МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ
Декан Факультета урбанистики и городского хозяйства

/Л.А. Марюшин/

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИС ЦИПЛИНЫ

«Котельные установки и парогенераторы»

Направление подготовки **13.03.01** Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Теплоэнергетические установки, системы и комплексы

Квалификация (степень) выпускника **Бакалавр**

Форма обучения Очная

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» следует отнести:

- формирование знаний о современных принципах, методах и средствах получения тепловой энергии в котельных и генераторных системах промышленных объектов и ЖКХ, проектировании источников и систем теплоснабжения;
- выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи повышения эффективности получения тепловой энергии в котельных установках, возможности снижения затрат на перекачку теплоносителя и потерь при транспортировке и использовании тепловой энергии;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов и средств получения тепловой энергии в котельных установках и парогенераторах.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» следует отнести:

- выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи проектировать и рассчитывать параметры котельных установок тепловых электрических станций, промышленных объектов и ЖКХ;
- научить мыслить системно на примерах повышения энергетической эффективности котельных установок с учетом технологических, экологических и экономических факторов;
- научить анализировать конструкции и параметры существующих котельных установок и их элементов, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и энергосбережения;
- дать информацию о новых методиках получения и преобразования тепловой энергии в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки котельных систем;
- научить анализировать результаты моделирования, производить поиск оптимизационного решения для котельных систем тепловых станций, промышленных объектов и ЖКХ.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В вариативной части базового цикла:

- Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнике;
- Оборудование и установки водоподготовительных систем;
- Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий;
- Нагнетатели и тепловые двигатели;
- Источники и системы теплоснабжения предприятий и ЖКХ;
- Тепломассообменное оборудование предприятий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-3	способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	знать: методы выполнения плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ. уметь: выполнять и планировать выполнение плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ. владеть: навыками проведения плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ.
ОПК-4	способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач	знать: методы выполнения плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ. уметь: выполнять и планировать выполнение плановых испытаний и ремонтов

	профессиональной	технологического оборудования, монтажных,	
	деятельности	наладочных и пусковых работ. владеть: навыками проведения плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ.	
ПК-1	Способность планировать и осуществлять контроль деятельности персонала по эксплуатации объектов профессиональной деятельности (ОПД)	знать: методики сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией уметь: собирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; владеть: методами сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией;	
ПК-2	Способность управлять процессами эксплуатации ОПД в соответствии с технологией производства	 методы выполнения расчетов технологического оборудования по типовым методикам; методы проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием. уметь: выполнять расчеты технологического оборудования по типовым методикам; проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием. владеть: навыками проведения расчетов энергооборудования по типовым методикам; способностью проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием 	

Способность к	знать:
выполнению расчетов и	методы освоения и доводки технологических
построению схем ОПД	процессов
при использовании	уметь:
типовых методов	проводить доводку технологических
	процессов
	владеть:
	методами проведения работ по доводке
	технологических процессов
	выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, т.е. **252** академических часов (из них 54 часа – лекции, 8 часов – лабораторные занятия, 64 часа – практические занятия, 90 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» изучаются на втором курсе в **четвертом** семестре и третьем курсе **пятого** семестра.

Структура и содержание дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины Четвертый семестр

Тема 1. Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Место котельных установок структуре энергетического комплекса предприятия и ЖКХ. Принципы эффективного использования тепловой энергии в котельных установках и парогенераторах. Основные термины и определения.

Тема 2. Общие положения работы теплогенерирующих установок

Газовое хозяйство котельных. Угольное хозяйство котельных. Мазутное хозяйство котельных. Место котла в тепловой схеме ТЭС. Принципиальная схема современной котельной установки. Арматура и гарнитура котлоагрегата.

Тема 3. Контрольно-измерительные приборы котельной

Приборы безопасности. Системы автоматики и регулирования.

Тема 4. Горение органического топлива

Общие понятия теории горения топлива. Состав твердого и жидкого топлива. Свойства жидкого топлива. Состав и свойства газообразного топлива. Теплота сгорания топлива. Способы сжигания органического топлива. Расчет горения органического топлива. Коэффициент избытка воздуха.

Тема 5. Тепловой баланс теплогенератора

Уравнение теплового баланса. Коэффициент полезного действия и расход топлива теплогенератора. Тепловые потери теплогенератора.

Тема 6. Топочные и горелочные устройства

Топочные устройства. Горелочные устройства. Газовые запальные устройства. Газомазутные горелки. Угольные форсунки. Системы подачи твердого топлива. Тягодутьевые устройства.

Пятый семестр

Тема 7. Паровые теплогенераторы

Принцип работы парового теплогенератора. Устройство и работа парового теплогенератора ДКВР-10-13-250 ГМ. Устройство и работа теплогенератора ДЕ-10-14 ГМ. Устройство и работа теплогенератора БГМ-35. Устройство и работа котла Е-1-9.

Тема 8. Водогрейные теплогенераторы

Особенности работы стальных водогрейных теплогенераторов. Устройство и работа теплогенератора ПТВМ-50. Устройство и работа котла КВ-ГМ-10-150. Устройство и работа котла КВ-ГМ-50-150.

Тема 9. Хвостовые поверхности нагрева

Коррозия поверхностей нагрева. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели. Пароперегреватели.

Тема 10. Трубопроводы котельной

Классификация трубопроводов котельной. Паропроводы котельной. Питательные трубопроводы котельной. Дренажные трубопроводы котельной.

Тема 11. Тепловой расчет теплогенератора

Организация проектирования. Состав топлива, параметры теплоносителя и конструктивные характеристики теплогенератора. Расчет объемов и энтальпий продуктов сгорания воздуха. Тепловой баланс и расход топлива. Расчет топочных камер. Расчет конвективных поверхностей нагрева паровых и водогрейных котлов. Энергосбережение в котлах.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению практических работ в аудиториях вуза и на мощностях предприятий-партнеров;
- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетного задания;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам современного проектирования и 3D-моделирования котельных установок и систем, а также эффективных методов эксплуатации оборудования и объектов энергетических промышленных систем.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия практического типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебнометодическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

В четвертом семестре:

- подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением на тему «Виды современных котельных установок и систем» (индивидуально для каждого обучающегося);
- выполнение расчетного задания «Тепловой расчет котельной установки (по вариантам)».

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита отчетов по расчетной работе.

Образцы тестовых заданий, заданий расчетных работ, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, приведены в приложениях.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код	В результате освоения образовательной программы обучающийся			
компетенции	должен обладать			
ОПК-3	способен демонстрировать применение основных способов получения,			
	преобразования, транспорта и использования теплоты в			
	теплотехнических установках и системах			
ОПК-4	способен понимать принципы работы современных информационных			
	технологий и использовать их для решения задач профессиональной			
	деятельности			
ПК-1	Способность планировать и осуществлять контроль деятельности			
	персонала по эксплуатации объектов профессиональной деятельности			
	(ОПД)			
ПК-2	Способность управлять процессами эксплуатации ОПД в соответствии с			
	технологией производства			
ПК-3	Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при			
	использовании типовых методов			

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-3 - способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

Показатель	Критерии оценивания					
	Оценка Оценка Оценка Оценка					
	«неудовлетвори	«удовлетворите	«хорошо» или	«отлично»		
	тельно» или	льно» или	повышенный	или высокий		
	отсутствие	низкой уровень	уровень	уровень		

	сформированно	освоения	освоения	освоения
	сти	компетенции	компетенции	компетенции
	компетенции	, '	,	,
знать:	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся
методы	демонстрирует	демонстрирует	демонстрирует	демонстрируе
выполнения	полное	неполное	частичное	т полное
плановых	отсутствие или	соответствие	соответствие	соответствие
испытаний и	недостаточное	следующих	следующих	следующих
ремонтов	соответствие	знаний: методы	знаний: методы	знаний:
технологичес	следующих	выявления	выявления	методы
кого	знаний: методы	естественнонауч	естественнонауч	выявления
оборудования	выявления	ной сущности	ной сущности	естественнона
, монтажных,	естественнонауч	проблем,	проблем,	учной
наладочных и	ной сущности	возникающих в	возникающих в	сущности
пусковых	проблем,	ходе	ходе	проблем,
работ.	возникающих в	профессиональн	профессиональн	возникающих
	ходе	ой деятельности.	ой	в ходе
	профессионально	Допускаются	деятельности,	профессионал
	й деятельности	значительные	но допускаются	ьной
		ошибки,	незначительные	деятельности,
		проявляется	ошибки,	свободно
		недостаточность	неточности,	оперирует
		знаний, по ряду	затруднения при	приобретенны
		показателей,	аналитических	ми знаниями.
		обучающийся	операциях.	
		испытывает		
		значительные		
		затруднения при		
		оперировании		
		знаниями при их		
		переносе на		
	05	новые ситуации.	05	05
уметь:	Обучающийся не	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся
выполнять и	умеет или в	демонстрирует	демонстрирует	демонстрируе
планировать	недостаточной	неполное	частичное	т полное
выполнение	степени умеет обеспечивать	соответствие	соответствие	соответствие
плановых испытаний и		следующих умений:	следующих умений:	следующих умений:
	применение для	обеспечивать	обеспечивать	обеспечивать
ремонтов технологичес	решения естественнонауч	применение для	применение для	применение
кого	ных проблем	решения	применение для решения	для решения
оборудования	основные законы	естественнонауч	естественнонауч	естественнона
, монтажных,	естествознания,	ных проблем	ных проблем	учных
наладочных и	методы	основные	основные	проблем
пусковых	математического	законы	законы	основные
работ.	анализа и	естествознания,	естествознания,	законы
P	моделирования,	методы	методы	естествознани
	теоретического и	математическог	математическог	я, методы
	экспериментальн	о анализа и	о анализа и	математическ
	ого исследования	моделирования,	моделирования,	ого анализа и
		теоретического	теоретического	моделировани
		И	И	я,
1	ι	1		

		24242444444444	24242424242424	
		эксперименталь	эксперименталь	теоретическог
		НОГО	НОГО	ои
		исследования.	исследования.	эксперимента
		Допускаются	Умения	льного
		значительные	освоены, но	исследования.
		ошибки,	допускаются	Свободно
		проявляется	незначительные	оперирует
		недостаточность	ошибки,	приобретенны
		умений, по ряду	неточности,	ми умениями,
		показателей,	затруднения при	применяет их
		обучающийся	аналитических	в ситуациях
		испытывает	операциях,	повышенной
		значительные	переносе	сложности.
		затруднения при	умений на	
		оперировании	новые,	
		умениями при	нестандартные	
		их переносе на	ситуации.	
		новые ситуации.		
владеть:	Обучающийся не	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся
навыками	владеет или в	владеет	частично	в полном
проведения	недостаточной	методами	владеет	объеме
плановых	степени владеет	математическог	методами	владеет
испытаний и	методами	о анализа и	математическог	методами
ремонтов	математического	моделирования,	о анализа и	математическ
технологичес	анализа и	теоретического	моделирования,	ого анализа и
кого	моделирования,	И	теоретического	моделировани
оборудования	теоретического и	эксперименталь	И	я,
, монтажных,	экспериментальн	НОГО	эксперименталь	теоретическог
наладочных и	ого исследования	исследования в	НОГО	ОИ
пусковых		неполном	исследования,	эксперимента
работ.		объеме,	навыки	льного
		допускаются	освоены, но	исследования,
		значительные	допускаются	свободно
		ошибки,	незначительные	применяет
		проявляется	ошибки,	полученные
		недостаточность	неточности,	навыки в
		владения	затруднения при	ситуациях
		навыками по	аналитических	повышенной
		ряду	операциях,	сложности.
		показателей,	переносе	
		Обучающийся	умений на	
		испытывает	новые,	
		значительные	нестандартные	
		затруднения при	ситуации.	
		применении		
		навыков в новых		
OHIC 4		ситуациях.		1
	собен понимать і спользовать их для і	гринципы работы эешения запан проф		формационных рельности
знать:	Обучающийся	осшения задач проч Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся
методы	демонстрирует	демонстрирует	демонстрирует	демонстрирует
выполнения	полное отсутствие	неполное	частичное	полное
DDITIONITION IN	<u> </u>	<u>l</u>	L	<u> </u>

	T			
плановых	или недостаточное	соответствие	соответствие	соответствие
испытаний и	соответствие	следующих	следующих	следующих
ремонтов	следующих	знаний: Основы	знаний: Основы	знаний:
технологичес	знаний: Основы	работ по	работ по	Основы работ
кого	работ по освоению	освоению и	освоению и	по освоению и
оборудования	и доводке	доводке	доводке	доводке
	технологических	технологических	технологических	технологическ
, монтажных,	процессов,	процессов,	процессов,	их процессов,
наладочных и	осуществляемых	осуществляемых	осуществляемых	осуществляемы
пусковых	нагнетателями и	нагнетателями и	нагнетателями и	X
работ.	тепловыми	тепловыми	тепловыми	нагнетателями
	двигателями	двигателями.	двигателями, но	и тепловыми
		Допускаются	допускаются	двигателями,
		значительные	незначительные	свободно
		ошибки,	ошибки,	оперирует
		проявляется	неточности,	приобретенны
		недостаточность	затруднения при	ми знаниями.
		знаний, по ряду	аналитических	
		показателей,	операциях.	
		обучающийся		
		испытывает		
		значительные		
		затруднения при		
		оперировании		
		знаниями при их		
		переносе на		
		новые ситуации.		
уметь:	Обучающийся не	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся
•	умеет или в	демонстрирует	демонстрирует	демонстрирует
выполнять и	недостаточной	неполное	частичное	полное
планировать	степени умеет	соответствие	соответствие	соответствие
выполнение	использовать	следующих	следующих	следующих
плановых	типовые методы	умений:	умений:	умений:
испытаний и	работы по	Использование	Использование	Использование
ремонтов	освоению и	типовых методов	типовых методов	типовых
технологичес	доводке	работы по	работы по	методов
кого	технологических	освоению и	освоению и	работы по
оборудования	процессов,	доводке	доводке	освоению и
, монтажных,	осуществляемых	технологических	технологических	доводке
	нагнетателями и	процессов,		технологическ
наладочных и		осуществляемых	процессов,	
пусковых	тепловыми	нагнетателями и	осуществляемых нагнетателями и	их процессов,
работ.	двигателями.			осуществляемы
		тепловыми	тепловыми	х нагнетателями
		Двигателями.	Двигателями.	
		Допускаются	Умения освоены,	и тепловыми
		значительные	но допускаются	двигателями.
		ошибки,	незначительные	Свободно
		проявляется	ошибки,	оперирует
		недостаточность	неточности,	приобретенны
		умений, по ряду	затруднения при	ми умениями,
		показателей,	аналитических	применяет их в
		обучающийся	операциях,	ситуациях
		испытывает	переносе умений	повышенной
		значительные	на новые,	сложности.
		затруднения при	нестандартные	
		оперировании	ситуации.	
		умениями при их		

	парацора на		
	_		
07 v		07 "	05 ×
•	· ·		Обучающийся
* *			в полном
недостаточной	работы по	-	объеме владеет
степени владеет	освоению и	по освоению и	методами
методами работы	доводке	доводке	работы по
по освоению и	технологических	технологических	освоению и
доводке	процессов,	процессов,	доводке
технологических	осуществляемых	осуществляемых	технологическ
процессов,	нагнетателями и	нагнетателями и	их процессов,
осуществляемых	тепловыми	тепловыми	осуществляемы
нагнетателями и	двигателями в	двигателями,	X
тепловыми	неполном объеме,	навыки освоены,	нагнетателями
двигателями	допускаются	но допускаются	и тепловыми
	значительные	незначительные	двигателями,
	ошибки,	ошибки,	свободно
	проявляется	неточности,	применяет
	недостаточность	затруднения при	полученные
	владения	аналитических	навыки в
	навыками по ряду	операциях,	ситуациях
	показателей,	переносе умений	повышенной
	Обучающийся	на новые,	сложности.
	испытывает	нестандартные	
	значительные	•	
	затруднения при		
	навыков в новых		
	методами работы по освоению и доводке технологических процессов, осуществляемых нагнетателями и тепловыми	владеет или в недостаточной степени владеет методами работы по освоению и доводке по освоению и доводке процессов, осуществляемых нагнетателями и тепловыми двигателями и тепловыми двигателями и двигателями в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет работы по освоению и доводке процессов, осуществляемых нагнетателями и тепловыми двигателями и тепловыми двигателями и долускаются значительные ошибки, проявляется недостаточности, затруднения при владения на новые, испытывает значительные ошименении навыков в новых истечновых применении навыков в новых

ПК-1 - Способность планировать и осуществлять контроль деятельности персонала по эксплуатации объектов профессиональной деятельности (ОПД)

знать:	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся
методики	демонстрирует	демонстрирует	демонстрирует	демонстрирует
сбора и	полное отсутствие	неполное	частичное	полное
анализа	или недостаточное	соответствие	соответствие	соответствие
исходных	соответствие	следующих	следующих	следующих
данных для	следующих	знаний: методики	знаний:	знаний:
проектирован	знаний: методики	сбора и анализа	методики сбора	методики
ия	сбора и анализа	исходных	и анализа	сбора и
	исходных	данных для	исходных	анализа
энергообъект	данных для	проектирования	данных для	исходных
ов и их	проектирования	энергообъектов	проектирования	данных для
элементов в	энергообъектов и	и их элементов в	энергообъектов	проектирован
соответствии	их элементов в	соответствии с	и их элементов в	ия
c	соответствии с	нормативной	соответствии с	энергообъект
нормативной	нормативной	документацией	нормативной	ов и их
документацие	документацией	. Допускаются	документацией	элементов в
й		значительные	, но допускаются	соответствии
		ошибки,	незначительные	c
		проявляется	ошибки,	нормативной
		недостаточность	неточности,	документацие
		знаний, по ряду	затруднения при	й
		показателей,	аналитических	
		обучающийся	операциях.	, свободно
		испытывает		оперирует приобре-
		значительные		приооре-

	<u> </u>		<u> </u>	<u> </u>
		затруднения при		тенными
		оперировании		знаниями.
		знаниями при их		
		переносе на		
	OF	новые ситуации.	OF	06
уметь:	Обучающийся не	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся
собирать и	умеет или в	демонстрирует неполное	демонстрирует	демонстрирует
анализироват	недостаточной		частичное	полное
ь исходные	степени умеет	соответствие	соответствие	соответствие
данные для	собирать и	следующих умений:	следующих умений:	следующих умений:
проектирован	анализировать	собирать и	собирать и	собирать и
РИ	исходные данные	*	-	-
энергообъект	для	анализировать	анализировать	анализировать
ов и их	проектирования	исходные	исходные	исходные
элементов в	энергообъектов и	данные для	данные для	данные для
соответствии	их элементов в	проектирования	проектирования	проектирован
c	соответствии с	энергообъектов	энергообъектов	ИЯ
нормативной	нормативной	и их элементов в	и их элементов в	энергообъект
документацие	документацией,	соответствии с	соответствии с	ов и их
й	выполнять	нормативной	нормативной	элементов в
	проектные	документацией.	документацией.	соответствии
	расчеты	Допускаются	Умения освоены,	c
		значительные	но допускаются	нормативной
		ошибки,	незначительные	документацие
		проявляется	ошибки,	й. Свободно
		недостаточность	неточности,	оперирует
		умений, по ряду	затруднения при	приобретенны
		показателей,	аналитических	ми умениями,
		обучающийся испытывает	операциях,	применяет их в
		значительные	переносе умений на новые,	ситуациях
		затруднения при	нестандартные	повышенной
		оперировании	ситуации.	сложности.
		умениями при их	онгуации.	
		переносе на		
		новые ситуации.		
владеть:	Обучающийся не	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся
методами	владеет или в	владеет	частично владеет	в полном
сбора и	недостаточной	методами сбора	методами сбора	объеме владеет
анализа	степени владеет	и анализа	и анализа	методами
	методами сбора	исходных	исходных	сбора и
исходных	и анализа	данных для	данных для	анализа
данных для	исходных	проектирования	проектирования	исходных
проектирован	данных для	энергообъектов	энергообъектов	данных для
ИЯ	проектирования	и их элементов в	и их элементов в	проектирован
энергообъект	энергообъектов и	соответствии с	соответствии с	ия
ов и их	их элементов в	нормативной	нормативной	энергообъект
элементов в	соответствии с	документацией в	документацией,	ов и их
соответствии	нормативной	неполном объеме,	навыки освоены,	элементов в
c	документацией	допускаются	но допускаются	соответствии
нормативной	Acres montandinon	значительные	незначительные	С
документацие		ошибки,	ошибки,	
й		проявляется	неточности,	нормативной
		недостаточность	затруднения при	документацие
		владения	аналитических	й, свободно
				применяет

навыками по ряду	операциях,	полученные
показателей,	переносе умений	навыки в
Обучающийся	на новые,	ситуациях
испытывает	нестандартные	повышенной
значительные	ситуации.	сложности.
затруднения при		
применении		
навыков в новых		
ситуациях.		

ПК-2 - Способность управлять процессами эксплуатации ОПД в соответствии с технологией производства

знать: метолы выполнения расчетов технологичес кого оборудования по типовым методикам; методы проектирован технологичес кого оборудования использовани стандартных средств автоматизаци проектирован ия в соответствии техническим заданием

Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы выполнения расчетов технологического оборудования по типовым методикам; методы проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

Обучающийся Обучающийся демонстрирует демонстрирует неполное частичное соответствие соответствие следующих следующих знаний: знаний: методы методы выполнения выполнения расчетов расчетов технологичес технологичес кого кого оборудования оборудования по типовым по типовым методикам; методикам; методы методы проектирован проектирован технологичес технологичес кого кого оборудования оборудования использовани использовани ем стандартных стандартных средств средств автоматизаци автоматизаци проектирован проектирован ия в ия в соответствии соответствии техническим техническим заданием. заданием, но Допускаются допускаются значительные незначительны ошибки, е ошибки, проявляется неточности, недостаточност затруднения ь знаний, по при аналитических ряду показателей, операциях.

обучающийся

Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы выполнения расчетов технологическог о оборудования по типовым методикам; методы проектирования технологическог о оборудования использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием, свободно оперирует приобретенными знаниями.

	I			<u> </u>
		испытывает		
		значительные		
		затруднения		
		при		
		оперировании		
		знаниями при		
		их переносе на		
		новые		
		ситуации.		
уметь:	Обучающийся не	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся
выполнять	умеет или в	демонстрирует	демонстрирует	демонстрирует
расчеты	недостаточной	неполное	частичное	полное
технологичес	степени умеет	соответствие	соответствие	соответствие
кого	выполнять расчеты	следующих	следующих	следующих
оборудования	технологического	умений:	умений:	умений:
по типовым	оборудования по	выполнять	выполнять	выполнять
методикам;	ТИПОВЫМ	расчеты	расчеты	расчеты
	методикам;	технологичес	технологичес	технологическог
проектироват	проектировать	кого	кого	о оборудования
Ь	технологическое	оборудования	оборудования	по типовым
технологичес	оборудование с	по типовым	по типовым	методикам;
кое	1 **	методикам;	методикам;	проектировать
оборудование	использованием			
c	стандартных	проектироват	проектироват	технологическое
использовани	средств	Ь	Ь	оборудование с
ем	автоматизации	технологичес	технологичес	использованием
стандартных	проектирования в	кое	кое	стандартных
средств	соответствии с	оборудование	оборудование	средств
автоматизаци	техническим	c	c	автоматизации
И	заданием	использовани	использовани	проектирования
		ем	ем	в соответствии с
проектирован		стандартных	стандартных	техническим
ИЯ В		средств	средств	заданием.
соответствии		автоматизаци	автоматизаци	Свободно
c		И	И	оперирует
техническим				приобретенными
заданием		проектирован	проектирован	умениями,
		ИЯ В	ИЯ В	применяет их в
		соответствии	соответствии	ситуациях
		c	С	повышенной
		техническим	техническим	сложности.
		заданием.	заданием.	
		Допускаются	Умения	
		значительные	освоены, но	
		ошибки,	допускаются	
		проявляется	незначительны	
		недостаточност	е ошибки,	
		ь умений, по	неточности,	
		ряду	затруднения	
		показателей,	при	
		обучающийся	аналитических	
		испытывает	операциях,	
		значительные	переносе	
		затруднения	умений на	
		при	новые,	
		оперировании	нестандартные	
		умениями при	ситуации.	

		их переносе на новые ситуации.		
владеть: навыками проведения расчетов энергооборуд ования по типовым методикам; способностью проектироват ь технологичес кое оборудование с использовани ем стандартных средств автоматизаци и проектирован ия в соответствии с техническим заданием	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками проведения расчетов энергооборудовани я по типовым методикам; способностью проектировать технологическое оборудованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	Обучающийся владеет навыками проведения расчетов энергооборуд ования по типовым методикам; способностью проектироват ь технологичес кое оборудование с использовани ем стандартных средств автоматизаци и проектирован ия в соответствии с техническим заданием в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточност ь владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в	Обучающийся частично владеет навыками проведения расчетов энергооборуд ования по типовым методикам; способностью проектироват ь технологичес кое оборудование с использовани ем стандартных средств автоматизаци и проектирован ия в соответствии с техническим заданием, навыки освоены, но допускаются незначительны е ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками проведения расчетов энергооборудов ания по типовым методикам; способностью проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

	T	Τ		1
		новых		
		ситуациях.		
ПК-3 - Способн	ость к выполнению ра	счетов и построе	нию схем ОПД п	ри использовании
типовых методо)B			
знать:	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся
Методы	демонстрирует	демонстрирует	демонстрирует	демонстрирует
освоения и	полное отсутствие	неполное	частичное	полное
	или недостаточное	соответствие	соответствие	соответствие
доводки технологичес	соответствие	следующих	следующих	следующих
	следующих знаний:	знаний: методы	знаний:	знаний: методы
ких процессов	методы освоения и	освоения и	методы	освоения и
	доводки	доводки	освоения и	доводки
	технологических	технологичес	доводки	технологически
	процессов	ких	технологичес	
	процессов	процессов.	ких	х процессов, свободно
		Допускаются		оперирует
		значительные	процессов, но допускаются	приобретенными
		ошибки,	незначительны	знаниями.
		проявляется	е ошибки,	SHUHMMI.
		недостаточност	неточности,	
		ь знаний, по	затруднения	
		ряду	при	
		показателей,	аналитических	
		обучающийся	операциях.	
		испытывает	F	
		значительные		
		затруднения		
		при		
		оперировании		
		знаниями при		
		их переносе на		
		новые		
	0.5 V	ситуации.	0.5	0.5
уметь:	Обучающийся не	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся
Проводить	умеет или в	демонстрирует	демонстрирует	демонстрирует
освоение и	недостаточной	неполное	частичное	полное
доводку	степени умеет	спответствие	соответствие	спелионну
технологичес	проводить освоение	следующих умений:	следующих умений:	следующих умений:
ких процессов	и доводку	· ·	*	_ ·
	технологических	проводить	проводить	проводить
	процессов	освоение и	освоение и	освоение и
		доводку	доводку	доводку
		технологичес	технологичес	технологически
		ких	КИХ	х процессов.
		процессов.	процессов.	Свободно
		Допускаются	Умения	оперирует
		значительные	освоены, но	приобретенными
		ошибки,	допускаются	умениями, применяет их в
		проявляется недостаточност	незначительны е ошибки,	применяет их в ситуациях
		ь умений, по	неточности,	повышенной
		ряду	затруднения	сложности.
		ряду показателей,	при	
	<u> </u>	показателен,	uhu	

		обучающийся	аналитических	
		испытывает	операциях,	
		значительные	переносе	
		затруднения	умений на	
		при	новые,	
		оперировании	нестандартные	
		умениями при	ситуации.	
		их переносе на	оттушдтт.	
		новые		
		ситуации.		
владеть:	Обучающийся не	Обучающийся	Обучающийся	Обучающийся в
Методами	владеет или в	владеет	частично	полном объеме
проведения	недостаточной	методами	владеет	владеет
работ по	степени владеет	проведения	методами	методами
освоению и	методами	работ по	проведения	проведения
	проведения работ	освоению и	работ по	работ по
доводке	по освоению и	доводке	освоению и	освоению и
технологичес	доводке			доводке
ких процессов	технологических	технологичес	доводке	' ' ' ' '
		ких процессов	технологичес	технологически
	процессов	в неполном	ких	х процессов,
		объеме,	процессов,	свободно
		допускаются	навыки	применяет
		значительные ошибки,	освоены, но	полученные
		проявляется	допускаются	навыки в
		недостаточност	незначительны	ситуациях повышенной
		ь владения	е ошибки,	сложности.
		навыками по	неточности,	сложности.
		ряду	затруднения	
		показателей,	при	
		Обучающийся	аналитических	
		испытывает	операциях, переносе	
		значительные	умений на	
		затруднения	новые,	
		при	нестандартные	
		применении	ситуации.	
		навыков в		
		новых		
		ситуациях.		

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации в четвертом семестре: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Шкала	Описание
оценивания	
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом.
	Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков
	приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными
	знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной
	сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки,
	неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний
	и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных
	учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний,
	умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются
	значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков
	по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при
	оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Форма промежуточной аттестации в пятом семестре: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» (прошли промежуточный контроль, выполнили весь объем заданий на семинарских занятиях, выступили с докладом на семинарском занятии).

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно.

Удовлетворительно	Студент показывает знание основного лекционного и
	практического материала. В ответе не всегда присутствует
	логика изложения. Студент испытывает затруднения при
	приведении практических примеров.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы,
	предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует
	неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в
	таблицах показателей, допускаются значительные ошибки,
	проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду
	показателей, студент испытывает значительные затруднения при
	оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые
	ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложениях к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- 1. Котельные установки. Том IV-18 [Электронный ресурс] / Ю.А. Рундыгин [и др.]. Электрон. дан. Москва: Машиностроение, 2009. 400 с.
- 2. Котельные установки и парогенераторы [Электронный ресурс]: учеб. / В.М. Лебедев [и др.]. Электрон. дан. Москва: УМЦ ЖДТ, 2013. 376 с.
- 3. Жихар Г.И. Котельные установки тепловых электростанций [Электронный ресурс]: учеб. пособие Электрон. дан. Минск: "Вышэйшая школа", 2015. 523 с.
- 4. Жихар Г.И. Котельные установки ТЭС: теплотехнические расчеты: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие Электрон. дан. Минск: "Вышэйшая школа", 2017. 224 с.
- 5. Лебедев В.М. Тепловой расчет котельных агрегатов средней паропроизводительности [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.М. Лебедев, С.В. Приходько. Электрон. дан. Санкт-Петербург: Лань, 2017. 212 с.
- 6. Куликов А.А. Топливо. Тепловой баланс котельного агрегата: учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения [Электронный ресурс]: учеб. пособие Электрон. дан. Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2012. 64 с.
- 7. Котельные установки и парогенераторы [Электронный ресурс]: учеб. / В.М. Лебедев [и др.]. Электрон. дан. Москва: УМЦ ЖДТ, 2013. 376 с.

б) дополнительная литература:

1. Тарасюк В.М. Эксплуатация котлов: Практическое пособие для операторов котельной [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: ЭНАС, 2012. — 272 с.

- 2. Круглов Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. Электрон. дан. Санкт-Петербург: Лань, 2012. 208 с.
- 3. Быстрицкий Г.Ф. Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий [Электронный ресурс]: справ. / Г.Ф. Быстрицкий, Э.А. Киреева. Электрон. дан. Москва: Машиностроение, 2011. 592 с.
- 4. РД 34.20.801–2000. Инструкция по расследованию и учету технологических нарушений в работе энергосистем, электростанций, котельных, электрических и тепловых сетей [Электронный ресурс] : учеб. пособие Электрон. дан. Москва: ЭНАС, 2012. 24 с.
- 5. Топливное хозяйство котельных установок: учебное пособие по дисциплине «Топливное хозяйство котельных установок» для студентов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника" [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Ф. Смоляков [и др.]. Электрон. дан. Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2016. 44 с.
 - в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте (http://lib.mami.ru/ebooks/ в разделе «Библиотека».

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

http://window.edu.ru/catalog/resources?p_nr=50&p_rubr=2.2.75.27.7&p_pag e=3;

http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-laboratornoy-ustanovki-pospetsialnosti-promyshlennaya-teploenergetika.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированная учебная лаборатория кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Ауд. AB2406, оснащенная лабораторными установками:

- «Определение коэффициента температуропроводности стали методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе (труба в трубе)»;
- «Определение коэффициента теплопередачи методом регулярного режима»;
- «Определение коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости на цилиндре»;
- «Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя».

Мультимедийная аудитория кафедры «Промышленная теплоэнергетика», оснащенная оргтехникой и мультимедиа средствами (проектор, ПК и др.),

экспериментальная котельная на базе ОАО ВТИ (на основании Договора о сотрудничестве) с системой КИП и автоматики.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

1. Марюшин Л.А., Сенникова О.Б., Савельев И.Л. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Теплоэнергетические установки, системы и комплексы». – М.: Издво Московского политеха, - 46 с.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавание дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» имеет своей целью ознакомить студентов с достижениями в области прикладной теплоэнергетики, добиться уяснения ими основных правил расчета, проектирования и эксплуатации котельных агрегатов, порядка их применения, привить им практические навыки использования этих знаний к конкретным жизненным ситуациям.

Преподавание дисциплины осуществляется в соответствии с ФГОС ВО.

Целью методических рекомендаций является повышение эффективности теоретических и практических занятий вследствие более четкой их организации преподавателем, создания целевых установок по каждой теме, систематизации материала по курсу, взаимосвязи тем курса, полного материального и методического обеспечения образовательного процесса.

Средства обеспечения освоения дисциплины

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- методические указания и пособия;
- контрольные задания для закрепления теоретического материала;
- электронные версии федеральных законов, учебников и методических указаний для выполнения практических работ и самостоятельной работы бакалавров.

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется изложение лекционного материала с элементами обсуждения.

- В качестве методики проведения практических занятий можно предложить
- 1. Семинар обсуждение существующих точек зрения на проблему и пути ее решения.
- 2. Тематические доклады, позволяющие вырабатывать навыки публичных выступлений.

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется проведение

письменного опроса (тестирование) бакалавров по материалам лекций и практических работ. Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию бакалавров при конспектировании лекционного материала.

Для освоения навыков поисковой и исследовательской деятельности бакалавр пишет контрольную работу или реферат по выбранной (свободной) теме.

Лекции проводятся в основном посредством метода устного изложения с элементами проблемного подхода и беседы.

Семинарские занятия могут иметь разные формы (работа с исследовательской литературой, анализ данных нормативной и справочной литературы, слушание докладов и др.), выбираемые преподавателем в зависимости от интересов бакалавров и конкретной темы.

Самостоятельная работа бакалавров включает в себя элементы реферирования и конспектирования научно-исследовательской литературы, подготовки и написания научных текстов, отработку навыков устных публичных выступлений.

Проверка качества усвоения знаний в течение семестра осуществляется в устной форме, путем обсуждения проблем, выводимых на семинарах и письменной, путем выполнения бакалаврами разных по форме и содержанию работ и заданий, связанных с практическим освоением содержания дисциплины. Бакалавры демонстрируют В ходе проверки анализировать значимость и выявлять специфику различных проблем и тем в рамках изучаемой дисциплины и ее компонентов, знание научной и учебнометодической литературы. Текущая проверка знаний и умений бакалавров также осуществляется через проведение ряда промежуточных тестирований. Итоговая аттестация по дисциплине предполагает устный зачет или экзамен, на которых проверяется усвоение материала, усвоение базовых понятий дисциплины.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ПрООП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и профилю «Теплоэнергетические установки, системы и комплексы»

Авторы

Доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика» к.т.н., доцент

Л.А. Марюшин

Программа обсуждена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика». Протокол от 26 мая 2022 г. № 11.

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика» к.т.н., доцент Л.А. Марюшин

Руководитель ООП Е.А. Чугаев

Структура и содержание дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавр)

	Раздел	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы студентов				Формы аттестации				
			Неделя	Л	П/С	Лаб	CPC	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	K/p	Э	3	
	Четвёртый семестр															
Тема	Лекция. Введение	4	1	4			10									
1	Семинарское занятие	4	1		4											
I I	Лекция. Общие положения работы теплогенерирующих установок	4	2	5			10									
2	Семинарское занятие.	4	2	2	6											
	Выдача задания на курсовую работу															
Тема	Лекция. Контрольно-измерительные приборы котельной		2.4	5			12									
3	Семинарское занятие	4	3-4	3-4		6								+		
	Лабораторная работа					1										
Тема	Лекция. Горение органического топлива			5			12									
4	Семинарское занятие	4	5-6		6							+				
	Лабораторная работа					3										
Тема	Лекция. Тепловой баланс теплогенератора		7.0	5			12									
5	Семинарское занятие	4	7-8		6											
	Лабораторная работа					1										
Тема 6	Лекция. Топочные и горелочные устройства	4	9-10	5			12									

	Семинарское занятие				6						+		
	Лабораторная работа					1							
	Форма аттестации	4											3
	Пятый семестр												
	Лекция. Паровые теплогенераторы			5			12	+					
Тема 7	Семинарское занятие	5	11-12		6								
•	Лабораторная работа					1							
Тема	Лекция. Водогрейные теплогенераторы	5		5			12						
8	Семинарское занятие		13-14		6					+			
	Лабораторная работа					1							
Тема	Лекция. Хвостовые поверхности нагрева	5		5			12						
9	Семинарское занятие.		15-16		6								
	Защита курсовой работы				0								
Тема	Лекция. Трубопроводы котельной	5	17	5			12						
10	Семинарское занятие		1 /		6								
Тема	Лекция. Тепловой расчет теплогенератора	5	18	5			12						
11	Семинарское занятие				6						+		
	Форма аттестации	5	19									Э	
	Всего часов по дисциплине			54	64	8	126						

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника ОП (профиль): «Теплоэнергетические установки, системы и комплексы» Форма обучения: очная

Кафедра: «Промышленная теплоэнергетика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Котельные установки и парогенераторы»

Паспорт фонда оценочных средств

		работ.			
		знать:	Лекция,	Экзамен,	Базовый уровень: способен
		методы выполнения	семинарские	выполнение	участвовать в сборе и
		плановых испытаний и	занятия,	расчетной работы по	анализе исходных данных
		ремонтов	лабораторные	индивидуальному	для проектирования
		технологического	занятия, решение	заданию	энергообъектов и их
		оборудования,	ситуационных		элементов в соответствии
		монтажных,	задач,		с нормативной
		наладочных и пусковых	CPC		документацией в
		работ.			стандартных
		уметь:			производственных
	способен понимать	выполнять и			ситуациях
	принципы работы	планировать			Повышенный уровень:
	современных	выполнение плановых			способен участвовать в
ОПК-4	информационных	испытаний и ремонтов			сборе и анализе исходных
OHK-4	технологий и использовать	технологического			данных для
	их для решения задач	оборудования,			проектирования
	профессиональной	монтажных,			энергообъектов и их
	деятельности	наладочных и пусковых			элементов в соответствии
		работ.			с нормативной
		владеть:			документацией в
		навыками проведения			нестандартных
		плановых испытаний и			производственных
		ремонтов			ситуациях с их
		технологического			последующим анализом
		оборудования,			
		монтажных,			
		наладочных и пусковых			
		работ.			
ПК-1	Способность планировать	Знать: методики сбора	Лекция,	Экзамен,	Базовый уровень: способен
	и осуществлять контроль	и анализа исходных	семинарские	выполнение	участвовать в сборе и
	деятельности персонала	данных для	занятия,	расчетной работы	анализе исходных данных
	по эксплуатации объектов профессиональной	проектирования	лабораторные	ПО	для проектирования
	профессиональной деятельности (ОПД)	энергообъектов и их	занятия, решение	индивидуальному	энергообъектов и их

		элементов в соответствии с нормативной документацией	ситуационных задач, СРС	заданию	элементов в соответствии с нормативной документацией в стандартных производственных ситуациях Повышенный уровень: способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией в нестандартных производственных
ПК-2	Способность управлять процессами эксплуатации ОПД в соответствии с технологией производства	Знать: методы выполнения расчетов технологического оборудования по типовым методикам; методы проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	Лекция, семинарские занятия, лабораторные занятия, решение ситуационных задач, СРС	Экзамен, выполнение расчетной работы по индивидуальному заданию	ситуациях с их последующим анализом Базовый уровень: способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием в стандартных производственных ситуациях

ПК-3	Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов	знать: Методы освоения и доводки технологических процессов уметь: Проводить доводку технологических процессов владеть: Методами проведения работ по доводке технологических процессов	Лекция, семинарские занятия, лабораторные занятия, решение ситуационных задач, СРС	Экзамен, выполнение расчетной работы по индивидуальному заданию	Повышенный уровень: способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом Базовый уровень: готов к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов в соответствии с техническим заданием в стандартных производственных ситуациях Повышенный уровень: готов к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов в нестандартных процессов в нестандартных процессов в нестандартных производственных производственных производственных производственных производственных производственных производственных
------	---	---	---	--	---

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Перечень практических работ по дисциплине

		1	•
№	Наименование	Краткая характеристика	Представление
Π/Π	оценочного средства	оценочного средства	оценочного средства в
			фонд
1	Расчетная работа.	Практическая работа	Результатом работы
	«Тепловой расчет	направлена на	являются определение
	котельной установки»	формирование умений и	параметров теплового
		навыков по расчету	баланса котельного
		параметров котельной	агрегата, площади
		установки на	радиационной и
		газообразном топливе с	конвективной
		подбором	поверхности нагрева
		вспомогательного	котла, подбор хвостовых
		оборудования.	поверхностей нагрева,
			тягодутьевых устройств.

Темы практических занятий

- 1. Тепловой и конструктивный расчет теплоиспользующего оборудования.
 - 2. Расчет теплотехнологических параметров теплоносителя.
 - 3. Подбор оборудования теплотехнического контроля котельной.
 - 4. Расчет параметров горелочных устройств. Выбор форсунок.
 - 5. Расчет параметров теплового баланса котельного агрегата.
 - 6. Аэродинамический расчет котельного агрегата.
 - 7. Расчет парового котла на газовом топливе.
 - 8. Расчет водогрейного котла. Выбор вспомогательного оборудования.
- 9. Тепловой расчет экономайзера, воздухоподогревателя, пароперегревателя котельного агрегата.
 - 10. Расчет и выбор насосного оборудования котельной.
- 11. Расчет параметров энергетической эффективности котельного агрегата.

Примеры задач для семинарских занятий

ПРИМЕР 1: В топке котельного агрегата паропроизводительностью D=13,5 кг/с сжигается подмосковный уголь состава: $C^p=29,1\%$; $H^p=2,2\%$; $S_p^p = 2,9\%$; Np=0,6%; Op=8,7%; Ap=23,5%; Wp=33%. Составить тепловой баланс котельного агрегата, если температура топлива при входе в топку t_p=20°C, натуральный расход топлива В=4 кг/с, давление перегретого пара рпп=4 МПа, температура перегретого пара $t_{\text{п.п}}$ =450°C, температура питательной воды t_{п.в}=150°C, величина непрерывной продувки Р=4%, теоретическое количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива $V^{o}=2,98 \text{ м}^{3}/\text{кг}$, объем уходящих газов на выходе из последнего газохода $V_{r,vx}=4.86 \text{ m}^3/\text{kr}$, температура уходящих газов на выходе из последнего газохода t_{vx}=160°C, средняя объемная теплоемкость газов $c_{r,vx}=1,415$ кДж/(м³·К), коэффициент избытка воздуха за последним газоходом α_{vx}=1,48, температура воздуха в котельной $t_B=30^{\circ}$ C, объемная теплоемкость воздуха $c_B=1,297$ кДж/(м³·K), содержание в уходящих газах окиси углерода СО=0,2% и трехатомных газов $RO_2=16,6$ % и потери тепла от механической неполноты сгорания $q_4=4\%$. Потерями тепла с физическим теплом шлаков пренебречь.

<u>Решение:</u> Низшую теплоту сгорания рабочей массы топлива определяем по формуле:

$$Q_{\scriptscriptstyle H}^p$$
=338С^p+1025H^p-108,5($O^p - S_{\scriptscriptstyle R}^p$)-25W^p=338·29,1+1025·2,2-108,5(8,7-2,9)-25·33=10636 кДж/кг.

Теплоемкость рабочей массы топлива – по формуле:

$$c_T^p = c_T^c (100 - W^p)/100 + C_{H_2O} W^p/100 =$$

Физическое тепло топлива – по формуле:

$$Q_{T,T} = c_H^P t_T = 2,112 \cdot 20 = 42$$
 кДж/кг.

Располагаемое тепло – по формуле:

$$Q_P^P = Q_H^P + Q_{T/I} = 10636 + 42 = 10678$$
 кДж/кг.

Тепло, полезно использованное в котлоагрегате, – по формуле:

$$Q_1 = (D_{n.e}/B)[(i_{n.n} - i_{n.e}) + (P/100)(i_{\kappa.e} - i_{n.e})] = (13,5/4)[(3330 - 632) + (4/100) \cdot (1087,5 - 632)] = 9181 кДж/кг.$$

D_{п.е}=D, так как отсутствует отбор насыщенного пара.

Энтальпию пара $i_{\text{п.п}}$ находим по i—S диаграмме: $i_{\text{п.п}}$ =3330 кДж/кг, энтальпии питательной и котловой воды находим по приложениям 2 и 3: $i_{\text{п.в}}$ =632 кДж/кг, а $i_{\text{к.в}}$ =1087,5 кДж/кг.

Потери тепла с уходящими газами – по формуле:

$$Q_2 = (V_{z,yx}c_{z,yx}t_{yx} - \alpha_{yx}V^0c_{\theta}t_{\theta})(100 - q_4)/100 = (4,86\cdot1,415\cdot160 - 1,48\cdot2,98\cdot1,297\cdot30)(100 - 4)/100 = = 892 кДж/кг.$$

Потери тепла от химической неполноты сгорания – по формуле:

$$Q_3 =$$

$$237(C^p + 0.375S_J^p)CO/(RO_2 + CO) = 237(29.1+0.375\cdot2.9)0.2/(16.6+0.2) = 85 кДж/кг.$$

Потери тепла от механической неполноты сгорания – по формуле:

$$Q_4 = q_4 Q_p^p / 100 = 4.10678 / 100 = 427$$
 кДж/кг.

Потери тепла в окружающую среду – по формуле:

$$Q_5 = Q_p^p - (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) = 10678 - (9181 + 892 + 85 + 427) = 93$$
 кДж/кг.

Составляющие теплового баланса в процентах:

$$q_1 = (Q_1/Q_p^p)100 = (9181/10678)100 = 86\%;$$

$$q_2 = (Q_2/Q_p^p)100 = (892/10678)100 = 8,3\%;$$

$$q_3 = (Q_3/Q_p^p)100 = (85/10678)100 = 0.8\%;$$

$$q_5 = (Q_5/Q_p^p)100 = (93/10678)100 = 0.9\%;$$

Тепловой баланс котельного агрегата

$$Q_p^p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 9181 + 892 + 85 + 427 + 93 = 10678$$
 кДж/кг

$$100\% = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 = 86 + 8,3 + 0,8 + 4 + 0,9 = 100\%.$$

ПРИМЕР 2: Определить площадь колосниковой решетки, объем пространства КПД топки котельного И агрегата топочного паропроизводительностью D=5,45 кг/с, если давление перегретого пара $p_{\pi.\pi}\!\!=\!1,\!4$ МПа, температура перегретого пара $t_{\pi.\pi}\!\!=\!\!280^{\circ}\text{C},$ температура питательной воды $t_{\text{п.в}}=100$ °C, КПД брутто котлоагрегата $\eta_{\kappa,a}^{\delta p}=86\%$, величина непрерывной продувки Р=3%, тепловое напряжение площади колосниковой решетки $Q/R=1015 \text{ кBt/m}^2$, тепловое напряжение топочного объема $Q/V_T=350$ $\kappa B T/m^3$, потери тепла от химической неполноты сгорания $q_3 = 0.5\%$ и потери тепла от механической неполноты сгорания q₄=5,5%. Котельный агрегат работает на кузнецком каменном угле с низшей теплотой сгорания горючей массы $Q_H^2=34$ 440 кДж/кг, содержание в топливе золы $A^p=17,4\%$ и влаги

Решение: Низшую теплоту сгорания рабочей массы топлива определяем по формуле:

$$Q_{\mu}^{p} = Q_{p}^{p} = Q_{\mu}^{z} [100 - (A^{p} + W^{p})]/100 - 25W^{p} = 34440[100 - (17,4+6)]/100 - 25 \cdot 6 = 26231$$
 кДж/кг.

Натуральный расход топлива — по формуле:
$$B = \frac{D_{n.e}[(i_{n.n}-i_{n.n})+(P/100)(i_{\kappa.e}-i_{n.e})]}{Q_p^p\eta_{\kappa.a}^{\delta p}}100 = \frac{5.45[(3000-419)+(3/100)(830-419)]}{26231\cdot86}100 =$$

0.62кг/с.

 $D_{\text{п.e}} = D$, так как отсутствует отбор насыщенного пара.

Площадь колосниковой решетки – из формулы:

$$R = \frac{BQ_{H}^{p}}{Q/R} = \frac{0.62 \cdot 26231}{1015} = 16 \text{m}^{3}.$$

Объем топочного пространства – из формулы:

$$V_T = \frac{BQ_H^p}{Q/V_T} = \frac{0.62 \cdot 26231}{350} = 46.5 \text{m}^3.$$

К.п.д. топки – по формуле:

$$\eta_T = 100 - q_3 - q_4 = 100 - 0.5 - 5.5 = 94\%.$$

ПРИМЕР 3: Определить, на сколько изменится теоретическая температура горения в топке котельного агрегата за счет подачи к горелкам предварительно подогретого воздуха, если температура воздуха в котельной $t_B = 30$ °C, температура горячего воздуха $t_{\text{г}}$. $t_{\text{в}}$ = 250°C, коэффициент избытка воздуха в топке $\alpha_{\text{г}} = 1,15$, присос воздуха в топочной камере $\Delta \alpha_{\text{г}} = 0,05$ и потери тепла от химической неполноты сгорания $t_{\text{г}} = 1,15$ 0. Котельный агрегат работает на ухтинском природном газе состава: $t_{\text{г}} = 0,2\%$ 1; $t_{\text{г}} = 0,2\%$ 2; $t_{\text{г}} = 0,2\%$ 3, $t_{\text{г}} = 0,2\%$ 3.

<u>Решение:</u> Низшую теплоту сгорания рабочей массы — по формуле:

 $Q_{\rm H}^{\rm c}=358$ CH₄ + 638 C₂H₆ + 913 C₃H₈ + 1187 C₄H₁₀ = 358·88 + 638·1,9 + 913·0,2 +1187·0,3 = 33 254 кДж/м³.

Теоретически необходимое количество воздуха — по формуле:

 $V^{0} = 0.0478 [0.5 (CO + H_{2}) + 1.5 H_{2}S + 2CH_{4} + \Sigma (m + n/4)C_{m}H_{n} - O_{2}] = 0.0478 (2.88 + 3.5 \cdot 1.9 + 5 \cdot 0.2 + 6.5 \cdot 0.3) = 8.9 \text{ m}^{3}/\text{m}^{3}.$

Тепло, вносимое в топку воздухом, подогретым вне котлоагрегата, — по формуле:

 $Q_{\text{в.вн}} = \alpha_{\text{T}} V^0 c_{\text{в}} \Delta t_{\text{в}} = 1,15 \cdot 8,9 \cdot 1,33 \cdot 220 = 2995 \text{ кДж/м}^3.$

Располагаемое тепло - по формуле:

$$Q_p^p = Q_H^c + Q_{B,BH} = 33\ 254 + 2995 = 36\ 249\ кДж/м^3.$$

Тепло, вносимое в топку с воздухом, — по формуле:

 $Q_{\text{B}} = (\alpha_{\text{T}} - \Delta \alpha_{\text{T}}) \ V^0 \ (cV)_{\text{г.в.}} + \Delta \alpha_{\text{T}} \ V^0 \ (cV)_{\text{х.в}} = (1.15 - 0.05) \ 8.9 \cdot 334 + 0.05 \cdot 8.9 \cdot 40 = 3288 \ \text{кДж/м}^3.$

Полезное тепловыделение в топке при подаче к горелкам подогретого воздуха — по формуле:

 $Q_{T=}Q_p^p (100-q_3)/100+Q_B^- - Q_{B.BH}=36\ 249\ (100-1)/100+3288-2995=36\ 180\ кДж/м^3.$

Полезное тепловыделение в топке при подаче к горелкам воздуха без предварительного подогрева определяем, пользуясь формулой:

$$Q_{T_2} = Q_H^c (100 - q_3)/100 + \alpha_T V^0 (c\vartheta)_{x.s} + \Delta \alpha_T V^0 (c\vartheta)_{x.s} = 33254(100 - 1)/100 + 1.15 \cdot 8.9 \cdot 40 = 33349 \kappa \pi / M^3$$

Зная полезные тепловыделения в топке, находим теоретические температуры горения с помощью $J-\upsilon$ диаграммы. Для этого задаемся двумя значениями температур газов (1400 и 2000° C) и вычисляем для них энтальпии продуктов сгорания.

Объем трехатомных газов находим по формуле:

 $V_{RO2} = 0.01 (C0_2 + CO + H_2S + \Sigma mC_mH_n) = 0.01 (0.3 + 88 + 2 \cdot 1.9 + 3 \cdot 0.2 + +4 \cdot 0.3) = 0.94 \text{ m}^3/\text{m}^3.$

Теоретический объем азота — по формуле:

$$V^{\circ}_{N2} = 0.79 V^{\circ} + N_2/100 = 0.79 \cdot 8.9 + 9.3/100 = 7.12 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

Теоретический объем водяных паров — по формуле:

$$V_{H_2O}^0 = 0.01[H_2S + H_2 + \Sigma (n/2) C_mH_n + 0.124 d_r] + 0.0161 V^\circ = 0.01 (2.88 + 0.016) C_mH_n + 0.0161 V^\circ = 0.01 (2.88 + 0.016) C_mH_n + 0.0161 V^\circ = 0.0161 V^\circ = 0.0160 V^\circ = 0$$

 $+3 \cdot 1,9 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,3) + 0,0161 \cdot 8,9 = 1,98 \text{ m}^3/\text{m}^3.$

Энтальпию продуктов сгорания при $\alpha=1$ и $t_r=1400^\circ$ С — по формуле: $J_{\Gamma}^o=V_{RO_2}(c\,\theta)_{co_2}+V_{N_2}^o(c\,\theta)_{N_2}+V_{H_2O}^o(c\,\theta)_{H_2O}=0,94\cdot 3240+7,12\cdot 2009+1,98\cdot 2558=22414 к Дж/м$

Энтальпию воздуха при α =1 и t_{Γ} =1400°С — по формуле:

 $J_{\beta}^{o} = V^{0}(c\vartheta)_{\beta} = 8.9 \cdot 2076 = 18476 \text{ кДж/м}^{3}.$

Энтальпию продуктов сгорания при t_r= 1400° С — по формуле:

$$J_T = J_r^{\circ} + (\alpha_T - 1)J_B^{\circ} = 22414 + (1,15 - 1)18476 = 25185 \text{ кДж/м}^3.$$

Энтальпию продуктов сгорания при t_г =2000°C — по формуле:

$$J_T = J_{\Gamma}^0 + (\alpha_T - 1)J_{\theta}^0 = V_{RO_2}(c\vartheta)_{CO_2} + V_{H_2O}^0(c\vartheta)_{H_2O} + (\alpha_T - 1)V^0(c\vartheta)_{\theta}$$

= 0.94 \cdot 4843 + 7.12 \cdot 2964 +

 $+1,98 \cdot 3926 + (1,15-1)8,9 \cdot 3064 = 3750$ кДж/м³.

По найденным значениям энтальпий продуктов сгорания строим диаграмму $J-\vartheta$. С помощью диаграммы по полезным тепловыделениям в топке $Q_{T_1}=J_{T_1}=36180$ кДж/м³ и $Q_{T2}=J_{T2}=33349$ кДж/м³ находим теоретические температуры горения ϑ_{T_1} и ϑ_{T_2} , которые равны $\vartheta_{T_1}=1940$ °C; $\vartheta_{T_2}=1795$ °C. Теоретическая температура горения в топке котлоагрегата за счет подачи к горелкам подогретого воздуха изменится

$$\Delta \vartheta_T = \vartheta_{T_1} - \vartheta_{T_2} = 1940 - 1795 = 145^0 C.$$

ПРИМЕР 4: Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из пароперегревателя котельного агрегата паро-производительностью D = 3,89 кг/с, работающего на природном газе Саратовского месторождения с низшей теплотой сгорания $Q_{\rm H}^{\rm c}=35\,799~{\rm kДж/m^3}$, если известны давление насыщенного пара $p_{\rm H_a}=1,5~{\rm M\Pi a}$, давление перегретого пара $p_{\rm mn}=1,4~{\rm M\Pi a}$, температура перегретого пара $t_{nn}=350~{\rm ^{\circ}C}$, температура питательной воды $tn.\,e=1000{\rm ^{6p}}$, величина непрерывной продувки P = 4 %, КПД. котлоагрегата (брутто) $\eta_{\rm k.a}^{\rm 6p}=92,0~{\rm ^{\circ}M}$, энтальпия продуктов сгорания на входе в пароперегреватель I'пе = 17 220 кДж/м³, теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания топлива $V^{\rm 0}=9,52~{\rm m^3/m^3}$, присос воздуха ь газоходе пароперегревателя $\Delta\alpha_{\rm ne}=0,05$, температура воздуха в котельной th = 30 °C и потери теплоты в окружающую среду $q_5=1\%$

<u>Решение:</u> Расчетный расход топлива определяем по формуле:

$$B_{p} = B = \frac{D_{ne}[(i_{n.n} - i_{n.e}) + (P/100)(i_{\kappa.e} - i_{n.e})]}{Q_{p}^{p}\eta_{\kappa.a}^{\delta p}} 100 =$$

$$= \frac{3,89[(3160 - 419) + (4/100)(830 - 419)]}{35799 \cdot 92} 100 = 0,326\kappa\epsilon/c$$

Количество теплоты, воспринятой паром в пароперегревателе, находим по формуле:

$$Q_{ne} = \frac{D_{ne}}{B_p}(i_{n.n} - i_{н.n}) = \frac{3,89}{0,326}(3160 - 2791,8) = 4388\kappa\partial\mathcal{H}/M^3$$

Энтальпию насыщенного пара при давлениир_{н.п}— 1,5 МПа находим по табл. 2 [2]: $i_{\text{н.n}}=i^{\prime\prime}=2791,8~$ кДж/кг.

Расход пара через пароперегреватель D_{ne} равен паропроизводительности котлоагрёгата D, так как отсутствует отбор насыщенного пара.

Коэффициент сохранения теплоты определяем по формуле:

$$\phi = 1 - q_5/100 = 1 - 1/100 = 0.99$$

Энтальпию продуктов сгорания на выходе из пароперегревателя находим из формулы:

$$I''_{ne} = I'_{ne} - \frac{Q_{ne}}{\phi} + \Delta \alpha_{ne} V^0(cv)_{x.e} = 17220 - \frac{4388}{0.99} + 0.05 \cdot 9.52 \cdot 40 = 12769 \kappa \partial \mathcal{H}/M^3$$

Примеры экзаменационных вопросов

- 1. Элементы газового хозяйства котельных;
- 2. Угольное хозяйство котельных;
- 3. Мазутное хозяйство котельных;
- 4. Место котельного агрегата в тепловой схеме ТЭС;
- 5. Принципиальная схема современной котельной установки;
- 6. Арматура и гарнитура котлоагрегата;
- 7. Назначение контрольно-измерительных приборов котельной;
- 8. Приборы безопасности котельной;
- 9. Системы автоматики и регулирования котельной;
- 10. Общие понятия теории горения топлива;
- 11. Состав твердого и жидкого топлива;
- 12. Свойства жидкого топлива;
- 13. Состав и свойства газообразного топлива;
- 14. Теплота сгорания топлива;
- 15. Способы сжигания органического топлива;
- 16. Расчет параметров процессов горения органического топлива;
- 17. Коэффициент избытка воздуха;
- 18. Уравнение теплового баланса котельного агрегата;
- 19. Коэффициент полезного действия и расход топлива теплогенератора;
- 20. Тепловые потери теплогенератора;
- 21. Топочные устройства. Конструкции, назначение, подбор;
- 22. Горелочные устройства. Конструкции, назначение, подбор;
- 23. Газовые запальные устройства;
- 24. Газомазутные горелки;
- 25. Пылеугольные форсунки;
- 26. Системы приготовления и подачи твердого топлива;
- 27. Тягодутьевые устройства;
- 28. Паровые теплогенераторы котельных и ТЭЦ;
- 29. Принцип работы парового теплогенератора;
- 30. Устройство и работа парового теплогенератора ДКВР-10-13-250 ГМ;
- 31. Устройство и работа теплогенератора ДЕ-10-14 ГМ;
- 32. Устройство и работа теплогенератора БГМ-35;
- 33. Устройство и работа котла Е-1-9;
- 34. Водогрейные теплогенераторы отопительных котельных;
- 35. Особенности работы стальных водогрейных теплогенераторов;
- 36. Устройство и работа теплогенератора ПТВМ-50;
- 37. Устройство и работа котла КВ-ГМ-10-150;
- 38. Устройство и работа котла КВ-ГМ-50-150;
- 39. Хвостовые поверхности нагрева котельного агрегата, их конструкции и назначение;
 - 40. Коррозия хвостовых поверхностей нагрева котлоагрегата;

- 41. Водяные экономайзеры, назначение, конструкция;
- 42. Воздухоподогреватели, назначение, конструкция;
- 43. Пароперегреватели, назначение, конструкция;
- 44. Трубопроводы котельной. Классификация трубопроводов котельной;
- 45. Паропроводы котельной, прочностной расчет, элементы конструкции;
- 46. Питательные трубопроводы котельной;
- 47. Дренажные трубопроводы котельной;
- 48. Тепловой расчет теплогенератора;
- 49. Организация проектирования теплогенератора;
- 50. Состав топлива, параметры теплоносителя и конструктивные характеристики теплогенератора;
- 51. Расчет объемов и энтальпий продуктов сгорания воздуха теплогенератора;
 - 52. Тепловой баланс и расход топлива теплогенератора;
 - 53. Расчет топочных камер;
- 54. Расчет конвективных поверхностей нагрева паровых и водогрейных котлов;
 - 55. Энергосбережение в котлах.