

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГАЗПРОМ ТЕХНИКУМ НОВЫЙ УРЕНГОЙ»**

Сборник методических указаний

для студентов

по выполнению лабораторных работ

по общепрофессиональной дисциплине

ОП.11. Основы автоматизации технологических процессов

профессионального цикла

программы подготовки специалистов среднего звена

21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Новый Уренгой 2017

Методические указания для выполнения лабораторных работ разработаны в соответствии рабочей программой общепрофессиональной дисциплины ОП. 11 «Основы автоматизации технологических процессов» на основе ФГОС СПО по специальности 21.02.01 *Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений* с учетом профессиональных стандартов ПС «Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса» № 436, ПС «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» № 349 и содержат требования по подготовке, выполнению и оформлению результатов лабораторных работ.

Методические указания по выполнению лабораторных работ адресованы студентам очной и заочной форм обучения.

РАЗРАБОТЧИК:

Светлана Петровна. Ванислава, преподаватель

Данные методические указания
являются собственностью
© ЧПОУ «Газпром Техникум Новый Уренгой»

Рассмотрен на заседании кафедры
электротехнических дисциплин
и рекомендован к применению
Протокол № 01 от « 12 » сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой ЭТС

Константинов Е.Г. Е.Г. Константина

Зарегистрирован в реестре программной и
учебно-методической документации

Регистрационный номер 500.МУ.ЭМ.07.11.
КЭТС. 001-17

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Правила поведения и техника безопасности при проведении лабораторных работ.....	7
2 Критерии оценивания лабораторных работ	8
Тема 1.2 «Измерение давления» Лабораторная работа № 1«Проверка манометров».....	10
Тема 1.2 «Измерение давления» Лабораторная работа № 2 «Проверка и исследование измерительного преобразователя давления».	166
Тема 1.3 Измерение температуры Лабораторная работа № 3 «Проверка компенсационного потенциометра, милливольтметра и исследование термопары».	23
Тема 1.3 Измерение температуры Лабораторная работа № 4 «Проверка автоматического моста, логометра и исследование термосопротивления».	32
Тема 1.3 «Измерение температуры» Лабораторная работа № 5 «Проверка срабатывания электроконтактных приборов и схем сигнализации».....	37
Тема 1.4 «Измерение расхода и количества вещества» Лабораторная работа № 6 «Исследование метода измерения расхода с помощью турбинного расходомера «Турбоквант».....	44
Тема 2.2 «Технические средства автоматизации» Лабораторная работа № 7 «Управление пневмоцилиндрами по скорости и положению».	51
Тема 2.3 «Исполнительные устройства автоматических систем» Лабораторная работа № 8 «Исследование алгоритма работы исполнительных механизмов»..	55
Тема 3.2 «Автоматизация добычи и промыслового сбора нефти» Лабораторная работа № 9 «Исследование алгоритма работы насосной станции».	67
Лист согласования.....	83

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемый студент!

Методические указания по дисциплине «**ОП. 11 «Основы автоматизации технологических процессов»** для выполнения лабораторных работ созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к лабораторным работам, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению лабораторной работы, Вы должны внимательно прочитать цель занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами третьего поколения (ФГОС-3), краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме лабораторной работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к лабораторной работе Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

Отчет о лабораторной работе Вы должны выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец.

Наличие положительной оценки по лабораторным работам необходимо для получения зачета по дисциплине и/или допуска к экзамену, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за лабораторную Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

Выполнение лабораторных работ направлено на достижение следующих целей:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

- формирование умений, получение первоначального практического опыта по выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины, профессионального модуля. Освоенные на практических и лабораторных занятиях умения в совокупности с

усвоенными знаниями и полученным практическим опытом при прохождении учебной и производственной практики формируют профессиональные компетенции;

- совершенствование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как творческая инициатива, самостоятельность, ответственность, способность работать в команде и брать на себя ответственность за работу всех членов команды, способность к саморазвитию и самореализации, которые соответствуют общим компетенциям, перечисленным в ФГОС СПО.

Предусмотрено проведение 9 лабораторных работ для очной формы обучения.

Образовательные результаты, подлежащие проверке в ходе выполнения лабораторных работ –

в совокупности лабораторные работы по учебной дисциплине ОП. 11 «Основы автоматизации технологических процессов» охватывают весь круг умений и знаний, перечисленных в рабочей программе общепрофессиональной дисциплины ОП. 11 «Основы автоматизации технологических процессов» и во ФГОС СПО по специальности *21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений*. Выполнение лабораторных работ направлено на формирование общих компетенций и профессиональных компетенций:

Код	Наименование результата обучения
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество
ОК 3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

ОК 6	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями
ОК 7	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности
ПК 1.1	Контролировать и соблюдать основные показатели разработки месторождений с помощью средств автоматизации
ПК 1.2.	Контролировать и поддерживать оптимальные режимы разработки и эксплуатации скважин с помощью средств автоматизации

умения:

Код	Наименование результата обучения
У 1	использовать средства автоматизации технологических процессов добычи нефти и газа
У 2	выбирать по заданным условиям, справочной литературе, каталогам средства измерений и автоматизации
У 3	работать с приборами и производить основные технические измерения
У 4	составлять и читать функциональные схемы автоматизации

знания:

Код	Наименование результата обучения
Зн 1	устройство, принцип действия и применение средств измерений и автоматизации
Зн 2	назначение и функции каждого элемента в системе автоматического регулирования
Зн 3	типовые схемы автоматизации технологических процессов
Зн 4	использование ЭВМ в АСУ ТП

Внимание! Если в процессе подготовки к лабораторным работам или при решении задач у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий.

Время проведения дополнительных занятий можно узнать у преподавателя или посмотреть на двери его кабинета.

Желаем Вам успехов!!!

1 Правила поведения и техника безопасности при проведении лабораторных работ

1.1 Перед началом выполнения лабораторной работы:

Изучите описание этой работы, подготовьте схемы экспериментов;

Выполняется работа на одном стенде группой из двух и более человек одновременно;

Приступайте к выполнению работы только с разрешения преподавателя;

Проверьте наличие надежного соединения корпуса стендса заземляющим устройством;

Убедитесь, что стенд обесточен: все выключатели, автоматы, рубильники находятся в положении «выключено»;

Особое внимание обратите на исправность изоляции соединительных проводов.

1.2 Во время выполнения лабораторной работы:

Все переключения в схему производите только при обесточенном стенде; после пересоединения схему вновь предоставьте на проверку преподавателю;

Категорически запрещается касаться руками клемм, открытых токоведущих частей приборов в схеме, находящихся под напряжением;

При возникновении в схеме каких-либо неисправностей быстро отключите ее от сети и оповестите преподавателя; самостоятельно устранять неисправности оборудования категорически запрещается.

1.3 После выполнения лабораторной работы:

Обесточьте стенд;

Уберите соединительные провода, дополнительные приборы в указанное преподавателем время;

Сдайте рабочее место лаборанту.

2 Критерии оценивания лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ необходимо воспользоваться:

- методическим указанием по выполнению лабораторных или практических работ
- внимательно прочитать раздел по технике безопасности

Форма и условия контроля и оценивания знаний и умений:

отчет по работе выполненный на листах формата А4 в соответствии с требованиями

защита работы в устной или письменной форме по контрольным вопросам приведенным в методических указаниях

Критерии оценивания лабораторных и практических работ приведены в таблице

Оценка	Критерии
«Отлично»	1. Правильно выполнена работа в полном объеме с соблюдением технологической последовательности эксперимента. 2. Проявляются организационно-трудовые умения, профессиональные и общие компетенции. 3. Верно определяются метрологические характеристики датчиков и приборов 4. Работа выполняется с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием. 5. Точно проведены технические расчёты, построены графики и сделаны выводы по результатам измерений и расчётов. 6. Правильно составлена функциональная схема автоматизации
«Хорошо»	1. В ходе выполнения работы допущено два-три недочета или не более одной ошибки и одного недочета. 2. В отчёте допущены неточности, выводы сделаны неполные.
«Удовлетворительно»	1. Работа выполняется правильно не менее, чем на половину, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы. 2. Работа поначалу проведена с помощью преподавателя; или в ходе проведения эксперимента допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов. 3. Допускает грубую ошибку в ходе эксперимента (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с материалами и оборудованием), которая исправляется по требованию преподавателя.
«Неудовлетворительно»	1. Выполнил работу не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов.

	<p>2. Опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.</p> <p>3. В ходе работы и в отчете обнаружились в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3»</p> <p>4. Допускает две и более грубые ошибки в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, которые не может исправить даже по требованию преподавателя.</p>
--	---

Тема 1.2 «Измерение давления»

Лабораторная работа № 1

«Проверка манометров».

1 Учебная цель работы: формирование умения проверять технический манометр по показаниям образцового манометра на грузопоршневом манометре.

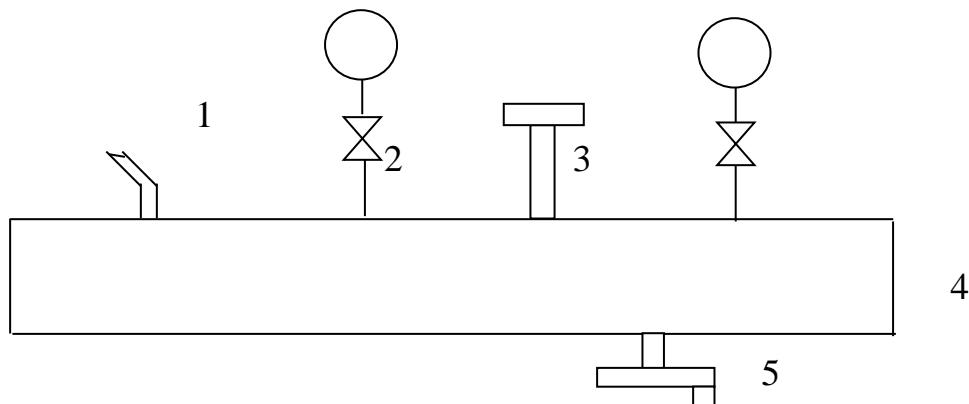
2 Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с приборами, оборудованием, используемыми в работе; записать их технические данные в таблицу 1.

Таблица 1. Технические данные приборов и оборудования.

Наименование	Тип	Предел измерения	Класс точности
Манометр грузопоршневой			
Манометр технический			
Манометр образцовый			

Собрать испытательную установку по рисунку 1.



- 1- Ручка грубой регулировки давления;
 - 2- Вентиль;
 - 3- Грузовая колонка;
 - 4- Основание грузопоршневого манометра;
 - 5- Штурвал точной регулировки давления;
- M₁, M₂- образцовый и технический манометры;

Рисунок 1.Испытательная установка.

Установить стрелки манометров на нулевую отметку шкалы при отсутствии давления с помощью корректора нуля.

Проверить технический манометр, для чего измерить давление по показаниям манометров M_1 и M_2 при увеличении и уменьшении давления на всех оцифрованных точках шкалы поверяемого манометра (ручки 1,5).

Данные результатов измерений и расчетов занести в таблицу 2.

Таблица 2. – Данные поверки технического манометра.

Показания технического манометра	Показания образцового манометра		Абсолютная погрешность	Приведенная погрешность	Вариация
P_x kgc/cm^2	$P_{0\uparrow}$ kgc/cm^2	$P_{0\downarrow}$ kgc/cm^2	ΔP kgc/cm^2	γ %	γ_e %

Произвести расчеты по формулам:

Показания образцового манометра

$$P_0 = \frac{n_0 \cdot P_{\text{в.н}}}{n_{\text{шк}}},$$

где n_0 – показание манометра в делениях;

$P_{\text{в.н}}$ – верхний предел измерения манометра;

$n_{\text{шк}}$ – общее количество делений на шкале манометра.

Абсолютная погрешность

$$\Delta P = P_x - P_0,$$

P_0 берется худшее из двух значений $P_{0\uparrow}$ и $P_{0\downarrow}$

Приведенная погрешность.

$$\gamma = \frac{\Delta P}{P_N} \cdot 100\%,$$

где P_N – нормирующее значение (верхний предел поверяемого технического манометра)

Вариация.

$$\gamma = \frac{P_0 \uparrow - P_0 \downarrow}{P_N} \cdot 100\%$$

Составить отчет и сделать вывод о соответствии технического манометра своему классу точности.

3 Краткие теоретические сведения:

Для измерения давления используют различные виды манометров.

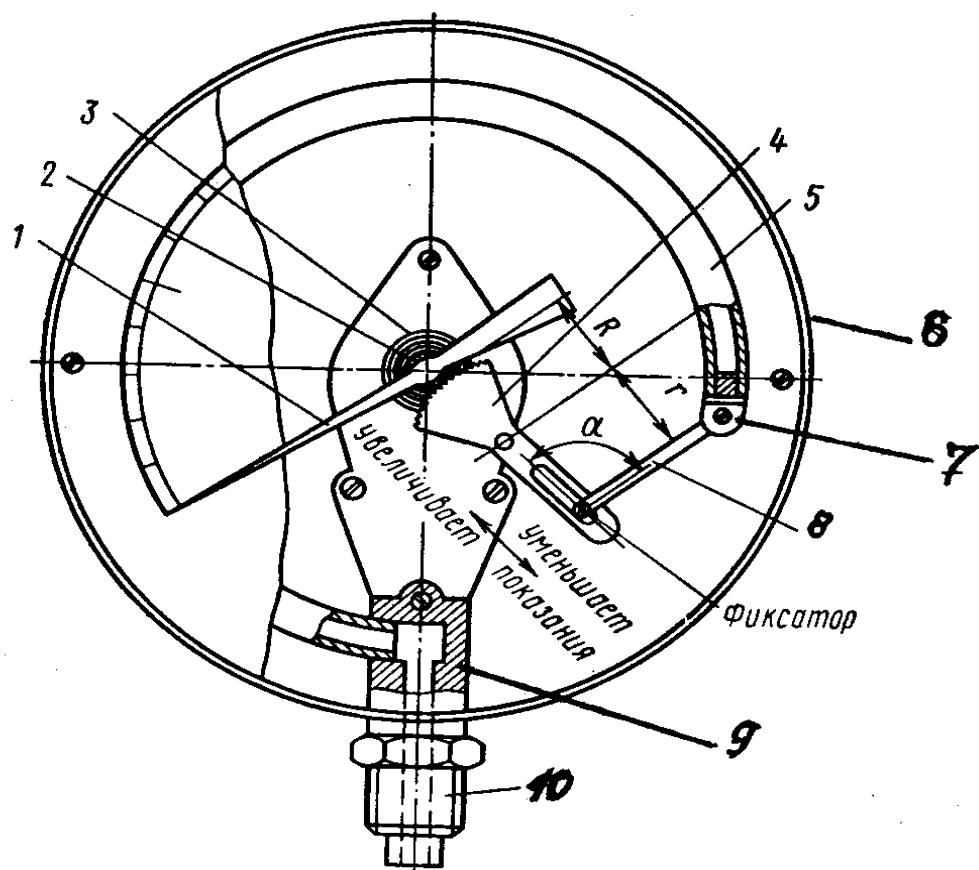


Рисунок 2 - Трубчато-пружинный манометр

Широкое применение в промышленности нашли трубчато пружинные манометры (рис 2). В качестве чувствительного элемента используют трубчатые пружины (одновитковые, многовитковые). Трубчатая пружина одновитковая представляет собой согнутую по кругу полуую трубку 5,

имеющую в сечении форму эллипса. Один конец этой трубы впаян в держатель **9**, второй конец заглушен пробкой **7**. Держатель **9** прикреплен к корпусу **6** манометра винтами и имеет выступающий из корпуса штуцер **10** с резьбой, посредством которого присоединяют прибор к измеряемой среде. Внутри штуцера имеется канал, соединяющийся с внутренней полостью трубы **5**. Свободный конец трубы шарнирно соединен с поводком **8**, второй конец которого также шарнирно связан с зубчатым сектором **4**. Сектор может свободно вращаться вокруг оси, проходящей через его середину. При помощи зубчатого зацепления перемещение сектора вызывает вращение трибки² (маленькая шестерня) на оси которой находится стрелка **1** прибора. Упругим металлическим волоском Зтрибка всегда прижата к сектору, поэтому в зацеплении нет зазоров.

Принцип действия манометра с трубчатой пружиной основан на уравновешивании измеряемого давления силой упругой деформации одновитковой трубчатой пружины. Под действием давления свободный конец манометрической трубы будет изгибаться, перемещение его через кинематический узел (поводок – зубчатый сектор - трибка) передается стрелке манометра.

К основным неисправностям манометра относятся:

Изнашивание деталей передаточного механизма (трибка, сектор и т.д.), увеличение зазоров в соединениях передаточного механизма;

Появление остаточных деформаций в трубчатой пружине;

Деформация измерительной стрелки;

Неисправности шкалы, корпуса, стекла прибора

После ремонта манометр должен пройти ведомственную или государственную поверку на грузопоршневом манометре. Сличением показаний образцового манометра и поверяемого производится проверка класса точности отремонтированного прибора.

Алгоритм устранения погрешностей манометров:

- а) произвести поворот передаточного механизма против часовой стрелки на определенный угол α ;
- б) установить стрелку прибора против середины шкалы;
- в) зафиксировать угол $\alpha = 90^0$
- г) зафиксировать положение передаточного механизма;
- д) произвести сборку манометра;
- е) произвести поверку манометра;
- ж) при положительной погрешности увеличить плечо r между сектором 4 и поводком 8 (рис 2), для этого ослабить фиксатор отверткой, переместить поводок 8 к концу сектора 4, закрепить фиксатор.
- з) при отрицательной погрешности уменьшить плечо r между сектором 4 и поводком 8 (рис 2), для этого необходимо ослабить фиксатор отверткой, переместить поводок 8 к началу сектора 4, закрепить фиксатор.

4 Содержание отчета:

- название и цель работы;
- испытательная установка (рис.1);
- таблица 1 с техническими данными приборов;
- таблица 2 с результатами измерений и расчетов; расчеты;
- вывод о проделанной работе.

5 Контрольные вопросы:

1. Понятие о давлении, единицы измерения давления.
2. Классификация приборов для измерения давления.
3. Устройство и принцип работы деформационных манометров.
4. Порядок поверки манометров.
5. Погрешности абсолютная, относительная, приведенная.

6. Определение и форма вариации.
7. По каким параметрам делается вывод о соответствии манометра своему классу точности?
8. Порядок регулировки манометров с одновитковой трубчатой пружиной и секторным механизмом.

6 Список использованных источников:

1. Сотскова Е.Л., Головлева С.М. Основы автоматизации технологических процессов переработки нефти и газа. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 304 с.
2. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. Спб: ПРОФЕССИЯ, 2009. 592с.
3. ПС «Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса» № 436.
4. ПС «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» № 349.

Тема 1.2 «Измерение давления»
Лабораторная работа №2 «Проверка и исследование измерительного преобразователя давления».

1 Учебная цель: формирование умения поверять преобразователь давления и приобрести навыки работы с ним.

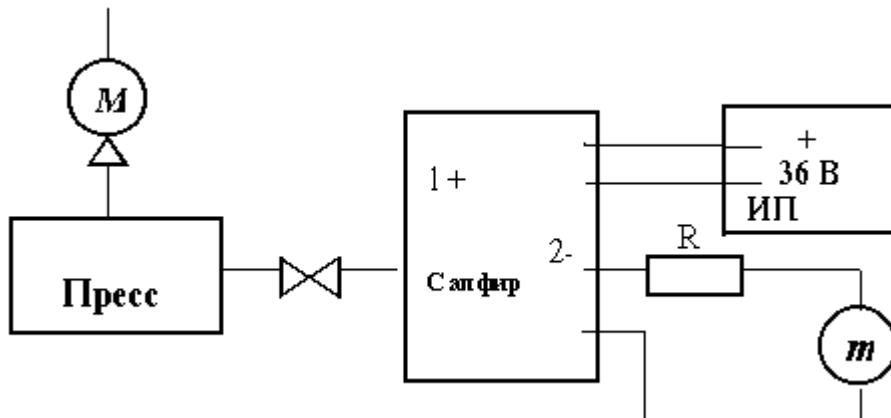
2 Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с приборами и оборудованием, используемыми в работе; записать их технические данные в таблицу 1

Таблица 1 - Технические данные приборов и оборудования

П/п	Наименование	Тип	Предел измерения	Класс точности
1.	Преобразователь «Сапфир»			
2.	Пресс манометрический			
3.	Манометр образцовый			
4.	Миллиамперметр образцовый			
5.	Магазин сопротивления			

Собрать схему установки по рисунку 1.



M – манометр образцовый,;

R - магазин сопротивлений $R = 500 \Omega$ при $I_{\text{вых}} = 4 - 20 \text{ mA}$,

$R = 1200 \Omega$ при $I_{\text{вых}} = 0 - 5 \text{ mA}$.

Рисунок 1. Схема установки для поверки преобразователя «Сапфир»

Поверить преобразователь «Сапфир», для чего измерить $I_{\text{вых}}$ миллиамперметром и давление манометром при увеличении и уменьшении давления. Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 2.

Таблица 2 - Данные результатов измерений и расчетов

П/п	Показания образцового манометра	Показания образцового миллиамперметра		Расчетный ток	Абсолютная погрешность	Приведенная погрешность	Вариация
	P	I_{\uparrow}	I_{\downarrow}	I_p	ΔI	γ	γ_b
	Krc/cm ²	mA	mA	mA	mA	%	%

Произвести расчеты.

Расчетный ток для заданного давления

$$I_p = \frac{P \cdot (I_{\max} - I_0)}{P_{\max}} + I_0$$

где P_{\max} – максимальное давление по «Сапфиру»;
 P – заданное давление по манометру;
 I_{\max} – максимальное значение выходного тока ($I_{\text{вых}}$) по «Сапфиру».
 I_0 – начальное (минимальное) значение выходного тока по «Сапфиру».

Абсолютная погрешность

$$I = I_p \Delta I,$$

I берется худшее из двух значений I_{\downarrow} и I_{\uparrow} .

Приведенная погрешность

$$\gamma = \frac{\Delta I}{I_N} \cdot 100\%$$

где I_N – нормирующее значение

$$I_N = I_{\max} - I_0$$

Вариация

$$\gamma = \frac{I \uparrow - I \downarrow}{I_N} \cdot 100\%$$

Составить отчет и сделать вывод о проделанной работе.

Основная допустимая погрешность преобразователя «Сапфир-22ДИ»

$$\gamma_{\text{доп}} = + 1\%.$$

3 Краткие теоретические сведения:

Преобразователи давления «Сапфир» предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивают непрерывное преобразование значения измеряемого параметра давления избыточного, абсолютного, гидростатического, разрежения, разности давлений нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи.

Преобразователи разности давления могут использоваться для преобразования значений уровня жидкости, расхода жидкости и газа в унифицированный токовый сигнал.

Преобразователи предназначены для работы со вторичными регистрирующими и показывающими приборами, регуляторами и другими устройствами автоматики, системами управления, работающими от стандартного выходного сигнала 0-5 мА, 0-20 мА, 4-20 мА постоянного тока.

Преобразователь состоит из измерительного блока и электронного устройства. Преобразователи различных параметров имеют унифицированное электронное устройство и отличаются лишь конструкцией измерительного блока.

На рисунке 2 показано устройство преобразователя давления «Сапфир-22ДИ» моделей 2150, 2160, 2170.

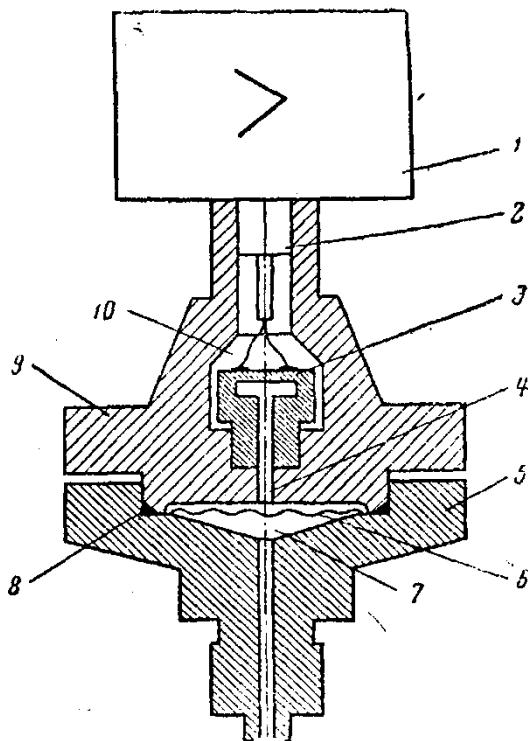


Рисунок 2 – Измерительное устройство преобразователя давления
«САПФИР 22 ДИ»

Чувствительным элементом тензопреобразователя является пластина из монокристаллического сапфира с кремниевыми пленочными тензорезисторами, прочно соединенная с металлической мембраной тензопреобразователя 3, который размещен внутри основания 9. Внутренняя полость 4 измерительного блока заполнена кремний - органической жидкостью и отделена от измеряемой среды металлической гофрированной мембранный 6, приваренной по наружному контуру к основанию 9. Полость 10 сообщена с окружающей атмосферой. Измеряемое давление подается в камеру 7 фланца 5, который уплотнен прокладкой 8.

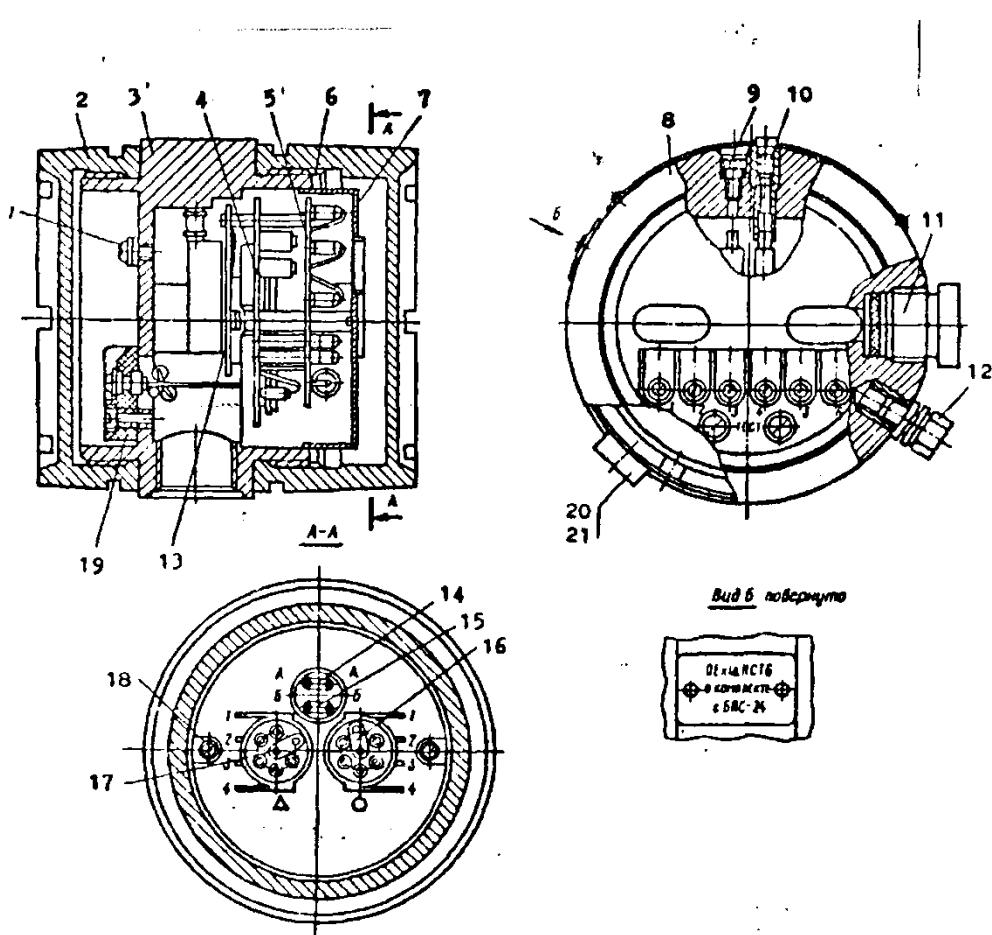


Рисунок 3 – Электронное устройство преобразователя давления
«Сапфир-22ДИ»

0

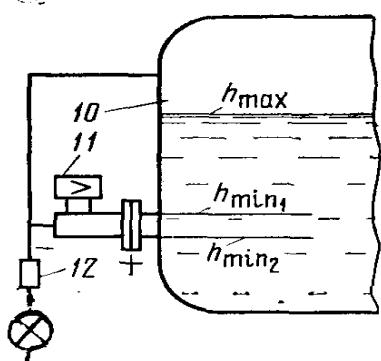


Рисунок 4 – Схема измерения жидкости в технологических аппаратах.

Измеряемое давление воздействует на гофрированную мембрану 6 и через кремний – органическую жидкость воздействует на чувствительный элемент тензопреобразователя 3, вызывая его деформацию и изменение сопротивления тензорезисторов соединенных по мостовой схеме. Изменение сопротивления тензорезисторов приводит к появлению напряжения и тока на выходе мостовой схемы. Электрический ток от тензопреобразователя передается из измерительного блока по проводам через гермовывод 2 в электронное устройство 1, где он усиливается и передается на вторичный прибор.

Электронное устройство преобразователя «Сапфир» смонтировано на трех платах 4,5,13 (рисунок 3), размещенных внутри корпуса 3. Корпус 3 закрыт крышками 2, 6, уплотненными резиновыми кольцами. Крышки имеют кольцевые канавки, в которых вставляются выступы скобы 20, предотвращающей отворачивание крышки. Скоба крепится к корпусу 3 при помощи винта 21, который пломбируется. Электронное устройство имеет сальниковый кабельный вывод 11, клеммную колодку 19 для присоединения жил кабеля, винт 1 для присоединения экрана, экранированного кабеля и болт 12 для заземления корпуса. Корректоры 9 и 10 (находятся под табличкой 8) служат соответственно для плавной настройки диапазона и «нуля» выходного сигнала. Перемычка 16 служит для ступенчатого смещения нуля, перемычка 17 – для ступенчатой настройки диапазона выходного сигнала, перемычки 14,15 – для изменения направления смещения «нуля». Перемычки 14-17 устанавливаются согласно технического паспорта преобразователь давления «Сапфир».

4 Содержание отчета:

- название и цель работы;
- схема установки (рисунок 1);
- технические данные приборов и оборудования;
- результаты измерения и расчетов; расчеты;
- вывод о проделанной работе.

5 Контрольные вопросы:

1. Устройство преобразователя давления «Сапфир».
2. Принцип работы преобразователя давления «Сапфир».
3. Настройка «нуля», диапазона измерения преобразователя давления «Сапфир».
4. Порядок поверки преобразователя давления «Сапфир».
5. Использование преобразователя давления «Сапфир» для измерения уровня и расхода.
6. Расшифровка преобразователя «Сапфир».
7. Область применения преобразователя «Сапфир».

6 Список использованных источников:

1. Сотскова Е.Л., Головлева С.М. Основы автоматизации технологических процессов переработки нефти и газа. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 304 с.
2. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. Спб: ПРОФЕССИЯ, 2009. 592с.
3. ПС «Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса» № 436.
4. ПС «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» № 349.

Тема 1.3 Измерение температуры
Лабораторная работа № 3
«Проверка компенсационного потенциометра, милливольтметра и
исследование термопары».

1 Учебная цель:

формирование умения проверять контрольно-измерительные приборы, определять основную погрешность и вариацию приборов, снимать градуировочную характеристику.

2 Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с приборами на лабораторной панели.

Таблица 1 – Технические данные приборов

Наименование	Тип	Класс точности	Предел измерения	Зав. номер
Вольтметр цифровой	Щ 1413	0,05; 0,02	100 мВ – 1000 В	1946
Потенциометр	КСП 4	0,5	0 – 800°C	
Милливольтметр	КСП-2	0,5	0 – 50 мВ	

Включить тумблер «питание» (загорается лампочка «питание есть», светится цифровая шкала прибора).

Вращая ручки источника регулируемого напряжения (ИРН) «грубо», (малая), «точно» (большая), добиться нулевого показания измерительного прибора.

Переключатель «Выбор режима» установить в положение 3, указатель прибора установить в первой половине шкалы.

Вращая ручки ИРН, указатель прибора установить левее поверяемой отметки, немедленно изменения входной сигнал (ручкой ИРН «точно»), довести указатель до совмещения с этой отметкой и по образцовому прибору провести отсчет и занести результат в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты измерений и расчетов

T°C	0	100	200	300	400	500	600	800
E _{гр} , мВ								
E _{пр} , мВ								
E _{обр} , мВ								
γ								
γ _в								

Это показание соответствует E_{пр} (прямому ходу указателя прибора). Затем установить указатель правее проверяемой отметки и медленно довести указатель прибора до совмещения с этой отметкой, определить E_{обр} (соответствующее обратному ходу указателя прибора), занести в таблицу 2.

E_{гр} (табличное значение) занести в таблицу 2.

Вычислить по формуле (1 и 2) значение γ и γ_в занести в таблицу 2.

Сделать вывод о соответствии прибора классу точности.

Переключатель «Выбор режима» установить в положение 4.

Поверить прибор по оцифрованным отметкам. Для этого, вращая ручки ИРН («грубо» – малая, «точно» – большая) указатель прибора установить левее проверяемой отметки и медленно изменения входной сигнал ручкой «точно» довести указатель до совмещения с этой отметкой по шкале проверяемого прибора и по шкале образцового прибора произвести отсчет. E_{пр}, занести в таблицу 3.

Установить указатель прибора правее проверяемой отметки и медленно довести указатель до совмещения с этой отметкой. Снять показания E_{обр}, занести в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты измерений и расчетов

E _{пов} , мВ	0	10	20	30	40	50
E _{пр} , мВ						
E _{обр} , мВ						
γ						
γ _в						

По формулам (1 и 2) значение γ и γ_в занести в таблицу 3.

Сделать вывод о соответствии прибора классу точности.

Переключатель «Выбор режима» установить в положение 1.

Переключатель «режим нагревания» установить в положение «ручное». Нажать кнопка «Пуск».

Через определенные интервалы температуры 50°C определить значение термо - ЭДС, переключая переключатель «Выбор режима» в положение 4.

Снять показание по милливольтметру, занести в таблицу 4. Переключатель в положение 1. Аналогично снять остальные точки до 550°C. **1.4.18** При достижении температуры 550°C нажать кнопку «Стоп».

Приведенным выше методом снять показания при остывании нагревателя и занести в таблицу 4.

Таблица 4

T°C	50	150	200	250	300	350	400	450	500	550
E _{наг} , мВ										
E _{охл} , мВ										

3 Краткие теоретические сведения:

Принцип действия термоэлектрического датчика, называемого термопарой, основан на термоэлектрическом эффекте, который состоит в том, что при наличии разности температур мест соединения (спаев) двух разнородных металлов или полупроводников в контуре возникает электродвижущая сила, тем больше, чем больше разность температур ее концов.

Проводники, из которых составляется термопара, называют электродами. Если температуру одного из спаев термопары поддерживать постоянной, а другой спай нагревать, то получится вполне определенная зависимость между термо – ЭДС и температурой нагреваемого конца.

Соединенные между собой концы термопары, погруженные в измеряемую среду, называют рабочим концом термопары. А концы термопары находящиеся при постоянной температуре, называют свободными концами. Таким образом термо – ЭДС будет зависеть только от температуры рабочего конца.

Величину термо – ЭДС можно измерить прямым методом с помощью магнитоэлектрического милливольтметра или компенсационным методом с помощью автоматического потенциометра.

Стандартные термопары градуируют, т.е. определяют зависимость термо–ЭДС от изменения температуры рабочего конца при строго постоянной температуре свободного конца обжига 0°C. Поэтому при пользовании термопарой ее свободные концы терmostатируют. Для этого термопару «удлиняют» с помощью термоэлектродных проводов, что позволяет отвести свободные концы в зону, где температура окружающей среды устойчива. Однако на практике температура свободных концов соответствует окружающей температуре, а не градуировочной (нулевой) и может изменяться. Это приводит к появлению погрешности, которую учитывают введением поправки на фактическую температуру рабочих концов.

Обычно такая поправка осуществляется путем расположения в непосредственной близости от свободного конца термопары термочувствительного сопротивления, которое изменяясь по величине с измерением температуры, обеспечивает постоянство показаний.

Термо – ЭДС, развиваемая термопарой, зависит от материала термоэлектродов, из которых она составлена. В качестве материалов термоэлектродов преимущественно применяют металлы и сплавы, которые отвечая одновременно и ряду других требований, развивают сравнительно большую термо – ЭДС.

Для термоэлектродов применяют чистые металлы: медь, железо, никель, платину и сплавы: хромель, алюмелль, копель, нихром, платинородий. Для изготовления термопар чаще всего используют термоэлектроды в виде проволок диаметром 0,5 – 3,2 мм. Термоэлектроды соприкасаются друг с другом только в рабочем конце, по всей остальной длине они хорошо электрически изолированы фарфоровыми изоляторами в виде одно или двухканальных бусинок или трубок. Термоэлектроды помещают в защитный

чехол. В зависимости от предела измерения чехол выполняют из стали или из фарфора.

Термоэлектроды делятся на положительные и отрицательные в зависимости от знака потенциала, образующегося на нем по отношению к химически чистой платине при их соединении, т.е. например, при соединении меди образуется положительный потенциал по отношению к платине, а на константе при тех же температурах – отрицательный. Тогда, при соединении меди и константа при этих же температурах потенциал меди по отношению к константу определится как разность:

$$E_{mk} = E_{mp} - E_{kp}$$

E_{mk} – потенциал меди по отношению к константу;

E_{mp} – потенциал меди по отношению к платине;

E_{kp} – потенциал константа по отношению к платине.

Зависимость термо – ЭДС от температуры приблизительно линейная.

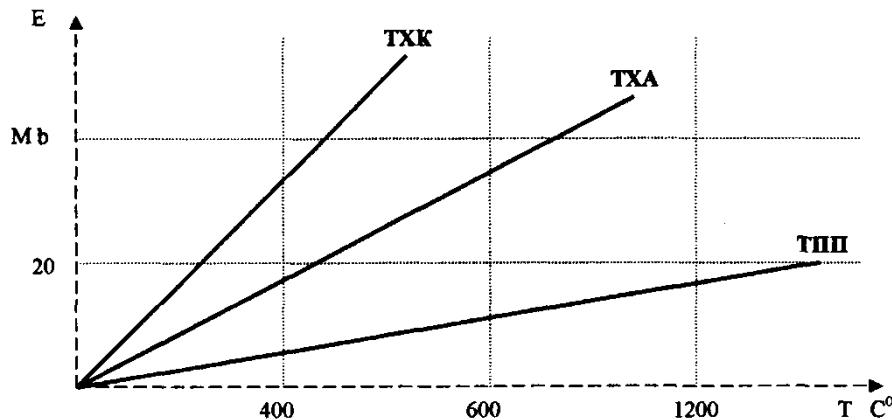


Рисунок 1

Измерительным прибором, измеряющим термо – ЭДС, может быть милливольтметр магнитоэлектрической системы или потенциометр, где используется компенсационный метод измерения.

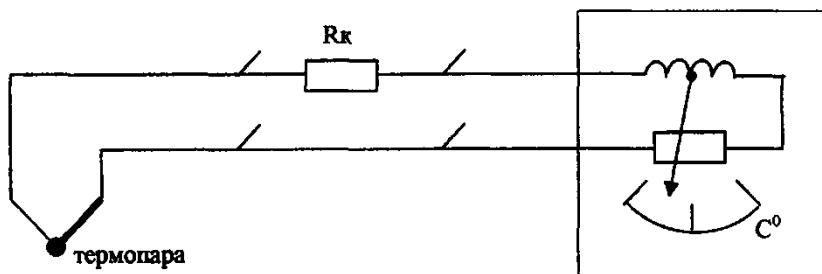


Рисунок 2 – Схема подключения термопары к милливольтметру

При этом методе измерения в момент компенсации, ток в измерительной цепи отсутствует, что значительно повышает точность измерений. Приборы, основанные на компенсационном методе измерения, называются потенциометрами.

Рассмотрим работу мостовой потенциометрической компенсационной схемы. В диагональ моста включен источник стабилизированного напряжения $U_{\text{пп}}$. Ток I в точке D разветвляется, и токи I_1 и I_2 на сопротивлениях плеч моста создают падение напряжений. В результате чего в точках A и C создается разность потенциалов. Все резисторы схемы, кроме R_1 , изготовлены из манганина, R_1 – из меди. Диапазон компенсирующего напряжения (диапазон шкалы прибора) определяется сопротивлением R_p .

Нуль индикатором является электронный усилитель, который управляет реверсивным двигателем. Двигатель кинематически связан с подвижным контактором реохорда и со стрелкой прибора. Термопара в процессе измерения температуры включена через усилитель ЭУ в диагональ моста AC .

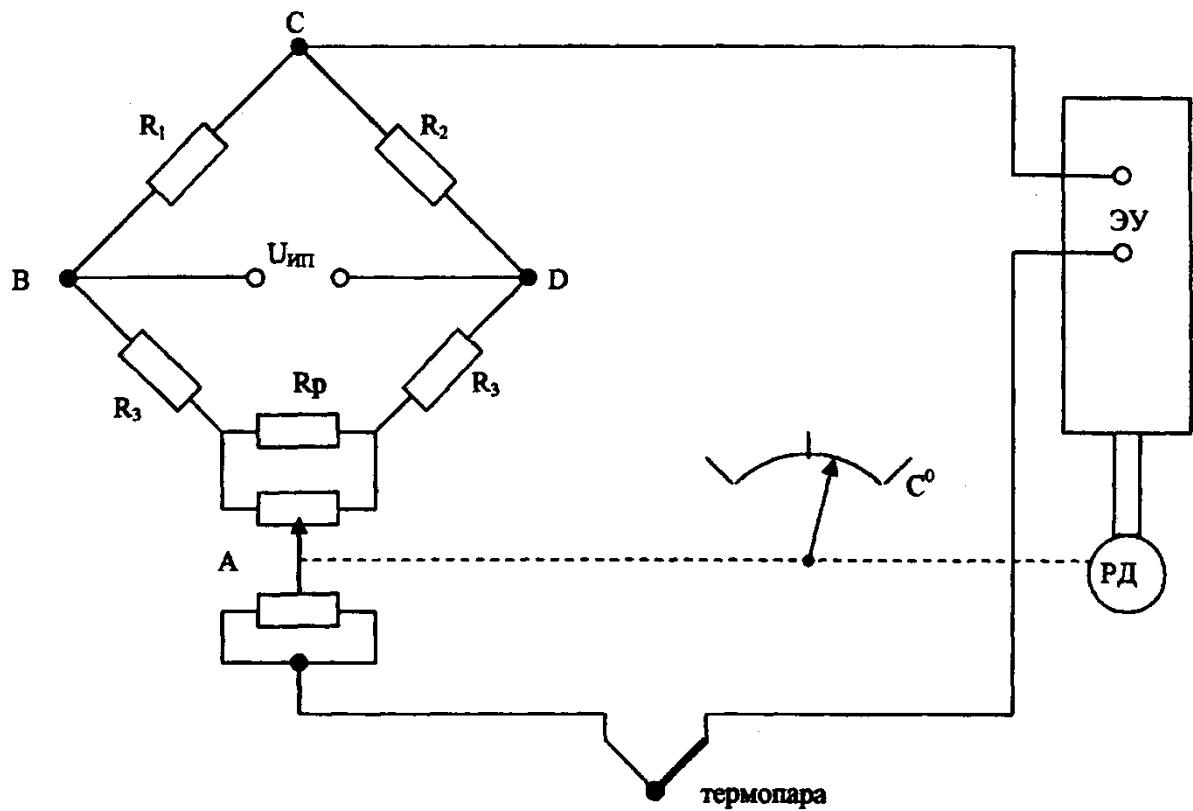


Рисунок 3

Схема работает следующим образом:

Если термо – ЭДС термопары равна разности потенциалов между точками АС, то в измерительной цепи существует ток, вызванный напряжением разбаланса. Во входной цепи усилителя ток разбаланса усиливается и преобразуется с помощью преобразователя в переменное напряжение 50 Гц. Двигатель приводится в движение. Вращаясь, двигатель передвигает подвижный контакт реохорда до тех пор, пока напряжение между точками А и С не станет равным термо – ЭДС термопары. При равенстве напряжений на входе усилителя напряжение отсутствует. Двигатель, стрелка останавливается.

Важнейшим техническим показателем потенциометров является класс точности прибора, его особенная характеристика, определяемая пределами допустимых основных и дополнительных погрешностей, а также другими свойствами, влияющими на точность показаний. В связи с трудностью учета факторов, вызывающих дополнительные погрешности класс точности

большинства приборов определяется только пределами допустимой основной погрешности.

Проверка приборов.

Под поверкой в общем случае понимается определение погрешности прибора и установление их пригодности к применению. Проверка производится обычно путем сравнивания показаний используемого прибора с показанием образцового. Основная погрешность образцового должна быть по крайней мере в 4 раза меньше основной погрешности испытуемого прибора. Прибор считается годным, если значение полученной максимальной погрешности и вариации не больше основной допустимой погрешности, указано классом точности (0,5). Основная погрешность γ потенциометра определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{E_{\text{гр}} - E_{\Delta}}{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}} \times 100\%$$

где: $E_{\text{гр}}$ – табличное значение ЭДС термопары в данной точке;
 E_{Δ} – показание образцового прибора;
 $E_{\text{пр}}, E_{\text{обр}}$ – показание образцового прибора при прямом и обратном ходе
указателя проверяемого прибора.

Вариация определяется по формуле:

$$\gamma_B = \frac{E_{\text{пр}} - E_{\text{обр}}}{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}} \times 100\%$$

где: $E_{\text{max}}, E_{\text{min}}$ – табличное значение, соответствующие верхнему и
нижнему пределам измерения.

4 Содержание отчета:

- название и цель работы;
- схема установки;
- технические данные приборов и оборудования;
- результаты измерения и расчетов; расчеты;
- вывод о проделанной работе.

5 Контрольные вопросы:

1. К какому классу датчиков относится термопара и почему?
2. Как можно измерить термо-ЭДС?
3. Что такое погрешность и чему численно равен класс точности?
4. С какой целью терmostатируют свободные концы термопары?
5. Какие материалы применяют для изготовления термоэлектродов?
6. Принцип действия термопары.
7. Пояснить принцип работы потенциометра.
8. Пояснить компенсационный метод измерения.
9. Чем обеспечивается автоматический режим потенциометра?

6 Список использованных источников:

1. Сотскова Е.Л., Головлева С.М. Основы автоматизации технологических процессов переработки нефти и газа. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 304 с.
2. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. Спб: ПРОФЕССИЯ, 2009. 592с.
3. ПС «Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса» № 436.
4. ПС «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» № 349

Тема 1.3 Измерение температуры
Лабораторная работа № 4
«Проверка автоматического моста, логометра и исследование
термосопротивления».

1 Учебная цель: формирование умения проверять измерительные приборы.

2 Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с приборами, расположенными на лабораторной панели.

Таблица 1 – Технические данные приборов

Наименование	Тип	Предел измерения	Класс точности	Зав. номер
Мост	КСМ	-50 0 +50	0,5	
Логометр	Л – 64И	-50 0 +50	1,5	

Включить питание тумблером «ПИТ».

Переключатель «Выбор режима» переключить в положение 1.

Переключатель «Выбор прибора» переключить в положение «Мост».

На магазине сопротивлений набрать 53 Ом. Стрелка прибора должна находиться на нулевой отметки.

Последовательно, набирая сопротивление, на магазине, согласно градуировочной таблицы, снять показания прибора и занести в таблицу 2.

Таблица 2 – Данные измерений и расчетов

Данные градуировочной таблицы	R						
	T						
Измерение мостом	$T_{изм}$						
	γ						
Измерение логометром	$T_{изм}$						
	γ						

7 По формуле (1) рассчитать значения γ и занести в таблицу 2.

Переключатель «Выбор прибора» переключить в положение «Логометр».

Описанным выше методом произвести проверку логометра. Результаты измерений и расчетов γ занести в таблицу 2.

3 Краткие теоретические сведения:

Измерение и регулирование температуры термометрами сопротивления основано на зависимости сопротивления проводника от температуры. По материалу чувствительного элемента термометры сопротивления делятся на платиновые ТСП и медные ТСМ.

Чувствительным элементом в ТСП служит платиновая проволока, в ТСМ – медная. Проволока спиральная намотана на каркас из слюдяной пластиинки и заключена в чехол. Длина, сечение и электрическое сечение проволоки при температуре 0 °C строго определены. Поскольку электрическое сопротивление платины и меди в зависимости от температуры изменяется по линейному закону, измеряя прибором сопротивления термометра, можно определить температуру. В комплекте с термометром сопротивления используются электроизмерительные приборы, фиксирующие изменение сопротивления, логометры и автоматические электронные мосты.

Логометры (рисунок 1) представляют собой приборы магнитоэлектрической системы построены по принципу сравнения силы тока в цепях термометра сопротивления и постоянного сопротивления. Логометр состоит из постоянного магнита, неподвижного железного сердечника и двух подвижных рамок жестко скрепленных друг с другом и соединенных со стрелкой прибора. Рамки охватывают сердечник и могут перемещаться в зазоре переменной ширины между полюсами постоянного магнита и сердечником.

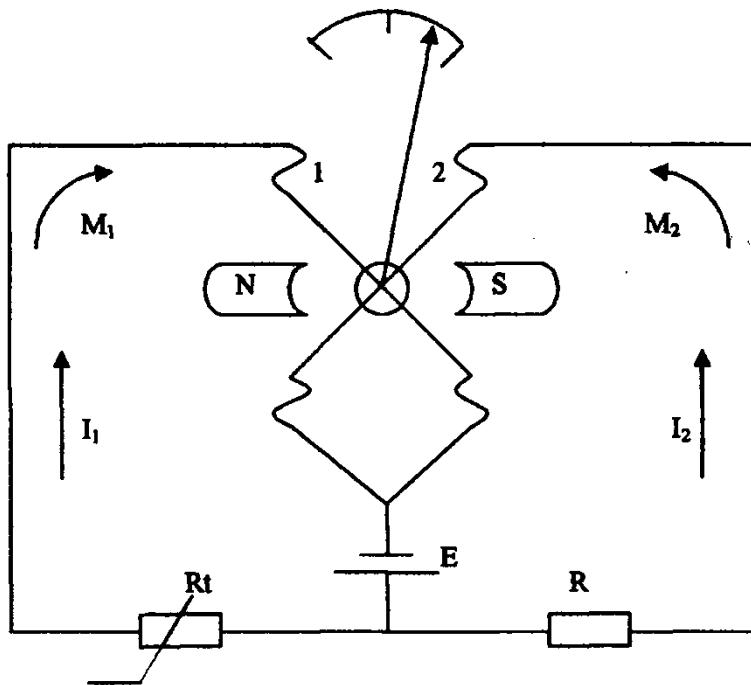


Рисунок 1 – Схема подключения термометра сопротивления к логометру

Ток, идущий от батареи E , разветвляется и проходит через R и рамку 1 с одной стороны, и с другой стороны R_t и рамку 2. Ток создает моменты вращения катушек, направленные в противоположные стороны. Если токи I_1 и I_2 равны, то моменты M_1 и M_2 тоже равны. При увеличении R_t (из-за нагревания) ток I_2 станет меньше и момент M_1 тоже уменьшится, система рамок начнет поворачиваться против часовой стрелки. Так как при этом рамки попадают в магнитное различной величины индукции, то их моменты уравниваются.

Уравновешенные мосты предназначены для измерения, записи и регулирования температуры и других периодов.

Приборы работают по принципу автоматического уравновешивания мостовой схемы, состоящей из сопротивлений $R_1 - R_5$. Изменение сопротивления термометра нарушает равновесие моста. Напряжение разбаланса усиливается усилителем до величины, которая перемещает ползунок реохорда,

обеспечивая равновесие мостовой схемы. С двигателем связана показывающая стрелка.

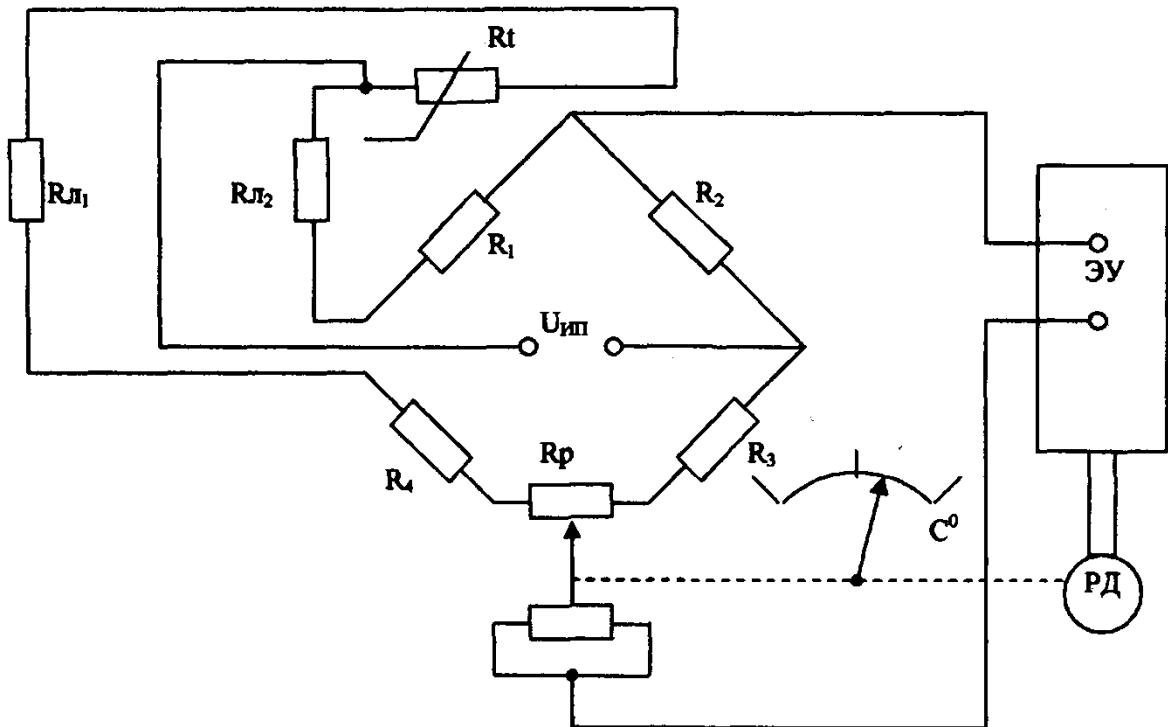


Рисунок 2 – Схема подключения термометра сопротивления к мосту

$R_{\text{Л}}$ – сопротивление проводов, соединяющих термометр сопротивления с мостом

Под поверкой понимают операцию по сравнению мер и показаний технических измерительных приборов с образцовыми мерами и измерительными приборами. Разность между показаниями поверяемого прибора и образцовой мерой на каждой точке называется абсолютной погрешностью. Основная приведенная погрешность каждого измерения равна отношению абсолютной погрешности к верхнему пределу измерения:

$$\gamma = \frac{A - A_D}{A_M} \cdot 100\%$$

где: А – показание поверяемого прибора;

Ад – действительное значение измеряемой величины;

А_м – верхний предел (в данном случае размах шкалы).

Прибор считают годным, если основная допустимая погрешность не превышает погрешность, соответствующую классу точности данного прибора.

4 Содержание отчета:

- название и цель работы;
- схема установки;
- технические данные приборов и оборудования;
- результаты измерения и расчетов; расчеты;
- вывод о проделанной работе.

5 Контрольные вопросы:

1. Что такое термометр сопротивления и каков его принцип работы?
2. Какие вторичные приборы используются в комплекте с термосопротивлением?
3. Достоинства и недостатки медных и платиновых термопреобразователей.
4. Условия равновесия моста.
5. Пояснить принцип работы логометра.
6. Что понимают под поверкой?

6 Список использованных источников:

1. Сотскова Е.Л., Головлева С.М. Основы автоматизации технологических процессов переработки нефти и газа. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 304 с.
2. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. Спб: ПРОФЕССИЯ, 2009. 592с.

Тема 1.3 «Измерение температуры»
Лабораторная работа № 5
«Проверка срабатывания электроконтактных
приборов и схем сигнализации».

1 Учебная цель: формирование умения проверять приборы на срабатывание сигнализирующего устройства.

2 Порядок выполнения работы:

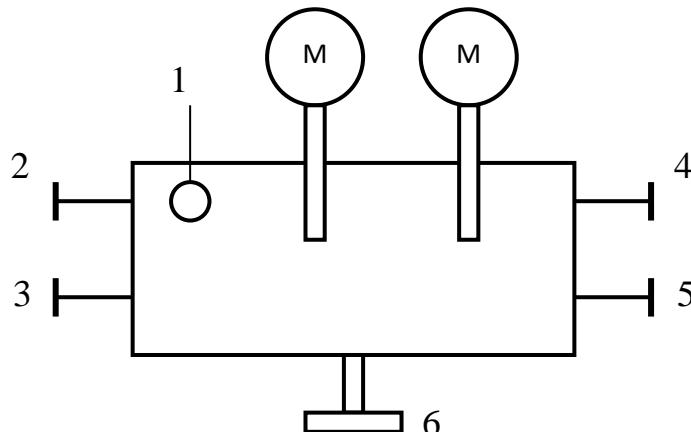
Изучить устройство, принцип работы электроконтактных приборов.

Технические данные приборов и оборудования занести в таблицу 1

Таблица 1 – Технические данные приборов и оборудования

Наименование	Тип	Предел измерения	Класс точности
Манометр образцовый			
Манометр электроконтактный			
Сигнализатор температуры			
Термометр			
Нагревательное устройство			

Подключить образцовый (М1) и электроконтактный (М2) манометры к испытательной установке по рисунку 1. При этом должны быть открыты вентили 2,3,4,5, шток поршня 6 отвернут до упора. Показания манометров равны нулю «0».



1 – воронка для масла;
2,3,4,5 – вентили;
6 – рукоятка штока поршня.

Рисунок 1 – Испытательная установка 1.

Собрать схему подключения сигнальных ламп к электроконтактному манометру по рисунку 2.

ЭКМ

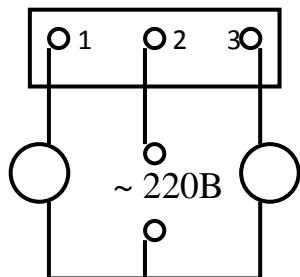


Рисунок 2 – Схема подключения сигнализирующего устройства к электроконтактному манометру.

Установить верхний и нижний пределы сигнализации давления (данные задает преподаватель) на электроконтактном манометре с помощью узла настройки 17 (рисунок 5).

Изменяя давление в прессе (вентиль 2 – закрыт, 3,4,5 – открыты, 6 – рукоятку штока поршня закручиваем) добиваемся погасания сигнальной лампы HL1 на нижний предел. При достижении верхнего предела загорится сигнальная лампа HL2. Записываем показания образцового и электроконтактного манометров в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты измерений и расчетов.

$P_{\text{экм}}$	P_o	\underline{P}	γ

Произвести расчеты по формулам.

Показания образцового манометра:

$$n \times P_{\text{вп}}$$

$$P_o = \frac{n}{n_{\text{шк}}} \times P_{\text{вп}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{вп}}$ - верхний предел измерения манометра;

n - показания манометра в делениях;

$n_{\text{шк}}$ - общее количество делений на шкале манометра.

Абсолютная погрешность

$$P = P_{\text{ЭКМ}} - P_0 \quad (2)$$

Приведенная погрешность

P

$$P = \frac{P - P_0}{P_N} \times 100\%, \quad (3)$$

где P_N - нормирующее значение (верхний предел измерения электроконтактного манометра).

Подключить сигнализатор температуры к испытательной установке 2 (рисунок 3). Собрать схему подключения сигнальной лампы к сигнализатору температуры (рисунок 3)

HL



Рисунок 3 – Испытательная установка 2.

Задатчиком температуры сигнализатора температуры установить верхний предел сигнализации температуры (данные задает преподаватель). Увеличивая температуру добиться срабатывания сигнализатора температуры и сигнальной лампы. Записать показания термометра и заданную температуру сигнализатора температуры в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты измерений.

t					
t _c					

Сделать вывод о проделанной работе.

3 Краткие теоретические сведения:

Электроконтактный манометр

Манометры показывающие электроконтактные предназначены для измерения давления газа и жидкости, для контроля и автоматической сигнализации аварийных значений давлений (рисунок 4).

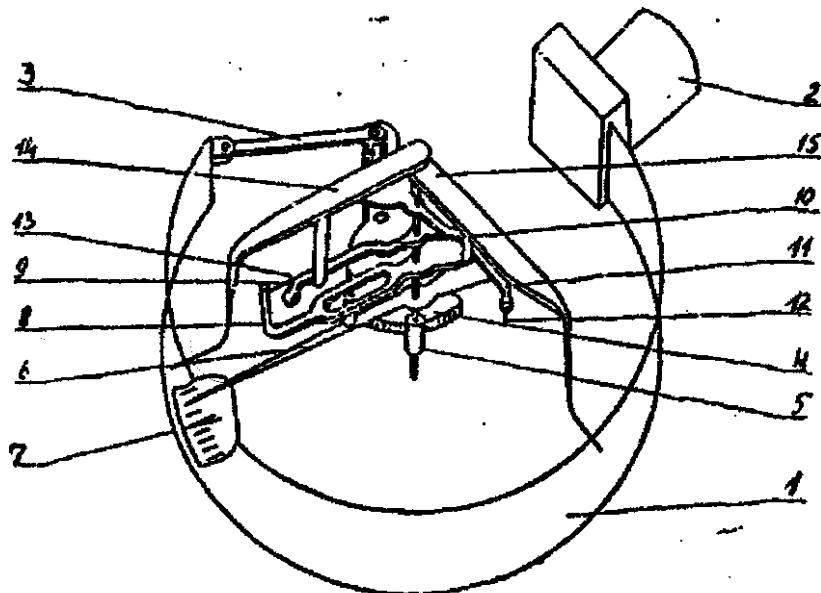


Рисунок 4 - Устройство электроконтактного манометра

1 - манометрическая пружина; 2 - держатель; 3 - тяга; 4 - сектор; 5 - трибка; 6 - стрелка; 7 - шкала; 8,10,11 - поводки; 9,12,13 - контакты; 14,15 - сигнальные стрелки.

Измеряемое давление подается во внутреннюю полость манометрической пружины 1, один конец которой жестко закреплен в держателе 2, а другой конец свободен. При подаче давления внутрь пружины, перемещение ее свободного конца через тягу 3 передается сектору 4, трибке 5 с насаженной на ее ось стрелкой 6. Отсчет показаний манометра ведется по круговой шкале 7. Вместе с показывающей стрелкой перемещается поводок 8, на котором находится контакт 9. Поводок 8 перемещается между подвижными поводками 10, 11, несущими на себе контакты 12 и 13. Поводки 10, 11 ограничены сигнальными стрелками 14, 15. Когда давление достигает значения, заданного

сигнальными стрелками, поводок 8 с контактами срабатывает, замыкая или размыкая электрическую цепь системы сигнализации (световая, звуковая сигнализация). Настройка прибора на необходимые пределы сигнализации осуществляется узлом настройки 17 (рисунок 5), укрепленным на смотровом стекле 15 манометра. Сигнальные стрелки при помощи узла настройки устанавливаются на пределы сигнализации с помощью отвертки.

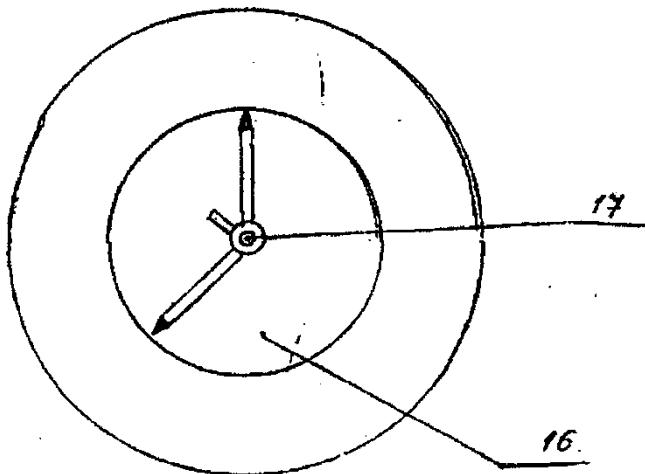


Рисунок 5 - Расположение узла настройки электроконтактного манометра

Принцип работы манометра основан на уравновешивании измеряемого давления силой упругой деформации трубчатой пружины 1.

Сигнализаторы температуры.

Сигнализаторы температуры предназначены для контроля и автоматической сигнализации аварийных значений температуры.

Дилатометрические сигнализаторы температуры типа ТРДЭ, ТУДЭ работают на принципе разного коэффициента линейного расширения различных материалов при одной контролируемой температуре.

Рассмотрим устройство и принцип действия сигнализатора температуры ТРДЭ (рисунок 6).

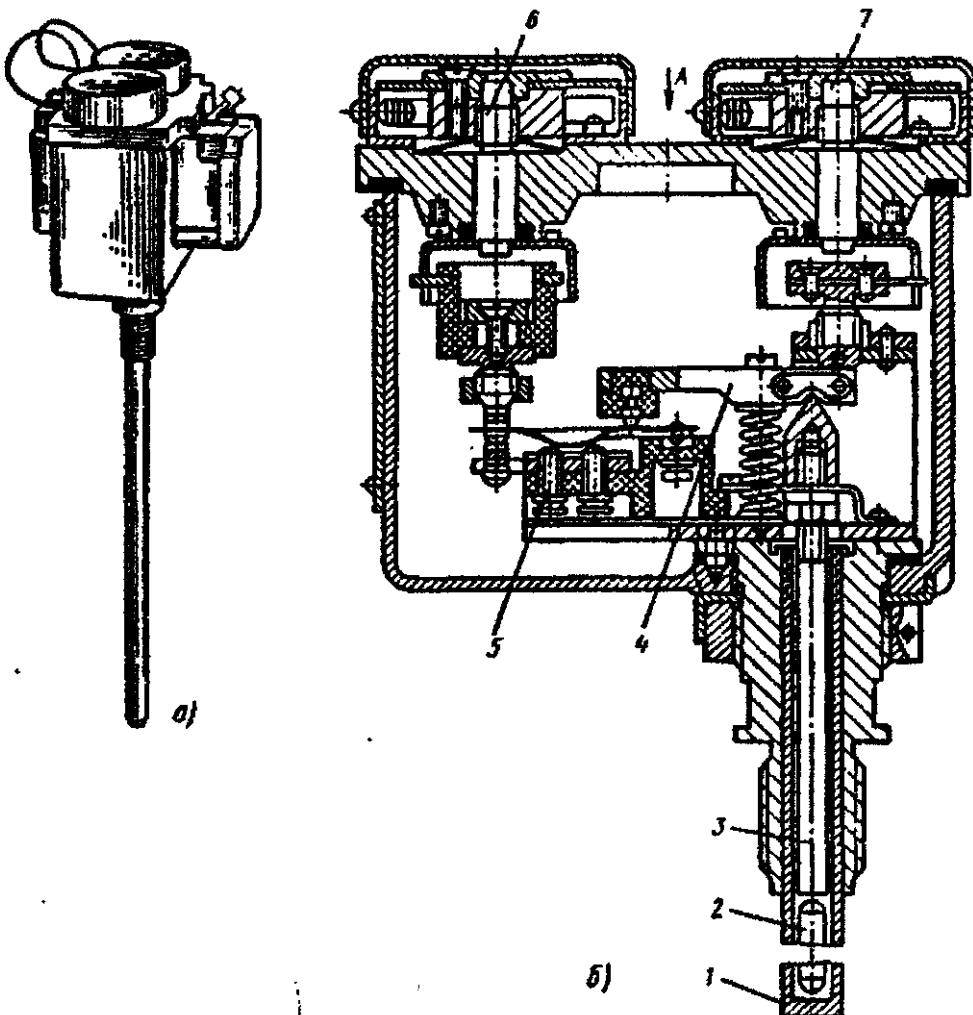


Рисунок 6 - Дилатометрический сигнализатор температуры ТРДЭ

а - общий вид, б - конструкция:

- 1 - латунная трубка,
- 2 - кварцевый стержень,
- 3 - толкатель,
- 4 - перекидной рычаг,
- 5 - микропереключатель,
- 6 - задатчик дифференциала,
- 7 - задатчик температуры.

При изменении температуры объекта латунная трубка 1 привода ТРДЭ (рисунок 6), имеющая больший коэффициент линейного расширения, чем кварцевый стержень 2, увеличит свое удлинение более, чем стержень 2. Вследствие этого изменяется положение перекидного рычага 4, который своим противоположным концом переключает контакт 5. Сигнализаторы ТРДЭ имеют регулировку задания температуры (задатчик 7), дифференциал

температуры (задатчик 6). Дифференциал температуры задания устанавливает точность контроля температуры. Например, если задатчик температуры установить на цифре 30, а дифференциал температуры – на цифре 0,5, то прибор будет контролировать температуру объекта $(30 \pm 0,5)^0\text{C}$.

4 Содержание отчета:

- название темы, цель работы;
- технические данные приборов и оборудования (таблица 1).
- схемы испытательных установок (рисунок 1,2,3).
- результаты измерений и расчетов. Расчеты.
- вывод о проделанной работе.

5 Контрольные вопросы:

1. Устройство и принцип работы электроконтактного манометра.
2. Настройка манометра на пределы сигнализации.
3. Составить схему световой и звуковой сигнализации на верхний и нижний пределы сигнализации.
4. Устройство и принцип работы сигнализатора температуры.
5. Назначение задатчика дифференциала температуры задания на сигнализаторе температуры.

6 Список использованных источников:

- 1 Сотскова Е. Л., Головлева С.М. Основы автоматизации технологических процессов переработки нефти и газа. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 304 с.
- 2 Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. Спб: ПРОФЕССИЯ, 2009. 592с.

Тема 1.4 «Измерение расхода и количества вещества»
Лабораторная работа № 6
«Исследование метода измерения расхода с помощью турбинного расходомера «Турбоквант».

1 Учебная цель: формирование умения работать с вторичным прибором «Турбоквант».

2 Порядок выполнения работы:

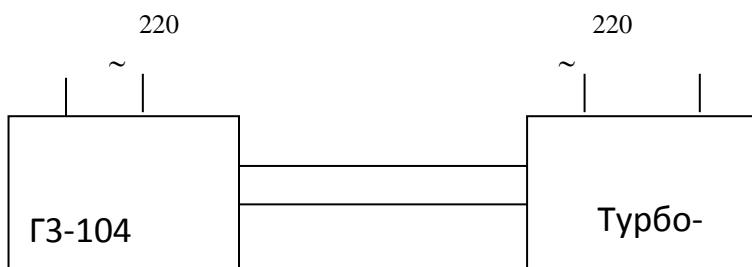
Изучить устройство и принцип работы турбинного расходомера «Турбоквант».

Ознакомиться с приборами и оборудованием, используемыми в работе; записать их технические данные в таблицу 1

Таблица 1 - Технические данные приборов и оборудования

п/п	Наименование	Тип	Предел измерения	Погрешность	Примечание
1	«Турбоквант»				
2	Генератор сигналов низкой частоты				

Собрать схему подключения прибора «Турбоквант»



На ГЗ-104 использовать выход II-500м; частоту регулировать ручкой «Частота Hz».

Рисунок 1 - Схема подключения прибора «Турбоквант».

Изменяя частоту ГЗ-104 ручкой «частота Hz» от 100 Гц до 1300 Гц снять показания прибора «Турбоквант». Измерить мгновенное значение расхода по

стрелочному индикатору по шкале А и В, используя переключатель А/В. Измерить суммарный расход за промежуток времени по счетчику, предварительно сбросив показания счетчика до нуля нажатием кнопки. Данные результатов измерения занести в таблицу 2.

Таблица 2 - Данные результатов измерений.

Наименование шкалы	f	Q		ΣQ	
		% шкалы	$Q \text{ дм}^3/\text{час}$	ΣQ	t
Шкала А		0			
		20			
		40			
		60			
		80			
		100			
Шкала В		0			
		10			
		20			
		30			

Составить отчет и сделать вывод о проделанной работе.

3 Краткие теоретические сведения:

Турбинные расходомеры нашли широкое применение в нефтяной промышленности.

Турбинные расходомеры «Турбоквант» со вторичными проборами предназначены для измерения количества жидкости, протекающей в закрытом, находящемся под давлением трубопроводе.

Измерение дополняется дистанционной сигнализацией, регистрацией, регулированием смеси и управлением дозированием. На основании линейной характеристики расходомеров, они могут применяться для автоматического регулирования потока.

Устройство турбинного расходомера показано на рисунке 2. Нержавеющий стальной корпус 1 фланцевым или резьбовым концом присоединяется к трубопроводу. На двух концах корпуса расходомера расположены передняя и задняя опоры (стойки) 2,3. На оси вала находится колесо турбинки (ротор) 4,

который состоит из ступицы и крыльчатки, лопасти которого изготовлены из ферромагнитного материала. Подшипники ротора шариковые. Индуктивный датчик состоит из обмотки 5, железного сердечника 6, расположенного посередине обмотки и из постоянного магнита 7. Лопасти крыльчатки находятся в зоне индуктивного датчика, расположенного на корпусе расходомера.

Количество жидкости (объемный расход) пропорционально скорости потока жидкости, а следовательно скорости вращения турбинки. Скорость вращения лопастей крыльчатки воспринимается индуктивным датчиком. Магнитный поток обмотки с магнитным сердечником изменяют лопасти крыльчатки, изготовленные из ферромагнитного материала. В результате изменяется частота напряжения на выходе катушки (обмотки) пропорционально скорости вращения крыльчатки – скорости потока жидкости – расходу жидкости.

Измерение распространяется на измерение полного количества жидкости, протекающей через данное поперечное сечение. В таблице 3 (приложение) указаны условные диаметры турбинных расходомеров, диапазоны измерения, частоты электрического сигнала на выходе индуктивного датчика. Электрический сигнал частотой 20 Гц – 10 кГц, амплитудой 10 мВ – 500 мВ от индуктивного датчика поступает на вторичный прибор «Турбоквант». Вторичные приборы, работающие с турбинными расходомерами «Турбоквант» показывают объемный расход (рисунок 3) Мгновенный объемный расход в данный момент времени читают по шкале стрелочного индикатора 1. Суммарный объемный расход за промежуток времени считывается электромеханическим счетчиком 6.

Для монтажа расходомера необходимо создание места измерения (рисунок 4). В непосредственной близи расходомера создают измерительный участок. Измерительный участок состоит из струевыпрямителя, турбинного расходомера и последующего участка трубы. Длина предыдущего участка трубы должна быть хотя бы 10 Ду, а длина последующего участка трубы – хотя бы 5

Ду, где Ду – условный диаметр измерительной турбины. В измерительном участке диаметр трубопровода должен быть таким же, как внешний диаметр расходомера. Если диаметр трубопровода больше, чем условный диаметр турбинного расходомера, тогда перед измерительным участком нужно применить сужение, а после измерительного участка – расширение.

Принцип действия вторичного прибора ТQ1 – 021 можно проследить на логической схеме (рис. 5). Приближенно синусный сигнал переменного напряжения, подаваемый измерительным датчиком, попадает на предварительный усилитель, откуда, будучи соответственно усилен, попадает на каскад формирования сигнала.

На выходе формирователя сигнала появляется серия импульсов повторяющейся частоты, которая равна с частотой сигнала, поданного на вход. Обработка серии импульсов зависит от задачи измерений.

При измерении объемной скорости (R) серия импульсов интегратором площади преобразуется в аналоговый сигнал. После соответствующего усиления аналоговый сигнал управляет каскадом выходного тока. Сигнал тока пропорционален с количеством жидкости (или газа) протекающей в единицу времени. Сигнал тока считывается с прибора Делрез, расположенного на лицевой панели прибора, в процентах конечного значения. Со стороны выхода тока можно обеспечить выполнение и других операций (регистрирование, регулирование, дистанционная передача и т.д.). Выход тока присоединяется только к блоку с независимым от земли входом.

При определении суммированного значения количества протекшей среды (Т) серия импульсов сформированного сигнала управляет электрической цепью интегрирования объема. Эта электрическая цепь вместе с электромеханическим счетчиком, производящим сигнализацию, образует интеграл

$$\int_0^T V / t / dt$$

где Т – полное время измерения;

V/t – зависимость объема, изменяемого по времени.

Серия импульсов, сформированного сигнала после деления в изменяемой цепи деления, через соответствующую цепь преобразования сигнала приводит в действие электромеханический счетчик.

Изменяемая длительная цепь служит для деления с помощью калибрующей постоянной (импульс – единица объема) измерительного датчика турбинного расходомера и, одновременно, обеспечивает, чтобы подача сигнала произошла на желаемой единице объема.

При управлении дозированием (В) делений калибрующей постоянной серия импульсов через соответствующую электрическую цепь преобразования сигнала приводит в действие электромеханический счетчик – дозатор. После считывания значения, установленного на счетчике дозаторе, замыкающий контакт служит для управления желаемой регулировкой.

Сигнализация прекращения подачи сигнала (N) при наличии «NoSignAlarm», серия импульсов сформированного сигнала через интегрирующую электрическую цепь приводит в действие блок измерения уровня. Измеритель уровня управляет расположенной на щите прибора сигнальной лампой и реле.

Размыкающий контакт реле при пропадании сигнала или отсутствии напряжения питания служит для управления необходимым вмешательством.

Напряжение питания, необходимое для приведения в действие функциональных электрических цепей обеспечивается пропускным транзистором стабилизированным блоком питания с диодами Зенера.

4 Содержание отчета:

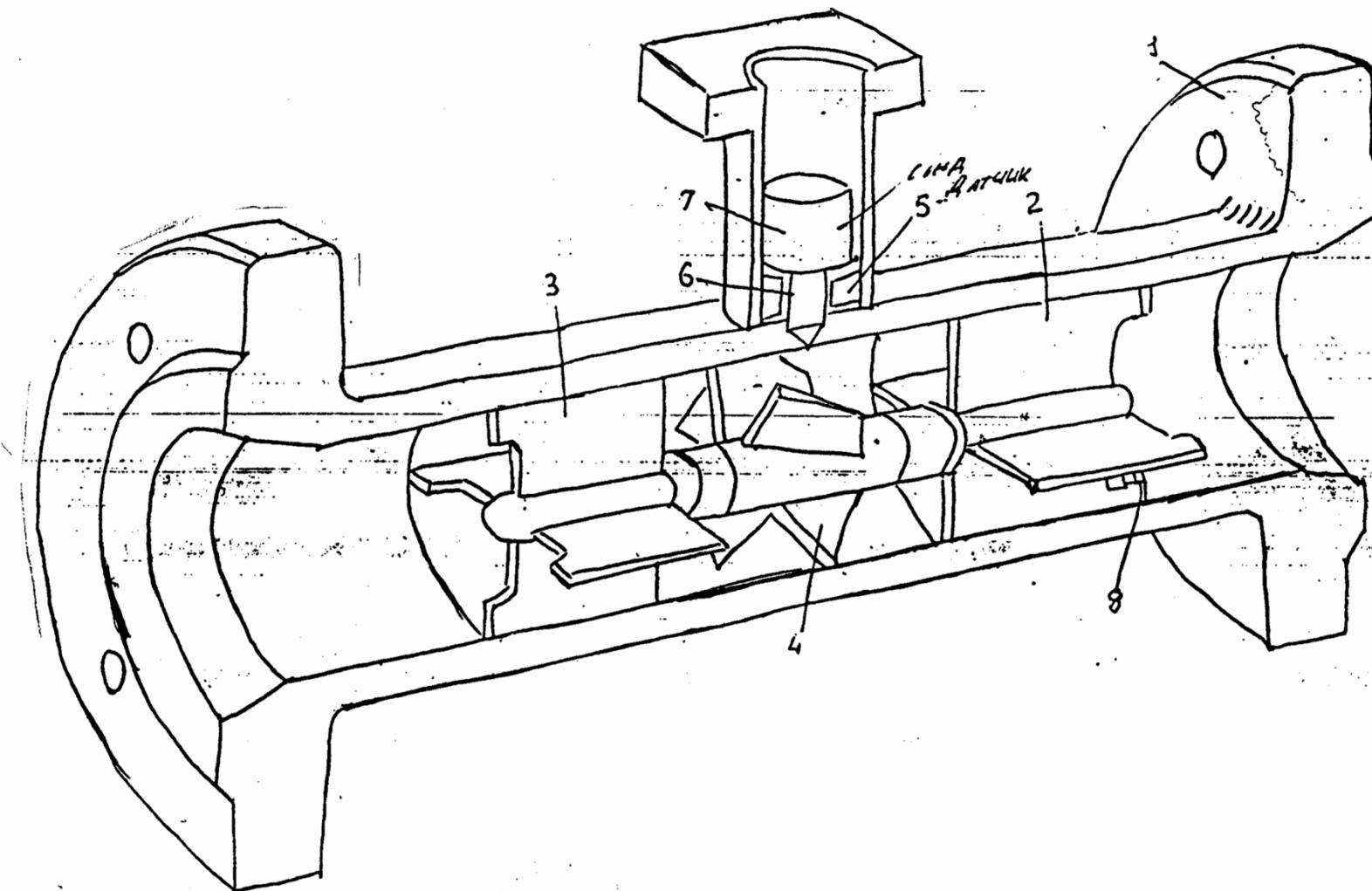
- название и цель работы;
- схема подключения прибора (рисунок 1);
- технические данные приборов и оборудования;
- результаты измерения;
- вывод о проделанной работе.

5 Контрольные вопросы:

1. Классификация скоростных расходомеров.
2. Устройство турбинного расходомера «Турбоквант».
3. Принцип работы турбинного расходомера «Турбоквант».
4. Пояснить технологическую схему формирования места измерения (рисунок 3).
5. Назначение основных органов вторичного прибора «Турбоквант».
6. Пояснить таблицу 3.

6 Список использованных источников:

1. Сотскова Е.Л., Головлева С.М. Основы автоматизации технологических процессов переработки нефти и газа. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 304 с.
2. В.Г. Харазов. Интегрированные системы управления технологическими процессами. Спб: ПРОФЕССИЯ, 2009. 592с.
3. Технический паспорт на расходомер «Турбоквант».
4. ПС «Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса» № 436.
5. ПС «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» № 349.



1. Корпус
2. Передняя стойка.
3. Задняя стойка.
4. Ротор.
5. Обмотка датчика
6. Сердечник.
7. Магнит.
8. Зажимное кольцо.

Рисунок 2. Чертеж перспективного сечения турбинных расходомеров (ДУ-6, ДУ-75).

Тема 2.2 «Технические средства автоматизации»
Лабораторная работа № 7
«Управление пневмоцилиндрами по скорости и положению».

1 Учебная цель: формирование умения управлять скоростью и положением выходного звена исполнительного устройства

2 Порядок выполнения работы:

Ознакомиться с заданным объектом автоматизации.

Наметить основные этапы решения поставленной задачи автоматизации объекта.

Разработать принципиальную схему системы управления без учета дополнительных условий, собрать ее на лабораторном стенде, предъявить на проверку преподавателю.

Проверить работоспособность собранной схемы.

Полученную принципиальную схему модернизировать с учетом первого дополнительного условия, собрать ее на стенде, предъявить на проверку.

Проверить работоспособность схемы.

С учетом всех дополнительных условий внести изменения в схему, предъявить на проверку преподавателю новую схему, проверить ее работоспособность.

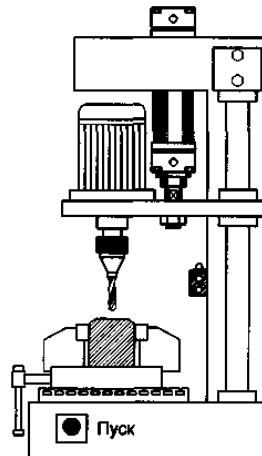
Примечание : объект автоматизации каждой бригаде задается преподавателем.

Задания :

Задача 1

Осуществить подачу рабочего инструмента на сверлильном посредством пневмопривода.

При кратковременном нажатии на пневмокнопку «Пуск» патрон с инструментом совершает рабочую операцию, и после ее выполнения



автоматически возвращается в исходную позицию.

Рисунок 1 – Сверлильный станок с пневмоприводом рабочего инструмента

Задание :

Разработать принципиальную пневматическую схему системы управления подачей рабочего инструмента.

Смоделировать систему на тренажере.

Задача 2

Обеспечить поочередную подачу деталей из двух накопителей на конвейер.

При включенной пневмокнопке «Пуск» плунжер загрузки совершает возвратно-поступательное движение. После отпускания кнопки «Пуск» происходит остановка плунжера в любом крайнем положении.

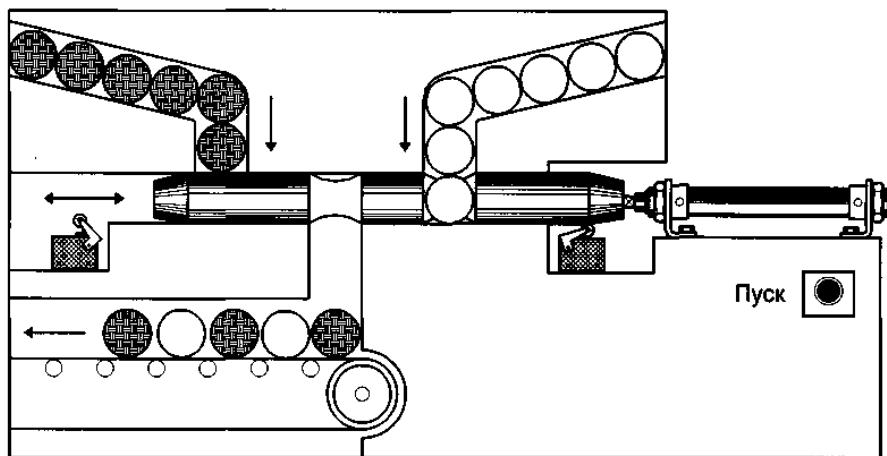


Рисунок 2 – Станок для поочередной подачи деталей из двух накопителей
на конвейер

Задание :

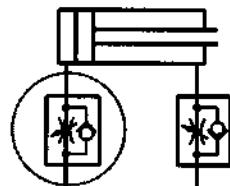
Разработать принципиальную пневматическую схему системы управления.
Смоделировать пневматическую систему управления на тренажере.

3 Содержание отчета:

- название и цель работы;
- описание объекта автоматизации;
- схема пневматическая принципиальная;
- вывод.

4 Контрольные вопросы:

1. Какую скорость (прямого или обратного хода) регулируют дроссели с



обратным клапаном, представленные на рисунке 3.

Рисунок 3

2. Перечислите известные Вам бесконтактные путевые выключатели.
3. Конструкция и принцип действия электромеханического концевого выключателя.
4. Достоинства и недостатки, область применения электромеханических концевых выключателей.
5. Условные графические обозначения путевых выключателей.
6. Конструкция и принцип работы герконовых выключателей.
7. Конструкция и принцип действия индуктивных путевых выключателей и выключателей емкостного типа.
8. Фотоэлектрические путевые выключатели, конструкция, область применения, достоинства и недостатки.

5 Список использованных источников:

1. ГОСТ 15608-81 Пневмоцилиндры поршневые.
2. ГОСТ 18460-91 Пневмоприводы. Общие технические требования.
3. ГОСТ 29014-91 Пневмоприводы. Общие методы испытаний.
4. ПС «Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса» № 436.
5. ПС «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» № 349.

Тема 2.3 «Исполнительные устройства автоматических систем»
Лабораторная работа № 8 «Исследование алгоритма работы исполнительных механизмов».

1 Учебная цель: формирование умения эксплуатации и настройки буйкового уровнемера и локальных контуров регулирования технологического процесса осушки газа.

2 Порядок выполнения работы:

Изучить устройство, принцип работы уровнемера буйкового пневматического УБ-П;

Произвести настройку нуля УБП (при помощи отвёртки), по манометру. При подачи пневматического сигнала, на приборе стрелка должна отклониться $\approx 0,2 \text{ кгс}/\text{см}^2$ (в резервуаре жидкости нет);

Настроить предел измерения уровня УБП, (при помощи грузика);

Подать воду в резервуар при помощи верхней ручки задвижки, записать показания прибора;

Рассмотреть технологическую схему контроля жидкости в резервуаре;

Установить задание на регуляторе ПР3.32 $=0,6 \text{ кгс}/\text{см}^2$, с помощью которого осуществляется контроль за работой регулирующего клапана ПОУ-8, т.е. при $P_3 = P_{УБП}$ – уровень жидкости в резервуаре находится в заданном пределе.

При $P_3 < P_{УБП}$ – уровень жидкости превышает допустимую норму в резервуаре, регулирующий клапан ПОУ-8 открывается, происходит сброс воды;

Так как регулирующий клапан ПОУ-8 полностью не перекрывает отток жидкости из резервуара, то для этого используется отсекающий клапан К-203, который позволяет полностью перекрыть отток жидкости т. е. предназначен для защиты минимального уровня жидкости в резервуаре. За работу отсекающего клапана К-203 отвечает регулятор ПР3.31.

Задать задание ПР3.31 при помощи дополнительного внешнего задатчика РДФ (редуктор давления с фильтром) $P_3 = 0,5 \text{ кгс}/\text{см}^2$;

Записать показание манометра, при срабатывании регулирующего и отсекающего клапана на открытие и закрытие;

Определить очерёдность срабатывания клапанов при открытии и закрытии;

Сделать вывод по проделанной работе.

3 Описание лабораторного стенда

Лабораторный стенд представляет собой металлический каркас с деревянными вставками и установленными пневматическими приборами:

- манометрами;
- пневматическими панелями;
- редукторами давления;
- пневматическими регуляторами.

Абсорбер имитируется с помощью трубы диаметром 700 мм, за которой установлены на разных уровнях две пластиковые емкости объемом 100л. Из верхней емкости жидкость поступает в измерительную колонку. В измерительной колонке размещен цельнометаллический буек, на который при изменении уровня жидкости в колонке воздействует сила Архимеда, и он меняет положение. К верхней части измерительной колонки путем фланцевого соединения присоединен уровнемер буйковый пневматический. Изменения положения буйка, приводят к изменению пневмосигнала УБП. Жидкость при необходимости из нижней емкости подается в верхнюю емкость с помощью погружного насоса. Источником сжатого воздуха является воздушный компрессор.

При подаче напряжения на привод воздушного компрессора, он начинает подавать сжатый воздух давлением 4 кг/см², который поступает на питание пневматического клапана К-203 и на редуктор давления РДФ. РДФ редуцирует

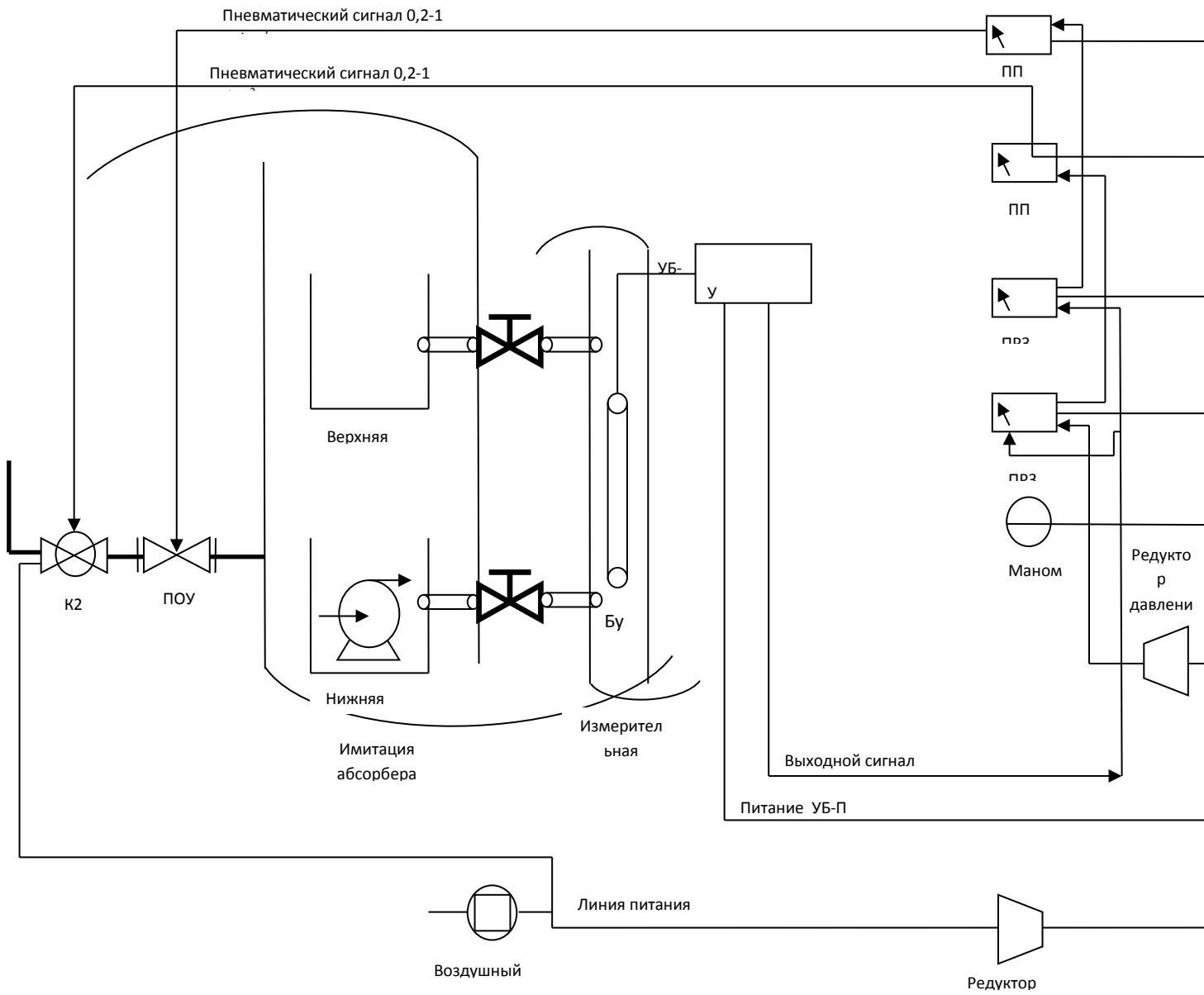


Рис.1 Схема комбинированная принципиальная лабораторного стенда.

давление воздуха до 1,2-1,4 кг/см² (необходимо для работы приборов расположенных на стенде).

Схема стенда представлена на рис.2.

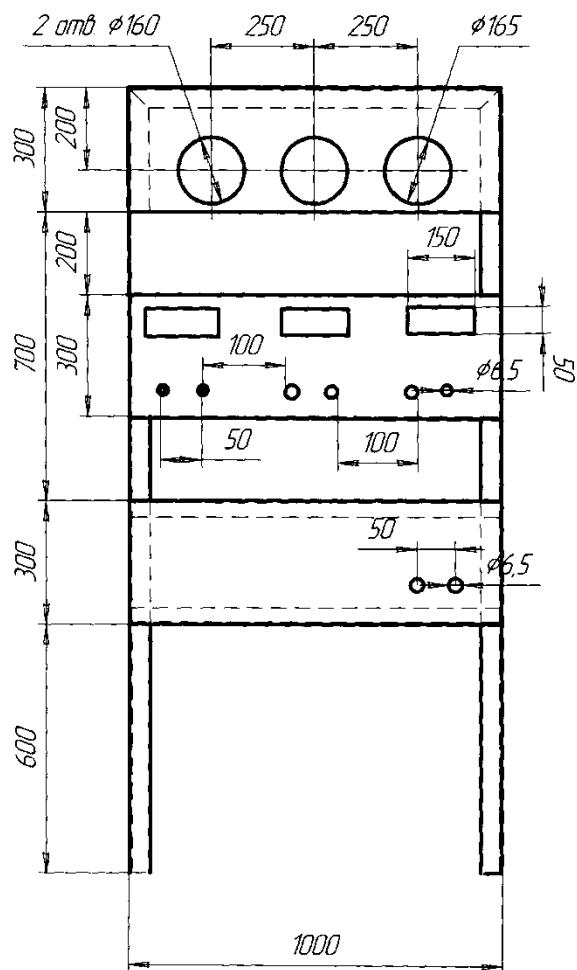


Рис. 2 Общий вид пневмопанели

Работа с лабораторным стендом, начинается с включения компрессора.

После включения пневматических приборов, уровень (УБ-П) отправляет пневматический сигнал на пневматический регулятор (ПР) и манометры, о состоянии уровня в измерительной колонке. Изменения состояния уровня в измерительной колонке, может контролироваться с помощью установленных задвижек (верхнего и нижнего уровня). По принятию сигнала с УБ-П пневматическим регулятором, сравнивается сигнал с заданием (ПРЗ.32

встроенным задатчиком, ПР 3.31 внешним задатчиком РДФ установленным на стенде) (рис.3). При превышении пневматического сигнала УБ-П с заданием задатчик, в мембранным механизме сравнения ПР формируется пневматический сигнал на пневматическую панель (ПП 1.12) и с последующим усилением поступает на пневматические клапана - клапан отсекатель К-203 и клапан регулятор ПОУ-8, заставляя клапаны открываться. При понижении уровня жидкости в колонке, а, следовательно, падению пневматического сигнала УБ-П, клапана закрываются. Пневматические панели позволяют работать как в автоматическом режиме, так и в ручном режиме.

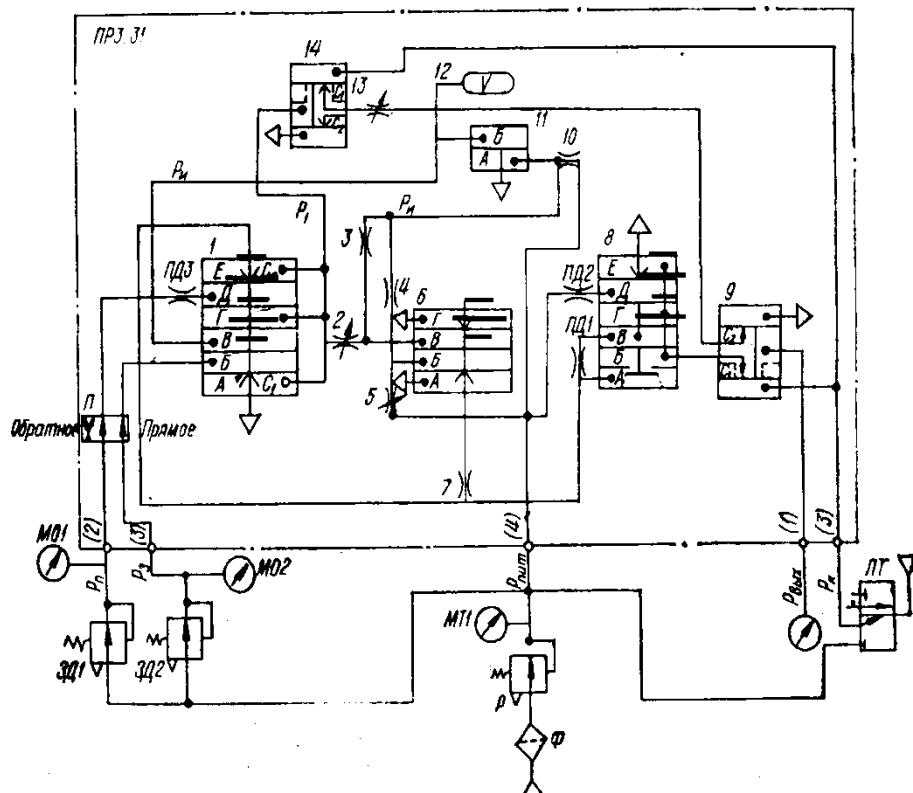


Рис.3 Пневморегулятор ПР 3.31

В поплавковых уровнемерах чувствительным элементом является поплавок с большей (погружной) плотностью, чем жидкость. Измерение уровня жидкости в аппарате с плавающим поплавком вызывает его перемещение, которое посредством системы рычагов, тяг и тросов передается указателю, движущемуся по шкале, или вторичному прибору для показания, записи или передачи на расстояние значений высоты уровня жидкости в аппарате. В таких

уровнемерах поплавок следит за уровнем жидкости. Действие уровнемеров с погруженным поплавком основано на изменении выталкивающей (архимедовой) силы, действующей на поплавок при его погружении в жидкость. Такой поплавок удерживается в подвешенном состоянии пружинным элементом. Благодаря этому значительные по величине изменения уровня жидкости будут приводить лишь к небольшим перемещениям поплавка. Уровнемеры с погруженным поплавком широко применяются для измерения высоты уровня в аппаратах до 9 м. Для дистанционного измерения уровня жидкости, находящейся под атмосферным, вакуумметрическим или избыточным давлением, в различных отраслях промышленности находят широкое применение буйковые уровнемеры с унифицированным выходным пневматическим сигналом с давлением 0,2-1 кгс/см² (0,02-0,1 МПа) типа УБ-П. Измерение уровня жидкости буйковыми уровнемерами основано на ареометрическом принципе. Измерительным параметром здесь является выталкивающая сила, действующая на тонущий буек, величина которой пропорциональна глубине его погружения в жидкость. Для измерения уровня вязких сред уровнемеры поставляются с полированными буйками.

Соединительные пневматические линии выполнены краснومедной, латунной или алюминиевой трубкой с внутренним диаметром 6 мм. При отсутствии жидкости в резервуаре стрелка вторичного прибора должна показывать нуль, а давление выходного пневматического сигнала, измеряемого подключенным образцовым манометром, должно быть равно 0,2 кгс/см².

При проверке показаний следует иметь в виду, что с изменением плотности жидкости показания прибора меняются, а для резервуаров или аппаратов, работающих под давлением, плотность газа, находящегося над жидкостью, также влияет на показание прибора.

4 Краткие теоретические сведения:

Прибор УБ-П имеет пневмомеханический преобразователь. Уровнемер типа УБ-Э имеет электросиловой преобразователь. Уровнемеры типа УБ-П и УБ-Э выпускаются класса точности 1,0 и 1,5 в обычном и тропическом исполнениях. Схема уровнемера буйкового представлена на рис. 3.

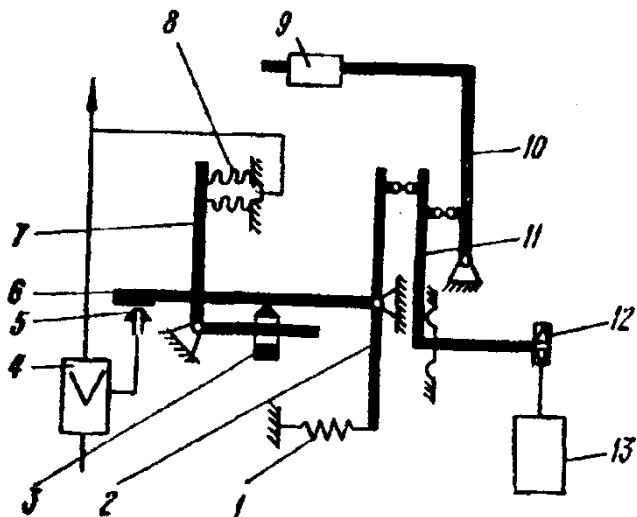


Рис.3 Схема уровнемера буйкового

Принцип действия уровнемера основан на пневматической силовой компенсации. Чувствительный элемент - стальной буёк 13 - подвешен на конце рычага 11. Изменение уровня жидкости в ёмкости вызывает изменение глубины погружения буйка, масса его при этом соответственно увеличивается или уменьшается. Изменение массы буйка приводит к перемещению рычага 11, связанного с ним Т-образного рычага 2 с заслонкой 6. Перемещение заслонки относительно неподвижного сопла 5 вызывает изменение сигнала на входе и выходе пневмоусилителя 4 и сильфоне обратной связи 8.

Изменение давления в сильфоне создаёт усилие, действующее через Г-образный рычаг 7 и подвижную опору 3 на Т-образный рычаг 2 в направлении, обратном усилию, созданному массой буйка. При компенсации усилия,

создаваемого массой буйка 13 усилием на сильфоне обратной связи 8, подвижная система находится в равновесии.

Начальная масса буйка уравновешивается специальным грузом 9, навинченным на плечо дополнительного рычага 10. Установка требуемого значения выходного сигнала при начальном значении уровня (0.02 МПа) осуществляется корректором «нуль» - пружиной 1. Установка верхнего значения выходного сигнала при максимальном значении уровня (0.1 МПа) осуществляется перемещением подвижной опоры 3.

Настройка уровнемеров на заданные пределы измерения проводится с помощью грузов путём имитации гидростатической выталкивающей силы, соответствующей верхнему пределу измерений.

Уровнемер буйковый пневматический типа УБ-П предназначен для работы в системах автоматического контроля, управления и регулирования параметров производственных технологических процессов с целью выдачи информации в виде стандартного пневматического сигнала об уровне жидкости или границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, находящихся под вакууметрическим, атмосферным или избыточным давлением.

Пределы допускаемой основной погрешности уровнемеров, выраженные в процентах от диапазона изменения выходного сигнала, должны соответствовать:

- для уровнемеров с верхним пределом измерения уровня до 1,0 м ± 1 и $\pm 1,5$;
- для уровнемеров с верхним пределом измерения уровня от 1,6 м $\pm 1,5$.

Расчётные значения выходных сигналов уровнемеров в зависимости от измеряемого уровня определяют по формуле:

$$P_{\text{рвых}} = 20 + 80 \frac{H}{H_{\text{max}}} \text{ кПа, где}$$

$P_{\text{рвых}}$ - расчётное значение выходного сигнала, в кПа;

H - задаваемое значение измеряемого уровня в м;

H_{\max} - верхний предел измерения, м.

При изменении уровня жидкости от нижнего до верхнего предела измерения выходной сигнал изменяется от 20 до 100 кПа (от 0,2 до 1,0 кгс/см²).

Уровнемер состоит из измерительного блока и унифицированного пневмопреобразователя.

Определение основной погрешности и вариации выходного сигнала в точках в точках диапазона измерения уровня, соответствующих нижнему и верхнему значениям и 3-4 промежуточным значениям при прямом и обратном ходе производится следующим образом:

- Определение основной погрешности производится путём сравнения действительных значений выходного сигнала с расчётным.

Основная погрешность определяется по формулам:

$$\gamma = \frac{P_{\text{вых}} - P_{\text{рвх}}}{80} \cdot 100\%;$$

$$\gamma' = \frac{P_{\text{вых}} - P_{\text{рвх}}}{80} \cdot 100\%; \text{ где}$$

γ, γ' – основная погрешность в процентах диапазона изменения выходного сигнала при прямом и обратном ходе;

$P_{\text{вых}}, P_{\text{рвх}}$ – действительное значение выходного сигнала, соответствующее проверяемому значению уровня при прямом и обратном ходе;

$P_{\text{рвх}}$ – расчётное значение выходного сигнала, соответствующее проверяемому значению измеряемого уровня;

80 – диапазон изменения выходного сигнала, в кПа.

Вариацию выходного сигнала определяют по формуле:

$$\gamma_e = \frac{P_{\text{вых}} - P_{\text{рвх}}}{80} \cdot 100\%;$$

Вариация не должна быть более абсолютного значения предела допускаемой основной погрешности.

Размах пульсации выходного сигнала не должна быть более 0,5% от диапазона его изменения.

Пневматические регуляторы (регулирующие устройства) работают с первичными преобразователями, приборами контроля и другими устройствами со стандартными входными и выходными сигналами в диапазоне 0.02-0.1 МПа (0.2-1 кгс/см). Пневматические регуляторы используют для автоматического управления технологическими процессами по одному из выбранных законов регулирования: позиционному, пропорциональному, пропорционально-интегральному, пропорционально - дифференциальному и пропорционально-интегрально-дифференциальному.

Для своей работы пневматические регуляторы используют энергию сжатого воздуха с давлением питания 0.14 МПа \pm 10 % ($1.4 \text{ кгс/см}^2 \pm 10 \%$) и могут быть установлены во взрыво- и пожароопасных помещениях.

Регулятор типа ПР3.31 предназначен для получения непрерывного пропорционально-интегрального регулирующего воздействия на исполнительный механизм при отклонении регулируемого параметра от заданного значения. Регулятор имеет линейные статические характеристики и состоит из пятимембранного 1 и трёхмембранного 6 элементов сравнения, повторителя-усилителя мощности 8, повторителя 11, ёмкости 12, двух дроссельных сумматоров в прямом канале (дроссели 2 и 3) и в линии отрицательной обратной связи (дроссели 4, 5), регулируемого дросселя 13, включающих реле 9 и 14. Для настройки регулятора на прямое и обратное регулирование в нём установлен диск переключатель П. Нерегулируемый дроссель ПД1 встроен в повторитель-усилитель мощности, а дроссель ПД2 вставлен во входной канал этого же элемента.

Отличительной конструктивной особенностью регулятора ПР3.31 является наличие двух органов настройки предела пропорциональности в диапазоне 2 - 3000 %, что значительно повышает плавность настройки. При настройке предела пропорциональности в диапазоне 100 - 3000 % дроссель 5

необходимо поставить на отметку 100 %, что соответствует полному его открытию, а дроссель 2 устанавливают на требуемую отметку.

При работе регулятора в диапазоне настроек предела пропорциональности от 2 до 100 % дроссель 2 ставят на отметку 100 %, а дроссель 5 устанавливают на требуемую отметку.

Время интегрирования (Ти) настраивается дросселем 13 (минимальное значение Ти соответствует полностью открытому дросселю). Настройки предела пропорциональности и времени интегрирования взаимонезависимы.

Выходное давление ДРвых регулятора ПР3.31 при наличии рассогласования на входе изменяется по следующей зависимости:

$$\Delta P = K_p \cdot \Delta P_{\text{вх}} + \frac{1}{Tu} \int \Delta P_{\text{вх}} \cdot dt$$

где $K_p = \frac{1}{\Pi\Pi}$ 100% коэффициент усиления регулятора;

$\Delta P_{\text{вх}}$ - рассогласование между текущим и заданным значениями регулируемого параметра.

5 Контрольные вопросы:

1. Устройство и принцип работы УБ-П.
2. Основные параметры и характеристики УБ-П.
3. Область применения УБ-П.
4. Для чего необходим сильфон в УБ-П?
5. Назначение пневмоусилителя в схеме УБ-П.
6. Как производится точная настройка УБ-П?
7. Как производится грубая настройка УБ-П?
8. Для чего предназначен регулятор ПР 3.31?
9. Как настраивается регулятор ПР3.31?
10. Как настраивается время интегрирования?
11. Как настраивается предел пропорциональности?
12. Как изменяется выходное давление регулятора ПР3.31?
13. Расскажите алгоритм срабатывания регулирующего и отсечного клапанов.

14. Конструкция и принцип работы регулирующего клапана ПОУ8.
15. Конструкция и принцип работы отсечного клапана К203.

6 Список использованных источников:

1. Сотскова Е. Л., Головлева С.М. Основы автоматизации технологических процессов переработки нефти и газа. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 304 с.
2. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. Спб: ПРОФЕССИЯ, 2009. 592с.
3. ПС «Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса» № 436.
4. ПС «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» № 349.

Тема 3.2 «Автоматизация добычи и промыслового сбора нефти»
Лабораторная работа № 9
«Исследование алгоритма работы насосной станции».

1. Учебная цель: формирование умения исследовать структуру и режимы работы автоматизированных систем управления технологическими процессами, алгоритм управления, организацию АРМ оператора.

3 Оборудование:

Описание конструкции лабораторного стенда.

Лабораторное оборудование стенда - комплекс, сочетающий реальное оборудование (насос, задвижка, аппаратура управления) и оборудование, имитирующее работу реального насоса, задвижки, резервуаров и т.д.

Работа реального электрического оборудования блокирована с работой имитатора. На лицевой панели стенда студенты могут наблюдать изменение уровня жидкости в резервуаре при включении насоса и срабатывании задвижки. В то же время осуществляется запуск реального насоса и реальной задвижки. На лицевой панели стенда установлен пульт управления, позволяющий выбирать режим работы стенда (ручной, автоматический), а также производить управление оборудованием стенда.

В стенде установлено оборудование для измерения давления, температуры рабочей жидкости, выдающее унифицированный токовый сигнал 4-20 мА.

На рисунке 1 показано, что конструктивно станд представляет собой шкаф на стойках, к которым крепятся поворотные колеса 1. На лицевой части расположены панель управления 2, включающая индикатор низкого уровня 3, индикатор слива индикатор остановки питания цепей управления стенда 5, а также кнопки «Пуск» питания 6 и «Стоп» 7, ниже располагаются тумблеры управления оборудованием: тумблер управления напорной задвижкой 8, сливной задвижкой 9, насосом 10 и переключатель режимов 11. Слева от

панели управления располагается верхний бак 12, в котором расположены датчик нижнего уровня 13, максимального уровня 14 и аварийный 15, также слева от бака расположен тумблер-имитатор аварии 16. В нижней части бака находится датчик температуры 17, справа от него расположен датчик давления «Метран» 18. Сверху от панели управления размещена задвижка-имитатор 19. Отсек с электрооборудованием закрывает дверь 20. На ней размещены сенсорный экран 21, а также электрическая схема имитируемого объекта 22. Нижний отсек закрыт дверью 23, закрывающейся на замок 24.

В правой стенке стенда вмонтированы розетка 28 для питания задвижки.

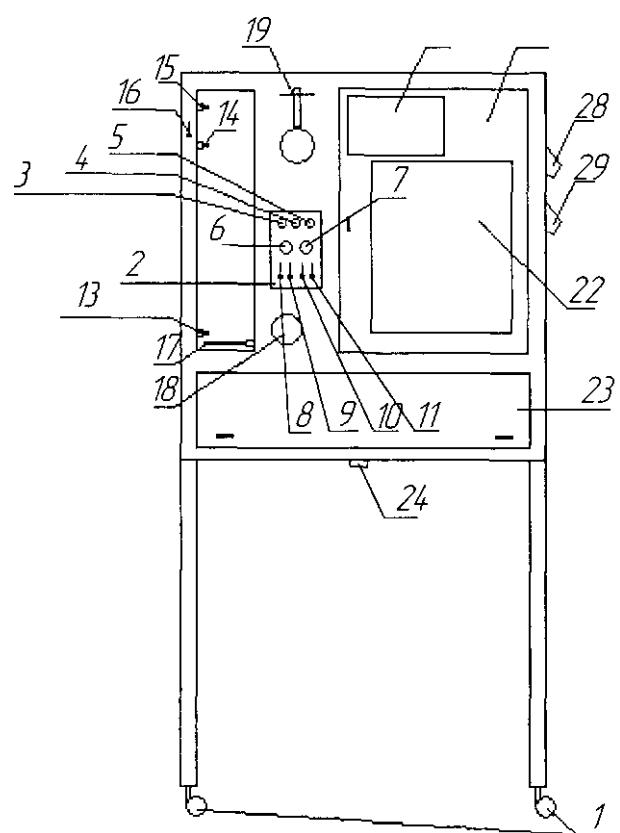


Рис. 1 Общий вид лабораторного стенда

Схема электрическая принципиальная лабораторного стенда представлена в приложении А.

Реализуемые режимы работы

Стенд может работать в трех режимах:

- РУЧНОЙ - управляетя переключателями с лицевой панели стенда (управление возможно насосом с помощью ключа SA4, напорной задвижкой SA2, задвижкой слива SA3);
- АВТОМАТИЧЕСКИЙ - Включается переключением тумблера SA1 на лицевой панели (стенд работает автоматически, человек в работе не участвует, ни на что не влияет);
- АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ - включение режима возможно лишь в положении тумблера SA1 "АВТОМАТИЧЕСКИЙ", режим создан для управления стендом в составе АСУТП (управление с помощью ПЛК SIEMENS).

Стенд включается автоматом QF1, смонтированным на задней стенке, питание подается только на SIEMENS, прибор определения уровня РОС-3, также предварительно подается через нормально замкнутый контакт реле KL10 на катушку контактора КМО, также на один из его контактов, после чего загорается лампа "Система остановлена" - сигнализирующая о том, что питание на цепи управления не подается.

Питание на цепи управления подается посредством нажатия кнопки SB1 "Пуск" зеленого цвета на лицевой панели стенда (см. Приложение А)

Ручной режим

При нажатии кнопки SB1 "Пуск" через замкнутые контакты КМО подается питание 220 вольт и подается питание по 12 вольтовой цепи управления.

В ручном режиме разрывается цепь питания катушки контактора КМ2 и реле KL17. Стенд готов к управлению. Включение насосов осуществляется перемещением SA3 (тумблера на лицевой панели) в соответствующее положение - при этом питание подается на катушку реле KL4, нормально разомкнутый контакт, которого одним концом соединен с нулевым проводником, а другой с катушкой контактора КМ3. Реле срабатывает, контакт замыкается, одновременно с этим срабатывает КМ3, его контакты замыкаются.

Питание 12В подается на положительный полюс насоса минимального подъема и предварительно на насос максимального подъема, питание 220В подается на катушку пускателя КМ8, контактор срабатывает - начинает вращаться ротор двигателя насоса возле стенда. Вода медленно наполняет верхний бак. Напорная задвижка и задвижка для слива закрыты. При перемещении ключа SA3 в обратное положение происходит отключение питания контактора КМ3.

Открытие напорной задвижки (в исходном положении задвижка закрыта) происходит следующим образом: Ключ SA2 перемещается в соответствующее положение, питание подается на катушки реле KL3, контакты реле замыкаются, подается питание 12В к насосу максимального подъема через нормально разомкнутый контакт концевого переключателя SQ 3.2 «Открыто», - 12В на контакт напорной задвижки - напорная задвижка открывается, 220В поступает на катушку контактора КМ5 через нормально замкнутый контакт концевого переключателя SQ 3.1 «Открыто».

Контакты КМ5 замыкаются, подается питание на двигатель имитатора задвижки на стенде, а также на катушку пускателя КМ7 - начинает вращаться реальная задвижка (поскольку время работы КМ7 ограничено ходом задвижки-имитатора, то реальная задвижка работает непродолжительное время). Когда язык задвижки - имитатора доходит до верхнего концевого переключателя SQ 3 «Открыто» и нажимает его, размыкается цепь питания катушки контактора КМ3, что в свою очередь разрывает цепь питания пускателя КМ7 и прекращает подачу питания к двигателю имитатора, одновременно с этим замыкается контакт того же концевого переключателя, в результате чего подается питание на насос максимального подъема. Вода через открытую напорную задвижку начинает быстро поступать в верхний бак.

Закрытие напорной задвижки происходит по следующему алгоритму: Как уже описано выше, язык задвижки - имитатора давит на верхний концевой переключатель SQ3 «Открыто». Перемещением ключа SA2 в соответствующее положение подается питание на катушку реле KL2, в результате чего подается

питание -12В на контакт напорной задвижки, задвижка закрывается, также подается питание 220В на катушку контактора КМ4, контакты которого замыкаются и через них подается питание 12В на двигатель задвижки-имитатора, а 220В - на катушку пускателя КМ6.

При нажатии языка на нижний концевой переключатель SQ 2 «Закрыто» разрывается цепь питания КМ4, ротор двигателя задвижки-имитатора перестает вращаться, пускатель КМ6 отключается. Задвижка закрывается.

Управление задвижкой для слива жидкости из верхнего бака:

Открытие задвижки происходит путем перемещения ключа SA4 в положение "Открыть", питание +12В подается на катушку реле KL8, которое своими контактами замыкает цепь питания сливной задвижки и лампы-индикатора слива, последняя в результате этих манипуляций загорается, сигнализируя о процессе слива воды.

Закрытие задвижки можно осуществить, переместив ключ SA4 обратно, в этом случае питание подается на катушку реле KL7, контакты которого замыкают цепь питания сливной задвижки. ВНИМАНИЕ: в ручном режиме полностью исключена возможность управления с помощью ПЛК SIEMENS!

Автоматический режим

Режим не предусматривает какое-либо участие человека в управлении технологическим оборудованием. Автоматический режим реализуется с помощью прибора контроля уровня РОС-3.

Для включения режима необходимо включить стенд и перевести ключ SA1 в соответствующее положение. Прекращается подача питания на катушки реле KL5, нормально замкнутый контакт приходит в начальное положение и через него подается питание на катушку контактора КМ2, контакты которого срабатывают: гаснет лампа "низкий уровень", подается питание через нормально замкнутый контакт реле нижнего датчика уровня РОС - 3 (только в случае если верхний бак пустой или уровень воды ниже нижнего датчика) на

катушку КМ3 через нормально замкнутый контакт KL6, происходит его срабатывание - начинает вращаться ротор насоса минимального подъема, подается питание на КМ8 - начинает вращаться ротор реального насоса.

Одновременно с этим подается питание на катушку реле KL1, его контакты переключаются и подается питание через замкнутый контакты КМ2 и KL1 на катушку KL3- открывается напорная задвижка, подается питание на катушку КМ3, контакты КМ3 срабатывают и подают питание к катушке КМ7 – реальная задвижка начинает работать, также начинает движение язык задвижки-имитатора на стенде.

После того как язык упрется в верхний концевой переключатель «Открыто» цепь питания КМ5 разорвется и задвижка у стенда перестанет получать питание, одновременно с этим замыкается контакт концевого переключателя и насос максимального подъема начинает получать питание - вода быстрее наполняет верхний бак. Как только вода дойдет до датчика минимального уровня (нижний датчик), его реле сработает и нормально замкнутый контакт разомкнётся, в результате чего питание начнет подаваться через нормально замкнутый контакт реле максимального уровня.

Одновременно с началом работы насоса предварительного подъема подается питание на катушку KL 7, закрывающее сливную задвижку, через замкнутые контакты КМ2 и подвижный контакт реле KL9, питание катушки которого поступает через контакты КМ3. Вода будет заполнять бак до тех пор, пока ее уровень не достигнет максимального (не аварийного!) датчика.

Как только произойдет заполнение верхнего бака, сработает реле максимального уровня, его нормально замкнутый контакт разомкнётся и прекратится подача питания на катушку контактора КМ3, его контакты разомкнутся и катушки КМ8 и KL1, KL3 перестанут получать питание - насосы отключаются. Вместе с этим KL1 переключает свои контакты и теперь питание через КМ2 и KL1 поступает на катушки KL2 - реле закрытие задвижки - в результате его срабатывания начинают получать питание катушка КМ4 и напорная задвижка, которая закрывается.

После срабатывания КМ4 начинает получать питание пускатели КМ6 - задвижка возле стенда начинает работу - а также язык задвижки- имитатора начинает свое движение вниз - в сторону нижнего концевого переключателя «Закрыто».

Одновременно с отключением КМ3 перестает получать питание KL9 - его нормально замкнутый контакт возвращается в исходное положение, тем самым получает питание катушки KL8 - она замыкает свои контакты и сливная задвижка открывается - вода из верхнего бака сливается в нижний.

Когда вода из верхнего бака в результате слива достигнет нижнего датчика тогда его реле сработает и начнет получать питание катушка контактора КМ3 через замкнутый контакт КМ2 и нормально замкнутый контакт KL6. Контактор КМ3 срабатывает, цикл повторяется снова. Таким образом стенд работает в автоматическом режиме

Режим предусматривает демонстрацию работы аварийного реле, для этого необходимо переместить ключ SA5 (тумблер зеленого цвета на лицевой стороне) в верхнее положение.

Автоматизированный режим

При проектировании стендада была учтена возможность подключения к нему ПЛК SIEMENS. Для этого на стадии монтажа были включены в схему реле для управления основными элементами стендада с катушками на 24 В.

Для включения режима "Автоматизированный" необходимо перевести тумблер SA1 в положение "автоматический" и подать питание на катушку реле KL17, в результате срабатывания его контактов перестанет получать питание контактор КМ2 и одновременно начинает получать питание КМ1, Теперь стенд полностью контролируется ПЛК SEMENS. Вместе с тем из этого режима легко выйти, переместив SA1 в положение "ручной режим".

На лабораторном стенде используется комплекс технических средств фирмы Siemens, а именно модуль ЦПУ 314C-DPSimaticS7-300 и панель оператора TP177 A.

В основу построения таких систем положены следующие принципы:

- данные в систему вводятся один раз, после чего становятся доступными на всех уровнях управления.
- все компоненты и системы конфигурируются, программируются, запускаются, тестируются и обслуживаются с использованием простых стандартных блоков, встроенных в систему разработки. Все операции выполняются с использованием единого интерфейса и единых инструментальных средств.
- различные сетевые решения конфигурируются и единообразно.

Соединения могут быть легко модифицированы в любое время в любом месте.

Интегрированная система автоматизации SimaticS7 объединяет:

- контроллеры Simatic S7;
- станции распределенного ввода/вывода SimaticDP;
- системы автоматизации SimaticC7;
- программаторы Simatic PG;
- промышленное программное обеспечение;
- человеко-машинный интерфейс;
- средства связи.

Конструкция контроллера отличается удобством обслуживания:

- модули контроллера легко монтируются на профильную DIN-рейку и фиксируются винтом;
- подключение модулей к внутренней шине контроллера производиться с помощью шинных соединителей;
- подключение внешних соединителей с помощью винтовых или пружинных контактов;
- единая для всех модулей глубина установки.

Контроллеры S7-300 обладают широкими коммуникационными возможностями. Контроллеры этого семейства используют для организации связи:

коммуникационные процессоры для подключения к PPI интерфейсу, встроенный MPI интерфейс, коммуникационные процессоры для подключения к AS интерфейсу и сетям Profibus-DP и Ethernet.

Модули ввода/вывода выпускаются в пластиковых корпусах. На лицевых панелях дискретных модулей расположены светодиоды для контроля входных цепей. Аналоговые модули снабжены красными светодиодами для индикации аварийных состояний. Подключение входных цепей производится к съемным фронтальным соединителям. Их наличие позволяет производить замену модуля без демонтажа внешних цепей.

Приборы оперативного управления и мониторинга включают в свой состав широкую гамму приборов оперативного управления и контроля, масштабируемую по производительности и стоимости, степени защиты и возможности расширения. Могут отображать как текстовую, так и пиксельную графическую информацию. Имеют сенсорный дисплей и большое время наработки на отказ.

Панель ТР 177А предназначена для замены популярной панели ТР 170А. Она имеет одинаковые с ТР 170А установочные размеры, построена на более новой элементной базе, поддерживает целый ряд новых функций и имеет более низкую стоимость. Основным отличием ТР 177А является возможность использования ландшафтной или портретной ориентации изображения, что расширяет возможности компоновки шкафов и пультов управления. Панель оснащена встроенными интерфейсами MPI и Profibus-DP (до 1.5 Мбит/с) и способна работать с программируемыми контроллерами S7-200/S7- 300/S7-400, а также с системами компьютерного управления WinCC и WinAC.

Также лабораторный стенд состоит из нижнего уровня, в который входит насосная станция. Через устройство связи с объектом контроллер соединен с нижним уровнем управления. От контроллера подаются управляющие сигналы на управление и регулирование параметров работы насосной станции.

4 Порядок выполнения работы:

Произвести пуск насосной станции в ручном режиме, про наблюдать работу насосной станции при наполнении резервуара.

С помощью SimaticPanel или стенда установить ручной режим, закрыть сливную задвижку, открыть наливную задвижку и включить насос.

Произвести замеры параметров, указанных в таблице 1 по мере поступления воды в резервуар.

Наполнить резервуар на половину и с помощью Simatic Panel включить ТЕН.

Произвести замеры параметров, указанных в таблице 2.

Произвести пуск насосной станции в автоматическом режиме, про наблюдать работу средств автоматизации при наполнении резервуара.

Таблица 1

№	Объем воды, л	Время, с
Уровень 1		
Уровень 2		
Уровень 3		

Таблица 2

Температура, С	Время, с

5 Краткие теоретические сведения:

В настоящее время в связи с бурным развитием микроэлектроники и наноэлектроники быстро развивается производство современных средств автоматизации, в том числе интеллектуальных датчиков, программируемых логических контроллеров.

Широко применяются сетевые технологии для передачи данных технологических процессов.

Современное производство в настоящее время испытывает недостаток в квалифицированных специалистах, которые могут обслуживать не только нижний, но и средний, и верхний уровень АСУ ТП.

Для формирования таких компетенций, как использование информационно-коммуникационных технологий профессиональной деятельности, контроль и анализ функционирования параметров систем в процессе эксплуатации технологических процессов отрасли разработан лабораторный стенд «Исследование структуры и режимов работы АСУ ТП».

Для управления насосной станцией «АРГУС». Рассматриваемый программный комплекс «АРГУС» (в дальнейшем - «АРГУС») – это SCADA система, с помощью которой осуществляется представление информации (в том числе и архивной) о состоянии технологического объекта управления (ТОУ) на экране рабочей станции (пульта управления), а также выдача команд управление режимом работы ТОУ с рабочей станции (пульта управления).

К функциональным возможностям «АРГУС» относятся:

- отображение технологической информации о состоянии ТОУ;
- отображение ретроспективной технологической информации;
- дистанционное управление исполнительными механизмами ТОУ;
- дистанционный пуск ТОУ;
- техническая диагностика ТОУ.

Виды предоставляемой информации

«АРГУС» обеспечивает представление информации следующих видов:

- текущие значения аналоговых параметров и состояния исполнительных механизмов (ИМ) ТОУ;
- список активных в данный момент аварийных, ограничительных и предупредительных сообщений (сигнализационные сообщения);

-сообщения о текущих режимах работы ТОУ и об изменениях режимов (режимные сообщения);

-сообщения о неисправностях аппаратуры (диагностические сообщения) системы автоматического управления на базе программируемого логического контроллера фирмы SiemensS7-300 (в дальнейшем - система), с помощью которых осуществляется управление ТОУ;

-сообщения о ходе технологического процесса (технологические сообщения);

-ретроспектива значений аналоговых параметров, переключений ИМ, появления, квитирования и снятия сигнализационных и режимных сообщений, сообщений о неисправностях в аппаратуре системы, протокол управляющих действий оператора.

Представление информации в «АРГУС» осуществляется в текстовом и графическом виде.

Организация экрана

Вывод информации на экран рабочей станции осуществляется с помощью окон, каждое из которых занимает определенное место в терминале «АРГУС». Описание и внешний вид терминала «АРГУС» приведено в пп. 3.1, 3.2.

Окна в «АРГУС» предназначены для вывода следующей информации:

- окно обобщенной сигнализации - отображает текущий режим работы ТОУ и информацию о наличии сигнализационных сообщений;
- окно «Сигнализация» - отображает список аварийных, ограничительных и предупредительных сообщений. В это же окно, помимо сообщений об отклонениях параметров, упорядоченных по времени их появления, выводится информация о неисправности аппаратуры автоматики в виде обобщенных сигналов диагностики системы;

- окно «Аналоговые параметры» - отображает список аналоговых параметров и текущее значение для каждого из них;

- окно «Дискретные параметры» - отображает данные о текущих состояниях входных дискретных сигналов системы;
- окно «Мнемосхемы» - отображает состояние оборудования и исполнительных механизмов и предоставляет возможность формировать команды управления ими для передачи в систему;
- окно «Журнал событий» - отображает ретроспективу появления, квитирования и снятия сигнализационных сообщений, а также появления режимных сообщений, сообщений об изменении состояния ИМ, сообщений о командах оператора, сообщений об изменении значений настраиваемых параметров, сообщений о неисправностях в аппаратуре системы;
- окно «Диагностика» - отображает сообщения о неисправностях в аппаратуре системы;
- окно «Групповые графики» - позволяет просматривать один или несколько графиков изменения различных аналоговых параметров (по выбору оператора), при этом на групповом графике могут отображаться кривые, построенные на основе текущих данных;
- окно «История» - предоставляет возможность просмотра архивной информации двух видов: ретроспектива изменения значений аналоговых параметров и ретроспектива возникновения событий.

Кроме того, в «АРГУС» предусмотрены окна, с помощью которых осуществляется выдача команд на управление ИМ ТОУ (окно «Мнемосхемы»).

Наиболее существенные изменения информации (появление предупредительной, ограничительной, аварийной сигнализации или обрыв связи), связанные с нарушением или изменением режима, имеют звуковое сопровождение.

Терминал «АРГУС» для САУSiemensS7-300

Внешний вид терминала «АРГУС» для системы автоматического управления учебного стенда (в дальнейшем - САУ), предназначенный для управления перекачивающей установкой, представлен на рис. 3.

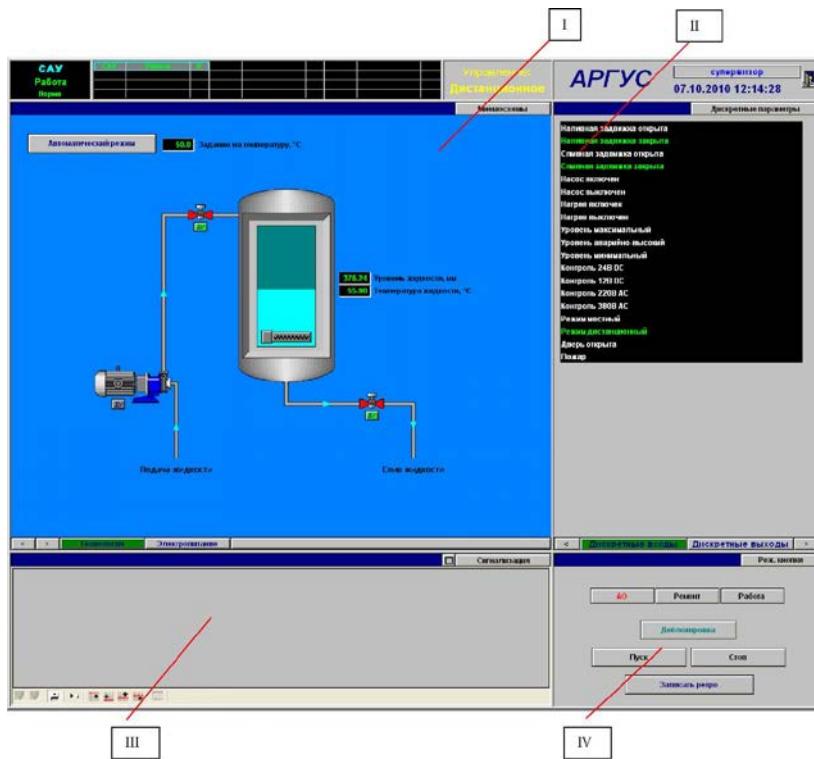


Рис. 3 Внешний вид терминала «АРГУС»

6 Содержание отчета:

- тема;
- цель;
- условные обозначения приборов и средств автоматизации в схеме;
- изображение фрагмента функциональной схемы;
- ответы на контрольные вопросы;
- таблицы с данными;
- вывод.

6 Контрольные вопросы:

1. Какие режимы работы насосной станции реализуются на лабораторном стенде, каков алгоритм реализации каждого режима?
2. Объяснить работу релейно-контактной схемы в ручном и автоматическом режимах.

3. Каким образом просматриваются видеокадры мнемосхемы?
4. Охарактеризуйте динамические элементы мнемосхемы.
5. Как определяется положение (или состояние) исполнительных механизмов на видеокадре мнемосхемы?
6. Как осуществляется дистанционное управление исполнительными механизмами (ИМ) из мнемосхемы?
7. Как отображаются команды управления, подаваемые на ИМ?
8. Охарактеризуйте статические элементы мнемосхемы.
9. Что обозначают цвета цифровых элементов мнемосхем?
10. Как просмотреть индивидуальный график изменения во времени какого-либо аналогового параметра?
11. Каким образом производится вывод измерительного канала в ремонт?
12. Каким образом можно изменить настройки аналоговых параметров из пультовой программы?
13. Какая информация в окне «История» выводится в виде списка событий, а какая в виде графиков?
14. Как выводится информация по дискретным и аналоговым параметрам в окно «Архивы»? Как удаляется архивная информация?
15. Назначение окна «Режим кнопки»?
16. Какая информация может быть выведена на печать?
17. Функции SCADA-системы «Аргус».
18. Какое оборудование составляет нижний уровень АСУ ТП насосной станции.
19. Перечислите оборудование среднего уровня АСУ ТП насосной станции.
20. Перечислите элементы верхнего уровня АСУ ТП насосной станции.
21. Дайте определение понятия «SCADA-система».

8 Список используемых источников:

- 1 Сотскова Е Л., Головлева С.М. Основы автоматизации технологических процессов переработки нефти и газа. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 304 с.
- 2 Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. Спб: ПРОФЕССИЯ, 2009. 592с.
- 3 ПС «Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса» № 436.
- 4 ПС «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» № 349.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

СОГЛАСОВАНО

Старший методист

И. Оле

М.В. Отс

Методист по ИТ



Ю.В. Пеховкина