

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Югорский государственный университет»**  
**НИЖНЕВАРТОВСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ (филиал)**  
**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего образования**  
**«Югорский государственный университет»**



**ОП. 09**  
**ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ**  
**ПРОЦЕССОВ**

**Методические указания и контрольные задания**  
**для обучающихся заочной формы обучения**  
**образовательных учреждений**  
**среднего профессионального образования**  
**специальности 18.02.09**  
**Переработка нефти и газа**

**Нижневартовск 2016**

**ББК 32.965**

**О-75**

**РАССМОТРЕНО**

На заседании ПЦК «ЭТД»  
Протокол № 3 от 18.03.2016г.

Председатель

 М.Б. Тен

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель методического совета  
ННТ (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»

 Р.И. Хайбулина

« 24 » марта 2016г.

Методические указания и контрольные задания для обучающихся заочной формы обучения образовательных учреждений среднего профессионального образования по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа по дисциплине ОП.09 «Основы автоматизации технологических процессов» разработаны в соответствии с:

1. Федеральным государственным образовательным стандартом (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) 18.02.09 Переработка нефти и газа; утвержденного 23.04.2014г.

2. Программой учебной дисциплины ОП.09 «Основы автоматизации технологических процессов», утвержденной 11.09.2015г.

Разработчик:

Хакимова Ирина Викторовна, преподаватель Нижневартовского нефтяного техникума (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ».

Рецензенты:

1. Тен М.Б., высшая квалификационная категория, преподаватель Нижневартовский нефтяной техникум (филиал) ФГБОУ ВПО «ЮГУ».

2. Соколова О.Н., высшая квалификационная категория, преподаватель БОУ «Нижневартовский политехнический колледж».

Замечания, предложения и пожелания направлять в Нижневартовский нефтяной техникум (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет» по адресу: 628615, Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ, г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.

©Нижневартовский нефтяной техникум (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»,  
2016

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>1. ПАСПОРТ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.09 ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ</b> .....	4
1.1. Область применения учебной дисциплины.....	4
1.2. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы .....	5
1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения .....	5
1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение программы учебной дисциплины при заочной форме обучения.....	5
<b>2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОП.09 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ</b> .....	6
2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы при заочной форме обучения.....	6
2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины.....	6
2.3. Контрольная работа.....	9
2.4. Методические указания к выполнению контрольной работы.....	16
<b>3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА</b> .....	27
3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению.....	27
3.2. Информационное обеспечение обучения.....	27
<b>4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» ПРИ ЗАОЧНОЙ ФОРМЕ ОБУЧЕНИЯ</b> .....	28

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания и контрольные задания для обучающихся 4-го курса заочного отделения учебной дисциплины «Основы автоматизации технологических процессов» относящейся к циклу Общепрофессиональных дисциплин разработаны в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС) среднего (полного) общего образования (профильное обучение); в соответствии с федеральными базисными учебными планами для образовательных учреждений Российской Федерации, реализующих программы общего образования (приказ Минобрнауки России от 09.03.2004 г. № 1312 в редакции приказов Минобрнауки России от 20.08.2008 г. № 241 от 30.08.2010 г. № 889) для специальности 08.02.09 Переработка нефти и газа.

Изучение теоретического материала необходимо проводить в последовательности, указанной программой, при этом обучающийся должен учитывать, что последовательность изложения тем дисциплины тесно связана между собой и что, не усвоив материал очередного раздела нельзя переходить к изучению последующих разделов.

Для лучшего усвоения материала рекомендуется выполнение следующих указаний:

- ознакомиться с основными вопросами темы;
- используя учебную литературу проработать материал темы. Сначала внимательно прочитать, понять содержания текста. Далее, вторично читая, необходимо составить конспект, выполнить чертежи и схемы, поясняющие те или иные положения.
- после изучения темы ответить на вопросы самопроверки.
- для лучшего усвоения материала нужно решать задачи и примеры.

**Цель методической разработки:** закрепление полученных теоретических знаний, приобретение расчетных навыков, развитие навыков самостоятельной работы, формирование технического мышления.

## **1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

### **1.1. Область применения рабочей программы**

Рабочая программа учебной дисциплины является частью примерной основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 18.02.09 «Переработка нефти и газа»

Рабочая программа учебной дисциплины может быть использована в дополнительном профессиональном образовании по программам повышения квалификации.

## **1.2. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:**

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы автоматизации технологических процессов» относится к циклу Общепрофессиональных дисциплин ОП.09

## **1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины:**

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь:**

- выбирать тип контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (КИПиА) под задачи производства и аргументировать свой выбор;
- регулировать параметры технологического процесса по показаниям КИПиА вручную и дистанционно с использованием средств автоматизации;
- снимать показания КИПиА и оценивать достоверность информации.

**знать:**

- классификацию, виды, назначение и основные характеристики типовых контрольно-измерительных приборов и сигнальных устройств по месту их установки, устройству и принципу действия (электрические, электронные, пневматические, гидравлические и, комбинированные датчики и исполнительные механизмы, интерфейсные, микропроцессорные и компьютерные устройства);
- общие сведения об автоматизированных системах управления (АСУ) и системах автоматического управления;
- основные понятия автоматизированной обработки информации;
- основы измерения, регулирования, контроля и автоматического управления параметрами технологического процесса;
- принципы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами, типовые системы автоматического регулирования технологических процессов;
- систему автоматической противоаварийной защиты, применяемой на производстве;
- состояние и перспективы развития автоматизации технологических процессов;

## **1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение примерной программы учебной дисциплины:**

максимальной учебной нагрузки обучающегося **96 часов**, в том числе: обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося **14 часов**; самостоятельной работы обучающегося **82 часа**.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>96</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>14</b>
в том числе:	
лабораторные работы	
практические занятия	6
контрольные работы	
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>	<b>82</b>
в том числе:	
<i>Внеаудиторная самостоятельная работа</i>	<b>82</b>
<b><i>Итоговая аттестация в дифференцированном зачете</i></b>	

### 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Максимальная учебная нагрузка, час	Кол-во аудиторных часов при заочной форме обучения, ч			СРС, ч
		Всего	В том числе		
			ЛПР	ПР	
1	2	3	4	5	6
<b>Введение.</b> Роль и место знаний по дисциплине. Перспективы развития	<b>2</b>	<b>1</b>			
<b>Раздел 1. Основные понятия управления производственным процессом</b>	<b>4</b>				<b>4</b>
Тема 1.1. Технологические объекты управления	2	1			
Тема 1.2. Управляющая система и ее разработка	2				
<b>Раздел 2. Общие средства автоматизации.</b>	<b>50</b>	<b>8</b>			<b>42</b>
Тема 2.1. Системы и средства измерений	50	8		4	42
<b>Раздел 3. Автоматизация технологических процессов переработки нефти и газа</b>	<b>40</b>	<b>4</b>		<b>2</b>	<b>36</b>
Тема 3.1. Типовые схемы контроля, регулирования, сигнализации, блокировки и защиты	5	4		2	1
Тема 3.2. Автоматизация гидравлических процессов	5				5
Тема 3.3. Автоматизация тепловых процессов	10				10
Тема 3.4. Автоматизация процесса ректификации	10				10
Тема 3.5. Автоматизация процесса абсорбции	10				10
<b>ВСЕГО</b>	<b>96</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>82</b>

## **РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПРОЦЕССОМ**

### **Тема 1.1. Технологические объекты управления**

Определение ТОУ и требования, предъявляемые к ним. Основные воздействия и параметры ТОУ. Классификация ТОУ.

**Литература:** Ахметов С.А. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа., стр. 46-58.

### **Тема 1.2. Управляющая система и ее разработка**

Определение управляющей системы (УС). Классификация УС. Определение систем управления (СУ) и их классификация. Выбор контролируемых, регулируемых, сигнализируемых параметров. Мероприятия по защите и блокировке.

**Литература:** Ахметов С.А. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа., стр. 46-54.

## **РАЗДЕЛ 2. ОБЩИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ**

### **Тема 2.1 Системы и средства измерений**

Основы метрологии. Системы и средства измерений.

Измерение температуры: классификация; термометры расширения; термоэлектрический метод измерения; термопреобразователи сопротивления и приборы, работающие в комплекте с ними.

Измерение давления: классификация; жидкостные манометры, измерительные преобразователи давления и разряжения; дифференциальные манометры и измерительные преобразователи перепада давления.

Измерение расхода: классификация методов измерения; измерение расхода методом перепада давления; измерение количества жидкостей, газов, твердых материалов.

Измерение плотности, вязкости, влажности.

Методы и приборы для определения состава и показателей качества веществ: определение состава; анализ многокомпонентных смесей; анализ жидкостей.

**Практическое занятие №1.** «Изучение устройства и поверка логометра».

**Практическое занятие №2.** «Изучение конструкции и поверка одновиткового манометра».

**Литература:** Зайцев С.А. Контрольно-измерительные приборы и инструменты, стр. 4-50; Шишмарев В.Ю. Средства измерений, стр.32-52.

## **РАЗДЕЛ 3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ И ГАЗА**

### **Тема 3.1. Типовые схемы контроля, регулирования, сигнализации, блокировки и защиты**

Изучение ГОСТа 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Условные обозначения приборов и средств автоматизации».

Типовые схемы контроля, регулирования, сигнализации. Взаимосвязанное регулирование.

Принципы составления схем автоматизации: стадии разработки конструкторской документации; графическое оформление функциональных схем автоматизации, изображение на функциональных схемах технологических аппаратов, машин, трубопроводов и трубопроводной арматуры; изображение на функциональных схемах автоматических устройств и линий связи между ними. Щиты и пульты. Принципиальные электрические схемы. Состав текстовых документов.

**Практическое занятие №3.** «Построение схем автоматического контроля, регулирования, сигнализации с применением типовых узлов».

**Литература:** [http://window.edu.ru/library?p\\_rubr=2.2.75.25](http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.75.25)

### **Тема 3.2. Автоматизация гидравлических процессов**

Типовые решения по автоматизации процессов перемещения, смешения, отстаивания, фильтрования, очистки жидкостей и газов.

**Литература:** [http://window.edu.ru/library?p\\_rubr=2.2.75.25](http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.75.25)

### **Тема 3.3. Автоматизация тепловых процессов**

Типовые решения по автоматизации теплообменников, трубчатых печей, парокотельных установок.

**Литература:** [http://window.edu.ru/library?p\\_rubr=2.2.75.25](http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.75.25)

### **Тема 3.4. Автоматизация процесса ректификации**

Типовые схемы и решения по автоматизации процесса ректификации.

**Литература:** [http://window.edu.ru/library?p\\_rubr=2.2.75.25](http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.75.25)

### **Тема 3.5. Автоматизация процесса абсорбции**

Типовые схемы и решения по автоматизации процессов абсорбции.

**Литература:** [http://window.edu.ru/library?p\\_rubr=2.2.75.25](http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.75.25)



### 2.3 Требования к выполнению контрольной работы

По дисциплине каждая контрольная работа содержит 4 задачи. Варианты для каждого студента - индивидуальные. Номер варианта определяется двумя последними цифрами номера шифра студента. Например, если номера шифра 17, 20, то номера вариантов задач, которые он должен решить, соответственно будут 17, 20, если номер шифра студента больше 50-ти, то от последних цифр студента нужно отнять 50. Например, если номера шифра 67, 73, то номера вариантов задач, которые он должен решить, соответственно будут 17, 23.

Контрольная работа выполняется в отдельной тетради в клеточку. Условия задач переписывают полностью, оставляют поля шириной 25-30 мм для замечаний рецензента, а в конце тетради - 2-3 страницы для рецензии. Формулы и расчеты пишут чернилами, чертежи и схемы делают карандашом; на графиках указывают масштаб. Страницы тетради нумеруют для возможности ссылки на них преподавателя.

После получения работы с оценкой и замечаниями преподавателя надо исправить отмеченные ошибки, выполнить все его указания и повторить недостаточно усвоенный материал. Если контрольная работа получила неудовлетворительную оценку, то учащийся выполняет ее снова по старому или новому варианту, в зависимости от указания преподавателя, и отправляет на повторную проверку. В случае возникновения затруднений при выполнении контрольной работы учащийся может обратиться в техникум для получения письменной или устной консультации. Работы, выполненные неаккуратно или не по своему варианту, возвращаются без проверки.

### 2.4 Задания для контрольной работы

ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ

№ задания									
№ варианта	1	2	3	4	№ варианта	1	2	3	4
1	4	22	1	21	51	22	3	1	1
2	17	28	2	20	52	7	14	2	17
3	1	12	3	19	53	28	16	3	16
4	15	22	4	18	54	5	10	4	15
5	29	11	5	17	55	24	3	5	14
6	11	1	6	16	56	29	8	6	13
7	23	7	7	15	57	7	25	7	12
8	4	21	8	14	58	8	28	8	11
9	11	21	9	13	59	23	7	9	10
10	2	18	10	12	60	25	15	10	9
11	12	20	1	11	61	6	8	1	8
12	1	20	2	10	62	9	28	2	7

№ варианта	1	2	3	4	№ варианта	1	2	3	4
13	16	10	3	8	63	24	2	3	6
14	24	30	4	7	64	8	27	4	5
15	5	1	5	6	65	7	9	5	4
16	12	2	6	5	66	26	6	6	3
17	13	23	7	4	67	18	4	7	2
18	18	13	8	3	68	10	24	8	1
19	30	1	9	2	69	25	5	9	17
20	13	29	10	1	70	27	5	10	16
21	6	8	1	21	71	19	29	1	15
22	17	9	2	20	72	9	26	2	14
23	25	19	3	19	73	11	5	3	13
24	3	19	4	18	74	26	7	4	12
25	1	19	5	17	75	30	14	5	4
26	19	3	6	16	76	10	26	6	3
27	18	24	7	15	77	28	23	7	2
28	14	30	8	14	78	12	6	8	1
29	3	18	9	13	79	4	25	9	1
30	26	2	10	12	80	17	23	10	2
31	20	8	1	11	81	1	13	1	3
32	5	16	2	10	82	15	2	2	4
33	19	25	3	9	83	29	5	3	5
34	2	20	4	8	84	11	17	4	6
35	15	4	5	7	85	23	12	5	7
36	4	17	6	6	86	4	22	6	8
37	20	7	7	5	87	11	3	7	9
38	21	14	8	14	88	2	12	8	15
39	3	6	9	13	89	12	10	9	14
40	22	18	10	12	90	22	27	10	13
41	5	30	1	11	91	5	13	1	12
42	6	9	2	10	92	6	11	2	11
43	16	4	3	9	93	16	24	3	10
44	21	11	4	8	94	21	4	4	9
45	4	27	5	7	95	4	6	5	8
46	27	17	6	6	96	27	1	6	7
47	2	10	7	5	97	2	21	7	6
48	17	29	8	4	98	17	15	8	5
49	23	9	9	3	99	23	16	9	4
50	6	15	10	2	100	6	26	10	3

### Задание № 1.

1. Определить, с какой абсолютной погрешностью можно измерить разрежение прибором класса точности 2,5 с верхним пределом измерения 40 кПа и нижним пределом – 4 кПа.

2. Определить абсолютную погрешность измерения в начале шкалы на 30-ом делении для прибора класса точности 0,5 имеющего шкалу 100 делений. На сколько эта погрешность измерения отличается от погрешности на последнем делении шкалы?

3. При измерении температуры воды произведено 6 отсчетов показаний ртутного манометра:  $138,4^{\circ}\text{C}$ ;  $139,8^{\circ}\text{C}$ ;  $137,9^{\circ}\text{C}$ ;  $131,8^{\circ}\text{C}$ ;  $139,2^{\circ}\text{C}$ ;  $140,5^{\circ}\text{C}$ . Требуется определить средний результат измерений, среднеквадратичную погрешность измерения и вероятность возникновения случайной погрешности.

4. Можно ли утверждать, что тахометр, рассчитанный на измерение до 2000 об/мин класса точности 2,5 измеряет 1000 об/мин с относительной погрешностью 1% ?

5. Давление 100 кПа измеряли двумя приборами, у первого класс точности 0,2 и предел измерений 600 кПа, у второго класс точности 1,0 и предел измерений 100 кПа. В каком случае абсолютная погрешность будет больше?

6. Миллиамперметр на 200 мА имеет шкалу в 400 делений. Определить абсолютную погрешность в делениях шкалы и поправку в мА, если на шкале имеется обозначение 0,2.

7. Поверяемый вольтметр класса точности 2,5 с пределом измерения 0-30 В сличается с показаниями образцового вольтметра класса точности 0,5. Как исключить влияние абсолютной погрешности образцового прибора на результат поверки, чтобы не забраковать годный прибор?

8. Поверяемый амперметр класса точности 2,5 с пределом измерений 0-3 А сличается с показаниями образцового амперметра класса точности 0,5. Как исключить влияние абсолютной погрешности образцового прибора на результат поверки, чтобы не забраковать годный прибор?

9. Имеем результаты измерений:  $0,47 \pm 0,05$  мм,  $647 \pm 0,6$  мм,  $5580 \pm 5$  г,  $2868,44 \pm 0,27$  г. Сравнить эти измерения по точности.

10. Определить абсолютную погрешность измерения в начале шкалы на 10 делении для прибора класса точности 0,05 имеющего шкалу 150 делений. На сколько эта погрешность измерения отличается от погрешности на последнем делении шкалы?

11. Оцените годность манометра класса точности 1,0 на 60 кПа, если при его поверке методом сличения с образцовым манометром класса точности 0,2 в точке 50 кПа при повышении давления было зафиксировано 49,5 кПа, а при понижении – 50,2 кПа.

12. Определить, с какой абсолютной погрешностью можно измерить разрежение прибором класса точности 0,02 с верхним пределом измерения  $80 \text{ кг/см}^2$  и нижним пределом измерения  $-8 \text{ кг/см}^2$ .

13. Объем вдыхаемого человеком воздуха измеряется волномером. Предел допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 0,04$  л при измерении объема от 1 до 2 л, а предел допускаемой относительной погрешности  $\pm 2\%$  при измерении объема от 2 до 8 л. Сравните относительные и абсолютные погрешности на этих двух диапазонах измерения.

14. При поверке манометра со шкалой 0-25  $\text{кг/см}^2$  установлено, что абсолютная погрешность измерения равна  $0,5 \text{ кг/см}^2$ . Приведенная погрешность манометра  $\pm 1,6\%$ . Определить пригоден ли прибор к применению.

15. Точка кипения воды изменяется на  $0,1^{\circ}\text{C}$  при изменении давления на 2,7 мм рт.ст. Какова будет точка кипения воды, если барометр показал давление 706 мм рт.ст.?

16. Можно ли утверждать, что тахометр класса точности 0,5 измеряет 500 об/мин с относительной погрешностью 1% , если его предел измерений 1000 об/мин ?

17. Поправка к показанию прибора  $-3$  кПа. Определить абсолютную погрешность и класс точности манометра, если пределы его измерения от  $-10$  кПа до  $+100$  кПа.

18. При определении класса точности ваттметра, рассчитанного на 450 Вт получили следующие результаты: 45 Вт при мощности 50 Вт, 117 Вт при мощности 100 Вт, 205 Вт при мощности 200 Вт, 415 Вт, при мощности 405 Вт. Какой класс точности у прибора?

19. Микроамперметр на 160 мкА имеет шкалу в 200 делений. Определить абсолютную погрешность в делениях шкалы и поправку в мкА, если на шкале имеется обозначение 0,005.

20. При определении класса точности ваттметра, рассчитанного на 1000 Вт получили следующие результаты: 458 Вт при мощности 450 Вт, 917 Вт при мощности 900 Вт, 550 Вт при мощности 520 Вт, 305 Вт, при мощности 315 Вт. Какой класс точности у прибора?

21. Объем вдыхаемого человеком воздуха измеряется волномером. Предел допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 0,8$  л при измерении объема от 2 до 4 л, а предел допускаемой относительной погрешности  $\pm 1,5\%$  при измерении объема от 4 до 10 л. Определить относительную погрешность при измерении в диапазоне от 2 до 4 л и абсолютную погрешность в диапазоне от 4 до 10 л.

22. Пользуясь методом сличения определили, что показания образцового вольтметра 6 В, а показания поверяемого 5,8 В. Определить абсолютную погрешность и поправку для поверяемого прибора, относительную погрешность.

23. Определить абсолютную погрешность измерения в начале шкалы на 40 делении для прибора класса точности 1,5 имеющего шкалу 90 делений. Где погрешность больше?

24. Температура измеряется образцовым прибором и рабочим. Первый показал  $102^{\circ}\text{C}$ , второй  $103,3^{\circ}\text{C}$ . Определить действительное значение температуры, абсолютную погрешность, поправку к его показаниям и оцените относительную погрешность поверяемого прибора.

25. Определить, с какой абсолютной погрешностью можно измерить разрежение прибором класса точности 0,5 верхним пределом измерения 110 кПа и нижним пределом измерения  $-20$  кПа.

26. Поверяемый вольтметр класса точности 1,5 с пределом измерений 0-220 В сличается с показаниями образцового вольтметра класса точности 0,02. Как исключить влияние абсолютной погрешности образцового прибора на результат поверки, чтобы не забраковать годный прибор?

27. Оцените годность манометра класса точности 2,5 на 260 кПа, если при его поверке методом сличения с образцовым манометром класса точности 0,05 в точке 90 кПа при повышении давления было зафиксировано 91,5 кПа, а при понижении – 89,3 кПа.

28. Поправка к показанию манометра –8 кПа. Определить абсолютную погрешность и класс точности манометра, если пределы его измерения от –25 кПа до +340 кПа.

29. Точка кипения воды изменяется на 0,2°С при изменении давления на 3,1 мм рт.ст. Какова будет точка кипения воды, если барометр показал давление 710 мм рт.ст.?

30. При измерении давления получили результаты:  $P_1=236$  кПа,  $P_2=236,8$  кПа,  $P_3=235,9$  кПа,  $P_4=233,8$  кПа,  $P_5=238,3$  кПа,  $P_6=237,5$  кПа,  $P_7=240,4$  кПа,  $P_8=239,2$  кПа. Определить средний результат измерений, среднеквадратичную погрешность измерения и вероятность возникновения случайной погрешности.

### Задание №2.

Определить расход воды при объемном методе измерения, если количество Циклов по счетчику  $n$ ;  $q$  – объем измерительной камеры прибора,  $m^3$ ;  $t_2 - t_1$  – промежуток времени, в течении которого производились измерения ( $t_1$  – время начала измерения,  $t_2$  – время окончания измерения).

№ задачи	n	q, м <sup>3</sup>	t1, час	t2, час	№ задачи	n	q, м <sup>3</sup>	t1, час	t2, час
1	70	0,5	9	12	16	92	0,7	18	21
2	68	0,4	8	12	17	93	0,07	19	20
3	66	0,3	7	12	18	93	0,8	20	18
4	65	0,25	7	12	19	94	0,7	20	17
5	67	0,27	9	14	20	94	0,3	11	15
6	69	0,29	11	16	21	92	0,3	10	16
7	75	0,3	12	16	22	80	0,2	11	17
8	75	0,35	12	17	23	73	0,25	12	18
9	76	0,4	13	17	24	75	0,25	11	16
10	77	0,4	13	18	25	77	0,2	11	15
11	78	0,4	14	19	26	78	0,2	10	14
12	79	0,5	15	20	27	80	0,2	9	14
13	80	0,5	15	20	28	85	0,3	8	13
14	83	0,55	16	21	29	87	0,4	8	12
15	85	0,6	17	21	30	90	0,4	7	12

### Задание №3.

Разработать схему автоматизации в соответствии с заданием варианта. Подобрать средства измерения и автоматизации.

Технологическое оборудование	№ варианта	Задание
Теплообменник нагрева сырой нефти Т-201	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль и сигнализация загазованности</li> <li>- местный контроль давления продукта на выходе</li> <li>- контроль текущего значения температуры продукта на выходе</li> <li>- контроль текущего значения температуры теплоносителя на выходе с регулированием подачи продукта</li> </ul>
Теплообменник нагрева обессоленной нефти Т-202	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль и сигнализация загазованности</li> <li>- контроль текущего значения температуры теплоносителя на входе и выходе</li> <li>- местный контроль давления теплоносителя на выходе</li> <li>- контроль текущего значения расхода и продукта на выходе с регулированием</li> </ul>
Воздушный холодильник фракции 30-205°С ХВ-201	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- местный контроль давления на входе и выходе фильтров</li> <li>- контроль текущего давления фракции перед фильтром</li> <li>- контроль расхода фракции перед фильтром</li> <li>- местный контроль температуры фракции на входе в ХВ-201</li> <li>- контроль и регулирование температуры фракции на входе в ХВ-201</li> </ul>
Воздушный холодильник фракции 140-300(360) °С ХВ-203	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- местный контроль давления на входе и выходе фильтров</li> <li>- контроль текущего давления фракции перед фильтром</li> <li>- контроль и регулирование расхода фракции перед фильтром</li> <li>- местный контроль температуры фракции на входе в ХВ-203</li> <li>- контроль и регулирование температуры фракции на входе в ХВ-203</li> </ul>
Теплообменник нагрева сырой нефти Т-901	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль текущего значения давления теплоносителя на входе</li> <li>- контроль текущего значения температуры теплоносителя на входе</li> <li>- контроль текущего значения давления продукта на входе</li> <li>- контроль текущего значения продукта теплоносителя на входе</li> </ul>
Трубчатая печь нагрева сырья П-201	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль текущего значения температуры нефти на входе</li> <li>- контроль и сигнализация давления нефти на входе с блокировкой по min</li> <li>- контроль температуры и давления пара на входе и выходе</li> </ul>
Трубчатая печь нагрева сырья П-201	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль и регулирование расхода нефти по потокам</li> <li>- контроль разрежения в радиантной зоне</li> <li>- контроль давления нефти на выходе</li> </ul>
Трубчатая печь нагрева сырья П-201	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль температуры нефти в радиантной зоне</li> <li>- контроль температуры дымовых газов</li> <li>- контроль давления на перевале печи с блокировкой регулированием заслонкой на выходе дымовых газов по тах</li> </ul>
Трубчатая печь нагрева сырья П-201	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль температуры нефти в конвекционной зоне</li> <li>- контроль и сигнализация температуры на перевале печи с блокировкой</li> <li>- контроль содержания O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> в дымовых газах</li> </ul>

Технологическое оборудование	№ варианта	Задание
Трубчатая печь нагрева сырья П-201	10	- контроль давления подогретой нефти - контроль и регулирование температуры подогретой нефти - контроль давления и температуры дымовых газов - контроль и сигнализация расхода по потокам с блокировкой по min

#### Задание №4.

Разработать схему автоматизации в соответствии с заданием варианта.  
Подобрать средства измерения и автоматизации.

Технологическое оборудование	№ варианта	Задание
Колонна К-201	1	-контроль и сигнализация давления паров фракции НК 205 -контроль и регулирование температуры острого орошения -контроль, сигнализация и блокировка по уровню в кубе
Колонна К-201	2	-контроль, сигнализация и блокировка по давлению верха колонны -контроль, сигнализация и блокировка по уровню отбора I ЦО -контроль и регулирование температуры расхода пара
Колонна К-201	3	-контроль и сигнализация давления паров фракции НК 205 -контроль и регулирование температуры на 13-ой тарелке -контроль, сигнализация и блокировка по уровню отбора II ЦО
Колонна К-201	4	-контроль и сигнализация давления паров фракции НК 205 -контроль и регулирование температуры на 25-ой тарелке -контроль, регулирование и сигнализация уровня в кубе
Колонна К-201	5	-контроль давления низа колонны (по месту и дистанционно) -контроль и регулирование острого орошения -контроль, сигнализация и блокировка по уровню в кубе
Колонна К-201	6	-контроль температуры фракции 140-300°C -контроль, сигнализация и блокировка по уровню отбора II ЦО -контроль и регулирование расхода I ЦО
Колонна К-201	7	-контроль, сигнализация и блокировка по давлению верха колонны -контроль, сигнализация и блокировка по уровню отбора I ЦО -контроль и регулирование расхода II ЦО
Колонна К-201	8	-контроль температуры фракции 160-190°C -контроль и регулирование расхода пара -контроль давления низа колонны (по месту и дистанционно)
Абсорбер К-501	9	- местный контроль температуры и давления газа на входе в К-501; - контроль температуры середины колонны; - контроль, регулирование и сигнализация давления верха колонны
Абсорбер К-501	10	- контроль температуры низа колонны; - измерение и сигнализация аварийно высокого давления верха колонны с отсечкой подачи теплоносителя в И-501; - местный контроль температуры и давления середины колонны

Технологическое оборудование	№ варианта	Задание
Абсорбер К-501	11	- местный контроль температуры и давления верха колонны; - контроль, регулирование и сигнализация уровня в кубе колонны; - контроль давления низа колонны
Абсорбер К-501	12	- контроль и сигнализация аварийно низкого уровня в кубе с закрытием крана №8 на выходе из куба колонны; - местный контроль температуры верха колонны; - контроль температуры низа колонны
Абсорбер К-501	13	- местный контроль температуры и давления низа колонны; - контроль температуры верха колонны; - контроль и регулирование расхода газа на входе в К-501 с коррекцией по давлению
Абсорбер К-501	14	- контроль и регулирование расхода газа на входе в К-501 с коррекцией по температуре; - контроль давления низа колонны; - местный контроль давления и температуры верха колонны
Абсорбер К-501	15	- местный контроль температуры и давления газа на входе в К-501; - измерение и сигнализация аварийно высокого давления верха колонны с отсечкой подачи теплоносителя в И-501; - контроль температуры низа колонны
Абсорбер К-501	16	- контроль температуры середины колонны; - контроль, регулирование и сигнализация уровня в кубе колонны; - контроль давления низа колонны
Абсорбер К-501	17	- контроль, регулирование и сигнализация давления верха колонны; - контроль давления низа колонны; - местный контроль давления и температуры середины колонны
Абсорбер К-501	18	- контроль и регулирование расхода орошения; - местный контроль давления и температуры газа на входе в К-501; - контроль температуры низа колонны
Абсорбер-К-501	19	- контроль расхода насыщенного абсорбента на выходе К-501; - контроль температуры верха колонны; - местный контроль температуры и давления газа на входе в К-501
Испаритель И-501	20	- местное измерение температуры теплоносителя на входе; - местное измерение давления в испарителе; - измерение и регулирование температуры в испарителе
Испаритель И-501	21	- местное измерение давления теплоносителя на входе; - местное измерение температуры теплоносителя на выходе; - измерение и регулирование температуры в испарителе

## 2.5. Методические указания к выполнению задач

### Методические указания к решению задания №1.

Погрешность - основной показатель точности измерения. Чем меньше



погрешность измерения, тем выше точность измерения.

Погрешность измерения зависит от погрешности мер и измерительных приборов, с помощью которых выполняются измерения.

Действительное значение меры — это значение данной меры, определяемое образцовыми мерами или образцовыми измерительными приборами. Степень приближения действительного значения меры к номинальному называют точностью меры.

Номинальное значение меры — это число воспроизводимых единиц измерения, указанное на мере или присвоенное ей на основании технических данных изготовления меры.

Абсолютная погрешность прибора  $\Delta x_n$  — разность между показанием прибора  $Q_n$  и действительным значением измеряемой величины:

$$\Delta x_n = Q_n - Q ; \quad (3.1)$$

Погрешность показаний прибора является показателем его точности, т. е. степени приближения его показаний, к действительному значению измеряемой этим прибором величины.

Значительное влияние на точность показаний приборов оказывает его чувствительность. Под чувствительностью понимают отношение линейного или углового перемещения указателя к изменению значения измеряемой величины, вызвавшему это перемещение:

$$S = \delta a / \delta Q ; \quad (3.2)$$

где  $\delta a$  — угловое или линейное перемещение указателя;  
 $\delta Q$  — изменение измеряемой величины.

Наименьшее значение измеряемой величины, способное вызвать малейшее изменение показаний прибора, называется порогом чувствительности измерительного прибора.

Наибольшая (полученная экспериментально) разность между повторными показаниями измерительного прибора при одном и том же действительном значении измеряемой величины и неизменных внешних условиях называется вариацией.

У показывающих приборов вариацию можно обнаружить, если изменять действительное значение измеряемой величины от нижнего до верхнего предела, а затем — в обратном порядке, отмечая соответствующие этим значениям показания прибора. Для интегрирующих приборов, отсчет которых не может быть повторен, за вариацию принимают наибольшую разность между отдельными погрешностями, соответствующими одному и тому же значению измеряемой величины при прочих равных условиях.

Погрешности, вызываемые вариацией, могут внести серьезные искажения в результаты измерений, поэтому величина их регламентируется.

В образцовых приборах соотношение между вариацией и ценой деления должно быть таким, чтобы вариация не превышала 0,2 деления шкалы,

а в технических приборах — 0,5.

Относительной погрешностью меры или измерительного прибора называют отношение абсолютной погрешности к действительному значению воспроизводимой мерой или прибором величины:

$$\delta = \Delta x / Q; \quad (3.3)$$

Приведенной погрешностью измерительного прибора называют отношение погрешности измерительного прибора к пределу измерений (диапазону измерений, длине шкалы). Приведенную погрешность обычно выражают в процентах.

Все средства измерений по точности показаний разделяют на классы.

Класс точности средств измерений — это обобщенная характеристика средств измерений, определяемая пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также другими свойствами средств измерений, влияющими на точность, значения которых устанавливаются в стандартах на отдельные виды средств измерений.

Класс точности прибора определяют минимальной абсолютной погрешностью приборов, отнесенной к пределу измерения и выраженной в процентах:

$$K = \Delta x_{п\ max} / N * 100 \% ; \quad (3.4)$$

где  $\Delta x_{п\ max}$  — максимальная погрешность прибора;  
 $N$  — предел измерения прибора.

Для учета влияния случайных погрешностей одну и ту же величину измеряют многократно. Наиболее достоверным значением, которое мы можем приписать измеряемой величине после большого числа измерений, заслуживающих одинакового доверия, является среднее арифметическое из полученных измерений:

$$X = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / n = \sum_{i=1}^n x_i / n; \quad (3.5)$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  — значения, полученные при измерении величины  $X$ .

Если вычесть среднее значение из измеренных величин:

$$\begin{aligned} x_1 - X &= \bar{\delta}_1; \\ x_2 - X &= \bar{\delta}_2; \\ x_n - X &= \bar{\delta}; \end{aligned} \quad (3.6)$$

получим  $\bar{\delta}_i$ , называемые остаточными погрешностями, которые могут быть положительными и отрицательными.

При отсутствии ошибок вычисления средней арифметической и остаточных погрешностей должно соблюдаться условие

$$\sum_{i=1}^n \delta_i = 0; \quad (3.7)$$

Степень достоверности двух рядов измерений можно оценивать по средней арифметической абсолютных значений остаточных погрешностей

$$\vartheta = (\delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n) = \sum_{i=1}^n \delta_i / n \quad (3.8)$$

Ряд случайных погрешностей характеризуется своим законом распределения вероятностей. Большая часть случайных величин, встречающихся и в практике, и в частности случайные погрешности измерений, имеет так называемый нормальный закон распределения (закон Гаусса), который описывается уравнением:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\delta^2}{2\sigma^2}} \quad (3.9)$$

где  $y$  – частота появления случайных погрешностей определенного значения;  
 $e$  – основание натуральных логарифмов;  
 $\sigma$  – средняя квадратическая погрешность ряда измерений.

$$\sigma = \sqrt{(\delta_1^2 + \delta_2^2 + \dots + \delta_n^2) / n - 1} \quad (3.10)$$

### Методические указания к решению задания №2.

Принцип действия объемных расходомеров основан на периодическом или непрерывном отсчете порций измеряемого вещества прибором, имеющим измерительную камеру определенного объема. Расход вещества за любой промежуток времени является суммой измеренных объемов, отнесенных к определенному периоду времени:

$$Q = nq / (t_2 - t_1); \quad (3.11)$$

где  $q$  – объем измерительной камеры прибора;  
 $n$  – число измеренных объемов;  
 $t_2 - t_1$  – промежуток времени, в течение которого производились измерения.

Для определения массового расхода результат домножается на  $\rho$  – плотность вещества (для воды  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ ).

### Методические указания к выполнению задания № 3.

Перед разработкой схемы автоматизации необходимо изучить: Изучение ГОСТа 21.404-85 «Автоматизация технологических процес-

сов. Условные обозначения приборов и средств автоматизации».

Принципы составления схем автоматизации: стадии разработки конструкторской документации; графическое оформление функциональных схем автоматизации, изображение на функциональных схемах технологических аппаратов, машин, трубопроводов и трубопроводной арматуры; изображение на функциональных схемах автоматических устройств и линий связи между ними.

Технологию работы и технологические и параметры которые контролируются в процессе.

Процесс переработки нефти на установке УСН4-2 основан на физико-химических и физических методах.

Физико-химические методы – обессоливание, обезвоживание нефти.

Физические методы – ректификация, теплообмен.

В зависимости от непосредственного назначения теплообменные аппараты имеют специальные названия: холодильники, конденсаторы, теплообменники, кипятильники, воздухоподогреватели и т.д.

По принципу действия они подразделяются на рекуперативные, регенеративные и смешительные.

В рекуперативные аппараты горячий и холодный потоки поступают одновременно. Тепло в них передается через разделяющую потоки твердую стенку.

Регенеративными называются такие аппараты, в которых одна и та же поверхность твердого тела омывается попеременно то горячим, то холодным потоками.

Смесительными называют такие аппараты, в которых теплообмен между горячим и холодным потоками происходит путем непосредственного соприкосновения при смешивании.

Рекуперативные и смешительные теплообменные устройства чаще всего работают непрерывно, а регенеративные – периодически.

В нефтеперерабатывающей промышленности наибольшее распространение получили непрерывно действующие теплообменные устройства.

Для нагревания нефтяного сырья до высокой температуры используются специальные теплообменные аппараты – печи. В них применяется огневой подогрев. Топливо, сгорая, отдает тепло подогреваемому сырью, которое движется в трубах. В современных печах различают две зоны (камеры) нагрева – конвекционную и радиантную. Название зон нагрева связано с механизмами передачи тепла – конвекцией и радиацией.

Одна зона от другой отделена так называемой перевальной стенкой. Топливо сгорает в радиантной зоне. Дымовые газы, пройдя поверх перевальной стенки, попадают в конвекционную зону. Из нее дымовые газы уходят в дымовой канал (боров) и направляются к дымовой трубе. Тепло отходящих дымовых газов часто используется для подогрева воздуха, который затем подается в радиантную зону для сжигания топлива, или для получения пара различных в котлах-утилизаторах.

Нефтяное сырье движется противотоком дымовым газам. Вначале оно попадает в конвекционную камеру и подогревается. Трубы выходят из зоны конвекции и далее располагаются в радиантной зоне. Здесь подогретое ранее сырье нагревается до требуемой температуры и выходит из печи.

Задачей автоматизации теплообменных аппаратов является обеспечение безаварийной и бесперебойной работы технологического оборудования установки. Основным параметр автоматизации – температура сырья.

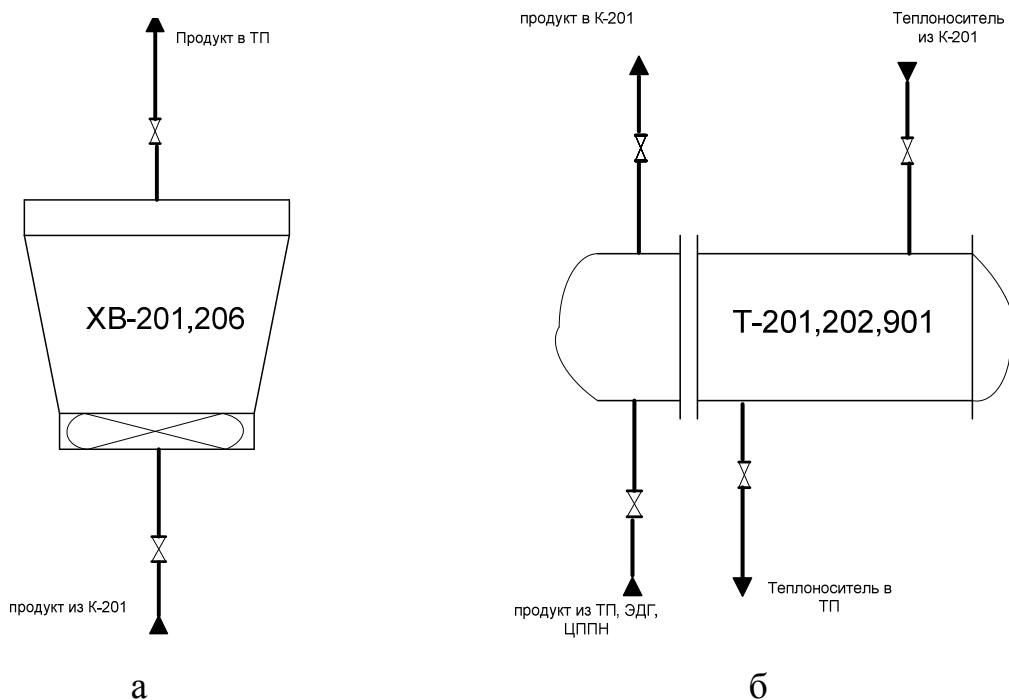


Рисунок 1 - Холодильник (а) и теплообменник (б) продукта

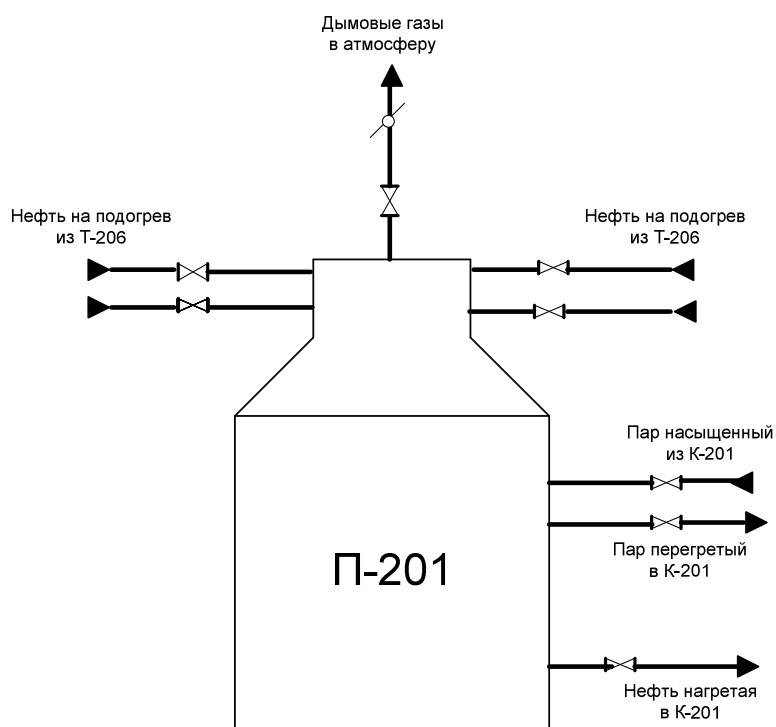


Рисунок 2 - Печь нагрева нефти

#### **Методические указания к выполнению задания №4.**

Перед разработкой схемы автоматизации необходимо изучить:

Изучение ГОСТа 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Условные обозначения приборов и средств автоматизации».

Принципы составления схем автоматизации: стадии разработки конструкторской документации; графическое оформление функциональных схем автоматизации, изображение на функциональных схемах технологических аппаратов, машин, трубопроводов и трубопроводной арматуры; изображение на функциональных схемах автоматических устройств и линий связи между ними.

Технологию работы и технологические и параметры которые контролируются в процессе.

Нагретая в печи П-201 нефть (в виде парожидкостной смеси) с температурой 270-325 °С через задвижку с электроприводом З-202 поступает в виде питания в нижнюю часть атмосферной колонны К-201. Колонна предназначена для разделения методом ректификации нефти на целевые фракции светлых нефтепродуктов и отбензиненную нефть, т.е. отбирается только определенный процент от потенциального содержания светлых нефтепродуктов.

Колонна К-201 - сложная атмосферная ректификационная колонна с 2-мя боковыми отпарными колоннами (стриппингами):

I стриппинг (колонна К-201/1) - для отбора фракции 135-250 °С;

II стриппинг (колонна К-201/2) - для отбора фракции 140-300(360) °С.

Основные параметры работы колонны К-201:

- температура верха – 130-170 °С;
- температура питания – 270-315 °С;
- температура на 13-ой тарелке - отбор фракции 135-250<sup>0</sup>С – 160-190 °С;
- температура на 25-ой тарелке - отбор фракции 140-300 (360) °С – 230-270 °С;
- температура низа – 250-315 °С ;
- давление верха – 1,5-2,0 кгс/см<sup>2</sup>;
- давление низа – 1,8-2,4 кгс/см<sup>2</sup>.

Так как в секции питания колонны происходит однократное испарение, то часть низкокипящих целевых фракций попадает в остаток (кубовую жидкость) колонны. С целью испарения этих фракций в колонне К-201 применена перегонка с водяным паром. Вниз колонны подается перегретый водяной пар из пароперегревателя печи с температурой 380 °С.

Температура верха колонны (не более 170 °С) К-201 регулируется подачей на 1-ю тарелку холодной фракции Н.К.-205 °С в виде острого орошения.

С верха колонны пары фракции Н.К.-205 °С в смеси с водяным паром по шлемовой трубе поступают в холодильники-конденсаторы с воздушным охлаждением ВХК-201/1,2,3, работающие параллельно.

Фракция 135-250 °С выводится по боковому перетоку с 13-ой тарелки колонны и с температурой вывода 160-190 °С поступает в верхнюю часть отпарной колонны (стриппинга) К-201/1.

В нижнюю часть колонны под 6-ю тарелку подается перегретый водяной пар. Расход пара регулируется в пределах 0,3-0,6 т/ч.

Первое циркуляционное орошение (I Ц.О.) забирается с 16-ой (аккумулирующей) тарелки и поступает на приём насосов Н-203/1,2.

С выкида насосов Н-203/1,2 первое циркуляционное орошение прокачивается по межтрубному пространству теплообменника Т-201/1,2, охлаждается сырой нефтью и с температурой 85 °С подается в виде орошения под 12-ую тарелку колонны К-201, т.е. в зону отбора фракции 135-250 °С.

Фракция 135-250 °С с тарелки № 13 по уровню в стриппинге поступает в К-201/1 и стекает по тарелкам навстречу нагретым парам фракции и водяного пара. При этом из фракции на тарелках отпариваются легкокипящие компоненты, выводятся сверху колонны и с температурой 140-180 °С поступает под 11-ю тарелку колонны К-201.

Фракция 140-300(360) °С выводится по боковому перетоку с 25-ой тарелки колонны К-201 с температурой вывода 245-270 °С и поступает в верхнюю часть отпарной колонны (стриппинг) К-201/2.

В нижнюю часть колонны под 6-ю тарелку подается перегретый водяной пар. Расход пара поддерживается - 0,2-0,3 т/ч летом и 0,06-0,16 т/ч зимой/

Регулирование температуры отбора дизельной фракции (и общего теплового режима секции отбора) осуществляется отводом избыточного тепла колонны К-201 за счет циркуляционного орошения (II Ц.О.). Второе циркуляционное орошение забирается с 25-ой (аккумулирующей) тарелки и поступает на приём насосов Н-204/1,2.

С выкида насоса II Ц.О. прокачивается по межтрубному пространству теплообменника Т-202, охлаждается сырой нефтью и с температурой 154 °С подается в виде орошения на 21-ю тарелку колонны К-201 в зону выхода паров из стриппинга К-201/2. Температура в этой зоне автоматически поддерживается подачей II Ц.О.

Фракция 140-300(360) °С по уровню в стриппинге К-201/2 поступает самотеком на 1-ю тарелку стриппинга и стекает по тарелкам навстречу нагретым парам фракции и водяного пара. При этом из фракции на тарелках отпариваются легкокипящие компоненты, выводятся сверху колонны и с температурой 240-275 °С поступают под 20-ю тарелку колонны К-201.

Отбензиненная нефть с куба колонны К-201 с температурой 250-315 °С поступает на приём насосов Н-210/1,2.

Колонна К-201 защищена блокировками по превышению разрешенного давления и при разгерметизации системы. При повышении давления верха колонны до 4,5 кгс/см<sup>2</sup> срабатывает блокировка, автоматически закрывается клапан-отсекатель BS-230 на подаче топлива в печь П-201.

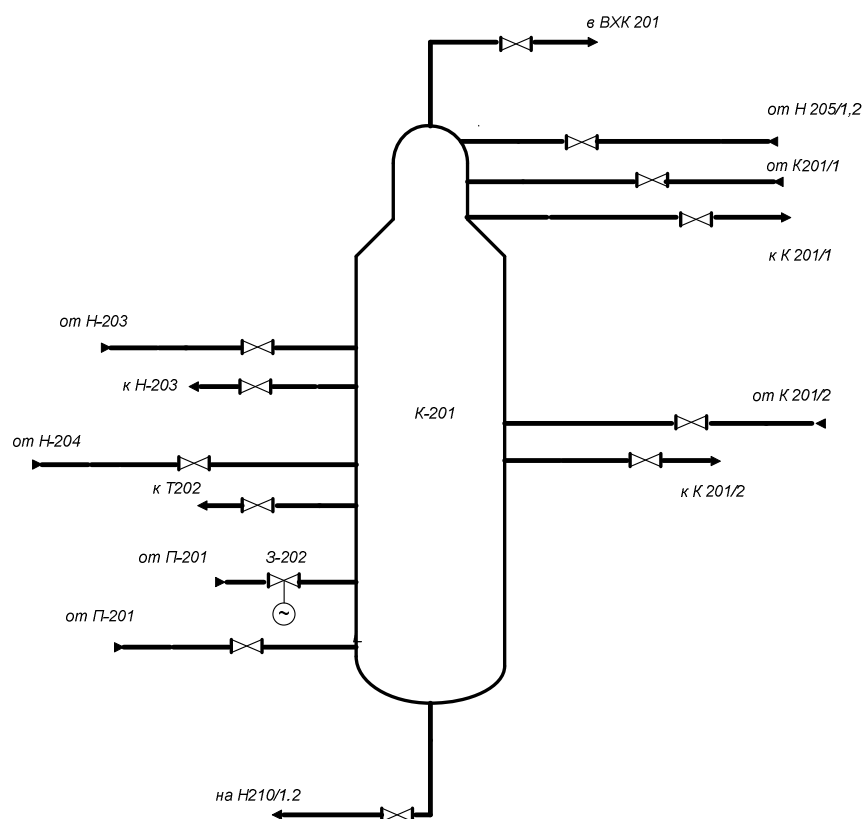


Рисунок 1 - Колонна К-201

Назначение абсорбционной колонны К-501 – низкотемпературная абсорбция с получением отбензиненного газа и углеводородного конденсата.

Режим работы колонны К-501:

- давление верха – 3,20 МПа;
- давление куба – 3,22 МПа;
- температура верха – минус 11,3 °С;
- температура куба – минус 15,7 °С;
- уровень в кубе – 1200 мм.

Охлажденный газ после разделителя Р-501 поступает в нижнюю часть абсорбционной колонны К-501 под глухую тарелку. Предусмотрен оперативный замер расхода газа с коррекцией по температуре и давлению.

При аварийно низком расходе газа (400 м<sup>3</sup>/г) предусмотрены сигнализация отключением насосов подачи регенерированного ЭГ Н-401/1, Н-401/2 в Т-501...Т-503 и Х-501.

Рабочий режим абсорбера К-501 поддерживается и контролируется. Для этого предусмотрены:

- дистанционное измерение и регулирование уровня в кубе колонны с сигнализацией максимального (1350 мм) и минимального (350 мм) значений;
- сигнализация максимального (1350 мм) уровня в кубе;
- сигнализация аварийно низкого (250 мм) уровня в кубе с закрытием крана №8 на трубопроводе насыщенного абсорбента на выходе из куба ко-



лонны;

- дистанционное измерение температуры и давления низа колонны;
- измерение по месту температуры и давления низа колонны;
- дистанционное измерение температуры середины колонны;
- измерение по месту температуры и давления в середине колонны;
- дистанционное измерение температуры верха колонны;
- измерение по месту температуры верха колонны;
- дистанционное измерение и регулирование давления верха колонны с сигнализацией максимального давления 3,8 МПа, регулирующий клапан установлен на трубопроводе выхода отбензиненного газа после Т-502 на дожимную компрессорную станцию (ДКС);
- сигнализация аварийно высокого (3,9 МПа) давление верха колонны с автоматической отсечкой подачи теплоносителя в испаритель абсорбера И-501 клапаном-отсекателем и с сигналом на аварийное отключение половины работающих компрессоров ТК-301/1...ТК-301/10 на КС-2;
- измерение по месту давления верха колонны.

Двигаясь снизу вверх, газ контактирует с предварительно насыщенным абсорбентом, подаваемым на орошение колонны К-501 насосами Н-501/1, Н-501/2 (1 рабочий + 1 резервный).

Расход предварительно насыщенного абсорбента регулируется регулятором расхода, клапан установлен на трубопроводе после насосов Н-501/1, Н-501/2.

Абсорбент, контактируя с газом на тарелках, насыщается извлеченными из газа целевыми углеводородами, стекает в куб колонны К-501 на глухую тарелку, затем поступает в испаритель абсорбера И-501, где нагревается потоком «тощего» абсорбента из десорбера К-503, и подается под глухую тарелку в куб абсорбционной колонны К-501.

Из куба колонны К-501 насыщенный абсорбент направляется в теплообменники Т-505/2, Т-505/1 для утилизации холода и далее поступает в абсорбционно-отпарную колонну К-502.

Тепловой режим испарителя абсорбера И-501 поддерживается регулированием температуры «тощего» абсорбента установкой регулирующего клапана на байпасе трубопровода входа и выхода его из испарителя.

Кроме того, в испарителе И-501 предусмотрены:

- местное измерение температуры и давления верха;
- местное измерение температуры низа.

На трубопроводе входа в испаритель «тощего» абсорбента предусмотрен местный контроль температуры, а на трубопроводе выхода – дистанционное и местное измерение температуры.

Отбензиненный газ с верха колонны К-501 поступает на захолаживание в пропановый холодильник Х-503.

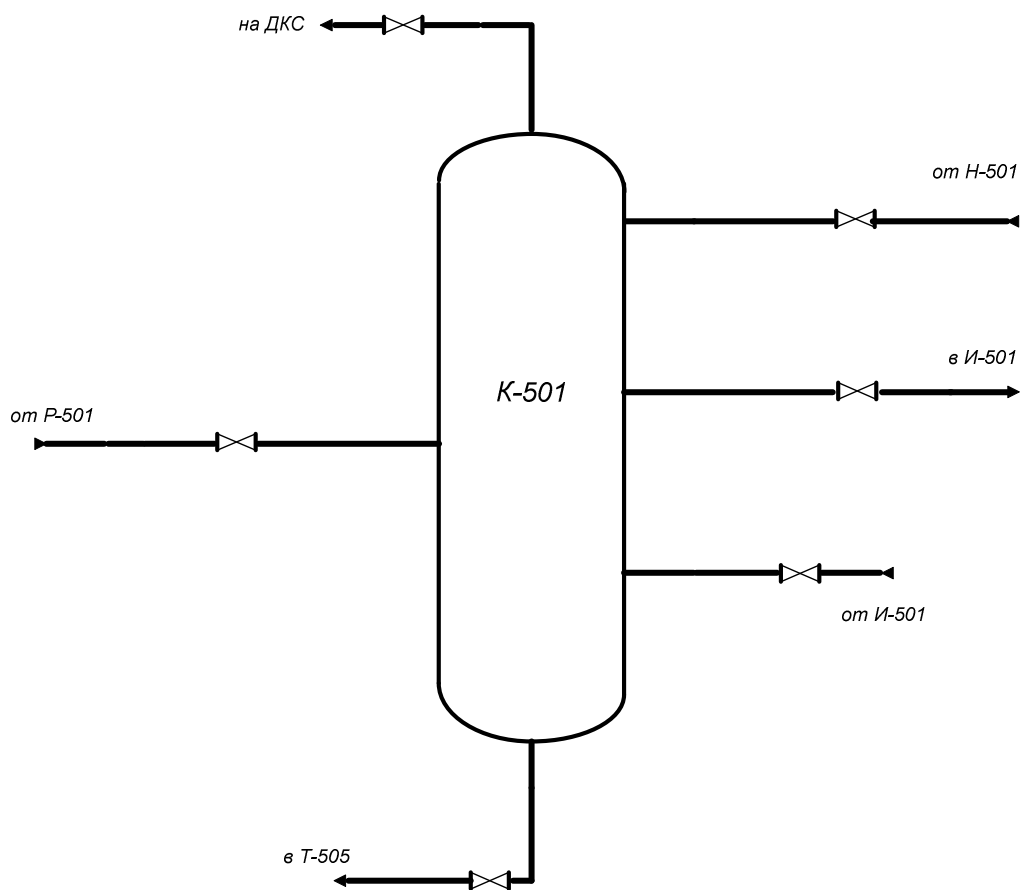


Рисунок 2 – Абсорбер К-501

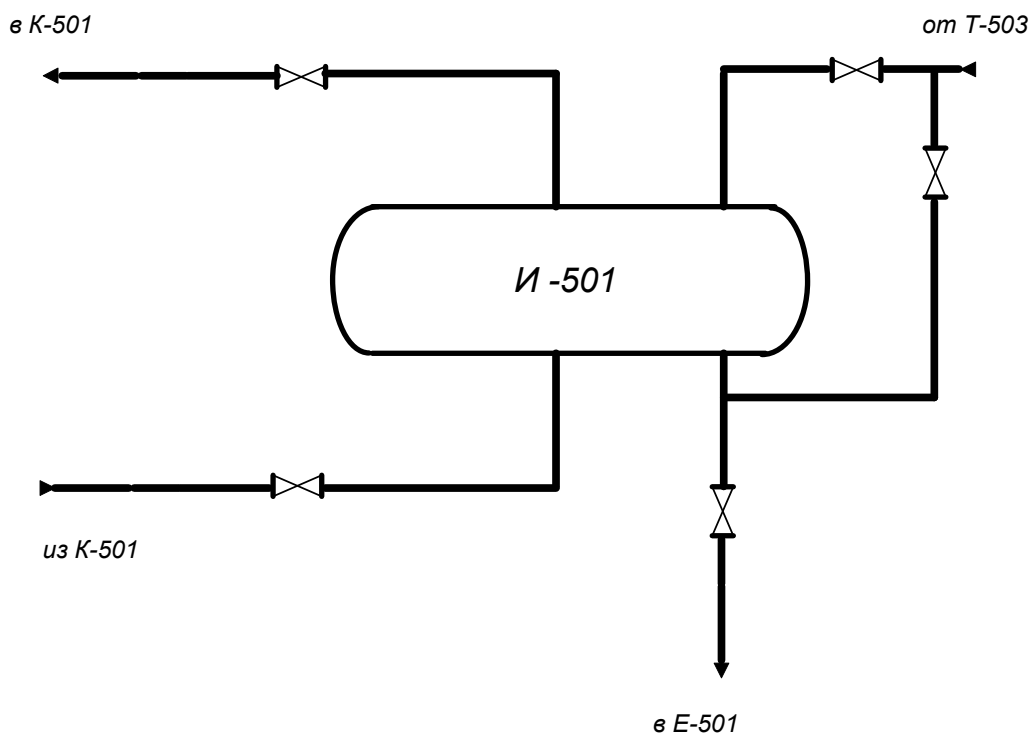


Рисунок 3 – Испаритель И-501

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Реализация учебной дисциплины требует наличия лаборатории «Автоматизация технологических процессов переработки нефти и газа».

Оборудование учебного кабинета:

- датчики и преобразователи различных технологических параметров: температуры, давления, уровня, расхода, загазованности, влажности;
  - микропроцессорные устройства контроля и управления технологическим процессом: вторичные приборы, регуляторы, исполнительные устройства, контроллеры;
  - лабораторные стенды для выполнения работ:
  - стенд для изучения конструкции и поверки манометрического термометра;
  - стенд для изучения устройства и поверки логометра.
  - стенд для изучения конструкции и поверки одновиткового манометра.
  - стенд для изучения конструкции и проверки работоспособности пневматического преобразователя давления.
  - стенд для изучения конструкции и поверки тензопреобразователя разности давлений.
  - стенд для изучения устройства и работы расходомера.
  - стенд для изучения устройства и работы газоанализатора.
  - стенд для настройки пневматического регулятора
  - стенд для настройки электрического регулятора ;
  - - наглядные пособия – плакаты.
- Технические средства обучения:
- компьютер с лицензионным программным обеспечением и мультимедиапроектор, интерактивная доска.

#### **3.2. Информационное обеспечение обучения**

**Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

Основная:

1. Шкатов Е.Ф., Шувалов В.В. Основы автоматизации технологических процессов химических производств. - М., 1988. - 304с.
2. Голубятников В. А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. - М.: Химия, 1985. - 352с.
3. Ахметов С.А. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа.. - М.: Химия, 2005. - 736 с.

4. Ключев А.С. и др. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. - М.: Энергия, 1980. - 368 с.

5. Зайцев С.А. Контрольно-измерительные приборы и инструменты. – М.: ПрофОбрИздат, 2002. - 263 с.

6. Шишмарев В.Ю. Средства измерений. – М.: издательский центр «Академия», 2008. - 320 с.

Дополнительная:

1. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы. Справочное пособие под ред. Б.Д.Кошарского. - Л.: Машиностроение, 1976. - 488 с.

2. Кузьмин С.Т. и др. Промышленные приборы и средства автоматизации в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. - М.: Химия, 1987. - 272 с.

3. Лапшенков Г.М., Полоцкий Л.М. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. - М.: Химия, 1988. - 320 с.

4. Приборы и средства автоматизации. Каталоги. М.: Информприбор, 1991.

5. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. М, Машиностроение, 1974. - 464 с.

6. Мелюшев Ю.К. Основы автоматизации химических производств и техника вычислений. М, Химия, 1982. - 360 с.

7. Горячев В.П. Основы автоматизации производства в нефтеперерабатывающей промышленности. М, Химия, 1987. - 128 с.

## 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины при заочной форме осуществляется преподавателем в процессе проведения аудиторных занятий и практических работ, а также выполнения обучающимися индивидуальных и групповых заданий, контрольной работы.

<b>Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки результатов обучения</b>
<b>уметь:</b> -выбирать тип контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (КИ-ПиА) под задачи производства и аргументировать свой выбор; -регулировать параметры технологического процесса по показаниям КИПиА вручную и дистанционно с использованием средств автоматизации;	-защита практических работ; -экспертное наблюдение и оценка на практических занятиях при выполнении работ по учебной дисциплине.

-снимать показания КИПиА и оценивать достоверность информации.	
<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-классификацию, виды, назначение и основные характеристики типовых контрольно-измерительных приборов и сигнальных устройств по месту их установки, устройству и принципу действия (электрические, электронные, пневматические, гидравлические и, комбинированные датчики и исполнительные механизмы, интерфейсные, микропроцессорные и компьютерные устройства);</li> <li>-общие сведения об автоматизированных системах управления (АСУ) и системах автоматического управления;</li> <li>-основные понятия автоматизированной обработки информации;</li> <li>-основы измерения, регулирования, контроля и автоматического управления параметрами технологического процесса;</li> <li>-принципы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами, типовые системы автоматического регулирования технологических процессов;</li> <li>-систему автоматической противоаварийной защиты, применяемой на производстве;</li> <li>-состояние и перспективы развития автоматизации технологических процессов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-выполнение тестовых заданий по темам изучаемой дисциплины;</li> <li>-выполнение контрольной работы</li> <li>-дифференцированный зачет 5 семестр в форме итогового тестирования</li> </ul>

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если работа выполнена аккуратно без помарок, схемы начерчены карандашом, указана размерность рассчитанных величин, нет ошибок в расчетах;
- оценка «хорошо», если есть одна, две ошибки в расчетах, какие-либо помарки при оформлении,
- оценка «удовлетворительно», если работа выполнена не аккуратно, но расчеты произведены верно с допустимыми одной, двумя ошибками;
- оценка «неудовлетворительно», если работа либо не выполнена вовсе или ошибок в расчете более трех.

**ОП. 09**  
**ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ**  
**ПРОЦЕССОВ**

**Методические указания и контрольные задания  
для обучающихся заочной формы обучения  
образовательных учреждений  
среднего профессионального образования  
специальности 18.02.09  
Переработка нефти и газа**

Методические указания и контрольные задания  
разработала преподаватель: Хакимова Ирина Викторовна

**Подписано к печати 24.03.2016 г.**

**Формат 60x84/16**

**Тираж**

**Объем 1,9 п.л.**

**Заказ**

**20 экз.**

---

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Югорский государственный университет»**

**НИЖНЕВАРТОВСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ (филиал)**

**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования**

**«Югорский государственный университет»**

**628615 Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ,**

**г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.**