



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИАТЭ

_____ С.О.Гапоненко

« 25 » 03 20 26 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.20.10 Подготовка топлив и масел для ГТУ

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Направленность(и) *
(профиль(и)) Цифровой инжиниринг при проектировании и
диагностике газотурбинных установок
(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация Бакалавр
(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2026

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ЭМС	профессор каф. ЭМС, д.т.н., доцент	Зверева Э.Р.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭМС	16.03.2026	8	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Мингалева Г. Р.
Согласована	ЭМС	16.03.2026	8	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Мингалева Г. Р.
Согласована	Учебно-методический совет ИАТЭ	17.03.2026	7	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет ИАТЭ	17.03.2026	7	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Подготовка топлив и масел для ГТУ» является формирование знаний о системах топливо- и маслоснабжения газотурбинных установок (ГТУ).

Задачами дисциплины являются: формирование теоретических знаний и практических навыков работы при эксплуатации и проектировании систем топливо- и маслоснабжения ГТУ; ознакомление с видами, свойствами и назначением газообразного и дизельного топлива, турбинных смазочных материалов, с назначением, составом и принципом работы систем топливо- и маслоснабжения ГТУ; получение навыков по определению качества топлив и смазочных материалов ГТУ и способами улучшения качества отработанных масел; безопасной и безаварийной работы ГТУ.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-4 Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках	ОПК-4.3 Демонстрирует понимание основ получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. «Введение в инженерную деятельность», «Физика», «Химия», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Теоретические основы теплотехники».

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. «Надежность турбомашин», «Режимы работы газотурбинных установок», «Диагностика газотурбинных установок», «Энергетические установки и двигатели».

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			4	5	6
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	4	144	-	144	-
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	58	-	58	-
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,25	42	-	42	-
Лекции	0,5	18	-	18	-
Практические (семинарские) занятия	0,25	8	-	8	-
Лабораторные работы	0,5	16	-	16	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1,75	66	-	66	-
Проработка учебного материала	1,75	66	-	66	-

Курсовой проект	-	-	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	-	36	-
Промежуточная аттестация:			-	Э	-
			-	-	-

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1.	16	4	4	2	16	ТК1	ОПК-4.3.3
Раздел 2.	16	4	-	2	16	ТК1	ОПК-4.3.3 ОПК 4.3.У
Раздел 3.	16	4	4	2	16	ТК2	ОПК-4.3.3 ОПК 4.3.В
Раздел 4.	16	2	8	2	18	ТК2	ОПК-4.3.3 ОПК-4.3.У ОПК 4.3.В
Экзамен	36	0	0	0	36		ОПК-4.3.3, ОПК-4.3.У, ОПК-4.3.В
ИТОГО	144	18	16	8	102		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Топливо ГТУ энергетических газотурбинных установок: виды топлива ГТУ, горючие элементы топлива, внешний и внутренний балласт топлива, теплотехническая оценка топлива (теплота сгорания, температура сгорания, энтальпия продуктов сгорания, коэффициент избытка воздуха, теоретически необходимый расход воздуха)

Раздел 2. Системы подготовки и подачи топливного газа ГТУ.

Природный газ. Классификация, назначение, основные физико-химические и эксплуатационные свойства. Плотность природного газа, температура самовоспламенения, концентрационные границы воспламенения, число Воббе. Система топливоснабжения ГТУ, работающей на газообразном топливе. Подготовка топливного газа для ГТУ. Нормы очистки природного газа для ГТУ. Дожимные компрессорные станции и блоки подготовки топлива. Блок очистки газа: блок подогревателя газа; блок замера газа; блок осушки и хранения импульсного газа; блок очистки топливного газа. Безопасность эксплуатации систем топливоснабжения ГТУ, работающих на газообразном топливе при пусках и остановках

Раздел 3. Система топливоснабжения ГТУ, работающей на жидком топливе.

Назначение, основные элементы, схемы систем топливоснабжения ГТУ, работающей на жидком топливе.

Дизельное топливо. Классификация, назначение, основные физико-химические и эксплуатационные свойства. Системы подготовки, фильтрации, подачи и слива дизельного топлива. Воспламеняемость дизельных топлив. Цетановое число дизельных топлив, способы определения. Присадки, улучшающие воспламеняемость. Свойства дизельных топлив, оказывающие влияние на испаряемость и смесеобразование. Коррозионная активность и химическая стабильность дизельных топлив. Ассортимент, состав и качество дизельных топлив.

Раздел 4. Маслосистема газотурбинной установки.

Система маслоснабжения ГТУ, назначение, функции и состав.

Смазочные материалы для ГТУ: классификация, назначение, состав, основные физико-химические и эксплуатационные характеристики. Вязкость и вязкостно-температурные свойства. Индекс вязкости, методы оценки. Проблема улучшения вязкостно-температурных свойств масел и способы ее решения. Термоокислительная стабильность масел, показатели стабильности, способы ее повышения. Моюще-диспергирующие, защитные, антикоррозионные свойства масел. Склонность к образованию низкотемпературных отложений и к пенообразованию. Присадки, улучшающие качество масел. Установки для очистки и обезвоживания масел. Пластичные смазки. Назначение смазок, их основные функции и объекты применения. Состав пластичных смазок. Дисперсионная среда, дисперсная фаза. Загустители, присадки, наполнители. Классификация. Свойства смазок и их оценка. Показатели теплостойкости, консистентности, прочностных, вязкостных свойств, коллоидной и химической стабильности смазок, методы определения. Марки пластичных смазок и их применение. Очитка и регенерация смазочных материалов.

3.4. Тематический план практических занятий

1. Подготовка обзора на тему: «Топливо ГТУ».
2. Проведение теплотехнических расчетов топлив ГТУ.
3. Сравнительный анализ систем топливоснабжения ГТУ, работающей на газообразном и жидком топливах.
3. Подготовка обзора на тему: «Системы маслоснабжения ГТУ».
4. Сравнительный анализ турбинных и гидравлических масел.
5. Основные задачи эксплуатации системы маслоснабжения ГТУ.
6. Разработка технического задания на восстановление качества, отработанных масел ГТУ.

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Технический анализ топлива.
2. Определение качества дизельного топлива.
3. Исследование коррозионных свойств турбинного масла.
4. Исследование вязкостно-температурных свойств смазочных

материалов.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-4	ОПК-4.3	знать:				
		Знает передовые энергосберегающие технологии при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ, требования к качеству топлива и смазочным материалам ГТУ	Знает передовые энергосберегающие технологии при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ, требования к качеству топлива и смазочным материалам ГТУ в полном объеме	Знает передовые энергосберегающие технологии при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ, требования к качеству топлива и смазочным материалам ГТУ, допускает незначительные ошибки	Знает передовые энергосберегающие технологии при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ, допускает грубые ошибки	Не знает передовые энергосберегающие технологии при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ, требования к качеству топлива и смазочным материалам ГТУ
		уметь:				
		Умеет применять передовой опыт в области энергосбережения при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и выполнять оценку качества топлива и смазочных материалов ГТУ	умеет применять передовой опыт в области энергосбережения при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и выполнять	умеет применять передовой опыт в области энергосбережения при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и выполнять	умеет применять передовой опыт в области энергосбережения при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и выполнять	не умеет применять передовой опыт в области энергосбережения при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и выполнять

			оценку качества топлива и смазочных материалов ГТУ	оценку качества топлива и смазочных материалов ГТУ, допускает незначительные ошибки	оценку качества топлива и смазочных материалов ГТУ, допускает грубые ошибки	оценку качества топлива и смазочных материалов ГТУ
		владеть:				
	Владеет навыками по подготовке и внесению предложений по энергосбережению при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и повышению качества топлива и смазочных материалов ГТУ	владеет навыками по подготовке и внесению предложений по энергосбережению при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и повышению качества топлива и смазочных материалов ГТУ	владеет навыками по подготовке и внесению предложений по энергосбережению при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и повышению качества топлива и смазочных материалов ГТУ, допускает незначительные ошибки	владеет навыками по подготовке и внесению предложений по энергосбережению при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и повышению качества топлива и смазочных материалов ГТУ, допускает грубые ошибки	не владеет навыками по подготовке и внесению предложений по энергосбережению при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и повышению качества топлива и смазочных материалов ГТУ	

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедреразработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Основы современной энергетики: учебник; в 2 т / под ред. Е. В. Аметистова. - 5-е изд., стереотип. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - Текст : электронный. Т. 1 : Современная теплоэнергетика / А. Д. Трухний [и др.] ; под ред. А. Д. Трухния. - 2019. - 472 с. -URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013373.html>.

2. Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов ; под ред. С. В. Цанева. - 2-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2006. - 584 с. : ил. - ISBN 5-903072-19-4. - Текст : непосредственный.

3. Газотурбинные энергетические установки: учебное пособие / С. В. Цанев [и др.] ; под ред. С. В. Цанева. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - 428 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010884.html>. - Текст : электронный.

5.1.2.Дополнительная литература

1. Теплоэнергетика и теплотехника : справочник / под общ.ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 4-е изд., стереотип. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - Текст : электронный. Кн. 3 : Тепловые и атомные электрические станции / ред.: А. В. Клименко, В. М. Зорин. - 2017. - 648 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011706.html>.

2. Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование: справочник. В 3-х кн. / В.Г. Лисиенко, Я.М. Щелоков, М.Г. Ладыгичев; под ред. В.Г. Лисиенко. Кн.3. - . - М.:Теплотехник, 2004. - 592 с.

3. Петров, А. И. Техническая термодинамика и теплопередача / А. И. Петров. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 428 с. — ISBN 978-5-507-47350-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362333>.

4. Нагнетатели и тепловые двигатели : учебное пособие / Н. В. Кондратьев, В. С. Виниченко, А. В. Приходченко, В. В. Лупенцов. — Омск :ОмГТУ, 2023. — 142 с. — ISBN 978-5-8149-3688-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/421490>.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1.	Электронная библиотечная система «Лань»	http://e.lanbook.com
2.	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3.	Таганрогский котлостроительный завод"Красный котельщик"	http://www.tkz.su/
4.	Барнаульский котельный завод	https://bkzn.ru/
5.	Дорогобужкотломаш. Котлы и котельные	http://www.dkm.ru/
6.	ЗиО Группа компанийПодольский машиностроительный завод	http://www.podolskmash.ru/
7.	АО «Казанское моторостроительное производственное объединение»	http://www.kmpo.ru/
8.	ПАО «ОДК-Сатурн»	https://www.uec-saturn.ru/
9.	АО «ОДК Пермские моторы»	https://perm-motors.ru/
10.	АО «ОДК Климов»	https://www.klimov.ru/
11.	АО «Уральский турбинный завод»	https://www.utz.ru/
12.	ПАО «Калужский турбинный завод»	https://paoktz.ru/

13.	АО «Силловые машины»	https://power-m.ru/
-----	----------------------	---

5.2.2. Профессиональные базы данных /Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://www.minobrnauki.gov.ru/	https://www.minobrnauki.gov.ru/
2.	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	https://minenergo.gov.ru/opendata	https://minenergo.gov.ru/opendata
3.	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
4.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	http://window.edu.ru/
5.	КиберЛенинка	https://cyberleninka.ru/	https://cyberleninka.ru/
6.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 50-99 Node 1 year Educational	Антивирусное программное обеспечение	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №37/18 от 26.02.2018 Неискл. право. До 26.03.2019

	Renewal License		
3	Информационно-поисковая система «Ваш консультант»	Справочно-правовая система, используемая бухгалтерами, юристами и др. специалистами	ООО "Ваш Консультант" №1434/РДД от 01.09.2018 Неискл. право . Бессрочно
4	Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №225/10 от 28.01.2010 Неискл. право. Бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Д-517	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Д514	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время

занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок

личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

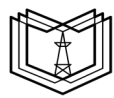
- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф.реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Б1.О.20.10 Подготовка топлив и масел для ГТУ

(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки

13.03.03 Энергетическое машиностроение

(Код и наименование направления подготовки)

Квалификация

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2026

Оценочные материалы по дисциплине «Подготовка топлив и масел для ГТУ» предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Семестр 5

Наименование раздела	Ф о	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 1. Топливо ГТУ	ТК1	15	0-15					15-30	15-30
Практическое задание №1		7							
Лабораторная работа №1		8							
Раздел 2. Системы подготовки и подачи топливного газа ГТУ	ТК1			15	0-15			15-30	15-30
Практическое задание №2				8					
Раздел 3. Система топливоснабжения ГТУ, работающей на жидком топливе	ТК2								
Практическое задание №3				2					
Лабораторная работа №2				2					
Раздел 4. Маслосистема газотурбинной установки	ТК2					25	0-15	25-40	25-40
Практическое задание №4						7			
Лабораторная работа №3						8			
Лабораторная работа №4									
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, КП, КР)	ОМ								0-45
Задание промежуточной аттестации									0-15
В письменной форме по билетам									0-30

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-4	ОПК-4.3	знать:				
		знает передовые энергосберегающие технологии при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ, требования к качеству топлива и смазочным материалам ГТУ	Знает передовые энергосберегающие технологии при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ, требования к качеству топлива и смазочным материалам ГТУ в полном объеме	Знает передовые энергосберегающие технологии при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ, требования к качеству топлива и смазочным материалам ГТУ, допускает незначительные ошибки	Знает передовые энергосберегающие технологии при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ, требования к качеству топлива и смазочным материалам ГТУ, допускает грубые ошибки	Не знает передовые энергосберегающие технологии при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ, требования к качеству топлива и смазочным материалам ГТУ
		уметь:				
		умеет применять передовой опыт в области энергосбережения при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и выполнять оценку качества топлива и смазочных материалов ГТУ	умеет применять передовой опыт в области энергосбережения при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и выполнять оценку качества топлива и смазочных материалов ГТУ	умеет применять передовой опыт в области энергосбережения при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и выполнять оценку качества топлива и смазочных материалов ГТУ, допускает незначительные ошибки	умеет применять передовой опыт в области энергосбережения при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и выполнять оценку качества топлива и смазочных материалов ГТУ, допускает грубые ошибки	не умеет применять передовой опыт в области энергосбережения при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и выполнять оценку качества топлива и смазочных материалов ГТУ
владеть:						
владеет навыками по подготовке и внесению	владеет навыками по подготовке	владеет навыками по подготовке	владеет навыками по подготовке	не владеет навыками по подготовке		

		предложений по энергосбережению при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и повышению качества топлива и смазочных материалов ГТУ	и внесению предложений по энергосбережению при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и повышению качества топлива и смазочных материалов ГТУ	и внесению предложений по энергосбережению при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и повышению качества топлива и смазочных материалов ГТУ, допускает незначительные ошибки	и внесению предложений по энергосбережению при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и повышению качества топлива и смазочных материалов ГТУ, допускает грубые ошибки	и внесению предложений по энергосбережению при эксплуатации систем топливо- и маслоснабжения ГТУ и повышению качества топлива и смазочных материалов ГТУ
--	--	---	--	---	---	--

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение практических работ в семестре; глубокое понимание параметров работы маслоснабжающей и топливной систем ГТУ, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое задание);

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение практических работ в семестре; понимание параметров работы маслоснабжающей и топливной систем ГТУ, ответы на вопросы билета (теоретическое задание);

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение практических работ в семестре и тестовых заданий, ответы на вопросы билета (теоретическое задание);

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение практических работ в семестре.

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы,

необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ОПК-4.3 Демонстрирует понимание основ получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

Практическое занятие №1.Топливо энергетических газотурбинных установок: виды топлива ГТУ, элементы топлива, внешний и внутренний балласт топлива, теплотехническая оценка элементов топлива (теплота сгорания, температура сгорания, энтальпия продуктов сгорания, коэффициент избытка воздуха, теоретически необходимый расход воздуха)

1. Выполните общее описание топлива для энергетических установок: классификация, происхождение, назначение,общая характеристика.
2. Опишите топливо ГТУ: назначение, классификация, марки топлив.
- 3.Сравнитеосновные физико-химические свойства газообразных и жидких топлив ГТУ.
4. Дайте оценку теплотехнических свойств топлива (теплота сгорания, теплоемкость, температура горения, энтальпия продуктов сгорания, коэффициент избытка воздуха, теоретически необходимый расход воздуха)
5. Определите, исходя из элементного состав горючей части и балласта топлива, какие летучие продукты образуются при сжигании топлива в ГТУ.

Практическое занятие №2.Проведение технических и теплотехнических расчетов топлив.

Тема 1. Расчет элементного состава топлива

Рабочее состояние – это состояние, в котором топливо поступает на сжигание:

$$C^p + H^p + S^p + O^p + N^p + A^p + W^p = 100 \%$$

Аналитическое состояние топлива – это состояние топлива, подготовленное для проведения анализа:

$$C^a + H^a + S^a + O^a + N^a + A^a + W^a = 100 \%$$

Сухое состояние топлива – без влаги:

$$C^c + H^c + S^c + O^c + N^c + A^c = 100 \%$$

Условное сухое беззольное состояние топлива (горючее) – без влаги и минеральных примесей:

$$C^2 + H^2 + S^2 + O^2 + N^2 = 100 \%$$

Органическое состояние топлива – без колчеданной серы:

$$C^o + H^o + S_{op}^o + O^o + N^o = 100 \%$$

Таблица 1

Коэффициенты пересчета из одного состояния в другое

Заданное состояние топлива	Искомое состояние топлива		
	рабочее	сухое	условное сухое беззольное
Рабочее	1	$\frac{100}{100 - W^p}$	$\frac{100}{100 - W^p - A^p}$
Сухое	$\frac{100 - W^p}{100}$	1	$\frac{100}{100 - A^c}$
Условное сухое беззольное (горючее)	$\frac{100 - W^p - A^p}{100}$	$\frac{100 - A^c}{100}$	1

Низшая теплота сгорания твердого и жидкого топлива, кДж/кг:

$$Q_H^p = 339 C^p + 1030 H^p - 109 (O^p - S^p) - 25 W^p$$

Низшая теплота сгорания 1 м³ сухих газов, кДж/кг определяется по формуле:

$$Q_{\text{н}}^c = 126,4CO + 108,2H_2 + 358,5CH_4 + 592C_2H_4 + 638,5C_2H_6 + 859,8C_3H_8 + 913C_3H_6 + 1404C_6H_6 + 1134C_4H_8 + 1187C_4H_{10} + 1462 C_5H_{12} + 234,5H_2S.$$

где H_2, CO, CH_4, C_2H_6 и т.д. – содержание отдельных газообразных компонентов в объемных процентах при нормальных условиях.

Изменение теплоты сгорания твердого топлива при изменении его

влажности от W_1^p до W_2^p может быть рассчитано по выражению, кДж/кг:

$$Q_2^p = Q_1^p \frac{100 - W_2^p}{100 - W_1^p} - 25 (W_2^p - W_1^p).$$

$$N = BQ_H^p.$$

Тепловая мощность топочного устройства связана с расходом B топлива и теплотой сгорания соотношением

Задача № 1

Определить состав топлива в рабочем состоянии, если указан следующий состав топлива: $C_1^p=38,6\%$; $H_1^p=2,6\%$; $S_1^p=3,8\%$; $N_1^p=0,8\%$; $O_1^p=3,1\%$; $W_1^p=11\%$; A_1^p – остальное. А технический анализ показал, что действительная влажность топлива составляет $W_2^p=16+N_2/2$ %. Определить состав топлива при влажности $W_2^p=16$ и его теплоту сгорания.

Задача № 2

Теплота сгорания топлива $Q_1^p=10,2$ МДж/кг при влажности $W_1^p=10$ %. Определить теплоту сгорания при влажности $W_2^p=20$ %.

Задача № 3

Задан состав первого топлива: $C^p=40$ %; $H^p=2$ %; $S^p=N^p=1$ %; $O^p=2$ %; $A^p=10$ %; остальное - W^p - и состав второго топлива: $C^p=90$ %; $H^p=6$ %; $N^p=O^p=S^p=A^p=1$ %. Определить мощность топочного устройства, если известно, что расход первого топлива составляет $B_1=2000$ кг/ч, а расход второго топлива $B_2=30$ кг/с.

Тема 2. Расчет теоретически необходимого количества воздуха, объемы продуктов сгорания, энтальпия, коэффициент избытка воздуха

Теоретически необходимый объем воздуха для окисления 1 кг твердого или жидкого топлива, m^3/kg :

$$V^o = 0,0889 \left(C^p + 0,375 S^p \right) + 0,265 H^p - 0,0333 O^p.$$

Теоретически необходимый объем воздуха для окисления 1 m^3 газообразного топлива, m^3/m^3 :

$$V^o = 0,0476 \left(0,5 H_2 + 5 CO + 1,5 H_2 S + 2 CH_4 + \Sigma \left(m + \frac{n}{4} \right) C_m H_n - O_2 \right).$$

Теоретический объем продуктов сгорания, m^3/kg (m^3/m^3):

$$V_2^o = V_{RO_2} + V_N^o + V_{H_2O}^o.$$

Теоретический объем сухих трехатомных газов:

- при сжигании твердого и жидкого топлива, m^3/kg :

$$V_{RO_2} = 0,01866 (C^P + 0,37 S^P) ;$$

- при сжигании газообразного топлива, м³/м³:

$$V_{RO_2} = 0,01 (CO + CO_2 + H_2S + CH_4 + \Sigma m C_m H_n + SO_2).$$

Теоретический объем азота:

- при сжигании твердого и жидкого топлива, м³/кг:

$$V_{N_2}^0 = 0,79 V^0 + 0,008 N^P ;$$

- при сжигании газообразного топлива, м³/м³:

$$V_{N_2}^0 = 0,79 V^0 + 0,01 N_2.$$

Теоретический объем водяных паров:

- при сжигании твердого и жидкого топлива, м³/кг:

$$V_{H_2O}^0 = 0,111 H^P + 0,0124 W^P + 0,0161 V^0 + 1,24 G_\phi ,$$

где G_φ – удельный расход пара на распыл мазута;

- при сжигании газообразного топлива, м³/м³:

$$V_{H_2O}^0 = 0,01 \left[H_2 + H_2S + 2CH_4 + \Sigma \frac{n}{2} c_m H_n + H_2O \right].$$

Действительный объем продуктов сгорания, м³/кг (м³/м³):

$$V_2 = V_2^0 + 1,0161 (\alpha - 1) V^0 .$$

Объем сухих газов, м³/кг (м³/м³):

$$V_{сг} = V_{RO_2} + V_N^0 + (\alpha - 1) V^0 .$$

Объемная доля какого-либо компонента в сухих продуктах сгорания:

$$r_i = V_i / V_{сг} .$$

Массовый выброс какого-либо компонента, например диоксида серы, кг/ч:

$$M_{SO_2} = B V_{сг} r_{SO_2} \rho_{SO_2}$$

Коэффициент избытка воздуха:

- азотная формула:

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{79}{21} \frac{O_2 - 0,5(CO + H_2) - 2CH_4}{N_2}};$$

- кислородная формула:

$$\alpha = 21 / (21 - O_2);$$

- по содержанию сухих трехатомных газов в продуктах сгорания:

$$\alpha = \frac{RO_2^{max}}{RO_2},$$

где $RO_2^{max} = \frac{21}{1 + \beta}$, а $\beta = 2,35 \frac{H^p - O^p / 8}{C^p + 0,375 S^p}$.

Энтальпия продуктов сгорания, кДж/кг (кДж/ м³):

$$I_2 = I_2^o + (\alpha - 1) I_6^o + I_{зл}.$$

Энтальпия теоретического количества продуктов сгорания, кДж/кг (кДж/ м³):

$$I_2^o = V_{RO_2} (ct)_{RO_2} + V_{N_2}^o (ct)_{N_2} + V_{H_2O}^o (ct)_{H_2O}.$$

Энтальпия теоретически необходимого количества воздуха, кДж/кг (кДж/ м³):

$$I_6^o = V^o (ct)_6.$$

Энтальпия золы, кДж/кг (кДж/ м³):

$$I_{зл} = a_{ун} \frac{A^p}{100} (ct)_{зл},$$

где $a_{ун}$ - доля уносимой золы.

Задача № 4.

Задан состав топлива: C^r=60%; H^r=20%; O^r=18%; S^r=1%; N^r=1%; A^c=25 %; остальное - W^p. Определить V^o; Q_{H^p}, V_{RO₂}, V_{N₂}.

Задача № 5

Рассчитать объемы и расход продуктов сгорания при сжигании газообразного топлива с расходом 10000 м³/ч при избытке воздуха α=1,05. Состав топлива: CH₄=42 %; CO=32 %; H₂=10 %; H₂S= 1,2 %; остальное - N₂. Определить

энтальпию продуктов сгорания при $t_{yx}=130^{\circ}\text{C}$. Теплоемкость продуктов сгорания принять равной $c_r=1,4 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$.

Задача № 6

Для условий задачи № 5 определить концентрации газовых компонентов в сухих продуктах сгорания. Рассчитать часовой выброс оксидов серы.

Практическое занятие №2. Сравнительный анализ систем топливоснабжения ГТУ, работающей на газообразном и жидком топливах

1. Выберите систему топливоснабжения ГТУ, работающую на газообразном топливе и систему топливоснабжения ГТУ, работающую на жидком топливе
2. Проведите сравнительный анализ схем систем топливоснабжения ГТУ, работающей на газообразном и жидком топливах:
3. Опишите основные задачи эксплуатации масляной системы выбранных систем топливоснабжения ГТУ.
4. Составьте таблицу по оборудованию и их характеристикам 2-х систем топливоснабжения ГТУ при работе на газообразном и жидком топливах.
5. Выявите особенности безопасной эксплуатации системы топливоснабжения ГТУ при работе на газообразном топливе.

Практическое занятие №3. Сравнительный анализ смазочных материалов ГТУ.

1. Выберите 2 смазочных материала, используемых для ГТУ
2. Проведите сравнительный анализ 2-х выбранных 2 смазочных материалов по назначению.
3. Сравните смазочные материалы по ключевым эксплуатационным требованиям.
4. Опишите их основные физико-химические и эксплуатационные характеристики.
5. Представьте объем контроля свойств смазочных материалов.
6. Укажите их средний срок службы в установках.
7. Представьте способы снижения расхода смазочных материалов.

Практическое занятие №4. Маслосистема газотурбинной установки

1. Определите основные задачи эксплуатации системы маслоснабжения ГТУ
2. Представьте состав системы маслоснабжения ГТУ
3. Опишите схему и работу системы маслоснабжения ГТУ
4. Покажите назначение и работу системы охлаждения масла
5. Укажите условия безопасной и экономичной эксплуатации систем маслоснабжения ГТУ.

Лабораторное занятие №1.

Тема работы: «Технический анализ топлива».

Продолжительность работы – 4 часа

Цель работы – изучение оборудования и методов, используемых при определении влажности, зольности и выхода летучих веществ у твердых топлив.

Лабораторное занятие №2.

Тема работы: «Определение качества дизельного топлива»

Продолжительность работы – 4 часа

Цель работы – определение основных физико-химических характеристик дизельного топлива:

1. Оценка испытуемого образца по внешним признакам (цвет, прозрачность, наличие механических примесей и воды, запах, испаряемость).
2. Определение наличия водорастворимых кислот и оснований.
3. Определение плотности топлива ареометром.
4. Фракционная разгонка топлива на аппарате для разгонки нефтепродуктов АРНС-1Э, построение и анализ кривой разгонки.
5. Определение химической стабильности, склонности к образованию отложений и нагарообразованию (определение содержания фактических смол, непредельных углеводородов).
6. Определение цетанового числа у бензинов и дизельных топлив на приборе «Октанометр» марки ПЭ-7300 М.
7. Установление по полученным результатам соответствие дизельного топлива техническим условиям ГОСТ 305-2013 — межгосударственный стандарт «Топливо дизельное. Технические условия».

Лабораторное занятие №3.

Тема работы: «Исследование коррозионных свойств турбинного масла»

Продолжительность работы – 4 часа

Цель работы – Определение коррозионной активности жидких нефтепродуктов путем испытаний на медной пластинке ГОСТ 6321-92 (ИСО 2160-85)

Лабораторное занятие №4.

Тема работы: «Исследование вязкостно-температурных свойств смазочных материалов.

Продолжительность лабораторного занятия – 4 часа

Цель работы: экспериментальное определение условной вязкости жидкого нефтяного топлива (ВУ) на вискозиметре ВУ-М-ПХПи исследование зависимости условной вязкости от температуры нагрева топлива.

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ОПК-4.3 Демонстрирует понимание основ получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

Для промежуточной аттестации:

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Назовите классификацию топлива по происхождению, приведите пример
2. Что такое низшая теплота сгорания?
3. Перечислите, на каких технико-экономических факторах обосновывается целесообразность применения горючих веществ в качестве топлива
4. Сколько тепла в кДж выделяется при полном сгорании 1 кг углерода
5. Расшифруйте понятие «полного горения топлива»
6. Запишите уравнение для элементарного состава сухого топлива
7. Перечислите, с какой целью выполняют расчеты горения топлива
8. Назовите классификацию топлива по назначению
9. Что такое условное топливо? Укажите его теплоту сгорания в кДж/кг и ккал/кг
10. Сколько тепла в кДж выделяется при полном сгорании 1 кг водорода с учетом конденсации продуктов сгорания
11. Что такое высшая теплота сгорания?
12. Дайте определение энергетического топлива
13. Сколько тепла в кДж выделяется при полном сгорании 1 кг летучей серы
14. Укажите, какие химические элементы образуют горючую составляющую топлива
15. Какие химические элементы являются в топливе внутренним балластом?
16. Запишите уравнение для расчетного определения низшей теплоты сгорания жидкого и твердого топлива по уравнению Д.И. Менделеева (кДж/кг)
17. Дайте определение технологического топлива
18. Запишите уравнение для элементарного состава горючего топлива
19. Что является внешним балластом топлива?
20. Запишите формулу расчета теоретически необходимого расхода сухого воздуха L_0 через характеристику элементарного состава топлива
21. Сколько тепла в кДж выделяется при полном сгорании 1 кг водорода без учета конденсации продуктов сгорания
22. Перечислите, что какие элементы и характеристики относятся к негорючей части топлива
23. Запишите формулу для расчета теплового эквивалента топлива
24. Что такое теоретически необходимый расход сухого воздуха?

Задачи для самостоятельной подготовки

1. Сколько выделилось тепла при сгорании 27 м^3 газа. Состав газового топлива: $\text{CH}_4=87\%$, $\text{C}_2\text{H}_6=2\%$, $\text{C}_3\text{H}_8=2\%$, $\text{C}_3\text{H}_8=3\%$, $\text{H}_2=2\%$, $\text{CO}=3,5\%$, $\text{N}_2=0,5 \%$.

2. Определите низшую теплоту сгорания и теоретический и действительный объем воздуха, поступающего в топку для сжигания угля состава $\text{C}^p = 41,4 \%$, $\text{H}^p = 2,9 \%$, $\text{O}^p = 10,5 \%$, $\text{N}^p = 1,0 \%$, $\text{S}^p_{\text{л}} = 0,9 \%$, $\text{A}^p = 24,3 \%$, $\text{W}^p = 19,0 \%$. Коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,3$.

3. Годовой расход топлива на электростанции составил: $360 \cdot 10^6 \text{ нм}^3$ природного газа. Определить годовой расход топлива в условных единицах, выражая низшую теплоту сгорания топлива не в гигакалориях, а в тепловых единицах, используемых в международной системе СИ – в джоулях и гигаджоулях. Одной калории соответствует 4,19 Дж тепла; соответственно $1 \text{ Гкал} = 4,9 \cdot 10^9 \text{ Дж} = 4,19 \text{ ГДж}$.

4. Определить снижение выбросов CO_2 при получении 1 МВт тепловой мощности при замене твердого топлива на газообразное. Состав твердого топлива: $\text{C}^r=80 \%$; $\text{H}^r=2 \%$; $\text{O}^r=17\%$; $\text{S}^r=0,5 \%$; $\text{N}^r=0,5 \%$; $\text{A}^c=10 \%$; $\text{W}^p=11\%$. Состав газообразного топлива: $\text{CH}_4=90 \%$; $\text{C}_2\text{H}_6=2\%$; $\text{C}_3\text{H}_8=0,5 \%$; остаток - N_2 , КПД сжигания - 82 %.

5. На ТЭЦ за год использовано 800 т.у.т, в том числе 85% природного газа и 15% мазута. Цена природного газа $6500 \frac{\text{руб}}{10^3 \text{ нм}^3}$, мазута $25000 \frac{\text{руб}}{\text{тн.т}}$. Определить годовые топливные затраты ТЭЦ.

6. Определить годовой расход топлива на КЭС при следующих исходных данных:

$$\begin{aligned} \dot{E}_{\text{спрос}} &= 2,85 \times 10^9 \left[\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}} \right], & \kappa_{\text{с.н.}} &= 3,8\%, & \kappa_{\text{пот.}}^{\text{ЛЭП}} &= 10\%, & \kappa_{\text{пот.}}^{\text{ст.}} &= 0,22\%, \\ \eta_{\text{КЭС}}^{\text{бр.}} &= 38\%. \end{aligned}$$

7. Определить годовой расход топлива на ТЭЦ и суммарный КПД ТЭЦ.

$$\begin{aligned} N_y^{\text{ТЭЦ}} &= 650 \text{ МВт}, & h_y &= 5500 \left[\frac{\text{час}}{\text{год}} \right], & \kappa_{\text{с.н.}} &= 6,5\%, & \eta_{\text{ТЭЦ}}^{\text{нетто}} &= 52\%, \\ Q_{\text{год.}}^{\text{отп. из отб.}} &= 1180 \times 10^3 \left[\frac{\text{Гкал}}{\text{год}} \right], & b_q^{\text{отп. из отб.}} &= 149 \left[\frac{\text{кг} \cdot \text{т}}{\text{Гкал}} \right], \\ Q_{\text{год.}}^{\text{отп. из ПВК}} &= 400 \times 10^3 \left[\frac{\text{Гкал}}{\text{год}} \right], & \eta_{\text{ПВК}}^{\text{нетто}} &= 90\%. \end{aligned}$$

8. Задан состав газообразного топлива (доменный газ): $\text{CO}=15\%$; $\text{H}_2=7\%$; $\text{CH}_4=52 \%$; остальное - N_2 . Определить теоретическую температуру горения при коэффициенте избытка воздуха $\alpha=1,3$. Топливо и воздух не подогреваются. При

расчетах принять $c_{\text{в}}=1,48 \text{ кДж}/(\text{м}^3\text{К})$; $c_{\text{RO}_2} = 2,4 \text{ кДж}/(\text{м}^3\text{К})$; $c_{\text{H}_2\text{O}} = 1,9$

кДж/(м³К); $C_{N_2} = 1,47$ кДж/(м³К).

9. Определить приведенную влажность, приведенную зольность, приведенную сернистость и тепловой эквивалент райчихинского угля марки Б2, если известен состав его горючей массы: $C^r = 71,0$ %; $H^r = 4,3$ %; $S_{л}^r = 0,6$ %; $N^r = 1,1$ %; $O^r = 23,0$ %, зольность сухой массы $A^c = 15,0$ % и влажность рабочая $W^p = 37,5$ %.

10. При сгорании 45 гр топлива масса остатка составляет 10 гр. Рассчитайте содержание серы в сухом топливе, если известно, что содержание серы в аналитической пробе составляет 8%, а выход летучих веществ равен 50%.

11. Определите содержание влаги в аналитической пробе, если известно, что в сухом топливе содержится золы 14%, а аналитическом 18%.

12. Определить максимально возможное содержание сухих трехатомных газов в продуктах сгорания угля следующего состава: $C_p = 45$ %; $H_p = 4$ %; $O_p = 7$ %; $N_p = 0,8$ %; $S_p = 0,3$ %.

Вопросы к экзамену по дисциплине « Подготовка топлив и масел для ГТУ »

1. Маслоснабжение турбин
2. Схемы маслоснабжения турбины и основные требования к ним.
3. Турбинное масло.
4. Элементы систем маслоснабжения.
5. Природный газ. Классификация, назначение, основные физико-химические и эксплуатационные свойства.
6. Теплотехническая оценка топлива (теплота сгорания, температура сгорания, энтальпия продуктов сгорания, коэффициент избытка воздуха, теоретически необходимый расход воздуха)
7. Подготовка топливного газа для ГТУ. Нормы очистки природного газа для ГТУ.
8. Дожимные компрессорные станции
9. Блок очистки газа: блок подогревателя газа; блок замера газа; блок осушки и хранения импульсного газа; блок очистки топливного газа.
10. Безопасность эксплуатации систем топливоснабжения ГТУ, работающих на газообразном топливе при пусках и остановах
11. Назначение, основные элементы, схемы систем топливоснабжения ГТУ, работающей на жидком топливе.
12. Дизельное топливо. Классификация, назначение, основные физико-химические и эксплуатационные свойства.
13. Системы подготовки, фильтрации, подачи и слива дизельного топлива. Воспламеняемость дизельных топлив.
14. Цетановое число дизельных топлив, способы определения.

15. Присадки, улучшающие воспламеняемость.
16. Свойства дизельных топлив, оказывающие влияние на испаряемость и смесеобразование.
17. Коррозионная активность и химическая стабильность дизельных топлив.
18. Ассортимент, состав и качество дизельных топлив.
19. Система маслоснабжения ГТУ, назначение, функции и состав.
20. Смазочные материалы для ГТУ: классификация, назначение, состав, основные физико-химические и эксплуатационные характеристики.
21. Вязкость и вязкостно-температурные свойства турбинных масел. Индекс вязкости, методы оценки. Проблема улучшения вязкостно-температурных свойств масел и способы ее решения.
22. Термоокислительная стабильность масел, показатели стабильности, способы ее повышения.
23. Моюще-диспергирующие, защитные, антикоррозионные свойства масел. Склонность к образованию низкотемпературных отложений и к пенообразованию.
24. Присадки, улучшающие качество турбинных масел.
25. Установки для очистки и обезвоживания масел.
26. Пластичные смазки. Назначение смазок, их основные функции и объекты применения.
27. Состав пластичных смазок. Дисперсионная среда, дисперсная фаза. Загустители, присадки, наполнители.
28. Классификация. Свойства смазок и их оценка.
29. Показатели теплостойкости, консистентности, прочностных, вязкостных свойств, коллоидной и химической стабильности, методы определения.
30. Марки пластичных смазок и их применение. Очитка и регенерация смазочных материалов.