

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра промышленной теплоэнергетики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

«_____» _____ 201__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Б1.В.ДВ.03.02

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Промышленная теплоэнергетика

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	7
4.3 Лабораторные работы.....	14
4.4 Семинары / практические занятия.....	14
4.5. Контрольные мероприятия: курсовая работа	14
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	15
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	16
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	17
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ семинаров / практических работ	17
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	23
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	23
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	24
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	28
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	29

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Формирование знаний у бакалавров по истории развития науки и техники в области теплоэнергетики.

Задачи дисциплины

Дать бакалаврам необходимые представления о теплоэнергетике и сформировать у них в первом приближении модель их будущей специальности, привитие практических навыков самостоятельной работы по анализу накопленного наукой опыта в области теплоэнергетики.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2	способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные законы естествознания. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин.
ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приборы и схемы для измерения теплоэнергетических величин; - типы и устройство промышленных теплоэнергетических установок. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составить энергетический баланс конкретной теплоэнергетической установки; - провести поверочный или конструктивный расчёт теплообменного аппарата и другого оборудования; - оценить технико-экономические характеристики технологического процесса. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - простейшими приемами решения типовых теплотехнических задач на применение основных физических законов и численных алгоритмов. - навыками чтения технических чертежей и технологических схем оборудования;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.02 История развития специальности относится к элективной части.

Дисциплина история развития специальности базируется на знаниях, полученных при изучении основных образовательных программ.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, история развития специальности представляет основу для изучения дисциплин: Б1.Б.15 «Техническая термодинамика», Б1.Б.16 «Тепломассообмен», Б1.Б.18 «Безопасность жизнедеятельности», Б1.Б.19 «Электротехника и электроника», Б1.Б.21 «Гидрогазодинамика».

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	1	1	72	34	17	-	17	38	-	зачёт
Заочная	1	-	72	8	4	-	4	60	-	зачёт
Заочная (ускоренное обучение)	1	-	72	4	4	-	-	28	-	зачёт

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			1
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	34	7	34
Лекции (Лк)	17	7	17
Практические занятия (ПЗ)	17	-	17
Индивидуальные (групповые) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	38	-	38
Подготовка к зачёту	17	-	17
Подготовка к практическим занятиям	21	-	21
III. Промежуточная аттестация зачёт	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины	час. зач. ед.	72	72
		2	2

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		
			лекции	практические занятия	самостоятельная работа обучающихся
1	2	3	4	5	6
1.	Понятие о промышленной теплоэнергетике	7	1	-	6
1.1	Энергетический потенциал и использование топлива в России.	2,4	0,4	-	2
1.2	Единицы измерения топливно-энергетических ресурсов.	2,3	0,3	-	2
1.3	Проблемные вопросы теплоэнергетики.	2,3	0,3	-	2
2.	Циклы термодинамических установок	16,4	4	6	6,4
2.1	Термодинамическая эффективность циклов теплосиловых установок.	7,2	2	2	3,2
2.2	Циклы газа и паротурбинных установок.	9,2	2	4	3,2
3.	Основы теории теплообмена	17,4	4	7	6,4
3.1	Способы передачи теплоты. Теплопроводность.	8,2	2	3	3,2
3.2	Конвективный теплообмен (теплоотдача). Лучистый теплообмен. Сложный теплообмен.	9,2	2	4	3,2
4.	Виды и характеристики топлив. Котельные установки	17,6	4	4	9,6
4.1	Состав и основные характеристики твердого жидкого и газообразного топлива. Теплота сгорания топлива.	4,7	1,5	-	3,2
4.2	Условное топливо. Классификация топлива.	4,7	1,5	-	3,2
4.3	Общие сведения о конструкциях современных котлов.	8,2	1	4	3,2
5.	Паровые и газовые турбины	5,2	2	-	3,2
5.1	Классификация турбин. Газотурбинные установки. Турборасширительные машины.	5,2	2	-	3,2
6.	Теплоснабжение	8,4	2	-	6,4
6.1	Общие сведения. Теплоснабжение промышленных предприятий.	4,2	1	-	3,2
6.2	Отопление. Вентиляция. Кондиционирование воздуха.	4,2	1	-	3,2
	ИТОГО	72	17	17	38

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		
			лекции	практические занятия	самостоятельная работа обучающихся
1	2	3	4	5	6
1.	Понятие о промышленной теплоэнергетике	12,5	0,5	-	12
1.1	Энергетический потенциал и использование топлива в России.	4,2	0,2	-	4
1.2	Единицы измерения топливно-энергетических ресурсов.	4,1	0,1	-	4
1.3	Проблемные вопросы теплоэнергетики.	4,2	0,2	-	4
2.	Циклы термодинамических установок	11,1	0,5	1	9,6
2.1	Термодинамическая эффективность циклов теплосиловых установок.	5	0,2	-	4,8
2.2	Циклы газа и паротурбинных установок.	6,1	0,3	1	4,8

3.	Основы теории теплообмена	12,1	0,5	2	9,6
3.1	Способы передачи теплоты. Теплопроводность.	5	0,2	-	4,8
3.2	Конвективный теплообмен (теплоотдача). Лучистый теплообмен. Сложный теплообмен.	7,1	0,3	2	4,8
4.	Виды и характеристики топлив. Котельные установки	16,4	1	1	14,4
4.1	Состав и основные характеристики твердого жидкого и газообразного топлива. Теплота сгорания топлива.	5,1	0,3	-	4,8
4.2	Условное топливо. Классификация топлива.	5,1	0,3	-	4,8
4.3	Общие сведения о конструкциях современных котлов.	6,2	0,4	1	4,8
5.	Паровые и газовые турбины	5,3	0,5	-	4,8
5.1	Классификация турбин. Газотурбинные установки. Турборасширительные машины.	5,3	0,5	-	4,8
6.	Теплоснабжение	10,6	1	-	9,6
6.1	Общие сведения. Теплоснабжение промышленных предприятий.	5,3	0,5	-	4,8
6.2	Отопление. Вентиляция. Кондиционирование воздуха.	5,3	0,5	-	4,8
	ИТОГО	68	4	4	60

- для заочной формы (ускоренное обучение):

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)	
			учебные занятия	
			лекции	самостоятельная работа обучающихся
1	2	3	4	5
1.	Понятие о промышленной теплоэнергетике	6,5	0,5	6
1.1	Энергетический потенциал и использование топлива в России.	2,2	0,2	2
1.2	Единицы измерения топливно-энергетических ресурсов.	2,1	0,1	2
1.3	Проблемные вопросы теплоэнергетики.	2,2	0,2	2
2.	Циклы термодинамических установок	4,5	0,5	4
2.1	Термодинамическая эффективность циклов теплосиловых установок.	2,2	0,2	2
2.2	Циклы газа и паротурбинных установок.	2,3	0,3	2
3.	Основы теории теплообмена	4,5	0,5	4
3.1	Способы передачи теплоты. Теплопроводность.	2,2	0,2	2
3.2	Конвективный теплообмен (теплоотдача). Лучистый теплообмен. Сложный теплообмен.	2,3	0,3	2
4.	Виды и характеристики топлив. Котельные установки	7	1	6
4.1	Состав и основные характеристики твердого жидкого и газообразного топлива. Теплота сгорания топлива.	2,3	0,3	2
4.2	Условное топливо. Классификация топлива.	2,3	0,3	2
4.3	Общие сведения о конструкциях современных котлов.	2,4	0,4	2
5.	Паровые и газовые турбины	4,5	0,5	4
5.1	Классификация турбин. Газотурбинные установки. Турборасширительные машины.	4,5	0,5	4
6.	Теплоснабжение	5	1	4
6.1	Общие сведения. Теплоснабжение промышленных предприятий.	2,5	0,5	2
6.2	Отопление. Вентиляция. Кондиционирование воздуха.	2,5	0,5	2
	ИТОГО	32	4	28

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	Понятие о промышленной теплоэнергетике		
1.1	Энергетический потенциал и использование топлива в России.	<p>Топливо-энергетический комплекс – это совокупность отраслей, связанных с производством и распределением энергии в различных формах и видах.</p> <p>ТЭК включает в себя: добычу топлива; производства электроэнергии; транспорт топлива, тепла и электроэнергии.</p> <p>Значение ТЭК:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. обслуживание всех отраслей электроэнергией; 2. градообразующая функция, поскольку вокруг предприятий ТЭК возникают города <p>Количественные характеристики ТЭК:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. доля в ВВП – 30% 2. доля в налоговых поступлениях – до 50% 3. ТЭК – это 30% стоимости всей промышленной продукции 4. доля в экспорте - 70% 5. Численность работников ТЭК – 3,7% от числа занятых. <p>Топливо-энергетический комплекс включает в себя топливную промышленность и электроэнергетику.</p>	Компьютерная презентация (1 час)
1.2	Единицы измерения топливно-энергетических ресурсов.	<p>Для сопоставления различных видов топлива, суммарного учета его запасов, оценки эффективности использования энергетических ресурсов, сравнения показателей теплоиспользующих устройств принята единица измерения условное топливо, теплота сгорания которого $Q_{ут} = 29,33$ МДж/кг. Для сравнительного анализа обычно используется единица измерения тонна условного топлива (1 т.у.т.), теплота сгорания которой: $Q_{ут} = 29,33 \cdot 10^3$ МДж/тут = 7 Гкал/тут = 8,147·10³ кВт·ч/тут</p>	-
1.3	Проблемные вопросы теплоэнергетики.	<p>Сегодня вопросы теплоэнергетики занимают одно из самых важных мест во всем мире не только по значимости, но и большой сложности решения. Большинство стран, стараясь минимизировать вопросы теплоэнергетики, проводят ряд мер в сфере энергетических технологий. Иными словами если они переходят на автономное теплоснабжение. Это позволяет в несколько раз сократить издержки и намного эффективней сводить к минимуму затраты ресурсов. Каждый понимает, что истощения недр земли с каждым днем становится все актуальней и страны развивающейся экономикой вкладывают достаточно средств, в развитие и разработку новых источников для получения энергии.</p> <p>Альтернативные источники энергии, это природные ресурсы, однако сегодня ученые с разных стран мира активно занимаются изучением новых возможностей, чтобы можно было направить «новую энергию» на нужды людей и остановить тепловые процессы. Тепло всегда в центре внимания, ведь этот вид ресурса можно назвать бесконечным.</p> <p>Если будут возможности его применения в качестве альтернативы сегодняшним атомным станциям, можно будет без труда решить много разных проблем, которые связанные с развитием теплоэнергетики. Сегодня это одна из важных проблем, связанных с экологией, ведь применение в качестве топлива любого ресурса может привести к возникновению парникового эффекта.</p> <p>Проблемы, которые связанные с данной отраслью, возникли довольно давно, на протяжении нескольких лет данный вопрос один из самых важных. Неправильное применение топливных ресурсов часто приводит к большим потерям в данной отрасли, и этом может негативно отразиться на</p>	-

		<p>стоимости топлива, то есть оно значительно подорожает. Не нужно забывать, что вопросы связанные с этой отраслью оказывают большое влияние на развитие экономики в целом.</p> <p>Специалисты отмечают главные проблемы, возникающие области теплоэнергетики. Фонды сильно износились. Нужно отметить, что такая ситуация наблюдается в каждой отрасли экономики. На этом этапе время от времени происходит большая замена непригодного для работы оборудования, а также ремонт теплотрасс. Большие затраты идут для ремонта аварийных участков, но нужно помнить, что замена техники не может решить вопросы, ведь кроме физического износа, оборудование устаревает и морально. Оно плохо автоматизировано и поэтому малоэффективно на производстве.</p>	
2.	Циклы термодинамических установок		
2.1	Термодинамическая эффективность циклов теплосиловых установок.	<p>Наибольший термический КПД в заданном диапазоне температур имеет цикл Карно. При его осуществлении предполагается использование горячего источника с постоянной температурой, т. е. фактически с бесконечной теплоемкостью. Между тем на практике в работу превращается теплота продуктов сгорания топлива, теплоемкость которых конечна. Отдавая теплоту, они охлаждаются, поэтому осуществить изотермическое расширение рабочего тела при максимальной температуре горения не удастся. В этих условиях необходимо установить общие принципы, определяющие наибольшую термодинамическую эффективность теплосилового цикла, в частности, с позиций потери эксергии.</p> <p>Эксергетический и термический коэффициенты полезного действия позволяют оценивать термодинамическое совершенство протекающих в тепловом аппарате процессов с разных сторон. <u>Термический КПД</u>, а также связанный с ним <u>метод тепловых балансов</u> позволяют проследить за потоками теплоты, в частности рассчитать, какое количество теплоты превращается в том или ином аппарате в работу, а какое выбрасывается с неиспользованным (например, отдается холодному источнику). Потенциал этой сбрасываемой теплоты, ее способность еще совершить какую-либо полезную работу методом тепловых балансов не рассматривает.</p> <p><u>Эксергетический метод</u>, наоборот, позволяет проанализировать качественную сторону процесса превращения теплоты в работу, выявить причины и рассчитать потери работоспособности потока рабочего тела и теплоты, а значит, и предложить методы их ликвидации, что позволит увеличить эксергетический КПД и эффективность работы установки. Поэтому в дальнейшем анализе эффективности работы тепловых установок мы будем параллельно пользоваться как эксергетическим методом, так и методом балансов теплоты.</p> <p>Назначением теплосиловых установок является производство полезной работы за счет теплоты. Источником теплоты служит топливо, характеризующееся определенной теплотой сгорания Q. Максимальная полезная работа L_{max}, которую можно получить, осуществляя любую химическую реакцию (в том числе и реакцию горения топлива), определяется соотношением Гиббса (1839—1903) и Гельмгольца (1821 —1894), получаемым в химической термодинамике:</p> $L_{max} = Q + TdL_{max}/dT$	-
2.2	Циклы газа и паротурбинных установок.	<p>Основным циклом современных паротурбинных установок (ПТУ) является <i>цикл Ренкина на перегретом паре</i>. Перегретый пар с давлением p_1 и температурой t_1 поступает в паровую турбину ПТ (рис. 3.1), где, адиабатически расширяясь, совершает работу. После турбины влажный пар с давлением p_2 поступает в конденсатор К, где, отдавая теплоту охлаждающей воде, полностью конденсируется при $p = \text{const}$ и $t = \text{const}$. Конденсат с помощью питательного насоса ПН, адиабатически повышающего его давление до p_1, вновь подается в парогенератор (паровой котел) ПГ, в котором получает теплоту от горячих продуктов сгорания топлива, нагревается при постоянном давлении p_1 до температуры кипения, испаряется, а образовавшийся сухой насыщенный пар перегревается в пароперегревателе ПП до температуры t_1. Теоретический цикл, совершаемый в данной установке, представлен на рис. 3.2.</p>	-

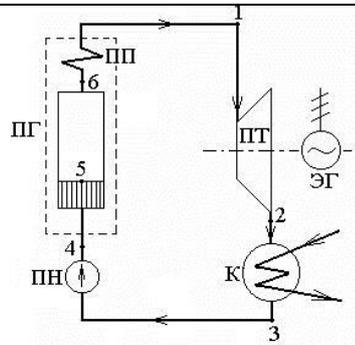


Рис. 3.1. Схема паротурбинной установки

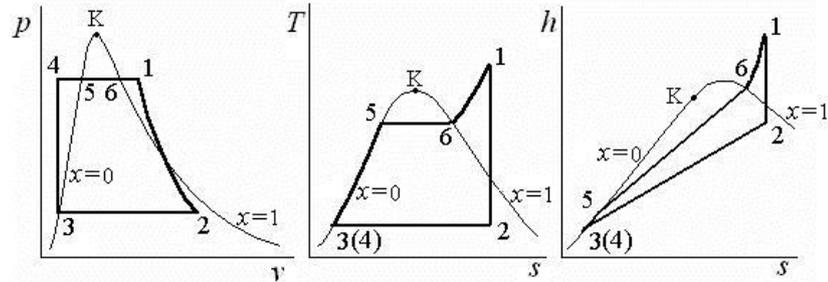


Рис. 3.2. Цикл Ренкина на перегретом паре:

- 1–2 – адиабатное расширение пара в ПТ;
- 2–3 – изобарно-изотермическая конденсация пара в К;
- 3–4 – адиабатно-изохорное повышение давления воды в ПН;
- 4–1 – изобарный подвод теплоты в ПГ с превращением воды в перегретый пар

Удельные количества подводимой в парогенераторе теплоты q_1 и отводимой в конденсаторе теплоты q_2 определяются как

$$q_1 = h_1 - h_4, \quad (3.1)$$

$$q_2 = h_2 - h_3. \quad (3.2)$$

Полезная работа цикла l_0 находится как разность работы, вырабатываемой в турбине l_{τ} , и работы, затрачиваемой в насосе l_{π} ,

$$l_0 = l_{\tau} - l_{\pi}, \quad (3.3)$$

где $l_{\tau} = h_1 - h_2$; $l_{\pi} = h_4 - h_3$

3. Основы теории теплообмена

3.1 Способы передачи теплоты. Теплопроводность.

Существует три способа передачи тепла нагретым телом: теплопроводность, конвекция и лучеиспускание.

Теплопроводность – свойство тел передавать тепло от более нагретых мест к менее нагретым. Путем теплопроводности тепло передается через твердые, жидкие и газообразные тела. Количество тепла dQ , проходящее в единицу времени dt через элементарную площадку dS от более нагретого участка тела к менее нагретому, пропорционально градиенту температуры $d\theta/dx$ в направлении, перпендикулярном площадке и зависит от теплопроводящих свойств материала, т.е.

$$dQ = -\lambda \frac{d\theta}{dx} dS \cdot dt,$$

где λ – коэффициент теплопроводности.

Знак (–) показывает, что передача тепла идет от мест более нагретых к менее нагретым.

Коэффициент теплопроводности численно равен количеству тепла, проходящему через площадку в 1 м^2 изотермической поверхности в течение 1 с при градиенте температуры в $1 \text{ }^\circ\text{C/м}$.

Конвекция. Нагретое тело, помещенное в газ или жидкость, отдает свое тепло частичкам газа или жидкости, которые, нагреваясь, становятся легче и поднимаются вверх, а на их место поступают более холодные частички. Интенсивность охлаждения зависит от скорости движения частиц охлаждаю-

3.2 Конвективный теплообмен (теплоотдача). Лучистый теплообмен. Сложный теплообмен.

Компьютерная презентация (1 час)

Компьютерная презентация (2 часа)

		<p>щей среды. Если движение частиц охлаждающей среды создается только за счет нагрева их у поверхности горячего тела, то такая конвекция называется естественной конвекцией.</p> <p>Если движение частиц создается принудительно, например, при помощи вентиляторов, насосов, то такая конвекция называется искусственной. Количество тепла, отдаваемого поверхностью нагретого тела в единицу времени за счет конвекции, определяют по формуле</p> $Q = K_{\text{кон}} (\theta_1 - \theta_0),$ <p>где $K_{\text{кон}}$ – коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/°С·см²; θ_1 – температура нагретой поверхности, °С; θ_0 – температура охлаждающей среды; S – площадь поверхности охлаждения, м².</p> <p>Лучеиспускание. Это процесс отдачи тепла, при котором тепловая энергия, превращаясь в лучистую, передается от нагретого тела в окружающую среду. Источником лучистой энергии является любое тело, у которого температура отлична от абсолютного нуля. Поглощение лучистой энергии телом зависит от длины волны и состояния его поверхности. Тело, поверхность которого поглощает все падающие на нее лучи, называется абсолютно черным телом. При нагревании оно обладает максимальной способностью излучения энергии. Излучательная способность других тел сравнивается с абсолютно черным телом как с эталоном. Количество тепла, отдаваемого при излучении с поверхности нагретого тела в 1с, может быть определено по формуле</p> $Q = K_{\text{исл}} \left[\left(\frac{\theta_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{\theta_0}{100} \right)^4 \right] S,$ <p>где $K_{\text{исл}}$ – коэффициент теплоотдачи лучеиспусканием, Вт/°С⁴·м².</p>	
4.	Виды и характеристики топлив. Котельные установки		
4.1	Состав и основные характеристики твердого жидкого и газообразного топлива. Теплота сгорания топлива.	<p>Все существующие виды топлива разделяются на твёрдые, жидкие, газообразные. Для нагрева используются также тепловое действие электрического тока и пылевидное топливо. Некоторые группы топлива, в свою очередь, делятся на две подгруппы, из которых одна представляет собой топливо в том виде, в каком оно добывается, и это естественное топливо; другая подгруппа - топливо, которое получается путём переработки естественного топлива, и оно называется искусственным.</p> <p>Твёрдое топливо:</p> <p>А). естественное - дрова, каменный уголь, антрацит, торф.</p> <p>Б). искусственное - древесный уголь, кокс и пылевидное, которое получается из измельчённых частей.</p> <p>Жидкое топливо:</p> <p>А). естественное - нефть.</p> <p>Б). искусственное - бензин, керосин, мазут, смола.</p> <p>Газообразное топливо:</p> <p>А). естественное</p> <p>Газообразное топливо:</p> <p>А). естественное - природный газ.</p> <p>Б). искусственное - генераторный газ, получаемый при газификации различных видов топлива (торфа, дров, каменного угля и другого), коксовальный и другие газы.</p>	Компьютерная презентация (1 час)
4.2	Условное топливо. Классификация топлива.	<p>Для сравнения качества работы различных ТЭС вводят понятие «условного топлива» (у.т.) $Q_{\text{у.т.}}$.</p> <p>Условным называется такое топливо, теплота сгорания 1 кг или 1 м³ которого равна 29330 кДж/кг или 7000 ккал/кг.</p> <p>Для перевода действительного топлива в условное топливо пользуются соотношением</p> $\mathcal{E}_k = \frac{Q_{\text{д}}^{\text{д}}}{29330} \quad (\text{в системе МКГСС } \mathcal{E}_k = \frac{Q_{\text{д}}^{\text{д}}}{7000}),$ <p>где \mathcal{E}_k – калорийный эквивалент указывающий, какая часть теплоты сгорания условного топлива соответствует низшей теплоте сгорания рассматриваемого топлива.</p> <p>Расход условного топлива</p>	-

		$B_{\text{ус}} = \frac{BQ_{\text{н}}^{\text{р}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}}},$ <p>где B – расход рассматриваемого натурального топлива; $Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ - его теплота сгорания.</p> <p>Например, ТЭС сожгла 1000 т бурого угля $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 3500$ ккал/кг, это значит, что станция израсходовала 500 т у.т.</p> $\frac{1000 \cdot 3500}{7000} = 500 \text{ т у.т.}$ <p><i>Таким образом, «условное топливо» - это единица учета органического топлива, применяемое для сопоставления эффективности различных видов топлива и суммарного их учета</i></p>	
4.3	Общие сведения о конструкциях современных котлов.	<p>Котельная установка – комплекс устройств для получения водяного пара под давлением (или горячей воды). Котельная установка (КУ) состоит из следующих основных систем:</p> <ul style="list-style-type: none"> – котлоагрегата; – газо- и воздухопроводов; – трубопроводов пара и воды; – арматуры (отключающие, регулирующие, соединительные и т.п. устройства); – тягодутьевых устройств; – сооружений водоподготовки и др. <p>Мощные котельные установки занимают помещения объёмом в сотни тысяч м³ и вырабатывают до 4 тысяч т пара в сутки.</p> <p>Основным сооружением любой котельной установки является парогенератор – аппарат для производства водяного пара.</p> <p>Парогенератор, в котором пар получают за счёт тепла сжигаемого органического топлива, называется паровым котлом, а при использовании электрической энергии – электрокотлом.</p> <p>Паровой котел – устройство, имеющее топку для сжигания углеводородного топлива, предназначенное для получения пара с давлением выше атмосферного.</p> <p>Современный паровой котел представляет собой агрегат, конструктивно объединяющий в себе комплекс устройств для получения пара под давлением или горячей воды за счёт сжигания топлива. Главной частью такого котлоагрегата является топочная камера с газоходами, в которых размещены поверхности нагрева, воспринимающие тепло продуктов сгорания топлива (пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель). Элементы котлоагрегата опираются на каркас и защищены от потерь тепла обмуровкой и теплоизоляцией.</p> <p>В топочной камере происходит частичное сгорание топлива и частичное охлаждение продуктов сгорания, за счёт нагрева труб, покрывающих стены топочной камеры (топочные экраны), по которым циркулирует вода или пар. На выходе из топки газы имеют температуру ~ 1000 °С и на пути их движения устанавливаются пароперегреватели (трубчатые змеевики). После пароперегревателей температура газов составляет 700...600 °С и далее тепло от них отбирается в водяном экономайзере и воздухоподогревателе. Температура газов, после рассмотренных устройств снижается до 170...130 °С. Дальнейшее снижение температуры отходящих газов путём полезного использования их тепла препятствует конденсации паров воды и серной кислоты на рабочих поверхностях, приводящих к осаждению на них золы и коррозии.</p> <p>Охлаждённые газы через систему золоулавливания и сероочистки выбрасываются из дымовой трубы в атмосферу. Твёрдые продукты сгорания топлива периодически или непрерывно удаляются из котлоагрегата и направляются в золошламонакопители.</p> <p>Котлоагрегат, например, для энергоблока мощностью 300 МВт представляет собой постройка высотой > 50 м и в плане занимает площадь ~ 1000 м². На сооружение такого агрегата, расходуется ~ 4500 т металла, из которых ~ 33 % приходится на трубные системы, работающие под давлением > 2,5 МПа.</p> <p>В качестве топлива в котлоагрегатах используются: природный газ; ма-</p>	

		зут; каменный уголь; горючие сланцы; торф.	
5.	Паровые и газовые турбины		
Классификация турбин. Газотурбинные установки. Турборасширительные машины.	<p>Турбины паровые стационарные для привода турбогенераторов (ГОСТ 3618— 82) выпускаются мощностью от 2,5 до 1600 МВт на параметры свежего пара $p_0 = 3,4 \div 23,5$ МПа и $t_0 = 435 \div 565$ °С.</p> <p>Турбины изготавливаются следующих типов: конденсационные (К), конденсационные с отопительным (теплофикационным) отбором пара с давлением отбора 0,18 МПа (Т), с производственным отбором пара для промышленного потребления (П), с двумя регулируемыми отборами пара (ПТ), с противодавлением (Р), с производственным отбором и противодавлением (ПР) и теплофикационные с противодавлением и отопительным отбором пара (ТР). В обозначении после буквы (тип турбины) приводится ее номинальная мощность в МВт, а затем номинальное давление пара (перед стопорным клапаном турбины) в кгс/см². Для турбин П и ПТ в обозначении давления под чертой отмечается номинальное давление производственного отбора или противодействия турбины в кгс/см².</p> <p>Мощные конденсационные турбины типа К характеризуются тем, что почти весь пар, пройдя через турбину, направляется в конденсатор и выделяющаяся при конденсации теплота полностью теряется. Из нескольких промежуточных ступеней турбины часть пара отбирается для регенеративного подогрева питательной воды, повышающего, как показано в § 6.4, термический КПД цикла. Таких отборов, называемых нерегулируемыми (давление отбора колеблется при изменении нагрузки), может быть от двух до девяти.</p> <p>В конденсационных турбинах типа Т, предназначенных для совместной выработки электроэнергии и теплоты, пар в количестве, значительно большем, чем на регенерацию, отбирается на теплофикацию, а оставшийся, пройдя последние ступени турбины, направляется в конденсатор. Давление пара, отбираемого на теплофикацию, поддерживается постоянным, отсюда отбор называют регулируемым.</p> <p>Турбины типа П отличаются от турбин типа Т лишь тем, что пар из них отбирается для промышленного потребления и имеет более высокие параметры. Промышленный отбор также является регулируемым, так как потребители требуют постоянного давления.</p> <p>Турбины типа Р отличаются от всех предыдущих типов тем, что после них отсутствует конденсатор и весь отработавший пар идет на отопление или производственные нужды.</p> <p>Турбинами с противодавлением являются также предвключенные турбины, после которых пар используется в турбинах среднего давления. Такие турбины применяют и для «надстройки» турбинного оборудования электрических станций при переводе их на пар более высоких параметров с целью повышения экономичности.</p> <p>При расширении пара в многоступенчатых турбинах удельный объем его от ступени к ступени возрастает, вызывая увеличение общего объема пара, проходящего через проточную часть турбины. Например, пар, входя в турбину с давлением 2,85 МПа и температурой 400 °С, имеет удельный объем, равный 0,103 м³/кг, а при выходе из турбины в конденсатор, где давление пара 4 кПа и влажность 12 %, удельный объем составляет уже 31 м³/кг, т. е. в 300 раз больше. Для пропуска возрастающего объема пара приходится увеличивать живое сечение сопел и лопаточных каналов. Но с увеличением высоты лопаток и диаметра дисков возрастают окружные скорости их движения, превышать которые по условиям прочности сверх допустимых ($n = 350 \div 400$ м/с) нельзя. Так как наибольшую высоту имеют лопатки последних ступеней, то именно их пропускная способность по пару лимитирует предельную мощность турбины.</p> <p>В настоящее время предельная мощность однопоточной конденсационной турбины на высокое давление не превышает 50 МВт.</p>	-	
6.	Теплоснабжение		
Общие сведения. Теплоснабжение промышленных предприятий	<p>Теплопотребление промышленных предприятий составляет большую часть общего теплового потребления. С каждым годом растет доля централизованного теплоснабжения промышленных предприятий от теплоэлектроцентралей, что позволяет ликвидировать большое количество промышленных котельных и тем самым снизить загрязнение атмосферы выбросами</p>	Компьютерная презентация (2 часа)	

тий.	<p>продуктов сгорания.</p> <p>Промышленные предприятия получают пар для технологических нужд и горячую воду как для технологии, так и для отопления и вентиляции. Большое значение имеют тепловые сети, паровые и водяные, по которым транспортируются пар и горячая вода к потребителям. Чрезвычайно важна также система возврата конденсата технологического пара на ТЭЦ. Производство тепла для промышленных предприятий требует больших затрат топлива, сжигаемого в топках парогенераторов теплоэлектроцентралей и котельных.</p> <p>Для ТЭЦ и котельных, сетевых районов повышение качества труда означает достижение бездефектности работы. Для этого надо выполнять целую систему мероприятий, к которым относится повышение квалификации, тренировка персонала, система профилактических ремонтов.</p> <p>Эффективность производства обеспечивается высокими его технико-экономическими показателями, среди которых важнейшие - удельные расходы топлива на отпущенные теплоту и электроэнергию.</p> <p>Тепловое потребление - это использование тепловой энергии для различных коммунально-бытовых и производственных целей (отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха, души, бани, прачечные, различные технологические теплоиспользующие установки и т.д.).</p> <p>При проектировании и эксплуатации систем теплоснабжения необходимо учитывать следующее: а) вид теплоносителя (вода или пар); б) параметры теплоносителя (температура и давление); в) максимальный часовой расход теплоты; г) изменение потребления теплоты в течение суток (суточный график); д) годовой расход теплоты; е) изменение потребления теплоты в течение года (годовой график); ж) характер использования теплоносителя у потребителей (непосредственный забор его из тепловой сети или только отбор теплоты).</p> <p>Потребители теплоты предъявляют к системе теплоснабжения различные требования. Несмотря на это, теплоснабжение должно быть надежным, экономичным и качественно удовлетворять всех тепловых потребителей.</p> <p>Потребителей теплоты можно разделить на две группы: а) сезонные потребители; б) круглогодичные потребители.</p> <p>Сезонные потребители используют теплоту не круглый год, а только в течение какой-то его части (сезона), при этом расход теплоты и его изменение по времени зависят главным образом от климатических условий (температуры наружного воздуха, солнечного излучения, скорости и направления ветра, влажности воздуха). Основное значение имеет температура наружного воздуха; влиянием же других климатических факторов на расход теплоты часто пренебрегают.</p> <p>Сезонными потребителями теплоты являются: а) отопление; б) вентиляция (с подогревом воздуха в калориферах); в) кондиционирование воздуха (получение воздуха определенного качества, чистоты, температуры и влажности).</p> <p>Круглогодичные потребители используют теплоту в течение всего года. К этой группе относятся: а) технологические потребители теплоты; б) горячее водоснабжение коммунально-бытовых потребителей.</p> <p>Если у сезонных потребителей расход теплоты практически зависит от одного фактора - температуры наружного воздуха, то у круглогодичных потребителей - от многих различных факторов. Так, технологическое потребление теплоты зависит от технологии производства, вида выпускаемой продукции, типа оборудования, режима работы предприятия и т.д. Климатические условия очень мало влияют на расход теплоты у круглогодичных потребителей.</p> <p>Круглогодичные потребители обеспечивают наиболее экономичную работу ТЭЦ в течение всего года, в то время как сезонная нагрузка ввиду неравномерности ее годового графика и особенно ввиду наличия летнего провала приводит к снижению экономичности ТЭЦ.</p> <p>Намечаемое в нашей стране дальнейшее развитие горячего водоснабжения, кондиционирования воздуха и холодильного хозяйства не только еще более улучшит бытовые условия населения, но и положительно отразится на экономичности систем теплоснабжения.</p>	
Отопление. Вентиляция.	Согласно СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование в зданиях и сооружениях следует предусматривать технические ре-	-

Кондиционирование воздуха.		<p>шения, обеспечивающие:</p> <p>а) нормируемые метеорологические условия и чистоту воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых, общественных, а также административно-бытовых зданий предприятий (далее - административно-бытовых зданий) согласно ГОСТ 30494, СанПиН 2.1.2.1002 и требованиям настоящих норм и правил;</p> <p>б) нормируемые метеорологические условия и чистоту воздуха в рабочей зоне производственных, лабораторных и складских (далее - производственных) помещений в зданиях любого назначения согласно ГОСТ 12.1.005 (СанПиН 2.2.4.548) и требованиям настоящих норм и правил;</p> <p>в) нормируемые уровни шума и вибраций от работы оборудования и систем теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования (далее - отопительно-вентиляционного оборудования), а также от внешних источников шума согласно СНиП 23-03. Для систем аварийной вентиляции и систем противодымной защиты при работе или опробовании согласно ГОСТ 12.1.003 в помещениях, где установлено это оборудование, допускается шум не более 110 дБА, а при импульсном шуме - не более 125 дБА;</p> <p>г) охрану атмосферного воздуха от вентиляционных выбросов вредных веществ;</p> <p>д) ремонтпригодность систем отопления, вентиляции и кондиционирования;</p> <p>е) взрывопожаробезопасность систем отопления, вентиляции и кондиционирования.</p>	
----------------------------	--	---	--

4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интер- активной, актив- ной, инновацион- ной формах, (час.)</i>
1	2.	Изучение процессов работы теплотехнологических установок в Т-S, Р-V тепловых диаграммах	6	-
2	3.	Тепловой расчет кожухотрубного теплообменника	7	-
3	4.	Тепловой баланс парового котла	4	-
ИТОГО			17	-

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.

Учебным планом не предусмотрено.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>тср, час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ОПК</i>					
			<i>1</i>	<i>2</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8	
1. Понятие о промышленной теплоэнергетике		7	+	+	2	3,5	Лк, СРС	зачет
2. Циклы термодинамических установок		16,4	+	+	2	8,2	Лк, ПЗ, СРС	зачет
3. Основы теории теплообмена		17,4	+	+	2	8,7	Лк, ПЗ, СРС	зачет
4. Виды и характеристики топлив. Котельные установки.		17,6	+	+	2	8,8	Лк, ПЗ, СРС	зачет
5. Паровые и газовые турбины		5,2	+	+	2	2,6	Лк, СРС	зачет
6. Теплоснабжение		8,4	+	+	2	4,2	Лк, СРС	зачет
	<i>всего часов</i>	72	36	36	2	36	-	-

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Лисиенко В. Г. Хрестоматия энергосбережения. В 2 кн. Кн. 1-2 : справочник / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев. - М. : Теплоэнергетик, 2003. Кн.1. - 688 с. - ISBN 5902202043.

2. Лисиенко В. Г. Хрестоматия энергосбережения. В 2 кн. Кн. 1-2 : справочник / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев. - М. : Теплоэнергетик, 2003. Кн.2. - 760 с. - ISBN 5902202051.

3. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года : официальное издание. - М. : ГУ ИЭС, 2003. - 136 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Основы современной энергетики. В 2 т. Т.1-2 : учебник для вузов / Под общ. ред. Е. В. Аметистова. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : МЭИ, 2008. Т.1 : Современная теплоэнергетика / Под ред. А. Д. Трухня. - 472 с. - ISBN 9785383001615	Лк, ПЗ	15	1
2.	Основы современной энергетики. В 2 т. Т.1-2 : учебник для вузов / Под общ. ред. Е. В. Аметистова. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : МЭИ, 2008. Т.2 : Современная электроэнергетика / Под ред. А. П. Бурмана. - 632 с. - ISBN 9785383001615	Лк, ПЗ	75	1
Дополнительная литература				
3.	Тепловые и атомные электростанции : справочник / М.С. Алтухов и др.; Под ред. А.В. Клименко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МЭИ, 2003. - 648 с. - (Теплотехника и теплоэнергетика. Кн.3). - ISBN 5704605133	Лк, ПЗ	25	1
4.	Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / Под ред. А.В. Клименко. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : МЭИ, 2004. - 632 с. - (Теплоэнергетика и теплотехника. Кн.4). - ISBN 5704605141	Лк, ПЗ	10	1
5.	Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - Москва : Бастет, 2013. - 368 с. - (Высшее профессиональное образование- бакалавриат). - ISBN 978-5-903178-33-9	Лк, ПЗ	13	1
6.	Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы : справочник / Под ред. А. В. Клименко. - 3-е изд., перераб. - М. : МЭИ, 2000. - 528 с. - (Теплотехника и теплоэнергетика. Кн.1). - ISBN 570460511	Лк, ПЗ	5	0,5

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

Рекомендуемые источники литературы, необходимые при выполнении практических работ указаны в п.7 (основная [1-3] и дополнительная [4-6]).

Практическое занятие № 1

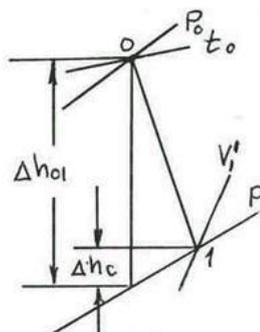
Изучение процессов работы теплотехнологических установок в T-S, P-V тепловых диаграммах

По исходным параметрам начинается построение процесса расширения в тепловой диаграмме (см.рис.) и определяется располагаемый теплоперепад Δh_{01} , а затем теоретическая

скорость истечения $c_{1t} = 44,7 \sqrt{\Delta h_{01}}$ м/с

Дальнейший расчет производится в двух приближениях.

Расчет в первом приближении



Ориентировочно оценивается коэффициент потери скорости $j_1 = 0,96$, $0,98$, а за тем находится действительная скорость истечения c'_1 и потеря энергии на решетке $\Delta h'_c$.

$$c'_1 = \varphi_1 \cdot c_{1r} \text{ м/с}; \Delta h'_c = (1 - \varphi_1^2) \Delta h_{01}$$

Далее строится действительный процесс 0-1 и в точке 1 снимается удельный объем пара на выходе из решетки $v'_1 \text{ м}^3/\text{кг}$.

Определяется скорость звука при параметрах выходного сечения $a_1 = \sqrt{k \cdot P_1 \cdot v'_1 \cdot 10^6} \text{ м/с}$ и

$$M_{1r} = \frac{c_{1r}}{a_1}$$

число Маха

В зависимости от принятого угла $\alpha_{1п}$ и получившегося числа M_{1r} по атласу профилей подбирается подходящий профиль.

Например, С-9015А или С-9018Б.

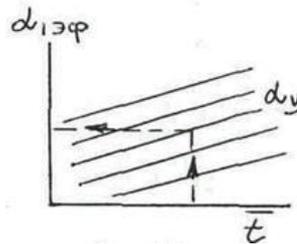
С – профиль предназначен для сопловых решеток

А – дозвуковая решетка, $M = 0,9$

Б – околосзвуковая решетка, $M = 0,9 \div 1,2$

Первые две цифры соответствуют углу $\alpha_{0п}$, вторые – $\alpha_{1п}$.

Для подобранного профиля из атласа берется рекомендуемый относительный шаг \bar{t} и угол установки α_y . Далее по графику в зависимости от \bar{t} и α_y находится $\alpha_{1эф}$. График имеет вид, представленный на рис.



Далее определяется высота выходных кромок сопловой решетки

$$l'_1 = \frac{G \cdot v'_1}{\varepsilon \cdot \pi \cdot D_{cp} \cdot c'_1 \cdot \sin \alpha_{1эф}} \text{ м}$$

В данной формуле ε – степень парциальности впуска – отношение длины дуги, занятой сопловой решеткой, к длине всей окружности ступени на среднем диаметре облопатывания.

Первоначально принимается $\varepsilon = 1$ и делается расчет. Если $l'_{расч} < 0,012 \text{ м}$, то делается пере-

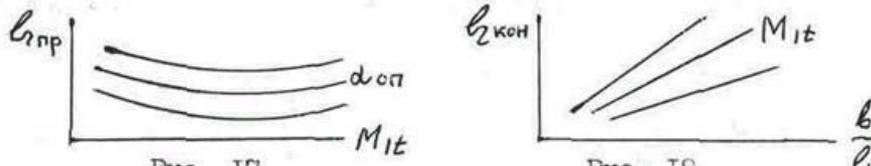
счет: т.е., принимается желательная величина $l'_1 > l'_{расч}$ и пересчитывается ε , которая будет меньше единицы. Из атласа находится хорда профиля b_1 , определяется шаг решетки

$$t_1 = \bar{t} \times b_1 \text{ и отношение } \frac{b_1}{l'_1} .$$

Расчет во втором приближении

По графикам определяются $\xi_{пр} = f(M_{1r}; \bar{t}; \alpha_y)$ и $\xi_{кон} = f\left(\frac{b_1}{l'_1}; M_{1r}; \bar{t}; \alpha_y\right)$

Графики имеют вид, представленный на рис. 17 и 18.



$$\text{Определяются } \xi_c = \xi_{пр} + \xi_{кон}; \varphi = \sqrt{1 - \xi_c}; \Delta h_c = \xi_c \Delta h_{01}; c_1 = \varphi \cdot c_{1r} .$$

Повторно строится процесс в тепловой диаграмме с учетом нового значения Dh_c , снимается величина удельного объема и находится высота выходных кромок решетки во втором приближении

$$\ell_1 = \frac{G \cdot V_1}{\varepsilon \cdot \pi \cdot D_{\text{ср}} \cdot c_1 \cdot \sin \alpha_{1\text{зф}}} \text{ м}$$

$$z_c = \frac{\varepsilon \pi D_{\text{ср}}}{t_1}$$

Число сопловых каналов

Полученная цифра округляется до ближайшего целого значения; если при этом $e < 1$ то пересчитывается e . Если же $e = 1$, то после округления z_c – пересчет t_1 . Все остальное – без изменений.

Построение процесса расширения в ступени в тепловой диаграмме

При построении процесса в тепловой диаграмме прежде всего должны быть учтены три основные потери энергии:

потеря в соплах $\Delta h_c = \xi_c \Delta h_{01} = (1 - \varphi^2) \Delta h_{01}$

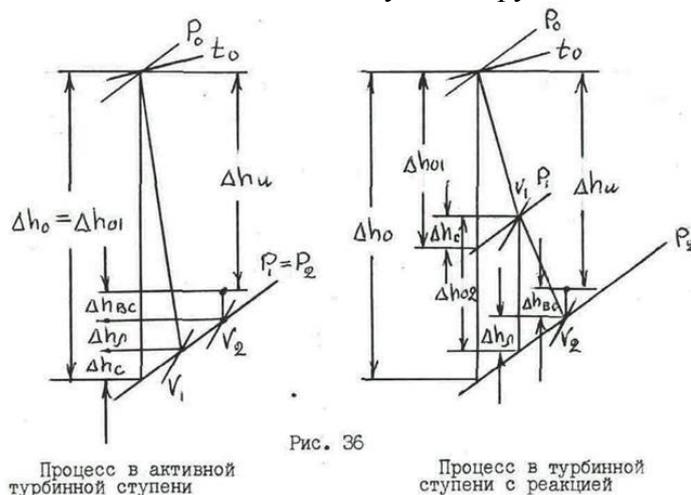
$$\Delta h_{\text{л}} = \xi_{\text{л}} \left(\frac{W_1^2}{2000} + \rho \Delta h_0 \right) = (1 - \psi^2) \left(\frac{W_1^2}{2000} + \rho \Delta h_0 \right)$$

потеря на рабочих лопатках

потеря с выходной скоростью – при выходе потока из каналов рабочей решет-

ки $\Delta h_{\text{вс}} = \frac{c_2^2}{2000}$

Величина $\Delta h_u = \Delta h_0 - (\Delta h_c + \Delta h_{\text{л}} + \Delta h_{\text{вс}})$ именуется окружным теплоперепадом.



Практическое занятие № 2

Тепловой расчет кожухотрубчатого теплообменника

Задание. Произвести тепловой расчет вертикального кожухотрубчатого теплообменника для конденсации насыщенного пара бензола с расходом $G_6=1000$ кг/час при атмосферном давлении.

Жидкий бензол отводится при температуре конденсации насыщенных паров. Охлаждающий агент - вода с начальной температурой $t_{\text{в}}^1=22^\circ\text{C}$ и конечной $t_{\text{в}}^{11}=32^\circ\text{C}$. Термическое сопротивление поверхности теплообмена со стороны бензола – $0,0001 \text{ м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{К} / \text{ккал}$, а со стороны воды - $0,0007 \text{ м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{К} / \text{ккал}$. Бензол в кожухотрубчатом теплообменнике конденсируется в межтрубном пространстве. Стальные трубки теплообменника имеют наружный диаметр $d_{\text{н}}=25$ мм и внутренний $d_{\text{вн}}=21$ мм. Температура кипения бензола при атмосферном давлении $t_{\text{к}}=80,1^\circ\text{C}$, а скрытая теплота парообразования бензола – $r=94,5$ ккал/кг.

Решение.

1. Определяем основные параметры кожухотрубчатого теплообменника.

Большой температурный напор $\Delta t_6 = t_{\text{к}} - t_{\text{в}}^1 = 80,1 - 22 = 58,1^\circ\text{C}$

Меньший температурный напор $\Delta t_{\text{м}} = t_{\text{к}} - t_{\text{в}}^{11} = 80,1 - 32 = 48,1^\circ\text{C}$

Среднелогарифмический напор

$$\Delta t = (\Delta t_6 - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_6 / \Delta t_m) = (58,1 - 48,1) / \ln(58,1 / 48,1) = 52,9^\circ\text{C}$$

Средняя температура охлаждающей воды

$$t_b = t_k - \Delta t = 80,1 - 52,9 = 27,2^\circ\text{C}$$

Тепловая нагрузка (теплопроизводительность)

$$Q = G_6 r = 1000 * 94,5 = 94500 \text{ ккал/час} = 94500 * 427 * 9,81 / 3600 = 109958 \text{ Вт} \approx 110 \text{ кВт}$$

Здесь:

$r = 94,5 \text{ ккал/кг}$ - скрытая теплота парообразования бензола при атмосферном давлении;

$G_6 = 1000 \text{ кг/час}$ – массовый расход бензола (задано).

Массовый расход охлаждающей воды

$$G_b = Q / c_p (t_b^{II} - t_b^I) = 94500 / (1 * (32 - 22)) = 9450 \text{ кг/час.}$$

Здесь $c_p = 1 \text{ ккал/кг} \cdot \text{K}$ – теплоёмкость воды при средней температуре $t_b = 27,2^\circ\text{C}$.

2. Тепловой расчет кожухотрубчатого теплообменника.

2.1. Выбор типа теплообменника.

Из всех приведенных четырехходовых теплообменников (Приложение) наименьшее количество трубок имеет один теплообменник, у которого общее число трубок равно $n=100$ и, следовательно, число трубок в одном ходе равно 25.

Выбираем для расчета именно такой теплообменник, т.к. у него наибольшая скорость воды в трубках, наибольшее число Рейнольдса и, следовательно, наибольший коэффициент теплоотдачи к воде.

Диаметр корпуса этого теплообменника равен $D=400 \text{ мм}$.

$$F = Q / q = 94500 / 20550 = 4,6 \text{ м}^2$$

3. По таблице (Приложение) принимаем четырехходовой теплообменник с диаметром корпуса 400мм, с общим количеством трубок $n=100$ ($n_1=25$ – количество трубок в одном ходе), с поверхностью теплообмена $F = 7 \text{ м}^2$; с высотой трубок 1000мм и с трубками $d_{25}/d_{21} \text{ мм}$.

4. Эскизный проект рассчитанного четырехходового вертикального кожухотрубчатого теплообменника привести на чертеже.

Для размещения трубок на трубной доске и при определении шага между трубками использовать рекомендации, приведенные в курсовой работе №1.

Диаметр патрубка для паров бензола рассчитать при скорости паров $W_{пб} = 20\text{-}25 \text{ м/с}$ и при плотности паров бензола равной $2,7 \text{ кг/м}^3$.

Диаметр патрубка для жидкого бензола рассчитать при скорости жидкости равной $W_6 = 1\text{-}2 \text{ м/с}$ и при плотности бензола на линии насыщения равной 825 кг/м^3 .

Патрубки для подвода и отвода охлаждающей воды рассчитать при скорости движения воды равной $5\text{-}7 \text{ м/с}$ и при плотности воды 1000 кг/м^3 .

На эскизе теплообменного аппарата указать направления движения теплоносителей и изобразить разделительные стенки в крышках теплообменника.

Практическое занятие № 3

Тепловой баланс парового котла

В котельной установке при сжигании органического топлива происходит преобразование химической энергии и топлива в тепловую энергию продуктов сгорания. Выделившаяся теплота за вычетом потерь передаётся рабочему веществу — теплоносителю, в результате получается полезная продукция, например водяной пар. Эффективность энергоиспользования в котельной установке, а также направления его совершенствования устанавливаются тепловым (энергетическим) балансом.

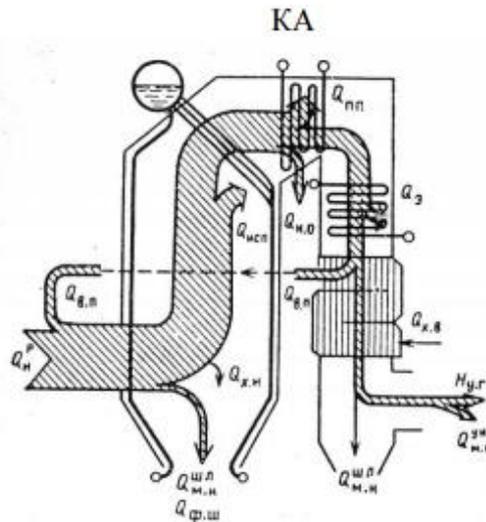


Рисунок 1 - Схема теплового баланса котла при установившемся тепловом режиме

При установившемся состоянии баланс потоков рабочего вещества и энергии для котельной установки в целом и отдельных ее частей или элементов можно записать так:

$$- \text{уравнение сохранения вещества (массы): } D_{\text{прих}} - D - D_{\text{пот}} = 0;$$

$$- \text{уравнение сохранения энергии } Q_{\text{прих}} - Q - Q_{\text{пот}} = 0,$$

где $D_{\text{прих}}$, $Q_{\text{прих}}$ — количества поступившего вещества (например, воды) и энергии (теплоты); D , Q — количества полезно преобразованного вещества (полученного пара) и энергии (теплоты пара); $D_{\text{пот}}$, $Q_{\text{пот}}$ — потери вещества и энергии.

При нестационарных режимах равенство между притоками и стоками (вещества и энергии) нарушается с изменением внутренней энергии. Тепловой баланс котла, как и любого другого теплотехнологического агрегата, характеризует равенство между приходом и расходом теплоты: $Q_{\text{прих}} = Q_{\text{расх}}$. Составляющие теплового баланса для теплотехнологических установок в общем случае могут быть выражены отношением количества затраченной теплоты на единицу полученного продукта, например в мегаджоулях на килограмм технологического продукта, или количеством теплоты в единицу времени — в мегаджоулях в секунду (мегаваттах), или количеством теплоты на единицу топлива — в мегаджоулях на килограмм для твердого и жидкого топлива или мегаджоулях на кубический метр для газообразного топлива. Для котельных установок тепловой баланс составляют на 1 кг твердого или жидкого топлива или 1 м³ газа при 273 К и 0,1013 МПа.

Приходная часть теплового баланса (располагаемая теплота, МДж/кг или МДж/м³) в общем случае записывается в виде $Q_{\text{прих}} = Q_{\text{р}}^{\text{п}} = \sum Q_{\text{хим}} + \sum Q_{\text{физ}} + Q_{\text{эл}}$, где внесённая химическая теплота $\sum Q_{\text{хим}} = Q_{\text{н}}^{\text{п}} + (Q_{\text{экз}} - Q_{\text{энд}})$, а внесённая физическая теплота $\sum Q_{\text{физ}} = Q_{\text{фт}} + Q_{\text{фв}} + Q_{\text{пар}} + Q_{\text{о.г}}$

Рассмотрим составляющие приходной части теплового баланса. $Q_{\text{н}}^{\text{п}}$ - низшая рабочая теплота сгорания единицы топлива, МДж/кг или МДж/м³ — для твердого и жидкого или газа, не учитывающая, как известно, теплоту образования водяных паров. Это согласуется с тем, что температура продуктов сгорания, покидающих котел, обычно не ниже 110—120 °С, при такой температуре содержащийся в них водяной пар не конденсируется. При охлаждении же продуктов сгорания до температуры, при которой на поверхности нагрева возможна конденсация водяных паров, расчёты следует выполнять с учетом высшей теплоты сгорания топлива $Q_{\text{в}}^{\text{п}}$ ($Q_{\text{с}}^{\text{г}}$).

Член $Q_{\text{экз}}$ учитывают при использовании теплоты экзотермических реакций, возможных при осуществлении некоторых технологических процессов. В качестве примера можно указать на экзотермический процесс обжига колчедана в кипящем слое с установкой в последнем теплоиспользующих элементов для получения пара. Процесс обжига проходит без дополнительного использования топлива, поэтому в этом случае в выражении для определения $\sum Q_{\text{хим}}$ теплота сгорания топлива $Q_{\text{н}}^{\text{п}}$ отсутствует.

Член $Q_{\text{энд}}$ учитывает затраты теплоты на возможные эндотермические реакции. Например, при сжигании сланцев, когда часть выделяющейся теплоты затрачивается на разложе-

ние карбонатов, $Q_{\text{энд}} = Q_{\text{карб}} = 4,05\kappa (\text{CO}_2)_\kappa^p/100$,
 где 4,05 — теплота разложения 1кг карбонатной золы, МДж/кг; $\kappa = 1$ — коэффициент разложения карбонатов при камерном сжигании сланцев, $\kappa = 0,7$ — при слоевом сжигании; $(\text{CO}_2)_\kappa^p$ - углекислота карбонатов, %.

Входящий в выражение для определения $\sum Q_{\text{физ}}$ член $Q_{\text{фт}}$, МДж/кг (или МДж/м³), учитывает физическую теплоту (энтальпию) топлива: $Q_{\text{фт}} = c_T \cdot t_T$,

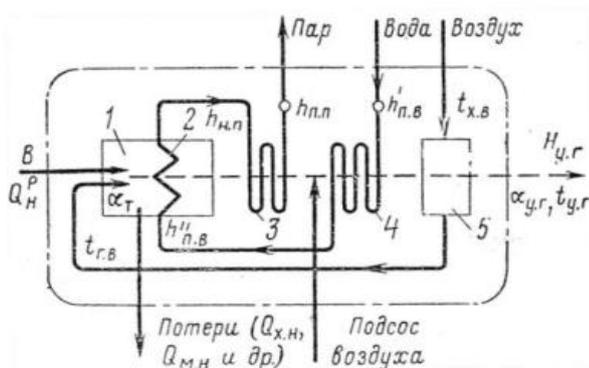
где c_T — теплоёмкость рабочего топлива, МДж/(кг К) или МДж/(м³ К); t_T — температура топлива, °С.

При поступлении в котел твёрдое топливо имеет обычно малую температуру, приближающуюся к нулю, а теплоёмкость сухой массы топлива находится в пределах от $c_T^c = 0,92 \cdot 10^{-3}$ (антрацит) до $c_T^c = 1,3 \cdot 10^{-3}$ МДж/(кг К) (фрезерный торф). В связи с этим $Q_{\text{фт}}$ невелико по значению. Энтальпию твёрдого топлива учитывают в случае предварительного его подогрева вне котла посторонним источником теплоты (при сушке в разомкнутой системе пылеприготовления, паровых сушилках и т.п.). При этом температуру и влажность топлива принимают по состоянию его перед топкой.

Жидкое топливо (мазут) для снижения вязкости и улучшения распыла поступает в топку подогретым до 80—120 °С. Теплоёмкость мазута при этом $c_T^p = 1,94 \cdot 10^{-3} \div 2,04 \cdot 10^{-3}$ МДж/(кг К) и $Q_{\text{фт}}$ составляет (0,4—0,63) % . Теплоёмкость мазута c_T^c , МДж/(кг К), определяется по формуле

$$c_T^p = (1,738 + 0,0025 t_T) 10^{-3}$$

Учёт $Q_{\text{фт}}$ целесообразен при сжигании газового топлива с низкой теплотой сгорания (например, доменного газа) при условии специального нагрева его до относительно высокой температуры (200—300 °С), когда $Q_{\text{фт}}$ составляет Q_H^p 7—10 % . При сжигании газового топлива с высокой теплотой сгорания (например, природного газа) имеет место повышенное соотношение массы воздуха и газа (примерно 10:1). В этом случае топливо — газ обычно не подогревают.



1 — топочная камера; 2 — испарительные поверхности нагрева; 3 — пароперегреватель;
 4 — экономайзер; 5 — воздухоподогреватель.

Рисунок 2 - Принципиальная схема котлоагрегата (КА)

На рис. 2. для рассматриваемого простейшего случая приведена принципиальная схема поступления и движения рабочих веществ в КА (воздух, топливо, продукты сгорания, вода, пар), включающая топочную камеру с радиационными испарительными элементами, в которой сжигается топливо в количестве B , кг/с (или м³/с), с Q_H^p , МДж/кг (или МДж/м³); испарительные поверхности; пароперегреватель, в котором насыщенный пар перегревается $t_{\text{пп}}$ ($t_{\text{пп}}$) до $h_{\text{пп}}$ ($h_{\text{пп}}$); экономайзер, где питательная вода нагревается с $h'_{\text{пв}}$ до $h''_{\text{пв}}$ МДж/кг; воздушный подогреватель, в котором необходимый для горения топлива воздух подогревается от $t_{\text{хв}}$ до $t_{\text{гв}}$, °С.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Microsoft Imagine Premium
2. ОС Windows 7 Professional
3. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
4. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
5. ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система
6. справочно-правовая система «Консультант Плюс»
7. Архиватор 7-Zip
8. Adobe Reader
9. doPDF
10. Ай-Логос Система дистанционного обучения
11. КОМПАС-3D V13

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР, Лк, ПЗ</i>
1	3	4	5
ПЗ	дисплейный класс	Оборудование Интерактивная доска SMART Board 680I, проектор Casio XJ-UT310WN; 17-ПК: CPU 5000/RAM 2Gb/HDD; Монитор TFT 19 LG1953S-SF; Принтер: HP LaserJet P2015n; Сканер: Canon LiDE 220	№№ 1÷3
СР	Читальный зал №3	Оборудование 15 ПК- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания	1. Понятие о промышленной теплоэнергетике	1.1 Энергетический потенциал и использование топлива в России. 1.2 Единицы измерения топливно-энергетических ресурсов. 1.3 Проблемные вопросы теплоэнергетики.	Вопросы к зачёту 1-3
		2. Циклы термодинамических установок	2.1 Термодинамическая эффективность циклов теплосиловых установок. 2.2 Циклы газа и паротурбинных установок.	Вопросы к зачёту 4-5
		3. Основы теории теплообмена	3.1 Способы передачи теплоты. Теплопроводность. 3.2 Конвективный теплообмен (теплоотдача). Лучистый теплообмен. Сложный теплообмен.	Вопросы к зачёту 6-9
ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	4. Виды и характеристики топлив. Котельные установки	4.1 Состав и основные характеристики твердого жидкого и газообразного топлива. Теплота сгорания топлива. 4.2 Условное топливо. Классификация топлива. 4.3 Общие сведения о конструкциях современных котлов.	Вопросы к зачёту 10-14
		5. Паровые и газовые турбины	5.1 Классификация турбин. Газотурбинные установки. Турборасширительные машины.	Вопросы к зачёту 15-17
		6. Теплоснабжение	6.1 Общие сведения. Теплоснабжение промышленных предприятий. 6.2 Отопление. Вентиляция. Кондиционирование воздуха.	Вопросы к зачёту 18-22

2. Вопросы к зачёту

№ п/п	Компетенция		ВОПРОСЫ К ЗАЧЁТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ОПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания	1. Энергетический потенциал и использование топлива в России. 2. Единицы измерения топливно-энергетических ресурсов. 3. Проблемные вопросы теплоэнергетики.	1. Понятие о промышленной теплоэнергетике
			4. Термодинамическая эффективность циклов теплосиловых установок. 5. Циклы газа и паротурбинных установок.	2. Циклы термодинамических установок
			6. Способы передачи теплоты. 7. Теплопроводность. 8. Конвективный теплообмен (теплоотдача). 9. Лучистый теплообмен. Сложный теплообмен.	3. Основы теории теплообмена
			10. Состав и основные характеристики твердого жидкого и газообразного топлива. 11. Теплота сгорания топлива.	4. Виды и характеристики топлив. Котельные установки
2	ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	12. Условное топливо. 13. Классификация топлива. 14. Общие сведения о конструкциях современных котлов.	
			15. Классификация турбин. 16. Газотурбинные установки. 17. Турборасширительные машины.	5. Паровые и газовые турбины
			18. Общие сведения. 19. Теплоснабжение промышленных предприятий. 20. Отопление. 21. Вентиляция. 22. Кондиционирование воздуха.	6. Теплоснабжение

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОПК-2):</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные законы естествознания. <p>(ПК-10):</p> <ul style="list-style-type: none"> - приборы и схемы для измерения теплоэнергетических величин; - типы и устройство промышленных теплоэнергетических установок. <p>Уметь (ОПК-2):</p> <ul style="list-style-type: none"> - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. <p>(ПК-10):</p> <ul style="list-style-type: none"> - составить энергетический баланс конкретной теплоэнергетической установки; - провести поверочный или конструктивный расчёт теплообменного аппарата и другого оборудования; - оценить технико-экономические характеристики технологического процесса. 	<p>зачтено</p>	<p>«Зачтено» выставляется в случае, если обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>знания</i>: основных источники информации для самообразования в рамках выбранного направления; основные законы естествознания; приборы и схемы для измерения теплоэнергетических величин; типы и устройство промышленных теплоэнергетических установок. - <i>умения</i>: использовать основные методы преобразования и хранения информации; выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности составить энергетический баланс конкретной теплоэнергетической установки; провести поверочный или конструктивный расчёт теплообменного аппарата и другого оборудования; оценить технико-экономические характеристики технологического процесса. - <i>владение</i>: основными требованиями информационной безопасности; способностью продемонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин; простейшими приемами решения типовых теплотехнических задач на применение основных физических законов и численных алгоритмов; навыками чтения технических чертежей и технологических схем оборудования.
<p>Владеть (ОПК-2):</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин. <p>(ПК-10):</p> <ul style="list-style-type: none"> - простейшими приемами решения типовых теплотехнических задач на применение основных физических законов и численных алгоритмов; - навыками чтения технических чертежей и технологических схем оборудования. 	<p>не зачтено</p>	<p>«Не зачтено» выставляется в случае, если обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - существенные пробелы в <i>знаниях</i>: основных источники информации для самообразования в рамках выбранного направления; основные законы естествознания; приборы и схемы для измерения теплоэнергетических величин; типы и устройство промышленных теплоэнергетических установок. - принципиальные ошибки в <i>умении</i>: использовать основные методы преобразования и хранения информации; выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности составить энергетический баланс конкретной теплоэнергетической установки; провести поверочный или конструктивный расчёт теплообменного аппарата и другого оборудования; оценить технико-экономические характеристики технологического процесса. - невозможность <i>владения</i>: основными требованиями информационной безопасности; способностью продемонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин; простейшими приемами решения типовых теплотехнических задач на применение основных физических законов и численных алгоритмов; навыками чтения технических чертежей и технологических схем оборудования.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина история развития специальности направлена на формирование знаний у бакалавров по истории развития науки и техники в области теплоэнергетики.

Изучение дисциплины история развития специальности предусматривает:

- лекции,
- практические работы;
- самостоятельную работу,
- зачёт.

В ходе освоения *раздела 1* «Понятие о промышленной теплоэнергетике» студенты должны уяснить: энергетический потенциал и использование топлива в России; единицы измерения топливно-энергетических ресурсов; проблемные вопросы теплоэнергетики.

В ходе освоения *раздела 2* «Циклы термодинамических установок» студенты должны уяснить: термодинамическая эффективность циклов теплосиловых установок; циклы газа и паро-турбинных установок.

В ходе освоения *раздела 3* «Основы теории теплообмена» студенты должны уяснить: способы передачи теплоты.

В ходе освоения *раздела 4* «Виды и характеристики топлив. Котельные установки» студенты должны уяснить: состав и основные характеристики твердого жидкого и газообразного топлива; теплоту сгорания топлива; условное топливо; общие сведения о конструкциях современных котлов.

В ходе освоения *раздела 5* «Паровые и газовые турбины» студенты должны уяснить: классификацию турбин.

В ходе освоения *раздела 6* «Теплоснабжение» студенты должны уяснить: общие сведения; теплоснабжение промышленных предприятий; отопление; вентиляция; кондиционирование воздуха.

При подготовке к *зачёту* рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: Понятие о промышленной теплоэнергетике. Циклы термодинамических установок. Основы теории теплообмена. Виды и характеристики топлив. Котельные установки. Классификация турбин. Газотурбинные установки. Турборасширительные машины. Общие сведения. Теплоснабжение промышленных предприятий. Отопление. Вентиляция. Кондиционирование воздуха.

В процессе проведения *практических занятий* происходит закрепление знаний о составлении тепловых балансов теплотехнологических установок; процессах работы теплотехнологических установок в T-S, H-d, I-IgP тепловых диаграммах; о тепловом расчете кожухотрубного теплообменника.

Работа с *литературой* является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде презентаций, проблемной лекции, лекции с запланированными ошибками) в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины

История развития специальности

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: Формирование знаний у бакалавров по истории развития науки и техники в области теплоэнергетики.

Задачей изучения дисциплины является: дать бакалаврам необходимые представления о теплоэнергетике и сформировать у них в первом приближении модель их будущей специальности, привитие практических навыков самостоятельной работы по анализу накопленного наукой опыта в области теплоэнергетики.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк – 17 час., ПЗ - 17 час., СР– 38 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часа, 2 зачетные единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 - Понятие о промышленной теплоэнергетике
- 2 - Циклы термодинамических установок
- 3 - Основы теории теплообмена
- 4 - Виды и характеристики топлив. Котельные установки.
- 5 - Паровые и газовые турбины
- 6 – Теплоснабжение

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания;

ПК-10 - готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов.

4. Вид промежуточной аттестации: зачёт

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20___-20___ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20___ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.13.01 Теплоэнергетика и теплотехника от «01» октября 2015г. № 1081.

для набора 2014 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «04» декабря 2015 г. №771 , заочной формы обучения от «04» декабря 2015 г. №771

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429 , заочной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429 для заочной формы (ускоренного обучения) от «06» июня 2016 г. № 429

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125 , заочной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125 для заочной формы (ускоренного обучения) от «04» апреля 2017 г. №203

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018 г. №130 , заочной формы обучения от «12» марта 2018 г. №130

Программу составил:

Федяев А.А., д.т.н., профессор каф. ПТЭ _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ПТЭ

от «13» декабря 2018 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой ПТЭ _____ Федяев А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой ПТЭ _____ Федяев А.А.

Директор библиотеки _____ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета ЭиА

от «28» декабря 2018 г., протокол № 5

Председатель методической комиссии факультета ЭиА _____ А.Д.Ульянов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____