

1. Государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)», утв. 08.02.2002 г.

2. Рабочей программе дисциплины «Технологические измерения и приборы АСУ ТП» утв. 02.12.2004 г.

Комплекс лабораторно-практических занятий разработал:
преподаватель О.Н.Соколова.

Рецензенты:

1. Тен М.Б., преподаватель ННТ - филиала Югорского государственного университета.

2. Тамендарова С.А., инженер АСУ ТП ОАО «СИБУРТЮМЕНЬТРАНСГАЗ» ПФ «Запсибтрансгаз».

Замечания, предложения и пожелания направлять в Нижневартовский нефтяной техникум – филиал Югорского государственного университета по адресу: 628615, Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ, г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.

© Нижневартовский нефтяной техникум – филиал Югорского государственного университета, 2009 г.

ВВЕДЕНИЕ

Комплекс лабораторно-практических работ по дисциплине «Технологические измерения и приборы АСУ ТП» разработан в соответствии с рабочей программой дисциплины «Автоматизация технологических процессов» и предназначен для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)», в соответствии с ГОС СПО второго поколения.

Дисциплина «Технологические измерения и приборы АСУ ТП» является учебной дисциплиной СД.04 и относится к циклу специальных дисциплин в структуре основной профессиональной образовательной программы по специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)» и предусматривает изучение средств и методов измерения технологических параметров, изучение преобразователей и измерительных комплексов, применяемых в АСУ ТП на объектах нефтяной отрасли, что является необходимой базой для изучения других специальных дисциплин и в дальнейшем курсового и дипломного проектирования.

Базовыми дисциплинами для изучения «Технологических измерений и приборов АСУ ТП» является «Средства измерений», «Технология НГДО», «Вычислительная техника», «Электронная техника».

Комплекс лабораторно-практических работ включает в свою структуру методические указания к выполнению лабораторных и практических работ, соответствующие содержанию учебной дисциплины «Технологические измерения и приборы АСУ ТП», необходимые пояснения, таблицы, и контрольные вопросы для самопроверки.

Представленные задания, таблицы могут использоваться при самостоятельной подготовке студентов по специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)» по дисциплине «Технологические измерения и приборы АСУ ТП».

Разработанный комплекс позволит закрепить полученные теоретические знания по дисциплине «Технологические измерения и приборы АСУ ТП», приобрести навыки применения различных измерительных устройств на объектах нефтедобычи, а также развивать творческие способности студентов.

ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Номер темы	Номер и наименование работы	Количество аудиторных часов
3	Лабораторная работа № 1. «Измерение расхода на УУН»	2
4	Лабораторная работа № 2. «Измерение уровня в сепарационных установках»	2
5	Лабораторная работа № 3. «Измерение загазованности помещения нефтеперекачивающей станции»	2

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Номер темы	Номер и наименование занятия	Количество аудиторных часов
1	Практическое занятие № 1. «Изучение средств измерения давлений, применяемых в АСУ ТП»	2
2	Практическое занятие № 2. «Изучение комплекса измерения технологических параметров состояния узлов насосного агрегата»	2
3	Практическое занятие № 3. «Изучение конструкции и принципа действия расходомере Метран-350»	2
3	Практическое занятие № 4. «Изучение системы учета расхода газа на факельную линию»	2
3	Практическое занятие № 5. «Изучение счетчика газа вихревого СВГ.М»	2
4	Практическое занятие № 6. «Изучение средств измерения уровня в технологических резервуарах»	2
5	Практическое занятие № 7. «Изучение средств измерения показателей качества на узлах учета нефти»	2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА НА УЗЛАХ УЧЕТА НЕФТИ

Цель работы:

1. Изучить конструкцию и принцип действия первичного преобразователя НОРД;
2. Ознакомится с устройством и работой магнитоиндукционного датчика «НОРД-И2» и электронного блока «НОРД-ЭЗМ».

Материально-техническое оснащение:

1. Преобразователь турбинный;
2. Датчик магнитоиндукционный «НОРД-И2»;
3. Блок электронный «НОРД-ЭЗМ».

Краткие теоретические сведения:

В состав комплекта для измерения расхода на УУН входит:

- преобразователь расхода турбинный (см. рис. 1.1);
- датчик магнитоиндукционный «НОРД-И2»;
- блок электронный «НОРД-И2».

Преобразователи отличаются друг от друга условным проходом и пропускной способностью. Общая схема датчика приведена на рис. 1.2. Преобразователь 2 преобразует линейную скорость потока (расход) в угловую скорость крыльчатки. Каждая лопатка крыльчатки, проходя мимо сердечника магнитоиндукционного датчика 1, наводит в катушке импульс ЭДС, который усиливается и передается в электронный блок 3. Электронный блок 3 производит пересчет поступивших импульсов в именованную единицу объема, их накопление и регистрацию. Электронный блок имеет цифровой счетчик импульсов, а также имеет выход на внешние устройства.

Преобразователь (см. рис. 1.1) состоит из корпуса 1, двух обтекателей 2 и 9, турбинки 6. Турбинка напрессована на ось 4, которая вращается в подшипниках скольжения 3. Осевая нагрузка от крыльчатника воспринимается через ось втулкой 8. Преобразователь при помощи фланцев приваривается к трубопроводу. Крепление корпуса преобразователя к фланцам осуществляется с помощью быстросъемных хомутов. Фланец 5 предназначен для крепления магнитоиндукционного датчика. Ось, подшипники и втулка выполнены из твердосплавных материалов, которые позволяют эксплуатировать их без смазки.

Крыльчатка изготовлена из стали 20x13 обладающей магнитными свойствами. На корпусе напротив крыльчатки имеется гнездо и фланец 5 для крепления магнитоиндукционного датчика.

Принцип действия преобразователя основан на преобразовании линейной скорости (расхода) проходящей жидкости в пропорциональное число оборотов крыльчатки.

В упрощенном виде эта зависимость выражается формулой:

$$n = U/H = Q/S \cdot H$$

- где n – число оборотов крыльчатки;
 U – линейная скорость потока;
 Q – расход жидкости в рабочих условиях;
 S – площадь поперечного сечения потока в плоскости крыльчатки;
 H – шаг винтовой линии лопастей крыльчатки.

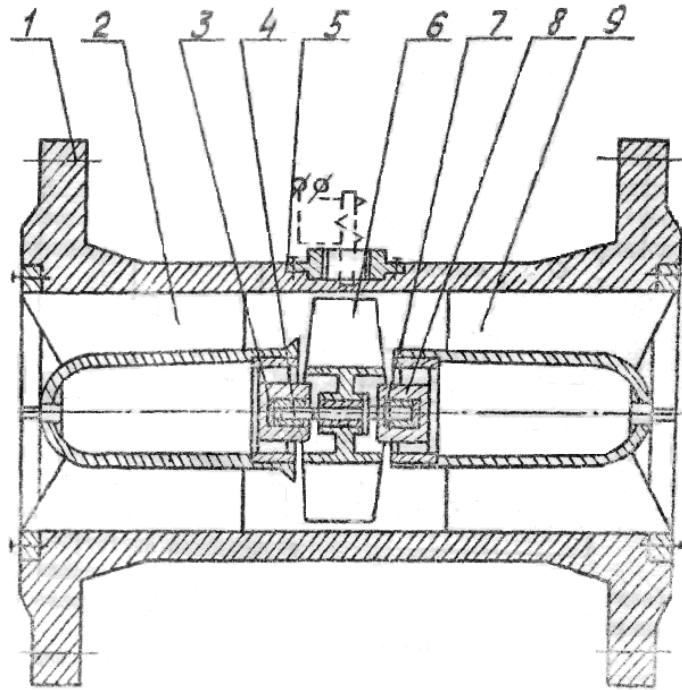


Рисунок 1.1 - Турбинный преобразователь расхода
 1. Корпус. 2. Обтекатель входной. 3. Подшипник. 4. Ось. 5. Фланец.
 6. Турбинка. 7. Кольцо. 8. Втулка. 9. Обтекатель выходной.

Лопастей крыльчатки, проходя мимо сердечника магнитоиндукционного датчика, наводят в нём импульс ЭДС, которые передаются для накопления в электронный блок. Таким образом, число накопленных импульсов пропорционально количеству прошедшей жидкости при постоянном расходе сечении, шаге винтовой линии и количеству лопастей по формуле:

$$N = n \cdot z \cdot t = (Q/S \cdot H) \cdot z \cdot t = V \cdot Z / S \cdot H = K \cdot V$$

- где Z – количество лопастей крыльчатки;
 t – время измерения;
 V – количество прошедшей жидкости;
 K – коэффициент пропорциональности.

Устройство и работа магнитоиндукционного датчика «НОРД-Р12» изложены в паспорте 8-83 ПС.

Устройство и работа электронных блоков «НОРД-ЭЗМ» или «НОРД-Э2» изложены в эксплуатационной документации на эти блоки.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить и начертить схему лабораторной установки.
 2. Ознакомиться с принципом действия расходомера.
 3. Определить основные технические характеристики прибора.
 4. Подать питание на лабораторную установку.
 5. Изменить величину расхода, проконтролировать показания прибора.
- ра.
6. Оформить отчет.

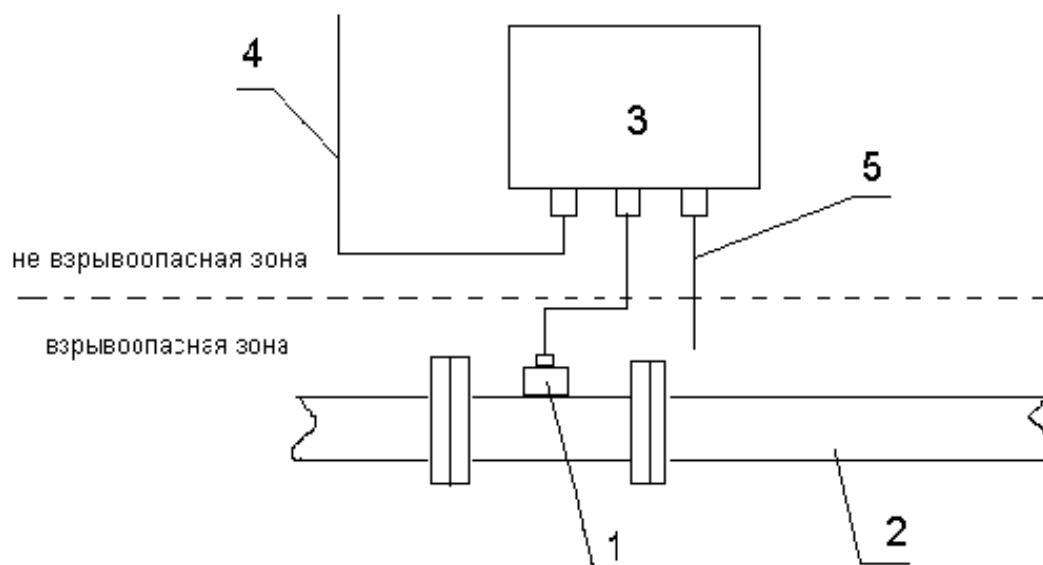


Рисунок 1.2 - Схема лабораторной установки

1. Магнитоиндукционный датчик «НОРД - И2».
2. Турбинный преобразователь расхода.
3. Электронный блок «НОРД - ЭЗМ» или «НОРД - Э2».
4. Выход. 5. Сеть ~ 220В.

Контрольные вопросы:

1. Назначение и принцип действия расходомера «НОРД»?
2. Что является чувствительным элементом «НОРД»?
3. Каков выходной сигнал преобразователя?
4. Какие значения расхода можно посмотреть на вторичном блоке?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ В СЕПАРАЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ

Цель работы: Изучить конструкцию и принцип действия преобразователя «Сапфир – ДУ».

Материально-техническое оснащение:

1. Ёмкость.
2. Преобразователь уровня «Сапфир – ДУ».
3. Вторичный прибор А-542.

Методические указания:

При выполнении лабораторной работы необходимо изучить документацию на преобразователь уровня «Сапфир – ДУ».

По схеме внешнего вида преобразователя разобраться в конструкции и принципе преобразования уровня в электрический выходной сигнал.

Отчёт по лабораторной работе должен содержать схему установки измерения уровня с помощью преобразователя, его основные технические характеристики и принцип действия.

Краткие теоретические сведения:

Датчик состоит из измерительного блока и электронного преобразователя. При измерении измеряемого уровня происходит изменение гидростатической выталкивающей силы, воздействующей на чувствительный элемент – буёк. Это изменение через рычаг передаётся на тензопреобразователь, размещённый в измерительном блоке, где линейно преобразуются в изменения электрического сопротивления тензорезисторов. Электронный преобразователь преобразует это изменения сопротивления в токовый выходной сигнал.

Устройство и работа измерительного блока (см. приложение).

Буёк подвешен к рычагу 2, имеющему опору в виде мембраны 4, закреплённой по периферии на цилиндрической втулке 3, вваренный в трубчатый корпус 12 с фланцем для присоединения датчика к объекту. На втулке с помощью клеммного зажима 8 закреплён кронштейн, между двумя листовыми платами которого закреплён преобразователь 7 и закрытый гидравлический демпфер 5. Элементы измерительного блока закрыты крышкой 10, навёрнутой на основание 11, закреплённая болтами на трубчатом корпусе 12.

Рычаг 2 и тензопреобразователь 7 соединены между собой металлической лентой 6.

Изменение уровня жидкости вызывает поворот рычага 2 и через ленту 6, рычага тензопреобразователя 7.

В результате изменяется сопротивления плеч мостовой электрической схемы тензопреобразователя.

Гидравлический демпфер 5 сглаживает колебания подвижной системы датчика.

Внутренняя полость демпфера заполнена вязкой жидкостью, которая перетекает из одного сильфона в другой через гидравлическое сопротивление -регулируемой дроссель 9, находящийся между сильфонами.

Упор 14 с контргайкой 15 служат для ограничения хода рычага при снятии с него буйка.

Порядок выполнения работы:

1. Начертить и изучить схему установки.
2. Ознакомиться со схемой преобразователя и устройством.
3. Определить основные технические характеристики преобразователя.
4. Оформить отчёт, заполнить таблицу.
5. Ответить на контрольные вопросы.

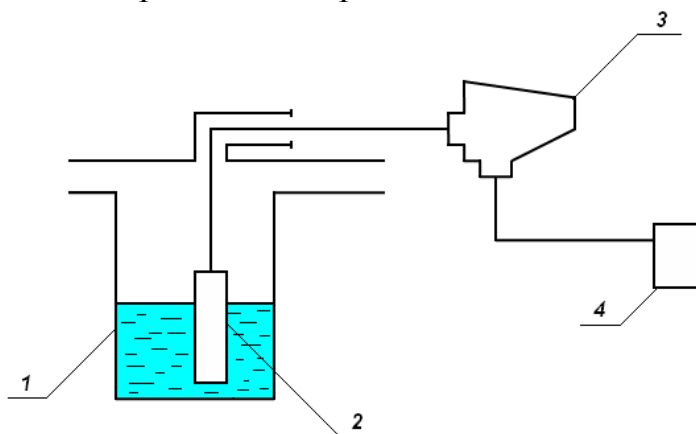


Рисунок 1.1 - Схема установки
 1. – Ёмкость. 2. - Чувствительный элемент.
 3. – Преобразователь. 4. - Вторичный прибор.

Таблица 1.1

Наименование	Тип	Технические характеристики	Показания
Преобразователь уровня	Сапфир-22ДУ		
Вторичный прибор	А-542		

Контрольные вопросы:

1. Что является чувствительным элементом преобразователя?
2. На чём основан принцип преобразования уровня?
3. Какой выходной сигнал имеет прибор преобразователя?
4. Какой прибор используется в качестве вторичного?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ИЗМЕРЕНИЕ ЗАГАЗОВАННОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СТАНЦИЙ

Цель работы: Изучить конструкцию и принцип действия сигнализатора загазованности СТМ - 10.

Материально-техническое оснащение:

1. Датчик загазованности СТМ-10.
2. Блок сигнализации СТМ-10.

Краткие теоретические сведения:

Сигнализатор загазованности СТМ 10 (в дальнейшем сигнализатор) общетехнического применения предназначен для непрерывного контроля дозврывоопасных концентраций в воздухе помещений и открытых пространств горючих газов, паров и их смесей в условиях макроклиматических районов с умеренным климатом или влажным тропическим воздухом.

Сигнализатор является автоматическим стационарным прибором, состоящим из блока сигнализации и питания и выносного датчика.

Блок сигнализации и питания выполнен в обыкновенном исполнении и должен быть установлен за пределами взрывоопасной зоны.

Условные обозначения составных частей сигнализатора:

- а) МИП - модуль измерительного преобразователя;
- б) МПОП - модуль преобразователя основного питания.

Диапазон настройки порогов срабатывания сигнализации (порог «1» и порог «2») - 5 – 50 % НКПР.

Сигнализатор загазованности имеет:

а) сигнализацию красного цвета о достижении концентрации срабатывания предупредительной сигнализации (10 % НКПР);

б) сигнализацию красного цвета прерывистую с достижением концентрации срабатывания аварийной сигнализации (50 % НКПР);

в) сигнализацию красного цвета прерывистую о наиболее вероятной неисправности сигнализатора;

г) контакты для коммутации внешних цепей сигнализации при срабатывании предупредительной сигнализации концентрации или сигнализации неисправности;

д) контакты для коммутации внешних цепей сигнализации и исполнительных механизмов при срабатывании аварийной сигнализации концентрации.

Принцип действия сигнализатора - термохимический, основанный на измерении теплового эффекта от окисления горючих газов и паров на каталитически активном элементе датчика и дальнейшем преобразовании полученного сигнала в модуле МИП и выдачи о достижении сигнальной концентрации.

Каталитическое окисление происходит на измерительном элементе В1, включенным с компенсирующим элементом В2 в мостовую схему датчика.

Чувствительные элементы датчика:

Измерительный В1, компенсирующий В2 (рис. 1.1) припаяны к токопроводам 1,2,3,4 и запрессованы в основании датчика из изоляционного материала.

Это основание вместе со стаканом образует полость, в которой находятся чувствительные элементы датчика. Стакан проницаем для воздушных смесей и паров. Соединение стакана с корпусом неразъемное, выполненное склеиванием и имеющее дополнительное крепление с кожухом. Корпус, основание датчика и крышка образуют полость вводного отделения.

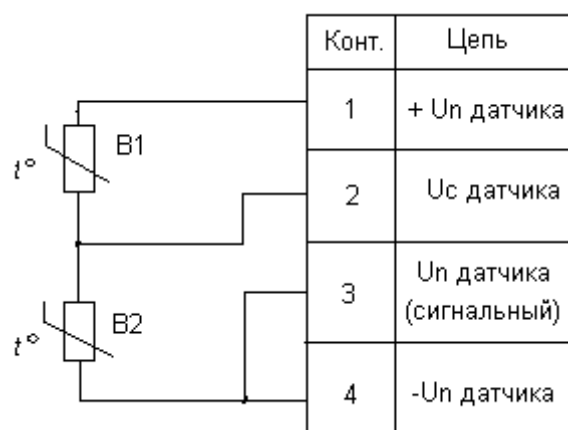


Рисунок 1.1 - Принципиальная электрическая схема датчика
 В1 - элемент измерительный; В2 - элемент компенсирующий;
 XI - основание.

В полость вводного отделения выходят токопроводы чувствительных элементов. К ним присоединяются с помощью винтов и шайб провода, соединяющего датчик с блоком сигнализации и питания.

При обрыве чувствительных элементов датчика, а также включение всякой другой сигнализации срабатывает световая сигнализация прерывистым свечением индикатора «ОТКАЗ» в МИП и срабатывает реле «ОТКАЗ». При достижении концентраций уровня «С1» срабатывает световая сигнализация постоянным свечением индикатора «КОНЦЕНТР» и срабатывает реле - «Порог 1».

При достижении концентраций уровня «С2» срабатывает световая сигнализация постоянным свечением индикатора «КОНЦЕНТР» и срабатывает реле «Порог 2».

На передней панели МИП установлены гнезда для контроля и настройки МР1П:

«U_c» - для измерения сигнала концентрации;
«U» - для измерения некорректированного сигнала при замене датчика;

«I_д» - для измерения напряжения (в милливольтках), пропорционально току датчика (в миллиамперах) и равною: $U_d = I_d$;

«U_{c1}», «U_{c2}» - для измерения порогов «2»; «*» - общий контакт, относительно которого производятся все измерения.

Через отверстия в передней панели МИП имеется доступ к переменным резисторам для:

- а) регулирования порогов «1» и «2» «C1» и «C2»;
- б) корректирования 0 сигнализатора («Уст. О»);
- в) для настройки сигнализатора по поверочной смеси метан «Калибр»;
- г) для подстройки устройства коррекции после замены датчика («*»).

МПОП конструктивно выполнен аналогично МИП. На переднюю панель выведены световой индикатор питания «СЕТЬ» и переключатель для его включения «СЕТЬ 220».

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с принципом действия и техническими характеристиками сигнализатора СТМ-10.

3. Включить установку.

4. Проконтролировать пороговые значения прибора..

5. В сигнализаторе примерно в течение 30 сек. после включения питания:

- а) не должна гореть световая сигнализация «КОНЦЕНТР»;
- б) не должно срабатывать реле «ПОРОГ 1» и «ПОРОГ 2»;
- в) на гнезде «11с» будет условный сигнал о включении питания ($U_c=0$) относительно «*», для этой проверки используется вольтметр (например, В7-38).

б) Заполнить таблицу.

Таблица 1.1

Наименование	Тип	Технические характеристики	Показания
Датчик	СТМ-10		-
Вторичный блок	СТМ-10		

Контрольные вопросы:

1. Назначение сигнализатора СТМ-10.

2. Из каких блоков состоит сигнализатор?

3. На чем основан принцип действия СТМ-10?

4. Какие еще сигнализаторы загазованности Вы знаете?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

ИЗУЧЕНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АСУ ТП

Цель занятия:

1. Получение практических навыков работы с приборами измерения давления.
2. Закрепление теоретических знаний по дисциплине.

Материально-техническое обеспечение: методические указания по выполнению работы, техническая документация на средства измерения.

Ход занятия:

1. Изучить краткие теоретические сведения и техническую документацию.
2. Записать в виде опорного конспекта:
 - а) назначение технических и электроконтактных манометров;
 - б) схема тензорезисторного чувствительного элемента, принцип действия;
 - в) датчики серии 3051: модели датчиков, виды сенсорных модулей, принцип действия датчиков с различными модулями.
3. Заполнить таблицу
4. По контрольным вопросам подготовиться к защите практической работы.

Контрольные вопросы:

1. Рассказать принцип действия технического манометра.
2. Рассказать принцип действия электроконтактного манометра.
3. В чем отличие технического манометра от электроконтактного?
4. Какие Вы знаете преобразователи давления?
5. Расскажите принцип действия тензорезисторного преобразователя давления.

Краткие теоретические сведения:

Технические манометры общего назначения служат для измерения давлений нейтральных взрывобезопасных некристаллизирующихся жидкостей и газов с температурой от -20 до $+60$ °С.

Отечественная промышленность выпускает манометры для измерения давлений, вакуумметры и мановакуумметры.

Устройство вакуумметра аналогично устройству манометра. Различие заключается в меньшей упругости пружины. При разрежении пружина скручивается, и стрелка вакуумметра движется против часовой стрелки. На шкале вакуумметра нулевая отметка находится справа.

Мановакуумметры предназначены для измерения переменных давлений, которые могут быть больше и меньше атмосферного. На шкале мановакуумметра нулевая отметка расположена в средней части. Делениям

шкалы вправо от нуля соответствуют единицы давления, деления шкалы влево от нуля указывают разрежение.

Промышленность выпускает следующие показывающие трубчато-пружинные манометры (МП), вакуумметры (ВП), мановакуумметры (МВП), предназначенные для измерения давления и разрежения неагрессивных газов, паров и жидкостей.

Кроме показывающих трубчато-пружинных манометров выпускаются также и самопишущие: МТС-711 - с записью одного параметра, МТ2С-711 - двухзаписной с приводом диаграммы от синхронного двигателя, МТС-712 - с записью одного параметра, МТ2С-712-двухзаписной с приводом диаграммы от часового механизма.

Двухзаписные манометры предназначены для измерения давления в двух объектах. В таких приборах предусмотрены две независимые измерительные пружины и два держателя с перьями, записывающими измеряемые параметры на одной диаграмме.

Для сигнализации заданной величины контролируемого давления выпускают контактные манометры. В отличие от обычного показывающего манометра в этом приборе имеются два электрических контакта, которые замыкаются при определенных заданных значениях давления, передавая при этом по проводам соответствующий сигнал. Пределы, при которых подаются сигналы, устанавливаются перемещением контактных стрелок с помощью двух головок, выведенных наружу через стекло и помещенных над осью вращения стрелки прибора. Электрическая часть контактных манометров может питаться постоянным или переменным током. В целях безопасности корпус контактного манометра имеет особую клемму, которая должна быть соединена с землей.

Измерительные преобразователи давления, оснащенные преобразовательными элементами тензорезисторного типа (от лат. *tendere* - натягивать) получили название тензорезисторных измерительных преобразователей давления. Преобразователи давления этого вида представляют собой деформационный ЧЭ, чаще всего мембрану, на которую наклеиваются или напыляются тензорезисторы. В основе принципа работы тензорезисторов лежит явление тензоэффекта, суть которого состоит в изменении сопротивления проводников и полупроводников при их деформации.) Получили распространение проволочные и фольговые тензорезисторы, изготавливаемые из проводников типа манганина, никрома, константана, а также полупроводниковые тензорезисторы, изготавливаемые из кремния и германия *p*- и *n*-типов. Сопротивление тензорезисторов, изготавливаемых из проводников, составляет 30 - 500 Ом, а сопротивление полупроводниковых тензорезисторов от 5- Ю⁻² - 10 кОм.

Совершенствование технологии изготовления полупроводниковых тензорезисторов создало возможность изготавливать тензорезисторы непосредственно на кристаллическом элементе, выполненном из кремния или сапфира. Упругие элементы кристаллических материалов обладают упру-

гими свойствами, приближающимися к идеальным. Сцепление тензорезистора с мембраной за счет молекулярных сил позволяют отказаться от использования клеящих материалов и улучшить метрологические характеристики преобразователей.

На рисунке. 1.1, *а* показана сапфировая мембрана 3 с расположенными на ней однополосковыми тензорезисторами *p*-типа с положительной и отрицательной 2 чувствительностями. Структура однополоскового тензорезистора приведена на рис. 1, *б*. Здесь 1 - тензорезистор; 2 - защитное покрытие; 3 - металлизированные токоведущие дорожки; 4 - упругий элемент преобразователя (сапфировая мембрана). Тензорезисторы можно располагать на мембране так, что при деформации они будут иметь разные по знаку приращения сопротивления. Это позволяет создавать мостовые схемы.

Мембранный тензомодуль представляет собой металлическую мембрану, к которой сверху припаяна сапфировая мембрана с напыленными четырьмя кремниевыми тензорезисторами, образующими плечи

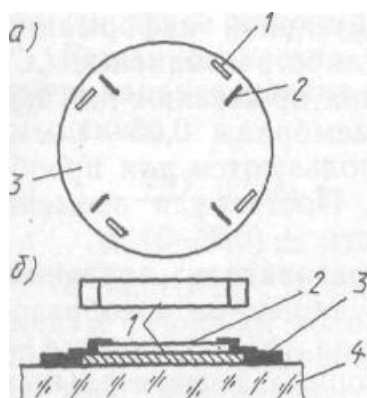


Рисунок 1.1 - Схемы тензорезисторных чувствительных элементов

неравновесного моста. Тензомодуль закреплен на основании и отделен от измеряемой среды разделительными металлическими мембранами. Замкнутые полости между тензомодулем и мембранами заполнены полиметилсилоксановой жидкостью. Измеряемая давление воздействует на тензомодуль через указанные мембраны и жидкость. Через герметичные выводы тензомодуль подключается к встроенному электронному устройству. С помощью этого устройства изменение сопротивления тензорезисторов преобразуется в унифицированный токовый выходной сигнал (0-5, 0-20 или 4-20 мА), который передается по искробезопасной двухпроводной линии дистанционной передачи к блоку питания. Последний устанавливается во взрывобезопасном помещении и обеспечивает питание первичного преобразователя по двухпроводной линии. По этой же линии одновременно передается выходной токовый сигнал. Наряду с указанной функцией блок питания повышает мощность выходного сигнала до уровня, необходимого для подключения внешней нагрузки и формирует заданный уровень выходного сигнала (0-5, 0-20 или 4-20 мА).

В датчиках серии 3051 используются два вида сенсорных модулей на базе емкостной и пьезорезистивной ячеек (рис.1.2). Для датчиков перепада и избыточного давлений моделей 3051 CD, 3051 CG, 3051L используется сенсор на базе емкостной ячейки, для датчиков абсолютного и избыточного давлений моделей 3051 CA, 3051TA, 3051TG - на базе пьезорезистивной.

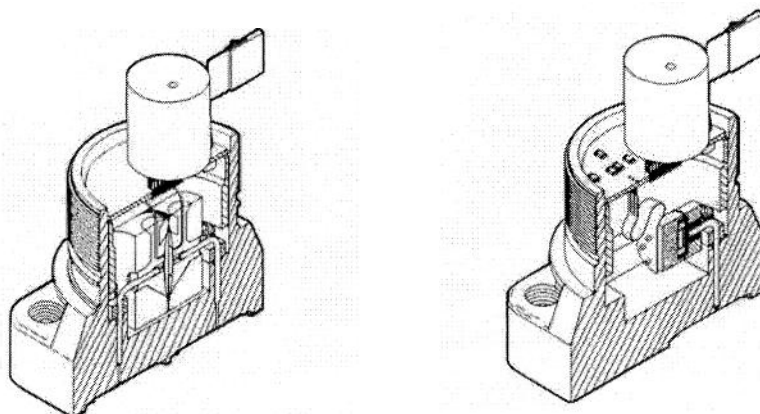
Мембраны, воспринимающие давление измеряемой среды, расположены в одной горизонтальной плоскости, в результате чего ячейка получила название копланарной (Coplanar).

В датчиках на базе емкостного сенсора давление процесса через разделительные мембраны (мембрану в датчиках избыточного давления) и заполняющую жидкость передается на измерительную мембрану, расположенную между пластинами конденсатора. Под воздействием измеряемого давления мембрана прогибается и в результате изменяется электрическая емкость ячеек, образованных сенсорной мембраной и пластинами конденсатора.

Генерируемый электрический сигнал преобразуется в цифровой и передается на микроконтроллер.

В датчиках с пьезорезистивным сенсором измеряемое давление через разделительную мембрану и заполняющую жидкость передается на измерительную мембрану, изгиб которой вызывает изменение сопротивления в цепи мостика Уинстона. Сигнал рассогласования преобразуется в цифровой сигнал для обработки микропроцессором.

Сенсорный модуль датчиков 3051 имеет встроенный термометр для коррекции и учета температурных эффектов. Во время процедуры характеристики на заводе все сенсоры подвергаются воздействию температур и давления во всем рабочем диапазоне.



Сенсор на базе емкостной ячейки
(3051 CD, 3051 CG)

Сенсор на базе пьезорезистивной
ячейки
(3051 CA)

Рисунок 1.2 - Сенсорные модули датчиков давления серии 3051 С

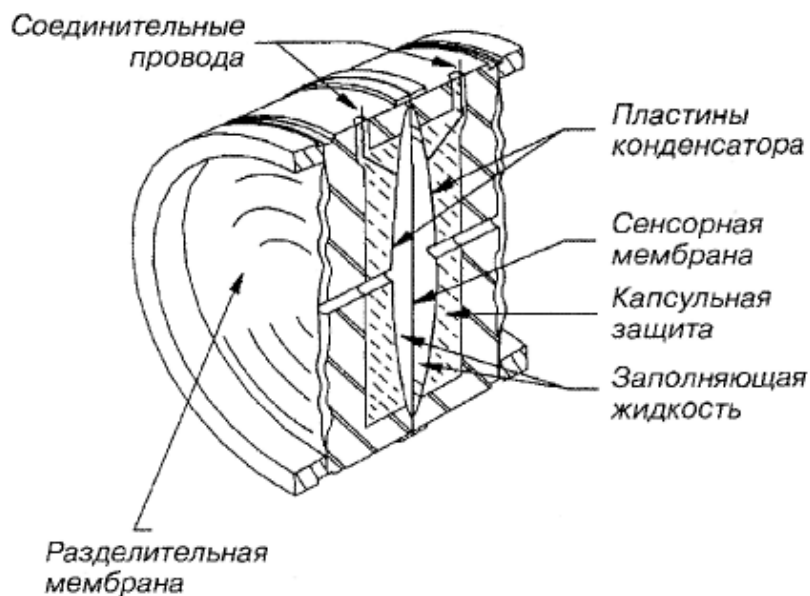


Рисунок 1.3 Ячейка емкостного сенсора

В результате характеристики коэффициенты коррекции заносятся в ПЗУ и используются для коррекции выходного сигнала при работе датчика в условиях эксплуатации.

Таблица 1.1 - Технические характеристики средств измерения

№ п\п	Средства измерения	Назначение	Технические характеристики
1			
...			

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ НАСОСНОГО АГРЕГАТА

Цель занятия:

1. Закрепить теоретические знания по методам и средствам измерения давления и температуры.
2. Получить практические навыки использования измерительных комплексов для контроля параметров насосных агрегатов.

Материально-техническое обеспечение: техническая документация на блок управления и контроля насосным агрегатом, методические указания по выполнению работы.

Ход занятия:

1. Изучить краткие теоретические сведения.
2. Выполнить задание.
3. Оформить отчет в соответствии с заданием.
4. По контрольным вопросам подготовиться к защите практической работы.

Контрольные вопросы:

1. Пояснить назначение и функциональные возможности блока.
2. Что является основным узлом блока?
3. Объяснить алгоритм работы блока по блок-схеме.
4. Какие параметры контролирует блок?
5. Какие еще существуют средства и методы измерения температуры и давления?

Краткие теоретические сведения:

Блок управления и контроля насосным агрегатом (далее "блок") предназначен для оперативного измерения технологических параметров состояния узлов насосного агрегата (НА) и управления устройствами его запуска, штатного и аварийного отключений по установленному пользователем алгоритму.

Блок обеспечивает:

- прием и обработку сигналов:
 - 1) состояния НА;
 - 2) температуры подшипников;
 - 3) давления в технологических магистралях;
 - 4) тока двигателя;
- сигнализацию аварийного состояния;
- выдачу сигналов управления (включения/выключения НА, готовности НА к пуску, планового и аварийного останова);
- передачу информации в контроллер микропроцессорный ГАММА-7М исполнений 8 или 9 (далее "вторичный прибор") в асинхронном полудуплексном режиме по внутреннему протоколу ЗАО "Альбатрос" и/или в ЭВМ верхнего уровня по последовательному интерфейсу RS-485 в формате протокола Modbus RTU.

Блок обеспечивает взрывозащищенное электропитание подключенных датчиков с токовым выходом и термопреобразователей сопротивления. Конструктивное исполнение позволяет устанавливать блок в непосредственной близости к насосным агрегатам.

Конструктивно блок представляет собой металлическую оболочку с кабельными вводами для подключения контролируемых и управляющих сигналов, цепей питания ~220 В, 50 Гц блока и кабельных линий связи с вторичным прибором и/или ЭВМ верхнего уровня. Внутри оболочки размещена плата контроллера-сборщика микропроцессорного КСМ1. Подключения внешних кабелей производятся посредством розеток-клеммников, входящих в комплект поставки блока.



Рисунок 1.1 - Внешний вид блока управления

На передней панели блока расположены две индикационные лампы и пять кнопок ручного управления для возможности оперативного вмешательства в процесс функционирования НА и входящего в его состав маслососа (МН).

Основным узлом блока является контроллер-сборщик микропроцессорный КСМ1. Применение данного контроллера в составе блока обеспечивает измерение сигналов с пяти термопреобразователей сопротивления ТСМ50 и четырех датчиков с токовым выходом, определение состояний пяти контактов устройств автоматики и формирование двух выходных дискретных сигналов типа "сухой контакт".

Задание:

1. По технической документации на блок управления изучить состав и принцип работы блока.
2. Выписать основные технические характеристики и функциональные возможности блока управления.
3. Начертить блок - схему алгоритма работы блока.
4. Коротко изложить принцип работы блока.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ РАСХОДОМЕРА МЕТРАН-350

Цель занятия:

1. Закрепить теоретические знания по методам и средствам измерения расхода жидкости и газа.
2. Получить практические навыки применения расходомеров Метран-350.

Материально-техническое обеспечение: техническая документация на расходомер, методические указания по выполнению работы.

Ход занятия:

1. Изучить краткие теоретические сведения.
2. Выполнить задание.
3. Оформить отчет в соответствии с заданием.
4. По контрольным вопросам подготовиться к защите практической работы.

Контрольные вопросы:

1. Назначение и виды модификаций расходомера.
2. Что является основным элементом расходомера?
3. Объяснить принцип измерения расхода с различными ОНТ.
4. Каков выходной сигнал расходомера?
5. Какие параметры дополнительно измеряют расходомеры?

Краткие теоретические сведения:

Расходомер Метран-350 предназначен для измерения расхода и количества среды (вода, пар, газ и другие энергоносители) методом перепада давления с использованием осредняющих напорных трубок (ОНТ) в качестве первичных измерительных преобразователей и передачи измерительной информации для управления технологическими процессами и использования в учетно-расчетных операциях.

Расходомер предназначен для работы во взрывобезопасных и/или взрывоопасных условиях.

В зависимости от измеряемого расхода, общепромышленного или взрывозащищенного исполнения расходомер имеет обозначение в соответствии с таблицей 1.1.

Диапазоны измерения расходов приведены для воды, воздуха и пара при температуре 20 °С, давлении 100 кПа.

Диапазоны измерения расходов для других сред могут отличаться от приведенных данных в зависимости от плотности, температуры и давления конкретной среды.

Таблица 1.1 - Обозначение расходомеров

Измеряемый расход	Обозначение расходомера в зависимости от исполнения	
	общепромышленного	взрывозащищенного
Массовый или объемный, приведенный к стандартным условиям	Метран-350-MFA Метран-350-M	Метран-350-MFA-Вн Метран-350-MFA-Ех Метран-350-M-Вн Метран-350-M-Ех
Объемный в условиях эксплуатации	Метран-350 SFA Метран-350 P	Метран-350-SFA-Вн Метран-350-SFA-Ех Метран-350-P-Вн Метран-350-P-Ех

Таблица 1.2 - Диапазон измерения расходомеров

Обозначение расходомера	Измеряемая среда	Массовый расход, кг\ч		Объемный расход, м ³ \ч	
		F_{min}	F_{max}	Q_{min}	Q_{max}
Метран-350-MFA Метран-350-M	Жидкость (вода)	80.00	49137000.00	0.08	49137.00
	Газ (воздух)	-	-	4.20	
	Пар	5.22	11525000.00	-	-
Метран-350-SFA Метран-350-P	Жидкость (вода)	-	-	0.08	49137.00
	Газ (воздух)	-	-	4.20	20853600.00
	Пар	-	-	-	-

Расходомер, в зависимости от исполнения, имеет выходные сигналы:

- унифицированный токовый выходной сигнал;
- цифровой сигнал по стандарту коммуникации Bell-202 (протокол HART);
- цифровой сигнал по стандарту коммуникации RS-485 (протокол Modbus).

В состав расходомера входят (таблица 1.3):

- первичный измерительный преобразователь ОНТ Annubar Diamond II+ или Annubar 485;
- первичная линия связи – импульсные и вспомогательные устройства на них (при удаленном монтаже);
- трех- и пятивентильные блоки различной конструкции;
- запорная арматура (игольчатые, шиберные клапана с патрубками и тройниками – в зависимости от исполнения);
- монтажные фланцы (в зависимости от модели);
- комплект монтажных частей для крепления на трубу или плиту (при удаленном монтаже);
- кабелеводы;
- дополнительно в состав могут входить: ЖКИ, блоки питания, HART-коммуникатор;
- первичный измерительный прибор – датчик дифференциального давления (3051S в объемных расходомерах Метран-350 SFA, 3051C в Метран-350 P), многопараметрический датчик давления (3095MV в массовых расходомерах Метран-350 MFA, Метран-350 M; 3095FB в объемных расходомерах Метран-350 P);
- прибор измерения температуры – сборки температурного сенсора серий 65, 68, 75, 78; преобразователей термоэлектрических ТСП 100(Pt 100) серий 183, 185 (для массовых расходомеров Метран-350 MFA, Метран-350 M).

Таблица 1.3

Модель расходомера	Составляющие расходомера						ТСП
	ОНТ Annubar 485	ОНТ Annubar Diamond II+	Датчики давления				
			3095MV	3051S	3051C	3095FB	
Метран-350-MFA	+	-	+	-	-	-	+
Метран-350-SFA	+	-	-	+	-	-	-
Метран-350-M	-	+	+	-	-	-	+
Метран-350-P	-	+	-	-	+	-	-
	+	-	-	-	-	+	+

Принцип действия расходомера основан на измерении расхода среды (жидкости, газа, пара) методом переменного перепада давления.

Основной элемент расходомера - осредняющая напорная трубка (ОНТ) Annubar Diamond II+ в расходомерах Метран-350-М и Метран-350-Р или Annubar 485 в расходомерах Метран-350-MFA, Метран-350-SFA и Метран-350-Р, на которой возникает перепад давлений, пропорциональный расходу.

ОНТ Annubar Diamond II+ имеет форму ромба с острыми боковыми гранями и закругленными передней и задней кромками (рисунок 1.1), что обеспечивает фиксированную точку отрыва потока измеряемой среды.

На обеих кромках расположены отверстия, число которых зависит от диаметра трубопровода (типоразмера ОНТ). Через отверстия измеряемая среда поступает в соответствующие осредняющие камеры. ОНТ устанавливается перпендикулярно направлению потока, пересекая поток по всему сечению. Отверстия на одной грани и камера p_1 воспринимают динамическое давление, а отверстия, на другой грани и камера p_2 воспринимают давление разрежения. Возникающий между камерами перепад давлений пропорционален расходу.

ОНТ Annubar 485 имеет Т-образную форму (рисунок 1.2). Передняя поверхность ОНТ текстурирована (имеет определенную шероховатость) в зависимости от числа Рейнольдса. Текстуры поверхности создают турбулентный пограничный слой на передней поверхности. Повышенная турбулентность позволяет получить прогнозируемую и стабильную точку отрыва. На передней поверхности ОНТ расположены щелевые пазы, которые совместно с камерой p_1 воспринимают динамическое давление, а отверстия на другой грани и камера p_2 воспринимают давление разрежения. Возникающий перепад давления между камерами пропорционален расходу.

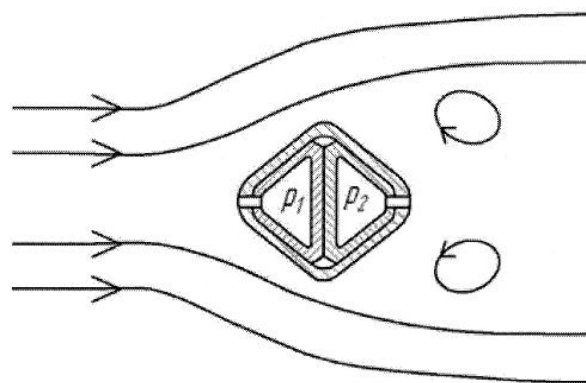


Рисунок 1.1 - Обтекание ОНТ Annubar Diamond II+

Осредняющие камеры ОНТ связаны с приемными камерами датчика через трех- или пятивентильный блок. Пятивентильный блок дает возможность выровнять давление для проведения калибровки начального значения выходного сигнала, а также, при необходимости, возможность изолировать датчик от трубопровода.

Расходомеры преобразуют измеряемый расход в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА, цифровые сигналы по стандартам коммуникации Bell-202 (HART[®]-протокол), RS-485 (Modbus[®]-протокол).

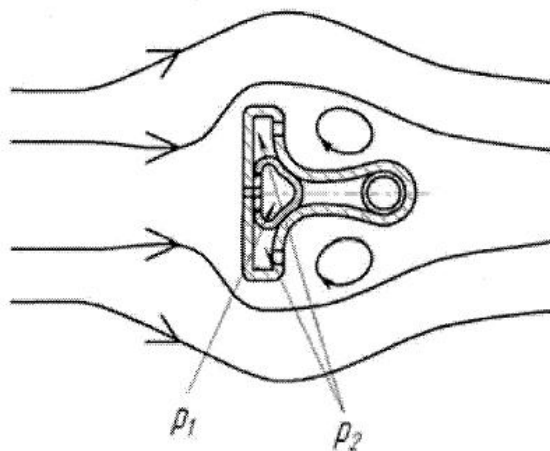


Рисунок 1.2 - Обтекание ОНТ Annubar 485

Дополнительно расходомеры преобразуют в унифицированный токовый выходной сигнал 4-20 мА, цифровые сигналы по стандартам коммуникации Bell-202 (HART[®]-протокол), RS-485 (Modbus[®]-протокол), стандарт IEC 61158-2 (Foundation Fieldbus[®]-протокол):

- массовые расходомеры Метран-350-MFA, Метран-350-M - абсолютное (избыточное) давление, перепад давления, температуру измеряемой среды, накопленный объем или массу;

- объемные расходомеры Метран-350-SFA, Метран-350-P с датчиком давления 3051С - перепад давления;

- объемный расходомер Метран-350-Р с многопараметрическим датчиком давления 3095FB - абсолютное (избыточное) давление, перепад давления; при дополнительном подключении ТСП - температуру измеряемой среды.

Задание:

1. По методическим указаниям и технической документации на расходомер изучить назначение, состав и принцип работы расходомера.
2. Выписать назначение расходомера, таблицу 1.3 и виды выходных сигналов.
3. Изложить в отчете принцип измерения расходомера с различными ОНТ.
4. Зарисовать поясняющие рисунки.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА РАСХОДА ГАЗА НА ФАКЕЛЬНУЮ ЛИНИЮ

Цель занятия:

1. Закрепить теоретические знания по методам и средствам измерения расхода.
2. Получить практические навыки использования измерительных комплексов на узлах учета газа.

Материально-техническое обеспечение: техническая документация на измерительный комплекс СУРГ 1.001.Ех, методические указания по выполнению работы.

Ход занятия:

1. Изучить краткие теоретические сведения.
2. Выполнить задание.
3. Оформить отчет в соответствии с заданием.
4. По контрольным вопросам подготовиться к защите практической работы.

Контрольные вопросы:

1. Пояснить назначение и состав комплекса.
2. Рассказать, на чем основан метод измерения расхода, как происходит преобразование измерительной информации в выходной сигнал.
3. Как осуществляется связь между составными частями комплекса?
4. Какую информацию предоставляет система пользователю?
5. Какие еще существуют средства и методы измерения расхода газа?

Краткие теоретические сведения:

На сегодняшний день проблема учета на объектах нефтегазового комплекса решается расходомерами переменного перепада давления. Наряду с

их достоинствами, такими как универсальность применения, удобство массового производства, отсутствие необходимости в образцовых установках для калибровки, также существует ряд недостатков. Наиболее существенными из них являются: квадратичная зависимость между расходом и перепадом, что не позволяет измерять расход менее 30 % от максимального из-за высокой погрешности измерения и затрудняет использование этих приборов для измерения расходов, изменяющихся в широких пределах; ограниченная точность, причем погрешность измерения колеблется в широких пределах, в зависимости от состояния сужающего устройства, диаметра трубопровода, постоянства давления и температуры измеряемой среды.

Расчеты по сжиганию газа ведутся исходя из нормальных условий ведения технологического процесса. При аварийных ситуациях количество сбрасываемого газа может существенно отличаться от расчетных.

В настоящее время возникла необходимость более точного учета расхода газа на факельную линию, для того чтобы реально оценить наносимый ущерб окружающей среде, рассчитать платы за загрязнение, свести потери и объем неучтенного газа до минимума.

На сегодня наиболее перспективным методом измерения можно предложить измерения тепловыми расходомерами СУРГ 1.001.Ех термоанемометрического действия. Прибор включается в себя нагревательный элемент и устройство для измерения температур потока и тела, контактирующего с потоком. Принцип действия прибора основан на зависимости между количеством теплоты, теряемой непрерывно нагреваемым телом, и скоростью потока, в котором это тело находится.

Система учета расхода газа предназначена для измерения расхода газа в факельных линиях нефтеперерабатывающих заводов и предприятий с давлением измеряемой среды до 10 кгс/см² и температурой гам до 150°С

Система измеряет скорость потока газа от 0,1 м/с до 30 м/с и преобразует значение скорости в его расход

Система состоит из измерительного модуля, устанавливаемого непосредственно на трубопроводе, контрольно - вычислительного устройства, находящегося в операторной и кабеля связи.

Задание:

1. По технической документации на измерительный комплекс СУРГ 1.001.Ех. изучить состав и принцип работы комплекса.
2. Выписать основные технические характеристики комплекса.
3. Начертить структурную схему системы учета расхода газа.
4. Выписать назначение и функциональные возможности составных частей комплекса.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

ИЗУЧЕНИЕ СЧЕТЧИКА ГАЗА ВИХРЕВОГО СВГ. М

Цель занятия:

1. Закрепить теоретические знания по методам и средствам измерения расхода.
2. Получить практические навыки использования средств измерения расхода в ГЗУ.

Материально-техническое обеспечение: техническая документация на счетчик СВГ. М, методические указания по выполнению работы.

Ход занятия:

1. Изучить краткие теоретические сведения.
2. Выполнить задание.
3. Оформить отчет в соответствии с заданием.
4. По контрольным вопросам подготовиться к защите практической работы.

Контрольные вопросы:

1. Пояснить назначение и состав счетчика.
2. Рассказать, на чем основан метод измерения расхода газа, как происходит преобразование измерительной информации в выходной сигнал.
3. Выполнение, каких функций обеспечивает счетчик?
4. Где можно устанавливать и эксплуатировать датчики и блок БКТ. М?
5. Сколько датчиков одновременно можно подключать к блоку БКТ. М?

Краткие теоретические сведения:

Счетчики газа вихревые СВГ. М предназначены для оперативного и коммерческого учета потребляемого природного газа и других неагрессивных газов (воздух, азот, кислород и т.п.) на промышленных объектах, а также объектах коммунально-бытового назначения.

Параметры измеряемой среды:

- избыточное давление, МПа.....от 0,003 до 2,5;
- плотность при нормальных условиях, кг/м³, не менее..... 0,6;
- содержание механических примесей, мг/м³, не более.....50;
- температура, °С.....от минус 20 до плюс 250.

Счетчик СВГ.М состоит из:

- датчика расхода ДРГ.М;
 - датчика избыточного (абсолютного) давления с токовым выходом 4-20 мА типа "Сапфир-22М" или аналогичный;
 - датчика температуры с унифицированным токовым выходным сигналом 0-5 или 4-20 мА;
 - блока контроля теплоты микропроцессорного БКТ. М (блок БКТ.М).
- Датчик расхода газа ДРГ. М предназначен для преобразования объем-

ного расхода газа (при рабочем давлении) в числоимпульсный сигнал. Счетчик СВГ. М обеспечивает одновременный учет газа по 3 каналам (газопроводам). Счетчик СВГ. М выполняет следующие функции:

- измерение расхода газа;
- измерение температуры и давления газа;
- измерение времени наработки при включенном питании и индикация часов реального времени;
- вычисление объема газа, приведенного в соответствии с ПР 50.2.019-2004 к стандартным условиям;
- вычисление среднечасовых значений параметров потока газа (давление, температура, расход в рабочих и приведенных к нормальным условиям метрах кубических) по каждому контролируемому газопроводу;
- накопление информации об объеме газа, приведенного к стандартным условиям, нарастающим итогом по каждому контролируемому газопроводу;
- отображение информации о текущих, среднечасовых и итоговых параметрах потока газа по каждому контролируемому газопроводу на индикаторе-дисплее блока БКТ. М;
- регистрация (каждый час) информации о среднечасовых и итоговых параметрах по каждому контролируемому газопроводу и хранение этой информации в энергонезависимой памяти в течение не менее 2 месяцев;
- аварийное сохранение информации о текущих параметрах при отключении питания;
- запись сохраняемой информации на магнитный 3,5" диск, по запросу оператора, с помощью встроенного дисководов блока БКТ. М;
- передача информации на верхний уровень при помощи стандартного интерфейса RS232, RS485;
- самодиагностика и тестирование блоков и узлов, входящих в состав счетчика СВГ.М.

Датчики расхода, давления и температуры могут устанавливаться в помещениях или на открытом воздухе (под навесом)

Основная относительная погрешность измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, не превышает $\pm 2,5$ %.

Длина линии связи между блоком БКТ.М и датчиками расхода, давления, температуры не более 500 м.

Работа счетчика СВГ. М основана на измерении давления, температуры и расхода газа, при рабочих условиях с последующим вычислением объема газа приведенного к стандартным условиям.

Датчик расхода обеспечивает линейное преобразование объемного расхода газа, при рабочих условиях, в числоимпульсный сигнал, с ценой импульса в соответствии с типоразмером.

Измерение расхода происходит следующим образом: набегающий поток образует за чувствительным элементом первичного преобразователя (тело обтекания, ТО) вихревую дорожку, состоящую из двух цепочек вих-

рей, образующихся на верхней и нижней кромках ТО и перемещающихся вместе с потоком.

Принцип действия датчика основан на регистрации каждого из вихрей путём "просвечивания" потока ультразвуковым лучом, направленным перпендикулярно оси ТО. После взаимодействия ультразвуковых колебаний с цепочкой вихрей сигнал, принятый пьезоприёмником, оказывается модулированным по фазе. Модулированный сигнал преобразуется в преобразователе в виде прямоугольных импульсов, подаётся на блок БКТ. М.

Задание:

1. По технической документации на счетчик расхода газа СВГ. М изучить состав и принцип измерения.
2. Выписать назначение, состав и основные технические характеристики счетчика.
3. Начертить общий вид счетчика.
4. Выписать, на чем основана работа счетчика и как происходит измерение расхода газа.

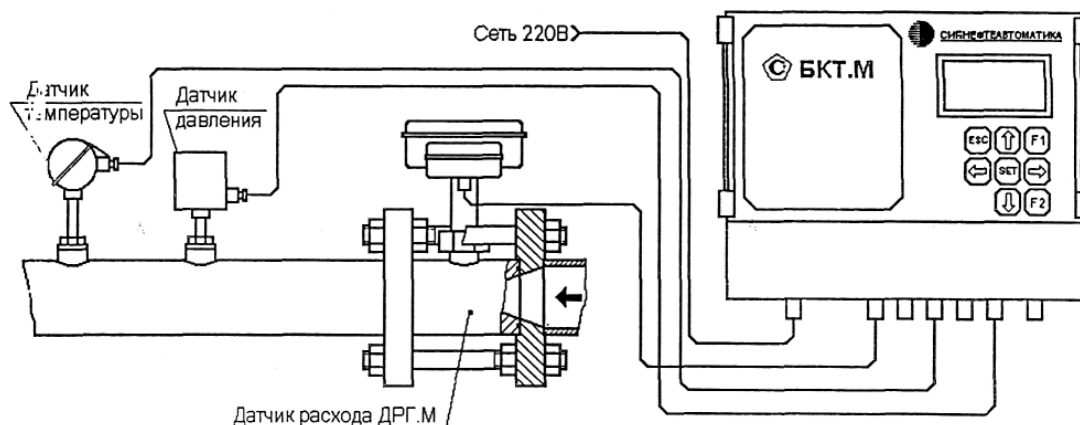


Рисунок 1.1 - Счётчик газа вихревой СВГ.М. Общий вид.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

ИЗУЧЕНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРАХ

Цель занятия:

1. Закрепить теоретические знания по методам и средствам измерения уровня.
2. Получить практические навыки использования системы контроля уровня в резервуарах.

Материально-техническое обеспечение: техническая документация, методические указания по выполнению работы.

Ход занятия:

1. Изучить краткие теоретические сведения.
2. Выполнить задание.
3. Оформить отчет в соответствии с заданием.
4. По контрольным вопросам подготовиться к защите практической работы.

Контрольные вопросы:

1. Назначение и функциональные возможности уровнемеров.
2. Каков тип выходных сигналов уровнемеров?
3. Можно ли использовать уровнемеры в качестве сигнализаторов уровня?
4. Можно ли применять уровнемеры во взрывопожароопасных зонах?
5. Сколько датчиков можно подключить к контроллеру?
6. Можно ли на контроллере проконтролировать текущее значение уровня?
7. Как определяется значение уровня?

Краткие теоретические сведения:

Уровнемеры радиоволновые РДУ1 и ГАММА-РДУ1 (далее «уровнемеры») предназначены для непрерывного бесконтактного измерения уровня различных жидких, вязких, парящих, неоднородных, выпадающих в осадок, взрывоопасных продуктов, в том числе нефтепродукты и сыпучих кусковых материалов с размером гранул от 0 до 10 мм. в резервуарах.

Стойкость датчиков уровнемеров к агрессивным средам ограничена применяемыми в антеннах датчиков материалами.

Уровнемеры имеют в составе один или два датчика РДУ1 и различаются вторичными приборами. Могут обеспечивать цифровой обмен по последовательному интерфейсу RS-485 с ЭВМ верхнего уровня в формате протокола Modbus RTU.

Уровнемеры обеспечивают:

- индикацию измеренных уровней;
- управление внешними устройствами (четыре изолированных ключа с выходом типа «сухой контакт» и программируемыми привязками, порогами срабатывания и гистерезисами);
- формирование стандартных токовых сигналов, пропорциональных измеряемым параметрам (два канала с программируемой привязкой), для работы с самопишущими и другими устройствами регистрации;
- одновременное регулирование (позиционный или пропорциональный законы регулирования) по двум уровням, измеряемым подключенными к контроллеру датчиками.

Уровнемеры РДУ1 в зависимости от типа выходного сигнала поставляются в виде следующих комплектов:



Рисунок 1.1 – Виды датчиков уровня

– комплект РДУ1-0 (1, 2, 3)-ТВ включает в себя датчик уровня радиоволновый РДУ1 (далее «датчик»), обеспечивающий непосредственное измерение текущего значения уровня, и блок токового выхода искробезопасный БТВИ2 (далее «БТВИ2»). Комплект обеспечивает формирование токового сигнала 4...20 мА, в величине которого содержится информация о значении измеренного уровня;

– комплект РДУ1-0(1, 2, 3)-RS включает в себя датчик и блок интерфейса искробезопасный БИИ2 (далее «БИИ2»). Комплект имеет выходной сигнал в виде последовательного интерфейса RS-485 в формате протокола Modbus RTU.

Уровнемеры ГАММА-РДУ1 поставляются в виде комплектов, которые включают в себя один или два датчика уровня радиоволновых РДУ1, обеспечивающих непосредственное измерение текущих значений уровней, и контроллер ГАММА-12 (далее «контроллер»).

Датчики, входящие в состав уровнемеров, поставляются в исполнениях с различными антеннами:

- рупорной (РДУ1-0);
- параболической (РДУ1-1);
- диэлектрической (РДУ1-2);
- волноводом (РДУ1-3).

Датчики подключаются к вторичным приборам (блокам БТВИ2, БИИ2; контроллеру ГАММА-12) с помощью четырехпроводного экранированного кабеля.

Для работы на резервуарах с агрессивными средами (АС) и повышенным давлением (ПД) могут использоваться изолирующие окна.

Для исключения налипания паращих и пылящих продуктов на внутренние полости антенн могут использоваться защитные кожухи, выполненные в виде фторопластовой оболочки.

Защитные кожухи поставляются по отдельному заказу. Необходимость и возможность установки защитного кожуха во взрывоопасной зоне определяется Заказчиком.

Для выноса антенны за пределы высоких установочных люков могут применяться до четырех волноводных удлинителей длиной 0,25 м каждый, поставляемые по отдельному заказу. Необходимость и возможность установки удлинителей, и их количество определяются Заказчиком.

Номенклатура выпускаемых уровнемеров РДУ1 и ГАММА-РДУ1 определяется номенклатурой и количеством входящих в их состав датчиков, необходимой точностью измерения уровня, типом выходного сигнала (только для уровнемеров РДУ1) и конструктивными особенностями резервуара.

Основные технические характеристики и условия эксплуатации датчиков и вторичных приборов уровнемеров даны в таблице П.7.1(см. каталог).

Метрологические характеристики уровнемеров РДУ1 приведены в таблице П.7.2 (см. каталог).

Характеристики выходных сигналов блоков БТВИ2 и БИИ2:

- диапазон токового сигнала БТВИ2 – от 4 до 20 мА;
- тип интерфейса БИИ2 – RS-485;



Рисунок 1.2 - Состав комплекта уровнемеров РДУ1

Характеристики контроллера:

- число подключаемых датчиков – два;
- жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) со светодиодной подсветкой имеет две строки по 8 знакомест (матрица 5x7 точек, размер символа 2,96x5,56 мм) и обеспечивает вывод алфавитно-цифровой информации;
- контроллер имеет четыре светодиода, индицирующих текущее состояние ключей, пьезоэлектрический звонок и шесть светодиодов, индицирующих прием/передачу информации от датчиков и интерфейса RS-485;
- для программирования контроллера пользователю предоставляется трехкнопочная клавиатура. Все программируемые параметры и константы запоминаются в энергонезависимой памяти контроллера и сохраняются при отключении питания;
- тип интерфейса – RS-485;
- число выходных токовых сигналов – два;

- выходные токовые сигналы 0...5 мА обеспечиваются контроллером на нагрузке не более 2 кОм, 0...20 мА и 4...20 мА – на нагрузке не более 450 Ом;

- пределы допускаемой абсолютной погрешности выходных токовых сигналов ± 20 мкА.

Электрические параметры и характеристики уровнемеров РДУ1:

- питание уровнемеров осуществляется от внешнего гальванически изолированного от силовой цепи стабилизированного источника питания;

- обмен информацией датчика с блоками ведется последовательным кодом в асинхронном полудуплексном режиме по внутреннему протоколу ЗАО «Альбатрос» версии 2.0. Скорость передачи составляет 2400 бит/с.

Электрические параметры и характеристики уровнемеров ГАММА-РДУ1:

- питание контроллера уровнемера осуществляется от сети переменного тока напряжением от 180 до 242 В, частотой (50 ± 1) Гц.

- обмен информацией датчиков с контроллером ведется последовательным кодом в асинхронном полудуплексном режиме по внутреннему протоколу ЗАО «Альбатрос» версии 2.0. Скорость передачи составляет 2400 бит/с.

Измерение дальности до продукта производится радиолокационным методом. Частотно-модулированный сигнал сверхвысокой частоты излучается в направлении к поверхности продукта (цели) и, отразившись от цели, принимается антенной датчика, входящего в состав уровнемера. Дальность до поверхности продукта пропорциональна разностной (дальномерной) частоте принятого и излучаемого сигналов и вычисляется по формуле:

$$L_{ц} = S \cdot F,$$

где $L_{ц}$ – дальность до поверхности продукта, м;

F – дальномерная частота, Гц;

S – коэффициент пересчета, м/Гц.

Задание:

1. По технической документации и методическим указаниям изучить состав и принцип работы уровнемеров.

2. Выписать основные назначение состав и основные характеристики уровнемеров.

3. Начертить рисунок, поясняющий состав уровнемеров.

4. Изложить принцип измерения.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

ИЗУЧЕНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НА УЗЛАХ УЧЕТА НЕФТИ

Цель занятия:

1. Закрепить теоретические знания по методам и средствам измерения влажности.
2. Получить практические навыки использования системы контроля влажности на УУН.

Материально-техническое обеспечение: техническая документация, методические указания по выполнению работы.

Ход занятия:

1. Изучить краткие теоретические сведения.
2. Выполнить задание.
3. Оформить отчет в соответствии с заданием.
4. По контрольным вопросам подготовиться к защите практической работы.

Контрольные вопросы:

1. Назначение и функциональные возможности уровнемеров.
2. Каков тип выходных сигналов уровнемеров?
3. Можно ли использовать уровнемеры в качестве сигнализаторов уровня?
4. Можно ли применять уровнемеры во взрывопожароопасных зонах?
5. Сколько датчиков можно подключить к контроллеру?
6. Можно ли на контроллере проконтролировать текущее значение уровня?
7. Как определяется значение уровня?

Краткие теоретические сведения:

Электрические методы измерения влажности основаны на зависимости электрических параметров водонефтяной эмульсии от количества содержащейся в ней воды. К электрическим методам относятся кондуктометрический и диэлькометрический.

Кондуктометрические влагомеры, использующие зависимость проводимости веществ от влагосодержания, при измерении содержания воды в водонефтяной эмульсии дают большую погрешность. Это связано с тем, что на величину электропроводности эмульсии влияет не только влагосодержание, но и состав нефти, наличие примесей, поверхностные токи, температура и ряд других факторов.

Диэлькометрические влагомеры используют значительную разницу диэлектрической проницаемости нефти (около 2,5) и воды (80). Такая разница в диэлектрических проницаемостях воды и нефти позволяет создать влагомер с высокой чувствительностью. Принцип действия такого влаго-

мера заключается в измерении емкости конденсатора, образованного двумя электродами, опущенными в анализируемую водонефтяную эмульсию.

Известно, что емкость конденсатора:

$$C = S \varepsilon / d,$$

где S – поверхность обкладок конденсатора;
 ε – диэлектрическая проницаемость среды между обкладками;
 d – расстояние между обкладками.

Если принять, что S - площадь электродов (обкладок конденсатора), опущенных в анализируемую эмульсию, и d - расстояние между ними неизменны, то емкость конденсатора C , очевидно, будет зависеть от изменения ε , т. е. от изменения содержания воды в нефти.

Исследования, проведенные рядом ученых, показали, что диэлектрическая проницаемость нефти зависит от ее физико-химического состава (т. е. различна для разных нефтей), температуры и количества растворенного в ней газа. Поэтому однозначная зависимость емкости конденсатора, являющегося датчиком прибора, от количества воды в нефти может быть получена только при компенсации влияния указанных факторов.

На рисунке 1.1 приведена блок-схема унифицированных нефтяных влагомеров УВН-2 для непрерывного измерения объемного содержания воды в потоке нефти. Влагомер выпускается на пределы измерения 0-60 % (УВН-1) и 0-3 % (УВН-2). Схема емкостного датчика влагомера приведена на рис. 1.2. Корпус 1 внутри покрывается эпоксидной смолой или бакелитовым лаком для защиты его от коррозии и отложений парафина.

На фланце 6 монтируется внутренний электрод, длину которого можно регулировать вращением штока 4 . К стальному патрубку 7 , укрепленному на фланце 6 с помощью кольца 8 , крепится стеклянная труба 2 . Внутри трубы на длине 200 мм распылением наносится слой серебра, который является внутренним электродом 3 датчика. Вращая штурвалом 5 шток 4 , можно перемещать в электроде 3 металлический цилиндр 9 , контактирующий с серебряным покрытием, настраивая, таким образом, влагомер на измерение содержания воды в нефтях различных сортов. В качестве внешнего электрода используется корпус 1 датчика.

Датчик устанавливается в вертикальном положении, что обеспечивает однородность потока. Для компенсации влияния температуры предусмотрен электрический термометр 10 с мостом температурной компенсации. Диэлектрическую постоянную нефтеводной смеси определяют по формуле Винера. Затем вычисляется расход чистой нефти прошедшей через датчик.

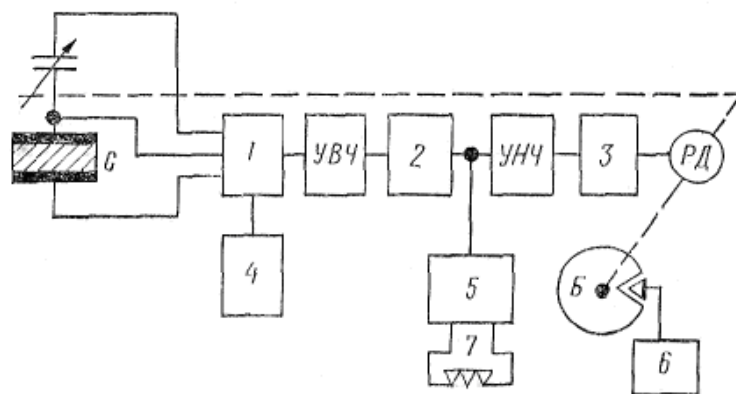


Рисунок 1.1 - Блок-схема влагомера УВН-2

1 - индуктивный мост; 2 - детектор усилителя высокой частоты; 3 - выходной каскад; 4 - модулятор; б - мост температурной компенсации; б - реле времени; 7 - термодатчик; С - емкостной датчик; УВЧ - усилитель высокой частоты; РД - реверсивный электродвигатель выходного каскада. Влагомер питается от сети переменного тока 220 В,

Задание:

1. По технической документации и методическим указаниям изучить состав и принцип работы влагомеров.
2. Выписать назначение, состав и основные характеристики влагомера УДВН-1.
3. Начертить блок-схему влагомера УВН-2.
4. Изложить принцип измерения.

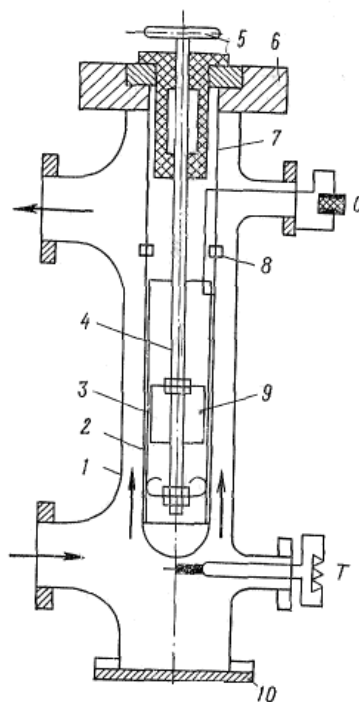


Рисунок 1.2 - Схема емкостного датчика влагомера УВН-2

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исакович Р.Я., Попадько В.Е. Контроль и автоматизация добычи нефти и газа. – М.: Недра, 1985. – 351 с.
2. Фарзане К.Г., Илясов Л.В. Технологические измерения и приборы. – М.: Высшая школа, 1989. – 456 с.
3. Козловский Н.С., Виноградов А.Н. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1979. – 224 с.
4. Козловский Н.С., Ключевский В.М. Сборник примеров и задач по курсу «Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения». – М.: Машиностроение, 1983. – 304 с.
5. Исакович Р.Я. Технологические измерения и приборы. – М.: Недра, 1979. – 344 с.
6. Подкопаев А.П. Технологические измерения и контрольно-измерительные приборы. – М.: Недра, 1986. – 295 с.
7. Абдрахманов Г.С. Контроль технологических процессов в бурении. – М.: Недра, 1974. – 376 с.
8. Устройства уровнеметрии и средства автоматизации./ Каталог, выпуск 4. – М.: ЗАО «Альбатрос», 2008. – 161 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	4
ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	10
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1	13
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2	17
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3	19
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4	24
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5	26
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6	28
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7	33
ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	36

КОМПЛЕКС ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
по дисциплине «Технологические измерения и приборы АСУ ТП»

**Методические указания к лабораторным и практическим работам
для студентов образовательных учреждений
среднего профессионального образования
всех форм обучения (очная, заочная)
по специальности 220301
«Автоматизация технологических процессов и производств
(по отраслям)»**

Комплекс лабораторно-практических занятий разработал:
преподаватель О.Н.Соколова.

Подписано к печати *18.06.2009 г.*
Формат 60x84/16
Тираж

Объем *2,3* п.л.
Заказ
50 экз.

Югорский государственный университет
НИЖНЕВАРТОВСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ
филиал государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Югорский государственный университет»
Редакционно-издательский отдел
628615 Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ,
г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.

