

**Комплект
контрольно-оценочных средств
по профессиональному модулю
ПМ.01 Техническая эксплуатация теплотехнического оборудования и
систем тепло - и топливоснабжения
программы подготовки специалистов среднего звена по специальности
13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование**

Санкт-Петербург
2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт КОС по профессиональному модулю
2. Оценка освоения теоретического курса профессионального модуля
3. Оценка по учебной и (или) производственной практике
4. Контрольно-оценочные материалы для экзамена по профессиональному модулю

1. ПАСПОРТ

комплекта контрольно-оценочных средств по профессиональному модулю ПМ.01 Техническая эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения

1.1. Общие положения

Контрольно-оценочные средства (КОС) разработаны в соответствии с требованиями образовательной программы и Федерального государственного образовательного стандарта СПО по специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование, программы профессионального модуля ПМ.01 Техническая эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения

КОС предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу профессионального модуля (ПМ.01 Техническая эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения

для специальности СПО 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование в части освоения основного вида деятельности:

- Техническая эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения

Формой аттестации является экзамен по профессиональному модулю (6 семестр).

Итогом экзамена является однозначное решение: «основной вид деятельности «освоен / не освоен».

1.2. Формы контроля и оценивания элементов профессионального модуля

Элемент модуля	Форма контроля и оценивания
	Формы промежуточной аттестации
МДК 01.01 Водоподготовка	Экзамен (5 семестр)
МДК 01.02 Котельные установки	Контрольная работа (5 семестр) диф.зачет (6 семестр) Курсовой проект (6 семестр)
МДК 01.03 Системы топливоснабжения	Диф. зачет (5 семестр)
МДК 01.04 Теплотехнические измерения и автоматизация	диф.зачет (5 семестр)
МДК 01.05 Теплотехническое оборудование	Экзамен (5 семестр)
МДК 01.06 Системы теплоснабжения	Экзамен (6 семестр)
МДК 01.07 Тепловые двигатели	Экзамен (6 семестр)
УП.01.01 Учебная практика	диф.зачет 4 семестр
ПМ.01 Техническая эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло-и топливоснабжения	экзамен по профессиональному модулю) 6 семестр

1.3. Требования к результатам освоения программы профессионального модуля

Код и наименование ПК и ОК	Код и наименование основных показателей оценки результатов (ОПОР)	Код и наименование практического опыта	Код и наименование умений	Код и наименование знаний
ПК 1.1 Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения	ОПОР 1. Правильное выполнение действий (операций) по подготовке к пуску и остановке теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения, в соответствии с инструкциями пуска и остановки. Точное выполнение требований инструкции по эксплуатации после пуска и остановки оборудования. Полное выполнение требований режимной карты по несению нагрузки на работающем оборудовании. Проверка правильности сборки схем электроприводов, блокировок и защит теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения, согласно инструкциям по эксплуатации.	ПО 1. иметь практический опыт: безопасной эксплуатации: теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения. систем автоматики, управления, сигнализации и защиты теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения; приборов для измерения и учета тепловой энергии и энергоресурсов; ;	У 1. уметь выполнять: безопасный пуск, останов и обслуживание во время работы теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения; У 2. уметь: техническое освидетельствование теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения	З 1. знать: устройство, принцип действия и характеристики: основного и вспомогательного теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения, тепловых двигателей; З 2. знать: правила: технической эксплуатации теплотехнического оборудования, тепловых энергоустановок, безопасности систем газораспределения и газопотребления, систем тепло- и топливоснабжения; ведения технической документации в процессе эксплуатации теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения;
ПК 1.2 Управлять режимами работы	ОПОР 2 Правильная	ПО 2. иметь практический	У 3. уметь:	З 3. знать:

<p>теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения</p>	<p>последовательность выполнения действий по остановке, включению в работу и изменению нагрузки теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения, в соответствии с заданными условиями. Точность выбора оптимального режима работы оборудования в соответствии с заданной нагрузкой. Правильная последовательность проведения мероприятия, согласно инструкции по эксплуатации, для восстановления штатных параметров по приборам КИП. Точность изменения температуры теплоносителя в зависимости от заданных параметров потребления.</p>	<p>опыт: безопасной эксплуатации: систем автоматики, управления, сигнализации и защиты теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения; приборов для измерения и учета тепловой энергии и энергоресурсов; контроля и управления: режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения системами автоматического регулирования процесса производства, транспорта и распределения тепловой энергии ,бесперебойн ого теплоснабжения и контроля над гидравлическим и тепловым режимом тепловых сетей</p>	<p>выполнять: автоматическое и ручное регулирование процесса производства, транспорта и распределения тепловой энергии;</p>	<p>устройство, принцип действия и характеристики: приборов и устройств для измерения параметров теплоносителей, расхода и учета энергоресурсов и тепловой энергии; правила: устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов, трубопроводов пара и горячей воды, сосудов, работающих под давлением; 3 4. знать: основные положения федеральных законов от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации";</p>
--	---	--	---	---

		ПО 3. иметь практический опыт: организации процессов: выполнения работ по повышению энергоэффективности теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения; внедрения энергосберегающих технологий в процессы производства, передачи и распределения тепловой энергии;		
ПК 1.3 Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения	ОПОР 3. Точная последовательность проведения обходов и осмотров теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения с целью раннего обнаружения дефектов, согласно утвержденных графиков. Четкое выполнение действий при остановке аварийного оборудования, согласно инструкции по безопасной эксплуатации. Правильное выполнение	ПО 4. иметь практический опыт: безопасной эксплуатации: эксплуатации теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения; ПО 5. контроля и управления: режимами работы	У 4 уметь выполнять: безопасный пуск, останов и обслуживание во время работы теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения; техническое освидетельствование теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения; выбор по данным расчета тепловых схем основного и вспомогательного оборудования	З 5. знать устройство, принцип действия и характеристики: основного и вспомогательного теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения, тепловых двигателей; правила: ведения технической документации в процессе эксплуатации теплотехнического оборудования тепловых сетей; З 6.

	действий по перераспределению нагрузки при аварийных отключениях, согласно инструкции по эксплуатации. Правильность проведения инструментальной диагностики быстро изнашивающихся и работающих на предельных параметрах элементов оборудования, согласно инструкциям по эксплуатации.	теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения; ПО 6. иметь практический опыт: оформления технической документации в процессе эксплуатации теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения. ПО 7. иметь практический опыт: чтения, составления и расчеты принципиальных тепловых схем ТЭС, котельных и систем тепло- и топливоснабжения		знать: методики: теплового и аэродинамического расчета котельных агрегатов; гидравлического и механического расчета тепловых сетей и газопроводов; теплового расчета тепловых сетей; З 7. знать: требования нормативных правовых актов (СНиП, ГОСТ, СП) к теплотехническому оборудованию системам тепло- и топливоснабжения;
ОК1 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	ОПОР 4 Активность, инициативность студента в процессе освоения программы модуля Эффективность и качество выполненной	ПО 1. иметь практический опыт: безопасной эксплуатации: теплотехнического оборудования и	У 1. уметь выполнять: безопасный пуск, останов и обслуживание во время работы теплотехнического оборудования систем тепло- и	З 1. знать: устройство, принцип действия и характеристики: основного и вспомогательного теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения, тепловых двигателей;

	самостоятельной работы Участие в конкурсах профессионального мастерства, олимпиадах и т.п.	систем тепло- и топливоснабжения. систем автоматики, управления, сигнализации и защиты теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения; приборов для измерения и учета тепловой энергии и энергоресурсов; ;	топливоснабжения; У 2. уметь: техническое освидетельствование теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения	З 2. знать: правила: технической эксплуатации теплотехнического оборудования, тепловых энергоустановок, безопасности систем газораспределения и газопотребления, систем тепло- и топливоснабжения; ведения технической документации в процессе эксплуатации теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения; З 3. знать: устройство, принцип действия и характеристики: приборов и устройств для измерения параметров теплоносителей, расхода и учета энергоресурсов и тепловой энергии; правила: устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов, трубопроводов пара и горячей воды, сосудов, работающих под давлением; З 5. знать устройство, принцип действия и характеристики: основного и вспомогательного теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения, тепловых двигателей; правила: ведения технической документации в
--	---	--	--	--

				процессе эксплуатации теплотехнического оборудования тепловых сетей;
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализ и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	ОПОР 5 Скорость, техничность и результативность поиска информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития Адекватность использования различных источников, включая электронные	ПО 3. иметь практический опыт: организации процессов: выполнения работ по повышению энергоэффективности теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения; внедрения энергосберегающих технологий в процессы производства, передачи и распределения тепловой энергии;	У 2. уметь: техническое освидетельствование теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения У 4 уметь выполнять: безопасный пуск, останов и обслуживание во время работы теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения; техническое освидетельствование теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения; выбор по данным расчета тепловых схем основного и вспомогательного оборудования	З 4. знать: основные положения федеральных законов от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"; З 7. знать: требования нормативных правовых актов (СНиП, ГОСТ, СП) к теплотехническому оборудованию системам тепло- и топливоснабжения
ОК 03. Планировать и реализовывать	ОПОР 6 Адекватность поставленных задач профессионального и	ПО 6. иметь практический опыт:	У 3. уметь: выполнять:	З 2. знать: правила:

<p>собственное профессиональное и личностное развитие предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях</p>	<p>личностного развития собственным возможностям и способностям.</p> <p>Умение постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач;</p> <p>Своевременность сдачи практических заданий, отчетов по практике;</p> <p>Рациональность распределения времени при выполнении практических работ с соблюдением норм и правил внутреннего распорядка.</p>	<p>оформления технической документации в процессе эксплуатации теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.</p> <p>ПО 7.</p> <p>иметь практический опыт:</p> <p>чтения, составления и расчеты принципиальных тепловых схем ТЭС, котельных и систем тепло- и топливоснабжения</p>	<p>автоматическое и ручное регулирование процесса производства, транспорта и распределения тепловой энергии;</p> <p>У 4</p> <p>уметь</p> <p>выполнять:</p> <p>безопасный пуск, останов и обслуживание во время работы теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения;</p> <p>техническое освидетельствование теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения;</p> <p>выбор по данным расчета тепловых схем основного и вспомогательного оборудования</p>	<p>технической эксплуатации теплотехнического оборудования, тепловых энергоустановок, безопасности систем газораспределения и газопотребления, систем тепло- и топливоснабжения;</p> <p>ведения технической документации в процессе эксплуатации теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения;</p> <p>З 4.</p> <p>знать:</p> <p>основные положения федеральных законов от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации";</p>
<p>ОК 04.Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде</p>	<p>ОПОР 7</p> <p>Ясность и аргументированность изложения собственного мнения</p> <p>Правильность выбора стратегии поведения при организации работы в команде</p>	<p>ПО 2.</p> <p>иметь практический опыт:</p> <p>безопасной эксплуатации: систем автоматики, управления, сигнализации и защиты</p>	<p>У 1.</p> <p>уметь</p> <p>выполнять:</p> <p>безопасный пуск, останов и обслуживание во время работы теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения;</p>	<p>З 5.</p> <p>знать</p> <p>устройство, принцип действия и характеристики:</p> <p>основного и вспомогательного теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения, тепловых двигателей;</p> <p>правила:</p>

	<p>Результативность взаимодействия с коллегами, руководством, потребителями</p>	<p>теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения; приборов для измерения и учета тепловой энергии и энергоресурсов; контроля и управления: режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения системами автоматического регулирования процесса производства, транспорта и распределения тепловой энергии ,бесперебойн ого теплоснабжения и контроля над гидравлическим и тепловым режимом тепловых сетей</p> <p>ПО 3.</p> <p>иметь практический опыт:</p> <p>организации процессов:</p> <p>выполнения работ по</p>		<p>ведения технической документации в процессе эксплуатации теплотехнического оборудования тепловых сетей;</p> <p>З 6.</p> <p>знать:</p> <p>методики:</p> <p>теплового и аэродинамического расчета котельных агрегатов; гидравлического и механического расчета тепловых сетей и газопроводов;</p> <p>теплового расчета тепловых сетей;</p>
--	---	--	--	---

		<p>повышению энергоэффективности теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения; внедрения энергосберегающих технологий в процессы производства, передачи и распределения тепловой энергии;</p>		
<p>ОК05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста</p>	<p>ОПОР 8 Использование механизмов создания и обработки текста, а также ведение деловых бесед, участие в совещаниях, деловая телефонная коммуникация</p>	<p>ПО 6. иметь практический опыт: оформления технической документации в процессе эксплуатации теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения. ПО 7. иметь практический опыт: чтения, составления и расчеты принципиальных тепловых схем ТЭС, котельных и систем тепло- и</p>	<p>У5 выполнять тепловой и аэродинамический расчет котельных агрегатов</p>	<p>З 6. знать: методики: теплового и аэродинамического расчета котельных агрегатов; гидравлического и механического расчета тепловых сетей и газопроводов; теплового расчета тепловых сетей; З 7. знать: требования нормативных правовых актов (СНиП, ГОСТ, СП) к теплотехническому оборудованию системам тепло- и топливоснабжения</p>

		топливоснабжения		
<p>ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях</p>	<p>ОПОР 9 Обоснованность принятия решения в стандартных и нестандартных профессиональных задачах</p>	<p>ПО 2. иметь практический опыт: безопасной эксплуатации: систем автоматики, управления, сигнализации и защиты теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения; приборов для измерения и учета тепловой энергии и энергоресурсов; контроля и управления: режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения системами автоматического регулирования процесса производства, транспорта и распределения тепловой энергии ,бесперебойн ого теплоснабжения и</p>	<p>У 3. уметь: выполнять: автоматическое и ручное регулирование процесса производства, транспорта и распределения тепловой энергии;</p>	<p>З 3. знать: устройство, принцип действия и характеристики: приборов и устройств для измерения параметров теплоносителей, расхода и учета энергоресурсов и тепловой энергии; правила: устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов, трубопроводов пара и горячей воды, сосудов, работающих под давлением;</p>

		контроля над гидравлическим и тепловым режимом тепловых сетей		
ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках;	ОПОР 10 Результативность поиска информации с помощью информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.	<p>ПО 1. иметь практический опыт: безопасной эксплуатации: теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения. систем автоматики, управления, сигнализации и защиты теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения; приборов для измерения и учета тепловой энергии и энергоресурсов;</p> <p>ПО 3. иметь практический опыт: организации процессов: выполнения работ по повышению энергоэффективности теплотехнического</p>	<p>У 1. уметь выполнять: безопасный пуск, останов и обслуживание во время работы теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения;</p> <p>У 2. уметь: техническое освидетельствование теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения</p>	<p>З 4. знать: основные положения федеральных законов от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации";</p> <p>З 5. знать устройство, принцип действия и характеристики: основного и вспомогательного теплотехнического оборудования систем тепло- и топливоснабжения, тепловых двигателей; правила: ведения технической документации в процессе эксплуатации теплотехнического оборудования тепловых сетей;</p> <p>З 7. знать: требования нормативных правовых актов (СНиП, ГОСТ, СП) к теплотехническому оборудованию системам тепло- и топливоснабжения</p>

		оборудования и систем тепло- и топливоснабжения; внедрения энергосберегающих технологий в процессы производства, передачи и распределения тепловой энергии;		
--	--	---	--	--

1.4. Распределение основных показателей оценки результатов по видам аттестации

Код и наименование компетенции	Основные показатели оценки результатов	Форма промежуточной аттестации							
		МДК 01.01.Во доподгот овка	МДК 01.02 Котельные установки	МДК 01.03 Системы топливоснаб жения	МДК 01.04 Теплотехническ ие измерения и автоматизация	МДК 01.05Тепл отехничес кое оборудов ание	МДК 01.06 Системы теплоснабже ния	МДК 01.01.07 Тепловые двигатели	УП
		ДЗ/Э	ДЗ/Э	ДЗ/Э	ДЗ/Э	ДЗ/Э	ДЗ/Э	ДЗ/Э	ДЗ
ПК 1.1 Осуществлять пуск и останов теплотехничес кого оборудования	ОПОР 1. Правильное выполнение действий (операций) по подготовке к пуску и остановке теплотехническог	Э	З	З	З	Э	Э	Э	З

и систем тепло- и топливоснабжения	о оборудования и систем тепло и топливоснабжения , в соответствии с инструкциями пуска и остановки. Точное выполнение требований инструкции по эксплуатации после пуска и остановки оборудования. Полное выполнение требований режимной карты по несению нагрузки на работающем оборудовании. Проверка правильности сборки схем электроприводов, блокировок и защит теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения , согласно инструкциям по эксплуатации.								
ПК 1.2 Управлять режимами работы теплотехнического оборудования	ОПОР 2 Правильная последовательность выполнения действий по остановке, включению в	Э	З Курсовой проект	З	З	Э	Э	Э	З

и систем тепло- и топливоснабжения	работу и изменению нагрузки теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения, в соответствии с заданными условиями. Точность выбора оптимального режима работы оборудования в соответствии с заданной нагрузкой. Правильная последовательность проведения мероприятия, согласно инструкции по эксплуатации, для восстановления штатных параметров по приборам КИП. Точность изменения температуры теплоносителя в зависимости от заданных параметров потребления.								
ПК 1.3 Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий	ОПОР 3. Точная последовательность проведения обходов и осмотров теплотехнического оборудования и	Э	З Курсовой проект	З	З	Э	Э	Э	З

теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения	систем тепло и топливоснабжения с целью раннего обнаружения дефектов, согласно утвержденных графиков. Четкое выполнение действий при остановке аварийного оборудования, согласно инструкции по безопасной эксплуатации. Правильное выполнение действий по перераспределению нагрузки при аварийных отключениях, согласно инструкции по эксплуатации. Правильность проведения инструментальной диагностики быстро изнашивающихся и работающих на предельных параметрах элементов оборудования, согласно инструкциям по эксплуатации.								
ОК1 Выбирать способы	ОПОР 4 Активность,								

решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	инициативность студента в процессе освоения программы модуля Эффективность и качество выполненной самостоятельной работы Участие в конкурсах профессионального мастерства, олимпиадах и т.п.	Э	3 Курсовой проект	3	3	Э	Э	Э	3
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализ и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	ОПОР 5 Скорость, техничность и результативность поиска информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития Адекватность использования различных источников, включая электронные	Э	3 Курсовой проект	3	3	Э	Э	Э	3
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное	ОПОР 6 Адекватность поставленных задач профессионального и личностного	Э	3 Курсовой проект	3	3	Э	Э	Э	3

развитие предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	развития собственным возможностям и способностям. Умение постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач; Своевременность сдачи практических заданий, отчетов по практике; Рациональность распределения времени при выполнении практических работ с соблюдением норм и правил внутреннего распорядка.								
ОК 04.Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	ОПОР 7 Ясность и аргументированность изложения собственного мнения Правильность выбора стратегии	Э	3 Курсовой проект	3	3	Э	Э	Э	3

	поведения при организации работы в команде Результативность взаимодействия с коллегами, руководством, потребителями								
ОК05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	ОПОР 8 Использование механизмов создания и обработки текста, а также ведение деловых бесед, участие в совещаниях, деловая телефонная коммуникация	Э	3 Курсовой проект	3	3	Э	Э	Э	3
ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменениях климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	ОПОР 9 Обоснованность принятия решения в стандартных и нестандартных профессиональных задачах	Э	3 Курсовой проект	3	3	Э	Э	Э	3
ОК 09	ОПОР 10								

Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках;	Результативность поиска информации с помощью информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.	Э	З Курсовой проект	З	З	Э	Э	Э	З
		Э	З Курсовой проект	З	З	Э	Э	Э	З

2. ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Основной целью оценки теоретического курса профессионального модуля является оценка умений и знаний.

Оценка теоретического курса профессионального модуля осуществляется с использованием следующих оценочных средств: устный опрос, тестирование, практические задания, лабораторные работы, курсовой проект

2.1 Задания для оценки освоения МДК 01.01 Водоподготовка

Перечень практических занятий и лабораторных работ:

- 1. Практическое занятие №1 (семинар).** Проанализировать щелочноземельные отложения в котлах, теплообменниках.

Цель: закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни; ознакомиться механизмом отложения щелочноземельные отложения в котлах. Студент должен уметь: предотвращать образование отложения щелочноземельные отложения в котлах, знать механизм отложения щелочноземельных отложений в котлах.

Причины образования отложений в теплообменных аппаратах.

Различные примеси, содержащиеся в нагреваемой и испаряемой воде, могут выделяться в твердую фазу на внутренних поверхностях парогенераторов, испарителей, паропреобразователей и конденсаторов паровых турбин в виде накипи, а внутри водяной массы в виде взвешенного шлама. Нельзя, однако, провести четкую границу между накипью и шламом, так как вещества, отлагающиеся на поверхности нагрева в форме накипи, могут с течением времени превращаться в шлам и наоборот, шлам при некоторых условиях может прикипать к поверхности нагрева, образуя накипь. Из элементов парогенератора загрязнению внутренних поверхностей больше всего подвержены обогреваемые экранные трубы. Образование отложений на внутренних поверхностях парообразующих труб влечет за собой ухудшение теплопередачи и как следствие опасный перегрев металла труб. Радиационные поверхности нагрева современных парогенераторов интенсивно обогреваются топочным факелом. Плотность теплового потока в них достигает 600–700 кВт/м², а местные тепловые потоки могут быть еще выше. Поэтому даже кратковременное ухудшение коэффициента теплоотдачи от стенки к кипящей воде приводит к столь значительному росту температуры стенки трубы (500–600 °С и выше), что прочность металла может оказаться недостаточной, чтобы

выдержать возникшие в нем напряжения. Следствием этого являются повреждения металла, характеризующиеся появлением отдулин, а нередко и разрывом труб.

2. Практическое занятие №2 (семинар). Проанализировать железосодержащие силикатные отложения.

Цель: закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни; ознакомиться с образованием железосодержащих силикатных отложений в котле.

Студент должен уметь: предотвращать образование железосодержащих силикатных отложений в котле, знать механизм отложения железосодержащих силикатных отложений в котле.

Металлы и сплавы, употребляемые для изготовления теплоэнергетического оборудования, обладают способностью вступать во взаимодействие с соприкасающейся с ними средой (вода, пар, газы), содержащей те или иные коррозионно -агрессивные примеси (кислород, угольная и другие кислоты, щелочи и др.). Существенным для нарушения нормальной работы парового котла является взаимодействие растворенных в воде веществ с обмыванием его металлом, в результате чего происходит разрушение металла, которое при известных размерах приводит к авариям и выходу из строя отдельных элементов котла. Такие разрушения металла окружающей средой называются коррозией. Коррозия всегда начинается с поверхности металла и постепенно распространяется в глубь. В настоящее время различают две основные группы коррозионных явлений: химическая и электрохимическая коррозия. К химической коррозии относятся разрушения металла в результате его непосредственного химического взаимодействия с окружающей средой. В теплосиловом хозяйстве примерами химической коррозии являются: окисление наружной поверхности нагрева горячими дымовыми газами, коррозия стали перегретым паром (так называемая пароводяная коррозия), разъедание металла смазочными материалами и др. Электрохимическая коррозия, как показывает ее название, связана не только с химическими процессами, но и с передвижением

электронов во взаимодействующих средах, т.е. с появлением электрического тока. Эти процессы происходят при взаимодействии металла с растворами электролитов, что и имеет место в паровом котле, в котором циркулирует котловая вода, представляющая собой раствор распавшихся на ионы солей и щелочей. Электрохимическая коррозия протекает также при контактировании металла с воздухом (при обычной температуре), содержащем всегда пары воды, которые конденсируясь на поверхности металла в виде тончайшей пленки влаги, создают условия для протекания электрохимической коррозии.

3. Практическое занятие №3 (семинар). Проанализировать методы удаления отложений с поверхности нагрева.

Цель: закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни; ознакомиться с методами удаления отложений с поверхности нагрева.

Студент должен: уметь классифицировать методы удаления отложений с поверхности нагрева, знать основные физические и химические процессы удаления отложений с поверхности нагрева.

Внутренняя очистка поверхностей котлов производится для удаления солей, выпадающих из воды и отлагающихся на стенках барабанов, коллекторов и труб. Выпадение солей происходит при нагревании и испарении воды, причем в некоторых случаях выпадающие соли равномерно покрывают внутренние стенки котла плотной и трудноотделимой коркой, которая называется накипью. В котлах встречается твердая, вязкая и рыхлая накипь. Наиболее опасной является вязкая накипь, обладающая низкой теплопроводностью. Наличие слоя накипи затрудняет теплопередачу от газов к воде. В некоторых случаях слой накипи толщиной 0,2 мм может вызвать недопустимый перегрев стенок труб и образование выпучип или пережог металла. На внутренней поверхности экранных труб котлов высокого давления, особенно в зоне максимальных

тепловых напряжений, появляются отложения накипи, которые могут привести к появлению свищей и к развитию интенсивной подшламовой коррозии, чаще всего около сварных соединений. Отложения образуются в результате нарушения водного режима.

4. Практическое занятие №4 (семинар). Изучить химический способ очистки поверхности нагрева.

Цель: закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни; ознакомиться с химическими методами удаления отложений с поверхности нагрева.

Студент должен: уметь проводить химический способ очистки поверхности нагрева, знать основные химические способы очистки поверхности нагрева от отложений.

Химические технологии, помогающие в удалении отложений котлового камня. Очистка нагревательной поверхности от отложений в котле химическим способом достигается путем полного растворения отложений либо только их размягчением и отслоением от поверхности, а затем удалением сильной струей воды. На практике, как правило, эти два метода применяются в комплексе, вначале используют растворы, которые преобразуют отложения (если не полностью, то, по крайней мере, частично) в растворимые соли и вызывают тем самым нарушение их структуры и отслоение от поверхности. Затем оставшиеся, раздробленные с нарушенной структурой отложения отрываются с помощью сопел, работающих под давлением (рекомендуемое рабочее давление в наконечнике сопла составляет около 1000 бар). Основными реагентами при химической очистке могут быть минеральные кислоты, органические кислоты, комплексоны, щелочи, либо препараты, представляющие собой смесь вышеуказанных веществ. Соответственно, возможны методы очистки котлов: щелочные, комплексоны и кислотные, последние в свою очередь могут быть с применением ингибированных органических кислот, ингибированных неорганических кислот или смеси органических и неорганических кислот с ингибиторами коррозии. К наиболее популярным относятся методы с применением неорганических кислот: соляной, сульфаминовой, лимонной. На практике для котлов, изготовленных на базе стали и чугуна, чаще всего применяют растворы, основа которых представляет собой

соляную либо сульфаминовую кислоту, с добавлением ингибитора коррозии.

5. Практическое занятие 5 (семинар). Изучить методы получения чистого пара.

Цель: закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни; ознакомиться с методами получения чистого пара.

Студент должен уметь классифицировать методы получения чистого пара, знать основные методы получения чистого пара.

Термическая деаэрация.

Удаление растворенных коррозионно-агрессивных газов (CO_2 и др.) из питательной воды парового котла, испарителей паропреобразователей является заключительной стадией водоподготовки. В основном присутствие газов в водных потоках связано с неизбежным поступлением в цикл определенных количеств воздуха, приносящих с собой кислород. Установку для удаления газов называют деаэратором. Термическая деаэрация воды основана на законе распределения вещества между фазами. Она обеспечивается в условиях парообразования воды или конденсации водяного пара. Численное значение давления в пространстве над водой не влияет на эффект деаэрации. Поэтому термическую деаэрацию можно осуществить при давлении как выше, так и ниже атмосферного, если температура воды равна температуре кипения при данном давлении.

Сульфитирование.

Достоинство: хорошо растворим в воде, безвреден. Недостаток-увеличение солесодержания питательной воды на 12 мг на 1 мг растворенного кислорода.

Чтобы это повышение не было слишком большим, сульфитирование питательной воды применяется для связывания остатков кислорода после термических деаэраторов, т.е. дообескислороживание воды. В этом случае при температуре воды выше 100°C реакция окисления сульфита натрия протекает с высокой скоростью при его минимальном избытке не более 2 мг/л. Ввод Na_2SO_3 должен осуществляться непрерывно и автоматически в питательную магистраль пропорционально расходу воды и концентрации растворенного в ней кислорода с помощью шайбового или мембранного дозатора.

6. Практическое занятие 6 (семинар). Изучить периодическую чистку котельного оборудования.

Цель: закрепить пройденный материал; успешно использовать приобретенные умения в реальной жизни; ознакомиться с периодической чисткой котельного оборудования.

Студент должен: уметь осуществлять периодическую чистку котельного оборудования, знать методику периодической чистки котельного оборудования.

Требования к технологии и схеме очистки

Появления неплотностей при химической очистке котла. Схема очистки должна обеспечивать эффективность очистки поверхностей нагрева, полноту удаления растворов, шлама и взвеси из котла. Очистку котлов по циркуляционной схеме следует проводить со скоростями движения моющего раствора и воды, обеспечивающими указанные условия. При этом должны учитываться конструктивные особенности котла, местонахождение конвективных пакетов в водяном тракте котла и наличие большого количества горизонтальных труб малого диаметра с многократными изгибами на 90 и 180°. Выбор моющего раствора производится в зависимости от степени загрязненности очищаемых поверхностей нагрева котла, характера и состава отложений. Для разработки технологического режима очистки образцы вырезанных из котла труб с отложениями обрабатываются в лабораторных условиях выбранным раствором с поддержанием оптимальных показателей моющего раствора. В качестве моющего реагента используется в основном соляная кислота. Это объясняется ее высокими моющими свойствами, позволяющими очистить от любого типа отложения поверхности нагрева даже с высокой удельной загрязненностью, а также не дефицитностью реагента. Серная кислота применяется для очистки поверхностей нагрева от железистых отложений с содержанием в них кальция не более 10%. В качестве моющего раствора для удаления железистых (в которых кальция менее 10%) отложений в количестве не более 800- 1000 г/м² можно рекомендовать также смесь разбавленного раствора серной кислоты (концентрация менее 2%) с гидрофторидом аммония (такой же концентрации). Такая смесь характеризуется

повышенной по сравнению с серной кислотой скоростью растворения отложений. Особенностью этого метода очистки является необходимость периодически добавлять серную кислоту для поддержания pH раствора на оптимальном уровне 3,0-3,5 и для предотвращения образования соединений гидроокиси железа. К недостаткам методов с использованием серной кислоты можно отнести образование большого количества взвеси в моющем растворе в процессе очистки и меньшую по сравнению с соляной кислотой скорость растворения отложений. При загрязненности поверхностей нагрева отложениями карбонатно-железоокисного состава в количестве до 1000 г /м² могут использоваться сульфаминовая кислота в две стадии. При использовании всех кислот необходимо введение в раствор ингибиторов коррозии, защищающих металл котла от коррозии в условиях применения данной кислоты (концентрация кислоты, температура раствора, наличие движения моющего раствора). Для химических очисток используется, как правило, ингибированная соляная кислота, в которую на заводе-поставщике введен один из ингибиторов коррозии ПБ-5, КИ-1, В-1 (В-2). При приготовлении моющего раствора этой кислоты дополнительно должен вводиться ингибитор уротропин. При загрязненности выше 1500 г/м² или при наличии в отложениях кремнекислоты или сульфатов более 10% рекомендуется проведение щелочения перед кислотной обработкой или между кислотными стадиями. Щелочение проводят обычно между кислотными стадиями раствором едкого натра или смеси его с кальцинированной содой. Добавление к едкому натру кальцинированной соды в количестве 1-2% повышает эффект разрыхления и удаления сульфатных отложений.

7. Практическое занятие 7 (семинар). Анализировать коррозию паровых котлов, трубопроводов.

Цель: закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни; ознакомиться с коррозией паровых котлов.

Студент должен: уметь анализировать коррозию паровых котлов, трубопроводов, знать коррозию паровых котлов, трубопроводов.

Коррозия является одним из видов разрушения металла паровых котлов. Различают два вида коррозионных процессов: химические и электрохимические. В первом случае происходит процесс химического взаимодействия металла с окружающей средой, во втором - коррозия является результатом действия гальванических (коррозионных) пар, возникающих на поверхности металла при контакте его с водной средой. Коррозия металла носит общий и локальный характер. При коррозии общей вся соприкасающаяся с агрессивной средой поверхность нагрева подвергается разъеданию, равномерно уменьшаясь с внутренней или наружной стороны труб. В случае локальной коррозии разрушение металла происходит на отдельных участках поверхности. Локальная коррозия в котлах может быть язвенной, точечной, межкристаллитной и транскристаллитной. При протекании локальной коррозии оборудование значительно быстрее выходит из строя, чем при общей равномерной коррозии, несмотря на меньшие по абсолютному значению потери металла. Коррозии подвержены обе стороны поверхности: внутренняя — со стороны рабочей среды (воды, пара, воздуха) и наружная — со стороны дымовых газов (теплоносителя). Так как видов коррозии, наблюдаемых в эксплуатации, множество, то в методических целях сделана попытка их систематизации. Продукты коррозии конструкционных материалов (оксиды железа, меди) частично остаются на прокорродировавшем металле, а частично переходят в воду и при определенных условиях откладываются на других элементах оборудования. Эти отложения зачастую представляют значительные термические сопротивления, вследствие чего температура металла под ними может подниматься до недопустимого уровня. В практике эксплуатации теплосилового оборудования электростанций наиболее часто встречается коррозия, вызываемая электрохимическими процессами, состоящими в том, что на участках, именуемых анодами, металл будет переходить в раствор в виде двухвалентного иона Fe^{2+} . Остающиеся в металле свободные электроны «e» будут по металлу перемещаться на участки с более положительным потенциалом, которые называются катоды. Для протекания электрохимического процесса коррозии необходимо, чтобы свободные (нескомпенсированные) электроны непрерывно удалялись с катодных участков. В противном случае происходит выравнивание потенциалов электродов, и процесс коррозии прекращается. Уменьшение начальной разности потенциалов электродов гальванического коррозионного элемента, приводящие к уменьшению

интенсивности коррозии, называется поляризацией. Электродные процессы, уменьшающие поляризацию, то есть интенсифицирующие коррозию, называются деполяризацией, а вещества, способствующие деполяризации, деполяризаторами. Роль деполяризаторов могут выполнять окислители различного рода, то есть вещества, способные присоединять электрон. В условиях водного режима котельных установок роль деполяризаторов чаще всего выполняют растворённые в воде кислород (кислородная деполяризация) или ионы водорода (водородная деполяризация). Чаще всего эти катодные процессы протекают параллельно, если для этого существуют необходимые условия (гальванических элементов). В таких системах, как и в обычных гальванических элементах из анода и катода в растворе электролита происходит движение катионов к катоду и анионов к аноду, что делает электрическую цепь элемента замкнутой. Следовательно, для протекания электрохимического коррозионного процесса необходимо возникновение гальванической пары, то есть двух участков на поверхности металлов с различными потенциалами, а так же электролита, в который погружены эти участки металла и деполяризаторов. Если не выполнено хотя бы одно из этих условий, то возможность протекания процессов коррозии исключается. Результатом электрохимической коррозии с кислородной деполяризацией является образование гидроокиси железа $\text{Fe}(\text{OH})_2$, которая растворённым в воде кислородом переводится в гидроокись железа. Скорость коррозии может быть выражена массой металла, разрушенного за 1 год (8760 ч) на 1 м^2 его поверхности. Ее можно также выразить глубиной проникания коррозионных повреждений в толщу металла мм/год. Среди различных видов электрохимической коррозии наибольшую опасность для паровых котлов представляет межкристаллитная коррозия, отличительной особенностью которой является то, что металл разрушается по границам кристаллитов (зёрен). Эти разрушения проявляются вначале в виде весьма мелких не видимых невооруженным глазом трещин, проходящих по границам кристаллитов. Межкристаллитная коррозия возникает при одновременном действии следующих трех факторов: высоких растягивающих напряжений в металле; не плотностей в заклепочных швах и вальцовочных соединениях; агрессивных свойств котловой воды. Если один из этих факторов отсутствует, то межкристаллитная коррозия маловероятна.

8. Практическое занятие 8 (семинар). Определить коррозию при стоянке оборудования.

Цель: закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни, ознакомиться с коррозией при стоянке оборудования..

Студент должен: уметь определять коррозию при стоянке оборудования, знать основные физические и химические процессы коррозии при стоянке оборудования.

Консервация паровых котлов.

При любых остановках котлов со снижением давления среды до атмосферного и возможностью попадания в него кислорода воздуха и конденсации влаги протекает стояночная коррозия. Средняя скорость коррозии при температуре 20°C составляет 0,05 г/(м²·ч). При останове котлов для защиты от стояночной коррозии проводится их консервация. При останове на срок до 15 ч прямоточных котлов или до 1 суток барабанных котлов рекомендуется проводить консервацию методом избыточного давления, а на срок до 5 суток - путем сухого останова. При простое от 5 до 60 суток рекомендуется гидразинно-аммиачная консервация или использование контактных ингибиторов. При останове на срок более 60 суток применяются контактные ингибиторы. Избыточное давление (0,15...0,20 МПа) в котле при кратковременном останове создается деаэрированной водой. Для лучшего эффекта в воду можно добавить щелочь (NaOH до 2 кг/м³). Консервацию сухим способом осуществляют, заполняя котел инертным газом (азотом). При этом воздух должен быть вытеснен полностью из котла. Консервация котла при остановке на длительный срок может проводиться путем прокачки по замкнутому контуру (включая деаэратор и питательные насосы) раствора гидразина (до 200 мг/кг) и аммиака (рН = 0,5...11). В этот контур не включаются ПНД и конденсатор, содержащие латунные трубки. Контактные ингибиторы образуют на поверхности защитную пленку, сохраняющуюся длительное время в условиях капитальных или текущих ремонтов. Защитная пленка создается путем прокачивания в течение 1–2 ч через котел раствора ингибитора при температуре не выше 100°C. Затем этот раствор сливают в специальный бак для хранения до повторного использования. При некоторых водных режимах на поверхности металла создается устойчивая защитная пленка, и в этом случае консервация не требуется. При любом водном режиме защитную

пленку можно создать сразу же после останова котла путем подачи в котел аммиачного раствора трилона Б перегретым паром (350...370°C, давление 1,0...1,3 МПа) от постороннего источника (из линии собственных нужд станции) по специальным трубопроводам. Паровой раствор частично отмывает поверхности котла с образованием комплексонов железа, которые подвергаются термическому разложению на поверхностях котла. Консервация заканчивается при увеличении значения рН в сбросном паре до 9, после чего котел обеспаривается, дренируется и вскрывается.

9. Практическое занятие 9 (семинар). Изучить деаэраторы вакуумного типа.

Цель: закрепить пройденный материал; успешно использовать приобретенные умения в реальной жизни; ознакомиться с деаэраторами вакуумного типа.

Студент должен: уметь обслуживать деаэраторы вакуумного типа, знать устройство и принцип действия деаэратора вакуумного типа.

Деаэрация воды.

Деаэрация питательной и подпиточной воды – одна из обязательных стадий процесса водоподготовки. Сущность этого процесса в том, чтобы снизить и довести до допустимых пределов содержание в воде агрессивных газов – кислорода и угольной кислоты. Это снижение может быть достигнуто как термическим, так и химическим путем. Широкое распространение получила термическая деаэрация. Для современных котельных установок деаэрация при температуре воды больше 100° С является основным методом удаления из воды коррозионно-агрессивных газов. Для потребителей, которые требуют воду с температурой ниже 100° С, используют деаэрацию воды под вакуумом. Сущность этого способа состоит в том, в деаэраторе создается и постоянно поддерживается вакуум. Величина зависит от температуры деаэрированной воды, которую желают получить; чем ниже температура, тем больше вакуум. Барботажный дозатор состоит из малогабаритной колонки и бака - аккумулятора, снабженного барботажным устройством. В колонке расположены две дырчатые тарелки. Вода поступает на верхнюю тарелку, предварительно перемешиваясь в специальном устройстве с подаваемым конденсатом. Из колонки вода сливается в бак, в котором уровень ее поддерживается на определенной высоте (благодаря переливной трубе) для создания

над уровнем воды постоянной паровой подушки. Необходимый пар подается через штуцер при давлении 1,2 – 1,3 атм обычно из сепараторов непрерывной продувки. На дне бака в конце, противоположном по отношению к деаэрационной колонке, расположено барботажное устройство, с помощью которого вода подвергается вторичному нагреву. Барботажное устройство состоит из паровой колонки, в которую подводится через трубу пар давлением 1,5 – 1,7 атм. Паровая коробка снабжена дырчатой крышкой, через которую пар барботирует в воду. Через отверстие в коробке вода поступает в шахту, ограниченную стенками и где и вскипает. Вскипание происходит из-за некоторого ее перегрева по отношению к температуре насыщения, соответствующей давлению пара в баке-аккумуляторе.

В питательную сеть вода поступает через штуцер. Пар же, пройдя через барботажное устройство и слой воды в баке, движется над ее поверхностью по направлению к колонке. Выпар, т. е. парогазовая смесь, удаляется через штуцер, подвергается вторичному нагреву. Вакуумная деаэрационная установка представляет собой вакуумную колонку (деаэратор) и аккумуляторный бак, находящийся под атмосферным давлением. Вакуумная колонка имеет две ступени дегазации: струйную и барботажную. Подогретая вода поступает на верхнюю тарелку, которая секционирована с таким расчётом, что при минимальных нагрузках работает только часть отверстий во внутреннем секторе. При увеличении нагрузки в работу включаются дополнительные ряды отверстий, это позволяет избежать гидравлических перекосов по воде и пару при колебаниях нагрузки. Под барботажный лист подаётся пар или перегретая вода (120—140 °C), при вскипании которой образуется паровая подушка и происходит процесс парового барботажа. Вакуумные деаэраторы укомплектованы охладителями выпара, водоводяными эжекторами, системой автоматического регулирования и контроля и соответствующими регулирующими клапанами. Дегазация воды химическим способом осуществляется путём сульфитирования, т. е. введения в нагретую (до 80 °C) питательную воду раствора сульфита натрия. Этот способ по сравнению с термической дегазацией более дорогой и поэтому не получил широкого распространения. Все котлы паропроизводительностью 0,7 т/ч и более должны быть оборудованы установками для докотловой обработки воды. Вакуум в нем создается водоструйным эжектором. Подпиточная вода после химводоочистки

подогревается в водоводяном подогревателе горячей водой из прямой линии с температурой 130—150°C. Выделившийся пар барботирует поток деаэрируемой воды и направляется в охладитель выпара. Температура воды после деаэратора 70°C. Для обеспечения необходимой вакуумметрической высоты всасывания подпиточных насосов (обычно их устанавливают два) низ бака – аккумулятора должен быть расположен выше оси насосов не менее чем на 2 – 3 м. Водоструйные эжекторы, количество которых зависит от производительности установки, располагают на высоте 4,5 – 5 м от низа бака – газоотделителя.

10. Практическое занятие 10 (семинар). Изучить деаэраторы атмосферного типа.

Цель: закрепить пройденный материал, успешное использование приобретенных умений в реальной жизни, ознакомиться с устройством и принципом действия деаэратора атмосферного типа.

Студент должен: уметь обслуживать деаэраторы атмосферного типа, знать устройство и принцип действия деаэраторов атмосферного типа.

Атмосферные деаэраторы работают с небольшим избытком внутреннего давления над атмосферным (приблизительно 0,02 МПа), необходимым для самотечной эвакуации выделяющихся газов в атмосферу. Основными элементами деаэратора являются его колонка, где происходят основной подогрев и деаэрация воды, и аккумуляторный бак для хранения запаса деаэрированной воды. В верхней части деаэрационной колонки располагается водораспределитель для смешения потоков поступающей воды и равномерного распределения ее по сечению. Горячие потоки воды, подверженные вскипанию при вводе в деаэратор, и дополнительный пар подаются на промежуточные ступени колонки. В нижней части колонки размещается парораспределитель для равномерного распределения поступающего в нее греющего пара.

11. Практическое занятие 11 (семинар). Изучить процесс удаления углекислоты из воды.

Цель: закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни; ознакомиться с процессами удаления углекислоты из воды.

Студент должен: уметь осуществлять процесс удаления углекислоты из воды; знать основные процессы удаления углекислоты из воды

Газами, удаление которых чаще всего необходимо в процессе водоподготовки, являются; углекислота, кислород и сероводород. Все эти три газа относятся к коррозионно-агрессивным газам, обуславливающим или усиливающим процессы коррозии металлов.

Комплекс мероприятий, связанных с удалением из воды растворенных в ней газов, называется дегазацией воды. Существуют химические и физические методы дегазации воды. Сущность первых заключается в применении определенных реагентов, которые связывают растворенные в воде газы. Сущность физических методов удаления из воды растворенных газов заключается в следующем: вода, содержащая удаляемый газ, приводится в соприкосновение с воздухом, если парциальное давление удаляемого газа в воздухе близко к нулю; либо создаются условия, при которых растворимость газов в воде становится близкой к нулю.

Классификация дегазаторов

Удаление из воды растворенных газов в процессе водоподготовки осуществляется на дегазаторах различных типов, которые по их конструктивному устройству, характеру движения воды и воздуха и по обстановке, в которой осуществляется процесс дегазации, можно классифицировать следующим образом:

1. Пленочные дегазаторы, представляющие собой колонны, загруженные той или иной насадкой (деревянной, кольцами Рашига и др.), по которой вода стекает тонкой пленкой. Насадка служит для создания развитой поверхности соприкосновения воды и воздуха, нагнетаемого вентилятором навстречу потоку воды.
2. Барботажные дегазаторы, в которых через слой медленно движущейся воды дегазируемой воды продувается сжатый воздух.
3. Вакуумные дегазаторы, в которых при помощи специальных устройств (вакуум-насосов, пароструйных эжекторов) создается такое давление, при котором вода кипит при данной температуре.

12.Практическое занятие 12 (семинар). Изучить конструкцию и принцип работы катионного фильтра.

Цель: закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни; ознакомиться с конструкцией и принципом работы катионного фильтра

Студент должен: уметь осуществлять процесс работы катионного фильтра; знать конструкцию и принцип работы катионного фильтра.

По теории электролитической диссоциации молекулы некоторых веществ находящихся в водном растворе распадаются на положительно и отрицательно заряженные ионы – катионы и анионы. При прохождении такого раствора через фильтр, содержащий трудно растворимый материал (катионит), способный к поглощению катионов раствора, в том числе Ca и Mg, и выделяющий вместо них из своего состава катионы Na или H, происходит водоумягчение. Вода почти полностью освобождается от Ca и Mg, и ее жесткость понижается до 0,1°.

Na– катионирование. При этом способе растворенные в воде соли кальция и магния при фильтрации через катионитовый материал обменивают Ca и Mg на Na; в итоге получаются только натриевые соли, обладающие большой растворимостью. Формула катионитового материала условно обозначается буквой R. Катионитовыми материалами являются: глауконит, сульфоуголь и синтетические смолы. Наибольшим распространением в настоящее время пользуется сульфоуголь, который получается после обработки бурого или каменного угля дымящейся серной кислотой. Емкостью катионитового материала называется предел его обменной способности, после чего в результате израсходования катионов Na их требуется восстанавливать путем регенерации. Емкость измеряется тонна – градусами (т-град) накипеобразователей, считая на 1м³ катионитового материала. Тонна – градусы получаются в результате перемножения расхода очищаемой воды, выраженного в тоннах, на жесткость этой воды в градусах жесткости. Регенерация производится 5 – 10%-ным раствором поваренной соли, пропускаемым через катионитовый материал. Характеристикой особенностью Na– катионирования является отсутствие солей, выпадающих в осадок. Анионы солей жесткости целиком направляются в котел. Это обстоятельство вызывает необходимость повышения количества продувочной воды. Умягчение воды при Na– катионировании получается достаточно глубокое, жесткость питательной воды может, доводиться до 0° (практически 0,05–01°), щелочность же не отличается от карбонатной жесткости исходной воды. К недостаткам Na– катионирования следует отнести получение повышенной щелочности в тех случаях, когда имеется значительное количество солей временной жесткости в исходной воде. Ограничивается одним Na– катионированием возможно при

карбонатной жесткости воды, не превышающей 3–6°. В противном случае приходится значительно увеличивать количество продувочной воды, что будет создавать уже большие тепловые потери. Обычно количество продувочной воды не превышает 5–10% от общего ее расхода, идущего на питание котла.

H – Na– катионирование. Если катионитовый фильтр, наполненный сульфоглем, регенерировать не раствором поваренной соли, а раствором серной кислоты, то обмен будет происходить между катионами Ca и Mg, находящимися в очищаемой воде, и катионами H сульфогля. Вода, подготовленная таким образом, также имея ничтожно малую жесткость, одновременно получает кислую и таким образом, непригодна для питания паровых котлов, причем кислотность воды равна некарбонатной жесткости воды. Комбинируя совместно Na и H – катионитовое водоумягчение, можно получить хорошие результаты. Жесткость воды, приготовленной H-Na – катионитовым способом, не превышает 0,1° при щелочности 4–5°.

Шкала оценки

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5(отлично)	зачет
80 – 89%	4 (хорошо)	зачет
70 – 79%	3 (удовлетворительно)	зачет
менее 70%	2(неудовлетворительно)	незачет

1.Лабораторная работа №1. Составление уравнений электролитической диссоциации для растворов, солей, кислот, щелочей.

Цель: ознакомиться с объемным методом определения концентрации растворов и научиться пересчитывать концентрации из одной размерности в другую; закрепить пройденный материал; успешно использовать приобретенные умения в реальной жизни.

Студент должен уметь: классифицировать качество природных вод, знать: основные физические и химические свойства воды, основные показатели качества природной воды.

Общие сведения об объемном методе определения концентрации растворов. При контроле водно-химических режимов котлов, систем теплоснабжения, а также этапов работы водоподготовки из-за простоты и доступности чаще всего применяется объемный метод анализа. Он основан на проведении в анализируемом растворе такой реакции, момент окончания которой обычно фиксируется по изменению цвета индикатора, добавленного в раствор. Техника выполнения анализа

такова. В отмеренный объем исследуемого раствора добавляется несколько капель индикатора и постепенно из бюретки добавляется другой реагент известной концентрации (титрант) до начала изменения цвета индикатора. Изменение цвета происходит после завершения основной реакции связывания искомого вещества с титрантом, когда добавляемый из бюретки избыток реагента начинает вступать в реакцию с индикатором. Необходимо заметить начало изменения цвета, так как в большинстве случаев дальнейшее добавление титранта не вызывает больше изменения цвета. Поэтому конец титрования должен проводиться без спешки с последующими повторными определениями, чтобы добиться наиболее точной величины.

2. Лабораторная работа №2. Исследовать показатели воды.

Цель работы: изучить требования к качеству воды теплотехнических установок, научиться определять жесткость, щелочность и содержание хлоридов, закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни.

Студент должен уметь определять технологические показатели качества воды, знать основные показатели качества природной воды.

Показатели качества воды. Воду, находящуюся постоянно в природном круговороте, условно делят на атмосферную, поверхностную, подземную (грунтовую) и морскую. Каждая из этих видов воды имеет свои качественные показатели, от которых зависит возможность ее использования в тех или иных целях. Однако обычная пресная вода (поверхностная) всегда содержит примеси солей и растворенные газы.

По химическому составу примеси природных вод делят на минеральные и органические. Минеральные примеси обуславливаются содержанием в воде различных солей, кислот, оснований, находящихся преимущественно в диссоциированной форме, т.е. в виде катионов и анионов. К этой же группе примесей относятся и растворенные газы N_2 , O , CO_2 , NH_3 , CH_4 , H_2S . Органические примеси состоят из гумусовых веществ, вымываемых из почв, а также органических веществ различных типов, поступающих из всевозможных стоков (сельскохозяйственных, промышленных). Природные воды характеризуются высоким содержанием катионов Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} со следами NH_4^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Al^{3+} . Среди анионов в составе примесей основными являются HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , H_2SiO_3 , NO_3^- , CO_3^{2-} . При этом натрий и калий практически не образуют труднорастворимых соединений, в то время как кальций и магний

являются важнейшими примесями в процессе загрязнения теплопередающих поверхностей. Они вступают в реакцию с анионами и образуют соли с низкими коэффициентами растворимости. Котловой водой называется вода, находящаяся внутри котла (во всех его элементах). *Жесткость - это одна из основных характеристик качества воды.* Самым распространенным показателем является общая жесткость ЖО - сумма всех растворимых в воде солей кальция (кальциевая жесткость) и магния (магниевая жесткость), выраженная в миллиграмм-эквивалентах на литр (мг-экв/л). *Жесткость - это одна из основных характеристик качества воды.* Самым распространенным показателем является общая жесткость ЖО - сумма всех растворимых в воде солей кальция (кальциевая жесткость) и магния (магниевая жесткость), выраженная в миллиграмм-эквивалентах на литр (мг-экв/л). Щелочность, являющаяся одним из важнейших показателей качества котловой воды. Показан расчет титрования.

3. Лабораторная работа №3. Умягчение воды методом осаждения накипеобразователей.

Цель работы: изучить требования к качеству воды теплотехнических установок, научиться проводить процесс осаждения, фильтрации воды, закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни.

Студент должен уметь проводить процесс осаждения, фильтрации, закрепить пройденный материал.

Осветлением называют процесс удаления из воды грубодисперсных и коллоидных примесей. Удаление грубодисперсных загрязнений может быть осуществлено осаждением и фильтрованием. При осаждении частички твердых веществ под действием силы тяжести оседают на дно резервуара, в котором осветляемая вода находится в состоянии покоя или медленного движения по горизонтали или снизу вверх. Следовательно, осаждением можно удалить только тонущие в воде частички. Осаждение требует длительного времени, больших объемов резервуаров и не может обеспечить полного удаления грубодисперсных примесей. Поэтому осаждение как самостоятельный способ осветления воды не применяется.

Фильтрованием называют процесс осветления воды путем пропуска ее через пористый материал, на поверхности и в порах которого вода оставляет грубодисперсные примеси. Аппарат, в котором производится фильтрование, называется фильтром, а пористый материал,

содержащийся в нем,- фильтрующей средой или фильтрующим материалом. Фильтры, служащие для целей осветления воды, называются осветлительными фильтрами; иногда их называют механическими фильтрами.

Фильтрация воды происходит под воздействием разности давлений над слоем фильтрующего материала h_n и под ним h_k . При работе фильтра $\Delta h = h_n - h_k$ называется потерей напора в фильтрующем слое. Обычно в Δh входит потеря напора не только в фильтрующем слое, но и в самом фильтре (в распределительных устройствах, трубопроводах и др.). В качестве фильтрующих материалов применяют дробленый антрацит (0,8 - 1,5мм), кварцевый песок (0,5 - 1мм) с содержанием SiO_2 не менее 96%, керамзит (0,8 - 1,5мм). Следует учитывать, что кварцевый песок растворяется в щелочной воде, обогащая профильтрованную воду (называемую часто фильтратом) кремниевой кислотой.

4.Лабораторная работа №4. Удаление из воды коллоидных примесей методом коагуляции.

Цель работы: изучить требования к качеству воды теплотехнических установок, научиться проводить процесс коагуляции, закрепить пройденный материал; успешное использование приобретенных умений в реальной жизни.

Студент должен уметь проводить процесс коагуляции, закрепить пройденный материал.

Коагуляция воды — процесс укрупнения, агрегации коллоидных и тонкодисперсных примесей воды вследствие их взаимного слипания под действием сил молекулярного притяжения с образованием хлопьев и последующим выпадением их в осадок. В практике водоподготовки известны два вида коагуляции — коагуляция в толще зернистой загрузки фильтра (контактная коагуляция) и коагуляция, происходящая в камерах хлопьеобразования (коагуляция в свободном объеме). Коагулянт должен иметь заряд, противоположный заряду коллоидных частиц, находящихся в воде; сам коагулянт образует коллоидный раствор, быстро коагулирующийся с образованием хлопьев, выпадающих в осадок. Нейтрализацию заряда коллоидных частиц воды на поверхности хлопьев коагулянта называют нейтрализационной коагуляцией, а их последующую агломерацию в крупные хлопья путем адсорбции или адгезии — флокуляцией.

Для коагуляции используются различные коагулянты. В качестве коагулянта наиболее широко на водопроводах применяют сульфат алюминия (сернокислый глинозем) — $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$, Сернокислую закись железа FeSO_4 , хлорное железо FeCl_3 .

Для ускорения процесса коагуляции применяют флокулянты — высокомолекулярные синтетические соединения. Полиакриламид — один из синтетических флокулянтов, используемый вместо минеральных коагулянтов для нейтрализации заряда и флокуляции находящихся в воде коллоидных примесей.

На ход и успешность коагуляции влияют не только щелочность воды, но и концентрация водородных ионов (pH), температура, гуминовые вещества защитных коллоидов, характер взвеси, химические свойства коагулянта и условия прохождения процесса коагуляции. Поэтому теоретического расчета недостаточно и на каждом водопроводе ставятся опыты для определения оптимальной дозы коагулянта.

Критерии оценки лабораторной работы

Оценка	Критерии
«Зачет»	Студент выполнил всю работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдал требования безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполнил анализ
«Незачет»	Если результаты не позволяют сделать правильных выводов, если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, когда учащийся совсем не выполнил работу.

Форма и условия аттестации: текущий контроль по завершению темы.(разделы)

Время выполнения:

подготовка ____ 5 ____ мин;

выполнение _____ час ____ 30 ____ мин;

оформление и сдача ____ 10 ____ мин;

всего _____ час ____ 45 ____ мин.

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

1. Физические и химические свойства воды
2. Природные воды и показатели качества
3. Вещества, загрязняющие воды, примеси
4. Виды отложений.
5. Виды накипей
6. Магнитная обработка воды
7. Понятие о качестве пара, примеси, примеси пара
8. Вещества, загрязняющие пар
9. Щёлочноземельные отложения в котлах
10. Методы удаления отложений с поверхности нагрева
11. Периодическая чистка котельного оборудования
12. Понятие о качестве пара, примеси, примеси пара
13. Вещества, загрязняющие пар
14. Факторы, определяющие качество пара
15. Продувка, виды, цели
16. Методы получения чистого пара
17. Периодическая чистка котельного оборудования
18. Коррозия теплосилового оборудования и методы борьбы с ней
19. Удаление из воды коррозионно-агрессивных газов. Деаэраторы
20. Анализировать коррозию паровых котлов, трубопроводов
21. Коррозия при стоянке оборудования
22. Деаэраторы вакуумного типа
23. Деаэраторы атмосферного типа
24. Процесс удаления углекислоты из воды
25. Основные методы осветления воды
26. Сущность процесса коагуляции
27. Выбор схемы химводоочистки
28. Натрий - катионные установки
29. Процесс удаления углекислоты из воды

Критерии оценки

Условия, при которых выставляется оценка	Оценка
Ответ полный и правильный на основании изученных знаний и умений; материал изложен в определенной логической	5 (отлично)

последовательности, литературным языком; ответ самостоятельный.	
Ответ полный и правильный на основании изученных знаний и умений; материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.	4 (хорошо)
Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка, или неполный, несвязный.	3 (удовлетворительно)
При ответе обнаружено непонимание учащимся основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые студент не смог исправить при наводящих вопросах преподавателя или ответ отсутствует вообще.	2 (неудовлетворительно)

Задания для оценки освоения МДК 01.02 Котельные установки

Практическое занятие №1 Определение тепловых потерь и КПД для заданного типа котла

Целью проведения практического занятия является приобретение практического навыка по определению составляющих теплового баланса котла и коэффициента полезного действия (КПД).

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: составляющие теплового баланса котла и факторы влияющие на них.

Уметь: определять составляющие теплового баланса котла и КПД

Практическое занятие №2 Расчет часового расхода топлива парового (водогрейного) котла

Целью проведения практического занятия является приобретение практического навыка по определению расхода топлива водогрейного котла.

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Общее уравнение баланса теплоты котла. Составляющие теплового баланса (уравнение прямого баланса и обратного баланса)

Уметь: определять КПД и расход топлива

Практическое задание №3 Изучение конструкций внутрибарабанных сепарационных устройств по чертежам

Целью проведения практического занятия является изучение конструкций внутрибарабанных сепарационных устройств, обеспечивающих получение пара требуемого качества

В результате выполнения практического занятия студент должен:

Знать :Требования, предъявляемые к воде и пару

Уметь:Выбирать методы получения пара требуемого качества

Практическое задание № 4 Ступенчатое испарение в барабане котла (изучение схем)

Целью проведения практического занятия является изучение схем ступенчатого испарения в барабанных котлах .

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Схемы ступенчатого испарения

Уметь: Разбираться в схемах ступенчатого испарения

Практическое задание №5 Изучение конструкций топок по чертежам(рисункам)

Целью проведения практического занятия является изучение конструкции различных типов топок.

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Конструкцию, технические характеристики различных типов топок и область применения.

Уметь: Разбираться в конструкциях топок

Практическое занятие № 6 Изучение конструкций горелочных устройств Целью проведения практического занятия является изучение схем ступенчатого испарения в барабанных котлах .

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Схемы ступенчатого испарения

Уметь: Разбираться в схемах ступенчатого испарения

Практическое занятие №7

Изучение конструкции котлов ДЕ и ДКВр по чертежам

Целью проведения практического занятия является изучение конструкции паровых котлов.

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать :Компоновку и конструкцию паровых котлов типа ДЕ И ДКВр

Уметь: давать характеристику конструктивным особенностям котла по схемам, чертежам

Практическое занятие №8 Изучение конструкций котлов КВГМ, КВ-ТС, по чертежам

Целью проведения практического занятия является изучение конструкции водогрейных котлов

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Компоновку и конструкцию водогрейных котлов типа КВ-ГМ, КВ-ТС, ПТВМ.

Уметь: давать характеристику конструктивным особенностям котла по схемам, чертежам.

Практические занятия № 9 Изучение конструкции энергетических котлов

Целью проведения практического занятия является изучение конструкции энергетических котлов

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Компоновку и конструкцию энергетических котлов

Уметь: давать характеристику конструктивным особенностям котла по схемам, чертежам.

Практическое занятие № 10 Ознакомление с современным котельным оборудованием

Целью проведения практического занятия является изучение конструкции современного котельного оборудования

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Конструкцию и технические характеристики современного котельного оборудования

Уметь: Давать характеристику конструктивным особенностям современного котельного оборудования.

Практическое занятие №11 Изучение конструкции гарнитуры, каркасов и обмуровки.

Целью проведения практического занятия является изучение различных типов строительных конструкций котлов.

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Конструктивное выполнение каркасов, обмуровки, гарнитуры котлов.

Уметь: Давать характеристику обмуровке, каркасу и гарнитуре котла

Практическое занятие №12 Изучение компоновок и конструкций пароперегревателей, экономайзеров и воздухоподогревателей по чертежам Целью проведения практического занятия является изучение различных типов поверхностей нагрева котла.

В результате выполнения практического занятия студент должен:

Знать: Назначение, конструкцию, условия работы поверхностей нагрева котла.

Уметь: Определять конструктивные характеристики и тип поверхности нагрева по чертежам и схемам.

Практическое занятие №13 Изучение конструкции арматуры по рисункам

Целью проведения практического занятия является изучение различных типов конструкции арматуры.

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Назначение, конструкцию, применение

Уметь: Давать характеристику конструктивным особенностям различным типам арматуры

Практическое занятие № 14 Изучение конструкции тягодутьевых машин различных типов.

Целью проведения практического занятия является изучение конструкции различных типов тягодутьевых машин

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Конструктивное выполнение дымососов и дутьевых вентиляторов.

Уметь: Регулировать производительность тягодутьевых машин.

Практическое занятие №15 Изучение вибрационного метода очистки поверхностей нагрева.

Целью проведения практического занятия является изучение технологии очистки поверхностей нагрева от наружных отложений

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Классификацию наружных отложений и технологию очистки поверхностей нагрева.

Уметь: выбирать способ очистки поверхностей нагрева.

Практическое занятие № 16 Изучение методов обдувки и обмывки поверхностей нагрева

Целью проведения практического занятия является изучение технологии очистки поверхностей нагрева от наружных отложений методом обмывки и обдувки.

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Классификацию наружных отложений и технологию очистки поверхностей нагрева данными методами

Уметь: разбираться в аппаратах для обдувки топочных экранов и обмывки конвективных поверхностей нагрева.

Практическое занятие № 17 Схемы топливного хозяйства при сжигании твердого топлива

Целью проведения практического занятия является изучение схемы топливоподачи при сжигании твердого топлива.

В результате выполнения практического занятия студент должен:

Знать: Схему топливоподачи твердого топлива и назначение оборудования

Уметь: Разбираться в схемах топливоподачи, по чертежам и схемам определять тип и назначение оборудования.

Практическое занятие № 18 Схема мазутного хозяйства

Целью проведения практического занятия является изучение топливного хозяйства котельных при сжигании жидкого топлива

В результате выполнения практического занятия студент должен:

Знать: Схемы мазутных хозяйств котельных и назначение оборудования.

Уметь: Разбираться в схемах топливоподачи, по чертежам и схемам определять тип и назначение оборудования.

Практическое занятие № 19 Схема газоснабжения

Целью проведения практического занятия является изучение схемы газоснабжения котельных установок

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Схемы газоснабжения котельных установок и назначение оборудования.

Уметь: Разбираться в схемах газоснабжения котельных, по чертежам и схемам определять тип и назначение оборудования.

Критерии оценки практической работы

Оценка	Критерии
«Отлично»	Практическая работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые для проведения практических и самостоятельных работ теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме. Даны полные и правильные ответы на поставленные вопросы
«Хорошо»	Практическая или самостоятельная работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Использованы указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями,

	необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
«Удовлетворительно»	Практическая работа выполнена и оформлена с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе со статистическими материалами.
«Неудовлетворительно»	Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

Лабораторная работа 1-2 Изучение работы энергетических котлов

Целью проведения лабораторной работы является изучение основ эксплуатации энергетических котлов П-образной компоновки

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

Знать :Правила эксплуатации паровых котлов, порядок подготовки к растопке ,растопка, включения в работу и останова котлоагрегатов

Уметь: производить подготовку, включение в работу ,обслуживание во время работы ,плановые и аварийные остановки котлоагрегата.

Лабораторная работа № 3 Изучение работы парового котла

Целью проведения лабораторной работы является формирование у студентов теоретической и практической подготовки по методам получения, преобразования и использования теплоты в паровых котлах. Формирование у студентов практических умений по составлению режимной карты котла.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

Знать: Правила эксплуатации паровых котлов, порядок подготовки к растопке ,растопка, включения в работу и останова котлоагрегатов

Уметь: производить подготовку, включение в работу ,обслуживание во время работы ,плановые и аварийные остановки котлоагрегата.

Лабораторная работа № 4 Изучение работы водогрейного котла

Целью проведения лабораторной работы является формирование у студентов теоретической и практической подготовки по эксплуатации водогрейных котлов.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

Знать: Правила эксплуатации водогрейных котлов, порядок подготовки к растопке, растопка, включения в работу и остановка котлоагрегатов

Уметь: производить подготовку, включение в работу, обслуживание во время работы, плановые и аварийные остановки водогрейных котлов

Лабораторная работа № 5 Изучение работы тягодутьевых машин

Целью проведения лабораторной работы является формирование у студентов теоретической и практической подготовки по эксплуатации вентиляторов и дымососов.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

Знать: Основные правила эксплуатации вентиляторов и дымососов

Уметь: осуществлять пуск, останов и обслуживание тягодутьевых машин.

Лабораторная работа № 6 Регулирование тягодутьевых машин

Целью проведения лабораторной работы является формирование у студентов теоретической и практической подготовки по регулированию работы вентиляторов и дымососов.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

Знать: Основные правила эксплуатации вентиляторов и дымососов. Способы регулирования работы дымососов и вентиляторов

Уметь: осуществлять пуск, останов и обслуживание тягодутьевых машин, регулирование производительности

Критерии оценки лабораторной работы

Оценка	Критерии
«Зачет»	Студент выполнил всю работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдал требования безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления
	Если результаты не позволяют сделать правильных выводов, если

«Незачет»	опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, когда учащийся совсем не выполнил работу.
-----------	---

Форма и условия аттестации: текущий контроль по завершению темы

Время выполнения:

подготовка _____ 5 _____ мин;
 выполнение _____ час _____ 30 _____ мин;
 оформление и сдача _____ 10 _____ мин;
 всего _____ час _____ 45 _____ мин.

выполнение

Примерный перечень вопросов для составления тестовых заданий по темам раздела 1 (промежуточная аттестация)

1.Циркуляционный контур это:

- А) путь движения воды
- Б) путь движения пара
- В) путь движения воды и пароводяной смеси

2. Расслоение пароводяной смеси опасно?

- А) перегревом верхних частей труб
- Б) перегревом нижних частей труб
- В) перегревом труб и барабана

3. Надежность циркуляции в котлах с принудительной циркуляцией зависит от?

- А) Работы сетевого насоса
- Б) работы питательного насоса
- В) работы циркуляционного насоса

4.Водогрейные котлы имеют:

- А) естественную циркуляцию
- Б) многократную принудительную циркуляцию
- В) работают по прямоточному принципу

5.Гидравлическое сопротивление контура циркуляции зависит от :

- А) потери на трение в опускных трубах
- Б) потери на местные сопротивления в опускных трубах
- В) потери на трение и местные сопротивления в подъемных трубах
- Г) потери на трение и местные сопротивления в опускных трубах
- Д) потери давления на создание ускорения
- Е) В Г Д

6.На сколько конструктивных схем можно разделить котлы ДКВр?

- А) На 2
- Б) на 3
- В) на 4

7)Какой каркас имеют котлы II конструктивной схемы(ДКВр-10)

А)несущий и обвязочный

Б)несущий

В)обвязочный

8)Показать ход дымовых газов в котлах ДКВр

А)топка Камера догорания I и II газоход конвективного пучка

Б)топка I и II газоход конвективного пучка

9)Какие опоры используются в котлах ДКВр-10

А)Неподвижные

Б)Скользящие(подвижные)

В)Неподвижные и скользящие

10)Сколько циркуляционных контуров у котлов ДКВр-10-13

А)3

Б)5

В)4

11) Назначение экономайзеров:

А) для частичного испарения воды

Б) для подогрева воды

В) для перегрева пара

Г) А и Б

12) Как осуществляется контроль за перемещением элементов котла при тепловом расширении:

А) при помощи контрольно-измерительных приборов

Б) при помощи реперов

В) А и Б

Г) не контролируется

13) какой должна быть температура наружной поверхности изоляции:

А) не более 55°С

Б) не более 70° С

В) не более 30 °С

Г) от 30 до 70°С

14) Диаметр круглого лаза в котлах:

А) не менее 450мм

Б) не менее 400мм

В) не более 450мм

Г) от 400 до 450мм

15) Для чего предназначены взрывные предохранительные клапаны:

А) для защиты котла от разрушения

Б) для снижения давления в котле

В) для отвода продукта сгорания

Г) Б и В

ВАРИАНТ № (Пример теста к теме раздела)

1.На сколько конструктивных схем можно разделить котлы ДКВр?

А) На 2

Б) на 3

В) на 4

2. Какой каркас имеют котлы II конструктивной схемы(ДКВр-10)

А) несущий и обвязочный

Б) несущий

В) обвязочный

3. Показать ход дымовых газов в котлах ДКВр

А) топка

Камера догорания

I и II газоход конвективного пучка

Б) топка

I и II газоход конвективного пучка

4. Какие опоры используются в котлах ДКВр-10

А) неподвижные

Б) скользящие(подвижные)

В) неподвижные и скользящие

5. Сколько циркуляционных контуров у котлов ДКВр-10-13

А) 3

Б) 5

В) 4

Время выполнения:

Подготовка _____ мин;

выполнение ____ 0 ____ час ____ 15 ____ мин;

оформление и сдача ____ 5 ____ мин;

всего ____ 0 ____ час ____ 20 ____ ми

Примерный перечень вопросов к разделам 1,2(промежуточная аттестация (5-6 семестр))

1. Подготовка котла к розжигу
2. Розжиг котлов при сжигании газообразного и жидкого топлива
3. Включению котла в работу
4. Обслуживание котлов во время работы
5. Плановая остановка котлов
6. Каркасы
7. Обмуровка
8. Назначение и классификация гарнитуры котла
9. Гарнитура котла. Лазы. Гляделки. Требования к ним.

10. Устройство и принцип действия предохранительных клапанов сбросного и откидного и разрывного типа
11. Гарнитура котла. Площадки , лестницы. Требования к ним.
12. Арматура котла. Предохранительные клапаны.
13. Арматура котла. Водоуказательные приборы
14. Арматура котла. Импульсное предохранительное устройство.(ИПУ)
15. Назначение и устройство вентилей и кранов
16. Назначение и устройство задвижек
17. Пароперегреватели. Назначение и классификация.
18. Радиационные, Полурadiационные и конвективные пароперегреватели
19. Прямоточная, противоточная и смешанная схема включения пароперегревателя. Достоинства и недостатки.
20. Регулирование температуры перегрева пара . Поверхностный регулятор
21. Классификация экономайзеров
22. Устройство и принцип действия чугунных водяных экономайзеров
23. Назначение и принцип действия стальных экономайзеров
24. Назначение и классификация воздухоподогревателей
25. Регенеративные воздухоподогреватели
26. Рекуперативные воздухоподогреватели
27. Установка воздухоподогревателей в рассечку
28. Питательные насосы. Схема подачи питательной воды
29. Сетевые и подпиточные насосы. Их выбор.
30. Рециркуляционные насосы. Схема подключения.
31. Назначение и классификация трубопроводов
32. Назначение и принцип действия РОУ
33. Естественная тяга в газовоздушном тракте котла
34. Классификация и принцип действия дымовой трубы
35. Кирпичные и железобетонные дымовые трубы
36. Стальные дымовые трубы
37. Искусственная тяга в газовоздушном тракте котла

- 38.Конструкция дымососов и вентиляторов
- 39.Регулирование тяги и подачи воздуха с помощью шиберов и направляющего аппарата
- 40.Регулирование тяги и подачи воздуха с помощью стабилизатора тяги
- 41.Топливное хозяйство при сжигании твердого топлива
- 42.Мазутное хозяйство.
- 43.Система газоснабжения котельного цеха. .
- 44.Конструкция и принцип действия электрофильтров
- 45.Пневматическая система шлакозолоудаления
- 46.Обдувка поверхностей нагрева
- 47.Обмывка поверхностей нагрева
- 48.Дробевая очистка поверхностей нагрева.
- 49.Вибрационная очистка поверхностей нагрева.
- 50.Газоимпульсная очистка поверхностей нагрева

Критерии оценки

Условия, при которых выставляется оценка	Оценка
Ответ полный и правильный на основании изученных знаний и умений; материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком; ответ самостоятельный.	5 (отлично)
Ответ полный и правильный на основании изученных знаний и умений; материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.	4 (хорошо)
Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка, или неполный, несвязный.	3 (удовлетворительно)
При ответе обнаружено непонимание учащимся основного	2 (неудовлетворительно)

содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые студент не смог исправить при наводящих вопросах преподавателя или ответ отсутствует вообще.	
--	--

Задания для оценки освоения МДК 01.03 Системы топливоснабжения

Практическое задание № 1 Решение задач на тему «Физико химические свойства горючих газов»

Целью проведения практического занятия является приобретение студентами практического навыка по определению параметров состояния газа.

В результате выполнения практического занятия студент должен:

Знать: классификацию, характеристики, свойства горючих газов

Уметь: определять параметры состояния газа и выполнять пересчет объема газа из рабочих условий в нормальные и стандартные

Практическое занятие №2 Изучение типовых принципиальных схем газоснабжения предприятий и населенных пунктов

Целью проведения практического занятия является формирование у студентов теоретической и практической подготовки по изучению схем газоснабжения городов и предприятий.

В результате выполнения студент должен:

Знать :Классификация городских газопроводов, способы и правила их прокладки

Уметь: Разбираться в типовых принципиальных схемах газоснабжения предприятий и населенных пунктов.

Практическое занятие №3 Изучение конструкций различных сооружений на газопроводах

Целью проведения практического занятия является формирование у студентов теоретической и практической подготовки по конструкции различных сооружений и устройств на газопроводах.

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: назначение, устройство и правила эксплуатации сооружений на газопроводах.

Уметь: давать характеристику конструктивным особенностям сооружениям и устройствам на газопроводах по чертежам и эскизам.

Практическое занятие №4 Чтение схем ГРП и ГРУ

Целью проведения практического занятия является изучение основного оборудования газорегуляторных пунктов и газорегуляторных установок.

В результате выполнения практического занятия студент должен:

Знать : Назначение, классификацию и схемы ГРП и ГРУ, устройство и работу основного и вспомогательного оборудования ГРП(ГРУ).

Уметь: Разбираться в схемах ГРП и ГРУ, по чертежам и схемам определять тип и назначение оборудования

Практическое занятие № 5 Потребители и нормы потребления газа Расчетные расходы газа.

Целью проведения практического занятия является приобретение студентами практического навыка по основам расчета систем газоснабжения

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать : Задачи и методы расчета систем газоснабжения.

Уметь: Определять расчетные расходы газа.

Практическое занятие №6 Расчет газопроводов низкого давления

Целью проведения практического занятия является приобретение студентами практического навыка по методам расчета газопроводов низкого давления.

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать : Задачи и методы расчета систем газоснабжения с газопроводами низкого давления.

Уметь: Выполнять гидравлический расчет газопроводов низкого давления.

Практическое занятие № 7 Расчет газопроводов среднего и высокого

Целью проведения практического занятия является приобретение студентами практического навыка по методам расчета газопроводов среднего и высокого давления

В результате выполнения практического занятия студент должен:

Знать: Задачи и методы расчета систем газоснабжения с газопроводами среднего и высокого давления.

Уметь: Выполнять гидравлический расчет газопроводов среднего и высокого давления.

Практическое занятие №8 Решение практических задач по теме «Сжигание газов».

Целью проведения практического занятия является приобретение студентами практического навыка по определению параметров газа для возникновения процесса горения газа.

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: Условия для возникновения процесса горения, основные методы сжигания газа, их принципиальные отличия.

Уметь: Рассчитывать процесс полного сгорания газов, определять расход воздуха для полного сгорания газов, объем продуктов сгорания газов.

Критерии оценки практической работы

Оценка	Критерии
«Отлично»	Практическая работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые для проведения практических и самостоятельных работ теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме. Даны полные и правильные ответы на поставленные вопросы
«Хорошо»	Практическая или самостоятельная работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Использованы указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
«Удовлетворительно»	Практическая работа выполнена и оформлена с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе со статистическими материалами.
«Неудовлетворительно»	Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

Лабораторная работа № 1 Обслуживание оборудования ГРП (ГРУ)

Целью проведения лабораторной работы является формирование у студентов теоретической и практической подготовки по эксплуатации.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

Знать: Устройство и правила эксплуатации систем газоснабжения

Уметь: Осуществлять ревизию и настройку фильтров, регуляторов давления, запорных и сбросных предохранительных клапанов.

Лабораторная работа № 2 Исследование принципа действия газовых горелок.

Целью проведения лабораторной работы является формирование у студентов теоретических и практических знаний и умений по работе газовых горелок.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

Знать: Классификацию, принцип действия и устройство наиболее распространенных газовых горелок.

Уметь: Регулировать работу, производить настройку на полное сгорание.

Критерии оценки лабораторной работы

Оценка	Критерии
«Зачет»	Студент выполнил всю работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдал требования безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления
«Незачет»	Если результаты не позволяют сделать правильных выводов, если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, когда учащийся совсем не выполнил работу.

Форма и условия аттестации: текущий контроль по завершению темы.

Время выполнения:

подготовка _____ 5 _____ мин;

выполнение _____ час _____ 30 _____ мин;

оформление и сдача _____ 10 _____ мин;

всего _____ час _____ 45 _____ мин.

Примерный перечень вопросов к промежуточной аттестации

Раздел 1. Горючие газы, методы получения, транспортировки и хранения

Вариант 1

№ Зад.	Вопрос	Ответ	
1	Как определяется абсолютное давление ,если давление в сосуде больше атмосферного ?	$P_{абс}=P_{изб}-P_{бар}$	1
		$P_{абс}=P_{изб}+P_{бар}$	2
		$P_{абс}=P_{изб}-P_{вак}$	3
		$P_{абс}=P_{бар}-P_{вак}$	4
2	Какой вид имеет уравнение состояния идеального газа для 1Кмоля ?	$PV=RT$	1
		$P \overline{V} =RT$	2
		$P_{\mu}V=\mu RT$	3
		$PV=mRT$	4
3	По какой формуле можно найти плотность газа при любых условиях?	$\rho = \mu/22,4$	1
		$\rho =m/V$	2
		$\rho =V/m$	3
		$\rho =22,4/\mu$	4
4	Какие величины параметров приняты в качестве нормальных физических условий ?	$P=750\text{мм рт ст} \quad t=0^{\circ}\text{C}$	1
		$P=760\text{мм рт ст} \quad t=15^{\circ}\text{C}$	2
		$P=760\text{мм рт ст} \quad t=0^{\circ}\text{C}$	3
		$P=735,6 \text{ мм рт ст} \quad t=0^{\circ}\text{C}$	4
5	По какой формуле можно найти удельный объем при нормальных условиях ?	$\mathcal{V}_n = \mu/22,4$	1
		$\mathcal{V}_n =\mu R$	2
		$\mathcal{V}_n =22,4/\mu$	3
		$\mathcal{V}_n =22,4/m$	4

Раздел 2 Распределительные системы газоснабжения

Вариант №...

1. Ковер это:

- А) Устройство для защиты от механических разрушений, выходящих на поверхность земли различных сетевых устройств.
- Б) Устройство для монтажа сетевых устройств
- В) Устройство для ремонта

2. Конденсатоотводчик это-

- А) Устройство для сбора конденсата
- Б) Устройство для сбора и отвода конденсата содержащегося в газе
- В) Устройство для отвода конденсата

3. Компенсатор это-

- А) Устройство для компенсации температурных деформаций и для создания разъемного соединения
- Б) Устройство для создания разъемного соединения газопровода
- В) Устройство для компенсации на газопроводе

4. Настенный указатель определяет:

- А) Местонахождения сетевого устройства
- Б) Местонахождения колодца или ковера
- В) А и Б

5. Колодец предназначен:

- А) Для монтажа запорных устройств и компенсаторов
- Б) Для монтажа контрольной трубки
- В) А и Б
- В) Компенсатором

Вариант №.....

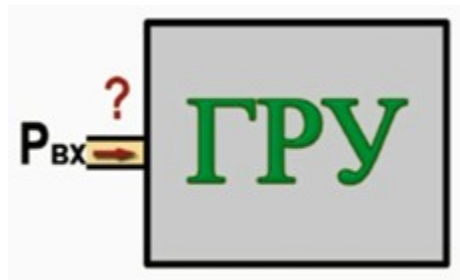
- 1) Магистральные газопроводы предназначены:**
 - a) Для транспортировки газа на малые расстояния
 - b) Для доставки газа от газораспределительных станций к конечному потребителю
 - c) Для транспортировки газа на большие расстояния
- 2) Газопроводы низкого давления прокладываются:**
 - a) На предприятиях бытового обслуживания
 - b) В жилых домах, объектах и сооружениях
 - c) В зданиях промышленного производства
- 3) По типу прокладки газопроводы бывают:**
 - a) Надземные, подземные
 - b) Надземные, подземные, подводные
- 4) Распределительный газопровод среднего давления имеет давление:**
 - a) От 3 до 6 атм
 - b) От 0,05 до 3 атм
 - c) Свыше 6 атм
- 5) Что устанавливают через каждые 100-150 км пути для того, чтобы давление в конце магистрали не падало ниже, чем 30-35 атм?**
 - a) Компрессорные станции
 - b) Газораспределительные станции
 - c) Запорные устройства

Раздел 3. Использование газа

Вариант №.....

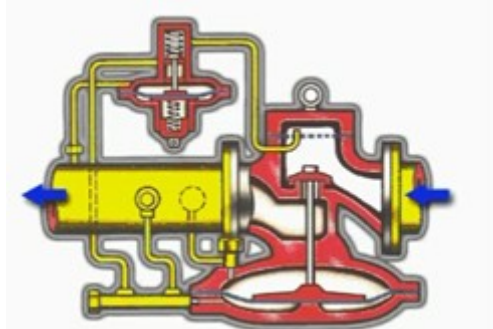
- 1. Каким должно быть входное давление в ГРУ?**

1. Более 0,6 МПа
2. Не Более 0,6МПа
3. Не более 1,2МПа



- 2. На какое давление настраивается регулятор в ГРП городов и населенных пунктов?**

1. Не более 0,003 МПа
2. Более 0,003МПа
3. Не более 0,001МПа



3. Какова периодичность проверки параметров срабатывания предохранительных запорных и сбросных клапанов?

1. Не реже одного в 3 месяца
2. Не реже одного в 6 месяцев
3. Не реже одного в 12 месяцев

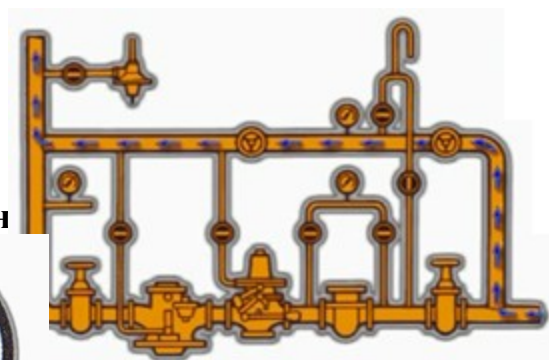


4. В течение какого времени доп:

1. Постоянно
2. На время ремонта линии регулирования
3. Не более суток

5. На сколько необходимо снижать давлени при переводе на байпас?

1. На 5%
2. На 10%
3. На 15%



Форма и условия аттестации: текущий контроль по завершению темы.

Время выполнения:

Подготовка 5 мин;
Выполнение 0 час 15 мин;
оформление и сдача _____ мин;
всего 0 час 20 мин.

Задания для оценки освоения МДК 01.04 Теплотехнические измерения и автоматизация.

Перечень лабораторных работ и практических занятий:

Лабораторная работа №1 Измерение температуры термометром расширения, биметаллическим термометром и расчет погрешностей измерения.

Цель работы: ознакомиться с различными температурными шкалами, уяснить принципы действия различных термометров, произвести измерение

температуры различными термометрическими устройствами, определить класс точности термометров.

Задание на работу:

Произвести измерения температуры с помощью перечисленных термометров. Измерения производятся при трех значениях температуры. Первое измерение производится при комнатной температуре. Для этого все термометры устанавливаются в сосуд с водой, имеющей температуру воздуха в лаборатории. Результаты измерений записываются в таблицу наблюдений табл.1 в столбец – t_1 . Включается термостат и с помощью контактного термометра задается температура в пределах 40...50 °С. После достижения заданной температуры производится измерение температуры, и результаты записываются в ту же таблицу наблюдений табл.1 в столбец t_2 . Затем контактным термометром задается новое значение температуры воды в термостате в пределах 60...70 °С. После достижения нового значения температуры производится измерение температуры, а результат записывается в табл.1 в столбец t_3 . Показания контактного термометра записываются в графу (контактный). Для исключения случайных погрешностей измерения температуры при каждом опыте производятся с небольшими интервалами по времени (5...10 с). Для определения погрешностей измерений испытуемыми термометрами их показания сравниваются со значениями температур, определяемых с помощью лабораторного термометра, который мы принимаем за эталонный. Представить отчет по работе, в котором кратко изложить содержание работы, нарисовать схему установки, представить таблицу наблюдений, математические расчеты и сделать выводы по полученным результатам.

Лабораторная работа №2 Измерение температуры пирометром излучения и расчет погрешностей измерения.

Цель работы: изучение принципа действия, конструкции и методики проведения измерений инфракрасным пирометром

Задание на работу:

В данной лабораторной работе необходимо провести два измерения температуры. Первое – инфракрасным термометром, второе – измерить температуру в этой же точке поверхности контактным термоэлектрическим термометром. Полученные данные занести в таблицу.

Произвести обработку полученных данных и определить абсолютную погрешность измерения температуры. Полученные при проверке значения абсолютной погрешности сравниваются с величиной допускаемой погрешности.

Лабораторная работа №3 Калибровка манометра с одновитковой трубчатой пружиной

Цель работы: Изучение принципа действия и устройства технических деформационных манометров и освоение методики их проверки.

Задание на работу:

1. Изучить принцип действия и конструкцию технических манометров с трубчатыми пружинами.
2. Осуществить калибровку технического манометра с трубчатой пружиной методом измерения значений физической величины, воспроизводимых образцовыми мерами.
3. Осуществить поверку технического манометра методом сличения с образцовым средством измерений того же вида.
4. Сделать заключение о пригодности прибора к эксплуатации.

Лабораторная работа №4. Измерение давления среды с помощью и – образного манометра

Цель работы:

Изучить устройство и принцип действия приборов для измерения давлений. Освоить пересчет единиц измерения давления при пользовании различными системами измерения.

Задание на работу:

Изучить устройство и принцип действия всех приборов для измерения давления. 2. Охарактеризовать выданный преподавателем прибор, определить его класс точности и максимальную абсолютную погрешность. 3. Используя соотношения между размерностями для измерения давления, выполнить перевод заданной величины давления в единицы измерения, которые приведены в табл. 1.

Лабораторная работа №5 Измерение расхода методом постоянного перепада давления

Цель работы:

Измерение расхода методом переменного перепада давления. Ознакомиться с комплектом приборов, применяемых для измерения расхода этим методом, и приобрести необходимые навыки при работе с ними. Выполнить тарировку диафрагмы и поверку дифманометра-расходомера.

Задание на работу:

1. Сущность методов измерения расхода постоянного и переменного перепада давления.
2. Типы сужающих устройств, их сравнительная характеристика.
3. Чем объясняется, что перепад давления, создаваемый сужающим устройством, может служить мерой расхода вещества, протекающего в трубопроводе.
4. Последовательность операций при градуировке ротаметра.
5. Разновидности дифманометров.
6. Устройство и принцип действия дифманометра.
7. Характеристика расходомеров постоянного перепада давления.

Критерии оценки лабораторной работы

Оценка	Критерии
«Зачет»	Студент выполнил всю работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; – самостоятельно и рационально смонтировал необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдал требования безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполнил анализ погрешностей
«Незачет»	Если результаты не позволяют сделать правильных выводов, если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, когда учащийся совсем не выполнил работу.

Практическое занятие №1 Решение задач на погрешности измерений

Цель работы:

Ознакомиться с классификацией погрешностей измерений и средств измерений. Изучить основные принципы описания и оценивания погрешностей, а также общие подходы к обнаружению и исключению систематических погрешностей и вероятностному описанию случайных погрешностей. Ознакомиться с примерами решения типовых задач и закрепить теоретические знания, полученные в ходе практической работы, на основе задач для самостоятельного решения.

Задание на работу:

Задача 1. Измерено два значения напряжения (50 и 400 В) вольтметром с номинальным значением 400 В с одной и той же абсолютной погрешностью 0,5 В. Какое напряжение будет измерено с меньшей погрешностью?

Задача 2. Определить абсолютную и относительную погрешности установки частоты 200 Гц на генераторе ГЗ-34, если в паспорте прибора указано $\Delta_f = \pm(1 + 0,02f)$.

Задача 3. При измерении тока величиной 25 мА использовали многопредельный миллиамперметр с пределами 5 – 15 – 30 – 60 мА 7-го класса точности (1,5%). Выбрать оптимальный предел измерения и оценить погрешность измерения.

Практическое занятие №2 Изучение конструкции, принципа действия биметаллического термометра и термометра расширения, пирометра.

Цель работы:

Изучить конструкцию, принцип действия биметаллического термометра и термометра расширения, пирометра.

Задание на работу:

Изучить принцип действия и устройство жидкостных термометров расширения.

Изучить принцип действия и устройство биметаллических термометров.

Изучить принцип действия и устройство пирометров излучения.

Описать сравнительные характеристики этих термометров в виде таблицы.

Изучить как монтируют стеклянные, биметаллические на технологическом оборудовании и трубопроводах.

Изучить как производят поверку термометров.

Как можно устранить некоторые дефекты стеклянных и других термометров.

Практическое занятие №3 Изучение конструкции и принципа действия ТСМ и термопары.

Цель работы:

Изучить конструкцию и принцип действия термометра сопротивления и термопары, обозначить вторичные приборы к ним и их принцип работы.

Задание на работу:

Определить какому виду средств измерений относится термопара и термометр сопротивления.

Указать на чем основан принцип действия термопары и термометра сопротивления, как средства измерений.

Какие вторичные измерительные приборы используются в схеме совместно с термопарами и термометрами сопротивления. Изучите их принцип действия.

Какие виды (градуировки) термопреобразователей и термометров сопротивления бывают и как их выбрать.

Назовите основные недостатки термопар и термометров сопротивления как средства измерения температуры.

Практическое занятие №4 Изучение конструкции манометра с одновитковой трубчатой пружиной.

Цель работы:

Ознакомиться с принципом действия и устройством манометра с одновитковой трубчатой пружиной.

Задание на работу:

Изучить на чем основан принцип действия манометра с одновитковой трубчатой пружиной.

Что является чувствительным элементом трубчатого манометра.

Для чего служит передаточно-множительное устройство.

Чем устраняется «мертвый» ход стрелки.

Как выбрать шкалу образцового манометра для поверки технических манометров.

При каком значении давления устанавливают стрелку манометра?

Практическое занятие №5 Изучение конструкции дифманометра, и – образного манометра.

Цель работы:

Ознакомиться с устройством и работой приборов для измерения давления.

Вычислить избыточные, абсолютные давления в различных единицах

Задание на работу:

Изучить на чем основан принцип действия и – образного манометра.

Изучить схему функционирования стеклянного и – образного манометра.

Выяснить от чего зависит высота столба жидкости манометра.

Определить от чего зависит выбор шкалы манометра.

Что означает выставлением манометра на нуль.

Выяснить что необходимо для повышения точности отсчета.

Практическое занятие №6 Изучение конструкции сужающих устройств

Цель работы: изучение различных типов сужающих устройств, овладение навыками расчета сужающего устройства

Задание на работу:

- Изучить теоретические сведения об основах метода, типах сужающих устройств
- Зарисовать рисунок диафрагмы и записать типы диафрагм и их основные характеристики
- По методике, выполнить расчет сужающего устройства
- Сделать вывод (какое сужающее устройство, его характеристики и характеристики дифманометра)

Практическое занятие №7 Изучение конструкции и принципа действия газоанализатора Хоббит

Цель работы: Изучить конструкцию и принцип действия газоанализатора Хоббит

Задание на работу:

Изучить:

- Назначение
- Технические характеристики
- Состав , устройство и работа
- использование по назначению
- Требования безопасности
- Эксплуатационные ограничения подготовка газоанализаторов к работе порядок работы с газоанализаторами

Практическое занятие №8 Изучение конструкции и принципа действия термомагнитного газоанализатора

Цель работы: Изучить конструкцию и принцип действия термомагнитного газоанализатора

Задание на работу:

Изучить:

- Назначение
- Технические характеристики
- Состав , устройство и работа
- использование по назначению
- Требования безопасности
- Эксплуатационные ограничения подготовка газоанализаторов к работе порядок работы с газоанализаторами

Практическое занятие №9 Построение структурной схемы автоматической системы регулирования

Цель работы: Построить структурную схему автоматической системы регулирования

Задание на работу:

Изучить назначение функциональных схем автоматизации

Изображение технологического оборудования и коммуникаций на технологических схемах

Ознакомиться с разработкой функциональных схем автоматизации по ГОСТ 21.208-2013

Разработка функциональной схемы автоматизации по стандарту S5.1

Практическое занятие №10 Экспериментальное определение переходной характеристики объекта регулирования и получение дифференциального уравнения его движения.

Цель работы: Определить переходную характеристику объекта регулирования и получить дифференциальное уравнение его движения.

Задание на работу:

Изучить:

1. Математические модели объектов управления.
2. Общие свойства объектов регулирования.
3. Основные типы объектов автоматического регулирования.
4. Дифференциальные уравнения типовых объектов и методы операционного исчисления для их анализа и синтеза.
5. Динамические характеристики объектов управления: передаточная функция, переходная характеристика

Практическое занятие №11 Сравнение построенных характеристик регуляторов

Цель работы: Изучение переходных процессов регуляторов и их характеристик, сравнение графиков процессов.

Задание на работу:

Изучить классификация автоматических регуляторов:

- Позиционные регуляторы
- Линейные регуляторы

Сравнить характеристики регуляторов в соответствии с реализуемым законом регулирования регуляторы делятся на:

- пропорциональные;
- интегральные;
- пропорционально-интегральные;
- пропорционально-дифференциальные;
- пропорционально-интегрально-дифференциальные;
- релейные двух- и трехпозиционные и релейные с механизмами постоянной скорости.

Практическое занятие №12 Выбор приборов для автоматизации котла ДКВР 10-13

Цель работы: По приведенной схеме автоматизации и заданию подобрать приборы и средства автоматизации.

Задание на работу:

Автоматика котла ДКВр-10-13 должна обеспечивать:

контроль технологических параметров котла;
автоматическое регулирование параметров процесса;
автоматическую защиту, действующую на останов котла при отклонении технологических параметров;
аварийную световую и звуковую сигнализацию отклонения технологических параметров от нормы с запоминанием первопричины аварии;

Контроль технологического процесса осуществляется по показывающим приборам по месту, а также на панели оператора.

Управление технологическим процессом и оборудованием котла выполняется органами управления, расположенными на сенсорной панели управления

Практическое занятие №13 Выбор приборов для автоматизации котла ДЕ 6,5-14

Цель работы: По приведенной схеме автоматизации и заданию подобрать приборы и средства автоматизации.

Задание на работу:

Автоматика котла ДЕ 6,5-14 должна обеспечивать:

контроль технологических параметров котла;
автоматическое регулирование параметров процесса;
автоматическую защиту, действующую на останов котла при отклонении технологических параметров;
аварийную световую и звуковую сигнализацию отклонения технологических параметров от нормы с запоминанием первопричины аварии;
Контроль технологического процесса осуществляется по показывающим приборам по месту, а также на панели оператора.
Управление технологическим процессом и оборудованием котла выполняется органами управления, расположенными на сенсорной панели управления

Практическое занятие №14 Выбор приборов для автоматизации котла ДКВР 20-13 с бойлерами

Цель работы: По приведенной схеме автоматизации и заданию подобрать приборы и средства автоматизации.

Задание на работу:

Автоматика котла ДКВР 20-13 с бойлерами должна обеспечивать:

контроль технологических параметров котла;
автоматическое регулирование параметров процесса;
автоматическую защиту, действующую на останов котла при отклонении технологических параметров;
аварийную световую и звуковую сигнализацию отклонения технологических параметров от нормы с запоминанием первопричины аварии;
Контроль технологического процесса осуществляется по показывающим приборам по месту, а также на панели оператора.
Управление технологическим процессом и оборудованием котла выполняется органами управления, расположенными на сенсорной панели управления

Практическое занятие №15 Выбор приборов для автоматизации котла КВГМ -50

Цель работы: По приведенной схеме автоматизации и заданию подобрать приборы и средства автоматизации.

Задание на работу:

Автоматика котла КВГМ -50 должна обеспечивать:

контроль технологических параметров котла;
автоматическое регулирование параметров процесса;
автоматическую защиту, действующую на останов котла при отклонении технологических параметров;
аварийную световую и звуковую сигнализацию отклонения технологических параметров от нормы с запоминанием первопричины аварии;

Контроль технологического процесса осуществляется по показывающим приборам по месту, а также на панели оператора.

Управление технологическим процессом и оборудованием котла выполняется органами управления, расположенными на сенсорной панели управления

Практическое занятие №16 Выбор приборов для автоматизации котла ПТВМ

Цель работы: По приведенной схеме автоматизации и заданию подобрать приборы и средства автоматизации.

Задание на работу:

Автоматика котла ПТВМ должна обеспечивать:

контроль технологических параметров котла;

автоматическое регулирование параметров процесса;

автоматическую защиту, действующую на останов котла при отклонении технологических параметров;

аварийную световую и звуковую сигнализацию отклонения технологических параметров от нормы с запоминанием первопричины аварии;

Контроль технологического процесса осуществляется по показывающим приборам по месту, а также на панели оператора.

Управление технологическим процессом и оборудованием котла выполняется органами управления, расположенными на сенсорной панели управления

Практическое занятие №17 Изучение типов защит котлоагрегата

Цель работы: Изучить типы защит различных котлоагрегатов

Задание на работу:

Изучить срабатывание защит:

- 1) при повышении уровня в барабане котла;
- 2) при понижении уровня в барабане котла;
- 3) при погасании общего факела в топке котла;
- 4) при понижении давления природного газа после регулирующего клапана;
- 5) при отключении дымоососа;
- 6) при отключении обоих дутьевых вентиляторов;
- 7) при понижении температуры пара или воды;
- 8) при понижении давления воздуха перед горелками и тд.

Практическое занятие №18 Типовая схема контроля, регулирования деаэратора

Цель работы: Изучение типовой схема контроля и регулирования деаэратора

Задание на работу:

Система управления предназначена для автоматизации управления и обеспечения бесперебойной работы деаэратора.

Действующими Санитарными Нормами и Правилами автоматически требуется регулировать следующие параметры:

- а) давление пара за редукционными (РУ) и редукционно-охладительными (РОУ) установками;
- б) температуру пара за РОУ;
- в) давление в деаэраторе атмосферного типа (разрежение в вакуумном деаэраторе);
- г) уровень в баке-аккумуляторе деаэратора;
- д) давление жидкого топлива в общем напорном трубопроводе.

В отопительных котельных дополнительно регулируются:

- температура воды подаваемой в теплосеть;
- давление в обратном коллекторе теплосети (подпитка);
- температура воды в сети горячего водоснабжения (для систем с закрытым водоразбором);
- давление в циркуляционном контуре сети горячего водоснабжения;
- постоянный расход воды к котлам.

Практическое занятие №19 Типовая схема автоматизации системы горячего водоснабжения.

Цель работы: Изучить типовую схему автоматизации системы горячего водоснабжения

Задание на работу:

Изучить

Исходные данные для проектирования:

- Характеристика систем отопления и горячего водоснабжения
- Обоснование разработки автоматизации систем отопления и горячего водоснабжения
- Описание условий эксплуатации приборов и средств автоматики
- Описание функциональной схемы автоматизации
- Приборы и средства автоматики
- Спецификация на приборы и средства автоматики
- Функциональная схема автоматизации

Практическое занятие №20 Автоматизация пароводяной бойлерной установки

Цель работы: Автоматизация пароводяной бойлерной установки

Задание на работу:

В теплообменных установках необходимо предусматривать показывающие приборы, а для визуального отображения параметров на мониторе системы

АСУ ТП передающие датчики следует предусматривать по техническому заданию на АСУ:

температуры нагреваемой и греющей среды до и после каждого подогревателя;

температуры конденсата после охладителей конденсата;

давления нагреваемой среды в общем трубопроводе до подогревателей и за каждым подогревателем;

давления греющей среды к подогревателям.

Критерии оценки практической работы

Оценка	Критерии
«Отлично»	Практическая работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые для проведения практических и самостоятельных работ теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.
«Хорошо»	Практическая или самостоятельная работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Использованы указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
«Удовлетворительно»	Практическая работа выполнена и оформлена с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе со статистическими материалами.
«Неудовлетворительно»	Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным

тельно»	к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.
---------	---

Форма и условия аттестации: текущий контроль по завершению темы.

Время выполнения:

подготовка ____ 5 ____ мин;
 выполнение ____ час ____ 30 ____ мин;
 оформление и сдача ____ 10 ____ мин;
 всего ____ час ____ 45 ____ мин.

Примерный перечень тестовых вопросов к промежуточной аттестации

Раздел 1. Общие сведения об измерениях ВАРИАНТ 1

1. Охарактеризуйте принцип метрологии «единство измерений»:
 - а) разработка и/или применение метрологических средств, методов, методик и приемов основывается на научном эксперименте и анализе;
 - б) состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы;
 - в) состояние средства измерений, когда они проградуированы в узаконенных единицах и их метрологические характеристики соответствуют установленным нормам.
2. Какие из перечисленных способов обеспечивают единство измерения:
 - а) применение узаконенных единиц измерения;
 - б) определение систематических и случайных погрешностей, учет их в результатах измерений;
 - в) применение средств измерения, метрологические характеристики которых соответствуют установленным нормам;
 - г) проведение измерений компетентными специалистами.
3. Как называется качественная характеристика физической величины:
 - а) величина;
 - б) единица физической величины;
 - в) значение физической величины;
 - г) размер;
 - д) размерность
4. Как называется количественная характеристика физической величины:

- а) величина;
 - б) единица физической величины;
 - в) значение физической величины;
 - г) размер;
 - д) размерность.
5. . Как называется значение физической величины, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношениях соответствующую физическую величину:
- а) действительное;
 - б) искомое;
 - в) истинное;
 - г) номинальное;
 - д) фактическое.

ВАРИАНТ 2

1. Укажите виды измерений, при которых число измерений равняется числу измеряемых величин:
 - а) абсолютные;
 - б) косвенные;
 - в) многократные;
 - г) однократные;
 - д) относительные
 - е) прямые.
2. Какие средства измерений представляют собой совокупность измерительных преобразователей и отсчетного устройства:
 - а) вещественные меры;
 - б) индикаторы;
 - в) измерительные приборы;
 - г) измерительные системы;
 - д) измерительные установки.
3. Укажите нормированные метрологические характеристики средств измерений:
 - а) диапазон показаний;
 - б) точность измерений;
 - в) единство измерений;
 - г) порог измерений;
 - д) воспроизводимость;
 - е) погрешность.

4. Как называется область значения шкалы, ограниченная начальным и конечным значением:
- а) диапазон измерения;
 - б) диапазон показаний;
 - в) погрешность;
 - г) порог чувствительности;
 - д) цена деления шкалы.
5. Как называется отношение изменения сигнала на выходе измерительного прибора к вызывающему его изменению измеряемой величины:
- а) диапазон измерения;
 - б) диапазон показаний;
 - в) порог чувствительности;
 - г) цена деления шкалы;
 - д) чувствительность.

Раздел 2. Измерение теплотехнических параметров

ВАРИАНТ 1

1. Виды измерительных приборов
- а) сжатые
 - б) деформирующие
 - в) аналоговые и цифровые
 - г) разжимающие
 - д) приведенные
2. Аналоговые приборы
- а) снимают показания с помощью отсчётных устройств
 - б) автоматически вырабатывают дискретные сигналы
 - в) показания которых являются непрерывной функцией измеряемой величины
 - г) датчики которых вырабатывают сигналы
 - д) дающие интегральные по времени показания
3. Цифровые измерительные приборы
- а) представляющие сигналы в цифровой форме
 - б) представляют сигнал в непрерывной форме
 - в) дают интегральные по времени показания
 - г) показания которых регистрируются на диаграммной бумаге
 - д) вырабатывают сигнал измерительной формы
4. Вид параметрических датчиков

- а) индукционные
- б) пьезоэлектрические
- в) термопара
- г) трансформаторные
- д) радиационные

5. Группы системы автоматики

- а) АСП АХЧ АХД
- б) АСК АСУ АСР
- в) АУМ АГД АФЧ
- г) АРР АПП АНМ
- д) АКЕ АПМ АФЛ

6. Переходной сигнал

- а) от датчика к первичному прибору
- б) на измерительную часть прибора
- в) из усилителя в измерительную схему
- г) от преобразователя к вторичному прибору
- д) от усилителя на датчик

7. Градуировка прибора

- а) деления шкалы прибора придают значения, выраженные в установленных единицах
- б) определяют действительные значения шкалы
- в) наносят на шкалу примерные обозначения измеряемой среды в единицах
- г) зависимость между значениями измеряемой и косвенной величиной
- д) наносят примерное значение шкалы

8. Классификация датчиков по виду и характеру выходного сигнала

- а) Импульсный и аналоговый
- б) Косинусоидальный и непрерывный
- в) Непрерывный и дискретный
- г) Синусоидальный и стандартный
- д) Стандартный и импульсный

9. Классификация датчиков по принципу действия

- а) Гравитационные, гидравлические, объёмные
- б) Пневматические, гидравлические, электрические
- в) Скоростные, массовые, электрические
- г) Пневматические, скоростные, гидравлические
- д) Объёмные, скоростные, электрические

10. Измерительный преобразователь

- а) входной сигнал

- б) устройство
- в) установка
- г) датчик
- д) выходной сигнал

Раздел 3. Основы теории автоматического управления

ВАРИАНТ1

1. Объектом управления называется:
 - А) машины, аппараты и другие технические устройства, нуждающиеся в специально организованных воздействиях извне для их правильного функционирования;
 - В) технические устройства, с помощью которых осуществляется автоматическое управление;
 - С) совокупность управляющих и возмущающих воздействий;
 - Д) все вышеперечисленные ответы;
 - Е) нет правильного ответа.

2. Управляющим устройством называется:
 - А) совокупность управляющих и возмущающих воздействий;
 - В) технологическое устройство, с помощью которого осуществляется автоматическое управление;
 - С) машины, аппараты и другие технические устройства, нуждающиеся в специально организованных воздействиях извне для их правильного функционирования;
 - Д) все вышеперечисленные ответы;
 - Е) нет правильного ответа.

3. Системой автоматического управления (САУ) называется:
 - А) совокупность объекта управления и контролируемых воздействий;
 - В) совокупность управляющих и возмущающих воздействий;
 - С) совокупность объектов управления и управляющих устройств;
 - Д) все вышеперечисленные ответы;
 - Е) нет правильного ответа.

4. Управляющее воздействие это:
 - А) сигнал величина которого изменяет состояние объекта управления препятствуя управлению;
 - В) воздействие которое может быть измерено или которое можно пронаблюдать;
 - С) воздействие которое невозможно измерить или пронаблюдать;
 - Д) сигнал величина которого изменяет состояние объекта управления в соответствии с реализуемым законом;
 - Е) нет правильного ответа.

5. Внешнее воздействие это:

- А) сигнал величина которого изменяет состояние объекта управления препятствуя управлению;
- В) воздействие которое может быть измерено или которое можно пронаблюдать;
- С) воздействие которое невозможно измерить или пронаблюдать;
- Д) сигнал величина которого изменяет состояние объекта управления в соответствии с реализуемым законом;
- Е) нет правильного ответа.

ВАРИАНТ2

1. Структурная схема это:

- А) схема, каждое звено которой соответствует функциональному элементу реальной схемы;
- В) схема, каждое звено которой соответствует одной или нескольким операциям математической модели;
- С) схема, каждое звено которой соответствует функциональному элементу реальной схемы;
- Д) все вышеперечисленные ответы;
- Е) нет правильного ответа.

2. Динамическим объектом управления называется такой, параметры которого:

- А) являются функциями только времени;
- В) не являются функциями времени;
- С) являются функциями только пространственных координат;
- Д) не зависят ни от временных, ни от пространственных координат;
- Е) нет правильного ответа.

3. Статическим объектом называют такой, параметры которого:

- А) зависят от временных и пространственных координат;
- В) являются функциями только времени;
- С) не являются функциями времени;
- Д) не зависят ни от временных, ни от пространственных координат;
- Е) нет правильного ответа.

4. Система автоматического управления называется обыкновенной линейной (стационарной):

- А) если в системе описывающих ее линейных дифференциальных уравнений имеется хотя бы одно уравнение, содержащее коэффициенты, являющиеся функциями времени;
- В) если она описывается обыкновенными линейными дифференциальными уравнениями с постоянными коэффициентами;

- С) если в системе описывающих ее линейных дифференциальных уравнений хотя бы одно уравнение содержит частные производные;
D) верно В и С;
Е) нет правильного ответа

5. Можно ли к линейным САУ применить принцип суперпозиции:

- А) да;
В) нет;
С) только для разомкнутых;
D) только для замкнутых;
Е) нет правильного ответа.

Раздел 4. Автоматизация технологических процессов в ЖКХ

ВАРИАНТ1

1. Букву А применяют для обозначения:

- а) станции управления, имеющей переключатель для выбора вида управления и устройство для дистанционного управления
- б) функции "сигнализация" независимо от того, вынесена ли сигнальная аппаратура на какой-либо щит или для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор
- в) чувствительного элемента, выполняющего функцию первичного преобразования: преобразователи термоэлектрические, термопреобразователи сопротивления, датчики пирометров, сужающие устройства расходомеров и т.п.
- г) контактного устройства прибора, используемого только для включения, отключения, переключения, блокировки.

2. Букву К применяют для обозначения:

- а) станции управления, имеющей переключатель для выбора вида управления и устройство для дистанционного управления
- б) функции "сигнализация" независимо от того, вынесена ли сигнальная аппаратура на какой-либо щит или для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор
- в) чувствительного элемента, выполняющего функцию первичного преобразования: преобразователи термоэлектрические, термопреобразователи сопротивления, датчики пирометров, сужающие устройства расходомеров и т.п.
- г) контактного устройства прибора, используемого только для включения, отключения, переключения, блокировки.

3. Букву Т применяют для обозначения:

- а) первичного прибора бесшкального с дистанционной передачей сигнала: манометры, дифманометры, манометрические термометры
- б) функции "сигнализация" независимо от того, вынесена ли сигнальная аппаратура на какой-либо щит или для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор
- в) контактного устройства прибора, используемого только для включения, отключения, переключения, блокировки
- г) чувствительного элемента, выполняющего функцию первичного преобразования: преобразователи термоэлектрические, термопреобразователи сопротивления, датчики пирометров, сужающие устройства расходомеров и т.п.

4. ГОСТ 21.208-2013 устанавливает два метода построения условных обозначений:

- а) упрощенный;
- б) сжатый;
- в) полный;
- г) развернутый.

5. При упрощенном методе построения приборы и средства автоматизации, осуществляющие сложные функции, например контроль, регулирование, сигнализацию и выполнение в виде отдельных блоков, изображают:

- а) одним условным обозначением
- б) указывают отдельным условным обозначением
- в) этом первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру не изображают.

6. В верхней части графического обозначения наносят обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора, определяющего его назначение:

- а) графические,
- б) буквенные,
- в) цифровые обозначения
- г) изображение приборов

7. При построении обозначений комплектов средств автоматизации первая буква в обозначении каждого входящего в комплект прибора или устройства является обозначением:

- а) измеряемой комплектом величины
- б) состояние или событие, которое определяет реакцию устройства
- в) устройств системы инструментальной безопасности - ПАЗ.

8. Условное обозначение означает:




- а) Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, установленный по месту.
- б) Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту.
- в) Прибор для измерения температуры показывающий, установленный по месту.
- г) Прибор для измерения температуры показывающий, установленный на щите.

9. Условное обозначение означает:



- а) Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, установленный по месту.
- б) Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту.
- в) Прибор для измерения температуры показывающий, установленный по месту.
- г) Прибор для измерения температуры показывающий, установленный на щите.

10. Условное обозначение  означает?

- а) Прибор для измерения температуры одноточечный, регистрирующий, установленный на щите.
- б) Прибор для измерения температуры с автоматическим обегаящим устройством, регистрирующий, установленный на щите.
- в) Прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный на щите.
- г) Регулятор температуры бесшкальный, установленный по месту.

Время выполнения:

Подготовка 5 мин;

Выполнение 0 час 15 мин;

оформление и сдача мин;

всего 0 час 20 мин

Задания для оценки освоения МДК 01.05 Теплотехническое оборудование

Практическое занятие №1 Изучение конструкций рекуперативных теплообменных аппаратов

Целью проведения практического занятия является формирование у студентов теоретической и практической подготовки по конструкции рекуперативных теплообменных аппаратов непрерывного действия

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать : назначение, устройство, виды ,принцип действия рекуперативных теплообменных аппаратов непрерывного действия и область их применения

Уметь: давать характеристику конструктивным особенностям рекуперативным теплообменным аппаратам по чертежам и схемам

Практическая работа №2 Расчёт и выбор пароводяного рекуперативного теплообменного аппарата

Целью проведения практического занятия является приобретение студентами практического навыка по методам расчета газопроводов низкого давления

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать : Методику и основные формулы теплового, конструктивного, гидравлического расчетов теплообменных аппаратов

Уметь: выполнять тепловой, конструктивный, гидравлический расчеты, выбирать теплообменные аппараты по справочной литературе

Практическое занятие №3 Расчет и выбор водоводяного теплообменного аппарата

Целью проведения практического занятия является приобретение студентами практического навыка по методам расчета теплообменного аппарата

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать : Методику и основные формулы теплового расчета водоводяного теплообменного аппарата

Уметь: Выполнять тепловой расчет ,выбирать теплообменный аппарат по справочной литературе

Практическое занятие №4 Расчет и выбор пластинчатого теплообменного аппарата

Целью проведения практического занятия является приобретение студентами практического навыка по методам расчета теплообменного аппарата

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать : Методику и основные формулы теплового расчета пластинчатого теплообменного аппарата

Уметь: Выполнять тепловой расчет ,выбирать теплообменный аппарат по справочной литературе

Критерии оценки практической работы

Оценка	Критерии
«Отлично»	Практическая работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые для проведения практических и самостоятельных работ теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме. Даны полные и правильные ответы на поставленные вопросы
«Хорошо»	Практическая или самостоятельная работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Использованы указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
«Удовлетворительно»	Практическая работа выполнена и оформлена с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе со статистическими материалами.
«Неудовлетворительно»	Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

Лабораторная работа № 1 Тепловое испытание пластинчатых теплообменных аппаратов систем отопления и ГВС

Целью проведения лабораторной работы является формирование у студентов практических навыков по определению опытным путем

необходимых параметров теплоносителей системы отопления и горячего водоснабжения

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

Знать : Методику и основные формулы для выполнения расчетов

Уметь: Определять расходы теплоносителей и их параметры, средний температурный напор, коэффициент теплопередачи аппарата

Критерии оценки лабораторной работы

Оценка	Критерии
«Зачет»	Студент выполнил всю работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдал требования безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполнил анализ погрешностей
«Незачет»	Если результаты не позволяют сделать правильных выводов, если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, когда учащийся совсем не выполнил работу.

Форма и условия аттестации: текущий контроль по завершению темы

Время выполнения:

подготовка ____ 5 ____ мин;

выполнение _____ час ____ 30 ____ мин;

оформление и сдача ____ 10 ____ мин;

всего _____ час ____ 45 ____ мин.

Перечень вопросов к промежуточной аттестации (экзамен)

1. Классификация теплообменного оборудования по назначению, принципу действия и способу передачи теплоты
2. Характеристика основных теплоносителей (пар, вода)
3. Расчет теплообменных аппаратов. Виды и цели расчетов теплообменных аппаратов
4. Теплоносители и физические свойства дымовые газы

5. Расчетные формулы теплового, конструктивного и гидравлического расчёта теплообменных аппаратов
6. Назначение, виды, рекуперативных теплообменных аппаратов и область их применения
7. Устройство и принцип действия рекуперативных аппаратов
8. Конструкции и принципа действия двухходового аппарата жёсткой конструкции
9. Конструкция и принцип действия пароводяного рекуперативного теплообменного аппарата (бойлера)
10. Конструкция и принцип действия подогревателя с и-образными трубками
11. Конструкция и принцип действия секционного подогревателя
12. Конструкция и принцип действия подогревателя типа «труба в трубе»
13. Конструкция и принцип действия спирального теплообменного аппарата
14. Конструкция и принцип действия пластинчатого теплообменного аппарата
15. Методика и основные формулы теплового расчёта теплообменных аппаратов
16. Методика и основные формулы конструктивного расчета теплообменных аппаратов
17. Методика и основные формулы гидравлического расчета теплообменных аппаратов.
18. Основные этапы расчета пароводяного теплообменного аппарата
19. Основные этапы расчета водоводяного теплообменного аппарата
20. Основные этапы расчета пластинчатого теплообменника
21. Устройство регенеративных теплообменных аппаратов (РТА)
22. Устройство и принцип действия

23. Назначение, виды и область применения регенеративных теплообменных аппаратов
24. Основы теплового расчета(РТА)
25. Испытания теплообменных аппаратов
26. Мероприятия по сбору и возврату конденсата
27. Устройство и принцип действия открытых систем сбора и возврата конденсата
28. Устройство и принцип действия закрытых систем сбора и возврата конденсата
29. Эксплуатация систем сбора и возврата конденсата

Критерии оценки (экзамен)

Условия, при которых выставляется оценка	Оценка
Ответ полный и правильный на основании изученных знаний и умений; материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком; ответ самостоятельный.	5 (отлично)
Ответ полный и правильный на основании изученных знаний и умений; материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.	4 (хорошо)
Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка, или неполный, несвязный.	3 (удовлетворительно)
При ответе обнаружено непонимание учащимся основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые студент не смог исправить при наводящих вопросах преподавателя или ответ отсутствует вообще.	2 (неудовлетворительно)

Задания для оценки освоения МДК 01.06 Системы теплоснабжения

Практическое занятие № 1 Определение тепловых нагрузок по укрупненным показателям

Целью проведения практического занятия является формирование практического навыка по определению тепловых нагрузок.

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать : способы определения теплоты на различные нужды

Уметь: выбирать параметры для расчета тепловых нагрузок, определять величину тепловых нагрузок

Практическое занятие № 2 Изучение принципиальной схемы автоматизированного теплового пункта

Целью проведения практического занятия является формирование у студентов теоретической и практической подготовки по изучению схемы АТП.

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать : типы, назначение, устройство оборудования тепловых пунктов

Уметь: Разбираться в схеме автоматизированного теплового пункта

Практическое занятие № 3 Запуск модулей тепловой сети, отопления и ГВС

Целью проведения практического занятия является формирование у студентов теоретической и практической подготовки по эксплуатации модулей АТП.

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать : Правила эксплуатации , порядок подготовки к запуску , включение в работу и останов модулей АТП

Уметь: производить подготовку, включение в работу ,обслуживание во время работы модулей АТП

Практическая работа № 4 «Теплоснабжение района города ...»

Целью проведения практического занятия является формирование практического навыка по определению тепловых нагрузок, регулированию отпуска теплоты, расчету гидравлических параметров тепловых сетей.

В результате выполнения практического задания студент должен:

Знать: методы определения тепловых нагрузок, регулирование отпуска теплоты, температурные графики, порядок гидравлического расчета тепловых сетей.

Уметь: выбирать параметры для расчета тепловых нагрузок, определять величину тепловых нагрузок, график расхода тепла в

зависимости от продолжительности наружных температур, строить график регулирования отопительных нагрузок, пьезометрический график, монтажную схему тепловой сети.

Критерии оценки практической работы

Оценка	Критерии
«Отлично»	Практическая работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые для проведения практических и самостоятельных работ теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме. Даны полные и правильные ответы на поставленные вопросы
«Хорошо»	Практическая или самостоятельная работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Используются указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
«Удовлетворительно»	Практическая работа выполнена и оформлена с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе со статистическими материалами
«Неудовлетворительно»	Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

Лабораторная работа № 1 Экспериментальное определение температуры обратной воды АТП без добавочного теплообменника ГВС

Целью проведения лабораторной работы является формирование у студентов практических навыков по экспериментальному

исследованию процессов в системах горячего водоснабжения, удаленного мониторинга и управления работой тепловых пунктов.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

Знать: назначение, устройство и принципа действия автоматизированных тепловых пунктов.

Уметь: экспериментально определять параметры теплоносителей в системах горячего водоснабжения.

Лабораторная работа № 2 Экспериментальное определение температуры обратной воды с АТП с добавочным теплообменником ГВС

Целью проведения лабораторной работы является формирование у студентов практических навыков по экспериментальному исследованию процессов в системах горячего водоснабжения с включением добавочного теплообменника, навыков измерения количества энергии, затраченной системой ГВС и приготовления горячей воды с заданной температурой.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

Знать: назначение, устройство и принцип действия автоматизированных тепловых пунктов.

Уметь: измерять количество энергии, затраченной системой ГВС и параметры теплоносителя. Анализировать измеренные параметры при использовании одного и двух теплообменников системы ГВС.

Критерии оценки лабораторной работы

Оценка	Критерии
«Зачет»	Студент выполнил всю работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдал требования безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно отвечал на вопросы
«Незачет»	Если результаты не позволяют сделать правильных выводов, если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, когда учащийся совсем не выполнил работу.

Форма и условия аттестации: текущий контроль по завершению темы.

Время выполнения:

подготовка _____ мин;

выполнение _____ час __30__ мин;

оформление и сдача ____10__ мин;
всего _____ час ____40__ мин.

Перечень вопросов к промежуточной аттестации (экзамен)

1. Общая характеристика и классификация теплового нагрева.
2. Определение расхода теплоты на отопление и вентиляцию.
3. Определение расхода теплоты на горячее водоснабжение и технологические нужды.
4. Режим теплового потребления в течении суток, сезона, года.
5. Классификация источников и систем теплоснабжения.
6. Схема котельной с водогрейными котлами.
7. Схема производительной котельной.
8. Закрытые системы теплоснабжения и их особенности
9. Открытые системы теплоснабжения и их особенности
10. Элеваторы. Устройство и принцип действия
11. Потребление тепловой энергии (сезонные и круглогодичные потребители)
12. Сети с присоединением системы ГВС без циркуляционной линии
13. Тепловые пункты. Классификация
14. Потребление тепловой энергии
15. Схема ТЭЦ.
16. Гидравлический режим работы системы теплоснабжения
17. Тепловая схема котельной с паровыми и водогрейными котлами.
18. Понятия о системах теплоснабжения. Классификация и основные элементы систем теплоснабжения.
19. Водяные системы теплоснабжения закрытые их особенности,
20. Водяные системы теплоснабжения открытые их особенности.
21. Схема присоединения систем отопления тепловой сети. Зависима без смешения и с элеваторным смешением.

22. Схема присоединения систем отопления тепловой сети. Зависимая с насосным смещением.
23. Схема присоединения систем отопления тепловой сети. Независимая с циркуляционным насосом.
24. Схема присоединения установок ГВС к тепловым сетям. К открытой сети с верхним аккумулятором.
25. Схема присоединения установок ГВС к тепловым сетям. К открытой сети с нижним аккумулятором.
26. Схема присоединения установок ГВС к тепловым сетям. К закрытой сети с верхним аккумулятором.
27. Схема присоединения установок ГВС к тепловым сетям. К закрытой сети с нижним аккумулятором.
28. Схема совместного присоединения систем отопления и ГВС к закрытой тепловой сети. Параллельная.
29. Схема совместного присоединения систем отопления и ГВС к закрытой тепловой сети. Смешанная.
30. Схема совместного присоединения систем отопления и ГВС к закрытой тепловой сети. Последовательная.
31. Схема совместного присоединения систем отопления и ГВС к закрытой тепловой сети. Последовательная с регулятором отопления.
32. Схема совместного присоединения систем отопления и ГВС к открытой тепловой сети.
33. Схема несвязанного регулирования с регулятором отопления.
34. Паровые системы теплоснабжения.
35. Схемы присоединения абонентов к паровым сетям.
36. Выбор теплоносителя и систем теплоснабжения.
37. Сравнение пара и воды как теплоносителя.
38. Местные и центральные тепловые пункты,
39. Схемы с элеватором и насосом. Расчет и выбор элеватора.

40. Методы регулирования отпуска теплоты при однородной и разнородной тепловой нагрузки.
41. Режимные графики при качественных и количественном регулировании водяных систем теплоснабжения.
42. Центральное качественное регулирование тепловых сетей.
43. Количественное регулирование.
44. ИТП с независимым присоединением и открытым водоразбором
45. ИТП с зависимым присоединением и закрытым водоразбором
46. Схема ИТП с зависимым присоединением и открытым водоразбором, элеваторное присоединение
47. Схема ИТП с зависимым присоединением и открытым водоразбором присоединения через станцию смешивания

. Критерии оценки (экзамен)

Условия, при которых выставляется оценка	Оценка
Ответ полный и правильный на основании изученных знаний и умений; материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком; ответ самостоятельный.	5 (отлично)
Ответ полный и правильный на основании изученных знаний и умений; материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.	4 (хорошо)
Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка, или неполный, несвязный.	3 (удовлетворительно)
При ответе обнаружено непонимание учащимся основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые студент не смог исправить при наводящих вопросах преподавателя или ответ отсутствует вообще.	2 (неудовлетворительно)

Задания для оценки освоения МДК 01.07 Тепловые двигатели

Практическая работа №1

Тема: Паровые турбины.

Цель: Изучение устройства паровой турбины.

План работы:

1 Понятие о паровой турбине.

Паровая турбина является двигателем, в котором потенциальная энергия пара превращается в механическую работу вращающегося ротора. Процесс превращения потенциальной энергии пара в кинетическую, а затем и в механическую энергию вращения валопровода происходит в проточной части турбины, которая состоит из ступеней. Всякая турбина состоит из неподвижных и вращающихся частей. Совокупность

всех неподвижных частей принято называть статором турбины, а вращающихся – ротором.

2 Виды турбин

1) Теплофикационные турбины.

Конструкция корпуса турбины определяется многими факторами, главными из которых являются назначение и тип турбины, режимные условия ее работы, начальные и конечные параметры пара, наличие или отсутствие промежуточного перегрева, размеры проточной части, возможности технологии его изготовления. В зависимости от параметров пара условно различают цилиндры (части) высокого давления (ЦВД), цилиндры среднего давления (ЦСД) и цилиндры низкого давлений (ЦНД).

2) Кондиционные турбины. конденсационные паровые турбины, в которых весь свежий пар, за исключением пара, отбираемого на регенерацию, протекая через проточную часть и расширяясь в ней до давления, меньшего, чем атмосферное, поступает в конденсатор, где теплота отработавшего пара отдается охлаждающей воде и полезно не используется турбины с противодавлением, отработавший пар которых направляется тепловым потребителям, использующим теплоту для отопительных или производственных целей;

3 Обозначения турбин

По ГОСТ 3618-82 приняты следующие обозначения турбин. Первая буква характеризует тип турбины:

К — конденсационная;

Т — теплофикационная с отопительным отбором пара;

П — теплофикационная с производственным отбором пара для промышленного потребителя;

ПТ — теплофикационная с производственным и отопительным регулируемые отборами пара;

Р — с противодавлением;

ПР — теплофикационная с производственным отбором и противодавлением;

ТР — теплофикационная с отопительным отбором и противодавлением;

ТК — теплофикационная с отопительным отбором и большой конденсационной мощностью;

КТ — теплофикационная с отопительными отборами нерегулируемого давления.

4 Сопловый аппарат турбины

Сопловой аппарат турбины состоит из нескольких сегментов сопел, к каждому из которых пар поступает от отдельного клапана. Сегменты сопел крепятся к вставным сопловым коробкам или к корпусу турбины, если сопловые коробки выполнены заодно с корпусом турбины. По типу конструкции различают сопловые аппараты с наборными лопатками, сварными или литыми.

Диафрагмы турбины – кольцевые перегородки с сопловыми решетками, в каналах которых происходит преобразование тепловой энергии пара в кинетическую энергию его струй. Диафрагмы предназначены для разделения внутренней полости цилиндра на отсеки с различными параметрами пара. В каждой диафрагме размещены неподвижные сопловые лопатки, проходя между которыми поток пара ускоряется и приобретает необходимое направление для входа в каналы, образованные рабочими лопатками

5 Рабочие лопатки паровой турбины.

Наиболее ответственными элементами проточной части турбин являются рабочие лопатки, профили которых образуют рабочую решетку. Именно в каналах рабочей решетки происходит преобразование энергии потока пара в полезную работу на валу турбины. Любая лопатка состоит из рабочей части (пера) и хвостовика. Рабочая часть имеет профили, установка которых с равным шагом образует рабочие каналы. Хвостовики служат для крепления лопаток на диске. На торце рабочей лопатки выполняют шип. На

группу лопаток надевается лопаточный бандаж, в котором выполнены отверстия с шагом и формой, соответствующими шипам на лопатках, установленных на диске.

6 Ротор паровой турбины.

Валопровод турбоагрегата – это совокупность соединенных между собой роторов последовательно расположенных цилиндров и генератора. Для передачи крутящего момента роторы цилиндров соединяются между собой посредством муфт. Ротор несет на себе лопа-точный аппарат, который выполняет основную функцию – превращение кинетической энергии пара в механическую энергию вращения ротора генератора. Ротор включает в себя вал, облопаченные диски и некоторые другие элементы, обеспечивающие его сборку и нормальную работу.

7 Уплотнения паровых турбин. В паровых турбинах используют четыре вида уплотнений: кон-цевые (для уплотнения валов, выходящих из цилиндров), промежуточные (отделяют друг от друга отсеки проточной части с разными направлениями потоков пара в противоточных цилиндрах), диафрагменные (препятствуют протечке пара между диафрагмой и валом) и уплотнения рабочей решетки.

8 Подшипники турбины. К неподвижным частям турбины относятся также картеры ее подшипников. Подшипники служат для фиксации вращающегося валопровода турбоагрегата, при котором обеспечивается надежная и экономичная работа. В паровых турбинах используют только подшипники скольжения (опорные и упорные), в которых между вращающимися и не вращающимися деталями при нормальной работе всегда существует тонкий слой смазки. В зависимости от числа роторов в валопроводе и способа их соединения турбоагрегат может иметь от трех до двенадцати опорных подшипников и один или два (чаще всего один) упорных.

9 Система регулирования оборотов турбины. На стуле переднего подшипника располагается блок системы автоматического регулирования турбины. В состав системы регулирования входят: центробежный регулятор скорости, бойки автомата безопасности, рычаги срабатывания бойков, блок управления стопорным и регулирующими клапанами. На передней части блока расположен механизм управления турбиной (МУТ). К переднему торцу ротора прикрепляют приставной конец вала, на котором установлены бойки предохранительных выключателей (датчики автомата безопасности), воздействующие на стопорный и регулирующие клапаны и прекращающие доступ пара в турбину при повышении частоты вращения ротора на 10–12 % по сравнению с расчетной.

10 Система смазки турбины. Приставной конец вала механизм управления турбиной (МУТ) с помощью гибкой муфты со-единен с валом главного масляного насоса, который предназначен для подачи масла в систему смазки подшипников турбины и генератора и в систему автоматического регулирования (САР) турбины. Система маслоснабжения является составной частью турбоустановки, в значительной мере определяющей ее работоспособность. Масло в турбоустановках используют в качестве рабочего тела в гидравлических системах регулирования, для смазки и охлаждения подшипников турбоагрегата, в качестве уплотняющей среды в генераторах с водородным охлаждением, в гидромуфтах питательных насосов. Неудовлетворительная работа масляных систем приводит к авариям. По уровню давления масляные системы можно разделить на две группы: низкого давления (не более 0,295–0,392 МПа) для смазки, уплотнения генератора, питания гидромуфт и высокого давления (в зависимости от мощности турбины 0,49–0,98) для регулирования.

11 Валоповоротное устройство турбины. В заднем картере турбины располагают валоповоротное устройство. Валоповоротное устройство служит для медленного вращения валопровода турбины, исключаяющего его изгиб из-за температурной неравномерности по сечению, появление вибрации и задевание вращающихся деталей неподвижными. Оно состоит из электродвигателя, к ротору которого присоединен червяк, входящий в зацепление с червячным колесом, насаженным на промежуточный валик. На винтовой шпонке этого валика установлена ведущая цилиндрическая шестерня, которая

при включении валоповоротного устройства входит в зацепление с ведомой цилиндрической шестерней, сидящей на валу турбины. После подачи пара в турбину частота вращения ротора повышается, и ведущая шестерня автоматически выходит из зацепления из-за проворачивания ее по винтовой шпонке. Необходимость в работе валоповоротного устройства возникает при пуске и останове турбины.

Отчет о выполнении практической работы №1 выполнить в тетради, где необходимо описать: 1 назначение, 2 устройство, 3 принцип действия элементов (составных частей) паровой турбины.

Контроль качества усвоения учебного материала проводится в виде теста по вопросам.

Перечень вопросов для проверки:

1. Что собой представляет паротурбинный агрегат?
2. В чем принципиальное различие паровых турбин активного и реактивного типа?
3. Из каких основных элементов состоит типичная энергетическая паровая турбина?
4. Для чего нужен сопловый аппарат турбины.
5. Какие элементы входят в ступень турбины.
6. Чем отличается ротор и статор турбины.
7. Что входит в состав системы регулирования паровой турбины?
8. Какую функцию выполняет валоповоротное устройство?
9. ЦВД и ЦНД как расшифровывается?
10. Что такое ступень турбины?

Таблица критериев оценки усвоения

Оценка	5	4	3	2
Показатель в %	100%	80%	70%	Менее 70%

Практическая работа №2

Тема: Газотурбинные установки (ГТУ).

Цель: Изучение устройства газовой турбины

План работы:

- 1 Газовая турбина
- 2 Понятие о газотурбинной установке, достоинство и недостатки.
3. Газотурбинные установки со сгоранием при постоянном давлении, основные части.
4. Виды топлива применяется в ГТУ
5. Конструктивные элементы ГТУ, назначение этих элементов.

Принципиально работа ГТУ может быть организована двумя способами: с подводом тепла при $v = \text{const}$ и подводом тепла при $p = \text{const}$.

При работе ГТУ по циклу с подводом теплоты пара при $v = \text{const}$, камера сгорания отключается от компрессора и газовая турбина специальными запорными устройствами. За счет этого процесс в КС осуществляется изохорно и давление увеличивается значительно выше давления, создаваемого компрессором. В современных ГТУ, как правило, q подводится при $p = \text{const}$. На рис. 7 изображен цикл и принципиальная схема работы простейшей судовой ГТУ.

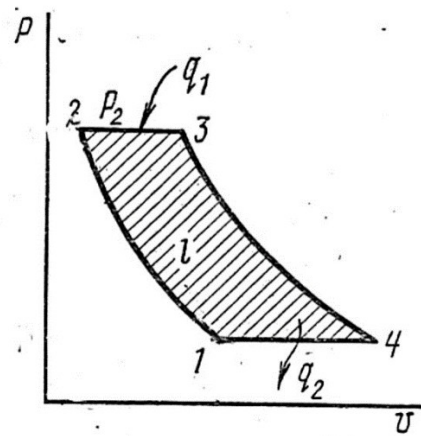
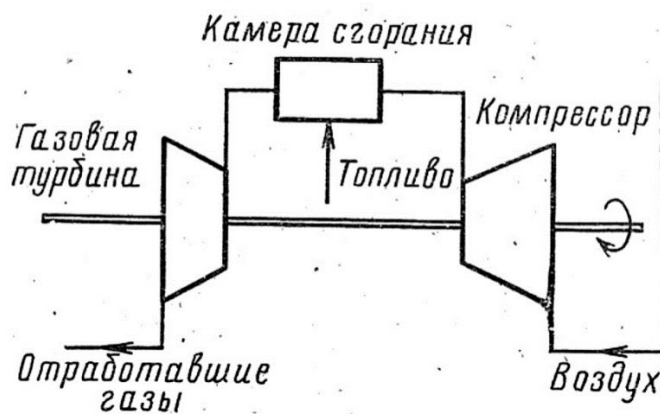


Рис. 7. Схема работы и цикл ГТУ

Газовые турбины выполняются для работы при более высокой температуре рабочего тела (газа)

по сравнению с максимальной температурой пара в паровой турбине.

Внешний воздух, засасываемый турбокомпрессором, сжимается до давления p_2 и нагнетается в камеру сгорания, куда впрыскивается жидкое топливо, которое сгорая, образует газообразные продукты сгорания высокой температуры. Затем продукты сгорания поступают в ГТ, где расширяются до атмосферного давления. Выпуск отработавших газов из турбины производится во внешнюю среду.

В ГТУ с точки зрения термодинамики процесс преобразования тепловой энергии в механическую осуществляется по тому же принципу, что и в ДВС. В обоих случаях сжатая горючая смесь после сгорания расширяется и производит работу, часть которой тратится на осуществление сжатия.

В газовой турбине рабочим телом служат газообразные продукты сгорания топлива в смеси с воздухом.

По принципу действия газовая турбина аналогична паровой. В ее проточной части расширение рабочего тела (газа) также сопровождается превращением теплоты в кинетическую энергию газового потока, которая затем преобразуется в механическую работу на валу вращающегося ротора. Но в связи с применением газа, обладающего свойствами, отличными от свойств водяного пара, имеются конструктивные отличия между газовыми и паровыми турбинами. В целом ГТУ, их схемы и оборудование существенно отличаются от ПТУ.

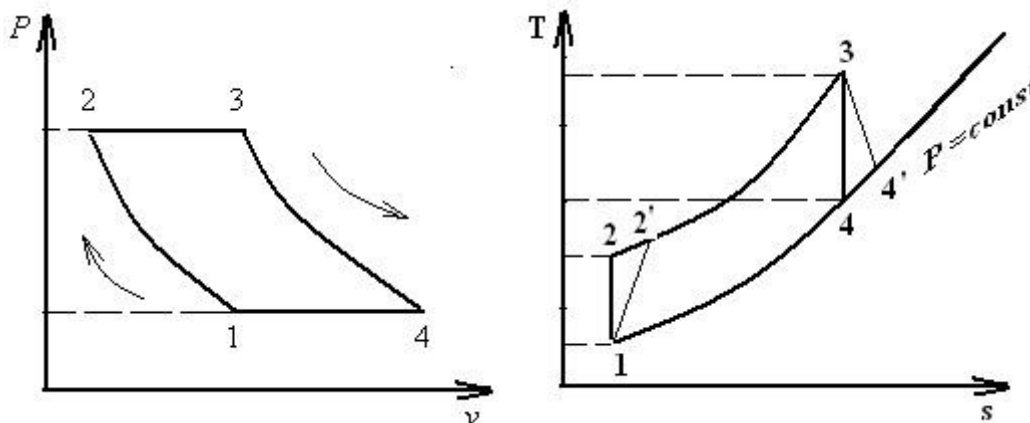
Достоинства ГТУ по сравнению с ПТУ:

- они более компактны, так как топливо сжигается не в громоздком котле, а в небольшой по размерам камере сгорания (КС), расположенной вблизи газовой турбины; в ГТУ нет конденсационной установки;
- обеспечивают быстрый запуск и нагружение (30 с–30 мин);
- проще по конструкции и в обслуживании;
- менее емки в смысле затраты металлов и других материалов при одинаковой с паровой турбиной мощности;
- имеют более низкую стоимость;
- почти не требуют воды для охлаждения.

ГТУ уступают ПТУ:

- по единичной мощности. Единичная мощность установленных газовых турбин не превышает 100–150 МВт, что значительно меньше единичной мощности крупных энергоблоков;
- на современном этапе развития имеют более низкий КПД 25–30%;
- менее долговечны в эксплуатации;

– более требовательны к сортам топлива. Проблема использования твердого топлива в ГТУ до сих пор еще находится в стадии разработки, а применение тяжелых мазутов связано со значительным усложнением как конструкции, так и эксплуатации установок. Эта схема с подводом тепла при постоянном давлении. Изобразим цикл идеальной газотурбинной установки (цикл Брайтона) в $P-v$ и $T-s$ диаграммах рис. 14.2. Цикл идеальной ГТУ в $P-v$ и $T-s$ диаграммах



На рис. 1-2 – процесс сжатия в компрессоре с увеличением давления, 2-3 – подвод тепла к сжатому газу в камере сгорания по изобаре с увеличением удельного объема и температуры, 3-4 – изэнтропное расширение газа в турбине с уменьшением температуры, удельного объема и давления, 4-1 – процесс охлаждения рабочего тела с уменьшением температуры и удельного объема.

Следует отметить, что только 20–40% подаваемого компрессором воздуха вводится в активную зону горения и участвует в процессе сгорания. Это, так называемый, первичный воздух. Остальные 60–80% воздуха добавляется в поток уже после активной зоны.

Смешиваясь с продуктами сгорания, эта часть воздуха (вторичный или охлаждающий воздух) дает возможность понизить температуру газов перед турбиной до заданного значения. Для обеспечения интенсивного и наиболее полного сгорания топлива температура в активной зоне камер сгорания обычно поддерживается на уровне 1800–2000 К, тогда как допустимая в настоящее время по условиям надежности и долговечности лопаточного аппарата температура газа на входе в газовую турбину составляет в зависимости от применяемого топлива 900–1400 К.

В ГТУ открытого цикла в качестве топлива используется жидкое малосернистое газотурбинное топливо или природный газ, которые подаются в камеру сгорания. Необходимый для сгорания топлива воздух очищается в комплексном воздухоочистительном устройстве (фильтре) и сжигается в компрессоре до давления 0,6–2 МПа. Для получения заданной температуры газов перед газовой турбиной 750–1200 °С в камере сгорания поддерживается нужный избыток воздуха (2,5–5,0) с учетом теоретической температуры горения топлива, вида топлива, способа его сжигания и др. Горячие газы расширяются в газовой турбине, а затем при температуре 450–550 °С выбрасываются в дымовую трубу.

Регенерация ГТУ – это использование теплоты отработавших в турбине газов для подогрева поступающего в камеру сгорания воздуха (рис. 14.3). Для этого воздух после компрессора пропускают через регенератор Р, который представляет собой теплообменный аппарат поверхностного типа. В тот же регенератор после газовой турбины направляются отходящие газы, которые отдают часть своей теплоты воздуху. Подогретый воздух далее поступает в камеру сгорания.

Достоинства и недостатки газотурбинных установок определили наиболее рациональную область использования ГТУ в качестве пиковых и обычно автономно запускаемых установок с использованием установленной мощности 500–1000 ч/год.

Газовые турбины малоступенчатые. Мощные энергетические газовые турбины обычно имеют не более пяти ступеней, в то время как паровые турбины многоступенчатые: число ступеней в конденсационных и теплофикационных турбинах более 20.

Отчет о выполнении практической работы №1 выполнить в тетради, где необходимо описать: 1 назначение, 2 устройство, 3 принцип действия элементов (составных частей) паровой турбины.

Контроль качества усвоения учебного материала проводится в виде теста по вопросам

Таблица критериев оценки усвоения

Оценки	5	4	3	2
Показатель %	100%	80%	70%	Менее 70%

Вопросы для проверки усвоения:

- 1 Основные элементы газотурбинной установки (ГТУ)
- 2 Уметь по диаграмме объяснить работу газовой турбины.
- 3 Какое топливо применяется в ГТУ
- 4 Где применяются ГТУ

Практическое занятие №3

Тема: Расчет сетевой подогревательной установки и подогревателей низкого давления

Цель: Ознакомиться с методикой расчета сетевой подогревательной установки и подогревателей низкого давления.

План работы

О расчете водоподогревателей

Водяные подогреватели применяются в котельных и на ТЭЦ для подогрева питательной воды, сетевой воды, сырой воды, для охлаждения продувочной воды котлоагрегатов и для других целей.

В поверхностных подогревателях перенос теплоты от горячего теплоносителя к холодному осуществляется путем теплопередачи через поверхность металлической стенки (стенку труб трубного пучка), а в смесительных подогревателях – путем непосредственного соприкосновения и перемешивания обоих теплоносителей. В настоящее время широко распространены поверхностные водоподогреватели, позволяющие изолировать теплоносители друг от друга и тем самым обеспечивать наибольшую надежность и простоту эксплуатации. Кроме того, поверхностные подогреватели позволяют сохранить в чистоте конденсат греющего пара.

Смесительные подогреватели применяются в мелких установках горячего водоснабжения и в некоторых системах промышленного водоснабжения в основном лишь как деаэраторы, струйные подогреватели и т.д.

Все поверхностные водоподогреватели, независимо от их назначения, подразделяются по греющему теплоносителю на паровые и водяные.

При расчете подогревателей ставится задача определения выходной или входной температуры какого-либо теплоносителя или его расхода. Эти величины определяются из уравнения теплового баланса. Для водяных водоподогревателей уравнение теплового баланса

$$W_1 c_1 \cdot (t_1' - t_1'') \cdot \eta_{\text{п}} = W_2 c_2 \cdot (t_2'' - t_2')$$

Для пароводяных водоподогревателей уравнение теплового баланса

$$D_1 \cdot (h_1 - h_k) \cdot \eta_{\text{п}} = W_2 c_2 \cdot (t_2'' - t_2')$$

где - расход греющей воды ("горячего" теплоносителя), кг/с;

t_1' и t_1'' - начальная и конечная температуры греющей воды, °С;

W - расход греющего пара, кг/с;

h_1 - энтальпия греющего пара, кДж/кг;

h_2 - энтальпия конденсата греющего пара, кДж/кг;

W - расход нагреваемой воды ("холодного" теплоносителя), кг/с;

t_2' и t_2'' - начальная и конечная температуры нагреваемой воды, °С;

$c_1 = c_2 = c_{\text{в}} = 4,19$ кДж

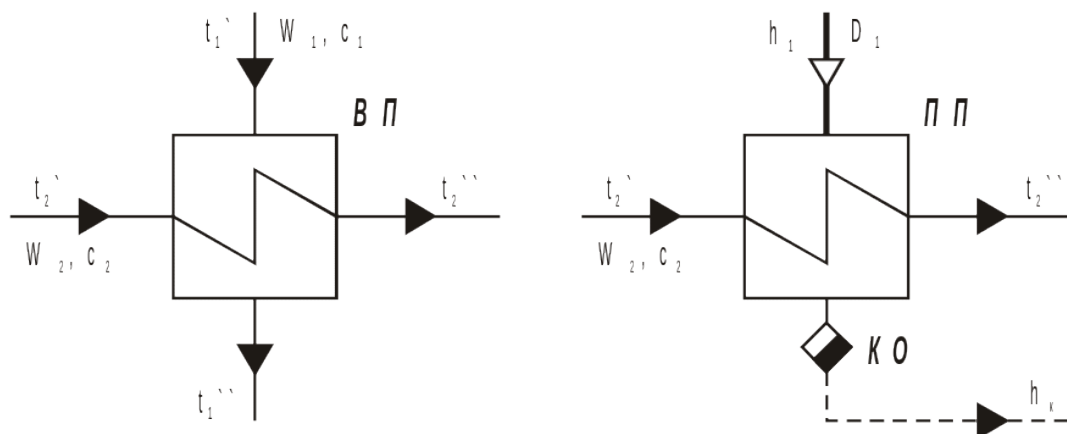


Рисунок 4 - Схемы водяного (В П) и парового (П П) подогревателей воды

На рисунке 4 показаны схемы водяного и парового водоподогревателей с указанием параметров потоков теплоносителей. Для обеспечения полной конденсации греющего пара в подогревателе и исключения потерь теплоты с пролетным паром на выходе парового водоподогревателя устанавливают конденсатоотводчики (КО), которые не пропускают пар и пропускают конденсат (воду).

Расчет подогревателей сетевой воды (бойлеров)

Расчетная схема сетевых подогревателей показана на рисунке 5. Расход сетевой воды через сетевые подогреватели (паровые бойлеры Б) находится из заданного расхода тепла Q_6 и уравнения их теплового баланса

$$Q_6 = W_6 c_{\text{в}} \cdot (t_1' - t_2')$$

$$W_6 = \frac{Q_6}{c_{\text{в}} \cdot (t_1' - t_2')} = \frac{16800}{4,19 \cdot (90 - 52)} = 105,5$$

Потери сетевой воды в теплосети, полностью восполняемые подпиточным насосом ППН, равны

$$W_{\text{ТС}} = \frac{d_{\text{ТС}}}{100} \cdot W_6 = \frac{2,7}{100} \cdot 105,5 = 2,849$$

ППН подает в тепловую сеть перед сетевым насосом СН деаэрированную воду из деаэратора Д с энтальпией $h'_2 = 436,2$ кДж/кг в количестве $W_{\text{ТС}}$. Энтальпия "обратной" сетевой воды, поступающей из обратной линии теплосети в котельную при температуре $t'_2 = 52$ °С, соответственно равна $h_2^{\text{ТС}} = c_{\text{в}} \cdot t'_2 = 4,19 \cdot 52 = 217,9$ кДж/кг. Поэтому требуемое для подогрева сетевой воды в бойлерах количество теплоты уменьшится на величину

$$\Delta Q_6 = W_{\text{ТС}} \cdot (h'_2 - h_2^{\text{ТС}}) = 2,849 \cdot (436,2 - 217,9) = 621,9$$

Отчет о выполнении практической работы №3 выполнить в рабочей тетради, записать этапы выполнения расчета сетевой подогревательной установки и подогревателей высокого давления.

Контроль качества усвоения учебного материала проводится в виде теста по вопросам.

Перечень вопросов для проверки:

- 1 Каким образом происходит перенос тепла в подогревателях?
- 2 Виды подогревателей.
- 3 Что такое энтальпия греющего пара?
- 4 Что такое энтальпия конденсата греющего пара?
- 5 Что такое теплоемкость воды?

Таблица критериев оценки усвоения

Оценка	5	4	3	2
Показатель %	100%	80%	70%	Менее 70%

Практическая работа №4

Тема: Расчет деаэратора и подогревателей низкого давления.

План выполнения работы:

1 О расчете деаэратора

Для удаления растворенных в воде газов применяют смешивающие термические деаэраторы. В общем случае они могут быть атмосферного типа с давлением в колонке **0,11...0,13 МПа**, повышенного давления до 0,59 МПа и вакуумные с давлением ниже атмосферного (т.е. меньше 0,1 МПа). Применен смешивающий термический деаэратор атмосферного типа с давлением МПа. Под термической деаэрацией воды понимают процесс удаления из неё растворенных в ней газов при нагреве воды до температуры насыщения, соответствующей давлению в деаэраторной колонке. Целью деаэрации является удаление из воды входящих в состав воздуха коррозионно-активных газов (кислорода, углекислого газа), вызывающих коррозию металла оборудования. Подогрев воды, поступающей в деаэратор, до температуры насыщения **$t_2 = t_s(p_2) = 104,06$ °С** осуществляется подаваемым в деаэратор редуцированным паром с расходом **Дд**. В основе процесса термической деаэрации лежит явление резкого уменьшения почти до нуля растворяющей способности воды для газов после достижения воды состояния насыщения. Поэтому после достижения водой состояния насыщения ранее растворенные в ней газы "стремятся" из неё выйти. Вода и конденсат подаются в деаэрационную колонку деаэратора сверху и стекают вниз через множество тарелок и листов, а греющий пар подается снизу колонки и, поднимаясь в противотоке вверх, нагревает воду до насыщения, сам при этом почти полностью конденсируясь. Деаэрированная вода и конденсат греющего пара стекают из колонки вниз, в аккумулирующий бак. Для ускорения процесса деаэрации и удаления газов через поверхность жидкости в листах и тарелках выполняют отверстия, и вода стекает множеством мелких струек и капель с большой поверхностью контакта воды и пара.

Выделяющиеся из деаэрируемой воды газы вместе с остатком греющего пара называются выпаром. Выпар удаляется из деаэраторной колонки деаэратора через верхний штуцер, а затем сбрасываются в бак-барботер сразу или через паровой подогреватель - охладитель

выпара, утилизирующий теплоту конденсации остаточного пара в выпаре. Расход остаточного пара **Д_{вып}** по имеющимся опытным данным ЦКТИ составляет **2 - 4 кг на 1 тонну** деаэрируемой воды. В расчете следует принять **D = 0,003W** где - W суммарный расход поступающих в деаэратор потоков воды и конденсата.

Энтальпия выпара принимается равной энтальпии сухого насыщенного пара при давлении в деаэраторе: $h_{\text{вып}} = h_{\text{г}}'$. Деаэрированная вода с расходом **W_д** из бака деаэратора подается питательным насосом (ПН) в котлоагрегаты.

При расчете деаэратора неизвестными и искомыми величинами являются необходимый расход пара на деаэратор **D_д** и расход забираемой из него деаэрированной воды **W_д**. Эти величины определяются при совместном решении уравнений массового и теплового баланса деаэратора.

Произведем уточнение ранее принятого расхода **D_{вып}**. Суммарный расход деаэрируемой воды и количество выпара равны

$$W_{\Sigma} = W_{\text{см}} + D_{\text{св}} + D_{\text{б}} = 13,400 + 0,219 + 7,004 = 20,623$$

$$D_{\text{вып}} = 0,003 \cdot W_{\Sigma} = 0,003 \cdot 20,623 = 0,062$$

Расчет парового подогревателя сырой воды

Расчетная схема парового подогревателя сырой воды (ППСВ) показана на рисунке

Уравнение теплового баланса парового водоподогревателя

$$D_{\text{св}} \cdot (h_2'' - h_{\text{кп}}) \cdot \eta_{\text{п}} = W_{\text{св}} \cdot (h_{\text{хво}} - h_{\text{св1}})$$

где $h_{\text{хво}} = c_{\text{св}} \cdot t_{\text{хво}} = 4,19 \cdot 25 = 104,8 \text{ кДж/кг}$

Это энтальпия воды для ХВО;

$h_{\text{кп}} = c_{\text{св}} \cdot t_{\text{кп}} = 4,19 \cdot 77 = 322,6 \text{ кДж/кг}$

Это энтальпия удаляемого из ППСВ конденсата греющего пара .

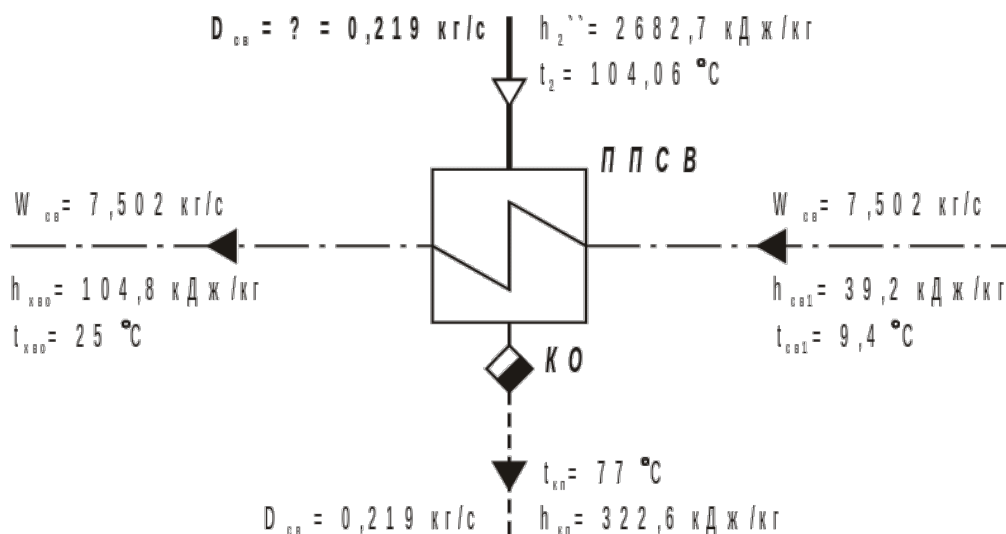


Рисунок 9 - Расчетная схема парового подогревателя сырой воды (ППСВ)

Отчет о выполнении практической работы №4 выполнить в тетради, где необходимо описать: 1 назначение, 2 устройство, 3 принцип действия элементов (составных частей) паровой турбины.

Контроль качества усвоения учебного материала проводиться в виде теста по вопросам

Оценки	5	4	3	2
Показатели в %	100%	80%	70%	Менее 70%

Вопросы для проверки усвоения:

- 1 Для чего предназначен деаэратор?
- 2 Устройство деаэратора
- 3 Работа деаэратора
- 4 Объяснить порядок расчета подогревателей низкого давления.

Форма и условия аттестации: текущий контроль по завершению темы.

Время выполнения:

подготовка _____ 5 _____ мин;
 выполнение _____ час _____ 30 _____ мин;
 оформление и сдача _____ 10 _____ мин;
 всего _____ час _____ 45 _____ мин.

Перечень вопросов к промежуточной аттестации (экзамен)

1. Схема устройства и принцип действия простейшей паровой турбины
2. Определение сопла, виды сопла
3. Определение абсолютной скорости пара
4. Расширяющиеся сопла
5. Расширение пара в сопловых и направляющих каналах
6. Расширение пара в косом срезе сопла
7. Расход пара через сопло
8. Суживающиеся сопла
9. Полный и частичный подвод пара
10. Преобразование энергии парового потока на рабочих лопатках
11. Классификация потерь, определение, возникновение
12. Внутренние потери. Классификация, определение.
13. Потери в соплах
14. Потеря на рабочих лопатках
15. Профильные потери
16. Потери от влажности пара
17. Потери на трение и вентиляцию
18. Потери через внутренние зазоры в активных турбинах
19. Потери в выпускном патрубке
20. Внешние потери. Классификация, определение.

21. Механические потери
22. КПД и мощность турбины
23. Внутренний относительный КПД турбины
24. Работа пара в соплах и на рабочих лопатках
25. Определение, понятие о течении жидкости в лопаточных каналах
26. Понятие об активном и реактивном действии пара на лопатках
27. Изображение процессов расширения пара в *is*-диаграмме
28. КПД турбины
29. Устройство, принцип действия паровой турбины
30. Классификация паровых турбин и их маркировка
31. Одноступенчатые паровые турбины
32. Многоступенчатые паровые турбины
33. Коэффициент возврата тепла
34. Характеристический коэффициент многоступенчатой турбины
35. Предельные и единичные мощности турбин
36. Потери в турбине
37. Рабочий процесс в паровых турбинах и его изображение в *is*-диаграмме
38. Назначение и устройство систем регулирования и защиты паровых турбин
39. Турбины с отбором пара для регенерации
40. Классификация и сравнение систем регулирования
41. Виды защит для паровых турбин
42. Назначение и основное оборудование конденсационной установки и масляной системы
43. Схема конденсационной установки и масляной системы
44. Предельная мощность турбины
45. Классификация газовых турбин.
46. Устройство, назначение, принцип действия газовых турбин
47. Схема простой газовой турбины с изобарным подводом теплоты
48. Определение, назначение ТЭС
49. Принцип действия, особенности ТЭС
50. Методика расчета тепловой схемы ТЭС
51. Принцип расчета подогревательной установки
52. Принцип расчета подогревателей высокого давления
53. Принцип расчета деаэратора
54. Принцип расчета подогревателя низкого давления

Критерии оценки (экзамен)

Условия, при которых выставляется оценка	Оценка
Ответ полный и правильный на основании изученных знаний и умений; материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком; ответ самостоятельный.	5 (отлично)
Ответ полный и правильный на основании изученных знаний и умений; материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные	4 (хорошо)

ошибки, исправленные по требованию преподавателя.	
Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка, или неполный, несвязный.	3 (удовлетворительно)
При ответе обнаружено непонимание учащимся основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые студент не смог исправить при наводящих вопросах преподавателя или ответ отсутствует вообще.	2 (неудовлетворительно)

3. ОЦЕНКА ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ

Целью учебной и производственной практики является оценка:

- Профессиональных и общих компетенций (далее ПК и ОК)
- Практического опыта и умений.

Оценка по учебной практике выставляется на основании документов, перечисленных в программе практики.

ПК 1.1 Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

ПК 1.2 Управлять режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

ПК 1.3 Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

и промышленной безопасности.

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

3.1 Перечень видов работ для проверки результатов освоения программы профессионального модуля на практике

3.1.1. Учебная практика

Виды работ	Коды проверяемых результатов		
	ПК	ОК	ПО, У
Техника безопасности при работе в слесарной мастерской.	ПК 1.3	ОК 1 ОК 2 ОК 3 ОК 4 ОК 5 ОК 7 ОК 9	У1 выполнять слесарные работы У2 работать на станках ПО1 разметки и измерения инструментом ПО2 рубки, резки, правки, гибки, опилования и распиливания металла ПО3 шабрения и притирки ПО4 сверления, зенкерования и развертывания отверстий нарезания резьбы ПО5 клепки ПО6 работы на сверлильных станках ПО8 обработка отверстий сверлами на станках
Техника измерений и измерительные инструменты	ПК 1.1		
Плоскостная и пространственная разметки	ПК 1.3		
Рубка и резка металла	ПК 1.3		
Правка и гибка металла	ПК 1.3		
Опиливание и распиливание металла	ПК 1.3		
Шабрение и притирка	ПК 1.3		
Сверление, зенкерование и развертывание отверстий	ПК 1.3		
Нарезание резьбы	ПК 1.3		
Клепка	ПК 1.3		
Сверлильные станки	ПК 1.3		
Обработка отверстий сверлами на станках	ПК 1.3		
Шлифовка наружных поверхностей	ПК 1.3		
Комплексные работы	ПК 1.3;		

3.2. Форма аттестационного листа по практике

1. ФИО студента, № группы, специальность

2. Учебная / производственная практика по профессиональному модулю

(наименование модуля)

3. Место прохождения практики (организация), наименование, юридический адрес

4. Время проведения практики _____

5. Виды и качество выполнения работ

Виды и объем работ, выполненных обучающимися во время практики	Качество выполнения работ в соответствии с технологией и (или) требованиями организации, в которой проходила практика	Оценка
Организация рабочего места. Рабочий инструмент. Проведение анализа степени и причины износа оборудования в соответствии с нормативной документацией на ремонт оборудования.	Техника безопасности при работе в слесарной мастерской.	
Изучение техники измерений	Измерительные инструменты. проведение измерений	
Изучение видов слесарных работ	использование изученных видов слесарных работ для выполнения заданий	
Комплексные работы	Выполнение комплексной работы с использованием различных видов обработки металла и измерительных инструментов	

4. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ

4.1. Назначение

Экзамен по профессиональному модулю представляет собой тестирование и предназначен для контроля и оценки результатов освоения профессионального модуля ПМ.01 Техническая эксплуатация, расчет и выбор теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения по специальности СПО 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование.

Итогом экзамена является однозначное решение: «вид профессиональной деятельности освоен / не освоен». Для вынесения положительного заключения об освоении ВПД, необходимо подтверждение сформированности всех компетенций, перечисленных в программе ПМ. При отрицательном заключении хотя бы по одной из профессиональных компетенций принимается решение «Вид профессиональной деятельности не освоен».

В состав комплекта входят задания для обучающихся, пакет для экзаменатора (эксперта) и оценочная ведомость.

Задания включают тестирование по ПМ 01

4.2 Задание для экзаменуемых

Тест №_ решить тестовое задание, включающее 15 вопросов с выбором правильного ответа.

Оцениваемые компетенции	Основные показатели оценки результатов
ПК 1.1 Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.	Наблюдение за действиями (операциями) по подготовке к пуску и остановке теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения, в соответствии с инструкциями пуска и остановки. Изучение требований инструкции по эксплуатации после пуска и остановки оборудования. Наблюдение за выполнением требований режимной карты по несению нагрузки на работающем оборудовании.
ПК 1.2 Управлять режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения	Наблюдение за последовательностью выполнения действий по остановке, включению в работу и изменению нагрузку теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения, в соответствии с заданными условиями. Наблюдение за выбором оптимального режима работы оборудования в соответствии с заданной нагрузкой. Изучение последовательности проведения мероприятия, согласно инструкции по эксплуатации, для восстановления штатных параметров по приборам КИП. Наблюдение за выполнением изменений температуры теплоносителя в зависимости от заданных параметров потребления
ПК 1.3 Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.	Изучение последовательность проведения обходов и осмотров теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения с целью раннего обнаружения дефектов, согласно утвержденных графиков. Наблюдение за выполнением действий при остановке аварийного оборудования, согласно инструкции по безопасной эксплуатации. Наблюдение за выполнением действий по перераспределению нагрузки при аварийных отключениях, согласно инструкции по эксплуатации. Изучение последовательности инструментальной диагностики быстро изнашивающихся и работающих на предельных параметрах элементов

	оборудования, согласно инструкциям по эксплуатации
ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;	Активность, инициативность студента в процессе освоения программы модуля Эффективность и качество выполненной самостоятельной работы Участие в конкурсах профессионального мастерства, олимпиадах и т.п.
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализ и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Скорость, техничность и результативность поиска информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития. Скорость, техничность и результативность поиска информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития Адекватность использования различных источников, включая электронные
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Адекватность поставленных задач профессионального и личностного развития собственным возможностям и способностям. Умение постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач; Своевременность сдачи практических заданий, отчетов по практике; Рациональность распределения времени при выполнении практических работ с соблюдением норм и правил внутреннего распорядка.
ОК 04.. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;	Ясность и аргументированность изложения собственного мнения;
ОК 5 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	Активность, инициативность студента в процессе освоения программы модуля Эффективность и качество выполненной самостоятельной работы Участие в конкурсах профессионального мастерства, олимпиадах и т.п.
ОК 7 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	Обоснованность принятия решения в стандартных и нестандартных профессиональных задачах

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	Адекватный выбор методов и способов решения профессиональных задач Точность подбора критериев и показателей оценки эффективности и качества выполнения профессиональных задач
---	--

Инструкция *(можно расширить)*

1. Внимательно прочитайте задание *(обязательный компонент)*.
2. _____.
3. _____.

Последовательность и условия выполнения частей задания *(указывается при необходимости)*.

Вы можете воспользоваться *(указать чем)* _____

Максимальное время выполнения задания - _____ мин./час.

Раздаточные и дополнительные материалы *(при необходимости)*

Текст задания *(если деление на части не предусмотрено)* _____

Часть А *(при необходимости)* _____

Часть Б *(при необходимости)* _____

4.3. Подготовка и защита портфолио

Задание № __:

Соберите, оформите и представьте портфолио

Тип портфолио: _____

(Выберите из предложенных вариантов: портфолио документов, портфолио работ, рефлексивный портфолио, портфолио смешанного типа).

Проверяемые результаты обучения: _____

(Указать коды проверяемых общих компетенций, а также, возможно, профессиональных компетенций, проверка которых не предусмотрена непосредственно при проведении экзамена (квалификационного) по профессиональному модулю)

Основные требования

Требования к структуре и оформлению портфолио: _____

Требования к презентации и защите портфолио: _____

Показатели оценки портфолио	
Коды и названия проверяемых компетенций	Основные показатели оценки результатов
ПК	
ОК	

Показатели оценки презентации и защиты портфолио	
Коды и названия проверяемых компетенций	Основные показатели оценки результатов
ПК	
ОК	

4.4 Пакет для экзаменатора

Инструкция: по приведенным ниже вопросам составляются тесты для проведения квалификационного экзамена. Тестовые задания включают 15 вопросов

Время проведения тестирования – 45 мин.

Проверка тестового задания – 10 мин

Вопросы для проведения тестирования по квалификационному экзамену

1. Манометры могут устанавливаться?
2. Допустимый угол наклона манометра?
3. Какова максимальная высота установки манометра диаметром 160мм?
4. Какие устройства устанавливаются перед манометром, предназначенным для измерения давления пара?
5. Сколько положений может занимать трехходовой кран?
6. Манометр с каким классом точности должен измерять давление до 2,5 МПа?
7. В какой трети шкалы должна находиться стрелка манометра рабочем давлении?
8. Где наносится красная черта на манометре?
9. Манометры запрещается использовать, если?
10. Какая арматура должна иметь паспорт завод-изготовителя?
11. Где устанавливается главная паровая задвижка?
12. Назначение приборов безопасности?
13. Какие из указанных устройств используются для питания котлов водой?
14. Где регистрируются котлы?
15. Какие из перечисленных документов предоставляются для регистрации котла?
16. Кто составляет удостоверение о качестве монтажа?
17. Должен ли котел при смене владельца проходить перерегистрацию?
18. Кто проводит техническое освидетельствование котла?
19. Виды технического освидетельствования котла?

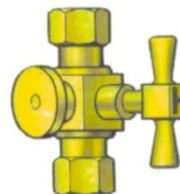
20. Какие работы проводятся при техническом освидетельствовании котла?
21. Цель гидравлического испытания?
22. Какой средой проводится подъем давления при техническом освидетельствовании котла?
23. Температура воды при гидравлическом испытании котла?
24. Время подъема давления при гидравлическом испытании?
25. Периодичность проведения специалистом специализированной организации гидравлического испытания котла?
26. Периодичность проведения специалистом специализированной организации наружного и внутреннего осмотра котла?
27. Кто дает разрешение на эксплуатацию котлов?
28. Кто должен организовывать производственный контроль за работой котла?
29. Что из нижеперечисленного входит в обязанности администрации организации, эксплуатирующей котлы?
30. Внеочередная проверка знаний персонала проводится?
31. Как часто проверяется исправность действия манометров и указателей уровня воды у котлов с рабочим давлением до 1,4 МПа включительно?
32. В каких случаях предусматривается аварийная остановка котла?
33. В каких случаях предусматривается аварийная остановка котла?
34. Где записываются причины аварийной остановки котла?
35. Сведения о ремонтных работах, вызывающих необходимость внеочередного освидетельствования котла, заносятся?
36. К каким видам работ относятся работы внутри топки или барабана котла?
37. Допустимая температура теплоносителя для отопления ГРП должна быть не более?
38. Какой должна быть кратность воздухообмена в помещении ГРП объемом менее 200 м³?
39. Какой должна быть кратность воздухообмена в помещении ГРП объемом более 200 м³?
40. Для каких ГРП должно быть предусмотрено наличие внутренних средств пожаротушения?
41. Какие документы должны быть вывешены в помещении ГРП?
42. Где, как правило, располагается ГРУ?
43. Каким должно быть входное давление в ГРУ?
44. Какова периодичность аттестации у руководителей и специалистов?
45. Какова периодичность аттестации у рабочих?

46. На какое давление настраивается регулятор в ГРП городов и населенных пунктов?
47. Верхний предел срабатывания предохранительного сбросного клапана не должен превышать рабочее давление?
48. Каким должен быть верхний предел срабатывания предохранительного запорного клапана?
49. Какова периодичность поверки параметров срабатывания предохранительных и сбросных клапанов?
50. Какова периодичность осмотра технического состояния ГРП?
51. Наличие утечек газа определяется?
52. К каким работам относится осмотр технического ГРП?
53. Кто имеет право выполнять осмотр технического состояния ГРП?
54. Как часто выполняется техническое обслуживание оборудования ГРП (ГРУ)?
55. Выбрать работы, которые выполняются при техническом обслуживании, из следующего перечня?
56. Как часто выполняется продувка импульсных трубок к контрольно-измерительным приборам, предохранительному запорному клапану и регулятору давления?
57. Как выполняется разборка запорной арматуры, не обеспечивающей герметичность?
58. Когда выполняются работы по ремонту здания ГРП?
59. Как производится отключение участка газопровода с ремонтируемым оборудованием?
60. Из какого материала должны быть заглушки для газопроводов?
61. На какое давление рассчитываются заглушки?
62. Перед ремонтом отключенный участок продувается?
63. Какое остаточное содержание газа допускается в газопроводе после его продувки перед ремонтом?
64. К каким работам относятся ремонты в ГРП?
65. В состав бригады, выполняющей ремонтные работы в ГРП входят?
66. В течение какого времени допускается подавать газ по байпасу?
67. Каков состав бригады переводе ГРП на байпас?
68. Каков состав бригады при переводе ГРП на байпас?
69. Запорная арматура на байпасе герметична, если?
70. Для переводе на байпас давление за регулятором?
71. На сколько необходимо снижать давление газа после регулятора при переводе на байпас?
72. Как регулируется рабочее давление газа при работе по байпасу?

Пример тестового задания:

ВАРИАНТ №1

1. Сколько положений может занимать трехходовой кран?



- а) Два положения
- б) три положения
- в) пять положений

2. Манометры могут устанавливаться:

- а) Горизонтально
- б) Вертикально
- в) С наклоном вперед
- г) 1 и 3 вариант
- д) 2 и 3 вариант

3. Какие устройства устанавливаются перед манометром, предназначенным для измерения давления пара?

- а) трех ходовой кран
- б) сифонная трубка
- в) разделительное устройство
- г) 1 и 2 вариант
- д) 1 и 3 вариант

4. Где устанавливается главная паровая задвижка?

- а) На входе в котел
- б) На выходе из котла до его соединения со сборным паропроводом
- в) Перед экономайзером

5. Назначение приборов безопасности:

- а) Автоматическое отключение котла
- б) Контроль технологических
- в) Поддержание технологических



параметров
параметров

6. Виды технического освидетельствования

- а) Первичное
- б) Периодическое
- в) Внеочередное
- г) 1 и 2 вариант
- д) 1 и 3 вариант
- ж) 1, 2 и 3 вариант



котла:

7. Температура воды при гидравлическом испытании котла:

- а) Не выше 40°C
- б) Не выше 60°C
- в) Не ниже 5°C
- г) 1 и 3 вариант

д) 2 и 3 вариант

8. Должен ли котел при смене владельца проходить перерегистрацию?

- а) Нет, не должен
- б) Да должен
- в) По требованию Ростехнадзора

9. Что из нижеперечисленного входит в обязанности администрации организации, эксплуатирующей котлы?

- а) Составлять паспорт котла
- б) Проводить технические освидетельствования и диагностику котла
- в) Представлять в Ростехнадзор об авариях и инцидентах
- г) 1 и 2 вариант
- д) 2 и 3 вариант



10. В каких случаях предусматривается аварийная остановка котла?

- а) Если давление в барабане котла поднялось выше разрешенного на 10% и продолжает расти
- б) Прекращение действия питательных насосов
- в) Погасли факелы в топке
- г) 1 и 2 вариант
- д) 2 и 3 вариант
- ж) 1, 2 и 3 вариант

11. К каким видам работ относятся работы внутри топке или барабана котла?

- а) К огневым
- б) К газоопасным
- в) К работам на высоте

12. Как часто проверяется исправность действия манометров и указателей уровня воды у котлов с рабочим давлением до 1,4 МПа включительно?

- а) Не реже 1 раза в смену
- б) Не реже 1 раза в сутки
- в) В соответствии с графиком



13. Каким должно быть входное давление

- а) Более 0,6 МПа
- б) Не более 0,6 МПа
- в) Не более 1,2 МПа



в ГРУ?

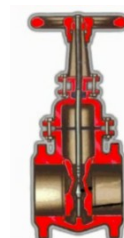


14. Каким должен быть верхний предел срабатывания предохранительного запорного клапана?

- а) Более чем на 10%
- б) Более чем на 15%
- в) Более чем на 25%

15. Как выполняется разборка запорной арматуры, не обеспечивающей герметичность?

- а) При техническом обслуживании
- б) При текущем ремонте
- в) При капитальном ремонте



Шкала оценки

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100%	5	Отлично
80 – 89%	4	Хорошо
70 – 79%	3	Удовлетворительно
менее 70%	2	Неудовлетворительно

Оцениваемые компетенции	Основные показатели оценки результата	Номер и содержание задания
ПК 1.1 Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.	Правильное выполнение действий (операций) по подготовке к пуску и остановке теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения, в соответствии с инструкциями пуска и остановки. Точное выполнение требований инструкции по эксплуатации после пуска и остановки оборудования. Полное выполнение требований режимной карты по несению нагрузки на работающем оборудовании. Проверка правильности сборки схем электроприводов,	Тест

	блокировок и защит теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения, согласно инструкциям по эксплуатации.	
ПК 1.2 Управлять режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения	<p>Правильная последовательность выполнения действий по остановке, включению в работу и изменению нагрузки теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения, в соответствии с заданными условиями.</p> <p>Точность выбора оптимального режима работы оборудования в соответствии с заданной нагрузкой.</p> <p>Правильная последовательность проведения мероприятия, согласно инструкции по эксплуатации, для восстановления штатных параметров по приборам КИП.</p> <p>Точность изменения температуры теплоносителя в зависимости от заданных параметров потребления</p>	Тест
ПК 1.3 Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.	<p>Точная последовательность проведения обходов и осмотров теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения с целью раннего обнаружения дефектов, согласно утвержденных графиков.</p> <p>Четкое выполнение действий при остановке аварийного оборудования, согласно инструкции по безопасной эксплуатации.</p> <p>Правильное выполнение действий по</p>	Тест

	<p>перераспределению нагрузки при аварийных отключениях, согласно инструкции по эксплуатации.</p> <p>Правильность проведения инструментальной диагностики быстро изнашивающихся и работающих на предельных параметрах элементов оборудования, согласно инструкциям по эксплуатации</p>	
<p>ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;</p>	<p>Активность, инициативность студента в процессе освоения программы модуля</p> <p>Эффективность и качество выполненной самостоятельной работы</p> <p>Участие в конкурсах профессионального мастерства, олимпиадах и т.п.</p>	
<p>ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализ и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Скорость, техничность и результативность поиска информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.</p> <p>Скорость, техничность и результативность поиска информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития</p> <p>Адекватность использования различных источников, включая электронные</p>	
<p>ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие предпринимательскую</p>	<p>Адекватность поставленных задач профессионального и личностного развития собственным</p>	

<p>деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях</p>	<p>возможностям и способностям.</p> <p>Умение постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач;</p> <p>Своевременность сдачи практических заданий, отчетов по практике;</p> <p>Рациональность распределения времени при выполнении практических работ с соблюдением норм и правил внутреннего распорядка.</p>	
<p>ОК 04.. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;</p>	<p>Ясность и аргументированность изложения собственного мнения;</p>	
<p>ОК 05</p> <p>Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста</p>	<p>Активность, инициативность студента в процессе освоения программы модуля</p> <p>Эффективность и качество выполненной самостоятельной работы</p> <p>Участие в конкурсах профессионального мастерства, олимпиадах и т.п.</p>	
<p>ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;</p>	<p>Обоснованность принятия решения в стандартных и нестандартных профессиональных задачах</p>	
<p>ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках</p>	<p>Результативность поиска информации с помощью информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности</p>	

Условия выполнения заданий

Задание 1.

Требования охраны труда: Инструктаж по технике безопасности

(инструктаж по технике безопасности, спецодежда, наличие инструктора и др.)

Оборудование:

Литература для экзаменуемых (справочная, методическая и др.)

Дополнительная литература для экзаменатора (учебная, нормативная и др.)

Проведение оценки

Ознакомьтесь с вопросами для проведения тестирования, оцениваемыми компетенциями и показателями оценки, зачетной ведомостью по учебной практике, а также информацией оценочной ведомости.

Наименование ПК и ОК	Основные показатели оценки результата	Оценка	
		освоил	не освоил
ПК 1.1 Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.	Правильное выполнение действий (операций) по подготовке к пуску и остановке теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения, в соответствии с инструкциями пуска и остановки. Точное выполнение требований инструкции по эксплуатации после пуска и остановки оборудования. Полное выполнение требований режимной карты по несению нагрузки на работающем оборудовании. Проверка правильности сборки схем электроприводов, блокировок и защит теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения, согласно инструкциям по эксплуатации.		
ПК 1.2 Управлять	Правильная		

<p>режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения</p>	<p>последовательность выполнения действий по остановке, включению в работу и изменению нагрузки теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения, в соответствии с заданными условиями.</p> <p>Точность выбора оптимального режима работы оборудования в соответствии с заданной нагрузкой.</p> <p>Правильная последовательность проведения мероприятия, согласно инструкции по эксплуатации, для восстановления штатных параметров по приборам КИП.</p> <p>Точность изменения температуры теплоносителя в зависимости от заданных параметров потребления</p>		
<p>ПК 1.3 Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.</p>	<p>Точная последовательность проведения обходов и осмотров теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения с целью раннего обнаружения дефектов, согласно утвержденных графиков.</p> <p>Четкое выполнение действий при остановке аварийного оборудования, согласно инструкции по безопасной эксплуатации.</p> <p>Правильное выполнение действий по перераспределению нагрузки при аварийных отключениях, согласно инструкции по эксплуатации.</p> <p>Правильность проведения инструментальной диагностики быстро</p>		

	изнашивающихся и работающих на предельных параметрах элементов оборудования, согласно инструкциям по эксплуатации		
ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;	Активность, инициативность студента в процессе освоения программы модуля Эффективность и качество выполненной самостоятельной работы Участие в конкурсах профессионального мастерства, олимпиадах и т.п.		
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализ и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Скорость, техничность и результативность поиска информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития. Адекватность использования различных источников, включая электронные		
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Адекватность поставленных задач профессионального и личностного развития собственным возможностям и способностям. Умение постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач; Своевременность сдачи практических заданий, отчетов по практике; Рациональность распределения времени при выполнении практических работ с соблюдением норм и правил внутреннего		

	распорядка.		
ОК 04.. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;	Ясность и аргументированность изложения собственного мнения;		
ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	Использование механизмов создания и обработки текста, а также ведение деловых бесед ,участие в совещаниях, деловая телефонная коммуникация		
ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;	Обоснованность принятия решения в стандартных и нестандартных профессиональных задачах		
ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке	Результативность поиска информации с помощью информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности		

Кодификатор (примерный перечень) оценочных средств для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций

<i>№ п/п Код оценочно го средства</i>	<i>Тип оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного средства в фонде</i>
1.	Деловая и/или ролевая игра	Совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи	Тема (проблема), концепция, роли и ожидаемый результат
2.	Кейс-задача	Учебный материал подается студентам в виде проблем (кейсов), в которых обучающимся предлагается осмыслить реальную профессиональную ситуацию для решения данной проблемы. Знания приобретаются в результате активной и творческой работы: самостоятельного осуществления целеполагания, сбора необходимой информации, ее анализа с разных точек зрения, выдвижения гипотезы, выводов, заключения, самоконтроля процесса получения знаний и его результатов.	Задания для решения кейс - задачи
3.	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам / разделам дисциплины или профессионального модуля
4.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
5.	Круглый стол,	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в	Перечень дискуссионных

	дискуссия, диспут, дебаты	процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения	тем для проведения круглого стола, дискуссии, диспута, дебатов
6.	Портфолио	Целевая подборка работ студента, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения в одной или нескольких учебных дисциплин, в профессиональном модуле.	Структура портфолио
7.	Проект	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Тема групповых и/или индивидуальных проектов
8.	Рабочая тетрадь	Дидактический комплекс, предназначенный для самостоятельной работы обучающегося и позволяющий оценивать уровень усвоения им учебного материала	Образец рабочей тетради
9.	Разноуровневые учебные задачи и задания	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определённого раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей,	Комплект разноуровневых задач и заданий

		аргументировать собственную точку зрения	
10.	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы
11.	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
12.	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной темы.	Темы докладов, сообщений
13.	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объёма знаний обучающегося по определённому разделу, теме, проблеме и т. п.	Вопросы по темам / разделам дисциплины
14.	Творческое задание	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы групповых и/или индивидуальных творческих заданий
15.	Тест	Средство контроля, направленное на проверку уровня освоения контролируемого теоретического и практического материала по дидактическим единицам дисциплины или профессионального модуля. Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающихся	Фонд тестовых заданий
16.	Эссе	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы.	Тематика эссе
17.	Практические работы	Это задания, с помощью которых у учащихся формируются и развиваются правильные практические действия.	Виды: наблюдение, измерение, опыт,

	(практическое задание)		конструирование и др. задания для практических работ
18.	Лабораторные работы	Это проведение учащимися по заданию преподавателя опытов с использованием приборов, применением инструментов и других технических приспособлений.	Задания для лабораторных работ
19.	Тренажёр	Техническое средство, которое может быть использовано для контроля приобретённых студентом профессиональных навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом	Комплект заданий для работы на тренажёре
20.	Отчеты по практикам	Средство контроля, позволяющая обучающемуся продемонстрировать обобщенные знания, умения и практический опыт, приобретенные за время прохождения учебной и производственной практик. Отчеты по практикам позволяют контролировать в целом усвоение ОК и ПК обозначенных в ППССЗ.	Виды работ и задания на учебную и производственную практику
21.	Контент-анализ документации	Анализ и оценка в соответствии с критериями документов (журналов теоретического и производственного обучения, характеристик, творческих работ, дневников и отчетов по практике, ВКР и др.), свидетельствующих об уровне компетентности обучающегося.	Перечень документов подлежащих анализу, критерии оценки
22.	Наблюдение	Инструмент сбора информации для установления фактов	Цель, объекты наблюдения, образец листа для фиксирования результатов наблюдения
23.	Задание на ВКР (дипломный проект, дипломная работа)	Перечень основных вопросов, которые должны быть раскрыты в работе, а также указания на основные информационные источники.	ВКР по специальности СПО
24.	Зачет	Средство контроля, позволяющее оценить знания обучающихся	Фонд тестовых заданий
25.	экзамен	Средство контроля, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося	Экзаменационные вопросы
26.	Экзамен по ПМ	Средство контроля, предназначенного для контроля и оценки	Перечень вопросов

		результатов освоения профессионального модуля ПМ.01	
--	--	---	--

РЕЦЕНЗИЯ

Комплект контрольно-оценочных средств по ПМ 01 «Техническая эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения» по специальности 13.02.02 «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование», разработанный преподавателем СПб ГЭУ «Колледжа бизнеса и технологий» Лепяховой Г. С., представляет собой методический материал, используемый для организации и проведения итоговой аттестации по профессиональному модулю.

Данный комплект разработан с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования и полностью соответствует нормативным документам по специальности 13.02.02 «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование». Контрольно-оценочные средства направлены на комплексную проверку уровня освоения обучающимися общих и профессиональных компетенций, предусмотренных программой ПМ 01 «Техническая эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения». Содержание заданий ориентировано на реальные условия будущей профессиональной деятельности и позволяет определить степень готовности студентов к выполнению практических задач в рамках вида профессиональной деятельности «Эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения», а также к применению полученных знаний и умений на практике.

Практическая значимость комплекта заключается в его прикладной направленности. В нем представлены результаты освоения профессионального модуля, критерии и показатели оценивания, а также установлены правила и условия проведения экзамена.

В состав контрольно-оценочных средств входят различные формы контроля: практические работы, защита курсового проекта, коллоквиум и тестовые задания.

Использование данного комплекта позволяет объективно и всесторонне оценить уровень сформированности практического опыта, общих и профессиональных компетенций обучающихся, а также их соответствие требованиям ФГОС СПО по выбранной специальности.

Рецензируемый комплект контрольно-оценочных средств может быть рекомендован к применению в образовательном процессе в качестве инструмента диагностики результатов освоения профессионального модуля.

Рецензент:
Директор
ФЭИ АО «ЭК СПб»



Попов Евгений Григорьевич