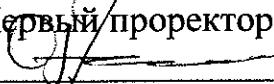


Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О. Сухого


О.Д. Асенчик

09.12.2015

Регистрационный № УД-52-¹¹/уч.

ГОРЕНИЕ ТОПЛИВА И СНИЖЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»

2015

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта ОСВО 1-43 01 05-2013; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», регистрационные номера: I 43-1-20/уч от 17.09.2013, I 43-1-40/уч. от 20.09.2013, I 43-1-23/уч от 13.02.2014.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Е.Н. Макеева, старший преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕЦЕНЗЕНТ:

В.М. Овчинников, заведующий кафедрой «Энергоэффективные технологии на транспорте» УО «БелГУТ», к.т.н., доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 11 от 23.09.2015); УД-УП-2-0064

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 3 от 24.11.2015);

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 1 от 01.10.2015); УДз-077-20у

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 08.12.2015)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью изучения дисциплины является получение знаний, необходимых для комплексного решения задач сжигания топлива и теплового воздействия на технологический продукт или рабочее тело в топливосжигающей (огнетехнической) установке с учетом снижения выбросов в окружающую среду.

После изучения дисциплины студент должен быть компетентен решать следующие профессиональные задачи:

- обоснованно выбрать то или иное топливо для конкретных промышленных установок;
- выполнять все необходимые расчеты, связанные с сжиганием топлива и организацией процесса горения топлива;
- в дальнейшем использовать все особенности того или иного топлива в целях создания энергосберегающего оборудования или наиболее эффективных огнетехнических установок;
- рассчитывать по современным инженерным методикам наиболее распространенные типы горелочных устройств;
- рассчитывать вредные выбросы загрязняющих веществ от котлов различной производительности и других топливосжигающих установок;
- использовать режимные мероприятия для подавления оксидов азота, применять необходимые установки и мероприятия для улавливания CO_2 и NO_x и других вредных веществ.

В результате изучения дисциплины «Горение топлива и снижение вредных выбросов» студент должен

знать:

- классификацию и основные теплотехнические характеристики различных видов топлив;
- механизмы горения топлива и теории стабилизации горения;
- конструкции и характеристики огнетехнических и топливосжигающих устройств;
- классификацию вредных выбросов и методы борьбы с ними.

уметь:

- производить расчет горения различных видов топлива;
- осуществлять расчет и выбор горелочных устройств;
- определять зону устойчивой работы горелок;
- производить выбор наиболее эффективных методов снижения вредных выбросов.

После изучения дисциплины у студента должны формироваться следующие компетенции:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);

- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- быть способным к социальному взаимодействию;
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- владеть навыками здоровьесбережения;
- быть способным к критике и самокритике;
- уметь работать в команде;
- производить патентно-информационный поиск, оценивать патентоспособность и патентную чистоту технических решений;
- в составе группы специалистов разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативной базы;
- пользоваться контрольно-измерительной аппаратурой для контроля правильности и качества монтажных операций;
- подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при проведении наладочных работ теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования;

Для изучения дисциплины необходимо знание курса «Топливо и теория горения».

Материалы курса широко используются в дисциплинах: «Высокотемпературные процессы и установки», «Системы производства и распределения энергоносителей промпредприятий», в дипломном проектировании.

Общее количество часов по дисциплине – 100. Количество аудиторных часов по формам получения образования:

- дневная форма – 64 часа;
- заочная форма – 14 часов;
- заочная форма на основе среднего специального образования:–12 часов.

Трудоемкость дисциплины – 2,5 зачетные единицы.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Форма получения образования	Курс	Семестр	Количество аудиторного времени, часов				
			Лекции	Практ.	Лабор.	Ауд.	Зач. ед.
Дневная форма	3	6	32	32	-	64	2,5
Заочная форма	4	7, 8	8	6	-	14	2,5
Заочная форма на основе среднего специального	2, 3	4, 5	6	6	-	12	2,5

Форма получения образования	Формы текущей аттестации, семестр			
	Экз.	Зачет	Тест	Курсовой проект
Дневная форма	-	6	-	-
Заочная форма	-	8	-	-
Заочная форма на основе среднего специального	-	5	5	-

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Сжигание жидкого топлива

Тема 1. Подготовка жидкого топлива к сжиганию

Доставка мазута. Мазутное хозяйство. Первичный подогрев. Фильтрация мазута. Обработка присадками и обессоливание. Подогрев мазута перед форсунками.

Тема 2. Распыливание жидкого топлива

Классификация, конструкция и характеристики форсунок. Теория и расчет центробежных форсунок. Методы определения дисперсионности распыления капель по фракциям. Обобщающие характеристики дисперсионного состава. Факторы, влияющие на дисперсионный состав.

Тема 3. Образование топливовоздушной смеси

Классические схемы построения горелочных устройств. Степень крутки воздушного потока. Определение основных параметров горелки.

Тема 4. Горение жидкого топлива

Горение единичной капли. Горение жидкого топлива в факеле. Длина и форма факела. Условия сжигания и устойчивость горения. Основные расчетные формулы горения.

Раздел 2. Сжигание газообразного топлива

Тема 5. Подготовка газообразного топлива к сжиганию

Доставка газообразного топлива. Сушка, очистка и одоризация топлива. Обеспечение необходимого давления перед горелочным устройством. Смесеобразование.

Тема 6. Горение газов

Воспламенение газовых смесей и скорость распространения пламени. Горение газообразного топлива в факеле. Сжигание подготовленной в горелке однородной газовой смеси. Сжигание газа при отдельной подаче газа и воздуха в зону горения. Сжигание газа при комбинированном смешении. Сжигание газового топлива в потоке. Основные расчетные уравнения сжигания газообразного топлива.

Тема 7. Горелки для сжигания газа

Требования к горелкам для сжигания газа. Основные технические характеристики горелок. Классификация горелок. Конструкция диффузионных, инжекционных и дутьевых горелок.

Тема 8. Условия устойчивой работы горелок

Основные условия, при которых пламя сохраняет устойчивость. Факторы, влияющие на проскок и отрыв пламени. Стабилизация процесса горения. Определение зоны устойчивой работы горелок.

Раздел 3. Горение твердого топлива

Тема 9. Организация сжигания твердого топлива

Тепловая подготовка топлива. Сгорание горючих газов и кокса с образованием дымовых газов и твердого негорючего остатка. Горение углеродной частицы. Горение натурального топлива.

Раздел 4. Топочные устройства.

Тема 10. Основные типы сжигания топлива

Основные характеристики топочных устройств. Классификация топочных устройств. Слоевой, факельный и вихревой тип сжигания.

Раздел 5. Снижение вредных выбросов при сжигании топлива

Тема 11 Вредные выбросы в атмосферу при сжигании топлива

Основные виды негативных воздействий теплоэнергетических предприятий на окружающую среду. Сернистый и серный ангидриды. Оксиды азота. Оксиды углерода. Полициклические ароматические углеводороды. Канцерогенные углеводороды. Твердые частицы. Воздействие основных загрязнителей на природу и человека. Предельно-допустимые концентрации.

Тема 12. Снижение выбросов оксидов серы

Удаление серы из топлива до его сжигания. Сероочистка жидких и твердых топлив. Использование новых технологий сжигания. Очистка от соединений серы продуктов сгорания топлив (сероочистка дымовых газов). Мокрая известняковая, известковая, мокро-сухая и сухая известковые технологии.

Тема 13. Методы снижения выбросов оксидов азота

Технологическое подавление образования оксидов азота. Рециркуляция продуктов сгорания. Ступенчатое сжигание. Сжигание с малыми избытками воздуха. Снижение объемной плотности теплового потока в топочном объеме. Уменьшение подогрева воздуха. Впрыск пара (воды) в топку. Впрыск воды через форсунку, работающую на водо-мазутной эмульсии. Очистка дымовых газов от оксидов азота. Селективное каталитическое и некаталитическое восстановление оксидов азота.

Тема 14. Очистка дымовых газов от оксидов углерода

Абсорбция оксида углерода медь-алюминий-хлоридными растворами. Методы каталитической и термической очистки газов.

Тема 15. Очистка дымовых газов от твердых частиц

Гравитационные, инерционные, фильтрующие и электрические пылеуловители.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма конт- роля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Сжигание жидкого топлива	8	12					Тест
1.1	Тема 1. Подготовка жидкого топлива к сжиганию	2	2					
1.2	Тема 2. Распыливание жидкого топлива	2	4					
1.3	Тема 3. Образование топливовоздушной смеси	2						
1.4	Тема 4. Горение жидкого топлива	2	6					
2	Раздел 2. Сжигание газообразного топлива	7	10					Тест
2.1	Тема 5. Подготовка газообразного топлива к сжиганию	2						
2.2	Тема 6. Горение газов	2	2					
2.3	Тема 7. Горелки для сжигания газа	2	6					
2.4	Тема 8. Условия устойчивой работы горелок	1	2					
3	Раздел 3. Горение твердого топлива	3						Тест
3.1	Тема 9. Организация сжигания твердого топлива	3						
4	Раздел 4. Топочные устройства.	4						Тест
4.1	Тема 10. Основные типы сжигания топлива	4						
5	Раздел 5. Снижение вредных выбросов при сжигании топлива	10	10					Тест
5.1	Тема 11. Вредные выбросы в атмосферу при сжигании топлива	2	2					
5.2	Тема 12. Снижение выбросов оксидов серы	2	2					
5.3	Тема 13. Методы снижения выбросов оксидов азота	2						
5.4	Тема 14. Очистка дымовых газов от оксидов углерода	2	2					
5.5	Тема 15. Очистка дымовых газов от твердых частиц	2	4					
	ВСЕГО	32	32					Зачет

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»
(Заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Сжигание жидкого топлива	2	2					Тест
1.1	Тема 1. Подготовка жидкого топлива к сжиганию	0,5						
1.2	Тема 2. Распыливание жидкого топлива	0,5	2					
1.3	Тема 3. Образование топливовоздушной смеси	0,5						
1.4	Тема 4. Горение жидкого топлива	0,5						
2	Раздел 2. Сжигание газообразного топлива	2	2					Тест
2.1	Тема 5. Подготовка газообразного топлива к сжиганию	0,5						
2.2	Тема 6. Горение газов	0,5						
2.3	Тема 7. Горелки для сжигания газа	0,5	2					
2.4	Тема 8. Условия устойчивой работы горелок	0,5						
3	Раздел 3. Горение твердого топлива	0,5						Тест
3.1	Тема 9. Организация сжигания твердого топлива	0,5						
4	Раздел 4. Топочные устройства.	1						Тест
4.1	Тема 10. Основные типы сжигания топлива	1						
5	Раздел 5. Снижение вредных выбросов при сжигании топлива	2,5	2					Тест
5.1	Тема 11. Вредные выбросы в атмосферу при сжигании топлива	0,5						
5.2	Тема 12. Снижение выбросов оксидов серы	0,5	2					
5.3	Тема 13. Методы снижения выбросов оксидов азота	0,5						
5.4	Тема 14. Очистка дымовых газов от оксидов углерода	0,5						
5.5	Тема 15. Очистка дымовых газов от твердых частиц	0,5						
	ВСЕГО	8 ✓	6 ✓					Зачет

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»
(Заочная форма получения образования на основе среднего специального)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля зна- ний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Сжигание жидкого топлива	2	2					Тест
1.1	Тема 1. Подготовка жидкого топлива к сжиганию	0,5						
1.2	Тема 2. Распыливание жидкого топлива	0,5	2					
1.3	Тема 3. Образование топливо-воздушной смеси	0,5						
1.4	Тема 4. Горение жидкого топлива	0,5						
2	Раздел 2. Сжигание газообразного топлива	2	2					Тест
2.1	Тема 5. Подготовка газообразного топлива к сжиганию	0,5						
2.2	Тема 6. Горение газов	0,5						
2.3	Тема 7. Горелки для сжигания газа	0,5	2					
2.4	Тема 8. Условия устойчивой работы горелок	0,5						
3	Раздел 5. Снижение вредных выбросов при сжигании топлива	2	2					Тест
3.1	Тема 12. Снижение выбросов оксидов серы	0,5	2					
3.2	Тема 13. Методы снижения выбросов оксидов азота	0,5						
3.3	Тема 14. Очистка дымовых газов от оксидов углерода	0,5						
3.4	Тема 15. Очистка дымовых газов от твердых частиц	0,5						
	ВСЕГО	6 √	6 √					Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Вильямс Ф.А. Теория горения / Пер. с англ. С. С.Новикова, Ю. С. Рязанцева. - М.: Наука, 1971 - 616с.
2. Иссерлин, А.С. Основы сжигания газового топлива / А. С. Иссерлин. – Л.: «Недра», 1987 г.
3. Сидельковский, Л. Н. Котельные установки промышленных предприятий: учебник для вузов / Л. Н. Сидельский, В. Н. Юренев. - Изд. 4-е. - Москва: БАСТЕТ, 2009 - 527 с
4. Соколов, Б. А. Котельные установки и их эксплуатация: учебник / Б. А. Соколов. - 5-е изд.. - Москва: Академия, 2010 - 428, [1] с..
5. Технологическое сжигание и использование топлива / А.А. Винтовкин [и др.]. – Москва: Metallurgia, 1998. – 288 с.

Дополнительная литература

6. Адамов, В. А. Сжигание мазута в топках котлов / В. А. Адамов. - Ленинград «Недра», 1989г.
7. Блинов Е.А. Топливо и теория горения. Раздел – подготовка и сжигание топлива: Учебное пособие/ Е.А. Блинов. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007. – 119 с.
8. Валиков А.Н. Сжигание газового и жидкого топлива в котлах малой мощности. Ленинград: Недра, 1989.
9. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Ленинград: Гидрометиздат, 1986.
10. Хзмалян, Д. М. Теория горения и топочные устройства / Д. М. Хзмалян, Я. А. Каган. - М: Энергия, 1976. - 488 с.

Учебно-методические комплексы

1. Овсянник, Н. В. Горение топлива и снижение вредных выбросов: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / Н. В. Овсянник, Е. Н. Волкова, А. А. Трошев. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010.

Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/>

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

1. Лиходиевский В.Л., Дробышевский Д.А. Горение топлива и снижение вредных выбросов. Курс лекций по одноименной дисциплине для студентов специальности 1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»/ Л.В. Лиходиевский, Д.А. Дробышевский. – Гомель : УО «ГГТУ им. П.О. Сухого», 2006. – 38 с.
Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/>

2. Овсянник, Н.В., Волкова Е.Н., Нижников А.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Горение топлива и снижение вредных выбросов» для студентов специальности 1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»/ Н.В. Овсянник, Е.Н. Волкова, А.А. Нижников. – Гомель : УО «ГГТУ им. П.О. Сухого», 2010 – 23 с.

Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/>

3. Лиходиевский В.Л., Овсянник Н.В., Звездкина Е.М. Горение топлива и снижение вредных выбросов. Метод. указания к контрольным работам по одноименной дисциплине для студентов специальности 1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»/ Л.В. Лиходиевский, Н.В. Овсянник, Е.М. Звездкина. – Гомель : УО «ГГТУ им. П.О. Сухого», 2007. – 39 с.

Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/>

тестовая литература сверху ЛМ (Сухого и В.)

Режим доступа к тестам:

<http://www.edu.gstu.by/mod/quiz/view.php?id=25825>


Примерный перечень тем практических занятий:

1. Расчет топливного завихрителя центробежной механической форсунки
2. Расчет форсунок для распыливания жидкого топлива.
3. Определение времени прогрева капель жидкого топлива.
4. Определение времени выгорания капель мазута в факеле прямоточной горелки.
5. Расчет концентрационного предела воспламенения газообразного топлива.
6. Расчет максимальной скорости распределения пламени в трубе.
7. Расчет эжекционной горелки низкого давления.
8. Расчет эжекционной горелки среднего давления.
9. Расчет подовой горелки.
10. Определение устойчивого режима работы горелки, предназначенной для сжигания газа.
11. Расчет высоты дымовой трубы.
12. Расчет выброса загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлоагрегатах котельной.
13. Влияние коэффициента избытка воздуха на содержание в продуктах сгорания трехатомных газов.
14. Влияние различных факторов на содержание оксидов серы в продуктах сгорания топлива.

Для оценки достижений студента используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- тестирование;
- защита выполненных практических работ;
- доклады с презентацией;
- сдача зачета.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Топливо и теория горения	«Промышленная теплоэнергетика и экология»		23.09.2015 № 11

Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент



А.В. Овсянник