

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**



« 16 » сентября 2016

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Теория и практика сжигания топлива

Направление подготовки:
18.03.01 «Химическая технология»

Направленность программы:
Химическая технология вяжущих и композиционных материалов

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт: Химико-технологический институт

Кафедра: Технологии цемента и композиционных материалов

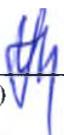
Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата), утвержденного Приказом исполняющего обязанности Министра образования и науки Российской Федерации от 11 августа 2016 г., № 1005.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, направленности программы 18.03.01 - 02 Химическая технология вяжущих и композиционных материалов, введенного в действие в 2016 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  (С.А. Перескок)

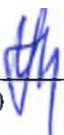
Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Технологии цемента и композиционных материалов
 (наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (И. Н. Борисов)
 (ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 14 » сентября 2016 г.

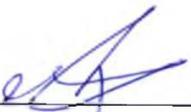
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » сентября 2016 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (И. Н. Борисов)
 (ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » сентября 2016 г., протокол № 1

Председатель  (Л. А. Порожнюк)
 (ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-1	Способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	<p>Знать: процесс сжигания топлива, принцип действия и устройство горелочных устройств, способы оптимизации процесса горения.</p> <p>Уметь: управлять процессом сжигания топлива без возникновения нарушений, обосновывать конкретные решения при осуществлении данного процесса</p> <p>Владеть: возможностью организовать сжигание топлива с позиций оптимизации проведения технологического процесса, минимизации воздействия на окружающую среду</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Физика
3	Общая и неорганическая химия
4	Процессы и аппараты химической технологии

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Технология производства цемента.
2	Оптимизация технологического процесса производства цемента.
3	Управление работой цементных вращающихся печей.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единиц, 72 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	34	34
лекции	17	17
практические	17	17
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	38	38
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Форма промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела, краткое содержание	лекционных часов	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час	
			практические занятия	самостоятельная работа
1. Основные понятия				
1	<i>Введение.</i> Основные теплотехнологические процессы в технологии вяжущих материалов.	1	1	1

№ п/п	Наименование раздела, краткое содержание	лекци- онных часов	Объем на тематиче- ский раздел по видам учебной нагрузки, час	
			практиче- ские за- нятия	самостоя- тельная работа
2	Основные характеристики органического топлива. Важнейшие теплотехнические характеристики органического топлива. Состав топлива. Горючие и балластные составляющие топлива. Теплота сгорания топлива.	1	1	1
2. Основы процессов горения топлива				
3	Материальный баланс процесса горения органического топлива	1	1	1
4	Основные показатели процесса горения органического топлива. Продукты полного и неполного сгорания. Коэффициент избытка (расхода) воздуха.	1	1	1
5	Основное уравнение горения и возможность его практического использования при оценке качества сгорания органического топлива.	1	1	1
6	Основы теории горения органического топлива. Физико-химические основы процессов горения. Основные положения кинетики химических реакций применительно к процессам горения топлива.	1	1	1
7	Понятие об основных стадиях процесса горения. Смесеобразование в гомогенных системах. Роль молекулярной и турбулентной диффузии.	1	1	1
8	Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях. Концентрационные границы воспламенения. Скорость горения, нормальная скорость распространения пламени. Турбулентное распространение пламени.	1	1	1
3. Организация сжигания различных видов топлива				
9	Особенности горения газообразного топлива. Основные особенности газообразного топлива. Кинетическое, диффузионное и смешанное горение в ламинарном и турбулентном потоках.	1	1	1
10	Особенности сжигания газообразного топлива во вращающихся печах. Топливосжигающие устройства. Интенсификация сжигания газообразного топлива.	1	1	1
11	Сжигание газообразного топлива в цементных вращающихся печах. Устойчивость пламени, обеспечение безаварийной работы установок.	1	1	1
12	Особенности использования горения жидкого топлива. Воспламенение и механизм горения одиночной капли. Особенности горения мазута.	1	1	1
13	Сжигание жидкого топлива во вращающихся печах. Предварительная подготовка к сжиганию жидкого топлива. Особенности сжигания жидкого топлива. Топливосжигающие устройства.	1	1	1

№ п/п	Наименование раздела, краткое содержание	лекционных часов	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час	
			практические занятия	самостоятельная работа
14	Особенности использования и горения твердого топлива. Механизм и кинетика горения углеродной частицы.	1	1	1
15	Особенности сжигания пылеугольного топлива во вращающихся печах. Подготовка топлива к сжиганию. Топливосжигающие устройства пылевидного топлива. Технологические факторы, влияющие на регулирование факела.	1	1	1
16	Организация сжигания топлива во вращающейся печи при использовании техногенных продуктов, подаче материалов с выгорающими добавками.	1	1	1
17	Особенности сжигания топлива при использовании техногенных продуктов, при использовании альтернативных видов топлива.	1	1	1
	Всего	17	17	17

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 5				
1	Основные понятия	Состав топлива, пересчет состава топлива с одной массы на другую. Расчет приведенных характеристик топлива.	1	1
		Определение состава продуктов сгорания топлива. Газовый анализ.	2	2
2	Основы процессов горения топлива	Определение удельного расхода топлива по составу отходящих газов.	4	4
		Жаропроизводительность топлива. Расчет калориметрической, теоретической, действительной температур горения топлива	2	2
		Расчет потерь топлива при условии неполного горения	1	1
3	Организация сжигания различных видов топлива	Истечение газа из устья горелок. Объемный и массовый расход газообразного топлива.	3	3
		Факельное сжигание мазута. Расчет длины мазутного факела.	2	4
		Факельное сжигание твердого топлива.	2	4

	Расчет длины пылеугольного факела		
		ИТОГО:	17
		ВСЕГО:	21

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение.	1. Основные понятия о теплотехнологических процессах. Развитие мирового производства потребления энергетических ресурсов. 2. Топливо-энергетический комплекс России, перспектива его развития.
2	Основные свойства видов органического топлива.	3. Основные характеристики органического топлива. Важнейшие теплотехнические характеристики органического топлива. Состав топлива. Горючие и балластные составляющие топлива. Теплота сгорания топлива. 4. Материальный баланс процесса горения органического топлива. 5. Продукты полного и неполного сгорания. Коэффициент избытка воздуха. Зависимость показателей горения от коэффициента избытка воздуха.
3	Подготовка различных видов топлива к сжиганию.	6. Подготовка топлива к сжиганию в печи. Схемы помола угля. Преимущества и недостатки каждой из схем. Модернизация отдельных узлов при помоле угля на объединенной с печью схеме. 7. Подготовка жидкого и газообразного топлива к сжиганию
4	Основы теории горения органического топлива	8. Основные положения кинетики химических реакций применительно к процессам горения топлива. Понятие об основных стадиях процесса горения. 9. Смесеобразование в гомогенных системах. Роль молекулярной и турбулентной диффузии.
5	Сжигание газообразного топлива.	10. Механизм цепного горения метана. Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях. Концентрационные границы воспламенения 11. Скорость горения, нормальная скорость распространения пламени. Турбулентное распространение пламени

		<p>12. Устойчивость пламени, обеспечение безаварийной работы установок.</p> <p>13. Особенности сжигания газообразного топлива во вращающихся печах. Топливосжигающие устройства. Интенсификация сжигания газообразного топлива</p>
6	Сжигание жидкого топлива	<p>14. Особенности использования жидкого топлива. Механизм горения жидкого топлива Воспламенение и горение одиночной капли жидкого топлива.</p> <p>15. Сжигание мазута в цементных вращающихся печах.</p> <p>16. Мазутные форсунки.</p>
7	Сжигание пылеугольного топлива	<p>17. Особенности горения твердого топлива. Особенности использования твердого топлива. Механизм и кинетика горения углеродной частицы.</p> <p>18. Особенности сжигания пылеугольного топлива во вращающихся печах. Топливосжигающие устройства пылевидного топлива.</p>
8	Использование альтернативного топлива.	19. Особенности сжигания топлива при использовании техногенных продуктов. Возможные схемы работы при использовании альтернативных видов топлива
9	Оценка эффективности сжигания топлива	<p>20. Газовый анализ. Определение состава продуктов сгорания топлива.</p> <p>21. Определение удельного расхода топлива по составу отходящих газов.</p>
10	Экология и сжигание топлива	<p>22. Неполное горение топлива. Недопустимость наличия недожога топлива.</p> <p>23. Механизм образования и способы снижения концентрации оксидов азота.</p>

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Не предусмотрено планом

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

Для успешного освоения курса дисциплины «Теория и практика сжигания топлива» в 5 семестре студенты должны выполнить индивидуальное домашнее задание.

Условие задания:

по известному составу топлива и характеристикам сырьевой смеси определить выход ($\text{м}^3/\text{кг}$ кл) и состав сухих отходящих газов (%). По полученному составу сухих отходящих газов и рассчитанным теплотехническим характеристикам топлива заданного состава : $\text{CO}_2^{\text{мак}},\%$ и теплоте сгорания, приходящейся на 1 м^3 сухих продуктов сгорания (ρ , кг у.т./м^3), проверить расход топлива на обжиг клинкера.

N варианта	Состав топлива,%					α	Титр сырья, %	ппп ^c , %	Расход топл., кг у.т./т кл.	$a_{\text{ун}}^{\text{без}}$, %	$t_{\text{газов}}$, °C
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	N ₂	CO ₂						
1	100	-	-	-	-	1,11	76,0	34,5	210	2	10
2	-	100	-	-	-	1,12	76,5	34,8	220	3	15
3	-	-	100	-	-	1,14	77,0	35,0	200	4	20
4	50	50	-	-	-	1,23	75,5	34,2	150	3	15
5	50	-	50	-	-	1,10	75,8	34,4	205	2	10
6	-	50	50	-	-	1,30	76,3	35,2	125	3	15
7	90	3	2	3	2	1,07	76,1	35,0	195	4	20
8	85	5	5	3	2	1,08	76,3	34,9	240	5	5
9	80	10	5	-	5	1,25	76,1	35,0	135	4	10
10	96	1	1	1	1	1,12	75,6	34,6	230	3	12
11	92	3	2	1	2	1,08	75,9	34,8	225	2	8
12	95	2	1	1	1	1,22	76,0	34,5	110	3	10
13	82	7	5	3	3	1,13	76,3	34,6	120	4	12
14	96	1	1	1	1	1,15	76,2	34,7	215	3	8
15	94	2	2	1	1	1,07	75,8	34,0	218	2	10
16	93	2	1	2	2	1,10	76	34,5	200	5	15
17	85	6	5	2	2	1,13	76,3	34,6	215	4	10
18	90	4	1	3	2	1,15	76,5	35,0	210	3	12
19	92	2	2	2	2	1,10	76,3	34,8	200	2	10
20	94	2	1	1	2	1,12	77,0	35,2	195	3	5

*Расчет произвести для условия отсутствия безвозвратного уноса пыли, т.е. $a_{\text{ун}}^{\text{б}} = 0\%$ и значения коэффициента поправки на остаточную влажность отходящих газов $K_w = 1,0$.

** Расчет произвести для условия наличия безвозвратного уноса пыли и коэффициента поправки на остаточную влажность отходящих газов.

*** $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 358,2 \times \text{CH}_4 + 637,5 \times \text{C}_2\text{H}_6 + 912,5 \times \text{C}_3\text{H}_8$, кДж/м³

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

Основная литература

1. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента (учебное пособие). – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011. – 308 с.
2. Классен В.К., Борисов И.Н., Мануйлов В.Е. Техногенные материалы в производстве цемента.– Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. – 126 с.
3. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Ч 1. Топливо/ СПБГТУРП.- СПб.,2011 – 84 с.
4. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Ч 2. Теория горения/ СПБГТУРП.- СПб.,2011 – 142 с.
5. Пашков Л.Т. Основы теории горения.- М.; МЭИ (ТУ), 2002.- 125с.
6. Перескок С.А. и др. Теория и практика сжигания топлива. Методические указания к выполнению лабораторных работ.- Белгород: изд-во БГТУ, 2011.- 45с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

Дополнительная литература

1. Основы практической теории горения, под ред. В.В. Померанцева. - Л.: Энергия, 1986.
2. Частухин В.И., Частухин В.В. Топливо и теория горения. - Киев: "Вища школа" , 1989.
3. Иссерлин А.С. Основы сжигания газового топлива - Л.: Недра, 1987.
4. Хзмалян Д.М., Каган Я.А. Теория горения и топочные устройства. - М.: Энергия, 1977.
5. Хзмалян Д.М. Теория топочных процессов. - Энергоиздат, 1990
6. Равич М.Б. Топливо и эффективность его использования. - М.: Наука, 1971.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Сборник нормативных документов «СтройКонсультант» www.snip.ru - Доступ осуществляется в зале электронных ресурсов НТБ (к.302).
2. <http://www.knigafund.ru/>
3. <http://www.ustu.ru/study/high/bachelor-specialist/khtf/resource/htf-res-prof/>
4. <http://paht.ruz.net/materials.htm>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Реализация программы учебной дисциплины требует наличия специально оборудованных лекционных аудиторий и лабораторий.

На практических занятиях студенты знакомятся с новейшими разработками в области создания современных горелочных устройств для сжигания топлива.

Имеется обучающий тренажёрный комплекс «Симулекс» для управления технологическими процессами производства цемента.

Кроме того, на кафедре имеется:

1. Компьютерный класс кафедры ТЦКМ. Программы для расчета состава сырьевых смесей, теплового баланса печных агрегатов
- 2 Аудитория, оснащенная презентационной техникой, комплект электронных презентаций
3. Кинофильмы: горелочные устройства, вращающиеся печи.
4. Макеты основного и вспомогательного оборудования

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 2 заседания кафедры от «7 » сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой



Борисов И. Н.

Директор института



Павленко В.И.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018 /2019 учебный год.
Протокол № 13 заседания кафедры от « 15 » мая 2018г.

Заведующий кафедрой _____ Борисов И.Н.
подпись, ФИО

Директор института _____ Павленко В.И.
подпись, ФИО

(или)

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями
Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 20 /20
учебный год.

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20 г.

Заведующий кафедрой _____ Борисов И.Н.
подпись, ФИО

Директор института _____ Павленко В.И.
подпись, ФИО

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

При чтении лекций используются современные мультимедийные средства, которые применяются студентами при самостоятельной их работе. Темы практических занятий тесно увязаны с лекционным курсом. Текущий контроль включает проверку решения практических задач. Итоговый контроль – дифференцированный зачет.

Целью изучения курса является формирование у будущих специалистов теоретических знаний по физико-химическим процессам сжигания различных видов органического топлива, протекающих при получении вяжущих материалов, а также практических навыков анализа трудностей технологического процесса производства и их устранения.

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих специалистов.

Исходный этап изучения курса «Теория и практика сжигания топлива» предполагает ознакомление с рабочей программой, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя и приведенных в планах и заданиях к практическим занятиям, а также в видеолекциях для студентов дистанционной формы обучения. В учебниках и учебных пособиях, представленных в списке рекомендуемой литературы, содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные термины и понятия, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Для более глубокого изучения проблем курса при подготовке к занятиям необходимо ознакомиться с публикациями в периодических изданиях. Поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.

Для обеспечения систематического контроля над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине, содержащихся в планах и заданиях к занятиям и методическим указаниях. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме.