

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОП. 09 ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Специальность 18.02.06 Химическая технология
органических веществ

Шебекино, 2023

Составлена на основе Федерального Государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования

УТВЕРЖДАЮ

Зам.директора (по УМР)

_____ В.Н. Долженкова

«___» _____ 2023 г.

Организация-разработчик ОГАПОУ «Шебекинский техникум промышленности и транспорта»

Разработчик (и):

Преподаватель ОГАПОУ
«Шебекинский техникум
промышленности и
транспорта»

А.И. Колесников

Рассмотрен на заседании ЦК

«___» _____ 2023 г.

Протокол № _____

Председатель ЦК _____ И.В. Мандрикова

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	6
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	11

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности **18.02.06 Химическая технология органических веществ**

1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:

Дисциплина «Основы автоматизации технологических процессов» относится к циклу общепрофессиональных дисциплин.

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

В результате освоения 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 контрольно-измерительных приборов и аппаратуры (КИПиА) вручную и дистанционно с использованием средств автоматизации;
- снимать показания КИПиА и оценивать достоверность информации;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать**:

- классификацию, виды, назначение и основные характеристики типовых контрольно-измерительных приборов, автоматических 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 (САУ);
- 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;

В результате освоения дисциплины обучающийся осваивает **общие компетенции:**

ОК.1 Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;

ОК.2 Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем;

ОК.3 Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы;

ОК.4 Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач;

ОК.5 Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК.6 Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами;

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;

В результате освоения дисциплины обучающийся осваивает **профессиональные компетенции:**

ПК 1.1. Подготавливать к работе технологическое оборудование, инструменты, оснастку.

ПК 1.2. Контролировать и обеспечивать бесперебойную работу оборудования, технологических линий.

ПК 1.3. Выявлять и устранять отклонения от режимов в работе оборудования.

ПК 2.1. Подготавливать исходное сырье и материалы к работе.

ПК 2.2. Контролировать и регулировать параметры технологических процессов, в т.ч. с использованием программно-аппаратных комплексов.

ПК 2.3. Контролировать расход сырья, материалов, энергоресурсов, количества готовой продукции и отходов.

ПК 2.4. Выполнять требования промышленной и экологической безопасности и охраны труда.

ПК 2.5. Контролировать качество сырья, полуфабрикатов (полупродуктов) и готовой продукции.

ПК 2.6. Анализировать причины брака, разрабатывать мероприятия по их предупреждению и ликвидации причин.

ПК 3.1. Планировать и организовывать работу персонала производственных подразделений.

ПК 3.2. Контролировать выполнение правил техники безопасности,

производственной и трудовой дисциплины, правил внутреннего трудового распорядка.

ПК 3.3. Анализировать производственную деятельность подразделения.

ПК 3.4. Участвовать в обеспечении и оценке экономической эффективности работы подразделения.

ПК 4.1. Проводить экспериментальные работы по проверке и освоению новых технологических процессов и режимов производства.

ПК 4.2. Изготавливать и испытывать опытные образцы продукции.

ПК 4.3. Выполнять работу по сбору, обработке и накоплению исходных материалов, данных статистической отчетности, научно-технической информации.

ПК 4.4. Участвовать в освоении новых производственных мощностей, современных средств механизации, автоматизации и информационно-коммуникационных технологий.

ПК 4.5. Обобщать и внедрять результаты экспериментов и испытаний в производство.

1.4. Количество часов на освоение программы дисциплины:

максимальной учебной нагрузки обучающегося 95 часов, в том числе:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 63 часов;

самостоятельной работы обучающегося 24 часов;

Консультации – 8 часов.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	213
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	142
в том числе:	
лекции	86
практические занятия	56
контрольные работы	
Внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа обучающегося (всего)	63
Консультации	8
Итоговая аттестация в форме	Диф. зачет

**2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины
ОП.09 «Основы автоматизации технологических процессов»
18.02.06. Химическая технология органических веществ**

№ занятия	Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся.	Объем часов	Уровень освоения	Рекомендуемые учебные издания, Интернет-ресурсы, дополнительная литература	Элементы современных технологий
1	2	3	4	5	6	7
1	Измерительные схемы и приборы	1. Метрологические характеристики приборов. Характеристики шкал. Структурные схемы приборов	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		2. Государственная система приборов (ГСП). Цели ГСП и задачи, решаемые ГСП. Виды используемой энергии.	2	2		
		3. Электросилового преобразователь ГСП, пневмосилового преобразователь ГСП, электропневматический преобразователь ГСП.	2	2		
		4. Системы электрической ветви ГСП. Перспективные СДПП.	2	2		
		5. Измерительные приборы. Приборы для измерения электрических сопротивлений.	2	2		
		6. Пневматические показывающие приборы	2	2		
		7. Практическая работа №1. «Электроизмерительные приборы и измерения».	2	3	[3], [4].	Проблемное обучение
		8. Практическая работа №2. «Изучение электромеханических приборов»	2	3		
				Самостоятельная работа: Систематическая проработка конспектов занятий, изучение учебной литературы; подготовка отчетов по практическим работам.	10	
2	Средства измерений технологических параметров	9. Приборы для измерения давления. Определение давления, вакуум. Классификация приборов.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		10. Поплавковый и колокольный жидкостные манометры. Приборы с упругими чувствительными элементами.	2	2		
		11. Практическая работа №3. «Изучение устройства муьтиметра».	2	3	[3], [4].	Проблемное обучение
		12. Практическая работа №4.	2	3		

	«Изучение электронных приборов»				
	13. Практическая работа №5. «Изучение измерительных генераторов»	2	3		
	14. Определение температуры. Классификация приборов, принцип действия.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
	15. Механические термометры. Принцип действия, устройство.	2	2		
	16. Манометрические термометры. Принцип действия, устройство.	2	2		
	17. Термометры сопротивления. Термопары. Принцип действия.	2	2		
	18. Практическая работа №6. Изучение электронных осциллографов»	2	3	[3], [4].	Проблемное обучение
	19. Практическая работа №7. «Измерение неэлектрических величин»	2	3		
	20. Практическая работа №8. «Поверка измерительного прибора»	2	3		
	21. Практическая работа №9. «Изучение конструкции и поверка манометрического термометра ТКП160»	2	3		
	22. Практическая работа №10. «Изучение конструкции и поверка одновиткового манометра»	2	3		
	23. Определения расхода. Классификация приборов для измерения расхода.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
	24. Скоростные и объемные счетчики количества жидкости и газов.	2	2		
	25. Пьезометрические уровнемеры и уровнемеры - дифманометры. Принцип действия.	2	2		
	26. Поплавковые, кондуктометрические емкостные сигнализаторы уровня.	2	2		
	27. Емкостные индикаторы уровня. Вторичные приборы для работы с индикаторами.	2	2		
	28. Кондуктометрические и потенциометрические анализаторы состава жидкости. Принцип действия.	2	2		
	29. Оптические анализаторы состава веществ. Назначение и устройство рефрактометров.	2	2		
	30. Газоанализаторы термокондуктометрические и термомагнитные. Устройство первичных преобразователей	2	2		
	31. Принцип действия влагомеров газов, психрометров и гигрометров. Устройство	2	2		

		психрометра типа ПЭ и автоматического гигрометра.				
		32. Закон Ньютона вязкостного трения. Значение технологического параметра «вязкость» для определения качества пищевых продуктов.	2	2		
		33. Плотномеры. Физические принципы, используемые при измерении плотности. Устройство и принцип действия весового плотномера.	2	2		
		Самостоятельная работа: Систематическая проработка конспектов занятий, изучение учебной литературы; подготовка отчетов по практическим работам.	199			
3	Основы теории автоматического управления	34. Определение объекта управления. Входные и выходные параметры объектов. Классификация объектов.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		35. Величины, определяющие динамические характеристики объектов: Тз, Тп, Коб, их экспериментальное определение.	2	2		
		36. Принципы регулирования «по возмущению» и «по отклонению», комбинированные системы.	2	2		
		37. Практическая работа №11. «Изучение конструкции и поверка тензопреобразователя разности давлений»	2	3	[3], [4].	Проблемное обучение
		38. Основные структурные схемы САУ, САР, САБ, СПУ, СОУ, САК.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		39. Практическая работа №12. «Изучение устройства и испытание сигнализатора температуры СТ-136М»	2	3	[3], [4].	Проблемное обучение
		40. Практическая работа №13. «Изучение конструкции и испытание скоростного счетчика ТОР»	2	3	[3], [4].	
		41. Назначение элементов, входящих в системы, область применения систем, использование компьютерной техники для управления и контроля.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		42. Регуляторы прямого и непрямого действия, периодического и непрерывного действия. Электрические и пневматические регулирующие устройства.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		43. Практическая работа №14. «Влияние сопротивления длины линии на точность измерений»	2	3	[3], [4].	Проблемное обучение
		44. Регуляторы двухпозиционного и функционального действия. Законы регулирования.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		45. Практическая работа №15. «Изучение и устройство работы расходомера».	2	3	[3], [4].	Проблемное обучение
46. Выбор законов регулирования по графикам зависимости $R_s = f(T_3 / T_n)$, приближенный расчет параметров, настройки регулятора.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ		

		47. Практическая работа №16. «Изучение конструкции и принципа действия уровнемера»	2	3	[3], [4].	Проблемное обучение
		48. Классификация ИМ и РО по назначению, виду используемой энергии, конструктивным особенностям.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		49. Электромагнитные и электродвигательные ИМ позиционного действия.	2	2		
		50. Электродвигательные механизмы пропорционального действия типа ПР и МЭО.	2	2		
		51. Практическая работа №17. «Изучение конструкции и принципа действия ультразвуковых уровнемеров»	2	3	[3], [4].	Проблемное обучение
		52. Пневматические мембранные ИМ позиционного и функционального действия.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		53. Практическая работа №18. «Изучение устройства и испытание датчика уровня УБ-П».			[3], [4].	Проблемное обучение
		54. Сравнительные характеристики электрических и пневматических ИМ. Конструктивные особенности РО.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		55. Вспомогательные средства автоматизации в электрических системах.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		56. Вспомогательные средства автоматизации в пневматических системах.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		Самостоятельная работа: Систематическая проработка конспектов занятий, изучение учебной литературы; подготовка отчетов по практическим работам.	22			
4	Проектирование систем автоматизации	57. Назначение и состав схем автоматизации. Принцип построения схем.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		58. Практическая работа №19 Обобщенная структура АСУТП	2	3		
		59. Назначение, состав и правила изображения принципиальных электрических схем.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		60, 61. Практическая работа №20. Комбинированные системы. Принципы регулирования	4	2	[3], [4].	Проблемное обучение
		62. Назначение и общие принципы конструирования щитов и пультов управления, правила размещения на них аппаратуры контроля, управления и сигнализации.	2	2	[1], [2], [5].	ИКТ
		63, 64, 65. Практическая работа №21. Динамические характеристики объектов	2	2	[3], [4].	Проблемное обучение
		66, 67, 68. Практическая работа №22. ««Изучение процесса регулирования в АСР регуляторами прямого действия»».	2	3	[3], [4].	Проблемное обучение

	69, 70, 71. Практическая работа №23. «Составление схем автоматизации технологического процесса.»	6	3		
	Самостоятельная работа: Систематическая проработка конспектов занятий, изучение учебной литературы; подготовка отчетов по практическим работам.	12			
Итого		213			

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины требует наличия учебного кабинета .

Оборудование учебного кабинета:

- комплект школьной мебели по количеству обучающихся
- автоматизированное рабочее место преподавателя
- школьная доска

Технические средства обучения:

- компьютер,
- проектор,
- экран

Оборудование лаборатории и рабочих мест лаборатории:

- локальная сеть с выходом в глобальную
- компьютер, оснащенные средствами мультимедиа
- школьная доска
- стенд по охране труда

3.2 Информационное обеспечение обучения

1. Литература:

Основные источники

1. Пантелеев В. Н. Основы автоматизации производства: учебник для СПО. – М.: Академия, 2018
2. Пантелеев В. Н. Основы автоматизации производства: учебник для НПО. . – М.: Академия, 2017
3. Пантелеев В. Н. Основы автоматизации производства. Лабораторные работы: учеб. пособие для НПО. - 2-е изд., стер. – М.: Академия,
4. Пантелеев В. Н. Основы автоматизации производства. Рабочая тетрадь к лабораторным работам: учеб. для НПО. - 2-е изд., перераб. – М.: Академия, 2015
5. Селевцов А.И. Автоматизация технологических процессов: учебник для спо – 3-е изд. «Академия», 2015

Дополнительная литература:

1. Голубятников В. А. Автоматизация производственных процессов: учебник. – М.: Химия, 1985
2. Мелюшев Ю. К. Основы автоматизации химических производств.: учебник. – М.: Химия, 1982
3. Шкатов Е. Ф. Основы автоматизации технологических процессов: учебник. – М.: Химия, 1988

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Умения : выбирать тип контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (КИПиА) под задачи производства и аргументировать свой выбор;	Практическая работа
регулировать параметры технологического процесса по показаниям контрольно-измерительных приборов и аппаратуры (КИПиА) вручную и дистанционно с использованием средств автоматизации;	Практическая работа
снимать показания КИПиА и оценивать достоверность информации	Практическая работа
Знания: классификацию, виды, назначение и основные характеристики типовых контрольно-измерительных приборов, автоматических 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);	Устный опрос
общие сведения об автоматизированных системах управления (АСУ) и системах автоматического управления (САУ);	Устный опрос
основные понятия автоматизированной обработки информации;	тестирование
основы измерения, регулирования, контроля и автоматического управления параметрами технологического процесса	Устный опрос
принципы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами, типовые системы автоматического регулирования тех. процессов;	Устный опрос
систему автоматической противоаварийной защиты применяемой на производстве;	Тестирование
состояние и перспективы развития автоматизации технологических процессов	Устный опрос

Министерство образования Белгородской области
Областное государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«ШЕБЕКИНСКИЙ ТЕХНИКУМ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА»

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УМР
_____ В.Н. Долженкова
«__» _____ 2023 г.

**Методические указания
к выполнению практических работ**

по ОП. 09 Основы автоматизации технологических процессов

специальность 18.02.06 Химическая технология органических веществ

Составитель преподаватель _____ А.И. Колесников

Рассмотрен на заседании
цикловой комиссии

Протокол № _____

от «__» _____ 2023 г.

Председатель цикловой комиссии _____ И.В. Мандрикова
(подпись)

Шебекино, 2023

Пояснительная записка

Настоящие методические указания предназначены для оказания помощи при выполнении практических работ по ОП. 09 Основы автоматизации технологических процессов для студентов специальности 18.02.06 Химическая технология органических веществ.

Перечень практических работ

Название работы	Кол-во часов
1. Электроизмерительные приборы и измерения (в химическом производстве)	2
2. Изучение электромеханических приборов (в химическом производстве)	2
3. Изучение устройства мультиметра	2
4. Изучение электронных приборов	2
5. Изучение измерительных генераторов	2
6. Изучение электронных осциллографов	2
7. Измерение неэлектрических величин	2
8. Поверка измерительного прибора	2
9. Изучение конструкции и поверка манометрического термометра ТКП160	2
10. Изучение конструкции и поверка одновиткового манометра	2
11. Изучение конструкции и поверка тензопреобразователя разности давлений	2
12. Изучение устройства и испытание сигнализатора температуры СТ-136 М (в химическом производстве)	2
13. Изучение конструкции и испытание скоростного счетчика ТОР	2
14. Влияние сопротивления длины линии на точность измерений	2
15. Изучение и устройство работы расходомера	2
16. Изучение конструкции и принципа действия уровнемера (в химическом производстве)	2
17. Изучение конструкции и принципа действия ультразвуковых уровнемеров	2
18. Изучение устройства и испытание датчика уровня УБ-П	2
19. Обобщенная структура АСУТП	2
20. Комбинированные системы. Принципы регулирования	4
21. Динамические характеристики объектов	2
22. Изучение процесса регулирования в АСР регуляторами прямого действия	6
23. Составление схем автоматизации технологического процесса	6
Итого	56

Информационные источники

Основные источники

1. Пантелеев В.Н. Основы автоматизации производства./В.Н. Пантелеев, В.М. Прошкин. - М.: Издательский центр АКАДЕМИЯ, 2018.
2. Федорченко А.А. Электротехника с основами электроники./А.А. Федорченко, Ю.Г. Синдеев. - М.: Дашков и К°, 2013.

Дополнительные источники

3. Гороновский И.Т. Краткий справочник по химии./И.Т. Гороновский, Ю.П. Назаренко, Е.Ф. Некряч. - Киев: Наукова думка, 1974.
4. Китаев В.Е. Электротехника с основами промышленной электроники./В.Е. Китаев. - М.: Высшая школа, 1985.
6. Попов В.С. Общая электротехника с основами электроники./В.С. Попов, С.А. Николаев. - М.: Энергия, 1977.
5. Шишмарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов./В.Ю. Шишмарев. - М.: АCADEMIA, 2005.
6. Шкатов Е.Ф. Технологические измерения и КИП на предприятиях химической промышленности./Е.Ф. Шкатов - М.: Высшая школа, 1990.

Практическая работа № 1

Электроизмерительные приборы и измерения (в химическом производстве)

Цели и задачи:

1. Знакомство с конструкцией и принципом действия измерительных приборов
2. Научиться рассчитывать расстояние, на котором должен быть установлен контакт датчика

Оборудование:

1. Измерительные приборы
2. Измерительный инструмент

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

1. Знакомство с конструкцией и принципом действия различных типов измерительных приборов

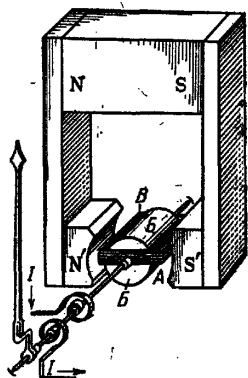


Рис. 8-1. Магнитоэлектрический измерительный механизм.

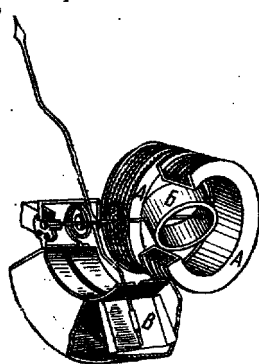


Рис. 8-5. Электродинамический измерительный механизм.

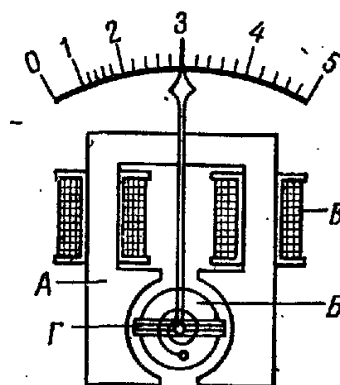


Рис. 8-7. Ферродинамический измерительный механизм.

А – магнитопровод; Б – сердечник; В, Г - катушки

2. Рассчитать, на каком расстоянии L от вертикального положения штока исполнительного механизма необходимо установить контакт датчика, если погрешность измерения $\Delta A = 0,01$; перемещение штока $l = 80$ мм; радиус кривизны корпуса аппарата (трубопровода) $R = 100$ мм.

Решение

Рассчитываем расстояние L :

$$L = 1,4 \times l \times \sqrt{\frac{\Delta A}{R}} = 1,4 \times 80 \times \sqrt{\frac{0,01}{100}} = 1,128 \text{ мм.}$$

Вывод: Расстояние, на котором необходимо установить конус датчика, составляет $L = 1,128$ мм.

Вариант студента: $\Delta A = 0,01N$; $l = 80 + 0,01N$ мм;, где N – номер по журналу.

Практическая работа № 2
Изучение электромеханических приборов (в химическом производстве)

Цели и задачи:

1. Научиться рассчитывать погрешности измерения

Оборудование:

1. Измерительный прибор

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

Определить абсолютную, относительную и приведенную погрешности потенциометра с верхним пределом измерений $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ при показании его $X_{\text{П}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ и действительном значении измеряемой температуры $X_{\text{д}} = 120,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. За нормирующее значение принят верхний предел измерения $X_{\text{N}} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Р е ш е н и е

1. Находим абсолютную погрешность потенциометра

$$\Delta X_{\text{П}} = X_{\text{П}} - X_{\text{д}} = 120 - 120,6 = - 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$$

2. Находим относительную погрешность потенциометра

$$\delta_{\text{п}} = \frac{\Delta X_{\text{П}}}{X_{\text{д}}} \times 100\% = \frac{0,6}{120,6} \times 100\% = \pm 0,5\%$$

3. Находим приведенную погрешность потенциометра

$$\gamma_{\text{п}} = (\Delta X_{\text{П}} / X_{\text{N}}) \times 100\% = (0,6 / 150) \times 100\% = \pm 0,4\%$$

Вывод: Абсолютная погрешность $\Delta X_{\text{П}} = - 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$; относительная погрешность. $\delta_{\text{п}} = \pm 0,5\%$, приведенная погрешность $\gamma_{\text{п}} = \pm 0,4\%$, что находится в допустимых пределах для класса точности 1,0.

Вариант студента: $X_{\text{П}} = 120 + N\text{ }^{\circ}\text{C}$; $X_{\text{д}} = 120,6 + 0,8N\text{ }^{\circ}\text{C}$, где N – номер по журналу.

Практическая работа № 3 Изучение устройства мультиметра

Цели и задачи:

1. Знакомство конструкцией и принципом действия мультиметра
2. Научиться рассчитывать линейное напряжение, фазный и линейный токи и активную мощность приемника энергии.

Оборудование:

1. Мультиметр
2. Трехфазный генератор

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

1. Знакомство конструкцией и принципом действия мультиметра

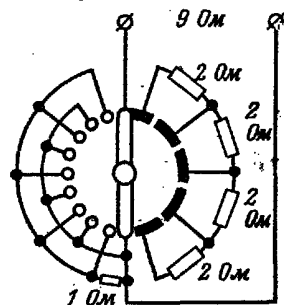


Рис. 8-27. Рычажный пятиконтактный магазин сопротивлений.

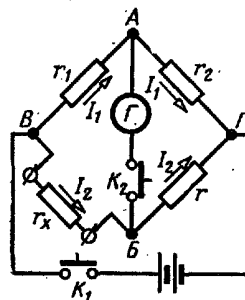


Рис. 8-28. Мост для измерений сопротивлений.

2. Трехфазный генератор, соединенный звездой, имеет фазное напряжение $U_{\phi} = 220 \text{ В}$. Приемник имеет активное сопротивление фазы $r_{\phi} = 6 \text{ Ом}$ и индуктивное $x_{\phi} = 8 \text{ Ом}$. Определить линейное напряжение, фазный и линейный токи и активную мощность приемника энергии.

Решение

1. Определяем линейное напряжение

$$U_{\text{л}} = \sqrt{3} \times U_{\phi} = 1,73 \times 220 = 380 \text{ В}$$

2. Определяем полное сопротивление фазы приемника

$$z_{\phi} = \sqrt{r_{\phi}^2 + x_{\phi}^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ Ом}$$

3. Определяем фазный ток

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{z_{\phi}} = \frac{220}{10} = 22 \text{ А}$$

При соединении приемников энергии звездой фазный ток равен линейному

$$I_{\phi} = I_{\text{л}} = 22 \text{ А}$$

4. Определяем косинус угла сдвига фазного тока относительно фазного напряжения

$$\cos \varphi_{\phi} = \frac{r_{\phi}}{z_{\phi}} = \frac{6}{10} = 0,6$$

5. Определяем активную мощность трехфазной цепи

$$P = \sqrt{3} \times U_{\text{л}} \times I_{\text{л}} \times \cos \varphi_{\phi} = 1,73 \times 380 \times 22 \times 0,6 = 8,7 \text{ кВт}$$

Вывод: Линейное напряжение $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$, фазный и линейный токи $I_{\phi} = I_{\text{л}} = 22 \text{ А}$ и активная мощность приемника энергии $P = 8,7 \text{ кВт}$.

Вариант студента: $r_{\phi} = N \text{ Ом}$; $x_{\phi} = r_{\phi} + 2 \text{ Ом}$, где N – номер по журналу.

Практическая работа № 4
Изучение электронных приборов

Цели и задачи:

1. Знакомство с конструкцией и схемами подключения вольтметров и амперметров
2. Научиться рассчитывать сопротивление проводов

Оборудование:

1. Вольтметр
2. Амперметр
3. Провода

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

1. Знакомство с конструкцией и схемами подключения вольтметров и амперметров

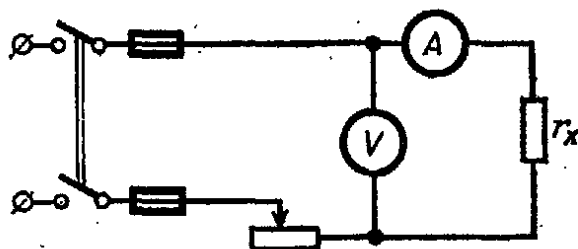


Рис. 8-29. Схема соединения для измерений сопротивлений амперметром и вольтметром (для больших сопротивлений).

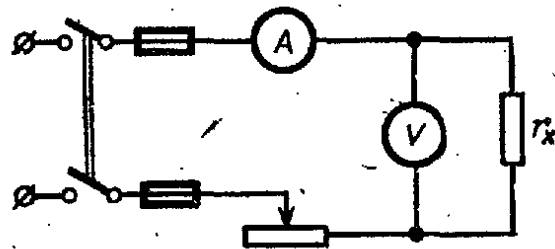


Рис. 8-30. Схема соединения для измерений сопротивлений амперметром и вольтметром (для меньших сопротивлений).

2. Определить сопротивление медных проводов воздушной линии при температурах $\Theta_1 = +20$ и $\Theta_2 = -10$ °C, если длина проводов $l = 400$ м, а их сечение $S = 10 \text{ мм}^2 = 10 \times 10^{-6} \text{ м}^2$. Температурный коэффициент сопротивления α принять равным 0,004, а объемное удельное сопротивление меди $\rho = 0,0175 \times 10^{-6} \text{ Ом} \times \text{м}$ ([6], с. 39).

Решение

1. Находим сопротивление проводов линии при температуре $+20$ °C

$$r_1 = \rho \times \frac{2 \times l}{S} = 0,0175 \times 10^{-6} \times \frac{2 \times 400}{10 \times 10^{-6}} = 1,4 \text{ Ом}$$

2. Находим сопротивление проводов при температуре -10 °C

$$r_2 = r_1 \times [1 + \alpha \times (\Theta_2 - \Theta_1)] = 1,4 \times [1 + 0,004 \times (-10 - 20)] = 1,232 \text{ Ом}$$

Вывод: Сопротивление проводов линии при температуре $+20$ °C составило $r_1 = 1,4$ Ом; при температуре -10 °C сопротивление составило $r_2 = 1,232$ Ом.

Вариант студента: $l = 400 + 10N$ м; $S = 10 + 2N$ мм², где N – номер по журналу.

Практическая работа № 5
Изучение измерительных генераторов

Цели и задачи:

1. Знакомство с измерительными генераторами
2. Научиться определять общий ток цепи

Оборудование:

1. Амперметр
2. Электрическая схема

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

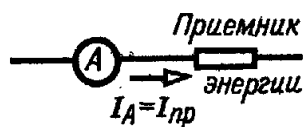


Рис. 8-8. Схема включения амперметра.

2. Цепь с двумя параллельными ветвями, в одной из которых включена катушка с активным сопротивлением $r_1 = 1$ Ом и реактивным сопротивлением $x_{i1} = 3$ Ом, а в другой - катушка с сопротивлением $r_2 = 3$ Ом и $x_{i2} = 2$ Ом, присоединяется к сети с напряжением 230 В. Определить общий ток цепи.

Решение

$$I_1 = \frac{U}{z_1} = \frac{230}{\sqrt{1^2 + 3^2}} = 72,8 \text{ A};$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{r_1}{z_1} = \frac{1}{3,16} = 0,317;$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{r_2}{z_2} = \frac{3}{3,6} = 0,833;$$

$$I_2 = \frac{U}{z_2} = \frac{230}{\sqrt{3^2 + 2^2}} = 64 \text{ A}$$

$$\sin \varphi_1 = \frac{x_{i1}}{z_1} = \frac{3}{3,16} = 0,95$$

$$\sin \varphi_2 = \frac{x_{i2}}{z_2} = \frac{2}{3,6} = 0,556$$

Составляющие тока первой параллельной ветви

$$I_{a1} = I_1 \times \cos \varphi_1 = 72,8 \times 0,317 = 23 \text{ A}$$

$$I_{p1} = I_1 \times \sin \varphi_1 = 72,8 \times 0,95 = 69 \text{ A}$$

Составляющие тока второй параллельной ветви

$$I_{a2} = I_2 \times \cos \varphi_2 = 64 \times 0,833 = 53,2 \text{ A}$$

$$I_{p2} = I_2 \times \sin \varphi_2 = 64 \times 0,566 = 35,4 \text{ A}$$

Составляющие общего тока

$$I_a = I_{a1} + I_{a2} = 23 + 53,2 = 76,2 \text{ A}$$

$$I_p = I_{p1} + I_{p2} = 69 + 35,4 = 104,4 \text{ A}$$

Общий ток цепи

$$I = \sqrt{I_a^2 + I_p^2} = \sqrt{76,2^2 + 104,4^2} = 129,4 \text{ A}$$

Вывод: Общий ток цепи $I = 129,4 \text{ A}$.

Вариант студента: $r_1 = N \text{ Ом}$; $x_{i2} = 0,5 N \text{ Ом}$, где N – номер по журналу.

Практическая работа № 6
Изучение электронных осциллографов

Цели и задачи:

1. Знакомство с устройством и работой электронного осциллографа

Оборудование:

1. Электронный осциллограф
2. Электрическая схема

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

1. Электронный осциллограф – прибор, используемый для исследования быстропротекающих процессов, измерения электрических и не электрических величин. Осциллограф в первую очередь приспособлен для измерения напряжений, но в отличие от цифровых приборов позволяет наблюдать процесс изменения напряжения на участке цепи в зависимости от времени. Поэтому для измерения других физических величин требуется их преобразование в изменение напряжения.

Благодаря возможности измерять процессы, происходящие во времени осциллограф является незаменимым прибором для исследования формы электрических сигналов и часто удобен для измерения частоты, периода и фазовых сдвигов в цепях. Однако в отличие от специализированных приборов, таких как цифровой вольтметр, частотомер, фазометр измерения самих физических величин с помощью осциллографа нельзя выполнить с высокой точностью. Типичная погрешность при измерении напряжения, или периода составляет величину порядка 1 – 4 %. Поэтому обычно осциллограф используют для визуального наблюдения и оценочного измерения, точное измерение физической величины выполняют с помощью других приборов.

Основными узлами типичного электронного осциллографа являются электронно-лучевая трубка (ЭЛТ), генератор развертки, блок синхронизации, усилители отклоняющих пластин, блок питания.

На вход канала подается исследуемый сигнал, который усиливается и подается на вертикально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки. Для получения на экране развернутого во времени изображения на горизонтально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки подается пилообразное напряжение, которое формируется в блоке развертки. Для синхронизации исследуемого сигнала при измерении напряжения служит блок синхронизации, который может работать в режиме синхронизации от исследуемого сигнала или в режиме внешней синхронизации. Соответствующие режимы переключаются переключателем.

- 2.

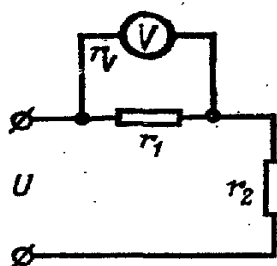


Рис. 8-9. Схема включения вольтметра.

Определить падение напряжения в трехфазной линии напряжением $U = 220$ В, длиной $L = 15$ м, сечением $S = 4$ мм², если на конце ее присоединены три электродвигателя мощностью $P_1 = 4,5$ кВт, $P_2 = 2,8$ кВт и $P_3 = 3,5$ кВт, к.п.д. которых $\eta_1 = \eta_2 = \eta_3 = 0,85$.

Р е ш е н и е

1. Находим мощность в цепи питания двигателей при их номинальной нагрузке

$$P = \frac{P_{н1}}{\eta_1} + \frac{P_{н2}}{\eta_2} + \frac{P_{н3}}{\eta_3} = \frac{4,5}{0,85} + \frac{2,8}{0,85} + \frac{3,5}{0,85} = 12,7 \text{ кВт}$$

2. Находим расчетную мощность

$$P_p = k_c \times P = 0,9 \times 12,7 = 11,5 \text{ кВт}$$

3. Находим потерю напряжения

$$\varepsilon = \frac{100 \times P_p \times L}{\gamma \times S \times U^2} = \frac{100 \times 11,5 \times 1000 \times 15}{57 \times 4 \times 220^2} = 2 \%$$

Вывод: потеря напряжения $\varepsilon = 2 \%$.

Вариант студента: $L = N$ м; $P_{н2} = 0,7 N$ кВт, где N – номер по журналу.

Практическая работа № 7
Измерение неэлектрических величин

Цели и задачи:

1. Научиться измерять неэлектрические величины

Оборудование:

1. Батарейный ртутный манометр

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

Определить избыточное давление воды в трубе по показаниям батарейного ртутного манометра. Отметки уровней ртути по оси трубы: $z_1 = 1,75$ м, $z_2 = 3$ м, $z_3 = 1,5$ м, $z_4 = 2,5$ м. Плотность воды $\rho_v = 1000$ кг/м³. Плотность ртути $\rho_{рт} = 13600$ кг/м³.

Р е ш е н и е

Батарейный ртутный манометр состоит из двух последовательно соединенных ртутных манометров. Давление воды в трубе уравнивается перепадами уровней ртути, а также перепадами уровней воды в трубках манометра. Суммируя показания манометра от открытого конца до присоединения его к трубе, получим:

$$\begin{aligned} p_{изб} &= \rho_{рт} \times g \times (z_4 - z_3) - \rho_v \times g \times (z_2 - z_3) + \rho_{рт} \times g \times (z_2 - z_1) + \rho_v \times g \times z_1 = \\ &= 13600 \times 9,81 \times (2,5 - 1,5) - 1000 \times 9,81 \times (3 - 1,5) + 13600 \times 9,81 \times (3 - 1,75) + 1000 \times \\ &\quad \times 9,81 \times 1,75 = 0,303 \times 10^6 \text{ Па} \approx 0,3 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Вывод: Избыточное давление воды в трубопроводе составляет $p_{изб} = 0,3$ МПа.

Вариант студента: $z_1 = 1,75N$ м, $z_2 = 3N$ м, $z_3 = 1,5N$ м, $z_4 = 2,5N$ м, где N – номер по журналу.

Практическая работа № 8

Поверка измерительного прибора

Цель работы:

1. Ознакомиться с общими требованиями и правилами поверки электромеханических измерительных приборов.
2. Усвоить основные метрологические понятия

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

Поверка - установление органом государственной метрологической службы (или другим официально уполномоченным органом, организацией) пригодности средств измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям. Поверка проводится в обязательном порядке при выпуске прибора из производства, после ремонтов и регулировок приборов, а также периодически. Сроки периодических поверок измерительных приборов регламентируются органами Госстандарта. Поверка технических щитовых приборов может производиться на местах их установки методом сличения их показаний с показаниями рабочих эталонов. Переносные приборы поверяются в специальных измерительных поверочных лабораториях. Поверка измерительного прибора включает в себя его внешний осмотр для установления механической и электрической исправности, определение основной погрешности и других метрологических характеристик, нормируемых наравне с погрешностями при установлении класса его точности, документальное оформление поверки протоколом. Поверяемый прибор не должен иметь повреждений указателя (стрелки), корректора, корпуса и стекла шкалы. Все его клеммы и контакты, электрические цепи должны быть исправны. Электроизмерительные приборы классов точности 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 и 4,0 поверяются по методу сличения их показаний с показаниями рабочих эталонов. Такой метод поверки требует выполнения следующих метрологических условий:

1. Допустимая абсолютная погрешность рабочего эталона должна быть не менее чем в 4 раза меньше допустимой абсолютной погрешности поверяемого прибора, или в 2,5 раза меньше при введении поправок в показания рабочего эталона.

2. Диапазоны частот и диапазоны измерений рабочих эталонов должны включать соответствующие диапазоны поверяемого прибора.

3. Указатели (стрелки) приборов устанавливаются корректором на нулевую отметку шкалы при отключенных цепях тока и напряжения.

4. Поверка прибора осуществляется на всех числовых отметках шкалы не менее двух раз на каждой отметке: один раз при возрастании (от 0 до верхнего предела шкалы), второй раз при убывании (от верхнего предела шкалы до 0) измеряемой величины. Наряду с основной и дополнительными погрешностями при установлении классов точности электромеханических приборов нормируется вариация показаний (*вариация показаний измерительного прибора* – разность показаний прибора в одной и той же точке диапазона измерений при плавном подходе к этой точке со стороны меньших и больших значений измеряемой величины).

Вывод: Ознакомились с общими требованиями, основными метрологическими понятиями и правилами поверки электромеханических измерительных приборов.

Практическая работа № 9

Изучение конструкции и поверка манометрического термометра ТКП 160

Цели и задачи:

1. Знакомство со способами измерения температуры
2. Подбор рабочей жидкости жидкостного термометра

Оборудование:

1. Термометры расширения
2. Контактные термометры
3. Манометрический термометр

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

1. Знакомство со способами измерения температуры

Манометрический термометр

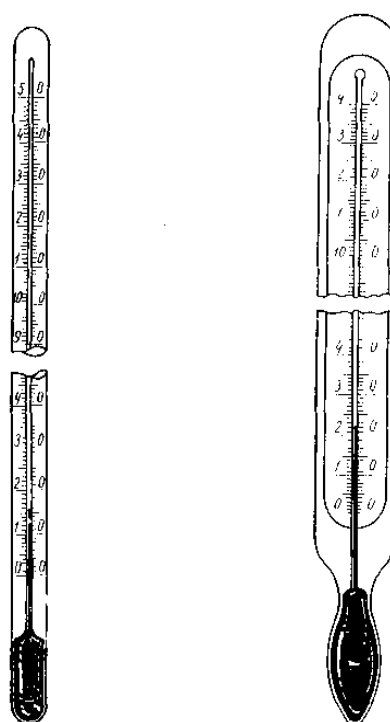
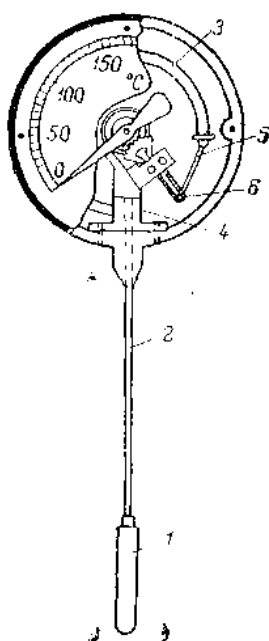


Рис. 6.1. Палочный термометр расширения

Рис. 6.2. Термометр расширения с вложенной шкалой

- 1 - термобаллон;
- 2 - капиллярная трубка;
- 3 - трубчатая пружина;
- 4- держатель; 5 поводок; 6 - сектор

2. Температура плавления ацетона равна $-95,35^{\circ}\text{C}$, а температура кипения $+56,24^{\circ}\text{C}$. По условиям эксплуатации температуру можно измерить только с помощью жидкостного термометра. Подобрать рабочую жидкость термометра.

Решение

Согласно заданным условиям, в этом интервале температур в качестве рабочей жидкости жидкостного термометра должен использоваться этиловый спирт с рабочим интервалом измерения температур от -100 до $+75^{\circ}\text{C}$ ([5], с. 82).

Вывод: Установили, что рабочей жидкостью жидкостного термометра в указанном интервале температур является этиловый спирт.

Вариант студента: вещество, для определения температурного интервала которого может применяться только жидкостной термометр - N, ([7], с. 410), где N – номер по журналу.

Практическая работа № 10
Изучение конструкции и поверка одновиткового манометра

Цели и задачи:

1. Знакомство с устройством и правилами выбора манометров
2. Научиться подбирать манометр

Оборудование:

1. Манометры
2. Измерительный инструмент
3. Трубопровод

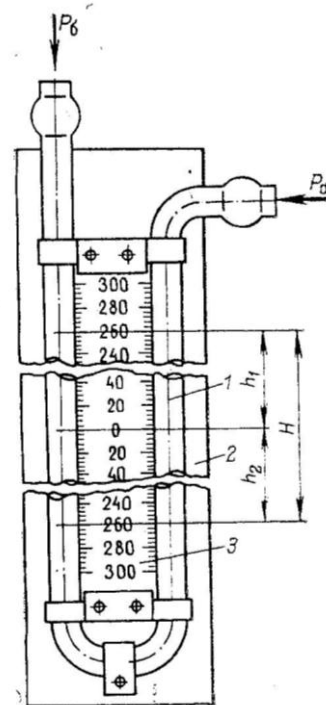
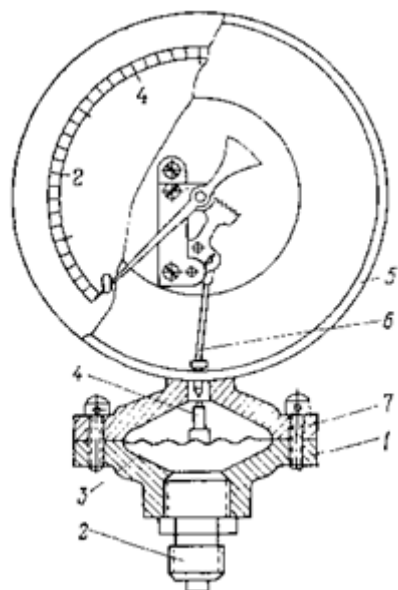
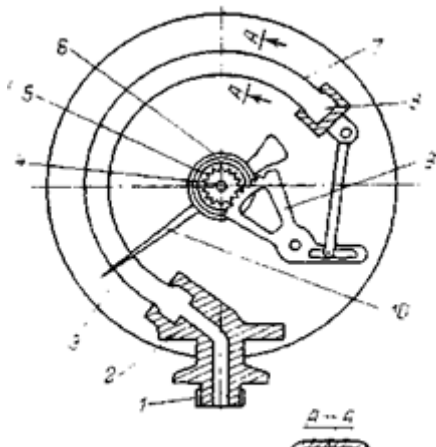
Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

Принципиальная схема манометра
с трубчатой пружиной

- 1 – ниппель; 2 – держатель; 3- плата;
- 4 – ось; 5 – шестерня; 6 – пружина;
- 7 - трубка; 8 – свободный (запаянный) конец трубки;
- 9 – зубчатый сектор; 10 - стрелка



U – образный манометр

Мембранный манометр

- 1, 7 – чашки; 2 – ниппель; 3 – гофрированная мембрана;
- 4 – стойка; 5 – корпус манометра.

2. Подобрать манометр для определения давления в трубопроводе, по которому перекачивается серная кислота. Указать способы защиты манометра от агрессивного воздействия среды (если необходимо). Давление в трубопроводе составляет 50 кг/см^2 .

Р е ш е н и е

Для измерения указанного давления целесообразно применять манометры с трубчатой пружиной, изготовленной из меди ([5], с. 31), т. к. этот материал рассчитан на давление до 50 кг/см^2 .

В рабочих условиях стрелка манометра должна располагаться во второй трети шкалы, поэтому максимальное давление, на которое рассчитан манометр, должно быть не ниже

$$p_{\text{макс}} = \frac{50 \times 3}{2} = 75 \text{ кг/см}^2 \approx 80 \text{ ат}$$

В связи с тем, что протекающая по трубопроводу серная кислота является агрессивной жидкостью (т.е. она химически активна по отношению к материалу воспринимающей части прибора), перед манометром должен быть установлен защитный сосуд, заполненный до половины инертной жидкостью (глицерин, вазелиновое масло, керосин).

Вывод: Для указанных условий работы принимаем к установке пружинный манометр с пружиной, изготовленной из меди, рассчитанный на максимальное давление $p_{\text{макс}} = 80 \text{ ат}$; в целях защиты манометра от агрессивного воздействия серной кислоты перед ним устанавливаем защитный сосуд, заполненный вазелиновым маслом.

Практическая работа № 11
Изучение конструкции и поверка тензопреобразователя разности давлений (в химическом производстве)

Цель работы:

1. Исследование конструкции наклеиваемых тензометрических датчиков и на их основе измерительной установки для измерения механических усилий и деформаций.

Ход работы

2. Тензометрические преобразователи используются в приборах (измерительных установках и системах) для измерения деформаций и напряжений в деталях машин и механизмов или других физических величин, преобразуемых предварительно в деформацию. Принцип действия тензопреобразователей основан на явлении тензоэффекта, заключающееся в изменении омического сопротивления проводника за счет изменения его геометрических размеров (длины и площади поперечного сечения) и физических свойств (удельного сопротивления материала проводника) при деформации. Обобщенной характеристикой тензоэффекта, учитывающей эти изменения, является коэффициент относительной тензочувствительности K , определяемый как отношение относительного изменения сопротивления к относительному изменению длины проводника тензодатчика

Коэффициент тензочувствительности существенно зависит от материала проводника. Для металлических тензорезисторов он положительный и лежит в пределах 2-3; для никеля 10-12, для висмута 20-22, для полупроводниковых материалов достигает значений от -100 до +100.

При измерении поверхностных деформаций наибольшее применение получили фольговые пленочные тензорезисторы, наклеиваемые на испытываемую деталь. Фольговые тензорезисторы изготавливаются из металлической ленты толщиной 4-12 мкм, из которой часть металла выбрана травлением таким образом, что оставшаяся его часть образует решетку с выводами. Решетка наклеивается на деталь так, чтобы измерительная база преобразователя (длина решетки) совпадала с направлением интересующих деформаций. Для уменьшения влияния поперечных деформаций, воспринимаемых участками решетки в местах поворота проводника и искажающих характеристику преобразования, сечение проводника на этих участках увеличено. Влияние поперечных деформаций уменьшается также при увеличении базы преобразователя, однако при этом оценка соосных деформаций перестает быть точной и становится интегральной по длине базы.

Тензометрические преобразователи относятся к группе параметрических преобразователей неэлектрических величин в электрические. Естественной входной величиной наклеиваемых тензорезисторов является деформация поверхностного слоя детали, на которую он наклеен, а естественной выходной величиной - изменение сопротивления, пропорциональное этой деформации.

Вывод: Ознакомились с общими требованиями, основными метрологическими понятиями и конструкцией тензопреобразователя и тензодатчиков.

Практическая работа № 12
Изучение устройства и испытание сигнализатора температуры СТ-136 М
(в химическом производстве)

Цели и задачи:

1. Знакомство с видами термопар и их применением на производстве
2. Подбор термопары

Оборудование:

1. Термопары

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

1. Знакомство с видами термопар

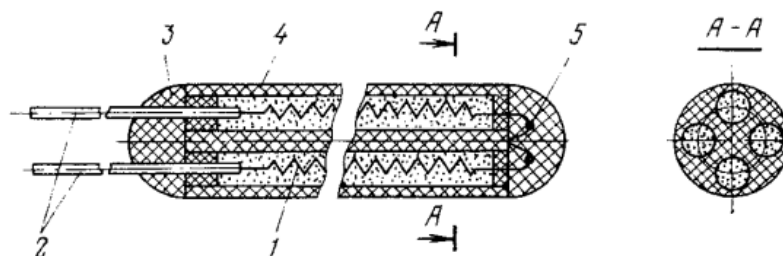


Рис. 6.7. Конструкция платинового чувствительного элемента:
1 — платиновая спираль; 2 — выводы; 3 — термоцемент; 4 — керамический каркас; 5 — пайка спиралей

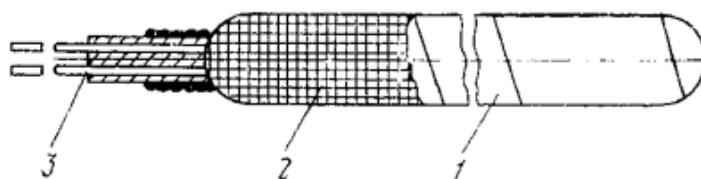


Рис. 6.8. Конструкция медного термометра сопротивления

2. Подобрать термометр сопротивления (термопару) для измерения ультранизких температур (ниже -260°C).

Решение

По [5], с. 89 находим, что данному условию удовлетворяет платиновый термометр сопротивления (ТСП), защитная гильза которого заполнена гелием.

Вывод: Для измерения ультранизких температур применяем платиновый термометр сопротивления (ТСП).

Вариант студента: температура равна $350N^{\circ}\text{C}$, где N – номер по журналу.

Практическая работа № 13 Изучение конструкции и испытание скоростного счетчика ТОР

Цели и задачи:

1. Знакомство с принципом действия счетчика
3. Научиться подбирать счетчик

Оборудование:

1. Счетчик
2. Термометр

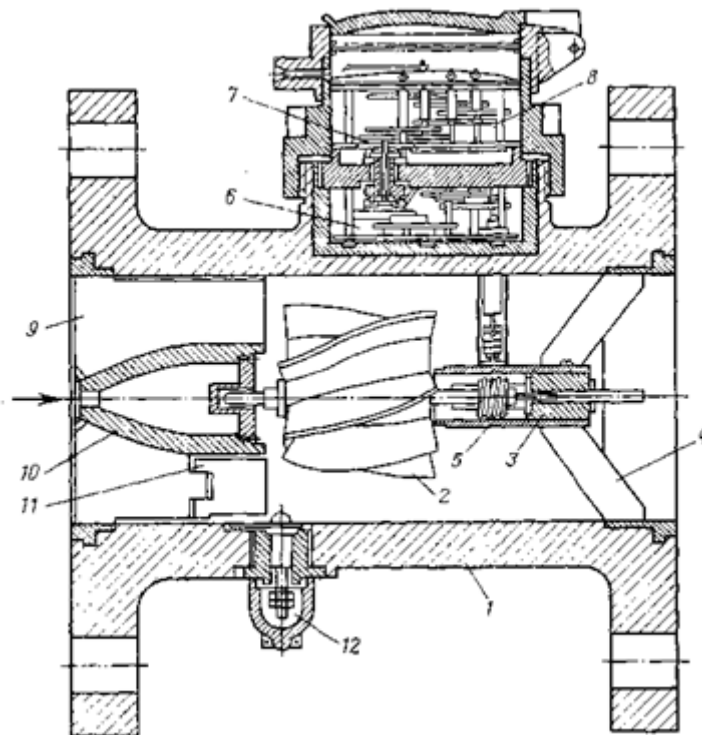
Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

1. Знакомство с типами и принципом действия расходомеров

Скоростной счетчик с винтовой вертушкой



1 – корпус; 2 – вертушка с лопастями; 3 – задний закрытый подшипник; 4 – крестовина; 5 – червяк; 6 – передаточный механизм; 7 – сальник; 8 – счетный механизм; 9 – струевыпрямитель; 10 – передний подшипник; 11 – лопасть; 12 – рычажный привод.

2. По трубному пространству холодильника типа «труба в трубе» протекает жидкость с начальной температурой $T_1 = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ в количестве $G = 1000\text{ кг/ч}$, которую требуется охладить до температуры $T_2 = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$. В межтрубное пространство подается охлаждающая вода. Начальная температура охлаждающей воды $t_1 = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, конечная - $t_2 = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ теплоемкость воды $c = 4190\text{ Дж/кг}\times\text{град}$. Определить расход охлаждающей воды и подобрать расходомер.

Р е ш е н и е

а). Определяем тепловую нагрузку

$$Q = \frac{G}{3600} \times (T_1 - T_2) = \frac{1000}{3600} \times (90 - 40) = 465000 \text{ Вт}$$

б). Определяем расход охлаждающей воды

$$g = \frac{Q}{c \times (t_2 - t_1)} = \frac{465000}{3350 \times (35 - 25)} = 11,1 \text{ кг/с} = 40000 \text{ кг/ч}$$

3. По [5], с. 44 выбираем скоростной счетчик с винтовой вертушкой, т. к. счетчики данного типа применяют при давлении жидкости до 1,0 МПа и при длительной нагрузке до 600 м³/ч (600000 кг/ч). Погрешность счетчика составляет от 2 до 3 % действительного значения.

Вывод: Расход охлаждающей воды $g = 40000$ кг/ч. На основании проведенных расчетов выбрали тип расходомера: скоростной счетчик с барабанной вертушкой.

Вариант студента: $G = 1000 + 10N$ кг/ч; $T_1 = 90 + 0,3N$ °C; $t_1 = 25 - N$ °C, где N – номер по журналу.

Практическая работа № 14
Влияние сопротивления длины линии на точность измерений

Практическая работа № 15 Изучение и устройство работы расходомеров

Цели и задачи:

1. Знакомство с типами и принципом действия расходомеров

Оборудование:

1. Расходомер
2. Термометр

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

1. Знакомство с типами и принципом действия расходомеров

Расходомер - это прибор учета жидкости или газа в помещении. На бытовом уровне прибор часто называют счетчиком, хотя это и неправильно. Расходомеры монтируют прямо на трубе, по которой проходит вода или газ, или рядом с ней. Измерительные приборы различаются между собой по типу конструкции и принципу действия.

Виды расходомеров

1. Электромагнитные

В основе этих измерителей лежит принцип электромагнитной индукции Фарадея. В таких приборах проводящая жидкость, например, вода, проходит между магнитными полюсами, тем самым создавая ЭДС. Расходомер замеряет напряжение между электродами и высчитывает объем жидкости, проходящей по магистрали.

Этот метод надежен и точен, ведь сам по себе прибор не влияет на скорость движения жидкости. Расходомеры этого типа особенно долговечны, так как в них нет движущих элементов.

Преимущества электромагнитных приборов - это приемлемая цена, отсутствие деталей в поперечном разрезе и обширный диапазон замеров.

Недостаток только один: прибор реагирует на внешние осадки.

2. Ультразвуковые

В прибор учета вмонтирован передатчик ультразвуковых импульсов (УЗС). При движении жидкости по магистрали происходит снос ультразвуковой волны. Вследствие этого изменяется время попадания сигнала в приемник. При движении сигнала через струю время прохождения увеличивается, если импульс следует против потока, а если вдоль - уменьшается.

Ультразвуковые приборы учитывают объемный расход воды на основе разности времени прохождения УЗС по течению потока и против него.

Преимущества ультразвуковых приборов - выгодная стоимость, отсутствие в поперечном разрезе подвижных и неподвижных деталей, средний диапазон замеров и возможность монтажа на трубопроводы большего диаметра.

К недостаткам можно отнести чувствительность прибора к осадкам, вибрациям и перекосам потока (однолучевые приборы).

Действие данного типа расходомеров основано на замерах перепадов давления, возникающих при прохождении энергоносителя через сопло, шайбу или другое сужающее устройство. В этом сужении скорость потока изменяется, давление растет: чем скорость потока выше, тем расход больше.

Преимущество этой модели заключается в отсутствии подвижных частей.

Из недостатков стоит отметить малый диапазон измерений, чувствительность прибора к осадкам и наличие механической преграды для жидкости в виде сопла или шайбы.

3. Вихревые

Вихревые расходомеры измеряют частоту колебаний, возникающих в потоке жидкости или газа, когда те обтекают препятствия.

Преимущество прибора - отсутствие в корпусе подвижных элементов.

Среди недостатков стоит отметить препятствия в поперечном разрезе, ограничение по значениям, чувствительность к перепадам температур. К тому же прибор реагирует на вибрации.

4. Тахометрические

Тахометры измеряют скорость вращения, количество оборотов крыльчатки или турбины в потоке газа, пара или воды. Принцип действия прибора не зависит от того, какая деталь в нем установлена: турбина или крыльчатка. Разница заключается в том, что крыльчатка вращается перпендикулярно потоку, а турбина - параллельно.

Главные преимущества прибора - невысокая цена, отсутствие необходимости подключения к электричеству.

Недостатки тахометра - механические препятствия при движении жидкости, небольшой динамический диапазон, значительные погрешности в замерах, частые поломки и короткий срок эксплуатации. Большое значение имеет и качество воды, так как примеси влияют на точность замеров.

Принцип работы расходомера

Принцип действия расходомера строится на законе электромагнитной индукции. Согласно ему, ЭДС в проводнике находится в прямой зависимости от скорости перемещения проводника в магнитном поле. В индукционных приборах в качестве проводника выступает измеряемая электропроводящая жидкость.

Работа приборов с сужающим устройством основывается на изменении потенциальной энергии измеряемого вещества при прохождении через суженное сечение трубы. Скорость потока в последнем увеличивается, поэтому и давление в узком сечении ниже статического давления перед сужающимся участком.

Круглое отверстие внутри сужающего устройства расположено концентрично относительно стенок трубы, его диаметр меньше внутреннего диаметра трубопровода. Прибор с сужающим устройством оборудован бесшкальным дифманометром в комплекте с самопишущим вторичным устройством.

Вывод: Ознакомились с типами и устройством работы расходомера.

Практическая работа № 16
Изучение конструкции и принципа действия уровнемера
(в химическом производстве)

Цели и задачи:

1. Знакомство с устройством приборов контроля уровня
2. Научиться рассчитывать расход жидкости для поддержания постоянного уровня

Оборудование:

1. Уровнемеры
2. Измерительный инструмент

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

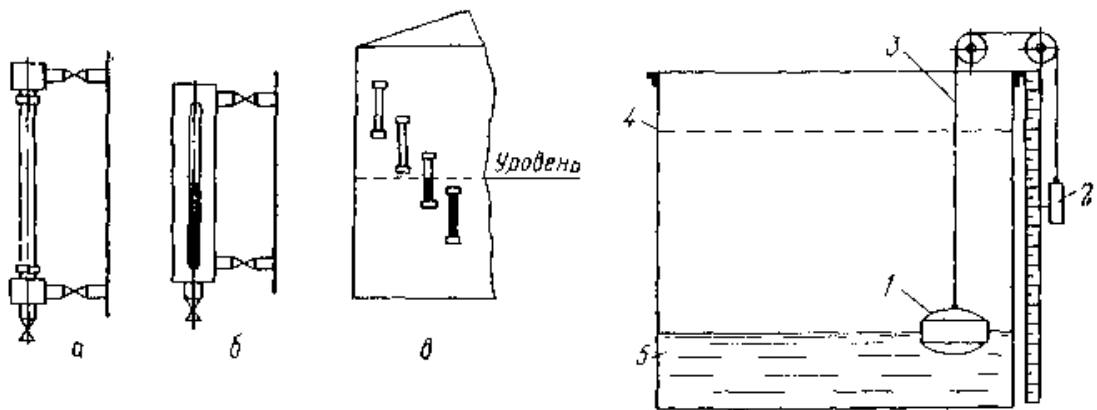


Рис. 5.1. Указательные стекла:

a — проходящего света; *б* — отраженного света; *в* — несколько указательных стекол на высоких резервуарах

Рис. 5.2. Поплавковый уровнемер

1 — поплавок; 2 — груз; 3 - гибкий трос; 4 — верхний уровень жидкости; 5 — нижний уровень жидкости

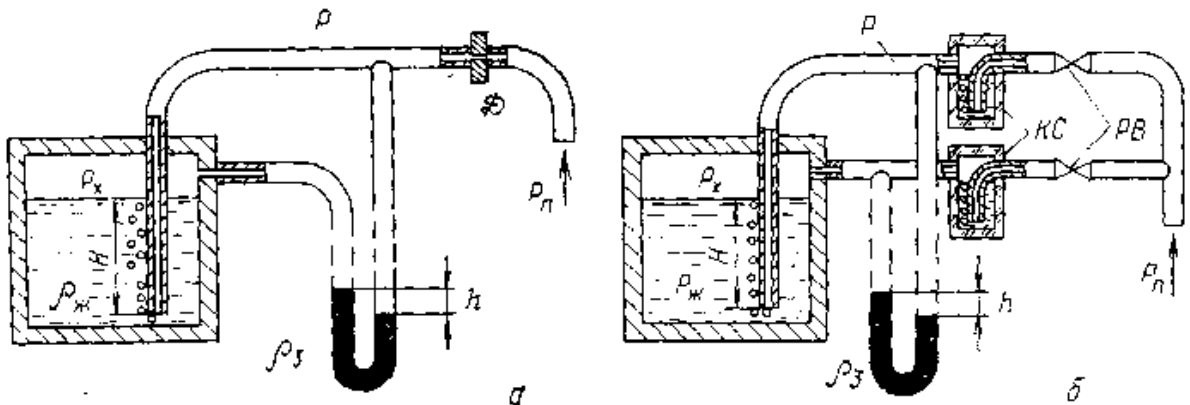
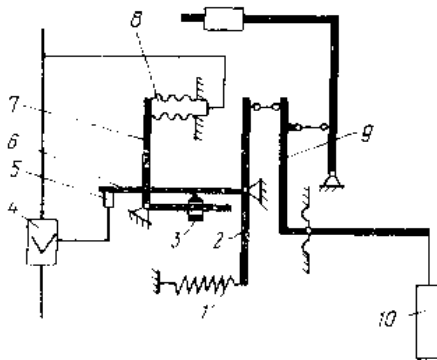


Рис. 5.7. Схема пьезометрического измерения уровня:

a — неагрессивной жидкости под давлением; *б* — агрессивной жидкости под давлением



Уровнемер буйкового типа УБ-П

1 – пружина корректора нуля; 2 – Т-образный рычаг; 3 – подвижная опора; 4 – пневмореле; 5 – сопло; 6 – заслонка; 7 – Г-образный рычаг; 8 – сифон обратной связи; 9 – рычаг; 10 – чувствительный элемент.

2. Рассчитать, какой объем воды необходимо добавлять в емкость, чтобы ее уровень при температуре 20 °С оставался постоянным, если диаметр сливного отверстия $d = 0,005$ м; вязкость воды при этой температуре $\mu = 1,01 \times 10^{-6}$ Н×с/м². Режим истечения жидкости - переходный ($Re = 4900$); плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³.

Решение

а). находим величину уровня жидкости

$$H = \frac{Re^2 \times \mu^2}{2 \times g \times d^2} = \frac{4900^2 \times (1,01 \times 10^{-6})^2}{2 \times 9,81 \times 0,005^2} = 0,05 \text{ м}$$

б). находим скорость истечения жидкости

$$\omega = \sqrt{2 \times g \times H} = \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,05} \approx 0,3 \text{ м/с}$$

в) находим расход жидкости

$$V = \omega \times f = \omega \times \frac{\pi \times d^2}{4} = 0,3 \times \frac{3,14 \times 0,005^2}{4} = 5,9 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с} = 5,9 \times 10^{-3} \text{ кг/с} \approx 21,3 \text{ кг/ч}$$

Вывод: На основании проведенных принимаем, что для поддержания в емкости постоянного уровня $H = 0,05$ м необходимо постоянно добавлять в нее воду в количестве 21,3 кг/ч.

Вариант студента: $d = 0,005 + 0,005N$ м; $Re = 4900 + 100N$, где N – номер по журналу.

Практическая работа № 17

Изучение конструкции и принципа действия ультразвуковых уровнемеров

Цели и задачи:

1. Выбор уровнемера

Оборудование:

1. Уровнемеры

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

Подобрать уровнемер, подходящий для измерения уровня неагрессивной жидкости в открытой емкости при температуре окружающей среды. Уровень жидкости колеблется в пределах 0 – 15 м. Погрешность измерения не должна превышать ± 10 мм.

Р е ш е н и е

По [5], с. 70-72 находим, что данному условию удовлетворяет ультразвуковой уровнемер типа ДПЭ с пределами измерения 0 – 20 м, классом точности 1,0 и погрешностью срабатывания ± 3 мм.

Вывод: Выбрали ультразвуковой уровнемер типа ДПЭ.

Вариант студента: уровень жидкости колеблется в пределах 0-...- N м, где N – номер по журналу.

Практическая работа № 18
Изучение устройства и испытание датчика уровня УБ-П

Цели и задачи:

1. Знакомство с принципами работы уровнемера-дифманометра
2. Подбор уровнемера-дифманометра

Оборудование:

1. Уровнемер-дифманометр

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

1. Знакомство с принципами работы уровнемера-дифманометра

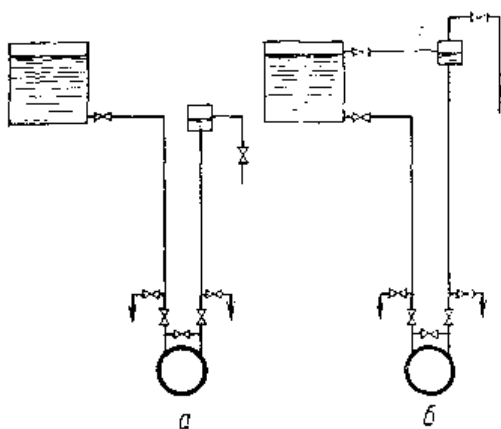


Схема трубных соединений с размещением дифманометра
ниже дна резервуара:

а - при измерении уровня жидкости в открытом резервуаре; *б* - то же в резервуаре,
находящемся под давлением

2. Подобрать уровнемер-дифманометр, удовлетворяющий следующим условиям работы:

- а). в емкости находится жидкость;
- б). емкость расположена на открытом воздухе со среднегодовыми колебаниями температуры от -10 до $+50$ °С;
- в). уровень жидкости в емкости составляет 24 м;
- г). максимально разрешенное давление в емкости 6,3 МПа;
- д). диапазон измерения перепада давлений 0 – 40 КПа;
- е). регулярная подача электроэнергии не обеспечивается.

Сравнительные характеристики выпускаемых промышленностью уровнемеров дифманометров приведены в таблице 1.

Сравнительные характеристики уровнемеров-дифманометров

Характеристика	ДСП-УС дифманометр-уровнемер показывающий (кислород, ацетилен, аргон)	ДСС-711-М1 дифманометр самопишущий с приводом диаграммного диска от электродвигателя	ДСС-712-М1 дифманометр самопишущий с приводом диаграммного диска от часового механизма	ДСС-711-2С-М1 дифманометр самопишущий с приводом диаграммного диска от электродвигателя и дополнительной записью избыточного давления	ДСС-712-2С-М1 дифманометр самопишущий с приводом диаграммного диска от часового механизма и дополнительной записью избыточного давления
Назначение	для измерения и контроля уровня жидких и газо-образных сред	для измерения и контроля уровня жидких и газо-образных сред	для измерения и контроля уровня жидких и газообразных сред	для измерения и контроля уровня жидких и газообразных сред	для измерения и контроля уровня жидких и газообразных сред
Предельное давление измеряемой среды, МПа	6,3; 16; 25; 32	6,3; 16; 25; 32	6,3; 16; 25; 32	6,3; 16; 25; 32	6,3; 16; 25; 32
Диапазон измерений перепада давлений, кПа	0-6,3; 0-10; 0-16; 0-25; 0-40; 0-63; 0-100; 0-160; 0-250 на избыточное давление до 6,3 и 16 МПа	0-6,3; 0-10; 0-16; 0-25; 0-40; 0-63; 0-100; 0-160; 0-250 на избыточное давление до 6,3 и 16 МПа	0-40; 0-63; 0-160; 0-250; 0-400; 0-630 на избыточное давление до 25 и 32 МПа	0-10; 0-16; 0-25; 0-40; 0-63; 0-100; 0-160; 0-250 на избыточное давление до 6,3 и 16 МПа	0-40; 0-63; 0-160; 0-250; 0-400; 0-630 на избыточное давление до 25 и 32 МПа
Верхний предел измерения	160; 250; 400; 630; 1000; 1600 см	- ±31,5; ±50; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300; 10000; 16000 см - 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160 м	- ±31,5; ±50; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300; 10000; 16000 см - 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160 м	- ±31,5; ±50; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300; 10000; 16000 см - 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160 м	- ±31,5; ±50; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300; 10000; 16000 см - 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160 м
Пределы					

до-пускаемой основной по-грешности, %	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5
Температура окружающей среды, °С	-50...+70	-10...+50	-10...+50	-10...+50	-30...+50
Степень защиты корпуса	IP 54	IP 54	IP 54	IP 54	IP 54
Виброустойчивость	группа L3	группа L3	группа L3	группа L3	группа L3
Климатическое исполнение	T2	T3	T3	T3	T3

Указанным условиям удовлетворяет дифманометр-уровнемер ДСС-712-М1, обладающий следующими характеристиками:

Характеристика	ДСС-712-М1 дифманометр самопишущий с приводом диаграммного диска от часового механизма
Назначение	для измерения и контроля уровня жидких и газообразных сред
Предельное давление измеряемой среды, МПа	6,3; 16; 25; 32
Диапазон измерений перепада давлений, кПа	0-40; 0-63; 0-160; 0-250; 0-400; 0-630 на избыточное давление до 25 и 32 МПа
Верхний предел измерения	- ±31,5; ±50; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300; 10000; 16000 см - 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100;

	160 м
Пределы допускаемой основной погрешности, %	±1,5
Температура окружающей среды, °С	-10...+50
Степень защиты корпуса	IP 54
Виброустойчивость	группа L3
Климатическое исполнение	T3

Вывод: Указанным условиям удовлетворяет дифманометр-уровнемер ДСС-712-М1.

Вариант студента: а). в емкости находится жидкость; б). емкость расположена на открытом воздухе со среднегодовыми колебаниями температуры от $-N$ до $+N$ °С; в). уровень жидкости в емкости составляет $20 + N$ м; г). максимально разрешенное давление в емкости 6,3 МПа; д). диапазон измерения перепада давлений 0 – 40 КПа; е). регулярная подача электроэнергии возможна.

Практическая работа № 19 Обобщенная структура АСУТП

Цели и задачи:

1. Знакомство с обобщенной структурой АСУТП

Решение

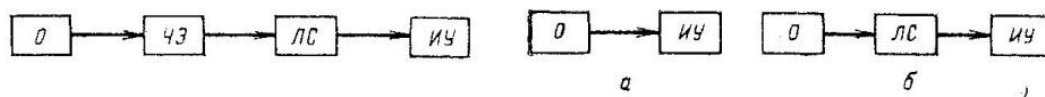


Рис. 1.1. Структурная схема системы автоматического контроля:

О — объект; ЧЭ — чувствительный элемент; ЛС — линия связи; ИУ — измерительное устройство

Рис. 1.2. Структурные схемы систем автоматического контроля без чувствительных элементов (обозначения те же, что и на рис. 1.1):

а — прибор установлен на объекте; б — прибор устанавливается вне объекта

Автоматизация - основное направление современного развития всех отраслей промышленности, сельского хозяйства и строительства. Ключевым элементом в процессе автоматизации являются АСУТП (автоматизированные системы управления технологическими процессами). Цель АСУТП - обеспечить управление технологическими процессами.

Системы состоят из комплекса аппаратных и программных средств. Первоначально такие системы внедрялись на промышленных предприятиях на уровне цеха или линии по производству законченных изделий, сегодня они используются повсеместно для управления сетевыми объектами, инженерными системами различных зданий и сооружений и др.

Автоматизированные системы управления помогают значительно сократить расход электроэнергии, повысить эффективность и безопасность производства, сократить участие человека в производственных процессах для того, чтобы исключить ошибки, причиной которых является так называемый «человеческий фактор».

К основным функциональным структурам АСУТП относят сбор информации, ее обработка и формирование управляющих сигналов для исполнительных механизмов. На основании собранной информации определяется оптимальный режим работы оборудования, производится определение возможных аварийных ситуаций.

Автоматизированные системы управления должны отвечать следующим требованиям:

- безопасность;
- надежность;
- оперативность;
- энергетическая эффективность;
- простое управление.

Типовая структура АСУТП состоит из трех уровней.

1. Нижний уровень

Так называемый полевой уровень - это контрольно-измерительные приборы и исполнительные механизмы (всевозможные датчики, электроприводы, и т.д.) Устройства полевого уровня собирают информацию о физических параметрах системы, о ходе

технологических процессов, преобразуют информацию в электрические сигналы и передают ее на следующий уровень иерархической структуры АСУ ТП.

2. Средний уровень

Это уровень контроллеров (PLC), которые устанавливаются внутри шкафов автоматизации. Получая информацию от полевого уровня, контроллеры передают ее на верхний уровень. От контроллеров нижний уровень автоматически получает управленческие команды с помощью программ и алгоритмов, которые были заложены в контроллер во время разработки прикладного программного обеспечения. Алгоритмы выполняются по следующей схеме: прием информации - ее обработка - передача команд управления. Контроллеры функционируют без участия человека. Они имеют модульную структуру - основной модуль является аналогом материнской платы с процессором в ПК, к нему подключаются другие модули, такие как модули входа и выхода, коммуникационные модули, обеспечивающие связь с сервером и с другими контроллерами, блок питания и другие.

3. Верхний уровень

Верхний уровень общей структуры АСУТП представляет собой систему серверов, компьютеров, мониторов, на которых визуализируются все изменения параметров работы технологических процессов, аварийное срабатывание оборудования, действия персонала. Параметры, отображающиеся на экранах мониторов, программируются в соответствии с потребностями производства и всегда являются индивидуальными. Это уровень мониторинга (диспетчеризации), в работе которого принимают участие операторы. Оборудование и программное обеспечение осуществляет сбор, хранение, выдачу необходимой информации по запросу.

На этом уровне возможно два варианта осуществления контроля с участием человека:

- контроль локального агрегата - чаще используют сенсорные панели, которые устанавливаются в шкафах автоматики;
- контроль за системой агрегатов - используют SCADA, (диспетчерское управление и сбор информации) на базе ПК.

Основные функции верхнего уровня:

- управление технологическими процессами в реальном времени;
- ввод данных, установление необходимых режимов;
- сигнализация об отклонениях от заданных параметров;
- возможность просмотра истории процесса;
- сохранение в базе данных информации о действиях оператора, для обеспечения персональной ответственности;
- возможность формирования и печати необходимых отчетных документов.

АСУТП интегрируется с другими системами АСУ предприятия, передавая им производственные показатели для анализа и принятия управленческих решений. Применение АСУТП повышает эффективность, увеличивает надежность и снижает затраты производства.

Практическая работа № 20
Комбинированные системы. Принципы регулирования

Цели и задачи:

1. Ознакомление с принципами регулирования
2. Знакомство с понятием о комбинированной системе

Оборудование:

1. Макет комбинированной системы регулирования

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

Каждую автоматическую систему характеризует алгоритм управления, алгоритм функционирования и наличие (отсутствие) способности к самоприспособлению. Эти существенные признаки были положены в основу классификации автоматических систем.

По характеру алгоритма управления автоматические системы подразделяются на:

- автоматические системы с разомкнутой цепью воздействия, или *разомкнутые системы* (входные воздействия поступают только извне);
- автоматические системы с замкнутой цепью воздействий, или *системы с обратными связями* (входные воздействия приходят не только извне, но и из самой автоматической системы); в свою очередь, они подразделяются как автоматические системы регулирования и системы автоматического поиска; в АСР воздействие вырабатывается в результате сравнения действительного значения управляемой величины с заданным; в системе автоматического поиска управляющее воздействие вырабатывается с помощью пробных воздействий и анализа их результатов.

По характеру алгоритма функционирования автоматические системы делятся на стабилизирующие, программные и следящие.

Стабилизирующими называются автоматические системы, алгоритм функционирования которых содержит предписание поддерживать постоянное значение управляемой величины.

Программными называются автоматические системы, алгоритм функционирования которых содержит предписание изменять управляемую величину в соответствии с заданной программой.

Следящими называются автоматические системы, алгоритм функционирования которых содержит предписание изменять управляемую величину в зависимости от значения заранее неизвестной переменной величины на входе автоматической системы.

По признаку наличия или отсутствия способности к самоприспособлению автоматические системы подразделяются на не обладающие самоприспособлением и самоприспособляющиеся. В *самоприспособляющихся* системах имеется дополнительное автоматическое устройство, которое в процессе работы изменяет параметры, структуру или программу САУ для обеспечения выбранного критерия оптимальности (совершенства) при меняющихся внешних условиях и переменных параметрах объекта управления. Критерии, определяющие степень совершенства работы управляемых объектов, называемые *критериями оптимальности*, могут быть весьма разнообразными (максимальная производительность установки, минимум расхода топлива или сырья, выбор наилучшей скорости работы установки и т.д.). *Системы, не обладающие самоприспособлением*, не имеют устройств, изменяющих структуру САУ, в связи с чем

они работают в обычном режиме сравнения регулируемой величины с заданным значением. В соответствии с приведенной выше классификацией существуют несколько принципиальных схем автоматических систем.

Разомкнутые системы. Управляющее устройство воздействует на объект, но обратного воздействия (объекта на управляющее устройство) нет, т.е. отсутствует обратная связь.

Управление разомкнутыми системами базируется на *принципе регулирования по возмущению* или *принципе Понселе*, так как регулирующее воздействие вырабатывается регулятором в результате изменения не **регулируемой величины**, а **возмущения**.

Разомкнутые автоматические системы устойчивее замкнутых вследствие отсутствия обратной связи. Благодаря этому такие системы могут обладать большим коэффициентом усиления и быстродействием, чем замкнутые.

Основной недостаток разомкнутых систем, значительно сужающий область их применения, - отсутствие информации о результатах управляющего воздействия, могущее привести к большим отклонениям управляемой величины от заданного значения.

Система с замкнутой цепью воздействия (с обратной связью). В этих системах входное воздействие непосредственно зависит от значения выходной величины.

В замкнутых системах управление базируется на *принципе регулирования по отклонению* или *принципе Ползунова - Уатта*. Регулятор в этих системах изменяет регулирующее воздействие при отклонении (разбаланс) регулируемой величины от заданного значения независимо от причин, вызвавших это отклонение.

Автоматические системы, базирующиеся на принципе регулирования по отклонению, обладают важными достоинствами: один регулятор способен устранять разбаланс в системе, вызванный всей совокупностью возмущений, независимо от их числа; вследствие постоянного стремления к устранению разбаланса в системе, регулятор не допускает накопления ошибки.

Однако в таких системах регулятор как бы «дожидается» появления разбаланса и только после этого начинает действовать, результатом чего может быть не только устранение разбаланса, но и отклонение регулируемой величины в противоположную сторону. Такое явление называется *перерегулированием*.

При регулировании по отклонению трудно одновременно выполнить условия точности, устойчивости и быстродействия.

Наиболее эффективными являются *комбинированные АСР*, в которых сочетаются оба рассмотренные выше принципа.

Примерная форма таблицы к ПР № 28.

Таблица 25.1

Средства автоматического контроля

Аппарат или трубопровод, на котором установлен прибор	Контролируемый и регулируемый параметр	Условное обозначение	Порядковый номер на схеме	Место установки прибора или устройства	Назначение прибора или устройства
1	2	3	4	5	6
Е-1	уровень	LE LT LI	1-1 1-2 1-3	По месту По месту На щите	Датчик Электронный блок вторичный прибор
ХК-1	Температура	TE	2-1	По месту	Термопреобразователь
ХК-2	(измерение	TE	2-2	По месту	сопротивление ТСН
ХК-3	многоточечным	TE	2-3	По месту	6097

	мостом)	TJR	2-4	На щите	Электронный мост КСП-4
ХК-1	Температура	TE	3-1	По месту	Термоэлектрический преобразователь ТХК-0515 Электронный потенциометр КСП-3
		TIR	3-2	На щите	
	Давление	PE PT PIR	4-1 4-2 4-3	По месту По месту На щите	Датчик передающий преобразователь 13ДИ13 Вторичный прибор ПВ4.2П
Р-1	Регулирование температуры	TE	5-1	По месту	Термоэлектрический преобразователь ТХА-0515 Электрический потенциометр с пневматически регулирующим устройством КСП-3, мод. 1800 пневматическая панель ППИ2.2 мембранное исполнительное устройство 25ч 30нж
		TIRC	5-2	На щите	
			5-3	На щите	
		HC	5-4	По месту	
Линия подачи продукта в Р-1	Контроль и регулирование расхода	FE	6-1	По месту	Сужающее устройство ДК6-50 передающий преобразователь расхода 13ДД-11 вторичный прибор со станцией управления ПВ10.1 регулирующий блок ПР3.31 мембранное исполнительное устройство 25ч 30нж
		FT	6-2	По месту	
		FIRC	6-3	На щите	
		FC	6-4	На щите	
		HC	6-5	По месту	
С-1	Измерение состава газовой смеси	QT	7-1	По месту	Датчик Блок управления Вторичный прибор Командный прибор
		QS	7-2	На щите	
		QIR	7-3	На щите	
		KS	7-4	На щите	

Вывод: Ознакомились со способами классификации автоматических систем, принципами регулирования и преимуществами комбинированных систем.

Практическая работа № 21
Динамические характеристики объектов

Цели и задачи:

1. Знакомство с типами и принципом действия насосов
2. Знакомство с динамическими характеристиками насосов

Оборудование:

1. Макет поршневого насоса
2. Макет центробежного насоса

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

1. Знакомство с типами и принципом действия насосов

ЗАРИСОВЫВАЕМ РИС. 13.1 и 14.1 из ПР по МДК. 01.01

2. Знакомство с динамическими характеристиками насосов (*конспектируем*)

Основными параметрами, характеризующими работу любого насоса, являются производительность, напор и мощность.

а). **Производительность Q** определяется объемом жидкости, подаваемой насосом в единицу времени, и выражается в $м^3/сек$ ($м^3/ч$, иногда в $л/сек$ или $л/мин$).

б). **Напор H** характеризует собой избыточную энергию, сообщаемую 1 кг жидкости в насосе.

В общем случае напор затрачивается на подъем жидкости на высоту H , преодоление сопротивлений в трубопроводах и разности давлений в напорном и нижнем (приемном) резервуарах. Насос может быть присоединен также ниже уровня жидкости в нижнем резервуаре. В этом случае высота всасывания отрицательна, так как насос работает с подпором на стороне всасывания.

Напор выражают в метрах столба перекачиваемой жидкости. В работающих насосах напор определяют по сумме показаний манометра M и вакуумметра V , сложенной с расстоянием h по вертикали между манометром и точкой присоединения вакуумметра.

Высота всасывания (напор) насоса уменьшается со снижением барометрического давления p_a и с увеличением давления паров p_v . Величина p_v возрастает с повышением температуры, поэтому при повышении температуры жидкости допустимая высота всасывания уменьшается. Когда давление p_i становится равным p_v , из жидкости начинают интенсивно выделяться пары и растворенные в ней газы. При этом под действием противодействия p_v паров и газов высота всасывания снижается и может достигнуть нуля. Высота всасывания уменьшается также при увеличении скорости жидкости во всасывающей трубе и соответствующем возрастании потерь... Обычно высота всасывания при перекачивании холодных жидкостей не превышает 5-6 м; при перемещении нагретых жидкостей она может быть значительно меньше. Поэтому горячие, а также вязкие жидкости подводят к насосу под некоторым избыточным давлением или с подпором на стороне всасывания.

в). **Полезная мощность**, передаваемая жидкости, равна энергии, сообщаемой 1 кг жидкости (gH), умноженной на массовый расход жидкости $Q\rho$, где Q - объемная производительность насоса, $\text{м}^3/\text{сек}$; ρ - плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$, g - ускорение силы тяжести (ускорение свободного падения), $\text{м}/\text{сек}^2$. Таким образом

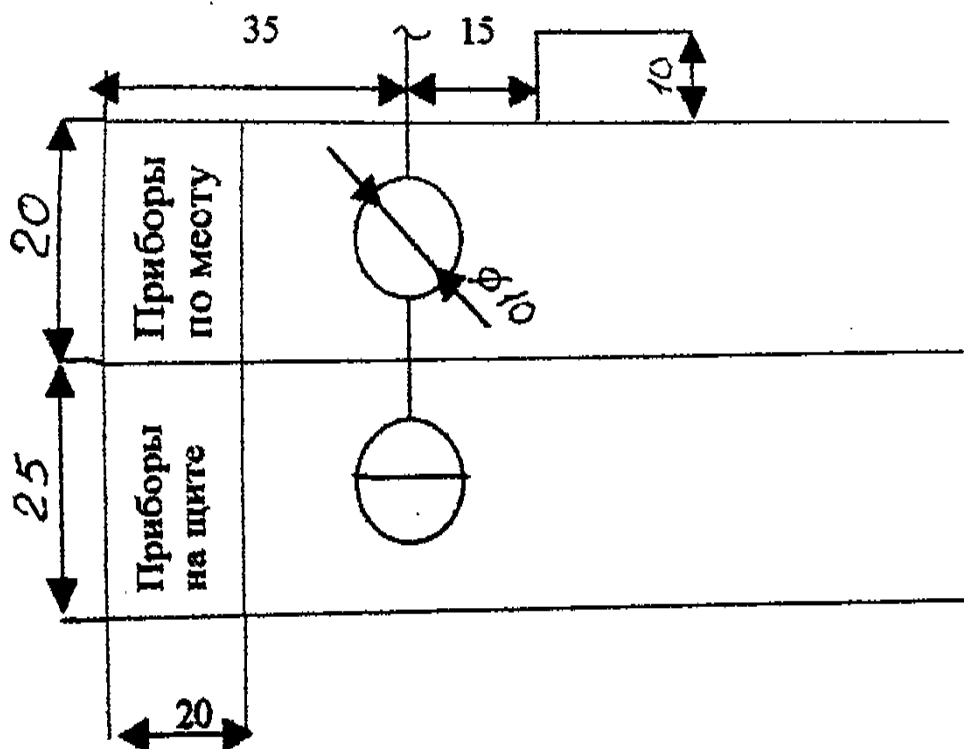
$$N_n = Q \times \rho \times g \times H, \text{ Вт}$$

Мощность, потребляемая насосом, больше полезной мощности на величину потерь. Отношение полезной мощности насоса к потребляемой называется *полным коэффициентом полезного действия* (к.п.д.) насоса:

Полный к.п.д, является важной характеристикой насоса, определяющей экономичность его работы.

Величина η зависит от конструкции и состояния насоса и для средних условий колеблется в следующих пределах: η поршневых насосов 0,7-0,9, η центробежных насосов 0,6-0,8. К.п.д.. наиболее совершенных крупных насосов достигает 0,93-0,95.

Таблица КИП и А выполняется по следующим размерам



Вывод: Познакомились с принципом действия и конструкцией центробежного и поршневого насосов и их динамическими характеристиками

Практическая работа № 22

Изучение процесса регулирования в АСР регуляторами прямого действия

Цели и задачи:

1. Знакомство с типами и принципами классификации автоматических регуляторов
2. Знакомство с типами и классификацией регуляторов прямого действия
3. Изучение принципов работы регуляторов прямого действия и их динамических характеристик

Оборудование:

1. Макет И-регулятора
2. Макет П-регулятора

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

Ход работы:

Автоматические регуляторы представляют собой большую группу автоматических управляющих устройств, которые вырабатывают регулирующее воздействие в АСР, если регулируемая величина отклонится от заданного значения.

Существует большое число разнообразных типов регуляторов, однако все они представляют собой совокупность некоторых специфических элементов, выполняющих определенные функции (рис. IX-1):

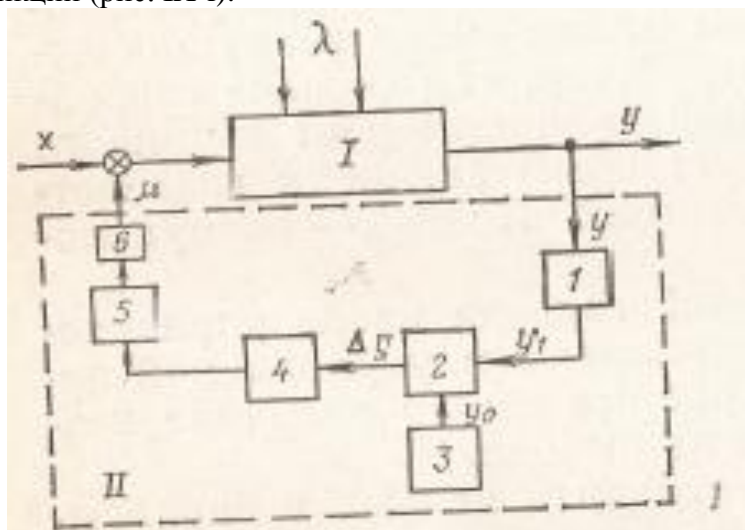


Рис. IX-1. Структурная схема регулятора:

I — объект регулирования; *II* — регулятор; 1 — датчик; 2 — устройство сравнения; 3 — задатчик; 4 — управляющее устройство; 5 — исполнительный механизм; 6 — регулирующий орган.

Датчик производит непрерывное измерение текущего значения регулируемой величины в объекте управления 1, который испытывает возмущающие воздействия, и преобразует эту величину в сигнал (например, электрический или пневматический).

Задающее устройство (задатчик) 3 выдает сигнал u_0 , соответствующий заданному значению регулируемой величины. Устройство сравнения 2 сравнивает сигналы от датчика и задатчика и в случае их различия (если заданное значение регулируемой

величины в данный момент не равно текущему) выдает сигнала разбаланса Δu на управляющее устройство 4.

Управляющее устройство преобразует, а в случае необходимости усиливает этот сигнал, и с помощью исполнительного механизма 5 и регулирующего органа 6 осуществляет управляющее воздействие на объект управления 1, изменяя выходную величину (x) так, чтобы выходная величина у приняла первоначальное значение/

Входной величиной регулятора является сигнал, пропорциональный разности между заданным и текущим значениями управляемой (регулируемой) величины; выходной - положение регулирующего органа.

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕГУЛЯТОРОВ

В зависимости от вида регулируемой величины различают регуляторы: давления, расхода, уровня, температуры и др. Конструкция этих регуляторов может быть самой разнообразной, однако часто одна и та же конструкция применяется для регулирования различных параметров.

По роду действия автоматические регуляторы подразделяются на регуляторы прерывистого и непрерывного действия. Регуляторами *прерывистого действия* называют такие, у которых регулирующий орган перемещается только при достижении непрерывно изменяющейся регулируемой величины определенных заданных значений. Регуляторами *непрерывного действия* называются такие, регулирующий орган которых при непрерывном изменении регулируемой величины перемещается непрерывно.

По способу действия различают регуляторы косвенного и прямого действия. *Регуляторами косвенного (непрямого) действия* называются такие, у которых для перемещения регулирующего органа используется энергия, подводимая извне. *Регуляторами прямого действия* называются такие, в которых для перемещения регулирующего органа используется энергия, взятая у самого регулируемого объекта. Регуляторы прямого действия отличаются простотой конструкции, они дешевы и несложны в обслуживании, надежны в работе. Однако пониженная чувствительность и невысокая точность ограничивают область их применения.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ (И-РЕГУЛЯТОРЫ)

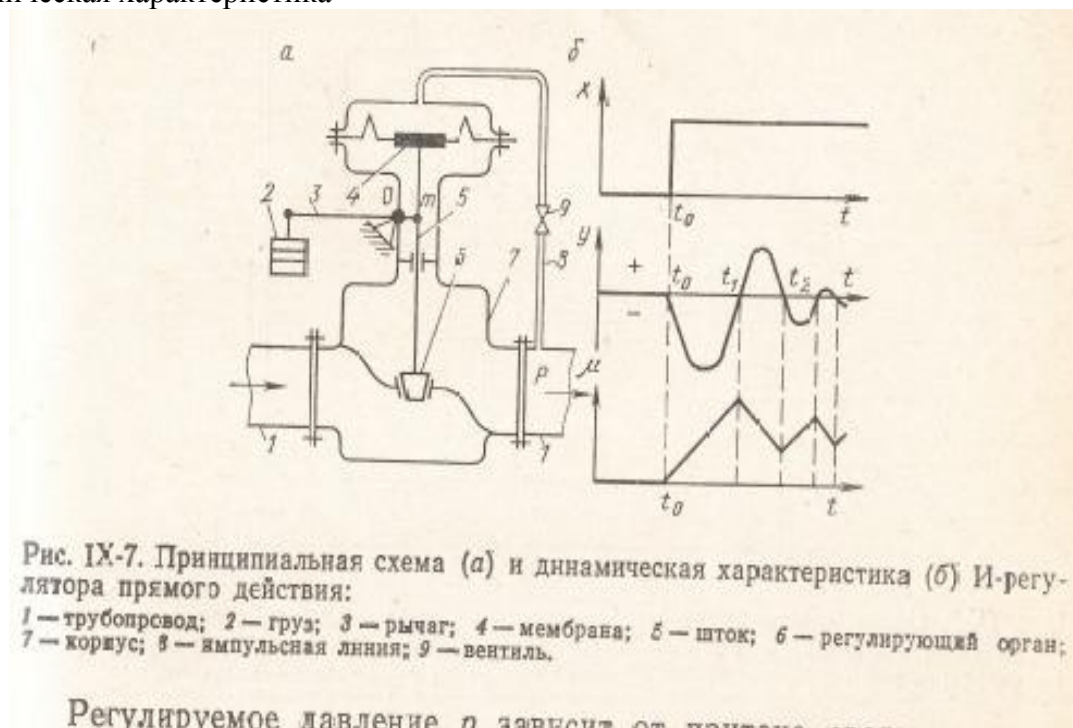
Автоматические регуляторы, у которых одному и тому же значению регулируемой величины могут соответствовать различные положения регулирующего органа, называются *интегральными* или *астилическими*. Скорость перемещения регулирующего органа этих регуляторов тем больше, чем больше отклонение регулируемой величины от заданного значения.

В И-регуляторах отсутствует обратная связь, они просты по устройству. Важнейшей их особенностью является то, что независимо от величины нагрузки регулируемого объекта они приводят регулируемую величину к заданному значению. Однако они обладают и некоторыми недостатками - как бы ни было мало отклонение, И-регулятор будет (хотя и медленно) продолжать перемещать регулирующий орган вплоть до положения полного открытия или закрытия. Перемена направления движения регулирующего органа наступает лишь тогда, когда регулируемая величина проходит заданное значение.

И-регуляторы можно применять лишь на объектах, обладающих самовыравниванием; в противном случае система будет неустойчивой. Поскольку быстродействие регулятора невелико, самовыравнивание объекта должно быть значительным, постоянная времени - малой, запаздывание небольшим, а изменения нагрузки - плавными и медленными.

Если регулируемый объект часто подвергается воздействию возмущений, качество регулирования будет невысоким.

На рис. IX-7, а показана схема И-регулятора прямого действия, а на рис. IX-7, б - его динамическая характеристика



На трубопроводе 1 (регулируемый объект) с помощью фланцевых и болтовых соединений укреплен корпус регулятора 7. Если регулируемая величина - давление p после регулятора - будет изменяться, изменение давления через импульсную линию 8 и вентиль 9 будет передаваться на мембрану 4 исполнительного механизма, связанную с регулирующим органом 6 с помощью штока 5. В точке m имеется шарнир, соединяющий шток с рычагом 3, на котором укреплен груз 2, являющийся задающим устройством. Рычаг может поворачиваться относительно точки 0.

Регулируемое давление p зависит от притока среды, т.е. от степени открытия регулирующего органа 6. Когда p равно заданному значению, усилия, развиваемые мембраной 4 и грузом 2, равны, и шток 5 неподвижен. При увеличении или уменьшении давления по сравнению с заданным шток и регулирующий орган 6 будут перемещаться соответственно вниз или вверх, причем скорость перемещения будет пропорциональна отклонению фактической величины регулируемого давления от заданной. С помощью вентиль 9 можно влиять на скорость перемещения регулирующего органа, т. е. изменять время регулирования.

Как видно из графика (рис. IX-7, б) при изменении нагрузки x объекта в момент t_0 начинает изменяться регулируемая величина y и перемещаться регулирующий орган. Изменение перемещения регулирующего органа происходит в момент перемены знака регулируемой величины (точки t_1, t_2).

ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ (П-РЕГУЛЯТОРЫ)

Автоматические регуляторы, у которых отклонение регулируемой величины от заданного значения вызывает перемещение регулирующего органа на величину, пропорциональную величине этого отклонения, называются *пропорциональными*, или *статическими*. Каждому значению регулируемого параметра соответствует одно определенное положение регулирующего органа. Эта пропорциональная зависимость достигается за счет жесткой обратной связи, поэтому П-регуляторы называются также с регуляторами с жесткой обратной связью. Скорость перемещения регулирующего органа

таких регуляторов пропорциональна скорости изменения регулируемой величины. Так же как и интегральные, П-регуляторы могут быть косвенного и прямого действия

Быстродействие пропорционального регулятора выше, чем И-регулятора; он сравнительно быстрее стабилизирует процесс и приводит систему в равновесное состояние. Однако при работе такого регулятора возникает так называемая *статическая ошибка*, или *остаточное отклонение*, заключающееся в том, что, стабилизируя процесс, регулятор не приводит регулируемую величину к заданному значению. Величина этой ошибки зависит как от настройки регулятора, так и от характеристики и режима работы объекта.

Пропорциональные регуляторы могут применяться для управления процессами, протекающими в объектах, как обладающих, так и не обладающих самовыравниванием. При этом нужно иметь в виду, что изменения нагрузки должны быть невелики, чтобы статическая ошибка оставалась в допустимых пределах.

Принципиальная схема П-регулятора прямого действия и его динамическая характеристика изображены на рис. IX-10.

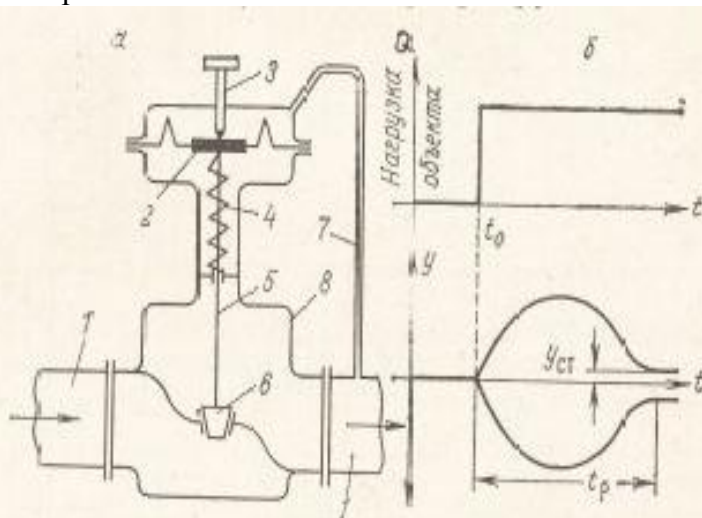


Рис. IX-10. Принципиальная схема (а) и динамическая характеристика (б) П-регулятора прямого действия:

1 — трубопровод; 2 — мембрана; 3 — винт; 4 — пружина; 5 — шток; 6 — регулирующий орган; 7 — импульсная линия; 8 — корпус.

растает из-за перемещения регулирующего органа в

В отличие от И-регулятора, изображенного на рис. IX-7, у П-регулятора прямого действия усилие, развиваемое мембраной, уравнивается не грузом, а пружиной 4; чем больше отклонение давления p от заданного значения, тем сильнее прогибается мембрана, но тем плотнее сжимается пружина, противодействуя прогибу; этим и достигается пропорциональность между регулируемой величиной и перемещением регулирующего органа. Настройка регулятора осуществляется регулировочным винтом 8, изменяющим натяжение пружины

График динамической характеристики П-регулятора прямого действия (рис. IX-10, б), показывает, что при увеличении нагрузки Q объекта в момент времени t_0 регулируемая величина y возрастает, но, благодаря перемещению регулирующего органа в сторону закрытия, через некоторое время t_p она стабилизируется. Однако в силу статической ошибки ее величина будет отличаться от заданного значения на $y_{ст}$.

Вывод: Изучили принципиальные схемы и динамические характеристики И- и П-регуляторов прямого действия.

Практическая работа № 23
Составление схем автоматизации технологического процесса

Цели и задачи:

1. Знакомство с принципами составления схем автоматизации
2. Знакомство с условными обозначениями в схемах автоматики
3. Научиться составлять схему автоматики технологического процесса

Оборудование:

1. Таблицы условных обозначений
2. Примерная схема автоматики

Раздаточный материал:

Учебник, справочная литература, МУ к ПР

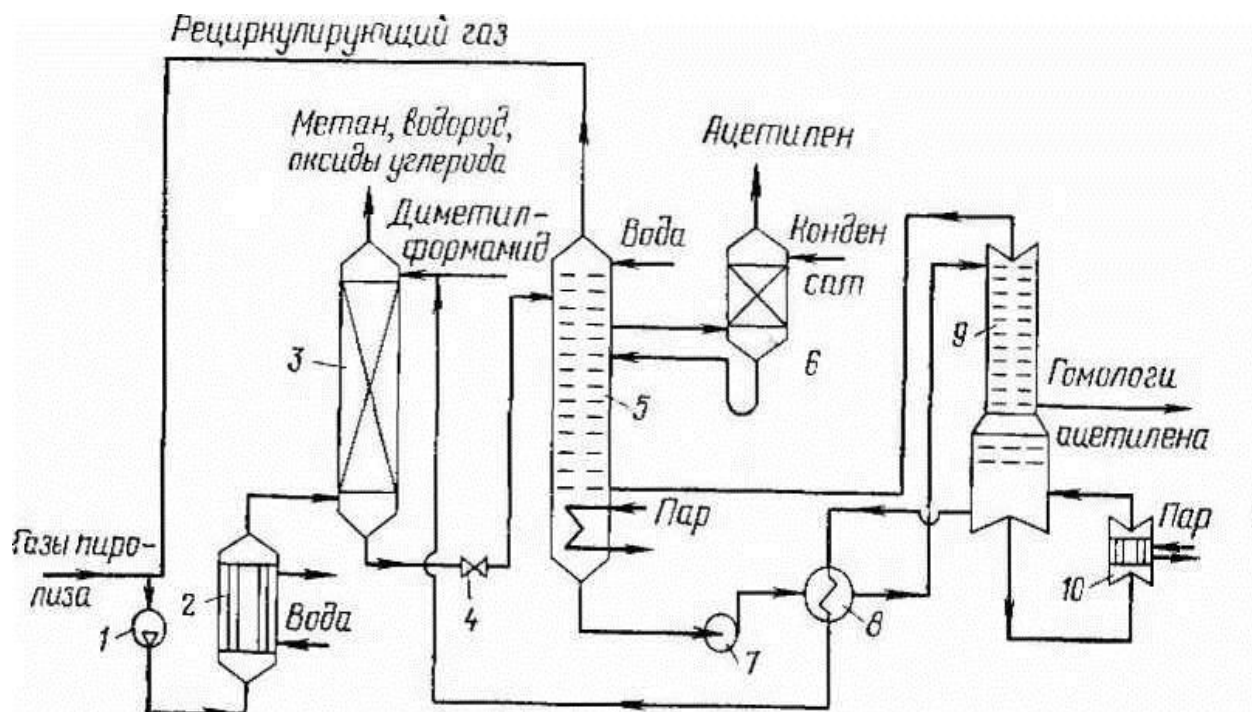
Ход работы:

1. Рабочие чертежи выполняются в соответствии с ЕСКД, действующими стандартами на условные обозначения и пр.

Одним из основных чертежей проекта автоматизации является принципиальная схема проекта автоматизации, на которой условно обозначается связь между технологическим оборудованием, коммуникациями, органами управления и средствами автоматизации.

Средства автоматизации изображаются на принципиальной схеме либо упрощенно, обозначаями функциональное значение системы, либо развернуто - с изображением всех элементов системы. Вспомогательные аппаратура и устройства на схеме не показываются.

3. Автоматизировать технологическую схему по ее описанию



Технологическая схема процесса концентрирования ацетилена
диметилформамидом:

- 1 - компрессор; 2 - холодильник; 3 - абсорбер; 4 - дроссельный вентиль; 5, 9 - десорберы; 6 - промыватель; 7 - насос; 8 - теплообменник; 10 - кипятильник

Газы пиролиза, предварительно очищенные от сажи, смол и органических соединений серы, и циркулирующий газ сжимают компрессором 1 до 0,9-1,0 МПа, охлаждают и направляют в нижнюю часть абсорбера 3. Селективный растворитель диметилформамид (ДМФА) или N-метилпирролидон подают в верхнюю часть абсорбера. При 0,9-1,0 МПа и 36-46 °С растворитель абсорбирует ацетилен, его гомологи, диоксид углерода и другие газы. Непоглотившийся газ, содержащий CH_4 , H_2 , CO и CO_2 , используют в качестве топлива.

Кубовая жидкость проходит дроссельный вентиль 4 и поступает в верхнюю часть десорбера 5, где дегазируется за счет снижения давления до 0,15 МПа и нагревания куба до 40 °С; из раствора выделяются ацетилен и часть растворенных газов. Ацетилен при движении вверх вытесняет из раствора диоксид углерода, который вместе с другими газами и частью ацетилена выходит с верха десорбера 5. Эти газы возвращают на компримирование. Из средней части десорбера 5 отводят товарный ацетилен. Его отмывают конденсатом от паров растворителя в промывателе 6 и через скруббер-огнепреградитель (на схеме не показан) выводят с установки. Вытекающий из промывателя 6 обводненный растворитель направляют в десорбер 5 в качестве флегмы.

Раствор из куба десорбера 5, содержащий некоторое количество ацетилена и его гомологов, нагревают в теплообменнике 8 до 95 °С и направляют в верхнюю часть десорбера 9. Нагревание происходит за счет тепла раствора, выходящего из куба десорбера 9. В десорбере поддерживают температуру 100 °С и давление около 0,03 МПа. При этих условиях из раствора отгоняют все газы (из средней части колонны удаляют гомологи ацетилена, идущие на сжигание, а с верха - ацетилен с примесью его гомологов, возвращаемый в десорбер). В растворителе постепенно накапливаются вода и полимеры; их отделяют на установке регенерации. Полученный товарный ацетилен содержит 99-99,5 % C_2H_2 и примеси (по 0,1-3%) метилацетилена, пропадиена и диоксида углерода.

ЗАРИСОВАТЬ СХЕМУ НА ОТДЕЛЬНОМ ЛИСТЕ И АВТОМАТИЗИРОВАТЬ ЕЕ:

- 1). Схему зарисовывать без букв и цифр.
- 2). На этом же листе вычертить по размерам и заполнить таблицу из п/р № 26.
- 3). На следующем листе заполнить таблицу по примеру табл. 25.1 (п/р № 25)

Вывод: Автоматизировали технологическую схему процесса концентрирования ацетилена диметилформамидом (ДМФА).

Министерство образования Белгородской области
Областное государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«Шебекинский техникум промышленности и транспорта»

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УМР

_____ В.Н. Долженкова

« ____ » _____ 2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

**ОП. 09 ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ**

18.02.06 Химическая технология органических веществ

Разработал преподаватель

А.И. Колесников

Рассмотрен на заседании ЦК

Протокол № _____

« ____ » _____ 2023 г.

Председатель ЦК _____ И.В. Мандрикова

Шебекино, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств
2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке
3. Оценка освоения учебной дисциплины
 - 3.1. Формы и методы оценивания
 - 3.2. Типовые задания для оценки освоения учебной дисциплины
4. Контрольно-оценочные материалы для итоговой аттестации по учебной дисциплине
5. Приложения. Задания для оценки освоения дисциплины

1. Паспорт комплекта контрольно-измерительных материалов

В результате освоения учебной дисциплины ОП.09 Основы автоматизации технологических процессов обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по специальности СПО 18.02.06 Химическая технология органических веществ следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональные и общие компетенции:

- У1- выбирать тип контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации под задачи производства и аргументировать свой выбор;
- У2- регулировать параметры технологического процесса по показаниям контрольно-измерительных приборов и аппаратуры (КИПиА) вручную и дистанционно с использованием средств автоматизации;
- У3- снимать показания КИПиА и оценивать достоверность информации;
- З1 - классификацию, виды, назначение и основные характеристики типовых контрольно-измерительных приборов, автоматических 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);
- З2- общие сведения об автоматизированных системах управления (АСУ) и системах автоматического управления (САУ);
- З3- основные понятия автоматизированной обработки информации;
- З4- основы измерения, регулирования, контроля и автоматического управления параметрами технологического процесса;
- З5- принципы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами, типовые системы автоматического регулирования технологических процессов;
- З6- систему автоматической противоаварийной защиты, применяемой на производстве;
- З7- состояние и перспективы развития автоматизации технологических процессов.

Формой итоговой аттестации по учебной дисциплине является дифференцированный зачет.

2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

2.1. В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний

Таблица 1

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Основные показатели оценки результатов	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
1	2	3
Уметь:		
<p>У1 - выбирать тип контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации под задачи производства и аргументировать свой выбор;</p> <p>ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.</p> <p>ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.</p>	<p>Правильность подбора, рациональность использования и обоснованность выбора КИП и СА.</p> <p>Владение различными способами поиска информации; адекватность оценки полезности информации.</p> <p>Готовность самостоятельно определять задачи в процессе обучения.</p>	<p>Оценка успешности выполнения: лабораторной работы; внеаудиторной самостоятельной работы. Устный опрос.</p>
<p>У2 - регулировать параметры технологического процесса по показаниям контрольно- измерительных приборов и аппаратуры (КИПиА) вручную и дистанционно с использованием средств автоматизации;</p> <p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;</p> <p>ОК 8. Самостоятельно</p>	<p>Грамотное регулирование параметров технологических процессов по снятым показаниям, используя ручное или дистанционное управление.</p> <p>Оперативность поиска необходимой информации, обеспечивающей наиболее быстрое, полное и эффективное выполнение профессиональных задач.</p> <p>Готовность самостоятельно</p>	<p>Оценка успешности выполнения: лабораторной работы; внеаудиторной самостоятельной работы. Устный опрос.</p>

определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.	определять задачи в процессе обучения.	
УЗ - снимать показания КИПиА и оценивать достоверность информации; ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность; ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.	Качество снятия показаний и адекватность оценки достоверности информации. Самостоятельность в принятии оптимальных решений в ситуациях стандартных и нестандартных. Готовность самостоятельно определять задачи в процессе обучения.	Оценка успешности выполнения: лабораторной работы; внеаудиторной самостоятельной работы. Устный опрос.
Знать:		
31 - классификацию, виды, назначение и основные характеристики типовых контрольно-измерительных приборов, автоматических 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);	Точное разграничение назначения типовых КИП, автоматических и сигнальных устройств по месту их установки, устройству и пониманию их принципа действия. Классифицировать и называть типовые контрольно-измерительные приборы.	Оценка успешности выполнения: самостоятельной работы. Устный опрос.
32 - общие сведения об автоматизированных системах управления (АСУ) и системах автоматического управления (САУ);	Понимание сути и разграничение понятий, автоматизированные системы управления и системы автоматического управления.	Оценка успешности выполнения самостоятельной работы. Устный опрос.
33 - основные понятия автоматизированной обработки информации;	Формулировка, изложение и перечисление основных понятий об автоматизированной обработке информации.	Текущий контроль
34 - основы измерения,	Правильность изложения и	Текущий контроль

регулирования, контроля и автоматического управления параметрами технологического процесса;	понимание основ измерения, регулирования, контроля и автоматического управления параметрами.	
35 - принципы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами, типовые системы автоматического регулирования технологических процессов;	Построение АСУТП при соблюдении требований ГОСТ и понимание принципов построения САР.	Текущий контроль
36 - систему автоматической противоаварийной защиты, применяемой на производстве;	Структурное представление системы ПАЗ, понимание принципа работы автоматической системы защиты на производстве.	Текущий контроль
37 - состояние и перспективы развития автоматизации технологических процессов.	Оценивать уровень автоматизации на местных предприятиях и намечать модернизацию с расчётом экономической эффективности производства.	Текущий контроль

3. Оценка освоения учебной дисциплины:

3.1. Формы и методы оценивания

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине Основы автоматизации технологических процессов, направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

Контроль качества освоения дисциплины проводится в процессе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в пределах учебного времени, отведенного на дисциплину. Результаты текущего контроля учитываются при подведении итогов по дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачёта за 1 семестр и зачёта за 2 семестр.

Промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме.

Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля					
	Текущий контроль		Рубежный контроль		Промежуточная аттестация	
	Форма контроля	Проверяемые У, З	Форма контроля	Проверяемые У, З	Форма контроля	Проверяемые ОК, У, З
Раздел 1. Автоматический контроль					<i>Диф. зачёт</i>	<i>У1- У3, 31-37, ОК2-ОК4, ОК8</i>
Тема 1.1. Системы автоматического контроля и основы метрологии	<i>Устный опрос</i>	<i>У1, 32, 33,35, 36, 37, ОК2, ОК3</i>				
Тема 1.2. Контроль давления	<i>Устный опрос</i>	<i>У3, 31, 34, ОК2, ОК4</i>	<i>Контрольная работа №1</i>	<i>У1-У3, 31, 34, ОК2, ОК8</i>		
Тема 1.3. Контроль количества и расхода материалов	<i>Устный опрос</i>	<i>У2, 31, 34, ОК3, ОК4</i>	<i>Контрольная работа №2</i>	<i>У1-У3, 31, 34, ОК2, ОК4</i>		
Тема 1.4. Контроль уровня жидкости и твердых сыпучих материалов	<i>Устный опрос</i>	<i>У1, У3, 31, 34, ОК4, ОК8</i>	<i>Контрольная работа №3</i>	<i>У1-У3, 31, 34, ОК3</i>		
Тема 1.5. Контроль температуры	<i>Устный опрос</i>	<i>У3, 31, 34, ОК3, ОК4</i>	<i>Контрольная работа №4</i>	<i>У1-У3, 31, 34, ОК2, ОК4</i>		
Тема 1.6. Контроль качества и состава материалов	<i>Устный опрос</i>	<i>У2, 31, 34, ОК3, ОК4</i>	<i>Контрольная работа №5</i>	<i>У1-У3, 31, 34, ОК3, ОК8</i>		
Тема 1.7. Принцип составления схем автоматизации	<i>Устный опрос Самостоятельная работа</i>	<i>У1, 32, 33, 35, 37, ОК2, ОК8</i>				

3. 2. Типовые задания для оценки освоения учебной дисциплины

3.2.1. Рубежный контроль

3.2.1.1 Контрольная работа №1

Измерение давления

1 Жидкостные манометры.

В жидкостных манометрах используется принцип сообщающихся сосудов. Действие их основано на уравнивании измеряемого давления силой тяжести столба жидкости.

Для U-образного двухтрубного манометра давление определяется по разности уровней жидкости в трубах, в которые подаются атмосферное и абсолютное давления (или разность давлений)

$$P_{\text{изб}} = \rho gh \quad (6.10)$$

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \rho qh, \quad (6.11)$$

где ρ - плотность заполняющей трубки жидкости, кг/м³
 q - ускорение силы тяжести, м/с².

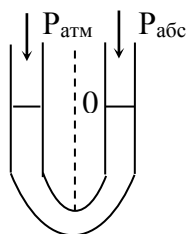
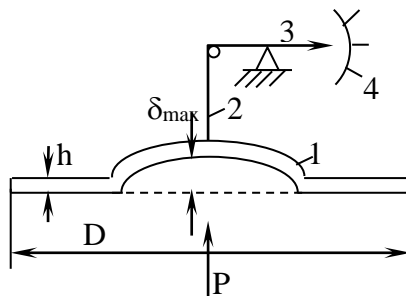


Рисунок 2 – Жидкостный манометр

2 Деформационные манометры действуют по принципу преобразования давления в перемещение упругого элемента. В зависимости от типа применяемых элементов различают мембранные, сильфонные, трубчато-пружинные манометры.



1 – мембрана; 2 - рычаг; 3 – стрелка; 4 – шкала

Рисунок 3 – Деформационный манометр (мембранный)

Максимальное перемещение центра мембраны δ_{max} , мм под действием давления (рисунок 3) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{max}} = 0,17 \frac{PD^4}{16 E_G h^3} \quad (6.12)$$

где E_G – модуль упругости, Па;
 D - диаметр мембраны, мм;
 h - толщина мембраны, мм;
 P – давление, Па.

Максимальное допустимое механическое напряжение на мембране σ_{\max} , Па определяется по формуле

$$\sigma_{\max} = 0,75 \frac{PD^2}{4h^2} \quad (6.13)$$

3 Электрические преобразователи давления действуют по принципу преобразования давления в электрический сигнал. К таким преобразователям относятся пьезоэлектрические, тензометрические, емкостные.

В пьезоэлектрических преобразователях используется явление возникновения напряжения на гранях кристаллов при воздействии на них механического усилия или давления. Напряжение U , В на гранях пьезокристаллов определяется по формуле

$$U = \frac{10^{12} K P S}{C_{\text{вх}}/n + C_0} \quad (6.14)$$

где K - пьезоэлектрическая постоянная, Кл/н

(для кварца $K = 2,2 \cdot 10^{-12}$ Кл/н);

S – площадь поверхности кристалла, м²

$C_{\text{вх}}$ – емкость измерительной цепи, пФ;

C_0 – емкость кристалла, пФ;

n - число пластинок кристалла;

P - давление, Па.

Емкость C_0 , пФ пьезокристалла определяется по формуле:

$$C_0 = \frac{8,9 \varepsilon S}{h} \quad (6.15)$$

где ε - относительная диэлектрическая проницаемость для кварца $\varepsilon = 4,5$;

h - толщина кристалла, м;

S - площадь пластины, м².

В тензометрических преобразователях давления используется явление изменения сопротивления металлических проволочных и полупроводниковых резисторов при их деформации.

Обычно тензометрические датчики наклеивают на упругие элементы (например, мембраны) преобразователей давления и включают в мостовые измерительные схемы.

Относительное изменение сопротивления ΔR линейно зависит от изменения длины Δl и определяется по формуле

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{K_q \Delta l}{l} = \frac{K_q F}{S E_G} \quad (6.16)$$

где K_q - коэффициент тензочувствительности (0,5 – 2,5);

F - сила, приложенная к площади упругого элемента, кН;

E_G – модуль упругости, ГПа;

S – площадь упругого элемента, мм².

В емкостных преобразователях давления использовано явление изменения емкости плоского конденсатора при изменении расстояния между его обкладками под действием давления.

Емкость плоского конденсатора C , Ф определяется по формуле

$$C = \frac{\varepsilon_a S}{d} \quad (6.17)$$

где ε_a – абсолютная диэлектрическая постоянная, Ф/м;
 S – площадь пластины, м²;
 d – расстояние между пластинами, м.

Задания для контрольной работы

Вариант 1

1. Атмосферное давление в зоне установки двухтрубного манометра, заполненного ртутью с $\rho_v=14$ г/см³, равно 101,3 кПа. Определить избыточное и абсолютное давления, если разность уровней 100 мм.

Вариант 2

1. Абсолютное давление контролируемой среды менялось от 50 до 120 кПа, атмосферное давление 101,3 кПа. Определить, в каких пределах меняется разность уровней в двухтрубном манометре, заполненном ртутью с $\rho_v=14$ г/см³.

Вариант 3

1. Жидкостный манометр отградуирован при атмосферном давлении 101,3 кПа на измерение абсолютного давления до 130 кПа. Изменится ли избыточное давление прибора, заполненного ртутью, при падении атмосферного давления до 97 кПа? Определить относительную погрешность измерения абсолютного давления, если показание прибора соответствует 130 кПа.

Вариант 4

1. Жидкостный манометр, заполненный спиртом, градуируется при температуре 20°С; плотность спирта $\rho_{v0}=800$ кг/м³. Определить, как изменится чувствительность прибора при температуре 30°С, если $\rho_v=790$ кг/м³. Найти погрешность измерения давления $P_{изб}=1$ кПа.

Вариант 5

1. Длина каждой из трубок U-образного манометра 0,5 м. Для каких избыточных давлений можно использовать манометр, если его заполнить ртутью ($\rho_v=13800$ кг/м³)?

Вариант 6

1. Мембрана манометра диаметром 80 мм, толщиной 0,8 мм, с модулем упругости 150 ГПа деформируется под действием давления от 2 до 5 мм. Найти диапазон измеряемых давлений.

Вариант 7

1. Для мембраны манометра толщиной 0,8 мм, диаметром 64 мм и модулем упругости 150 ГПа, допустимое напряжение не должно превышать 450 МПа. Определить наибольшее измеряемое давление и максимально допустимое перемещение центра мембраны.

Вариант 8

1. Определить напряжение на обкладках пьезоэлектрического преобразователя давления, состоящего из пяти пластинок кварца толщиной 1мм и площадью поверхности 100 мм², если ёмкость измерительной цепи $C_{вх}=20$ пФ, а к преобразователю приложено давление 0,5 МПа.

Вариант 9

1. Напряжение на пьезокристалле кварца преобразователя давления меняется от 10 до 50 В. Определить диапазон изменения давления в случае использования четырёх пластинок толщиной 0,8 мм и размером (20x10) мм² каждая. Ёмкость измерительной цепи 10 пФ.

Вариант 10

1. Подобрать число пластинок пьезоэлектрического преобразователя так, чтобы при давлении 1 МПа напряжение на его выходе было 30 В. Ёмкость преобразователя $C_0=5$ пФ, ёмкость измерительной цепи $C_{вх} = 8$ пФ, площадь пластины $S = 100$ мм².

Вариант 11

1. Тензодатчик сопротивлением 500 Ом и длиной 50 мм наклеен на мембрану деформационного манометра. При давлении 5 кПа его длина стала 55 мм. Определить чувствительность тензодатчика и изменение сопротивления, если $k_d=2$.

Вариант 12

1. Для измерения давления воздуха используют ёмкостный манометр. При отсутствии давления расстояние между обкладкой и тонкой мембраной 1 мм, ёмкость прибора $C=100$ пФ. Определить значения ёмкости при перемещении мембраны на 0,2 и 0,8 мм при давлениях 10 и 40 кПа. Определить чувствительность ёмкостного манометров.

Вариант 13

1. Ёмкостный манометр используют для измерения давления жидкости от 10 до 50 кПа, причём ёмкость меняется от 4 до 20 пФ. В измерительной цепи его применяют в резонансном контуре с индуктивностью 0,1 мГн, питание которого от источника переменного напряжения с $f=4$ МГц. При каком давлении контур будет работать в режиме резонанса? Условие резонанса $X_L=X_C$

Критерии оценки

Контрольная работа предназначена для рубежного контроля по теме «Контроль давления».

Оценка «отлично» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет пробелов и ошибок;
- в тексте программы нет синтаксических ошибок (возможны одна-две различные неточности, опiski, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала).

Оценка «хорошо» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки);
- допущена одна ошибка или два-три недочета в чертежах, выкладках или тексте программы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов в выкладках или программе, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:

- допущены существенные ошибки, показавшие, что учащийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полной мере.
- работа показала полное отсутствие у учащегося обязательных знаний и умений по проверяемой теме.

3.2.1.2 Контрольная работа №2

Измерение расхода жидкости и газа

Расход вещества – это масса или объем вещества проходящего через известное сечение в единицу времени ($\text{м}^3/\text{с}$, $\text{кг}/\text{с}$).

1 Измерение расхода методом переменного перепада давления

Расходоизмерительная система состоит из сужающего устройства (диафрагма, сопло), устанавливаемого в трубопроводе, импульсных трубок и дифманометров.

Действие расходомеров этого типа основано на измерении перепада давления потока на сужающем устройстве. Объемный расход газов и жидкостей Q_v , $\text{м}^3/\text{с}$ через сужающее устройство определяется по формуле:

$$Q_v = \alpha_Q \cdot \varepsilon_c \cdot m_Q^2 \frac{\Pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_v}} \quad (6.18)$$

- где α_Q - коэффициент расхода (приложение В);
 ε_c - коэффициент сжимаемости (для жидкости $\varepsilon_c = 1$);
 ρ_v - плотность жидкости или газа, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 ΔP - перепад давления, Па;
 m_Q - d/D – характеристический коэффициент ($0,05 \leq m_Q \leq 0,6$);
 d - диаметр сужающего устройства, м;
 D - диаметр трубопровода, м.

При измерении расхода с помощью сужающих устройств требуются нормированные условия среды (температура и атмосферное давление).

2 Турбинные расходомеры

В турбинных расходомерах основным элементом служит турбинка (крыльчатка), вращающаяся в потоке жидкости. Вращение передается через специальный механизм к счетному устройству. Частота вращения турбинки ω , $\text{рад}/\text{с}$ определяется по формуле

$$\omega = \frac{K V_{cp}}{l} = \frac{K Q_v}{S * l} \quad (6.19)$$

- где K – постоянный коэффициент для данного типа счетчика;
 l - шаг лопастей турбинки, м;
 S - площадь поперечного сечения трубы, м^2 ;
 Q_v – объемный расход, $\text{м}^3/\text{с}$;
 V_{cp} – средняя скорость потока, $\text{м}/\text{с}$.

3 Объемные расходомеры

В объемных расходомерах вращаются два подвижных элемента (шестерни), отмеривающие при своем движении определенные объемы жидкости (измерительный объем). Объемный расход определяется по формуле:

$$Q_v = \frac{q \cdot n}{t_1 - t_2} \quad (6.20)$$

- где q - измерительный объем, м^3 ;

n – количество измеренных объемов;
 $(t_1 - t_2)$ – промежуток времени, с.

Контроль и учет расхода жидкости проводится по результатам подсчета числа оборотов шестерен.

4 Индукционные (электромагнитные) расходомеры

Индукционные расходомеры служат для непосредственного преобразования расхода в электрический сигнал. Они предназначены для измерения расхода проводящих жидкостей. Действие индукционных расходомеров основано на возникновении ЭДС в трубопроводе между полюсами электромагнита, которая снимается с помощью электродов.

ЭДС определяется по формуле

$$E = B \cdot D \cdot V_{\text{ср}} = \frac{B \cdot D \cdot Q}{S} \quad (6.21)$$

где B - магнитная индукция между полюсами электромагнита, Тл;

D - внешний диаметр трубы, равный расстоянию между электродами, м;

S - площадь поперечного сечения трубы, м².

Для тонкостенных трубопроводов ЭДС определяется по формуле:

$$E = \frac{4 B Q}{\pi D} \quad (6.22)$$

Задание на контрольную работу

Вариант 1

По трубопроводу диаметром $D=100$ мм движется поток жидкости со средней скоростью 5 м/с. Определить объемный и массовый расходы жидкости, если её плотность $\rho_v=955$ кг/м³.

Вариант 2

При измерении уровня радиоволновым методом время запаздывания отраженного сигнала равно 0,1 мкс. Определить уровень вещества, если радиоизлучатель находится на высоте 25 метров над дном резервуара.

Вариант 3

При измерении расхода воды в трубопроводе диаметром $D=100$ мм с помощью нормальной диафрагмы $d=50$ мм перепад давления составляет 100 кПа. Найти значения объемного расхода.

Вариант 4

Расход воздуха в трубопроводе диаметром $D=300$ мм меняется от 140 до 200 м³/ч. Определить, на какие перепады давления должен быть рассчитан дифманометр, устанавливаемый в нормальную диафрагму $d=30$ мм. Плотность воздуха 1,033 кг/м³, коэффициент сжимаемости $\varepsilon=0,87$.

Вариант 5

При изменении расхода в 1,5 раза перепад давления в сужающем устройстве увеличился на 10 кПа. Определить первоначальное значение перепада давления.

Вариант 6

Наибольший расход воды в трубопроводе диаметром $D=250$ мм равен 240 м³/ч. К сужающему устройству подключён дифманометр с верхним пределом шкалы $\Delta p=20$ кПа. Подобрать параметры нормальной диафрагмы или сопла для измерения расхода в данном случае.

Вариант 7

Для измерения расхода воздуха с нормальными значениями плотности $\rho_v=1,035$ кг/м³ и коэффициента сжимаемости $\varepsilon_c=0,91$ в трубопроводе диаметром $D=100$ мм используется нормальное сопло с $m^2_Q=0,31$. Номинальное значение расхода $Q_n=150$ м³/ч. Найти погрешность

определения расхода, если в результате изменения температуры и влажности воздуха его параметры стали равны $\rho_v = 1,08 \text{ кг/м}^3$ и $\varepsilon_c = 0,85$.

Вариант 8

Расход в турбинном тахометрическом расходомере меняется от 30 до 70 м³/ч. Каким оборотам турбинки соответствуют эти значения расхода, если проходной диаметр 50 мм, а шаг лопастей турбинки 40 мм? Коэффициент К принять равным 0,6.

Вариант 9

Частота вращения турбинки тахометрического расходомера равна 900 об/мин. Найти значение расхода, если проходной диаметр 60 мм, а на турбинке диаметром 40 мм установлено восемь лопастей. Коэффициент $k=0,75$.

Вариант 10

При изменении расхода в 1,2 раза частота вращения турбины увеличилась на 100 об/мин. Найти первоначальное число оборотов и чувствительность тахометрического расходомера, если первоначальный расход был 10 м³/ч.

Вариант 11

В турбинном расходомере с индуктивным преобразователем в диапазоне частоты вращения 500...800 об/мин значение ЭДС меняется от 20 до 40 В. Определить частоту вращения и расход при напряжении 25 В, если шкала отградуирована от 20 до 80 м³/ч. Шкала прибора равномерная

Вариант 12

В турбинном расходомере с индуктивным преобразователем измерительным прибором служит вольтметр с диапазоном измерения 10 В и классом точности 1,5. Определить наибольшую абсолютную погрешность измерения расхода, если чувствительность расходомера

$$0,5 \frac{\text{В} \cdot \text{час}}{\text{м}^3}$$

Вариант 13

Шестерни в объемном расходомере сделали в течение 20 мин 120 оборотов. Определить средний расход, если объем отсекаемой жидкости 50 см³.

Вариант 14

Расход воды в тонкостенном трубопроводе диаметром 40 мм изменяется от 50 до 100 м³/ч. Его измеряют с помощью индукционного расходомера, в магнитной цепи которого создается индукция $B=1,2 \text{ Тл}$. Определить изменения ЭДС в измерительной обмотке.

Вариант 15

В индукционном расходомере значения ЭДС 0,8 В. Определить расход жидкости в трубопроводе с внутренним диаметром $d_{\text{вн}} = 30 \text{ мм}$ и внешним $D = 40 \text{ мм}$, если создаваемая магнитной цепью индукция $B=1 \text{ Тл}$.

Вариант 16

При градуировке индукционного расходомера верхнему пределу 500 м³/ч соответствует значение ЭДС 6 В для трубопровода $d_{\text{вн}} = 41 \text{ мм}$ и $D = 50 \text{ мм}$. Определить индукцию в магнитной цепи и цену деления шкалы прибора.

Критерии оценки

Контрольная работа предназначена для рубежного контроля по теме «Контроль расхода жидкости и газа».

Оценка «отлично» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет пробелов и ошибок;
- в тексте программы нет синтаксических ошибок (возможны одна-две различные неточности, опiski, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала).

Оценка «хорошо» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки);
- допущена одна ошибка или два-три недочета в чертежах, выкладках или тексте программы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов в выкладках или программе, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:

- допущены существенные ошибки, показавшие, что учащийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полной мере.
- работа показала полное отсутствие у учащегося обязательных знаний и умений по проверяемой теме.

3.2.1.3 Контрольная работа №3

Измерение уровня

1 Поплавковые уровнемеры действуют по принципу перемещения поплавка на поверхности жидкости. Это перемещение затем с помощью механической или электрической передачи поступает на прибор. Уравнение равновесия систем имеет вид:

$$\rho_V V + m_{\text{пр}} = m_{\text{п}} \pm m_{\text{тр}}, \quad (6.23)$$

где V - объем вытесняемой поплавком жидкости, м^3 ;

ρ_V - плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$m_{\text{пр}}$, $m_{\text{п}}$, $m_{\text{тр}}$, - соответственно масса противовеса, поплавок, неуравновешенной части троса.

2 Пьезометрические (гидростатические) уровнемеры основаны на принципе продувания воздуха через пневматическую трубку, опущенную в резервуар и измерения гидростатического давления P , Па по формуле

$$P = \rho q h, \quad (6.24)$$

где ρ - плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$;

q - ускорение силы тяжести, $\text{м}/\text{с}^2$;

h - высота столба жидкости, м.

3 Принцип работы уровнемеров-дифманометров основан на измерении разности давлений жидкости в резервуаре и уравнительном сосуде. Дифманометры-уровнемеры следует градуировать при определенной плотности жидкости.

Разность давления в уровнемерах-дифманометрах равна гидростатическому давлению столба жидкости и определяется по формуле

$$\Delta P = \rho q h \quad (6.25)$$

4 Электрические преобразователи уровня (емкостные) основаны на использовании емкостного метода, т.е. зависимости конденсаторного устройства от уровня заполняющей его жидкости. Устройство емкостного уровнемера представляет собой параллельно соединенные цилиндрические конденсаторы C_1 (образован частью электродов и жидкостью, уровень которой изменяется) и C_0 (образован частью электродов и воздухом). Емкость уровнемера определяется по формуле:

$$C = C_1 + C_0 = [l \varepsilon_{a2} + (l_0 - l) \varepsilon_{a1}] \frac{2 \pi}{\ln (D_1/D_2)} \quad (6.26)$$

где l_0 и l - полная длина цилиндра (резервуара) и длина его, заполненная жидкостью, м;

ε_{a1} и ε_{a2} - абсолютные диэлектрические проницаемость воздуха и жидкости, $\Phi/\text{м}$;

D_1 и D_2 - диаметры внешнего цилиндра (резервуара) и внутреннего цилиндра (электрода), м.

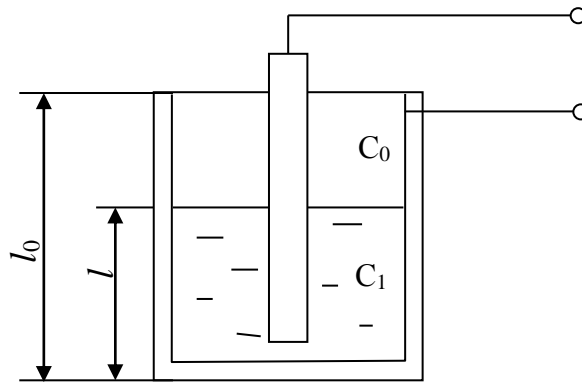


Рисунок 4 – Емкостной уровнемер

5 Волновые уровнемеры действуют по принципу отражения звуковых или электромагнитных волн от поверхности измеряемой жидкости. Обычно в волновых уровнемерах измеряется время запаздывания отраженного сигнала относительно излучаемого по формуле

$$\tau = \frac{2h}{V} \quad (6.27)$$

где h – расстояние от излучателя до поверхности, м;
 V – скорость распространения волны в среде над измеряемой поверхностью, м/с;

Скорость распространения электромагнитной волны V , м/с зависит от свойств среды и определяется по формуле-

$$V = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_a \mu_a}} \quad (6.28)$$

где ϵ_a , μ_a - абсолютная диэлектрическая (Ф/м) и магнитная (Гн/м) проницаемость среды.

Например, скорость распространения электромагнитных волн в воздухе составляет $299 \cdot 10^6$ м/с.

Скорость звуковой волны V , м/с в воздухе определяется по формуле

$$V = \sqrt{\frac{\epsilon_c P}{\rho}} = \sqrt{\epsilon_c K_R T} \quad (6.29)$$

где ϵ_c - коэффициент сжимаемости газов, м²/Н;

K_R - универсальная газовая постоянная, равная 8134 Дж/(кг К);

P , T - давление, Па и температура среды, К;

ρ - плотность среды, кг/м³.

Задание для контрольной работы

Вариант 1

В поплавковом уровнемере масса поплавка 2,8 кг, объём 420 см³, масса противовеса 2 кг. При измерении верхнего уровня поплавки находятся на расстоянии 5 м от дна резервуара, а противовес – на расстоянии 2 м, масса троса 0,2 кг на погонный метр. Определить, какая часть объема поплавка будет погружена, если плотность измеряемой жидкости 950 кг/м³.

Вариант 2

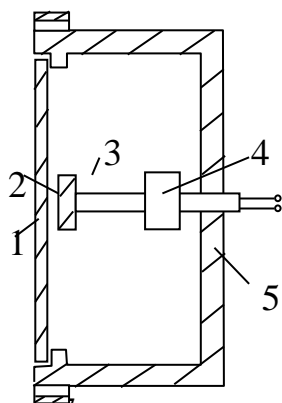
Определить передаточное число редуктора поплавкового уровнемера, одно из колёс которого связано с барабаном, наматывающим трос, другое – со стрелкой указателя, если при

перемещении поплавка от 0 до 1,5 м угол поворота указателя равен 270° . Диаметр барабана 100 мм.

Вариант 3

Контактно-механический уровнемер рассчитан на измерение уровня до 5 м. Сколько оборотов сделает электромеханическая лебёдка диаметром 0,5 м? Выбрать коэффициент передачи редуктора, связывающего лебёдку с сельсином-датчиком, если его поворот должен быть не более 180° .

Вариант 4



1 – мембрана, 2 – диск, 3 – возвратная пружина,
4 – микропереключатель, 5 – корпус

Рисунок 7 – Мембранный сигнализатор уровня

На рисунке 7 приведена принципиальная схема мембранного сигнализатора уровня. При каком давлении среды работает сигнализатор с мембраной диаметром 50 мм и толщиной 0,5 мм, если модуль упругости материала мембраны $E = 20$ ГПа, а рабочий ход микропереключателя 2 мм?

Вариант 5

Мембранный сигнализатор (рисунок 7) используется для сигнализации верхнего уровня жидкости плотностью $\rho_v = 950$ кг/м³. При какой толщине слоя над осью мембраны включится сигнализатор, если давление срабатывания мембраны 500 Па.

Вариант 6

Показания дифманометра пьезометрического уровнемера 5 кПа. Определить значения уровня жидкости номинальной плотностью $\rho_v = 880$ кг/м³ в резервуаре.

Вариант 7

Пьезометрический уровнемер рассчитан на измерение уровня до 0,5 м в жидкости плотностью 1200 кг/м³. Абсолютное давление в резервуаре 50 кПа. Определить минимальное давление воздуха в пьезометрической трубке, необходимое для измерения максимального уровня (рисунок 9).

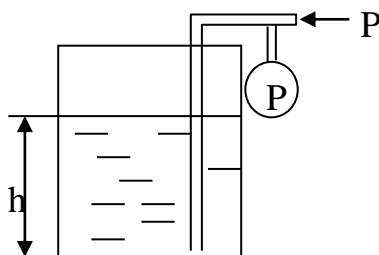


Рисунок 9 – Пьезометрический уровнемер

Вариант 8

Давление в напорной трубке уровнемера 0,2 МПа. Плотность воды в открытом резервуаре при нормальных атмосферных условиях $\rho_v = 1000$ кг/м³. Какой максимальный уровень можно измерить пьезометрическим уровнемером (рисунок 9)?

Вариант 9

Для измерения уровня жидкости в закрытом резервуаре используют дифференциальный манометр. Определить показания прибора при изменении уровня от 1 до 3 м, если плотность жидкости $\rho_v = 1050$ кг/м³, давление воздуха в резервуаре 0,2 МПа. Найти давления в плюсовой и минусовой трубках манометра.

Вариант 10

Для измерения уровня жидкости плотностью $\rho_v=1050 \text{ кг/м}^3$ в открытом резервуаре используют дифференциальный манометр, минусовая трубка которого соединена с атмосферным воздухом. Определить показания манометра при нулевом уровне и максимальном уровне воды 5м, если он расположен ниже нулевого уровня резервуара на 3 м.

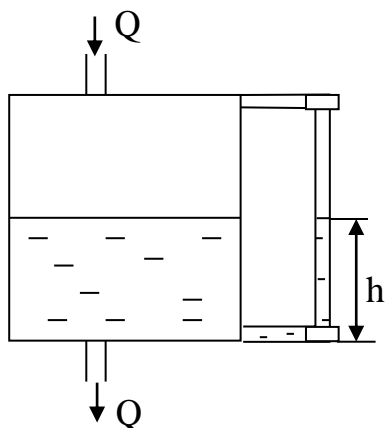


Рисунок 10 – Водомерное стекло

Вариант 11

На рисунке 10 приведена схема простейшего гидростатического уровнемера – водомерного стекла. Определить объём и массу воды в измерительном резервуаре диаметром 1 м, если максимальный уровень в трубке соответствовал 0,8 м. Плотность воды 990 кг/м^3 .

Вариант 12

Для измерения уровня воды используют ёмкостной уровнемер (рисунок 4). Длина цилиндра 1,5 м, диаметры 40 мм и 5 мм. Определить наибольший диапазон изменения ёмкости конденсатора. Абсолютная диэлектрическая проницаемость воздуха $8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}}{\text{В} \cdot \text{м}}$, воды

$$274,4 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}}{\text{В} \cdot \text{м}}.$$

Вариант 13

Начальная ёмкость конденсатора ёмкостного уровнемера при отсутствии жидкости в нём 50 пФ. Определить значения ёмкости при значениях уровня $0,5l_0$ для жидкости с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 8$ (рисунок 4).

Вариант 14

Чувствительность ёмкостного уровнемера 10 нФ/м. Определить изменение реактивного сопротивления конденсатора при измерении уровня от 0,5 до 1 м, если измерительная цепь подключается к источнику переменного ток напряжения частотой 10 кГц. Ёмкостью соединительных линий пренебречь.

Вариант 15

Какие диаметры отверстий должны быть у сужающих устройств для измерения расхода в трубах диаметром $D=80 \text{ мм}$?

Критерии оценки

Контрольная работа предназначена для рубежного контроля по теме «Контроль уровня».

Оценка «отлично» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет пробелов и ошибок;
- в тексте программы нет синтаксических ошибок (возможны одна-две различные неточности, опiski, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала).

Оценка «хорошо» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки);
- допущена одна ошибка или два-три недочета в чертежах, выкладках или тексте программы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов в выкладках или программе, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:

- допущены существенные ошибки, показавшие, что учащийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полной мере.
- работа показала полное отсутствие у учащегося обязательных знаний и умений по проверяемой теме.

3.2.1.4 Контрольная работа №4

Измерение температуры

1. Термометры расширения действуют на основании способности жидкости изменять свой объем, а твердых тел – размер при изменении температуры.

Жидкостный термометр расширения состоит из резервуара, заполненного жидкостью (ртуть, спирт), капиллярной трубки и шкалы. Объем жидкости в зависимости от температуры определяется по формуле

$$V = V_0 [1 + \alpha_v (T - T_0)] \quad (6.1)$$

где V и V_0 – объемы жидкости при температурах T и T_0 , м³;
 α_v - коэффициент объемного расширения, 1/К.

Дилатометрический термометр расширения действует на основании использования теплового линейного расширения твердых тел (стержней, пластинок, спиралей). Линейные размеры стержня в зависимости от температуры определяются по формуле

$$l = l_0 [1 + \alpha_l (T - T_0)] \quad (6.2)$$

где l и l_0 – линейные размеры при температуре t и t_0 , м;
 α_l - коэффициент линейного расширения, 1/К.

Перемещение стержня с большим коэффициентом линейного расширения передается через рычажную передачу указательной стрелке. Относительное перемещение стрелки Δl , вызванное изменением температуры, находят по формуле

$$l = k l_0 \alpha_e \Delta T, \quad (6.3)$$

где k – отношение плеч рычага;
 l_0 – начальная длина стержня, м;
 ΔT - изменение температуры, К.

2 Манометрический термометр состоит из чувствительного элемента – термобаллона, погруженного в измерительную среду, капиллярной трубки и трубчато-пружинного манометра. Все элементы соединены герметично, вследствие чего внутренняя полость термометра представляет собой замкнутое пространство, заполненное газом или жидкостью. При нагревании термобаллона в системе создается давление, которое вызывает перемещение механизма указателя.

В газовых термометрах термобаллон заполнен азотом, аргоном или гелием, и зависимость давления от температуры определяется по формуле:

$$P = P_0 [1 + \alpha_v (T - T_0)] \quad (6.4)$$

где P , P_0 – давление газа при температурах T и T_0 , Па;
 α_v - коэффициент объемного расширения газа, 1/К.

3 Термоэлектрический преобразователь (термопара) работает на основании возникновения термо-ЭДС в цепи, состоящей из двух разнородных проводников при наличии разности температур t и t_0 соединений их концов.

Одно из соединений термопары (холодный спай) находится в среде с постоянной температурой, а другое (горячий спай) – в измерительной среде. Зависимость $E = f(t, t_0)$, близка к линейной и определяется материалами проводников термоэлектрической цепи. Для расчетов

используются градуировочные таблицы значений $E = f(t, t_0)$ при $t_0 = 0^\circ\text{C}$, которые приведены в приложении А.

Обычно измерения проводят в окружающей среде, температура которой отличается от 0°C , поэтому необходимо вводить поправку на температуру холодных спаев. Её можно рассчитать по формуле:

$$t_{\text{ист}} = t_{\text{и}} + k(t_x - t_0), \quad (6.5)$$

где $t_{\text{ист}}$ и $t_{\text{и}}$ – истинное и измеренное значение температуры, $^\circ\text{C}$;

t_x и t_0 – температура холодных спаев при измерении и градуировке ($t_0 = 0^\circ\text{C}$);

k – поправочный коэффициент, значение которого приведено в приложении А.

Термопара работает в комплекте со вторичными приборами: милливольтметром и потенциометром.

Напряжение на выводах милливольтметра связано с термо-ЭДС соотношением

$$U = \frac{E_t}{1 + R_{\text{вн}} / R_V} \quad (6.6)$$

где $R_{\text{вн}}$ – сопротивление измерительной цепи (термопары, соединительных проводов, контактов и т.д.), Ом;

R_V – внутреннее сопротивление вольтметра, Ом.

4 Термопреобразователи сопротивления служат для преобразования температуры в параметр электрической цепи (сопротивление). Они бывают металлические проволочные и полупроводниковые.

Металлические проволочные термосопротивления характеризуются следующими зависимостями сопротивления от температуры: платиновые (ТСП) в диапазоне от 0° до 650°C

$$R_t = R_0 (1 + \alpha_1 \Delta t + \alpha_2 \Delta t^2), \quad (6.7)$$

где $\alpha_1 = 3,97 \cdot 10^{-3} \text{ 1/C}$ } температурные коэффициенты
 $\alpha_2 = -5,85 \cdot 10^{-7} \text{ 1/C}^2$ } сопротивления
 медные (ТСМ) в диапазоне от -50°C до 180°C

$$R_t = R_0 (1 + \alpha_t \Delta t) \quad (6.8)$$

где $\alpha_t = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ 1/C}^\circ$.

1.1 Сопротивление R_0 градуируют при 0°C . В Приложении Б показаны основные данные термосопротивлений.

Термосопротивления работают в комплекте со вторичными приборами: логометрами и измерительными мостами.

Схема уравновешенного моста приведена на рисунке 1. В одно из плеч моста включено термосопротивление. Питание от источника напряжения GB подключено к одной из диагоналей моста, в другую включен измерительный прибор. Если мост уравновешен, то ток в измерительной диагонали равен нулю. Условие равновесия моста определяется по формуле

$$R_2 R_t = R_1 R_3 \quad (6.9)$$

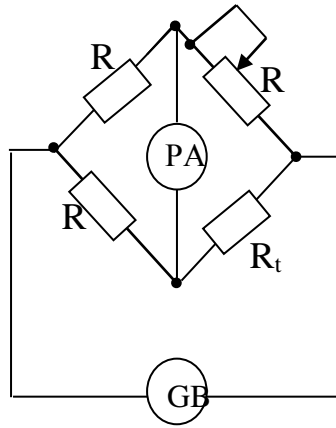


Рисунок 1 – Схема уравновешенного моста

Принцип измерения температуры состоит в том, что при изменении сопротивления R_t с помощью переменного резистора R_3 добиваются равновесия моста. Указатель шкалы связан с подвижным контактом переменного резистора R_3 (шкала отградуирована в $^{\circ}\text{C}$).

Задания для контрольной работы

Вариант 1

1. При изменении температуры на 10°C относительное изменение высоты столбика ртутного термометра составляет 1,02 по сравнению с первоначальным. При каком изменении температуры оно будет 1,05, если коэффициент объёмного расширения ртути $1,72 \cdot 10^{-4} \text{ 1/K}^{\circ}$?

Вариант 2

1. Каким должен быть рабочий ход стержня длиной 100 мм латунного термометра расширения со шкалой $-100 \dots +500^{\circ}\text{C}$? Коэффициент линейного расширения принять $0,2 \cdot 10^{-4} \text{ 1/K}^{\circ}$.

Вариант 3

1. При увеличении перепада температур на 200°C относительное изменение длины стержня равно 1% от первоначального значения l_0 . Найти коэффициент линейного расширения материала стержня dilatометрического термометра.

Вариант 4

1. Длина указателя dilatометрического термометра равна 150 мм, а расстояние от её точки крепления до латунного стержня ($\alpha_l = 0,2 \cdot 10^{-4} \text{ 1/K}^{\circ}$) равно 15 мм. Найти цену деления и чувствительность термометра, если начальная длина стержня $l_0 = 50 \text{ мм}$.

Вариант 5

1. Выбрать соотношение плеч рычага dilatометрического термометра с диапазоном измерения $-100 \dots +500^{\circ}\text{C}$ так, чтобы его шкала имела линейный размер 60 мм. В термометре используется латунный стержень ($\alpha_l = 0,2 \cdot 10^{-4} \text{ 1/K}^{\circ}$) длиной $l_0 = 100 \text{ мм}$.

Вариант 6

1. На какие давления должна быть рассчитана термосистема жидкостного манометрического термометра со шкалой от -100°C до 500°C , если при 20°C давление 1,5 МПа, а коэффициент объёмного расширения $\alpha_v = 2 \cdot 10^{-3} \text{ 1/C}^{\circ}$?

Вариант 7

1. Найти начальный перепад температур термобаллона, если при его увеличении на 200°C давление в термосистеме газового манометрического термометра увеличилось в 2 раза. Коэффициент объёмного расширения газа равен $0,0036 \text{ 1/K}$.

Критерии оценки

Контрольная работа предназначена для рубежного контроля по теме «Контроль температуры».

Оценка «отлично» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет пробелов и ошибок;
- в тексте программы нет синтаксических ошибок (возможны одна-две различные неточности, опiski, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала).

Оценка «хорошо» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки);
- допущена одна ошибка или два-три недочета в чертежах, выкладках или тексте программы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов в выкладках или программе, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:

- допущены существенные ошибки, показавшие, что учащийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полной мере.
- работа показала полное отсутствие у учащегося обязательных знаний и умений по проверяемой теме.

3.2.1.5 Контрольная работа №5

Измерение влажности воздуха, газа

1 Психрометрический метод

Он основан на использовании зависимости относительной влажности воздуха от разности температур сухого и влажного термометров. Для определения влажности используется психрометрическая таблица

(приложение Г). Приборы, основанные на психрометрическом методе, оснащены двумя одинаковыми термометрами (термосопротивлениями), один из которых постоянно влажный. При этом используются различные мостовые схемы, рисунок 5. Условие равновесия моста (рисунок 5) определяется по формуле

$$(R_M + R + R_X)R_4 = (R_C + R - R_X)R_2 \quad (6.30)$$

где R_M – сопротивление влажного термометра (термосопротивление);
 R_C – сопротивление сухого термометра (термосопротивление).

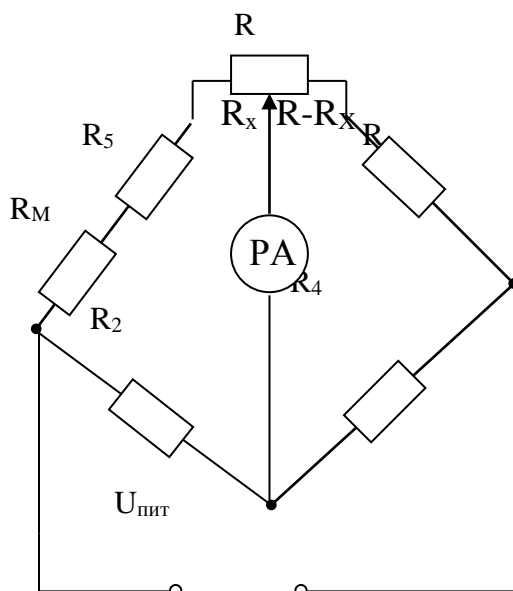


Рисунок 5 – Мостовая схема психрометра

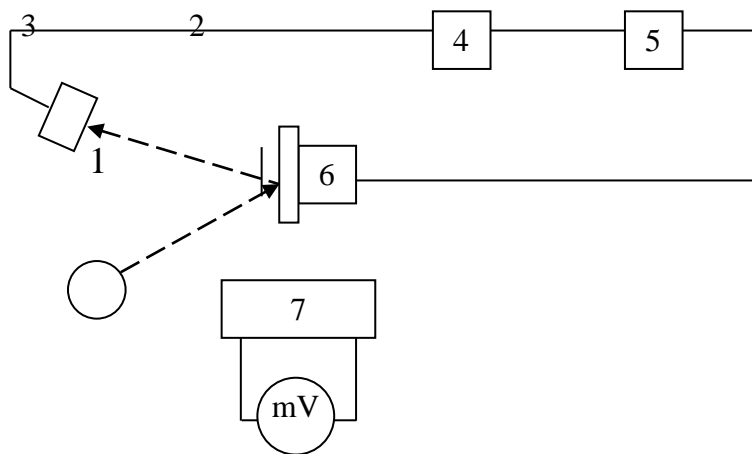
2 Конденсационный метод

Конденсационный метод основан на определении относительной влажности по известным температурам воздуха (газа) и точки росы. Эта точка контролируется визуально или с помощью фотоэлементов. При расчетах можно пользоваться следующим выражением для относительной влажности:

$$\varphi = \frac{a + T - \epsilon (T - T_d)}{a + T + \epsilon (T - T_d)} * 100\% , \quad (6.31)$$

где T и T_d - температура воздуха и точки росы, К;
 a и ϵ - постоянные коэффициенты (в диапазоне температур воздуха 293 ÷ 313К, $a = 105$, $\epsilon = 3,9$).

Одна из схем гигрометра приведена на рисунке 6.



1-источник света; 2- зеркальце; 3- фотоэлемент; 4- усилитель; 5- реле; 6 -полупроводниковая батарея; 7-термоэлектрический преобразователь

Рисунок 6 – Фотоэлектрический гигрометр

Охладителем является полупроводниковая термоэлектрическая батарея 7, работающая по принципу эффекта Пельтье: повышение температуры одного спая и понижение температуры другого спая при прохождении тока в термоэлектрической цепи. К холодному спая полупроводникового элемента батареи припаяно металлическое зеркальце 2. Для измерения температуры зеркальца к его поверхности припаян термоэлектрический преобразователь, подключенный к милливольтметру.

В отсутствии на поверхности зеркала конденсата, падающий на него от источника света 1 световой поток отражается и попадает на фотоэлемент 3. В цепи фотоэлемента проходит фототок, который усиливается электронным усилителем и управляет работой реле 5. При этом через термоэлемент полупроводниковой батареи 6 проходит ток и зеркало охлаждается. Появление конденсата на поверхности зеркала приводит к рассеянию светового потока, уменьшающего освещенность фотоэлемента, уменьшению фототока и переключению реле, при котором питание термоэлемента отключается. Так как окружающая температура выше температуры зеркала, конденсат с поверхности зеркала быстро испаряется, и реле вновь включает в работу термоэлемент полупроводниковой батареи.

3 Емкостные влагомеры

Емкостные влагомеры работают по принципу изменения емкости конденсатора, в котором измеряемое вещество играет роль диэлектрика, с изменением его влажности.

Емкость цилиндрического конденсатора определяется по формуле

$$C_x = \frac{\varepsilon_a 2\pi l}{\ln \frac{D_1}{D_2}} \quad (6.32)$$

где ε_a - абсолютная диэлектрическая проницаемость измеряемого вещества, Ф/м;

l - высота слоя измеряемого вещества, м;

D_1 и D_2 - внешний и внутренний диаметры измерительного конденсатора, м.

Задание для контрольной работы

Вариант 1

Погрешности измерения термометров составляют $\pm 1^\circ\text{C}$. Определить погрешность измерения влажности при действительной температуре сухого термометра 23°C и влажного 18°C (Приложение Г).

Вариант 2

На рисунке 5 приведена принципиальная схема психрометра с уравновешенным мостом. Записать уравнение равновесия моста при $R_2=R_4$ и $R_5=R$ и определить полное сопротивление переменного резистора шкалы R , если максимальная разность сухого и мокрого терморезисторов 10 Ом.

Вариант 3

В качестве чувствительных элементов психрометра использованы медные терморезисторы ТСМ 100М. При температуре сухого термометра 25°C равновесие моста произошло при сопротивлениях $R_x=2$ Ом, $R_5=R$, $R_2=R_4$. Найти относительную влажность воздуха (рисунок 5, Приложение Г).

Вариант 4

При измерении относительной влажности с помощью гигрометра температура точки росы равна 10°C . Определить значение влажности при температуре воздуха 25°C .

Вариант 5

Для измерения температуры зеркальца гигрометра использовалась термопара типа ТПП с термостатированием холодных спаев при 0°C . Определить относительную влажность воздуха с температурой 20°C , если напряжение термопары 64 мкВ (Приложение А).

Вариант 6

Температура зеркальца гигрометра 10°C измерена с точностью $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Определить относительную погрешность измерения относительной влажности воздуха при температуре 20°C .

Вариант 7

При изменении влажности от 12 до 18% диэлектрическая проницаемость изменилась от 4,5 до 15. Определить изменение ёмкости влагомера, если $l=100$ мм, отношение $D_1/D_2=1,5$. Найти ёмкость незаполненного конденсатора.

Критерии оценки

Контрольная работа предназначена для рубежного контроля по теме «Контроль качества».

Оценка «отлично» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет пробелов и ошибок;
- в тексте программы нет синтаксических ошибок (возможны одна-две различные неточности, опiski, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала).

Оценка «хорошо» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки);
- допущена одна ошибка или два-три недочета в чертежах, выкладках или тексте программы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов в выкладках или программе, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:

- допущены существенные ошибки, показавшие, что учащийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полной мере.

- работа показала полное отсутствие у учащегося обязательных знаний и умений по проверяемой теме.

Приложение Г

Таблица 1 – Психрометрическая таблица

Т _{сух}	Разность показаний сухого и мокрого термометров, С°									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	81	64	50	36	26	16	7	-	-	-
1	82	66	52	39	29	19	11	-	-	-
2	83	67	64	42	31	23	14	-	-	-
3	83	69	56	44	34	26	17	10	-	-
4	84	70	57	46	36	28	20	14	-	-
5	85	71	59	48	39	30	23	17	10	-
6	85	72	61	50	41	33	26	19	13	-
7	86	73	62	52	43	35	28	22	15	11
8	86	74	63	54	45	37	30	25	18	14
9	86	75	65	55	47	39	32	27	21	17
10	87	76	66	57	48	41	34	28	23	19
11	88	77	67	58	50	43	36	30	25	20
12	88	78	68	59	52	44	38	32	27	22
13	88	78	69	61	53	46	40	34	29	24
14	89	79	70	62	54	47	41	36	31	26
15	89	80	71	63	55	49	43	37	33	28
16	90	80	72	64	57	50	44	39	34	30
17	90	81	73	65	58	52	46	40	36	31
18	90	81	74	66	59	53	47	42	37	33
19	91	82	74	66	60	54	48	43	39	34
20	91	82	75	67	61	55	49	44	40	36
21	91	83	75	68	62	56	51	46	41	37
22	91	83	76	69	63	57	52	47	42	38
23	91	83	76	69	63	58	53	48	46	39
24	92	84	77	70	64	59	53	49	44	40
25	92	84	77	70	65	59	54	50	45	42
26	92	85	78	71	65	60	55	51	46	43
27	92	85	78	72	66	61	56	51	47	43
28	92	85	79	72	67	61	57	52	48	45
29	92	85	79	73	67	62	57	53	49	46
30	93	86	79	73	68	63	58	55	51	47
31	93	86	80	74	69	64	59	55	51	48
32	93	87	80	75	70	65	60	56	53	48
33	93	86	80	75	70	66	61	57	53	49
34	93	86	81	76	71	66	62	57	54	50

Продолжение таблицы 1

T_{сух}	Разность показаний сухого и мокрого термометров, С°									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35	93	87	81	76	71	67	62	58	55	51
36	93	87	82	77	72	67	63	59	55	51
37	93	87	82	77	72	68	63	59	55	52
38	94	88	82	77	73	68	64	59	56	52
39	94	88	82	77	73	68	64	59	56	53
40	94	88	82	78	73	68	64	60	57	54
41	94	88	83	78	73	68	65	61	58	54
42	94	88	83	78	73	69	65	61	58	55
43	94	88	83	78	73	69	65	62	58	55
44	94	88	83	78	74	70	66	63	59	55
45	94	88	84	78	75	70	66	63	59	56

3.2.2. Текущий контроль

3.2.3. Самостоятельная работа

Вариант 1

1. Автоматизация нефтяных и газовых скважин.
2. Виды и методы измерений. Погрешности измерений.

Вариант 2

1. Автоматизированные групповые измерительные установки для измерения дебита скважин.
2. Средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений.

Вариант 3

1. Автоматизированные сепарационные установки нефти.
2. Анализаторы содержания солей в нефти.

Вариант 4

1. Автоматизированные блочные дожимные насосные станции нефти.
2. Деформационные манометры. Конструкция, принцип действия, область применения деформационных манометров.

Вариант 5

1. Автоматизированные блочные установки подготовки нефти.
2. Измерительные преобразователи давления тензорезисторные. Конструкция, принцип работы, область применения измерительных преобразователей давления.

Вариант 6

1. Электрический способ очистки нефти в электродегидраторах.
2. Анализаторы содержания воды в нефти.

Вариант 7

1. Автоматизированные блочные установки сдачи товарной нефти.
2. Глубинные манометры для измерения давления нефти, газа в скважинах.

Вариант 8

1. Автоматизированные блочные установки для очистки сточных вод на нефтяных промыслах.
2. Объемные счетчики расхода жидкости и газа. Конструкция, принцип работы, область применения объемных счетчиков.

Вариант 9

1. Автоматизированные блочные кустовые насосные станции на нефтяных промыслах.
2. Турбинные расходомеры. Конструкция, принцип работы, область применения турбинных расходомеров.

Вариант 10

1. Характеристики газовых и газоконденсатных промыслов как объекта автоматизации. Автоматическое управление производительностью промысла.
2. Измерение расхода газа методом переменного перепада давления.

Вариант 11

1. Автоматическое управление процессом низкотемпературной сепарации газа.
2. Глубинные расходомеры нефти и дебитомеры.

Вариант 12

1. Автоматизация абсорбционного процесса осушки газа.
2. Поплавковые и буйковые уровнемеры.

Вариант 13

1. Система автоматического управления процессом регенерации абсорбента на установках подготовки газа на промыслах.
2. Конструкция, принцип действия, область применения гидростатических уровнемеров.

Вариант 14

1. Телемеханизация нефтедобывающих предприятий. Структурные схемы, назначение каждого блока системы телемеханики.
2. Измерение уровня жидкости в скважинах.

Вариант 15

1. Телемеханизация газодобывающих предприятий. Структурные схемы, назначение каждого блока системы телемеханики.
2. Термоэлектрические преобразователи (термопары). Конструкция, принцип действия, типы, характеристики и область применения термопар.

Вариант 16

1. Автоматизация нефтяных и газовых скважин.
2. Конструкция, принцип действия, типы, характеристики, область применения термосопротивлений

Вариант 17

1. Автоматизированные групповые измерительные установки для определения дебита скважин.
2. Измерение влажности газа на газовых промыслах.

Вариант 18

1. Автоматизированные сепарационные установки нефти.
2. Измерение состава газовой смеси на газовых промыслах.

Вариант 19

1. Автоматизированные блочные дожимные насосные станции нефти.
2. Глубинные термометры для измерения температуры в нефтяных и газовых скважинах.

Вариант 20

1. Автоматизированные блочные установки подготовки нефти.
2. Структурная и функциональная схема системы автоматического регулирования (САР). Назначение каждого из элементов и устройств, входящих в САР.

Вариант 21

1. Электрический способ очистки нефти в электродегидраторах.
2. Требования, предъявляемые к системам автоматического регулирования (САР). Показатели качества САР.

Вариант 22

1. Автоматизированные блочные установки сдачи товарной нефти.
2. Законы регулирования, реализуемые в системах автоматического регулирования.

Вариант 23

1. Автоматизированные блочные установки для очистки сточных вод на нефтяных промыслах.
2. Объекты регулирования в системах автоматического регулирования и их характеристики.

Вариант 24

1. Автоматизированные блочные кустовые насосные станции на нефтяных промыслах.
2. Конструкция, принцип действия и область применения регуляторов прямого действия (регуляторы температуры, давления, уровня).

Вариант 25

1. Характеристики газовых и газоконденсатных промыслов как объекта автоматизации. Автоматическое управление производительностью промысла.
2. Элементы пневмоавтоматики. Конструкция, принцип действия, схемы и область применения элементов пневмоавтоматики.

Вариант 26

1. Автоматическое управление процессом низкотемпературной сепарации газа.
2. Конструкция, принцип действия, характеристики и область применения пневматических исполнительных механизмов. Позиционер.

Вариант 27

1. Автоматизация абсорбционного процесса осушки газа на газовых промыслах.
2. Виды дефектоскопии и их характеристики. Ультразвуковая дефектоскопия труб и штанг.

Вариант 28

1. Система автоматического управления процессом регенерации абсорбента на газовых промыслах.
2. Регулирующие органы исполнительных устройств. Назначение, виды, конструкция, принцип действия регулирующих органов.

Вариант 29

1. Телемеханизация нефтедобывающих предприятий. Структурные схемы, назначение каждого блока системы телемеханики.
2. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Назначение, структура, классификация, обеспечение, режимы работы АСУ ТП. АСУ «Промысел».

Вариант 30

1. Телемеханизация газодобывающих предприятий. Структурные схемы, назначение каждого блока системы телемеханики.
2. Программируемые логические контроллеры (ПЛК). Обобщенная структурная схема, назначение ПЛК. Простейшие языки программирования ПЛК. Применение ПЛК в автоматических системах управления и контроля технологическими процессами на газовых промыслах.

Критерии оценки

Оценка «отлично» ставится, если:

- работа выполнена полностью;
- в теоретических выкладках решения нет пробелов и ошибок;
- в тексте программы нет синтаксических ошибок (возможны одна-две различные неточности, опiski, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала).

Оценка «хорошо» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки);
- допущена одна ошибка или два-три недочета в чертежах, выкладках или тексте программы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если:

- допущены более одной ошибки или двух-трех недочетов в выкладках или программе, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:

- допущены существенные ошибки, показавшие, что учащийся не владеет обязательными знаниями по данной теме в полной мере.
- работа показала полное отсутствие у учащегося обязательных знаний и умений по проверяемой теме.

4. Контрольно-измерительные материалы для итоговой аттестации по учебной дисциплине

Предметом оценки являются умения и знания. Контроль и оценка осуществляются с использованием следующих форм и методов:

- устный опрос, тестирование, лабораторная работа, самостоятельная работа (текущий контроль);

- контрольная работа (рубежный контроль);

- экзамен (промежуточная аттестация)

Оценка освоения дисциплины предусматривает

- проведение экзамена в письменной форме (контрольно-измерительные материалы)

I. ЗАДАНИЕ ДЛЯ ЭКЗАМЕНУЮЩЕГОСЯ

Тест

Инструкция для обучающихся

Внимательно прочитайте инструкцию к каждому блоку вопросов.

Время выполнения задания – 60 мин.

Раздел 2. Тестовые задания.

Вариант-1.

Блок А

№ п/п	Задание (вопрос)	Эталон ответа						
<i>Инструкция по выполнению заданий № 1-4: соотнесите содержание столбца 1 с содержанием столбца 2. Запишите в соответствующие строки бланка ответов букву из столбца 2, обозначающую правильный ответ на вопросы столбца 1. В результате выполнения Вы получите последовательность букв. Например,</i>								
	<table border="1"><thead><tr><th>№ задания</th><th>Вариант ответа</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1-В,2-А,3-Б</td></tr></tbody></table>	№ задания	Вариант ответа	1	1-В,2-А,3-Б			
№ задания	Вариант ответа							
1	1-В,2-А,3-Б							
1.	Установить соотношение между понятиями и их характеристиками. <table border="1"><thead><tr><th>Понятие</th><th>Характеристика</th></tr></thead><tbody><tr><td>1.Измерение</td><td rowspan="3">А) это свойство, в качественном отношении общее для многих физических объектов, а в количественном отношении разное Б) это процесс нахождения числового значения физической величины путём её сравнения с другой однородной величиной В) это разность между показанием прибора и его действительным значением Г) это степень достоверности показаний и приближение их к результатам к</td></tr><tr><td>2.Физическая величина</td></tr><tr><td>3.Точность измерительного прибора</td></tr></tbody></table>	Понятие	Характеристика	1.Измерение	А) это свойство, в качественном отношении общее для многих физических объектов, а в количественном отношении разное Б) это процесс нахождения числового значения физической величины путём её сравнения с другой однородной величиной В) это разность между показанием прибора и его действительным значением Г) это степень достоверности показаний и приближение их к результатам к	2.Физическая величина	3.Точность измерительного прибора	1-Б 2-А 3-Г
Понятие	Характеристика							
1.Измерение	А) это свойство, в качественном отношении общее для многих физических объектов, а в количественном отношении разное Б) это процесс нахождения числового значения физической величины путём её сравнения с другой однородной величиной В) это разность между показанием прибора и его действительным значением Г) это степень достоверности показаний и приближение их к результатам к							
2.Физическая величина								
3.Точность измерительного прибора								

		действительным значениям измеряемой величины	
2.	К каждой позиции столбца 1 подберите соответствующую позицию столбца 2.		1-В 2-А 3-Б
	Столбец 1	Столбец 2	
	1. Термопреобразователь сопротивления медный 2. Термоэлектропреобразователь хромель-копелевый 3. Термопреобразователь сопротивления платиновый	А) ТХК Б) ТСП В) ТСМ Г) ТХА	
3.	Столбец 1	Столбец 2	1-В 2-Б 3-Г
	1. Мост автоматический, гр. 100П 2. Логометр 3. Милливольтметр	А) Термометр. Б) ТСМ В) ТСП, гр. 100П Г) ТХА	
4.	Установите соответствие между признаками и их характеристиками.		1-В 2-Г 3-А
	Признак	Характеристика	
	1. Регистрирующие 2. Цена деления 3. Вариация	А) характеризует наибольшую разность показаний одной и той же измеряемой величины при прямом и обратном ходе Б) степень достоверности прибора В) приборы снабжённые приспособлениями, автоматически записывающими показания на бумажном носителе Г) величина, обратная коэффициенту усиления прибора	
Инструкция по выполнению заданий № 5 - 20: Выберите букву, соответствующую правильному варианту ответа и запишите ее в бланк ответов.			
5.	Датчик, для измерения температуры соответствующий магнитоэлектрическому логометру А) термоэлектрический преобразователь Б) термопреобразователи сопротивления В) манометрический термометр Г) жидкостной термометр		Б
6.	Принцип действия автоматического электронного потенциометра основан А) на свойстве объёмного расширения или изменения линейных размеров термометрических веществ Б) на измерении отношения сил электрических токов, протекающих в двух параллельных цепях		В

	<p>В) на уравнивании (компенсации) измеряемой термоэлектродвижущей силы с известной разностью потенциалов</p> <p>Г) на использовании зависимости инертного газа, заключённого в герметически замкнутой термосистеме, от температуры</p>	
7.	<p>Принцип работы манометрических термометров основа</p> <p>А) на зависимости давления жидкости, газа или пара с жидкостью в замкнутой системе постоянного объёма от температуры</p> <p>Б) на относительном удлинении под влиянием температуры двух металлических тел с различными температурными коэффициентами линейного расширения</p> <p>В) на явлении термоэлектрического эффекта</p> <p>Г) на уравнивании сил</p>	А
8.	<p>В каком случае прибор будет годен к дальнейшей эксплуатации, если его класс точности 0,5 , а абсолютная погрешность</p> <p>А) 1,0</p> <p>Б) 0,3</p> <p>В) 0,6</p> <p>Г) 1,5</p>	Б
9.	<p>Чувствительным элементом манометра является</p> <p>А) трубчатая пружина</p> <p>Б) пружина</p> <p>В) трубка</p> <p>Г) мембрана</p>	А
10.	<p>Сильфон представляет собой</p> <p>А) трубчатую пружину, изогнутую по дуге</p> <p>Б) металлическую гофрированную тонкостенную цилиндрическую трубку, с кольцевыми волнообразными складками на поверхности</p> <p>В) многорядную трубчатую пружину</p> <p>Г) мембранную коробку</p>	Б
11.	<p>Принцип действия преобразователя с пневмосиловой компенсацией основан</p> <p>А) на преобразовании разряжения в унифицированный электрический выходной сигнал</p> <p>Б) на преобразовании измеряемого давления в унифицированный аналоговый пропорциональный пневматический сигнал</p> <p>В) на перемещении свободного конца трубки</p> <p>Г) на использовании тензометрического эффекта в полупроводниковом материале</p>	Б
12.	<p>Принцип действия грузопоршневых манометров</p> <p>А) основан на непрерывном преобразовании давления в унифицированный электрический токовый сигнал</p> <p>Б) основан на деформации упругих элементов</p> <p>В) основан на электросиловой компенсации</p> <p>Г) основан на принципе уравнивания сил, создаваемых, с одной стороны, измеряемым давлением, а с другой – грузом, действующим на поршень, помещённый в цилиндре</p>	Г

13.	Наиболее простыми приборами для измерения уровня являются А) визуальные Б) буйковые В) поплавковые Г) пьезометрические	А
14.	Чувствительный элемент плавает на поверхности у уровнемера А) гидростатического Б) поплавкового В) буйкового Г) пьезометрического	Б
15.	Принцип действия ультразвукового уровнемера основан А) на диэлектрической проницаемости водных растворов веществ от диэлектрической проницаемости воздуха Б) на принципе гидравлического затвора В) на способности звука проникать через жидкости разной плотности Г) на изменения объёма вещества в замкнутом пространстве	В
16.	Чем заполнен термобаллон в манометрическом термометре А) ртутью, спиртом или водой Б) водой, кислотой или ртутью В) спиртом, кислотой или водой Г) газом, жидкостью или конденсатом	Г
17.	Расходомером постоянного перепада давлений А) ротаметры Б) диафрагмы В) счётчики Г) сопла	А
18.	Единицы измерения расхода А) мм Б) Па В) м ³ в час Г) К	В
19.	По принципу действия их подразделяют на объёмные, скоростные и массовые А) ротаметры Б) счётчики В) трубы Вентури Г) диафрагмы	Б
20.	Уровнемеры для сыпучих материалов А) весы Б) буйковые уровнемеры В) поплавковые уровнемеры Г) мерные стёкла	А

Блок Б

№ п/п	Задание (вопрос)	Эталон ответа
Инструкция по выполнению заданий № 20-30: В соответствующую строку бланка		

<i>ответов запишите краткий ответ на вопрос, окончание предложения или пропущенные слова.</i>		
21.	Устройство одновиткового трубчатого манометра состоит из корпуса, стрелки, пробки, поводка, зубчатого сектора, шестерёнки-трибки, волоска,.....	трубчатой пружины
22.	В схеме дифференциально-трансформаторного преобразователя одна катушка находится в первичном приборе, а другая	во вторичном приборе
23.	Биметаллические элементы применяют для защиты электрических цепей от	перегрузок
24.	Годность прибора к дальнейшей к эксплуатации определяют по	абсолютной погрешности
25.	Единицы измерения уровня...	м, мм
26.	Тип диафрагмы камерной на давление 30 и диаметр 100	ДКС – 100 – 30
27.	Степень нагретости вещества можно определить	прибором для измерения температуры
28.	Номинальная статическая характеристика прибора это	градуировка
29.	Добавить недостающую погрешность: Абсолютная, относительная, приведённая, основная,, допустимая, систематическая, случайная, грубая, результирующая, вероятная, предельная, динамическая.	дополнительная
30.	Условие равновесия уравновешенного моста	$I_1 R_1 = I_2 R_2$

**Раздел 2. Тестовые задания.
Вариант-2.**

Блок А

№ п/п	Задание (вопрос)	Эталон ответа						
<p><i>Инструкция по выполнению заданий № 1-4: соотнесите содержание столбца 1 с содержанием столбца 2. Запишите в соответствующие строки бланка ответов букву из столбца 2, обозначающую правильный ответ на вопросы столбца 1. В результате выполнения Вы получите последовательность букв. Например,</i></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>№ задания</th> <th>Вариант ответа</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1-В,2-А,3-Б</td> </tr> </tbody> </table>			№ задания	Вариант ответа	1	1-В,2-А,3-Б		
№ задания	Вариант ответа							
1	1-В,2-А,3-Б							
1.	<p>Установить соотношение между понятиями и их характеристиками.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Понятие</th> <th>Характеристика</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Рабочий эталон</td> <td rowspan="3"> А) техническое средство, предназначенное для измерения физической величины Б) предназначен, для передачи размера единицы образцовым средствам измерений высшей точности В) это соотношение </td> </tr> <tr> <td>2. Измерительный прибор</td> </tr> <tr> <td>3. Чувствительность прибора</td> </tr> </tbody> </table>	Понятие	Характеристика	1. Рабочий эталон	А) техническое средство, предназначенное для измерения физической величины Б) предназначен, для передачи размера единицы образцовым средствам измерений высшей точности В) это соотношение	2. Измерительный прибор	3. Чувствительность прибора	1-Б 2-А 3-В
Понятие	Характеристика							
1. Рабочий эталон	А) техническое средство, предназначенное для измерения физической величины Б) предназначен, для передачи размера единицы образцовым средствам измерений высшей точности В) это соотношение							
2. Измерительный прибор								
3. Чувствительность прибора								

		<p>перемещения указателя прибора к изменению измеряемой величины Г) это степень достоверности показаний и приближение их к результатам к действительным значениям измеряемой величины</p>	
2.	К каждой позиции столбца 1 подберите соответствующую позицию столбца 2.		
	Столбец 1	Столбец 2	
	1. Термоэлектродпреобразователь платиновый 2. Термоэлектродпреобразователь хромель-алюмелевый 3. Термопреобразователь сопротивления платиновый	А) ТХК Б) ТСП В) ТПП Г) ТХА	1-В 2-Г 3-Б
3.	Столбец 1	Столбец 2	
	1. Автоматический электронный потенциометр 2. Узкопрофильный милливольтметр 3. Мост с гр. 50П	А) Термометр расширения Б) ТПП В) ТПР Г) ТСП, гр. 50П	
4.	Установите соответствие между прибором и измеряемой величиной.		
	Прибор	Величина	
	1. Манометр 2. Термометр 3. Уровнемер	А) температура Б) давление В) расход Г) высота столба	1- Б 2- А 3- Г
Инструкция по выполнению заданий № 5 - 20: Выберите букву, соответствующую правильному варианту ответа и запишите ее в бланк ответов.			
5.	Датчик уровня бесконтактный А) буйковый Б) поплавковый В) ультразвуковой Г) акустический		Г
6.	Схема электрического измерительного преобразователя основан на А) дифференциально-трансформаторном преобразовании Б) электронном преобразовании В) электроизмерительном преобразовании Г) ультразвуковом преобразовании		А
7.	Чувствительным элементом ротаметра, является		

	<p>А) датчик Б) поплавков В) буёк Г) диафрагма</p>	Б
8.	<p>Прибор <u>не годен</u> к дальнейшей эксплуатации, если его класс точности 1,0 , а абсолютная погрешность А) 1,5 Б) 0,3 В) 0,6 Г) 0,9</p>	А
9.	<p>Чувствительным элементом мембранного манометра является А) трубчатая пружина Б) пружина В) трубка Г) мембрана</p>	Г
10.	<p>Чувствительный элемент манометра представляет собой А) трубчатую пружину, изогнутую по дуге Б) металлическую гофрированную тонкостенную цилиндрическую трубку, с кольцевыми волнообразными складками на поверхности В) многовитковую трубчатую пружину Г) мембранную коробку</p>	А
11.	<p>Принцип действия преобразователя с электросиловой компенсацией основан А) на преобразовании разряжения в унифицированный электрический выходной сигнал Б) на преобразовании измеряемого давления в унифицированный аналоговый пропорциональный пневматический сигнал В) на перемещении свободного конца трубки Г) на использовании тензометрического эффекта в полупроводниковом материале</p>	А
12.	<p>Принцип действия термометров расширения А) основан на непрерывном преобразовании давления в унифицированный электрический токовый сигнал Б) основан на деформации упругих элементов В) основан на свойстве объёмного расширения термометрических веществ Г) основан на принципе уравнивания сил, создаваемых, с одной стороны, измеряемым давлением, а с другой – грузом, действующим на поршень, помещённый в цилиндре</p>	В
13.	<p>Наиболее простыми приборами для измерения давления являются А) электрические манометры Б) деформационные манометры В) грузопоршневые манометры Г) жидкостные манометры</p>	Г
14.	<p>Чувствительный элемент погружается в вещество у уровнемера А) гидростатического Б) поплавкового</p>	В

	В) буйкового Г) пьезометрического	
15.	Принцип действия радиоизотопного уровнемера основан А) на диэлектрической проницаемости водных растворов веществ от диэлектрической проницаемости воздуха Б) на принципе гидравлического затвора В) на способности звука проникать через жидкости разной плотности Г) на пропускании через резервуар с жидкостью гамма лучей радиоизотопов некоторых веществ	Г
16.	Чувствительным элементом манометра с одновитковой трубчатой пружиной может быть А) сильфон Б) мембрана В) трубчатая пружина Г) гофра	В
17.	Расходомером переменного перепада давлений А) ротаметры Б) диафрагмы В) счётчики Г) сопла	Б
18.	Единицы измерения давления А) мм Б) Па В) м ³ в час Г) К	Б
19.	К качеству измерений относятся А) точность, достоверность, сходимость Б) уровень, высота, давление В) скорость, расход, давление Г) частота, вариация, погрешность	А
20.	Для измерения давления применяют приборы А) термопары Б) манометры В) расходомеры Г) плотномеры	Б

Блок Б

№ п/п	Задание (вопрос)	Эталон ответа
Инструкция по выполнению заданий № 20-30: В соответствующую строку бланка ответов запишите краткий ответ на вопрос, окончание предложения или пропущенные слова.		
21.	Устройство манометрического термометра	

	манометра состоит из корпуса, стрелки, тяги, многовитковой трубчатой пружины, капилляра,.....	термобаллона
22.	Принцип действия манометрических термометров основан на зависимости между температурой и ...	давлением рабочего вещества
23.	Термопреобразователь сопротивления медный обозначается...	TSM
24.	С помощью грузопоршневых манометров осуществляют поверку приборов давления с помощью груза и с помощью...	образцового манометра
25.	Под методами измерений понимают совокупность приемов использования принципов и	средств измерений
26.	Единицы измерения расхода..	м. куб. в час
27.	Давление в сосуде можно измерить....	манометром
28.	100П	градуировка прибора
29.	Измерения могут быть прямые, косвенные, совокупные,	совместные
30.	Мосты могут быть	Уравновешенными и неуравновешенными

II. ПАКЕТ ЭКЗАМЕНАТОРА

II а. УСЛОВИЯ

Количество заданий в тесте для экзаменуемого – 30

Время выполнения задания – 45 мин.

Экзаменационная ведомость

II б. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Правильному ответу в Блоке А соответствует 1 балл

Правильному ответу в Блоке Б соответствует 2 балла

Максимальное количество баллов – 40

Отметка по 5-ти балльной шкале	«2»	«3»	«4»	«5»
Первичный балл	0-23	24-31	32-35	36-40

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90-100	5	отлично
80-89	4	хорошо
60-79	3	удовлетворительно
менее 60	2	неудовлетворительно

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ
ОГАПОУ «ШЕБЕКИНСКИЙ ТЕХНИКУМПРОМЫШЛЕННОСТИ И
ТРАНСПОРТА»

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УМР
_____ В.Н. Долженкова
«__» _____ 2023 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

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

18.02.06 Химическая технология органических веществ

Составил преподаватель

А.И. Колесников

Рассмотрены на заседании ЦК _____
Протокол № ____
«__» _____ 2023г.

Председатель ЦК _____ И.В. Мандрикова

Шебекино, 2023

Методические указания предназначены для внеаудиторного самостоятельного изучения практических и ряда теоретических вопросов по учебной дисциплине «Электротехника и электроника». Они включают краткие пояснения для овладения, закрепления и систематизации знаний по дисциплине. В данных указаниях подобраны задания для самостоятельных занятий по отдельным темам.

Количество часов на освоение программы дисциплины «Основы автоматизации технологических процессов» для специальности 18.02.06 Химическая технология органических веществ:

- максимальной учебной нагрузки обучающегося **213** часов, в том числе:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 142 часа;
- самостоятельной работы обучающегося 63 часа.

Автор: **Колесников А.И.** - преподаватель областного государственного автономного профессионального образовательного учреждения «Шебекинский техникум промышленности и транспорта»

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине "Основы автоматизации технологических процессов" предназначены для студентов, обучающихся по специальности СПО 18.02.06 Химическая технология органических веществ

Самостоятельная внеаудиторная работа по дисциплине "Основы автоматизации технологических процессов" проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- развития познавательных способностей и активности студентов, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. По дисциплине используются следующие виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы: выполнение чертежей, схем; чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы); графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы); ответы на контрольные вопросы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Критерии оценки внеаудиторной самостоятельной работы студентов

Качество выполнения внеаудиторной самостоятельной работы студентов оценивается посредством текущего контроля самостоятельной работы студентов. Текущий контроль ВСП – это форма планомерного контроля качества и объема приобретаемых студентом компетенций в процессе изучения дисциплины, проводится на практических занятиях и во время консультаций преподавателя.

Максимальное количество баллов *«отлично»* студент получает, если:

- обстоятельно с достаточной полнотой излагает соответствующую тему, доступно объясняет принцип работы технологической установки;
- дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;
- может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры;
- правильно отвечает на дополнительные вопросы, имеющие целью выяснить степень понимания студентом данного материала.

Оценку *«хорошо»* студент получает, если:

- неполно, но правильно изложено задание;
- при изложении были допущены 1-2 несущественные ошибки, которые он исправляет после замечания преподавателя;
- дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;
- может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры;

- правильно отвечает на дополнительные вопросы, имеющие целью выяснить степень понимания студентом данного материала.

Оценку *«удовлетворительно»* студент получает, если:

- неполно, но правильно изложено задание;
- при изложении была допущена 1 существенная ошибка;
- знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировке понятий и решении заданий;
- излагает выполнение задания недостаточно логично и последовательно;
- затрудняется при ответах на вопросы.

Оценка *«неудовлетворительно»* студент получает, если:

- неполно изложено задание;
- при изложении были допущены существенные ошибки, т.е. если оно не удовлетворяет требованиям, установленным преподавателем к данному виду работы.

Данные методические рекомендации разработаны на 30 часов внеаудиторных самостоятельных работ.

Задания для самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Основы автоматизации технологических процессов»

№ п/п	Тема	Кол-во часов	Вид самостоятельной работы студента. Вид контроля	Литература и дидактический материал для выполнения самостоятельной работы	Самостоятельная работа студентов	Примечание
1	Электрическое поле	3	1. Проработка конспекта теоретических занятий; 2. Ответы на контрольные вопросы к параграфам разделов и темам учебника и учебных пособий. <i>Контроль работы над учебником и конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии</i>	1. Ярочкина Г. В. Основы электротехники: учеб. пособие для СПО. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2016	Подготовить доклад о вкладе русских ученых в электротехнику.	
2	Электрические цепи постоянного тока	3	1. Проработка конспекта теоретических занятий; 2. Составление тезауруса по теме		Подготовить сообщение о коротком замыкании в цепи переменного тока	
3	Магнитное поле	3	3. Ответы на контрольные вопросы к параграфам разделов и темам учебника и учебных пособий.		Составление тезауруса по теме	
4	Однофазные электрические цепи переменного тока	3	4. Решение расчётных задач по темам		Решение задач: Расчет электростатических цепей	

5	Трёхфазная система переменного тока	3	<i>Контроль работы над учебником и конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии</i>	2. Ярочкина Г. В. Контрольные материалы по электротехнике: учеб. пособие для СПО. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2016	Составление тезауруса по теме	
6	Электрические измерения	3			Составление тезауруса по теме	
7	Трансформаторы	3	1.Проработка конспекта теоретических занятий; 2. Составление тезауруса по теме <i>Контроль работы над учебником и конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии</i>		Составление тезауруса по теме	
8	Электрические машины постоянного тока	3	1.Проработка конспекта теоретических занятий; 2. Составление тезауруса по теме 3. Ответы на контрольные вопросы к параграфам разделов и темам учебника и учебных пособий. 4. Решение расчётных задач по темам		Описать практическое применение нелинейных элементов	
9	Электрические машины переменного тока	3			Составление тезауруса по теме	
10	Электрические и магнитные элементы автоматики	3			Составление тезауруса по теме	
11	Основы электропривода	3			<i>Контроль работы над учебником и конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии</i>	Составление тезауруса по теме
12	Охрана труда при эксплуатации электроустановок	2	1.Проработка конспекта теоретических занятий; 2. Ответы на контрольные вопросы к параграфам разделов и темам учебника и учебных пособий. <i>Контроль работы над учебником и</i>	5. Федорченко А. А. Электротехника с основами электроники:	Выучить организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в действующих электроустановках	

			<i>конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии</i>	учеб. - М.: Дашков и К*, 2014	напряжением до 1000 В	
13	Полупроводниковые приборы	3	1.Проработка конспекта теоретических занятий;		Подготовить сообщение на тему "Полупроводниковые материалы и их свойства"	
14	Электронные выпрямители	3	2. Составление тезауруса по теме		Составление тезауруса по теме	
15	Электронные усилители	3	3. Ответы на контрольные вопросы к параграфам разделов и темам учебника и учебных пособий.		Подготовить сообщение на тему «Современные устройства датчиков и их применение»	
16	Электронные генераторы и измерительные приборы	3	4. Решение расчётных задач по темам		Составление тезауруса по теме	
17	Интегральные схемы, микропроцессоры в микро ЭВМ	3	<i>Контроль работы над учебником и конспектом с помощью фронтального опроса на следующем занятии</i>		Записать в тетради этапы изготовления ИС	

Методические рекомендации по составлению конспекта

Конспект, план-конспект – это работа с другим источником. Цель – зафиксировать, переработать тот или иной научный текст.

Конспект представляет собой дословные выписки из текста источника. При этом конспект – это не полное переписывание чужого текста. Обычно при написании конспекта сначала прочитывается текст-источник, в нём выделяются основные положения, подбираются примеры, идёт перекомпоновка материала, а уже затем оформляется текст конспекта. Конспект может быть полным, когда работа идёт со всем текстом источника или неполным, когда интерес представляет какой-либо один или несколько вопросов, затронутых в источнике.

План-конспект представляет собой более детальную проработку источника: составляется подробный, сложный план, в котором освещаются не только основные вопросы источника, но и частные. К каждому пункту или подпункту плана подбираются и выписываются цитаты. Одним из наиболее распространенных является, так называемый текстуальный конспект, который представляет собой последовательную запись текста книги или лекции. Такой конспект точно передает логику материала и максимум информации.

Общую последовательность действий при составлении текстуального конспекта можно определить таким образом:

1. Уяснить цели и задачи конспектирования.
2. Ознакомится с текстом в целом: прочитать предисловие, введение, оглавление и выделить информационно значимые разделы текста.
3. Внимательно прочитать текст параграфа, главы и отметить информационно значимые места.
4. Составить конспект.

Методические рекомендации по решению задач

1. Главная цель решения задач – развить способности к самостоятельному мышлению и анализу, к самостоятельной творческой работе, развить понимание физических явлений и техническое мышление.
2. Развить умение и навыки применения теоретических знаний к решению практических вопросов.
3. Закрепить и углубить знания по изучаемому предмету.
4. Развить вычислительную технику.
5. Развить навыки работы со справочной и технической литературой.
6. Приобрести навыки оформления технических расчетов.

Основные положения методики решения задач

1. Записать условия задачи, составить расчетную схему (если это необходимо) и проанализировать физическую сущность задачи.
2. После того, как задача в общих чертах решена, перейти к её последовательному математическому решению:
 - вести решение по пунктам, указывая, что именно в данном пункте определяется;
 - каждый пункт должен содержать расчетную формулу, записанную в общем виде;
 - после вывода окончательной формулы необходимо перейти к численному решению;
 - перед подстановкой числовых данных необходимо все исходные величины привести к единым согласованным единицам измерения.
3. Анализ результата решения заключается в следующем:
 - попытке оценить правильность решения по правдоподобию числового результата;
 - в разборе возможных методов контроля решения;

- в анализе решения с точки зрения подтверждения определенных теоретических положений и технических приложений и практических выводов;
- в необходимости приведения результата к ГОСТам.

Решение задач

План работы

1. Ознакомиться с условиями задачи.
2. Выписать заданные физические величины (обозначения, единицы измерения)
3. Перевести физические величины в систему СИ.
4. Выписать физические величины, которые необходимо определить.
5. Составить план решения. Если это необходимо, то изобразить чертёж или схему цепи.
6. Выписать недостающие данные.
7. Записать основные формулы и вывести из них формулы, по которым можно определить неизвестные величины.
8. Определить неизвестные величины и единицы измерения.
9. Проанализировать полученные результаты.

Методика работы с книгой.

1. Прочитайте текст и определите проблему данной работы.

Запишите:

- название работы;
- автора;
- выходные данные.

2. Своими словами сформулируйте содержание, тему работы, то есть дайте краткую аннотацию.
3. Раскройте тему конкретными фактами из текста .

4. Сравните полученную информацию со знаниями по этой проблеме, запишите собственное мнение о прочитанном.
5. Запишите собственные предложения, где можно применять полученную информацию.
6. Перечитайте конспект, первоисточники и выявите существенные потери информации и выясните дополнения и уточнения.

Методика работы над опорным конспектом.

1. Внимательно прочитать весь текст.
2. Перечитать текст по частям (абзацам), выделить главное.
3. Разберитесь с тем, что означают новые термины, названия, используйте для этого кроме учебника, словари и справочники.
4. Тщательно изучите рисунки, схемы, фото, поясняющие данный текст.
5. Внесите в тетрадь записи важных определений, терминов, названий.
6. Составьте логическую цепочку материала текста.
7. Логическую цепочку и содержание материала изобразите в виде рисунков, схем, графиков, символов и т.д.

Методика работы над конспектом

1. Внимательно прочитайте текст.
2. Перечитайте текст по частям (абзацам), выделите главное.

3. Разберитесь с тем, что означают новые термины, названия, используя для этого, кроме учебника словари и справочники.
4. Тщательно изучите рисунки, схемы, фото, поясняющие заданный текст.
5. Составьте план изложения материала текста.
6. К каждому пункту плана выпишите основные определения, формулы, цитаты.

Методика работы над тезаурусом.

Тезаурус - это словарь, в котором максимально полно предоставлены слова с примерами их употребления в тексте.

План работы

1. Выписать заданные термины.
2. Найти их определения в словарях, справочниках, энциклопедиях.
3. Указать условные обозначения, если речь идет о физической величине или приборе.
4. Указать единицы измерения, если речь идет о физической величине.
5. Указать, каким прибором измеряется, если речь идет о физической величине.
6. Указать, для чего применяется, если речь идет о приборе.
7. Указать, где применяется, если речь идет о физическом явлении.
8. Составить предложение с рассматриваемым термином.

Методика изучения электрического прибора или какого-либо электрического устройства

1. Определение, условное обозначение. Кто и когда изобрел.
2. Устройство.

3. Принцип работы (если это возможно, вольтамперная характеристика).
4. Применение.
5. Маркировка.
6. Классификация.
7. Достоинства и недостатки прибора или устройства.
8. Примеры включения прибора или устройства в электрическую цепь.

Методика составления электрических схем

Схема - чертеж, на котором условными обозначениями показаны составные части установки и электрические связи.

1. Ознакомится с заданным условием.
2. Выписать условные обозначения заданных элементов по ГОСТу.
3. Выяснить, из скольких цепей будет состоять электрическая схема (силовая цепь, цепь управления, цепь сигнализации).
4. Определить, в какие цепи необходимо включить различные элементы устройств.
5. Составить схему цепи (карандашом по ГОСТу) с учетом изученных правил.
6. Объяснить работу составленной схемы.

Примечание: все контакты схемы изображают так, как они расположены в обесточенной цепи.

Методика составления кроссворда

1. Выписать ключевые слова темы, раздела или всего курса дисциплины.
2. Записать определения слов.
3. Пункты 1 и 2 можно не выполнять, если вы ранее составили тезаурус по темам дисциплины.
4. Записать буквы слов в клеточки по вертикали и горизонтали. Можно слова записать или только по вертикали, или только по горизонтали с выделением контрольного слова.
5. Работа пункта 4 является ответом к кроссворду.
6. Составить сетку кроссворда с указанием номеров строк и столбцов.
7. Записать определения закодированных слов. Вместо определений можно подобрать соответствующие рисунки.

Информационное обеспечение обучения. Перечень рекомендуемых учебных изданий, дополнительной литературы

Основные источники

1. Пантелеев В. Н. Основы автоматизации производства: учебник для СПО. – М.: Академия, 2018
2. Пантелеев В. Н. Основы автоматизации производства: учебник для НПО. . – М.: Академия, 2017
3. Пантелеев В. Н. Основы автоматизации производства. Лабораторные работы: учеб. пособие для НПО. - 2-е изд., стер. – М.: Академия,
4. Пантелеев В. Н. Основы автоматизации производства. Рабочая тетрадь к лабораторным работам: учеб. для НПО. - 2-е изд., перераб. – М.: Академия, 2015
5. Селевцов А.И. Автоматизация технологических процессов: учебник для СПО – 3-е изд. «Академия», 2015

Дополнительная литература:

1. Голубятников В. А. Автоматизация производственных процессов: учебник. – М.: Химия, 1985
2. Мелюшев Ю. К. Основы автоматизации химических производств.: учебник. – М.: Химия, 1982
3. Шкатов Е. Ф. Основы автоматизации технологических процессов: учебник. – М.: Химия, 1988

Приложение

Для оформления реферата использовать локальный акт областного государственного автономного образовательного учреждения среднего профессионального образования «Шебекинский техникум промышленности и транспорта» ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТОВ 2019г.

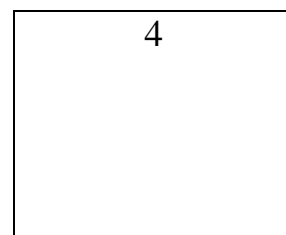
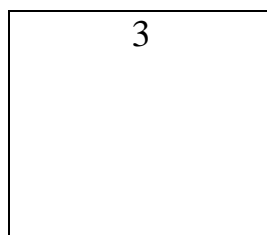
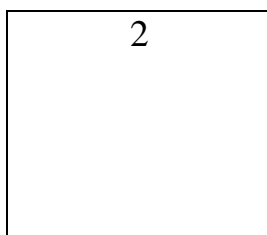
ФОРМАТ

Реферат оформляется на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210x297) без рамки и основной надписи. Объем реферата может колебаться в пределах 5-15 печатных страниц, без учета листов приложения.

Реферат следует выполнять:

- С применением ПК. Гарнитура шрифта основного текста— «Times New Roman», кегль (размер) от 12 до 14 пунктов, интервал 1,5. Цвет шрифта должен быть черным. Размеры полей (не менее): правое— 10 мм, верхнее, нижнее и левое— 20 мм. Формат абзаца: полное выравнивание («по ширине»), отступ— 8–12 мм, одинаковый по всему тексту.
- Рукописным - чернилами, пастой одного цвета (черного, синего, фиолетового), четким, аккуратным почерком.
- Содержание реферата, его объем определяется преподавателем (руководителем) в зависимости от конкретной работы.
- Заголовки разделов и подразделов следует печатать на отдельной строке с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Выравнивание по центру или по левому краю. Отбивка: перед заголовком— 12 пунктов, после — 6 пунктов.

НУМЕРАЦИЯ Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту вместе с приложениями. Титульный лист в общую нумерацию страниц не включается. Нумерация начинается со второго листа. Нумерация страниц располагается вверху посередине листа.



ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

В верхней части титульного листа пишется, в какой организации выполняется работа, далее буквами увеличенного кегля указывается тип («Реферат») и тема работы, ниже в правой половине листа — информация, кто выполнил и кто проверяет работу. В центре нижней части титульного листа пишется город и год выполнения.

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области

Областное государственное автономное образовательное учреждение среднего профессионального образования

«Шебекинский техникум строительства, промышленности и транспорта»

РЕФЕРАТ

по учебной дисциплине «_____»

на тему «_____»

Специальность _____

Выполнил студент гр. _____

Фамилия

Имя

Отчество

Проверил преподаватель

Оценка

Дата

Шебекино 2020 г.