

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института строительного
материаловедения и техносферной
безопасности
В.И. Павличенко

« 16 » апреля 2015

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Тепловые и газодинамические процессы в промышленных агрегатах

Направление подготовки:
18.04.01 Химическая технология

Направленность программы:
Химическая технология вяжущих и композиционных материалов

Квалификация
магистр

Форма обучения
очная

Институт: Строительного материаловедения и техносферной
безопасности

Кафедра: Технологии цемента и композиционных материалов

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (уровень магистратуры), утвержденного Приказом Министра образования и науки Российской Федерации от 21 ноября 2014 г., №1494.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  (В.М. Коновалов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

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 » апреля 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » апреля 2015 г., протокол № 10

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » апреля 2015 г., протокол № 8

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	
Общекультурные			
1	ОПК-3	Способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением подготовки	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основные законы физики, физической химии, технической термодинамики, Газодинамики.</p> <p>Уметь: использовать полученные знания для изыскания наиболее эффективных методов снижения затрат топливно-энергетических ресурсов при одновременном повышении технологических показателей.</p> <p>Владеть: методами анализа химико-технологических процессов, оценкой возможности применения различных способов организации энерго-химико-технологических систем (ЭХТС)</p>
Производственно-технологическая деятельность			
2	ПК-7	Способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основные приемы расчета технической эффективности энергообменных процессов,</p> <p>Уметь: использовать полученные знания и математический аппарат для аргументации принимаемых решений.</p> <p>Владеть: Способностью оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины
1	Технология производства цемента (Курс программы бакалавриата 18.03.02-01)
2	Тепломассообмен во вращающихся печах (Курс программы бакалавриата 18.03.02-01)
3	Тепловые процессы в химической технологии (Курс программы бакалавриата 18.03.02-01)
4	Физическая химия вяжущих материалов

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины
1	Аудит технологического процесса вяжущих материалов
2	Энергосбережение в производстве композиционных материалов на основе вяжущих

3.ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	93	93
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	57	57
Форма промежуточная аттестация (экзамен)	Экзамен, 36	Экзамен, 36

4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час		
		Лекции	Практически е занятия	Самостоятел ьная работа
1. Техническая термодинамика				
	Термодинамическая система, параметры, процесс. Энергия, работа и теплота, их эквивалентность. Функции состояния. Внутренняя энергия системы энтальпия. Математическое выражение начал термодинамики.	4	12	14
	Термодинамические процессы идеальных газов. Политропный процесс.			
	Течение газов и жидкости. Уравнение Бернулли.			
2.				
	Тепловые балансы. Сущность высокотемпературного синтеза. Оборудование заводов по производству вяжущих материалов.	5	10	14
	Функции работоспособности. Эксергия. Эксергетический анализ химико-технологических систем. Эффективность сжигания топлива, влияние рекуперативных систем на эффективность теплопередачи в факельном пространстве.			
	Основные виды теплообмена в тепловых агрегатах. Закон Фурье и Ньютона-Рихмана. Конвективный теплообмен и теплообмен излучением.			
3.				
	Элементы газо- и гидродинамики. Уравнение Навье – Стокса. Движение жидкости и газов.	4	6	14
	Гидродинамическое подобие. Предельная скорость движения газа. Число Маха.			
4.				
	Элементы химической термодинамики. Термохимия клинкера. Методы расчета Теплового эффекта клинкерообразования.	4	6	15
	Теплоемкость неорганических соединений. Энтальпия процесса. Уравнение Кирхгофа. Методы расчета энергии Гипса.			
	ВСЕГО	17	34	57

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	
1	Техническая термодинамика	Газовые смеси	2
		Основные газовые процессы. Теплоемкость, теплота, работа процесса.	4
		Циклические процессы. Энтропия.	2
2	Теплотехника	Эксергетический анализ тепловых агрегатов	4
		Теплообменные процессы в тепловых агрегатах.	4
		Основные виды тепломассообмена, теплопроводность, конвективный теплообмен, излучение.	6
3	Газодинамика	Истечение газов и жидкостей из сопел.	2
		Гидродинамическое подобие	2
		Основы расчета газовых потоков.	2
4	Физическая химия вяжущих материалов	Теплоемкость, ее зависимость от температуры	2
		Тепловой эффект реакции, энтальпия и энтропия процесса	2
		Термохимия клинкера, энтропийный и эксергетический анализ химико-технологических процессов.	2
ИТОГО:			34

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	Термодинамика.	Понятие о термодинамических процессах. Энергия, работа и теплота.
		Параметры состояния системы (объем, давление, температура и т.д.)
		Уравнение состояния газов (Менделеева-Клайперона)
		Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля
		Газовая постоянная (физический смысл)
		Закон состояния идеальных и реальных газов
		Теплоёмкость: истинная, средняя. Расчет истинной теплоёмкости

		Теплоёмкость: массовая, объёмная, мольная при постоянных объёме, давлении, линейная и нелинейная теплоемкость
		Коэффициент Пуассона
		Парциальные давление и объём смеси газов, закон Дальтона
		Кажущаяся молекулярная масса
		Первый закон термодинамики
		Нулевой закон термодинамики
		Аналитическое выражение I закона термодинамики
		Энтальпия и внутренняя энергия системы
		Изохорный процесс в P-V и T-S диаграммах
		Изобарный процесс в P-V и T-S диаграммах
		Изотермический процесс в P-V и T-S диаграммах
		Адиабатный процесс в P-V и T-S диаграммах
		Политропный процесс, в P-V и T-S диаграммах
		Прямой цикл Карно в координатах P-V и T-S
		II закон термодинамики (определение, аналитическое выражение)
		Энтропия (общие понятия, физический смысл) и Вероятность
2	Теплотехника	Критерий оптимизации тепло-технологических процессов
		Тепловые процессы в печных агрегатах
		Виды теплообмена, теплообмен теплопроводностью, закон Фурье.
		Теплопроводность в плоской и цилиндрической стенки
		Конвективный теплообмен. Закон Ньютона - Рихмана, понятие о тепловом и гидродинамическом слое. Теплопередача от плоской и цилиндрической стенки.
		Теплообмен излучением. Закон Планка. Связь длины волны и температуры. Закон Вина и Стефана-Больцмана.
		Излучение абсолютно черного тела, закон Кирхгофа, Изменение интенсивности излучения в поглощающей среде, закон Бугера-Ламберта-Бера.
		Тепловой эффект образования клинкера (ТЭК), расчет различными методами.
		Эксергия (определение, физический смысл)
		Виды эксергии
		Потери эксергии
		Эксергетический баланс, эксергетический КПД
		Влияние работы клинкерных холодильников на условия теплообмена в печи.
		Сущность коэффициента теплопотерь. Значение экономии тепла в горячей части печи
3	Газодинамика	Термодинамика потоков, I закон термодинамики для потока.
		Истечение газов из сопла (сужающегося, расширяющегося)
		Определение критических значений истечения газов.
		Критерии подобия газодинамических процессов.
		Аэродинамические сопротивления каналов, слоевых засыпок, циклонов, вращающихся печей.
4	Физическая	Термодинамические законы для конденсированных систем

химия вяжущих материалов	Энтропийный анализ химико технологических процессов
	Энтальпия процесса, самопроизвольность протекания реакции, тепловой эффект реакции.
	Теплоемкость нелинейная, функция температуры.
	Термохимия образования клинкера (ТЭК)
	Способы расчета ТЭК, закон Гесса
	Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа.
	Константа равновесия, ее взаимосвязь с энтальпией и температурой.
	Влияние температуры на термодинамические свойства веществ и параметры реакции

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

Курсовая работа: «Термодинамический и тепловой анализ работы цементной вращающейся печи».

Выполняется для печей различного типоразмера, вида топлива и различных теплотехнических параметров работы агрегатов.

В курсовой работе магистрант должен проанализировать технологические схемы производства цемента с точки зрения их энергоэффективности, выполнить необходимые расчеты для энтропийного анализа возможности протекания тепловых процессов в цементной печи. Рассчитать основные параметры горения заданного вида топлива, энтальпию продуктов горения и технологических газов по зонам печи. Сопоставить полученные результаты с основными статьями расхода тепла при обжиге материала заданного химического состава. Определить основные теплотери корпусом печи с учетом различных видов теплообмена в отдельных технологических зонах агрегата.

Сделать выводы о необходимых мероприятиях по снижению энергопотребления в процессе производства портландцементного клинкера.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

6.2.

1. Д. Тер Хаар, Г. Вергеланд. /Основы термодинамики / - Москва : Вузовская
2. Б.М.Гришко, П.А. книга, 2006. - 200 с. Трубаев, Техническая термодинамика: ч.1:Основы термодинамики, : учеб.пособие. / - Белгород: БГТУ им Шухова,-2009. – 137 с
3. Классен В.К. / Технология и оптимизация производства цемента. – (учебное пособие). – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. – 308 с.

4. Чечеткин А.В. / Занемонец Н.А. Теплотехника. - М.: Высшая школа. - 1986.
5. Крутов В.И./ Техническая термодинамика. - М.: Высшая школа. - 1991.
6. Крутов В.И./ Техническая термодинамика. - М.: Высшая школа. - 1991.
7. Кузнецова Т.В., Кудрявцев И.В., Тимашев В.В. / Физическая химия вяжущих материалов. - М.: Высшая школа. - 1989.
8. Подпоринов Б. Ф., Должикова Т. А., Попов Е. В. / Техническая термодинамика. Методические указания для заочной формы обучения. - БГТУ им. В. Г. Шухова 2003г.
9. Коновалов В. М., Поляков Г. П., Перескок С.А., Термодинамика высокотемпературного обжига силикатных систем.- Методические указания к выполнению лабораторных работ. - Белгород 2009г.

6.2 Перечень дополнительной литературы

Дополнительная литература:

1. Вакулович М.П., Новиков И.И. Термодинамика. - М.: Машиностроение.- 1972.
2. Вердиян М.Э., Бобров Д.А. и др., Эксергетический анализ процессов химической технологии. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева.-2004.
3. Дуда В. Цемент. - М.: Стройиздат. - 1981.
4. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. - Красноярский отдел: Стройиздат. - 1994.
5. Теплотехника и тепловые установки предприятий строительных материалов. Лабораторный практикум /Н.П. Кудеярова, Л.Б.Афанасьева, Г.П.Поляков, С.А Перескок. А.В. Черкасов / - 2007г.

Справочная и нормативная литература:

1. Рябин В.А., Остроумов М.А., Свит Т.Ф. Термодинамические свойства веществ/справочник. - Ленинградское отд.: Химия. - 1977.

6.3 Перечень интернет ресурсов

1. Сборник нормативных документов «СтройКонсультант» www.snip.ru
- –Доступ осуществляется в зале электронных ресурсов НТБ (к. 302)
2. Электронный читальный зал <https://elib.bstu.ru/>.
Содержит полные тексты учебных и учебно-методических пособий, монографий, авторами которых являются преподаватели университета; учебных и учебно-методических изданий, приобретенных во внешних издательствах и книготорговых организациях; Редких ценных изданий из фонда научно-технической библиотеки. Доступ к электронному читательскому залу осуществляется с компьютеров локальной сети университета и сети Интернет.
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU elibrary.ru

Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 19 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 3900 российских научно-технических журналов, в том числе более 2800 журналов в открытом доступе. В настоящее время открыт доступ к 79 российским научно-техническим журналам. Доступ к ресурсу осуществляется с компьютеров локальной сети университета и в зале электронных ресурсов (к.302).

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия проводятся в учебной аудитории 103, оснащенной мультимедийным комплексом.

Практические занятия проводятся в компьютерных классах 212 и 118 оснащенными персональными компьютерами, мультимедийными комплексами и тренажерным комплексам «SIMULEX».

Самостоятельная работа студентов осуществляется в кафедральной библиотеке 119^а и библиотеке БГТУ им. В.Г. Шухова.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями и дополнениями.

1. На титульном листе рабочей программы считать название «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования» как «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования».
2. Институт строительного материаловедения и техноферной безопасности был переименован 29.02.2016 приказом №4/53 в Химико-технологический.

Рабочая программа с изменениями и дополнениями утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «1 » июня 2016 г.

Заведующий кафедрой



Борисов И. Н.

Директор института



Павленко В.И.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

Протокол № 14 заседания кафедры от «8» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой



Борисов И. Н.

Директор института



Павленко В.И.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «15» мая 2018 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 2019 /2020 учебный год.

Протокол № 16 заседания кафедры от « 07 » 06 2019 г.

Заведующий кафедрой _____ И.Н.Борисов

подпись, ФИО

Директор института _____ В.И.Павленко

подпись, ФИО

кафедры

заведующий

Утверждение ФОС без изменений на 2018 /2019 учебный год

г. УТВЕРЖДЕНИЕ ФОНДА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СЛУЖЕБ

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 17 заседания кафедры от «13» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой  _____ Борисов И. Н.

Директор института  _____ Павленко В.И

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1.

Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины.

Дисциплина относится к блоку дисциплин профессионального цикла (вариативная часть Б1.М2.В.01) учебного плана и является неотъемлемой частью подготовки магистров по направлению 18.04.02 Дисциплина расширяет специальные знания студентов. При чтении лекций используются современные мультимедийные средства, которые применяются студентами при самостоятельной их работе в курсовом и дипломном проектировании. Содержание практических занятий тесно увязано с лекционным курсом. Самостоятельная работа студентов включает решение задач по определению основных параметров технологических систем, изменения свойств материальных потоков и газодинамических условий, сопровождающих протекание химико-технологических процессов. Текущий контроль включает обсуждение правильности решения поставленных задач, выполнение курсовой работы. Итоговый контроль – экзамен.

Целью изучения курса является формирование у будущих специалистов теоретических знаний по термодинамике силикатных систем, физико-химическим процессам, протекающим в технологии вяжущих материалов основам оптимизации производственных процессов, обусловленных протеканием тепломассообмена.

Изучение дисциплины предполагает решение ряда сложных задач, что дает возможность студентам:

1. анализировать научно-техническую литературу;
 2. осуществлять технологический контроль в производстве материалов;
 3. проводить технико-экономический анализ производства.
- выполнять основные теплотехнические и аэродинамические расчеты с целью оптимизации технологических параметров технологических процессов и эффективного использования материально-энергетических ресурсов;
 - анализировать и оценивать альтернативные варианты технологической схемы производства и отдельных переделов;
 - эффективно использовать оборудование, сырье и вспомогательные материалы;
 - планировать и проводить научные исследования в области совершенствования технологического процесса;

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

Исходный этап изучения курса «Тепловые и аэродинамические процессы в промышленных агрегатах» 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 методических указаниях.

В учебниках и учебных пособиях, представленных в списке рекомендуемой литературы содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Изучение каждой темы следует завершать выполнением практических заданий, решением задач, содержащихся в соответствующих разделах учебников и методических пособий по курсу «Тепловые и аэродинамические процессы в промышленных агрегатах». 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. 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.

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021 / 2022 учебный год.

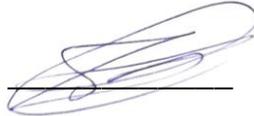
Протокол № 19 заседания кафедры от « 14 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой



И.Н. Борисов

Директор института



Р.Н. Ястребинский