

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 ХТИ


В.И. Павленко
« 16 » апреля 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Тепломассообмен во вращающихся печах

направление подготовки (специальность): 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Направленность программы (профиль, специализация):

Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в химической технологии вяжущих материалов

Квалификация

бакалавр

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 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень бакалавриата), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г., № 227.

- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители): канд. техн. наук, доцент  (Л.С. Щелокова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Технологии цемента и композиционных материалов

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (И. Н. Борисов)

« 14 » апреля 2015 г.

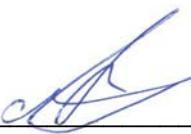
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » апреля 2015 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (И. Н. Борисов)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » апреля 2015 г., протокол № 8

Председатель  (Л.А. Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	ПК-2	Способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	<p>Знать: основные понятия и закономерности тепломасообменных процессов.</p> <p>Уметь: использовать полученные знания в оценке энергоэффективности технологического производства.</p> <p>Владеть: способами снижения затрат энергии и сырьевых ресурсов и уменьшения негативного влияния производства на окружающую среду.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Общая и неорганическая химия (Движение газовых потоков. Свойства газов, жидкостей и твердых тел.)
2	Физика (Движение газовых потоков. Квантовая теория. Свойства газов, жидкостей и твердых тел)
3	Математика (Дифференциальное и интегральное исчисление. Логарифмы натуральные и десятичные. Геометрия и тригонометрия.)

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Научно-исследовательская работа
2	Энергосбережение в производстве цемента
3	Технология производства цемента

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	68	68
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	-	-
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	112	112
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	58	58
Форма промежуточная аттестация	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**4.1 Наименование тем, их содержание и объем****Курс 3 Семестр 5**

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
1. Вводная лекция					
	Тепломассообменные процессы в технологии производства вяжущих материалов. Основное технологическое оборудование в производстве цемента, извести, гипса.	2			1
2. Основные положения теории тепломассообмена					
	Виды теплообмена, их физическая сущность. Понятия температурного поля, градиента температур, плотности теплового потока. Закон Фурье.	2			2
3. Теплопроводность в плоской и многослойной стенках					
	Коэффициент теплопроводности, термическое сопротивление. Эквивалентный коэффициент теплопроводности.	2		2	4
4. Теплопередачи через плоскую и цилиндрическую стенки					
	Закон Ньютона. Коэффициент теплопередачи. Метод расчета теплопроводности через плоскую и цилиндрическую стенки	2		4	5
5. Конвективный теплообмен					
	Закон Ньютона-Рихмана. Основные положения. Профили скоростей и температур. Критерии теплового и гидравлического подобия.	2		4	5
6. Понятие и гидродинамическом и тепловом пограничном слое					
	Основные понятия. Критическое число Рейнольдса Re . Сущность явлений в конвективном теплообмене.	2			2
7. Теплообмен излучением. Основные понятия и законы. Излучение газов.					
	Закон Планка, Стафана-Больцмана и Кирхгофа. Лучистый теплообмен между двумя параллельными плоскостями. Тепловые экраны. Излучение газов. Закон Бугера.	2		4	5
8. Основы расчета теплообменных аппаратов					
	Основные понятия. Расчет теплообменников. Определение конечных температур теплоносителей. Интенсификация теплообмена.	4		8	10
9. Теплообмен в свободном пространстве печи и аппаратов при обогреве открытой поверхности материала					
	Позонный тепловой баланс печи. Тепловые потоки. Методы расчета теплопередачи излучением. Конвективный теплообмен в подготовительной зоне печи мокрого способа. Эффективность способов навески цепных теплообменников. Методы расчета конвективного теплообмена во вращающихся печах, клинкерных барабанных холодильниках.	4		2	4
10. Теплотери тепловых агрегатов					
	Определение потерь в окружающую среду поверхностью	2			2

	тепловых аппаратов. Работа колосникового холодильника переталкивающего типа.				
11. <i>Влияние когезионных свойств шламов и отдельных компонентов на тепло- и массообмен в теплообменнике, оптимизация высокотемпературных процессов обжига клинкера.</i>					
	Изменение свойств шламов при высушивании в теплообменнике. Влияние отдельных компонентов на когезионные свойства шламов. Спекаемость шихт в зависимости от модульных характеристик. Величина диаметра получаемых гранул - критерий оптимизации спекания клинкера.	2		8	10
12. <i>Пути повышения стойкости футеровки во вращающейся печи</i>					
	Вид огнеупора, применяемого для футеровки отдельных зон. Формирование защитной обмазки и ее влияние на длительность службы огнеупорной футеровки. Влияние состава сырья, режима сжигания топлива и гранулометрии клинкера на стойкость футеровки.	2			2
13. <i>Особенности управления вращающейся печью при клинкерном пылении.</i>					
	Причины образования клинкерной пыли и клинкерного пыления. Способы недопущения клинкерного пыления.	2		2	3
14. <i>Управление вращающейся печью при использовании техногенных компонентов в качестве дополнительного питания</i>					
	Влияние дополнительного питания печи техногенными продуктами (шлаки, золы) на тепло- и массообмен по зонам печи, гранулометрии клинкера. Изменение удельного расхода топлива.	2			1
15. <i>Особенности управления печью при вводе выгорающих добавок совместно с сырьевыми компонентами</i>					
	Влияние дополнительного питания печи техногенными продуктами (шлаки, золы) на тепло- и массообмен по зонам печи. Изменение удельного расхода топлива.	2			2
	ВСЕГО	34		34	58

4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №5				
1	Теплопроводность в плоской и многослойной стенках	Теплообмен теплопроводностью.	2	2
2	Теплопередачи через плоскую и цилиндрическую стенки	Теплопередача через корпус теплообменного аппарата.	4	4
3	Конвективный теплообмен	Конвективный теплообмен в клинкерных холодильниках и обжиговых аппаратах.	4	4
4	Теплообмен излучением. Основные понятия и законы. Излучение газов.	Теплообмен в свободном печном пространстве.	4	4
5	Основы расчета теплообменных аппаратов	Определение размера печи мокрого способа заданной производительности.	4	4

6	Основы расчета теплообменных аппаратов	Перевод печи мокрого способа на комбинированный с установкой внутривагонного или вагонного суспензионного теплообменника.	4	4
8	Теплообмен в свободном пространстве печи и аппаратов при обогреве открытой поверхности материала	Анализ работы вращающейся печи по составу отходящих газов.	2	2
9	Особенности управления вращающейся печью при клинкерном пылении	Тепломассообмен в зоне спекания вращающейся печи при клинкерном пылении.	2	2
10	Влияние когезионных свойств шламов и отдельных компонентов на тепло- и массообмен в теплообменнике, оптимизация высокотемпературных процессов обжига клинкера	Расчет цепной завесы при заданных свойствах шлама.	8	8
ИТОГО			34	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	Основные положения теории тепломассообмена	1. Виды теплообмена, их физическая сущность. 2. Что такое температурное поле? 3. Дать определение плотности теплового потока. 4. Закон Фурье.
2	Теплопроводность в плоской и многослойной стенках	5. Что такое коэффициент теплопроводности? Единица измерения. 6. От каких параметров зависит коэффициент теплопроводности твёрдых тел?
3	Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки	7. Расчетная формула стационарного процесса теплопередачи 8. Термическое сопротивление 9. Дать определение теплопередачи
4	Конвективный теплообмен	10. Охарактеризовать основные режимы течения жидкостей 11. Коэффициент теплоотдачи: определение, единица измерения, физическая сущность 12. Основы теории подобия, критерии и константы подобия
5	Теплообмен излучением.	13. Закон Планка. 14. Закон Стефана-Больцмана применительно к излучению газов

6	Основы расчета теплообменных аппаратов	<p>15. Параметры, характеризующие цепные завесы</p> <p>16. Оптимизация тепло- и массообмена в теплообменниках</p> <p>17. Агрегируемость шламов. Влияние отдельных сырьевых компонентов на когезионные свойства шламов</p> <p>18. Интенсификация теплообмена в горячей части печи теплообменных устройств</p> <p>19. Способы навески цепей. Влияние физических свойств шламов на подбор способа навески</p> <p>20. Изменение физических свойств сырьевых шламов в процессе сушки</p>
7	Теплообмен в свободном пространстве печи и аппаратов при обогреве открытой поверхности материала	<p>21. Расходные статьи теплового баланса печи.</p> <p>22. Пути экономии топлива</p> <p>23. Роль потерь тепла в горячей части вращающейся печи</p> <p>24. Оптимизация работы вращающихся печей, как теплотехнического агрегата</p> <p>25. Оптимизация работы печей с использованием анализа отходящих газов</p>
8	Теплопотери тепловых агрегатов	<p>26. Пути снижения потерь тепла в окружающую среду</p> <p>27. Основы управления колосниковым холодильником. Параметры работы</p> <p>28. Оптимизация работы рекуператорного холодильника.</p> <p>29. Конструктивные особенности модернизации холодильника</p>
9	Пути повышения стойкости футеровки во вращающейся печи	<p>30. Огнеупоры, применяемые для футеровки печей и холодильников</p> <p>31. Пути повышения стойкости футеровки во вращающейся печи</p> <p>32. Формирование защитной обмазки и ее влияние на длительность службы огнеупорной футеровки</p>
10	Особенности управления вращающейся печью при клинкерном пылении	<p>33. Причины образования клинкерной пыли и клинкерного пыления.</p> <p>34. Способы предотвращения и устранения клинкерного пыления</p> <p>35. Тепломассообмен в зоне спекания при клинкерном пылении</p> <p>36. Способы недопущения и устранения клинкерного пыления</p>
11	Управление вращающейся печью при использовании техногенных компонентов в качестве дополнительного питания	<p>37. Управление печью при использовании техногенных компонентов в качестве дополнительного питания</p> <p>38. Особенности управления печью при вводе выгорающих добавок в шлам</p>

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

Планом не предусмотрены.

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

Цель: Закрепить практические навыки курса

Структура: задание, теоретические сведения, расчетные формулы, результаты расчета в электронном виде, графическое представление зависимостей и схем, выводы, расчетно-графическое задание в печатном и электронном видах.

Темы расчетно-графических заданий

1. Проектирование комплекса внутривспышечных теплообменных устройств.
2. Определение тепловых потерь участком корпуса вращающейся печи
3. Расчет эффективности применения различных видов огнеупоров футеровки.
4. Тепловой эффект образования обмазки
5. Расчет и оптимизация работы клинкерных холодильников.

5.4. Перечень контрольных работ.

Планом не предусмотрены.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Классен В.К. Технология и оптимизация производство цемента (учебное пособие). – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. – 308 с.
2. Марков, Б. Л. Учебно-справочное пособие по теплопередаче: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Металлургия" / Б. Л. Марков, И. В. Ткачук. - М. : Теплотехник, 2008. - 80 с.
3. 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.
4. Примеры и задачи по тепломассообмену : учеб. пособие для студентов вузов / В. С. Логинов [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - 256 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Вращающиеся печи: теплотехника, управление и экология : справ. в 2 кн. / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев. - М. : Теплотехник. - 2004. - 687 с.
2. Современные горелочные устройства (конструкции и технические характеристики) : справ. / А. А. Винтовкин. - М. : Машиностроение-1, 2001. - 487 с.
3. Тепломассообмен : метод. указания к выполнению лаб. работ для студентов специальности 250802 / сост.: И. Н. Борисов, Л. С. Дурнева. - Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2003. - 29 с.
4. Лисиенко, В. Г. Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование : справочник : в 3 кн. / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев ; ред. В. Г. Лисиенко. - М. : Теплотехник, 2003 – 604 с.
5. Теплотехника : учебник / ред. В. Н. Луканин. - 4-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2003. - 671 с.
6. Брюханов, О. Н. Тепломассообмен : учеб. пособие / О. Н. Брюханов, С. Н. Шевченко. -

М. : Изд-во АСВ, 2005. - 460 с

7. Лисиенко, В.Г. Совершенствование и повышение эффективности энерготехнологий и производств (интегрированный энерго-экологический анализ: теория и практика): в 2-х т. : монография / В. Г. Лисиенко. - М. : Теплотехник, 2008 - ., Т. 1. - 2008. - 684 с.

8. Теплопередача / ред. В. С. Чередниченко. - Новосибирск : НГТУ, 2004. - 1981.

9. Теплотехника и теплотехническое оборудование технологии строи-тельных изделий [Электронный ресурс] / В. В. Губарева. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова. Ч. II : Сушка твердых дисперсных материалов. - 2006. - 1 (дискета) эл. диск.

10. Ерофеев, В. Л. Теплотехника: учеб. / В. Л. Ерофеев, П. Д. Семенов, А. С. Пряжин. - М.: Академкнига, 2006. - 488 с.

10. Техническая термодинамика и теплопередача: учебное пособие для неэнергетических специальностей вузов / В. В. Нащокин, А. В. Вавилов. - 4-е изд., стереотип. - М. : Аз-book, 2009. - 469 с.

11. Прибытков, И. А. Теоретические основы теплотехники : учеб. / И. А. Прибытков, И. А. Левицкий. - М. : АCADEMA, 2004. - 463 с.

12. Шарапов, Р. Р. Специальное оборудование заводов по производству цемента: учеб. пособие / Р. Р. Шарапов. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2006. - 143 с.

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 и ценных изданий из фонда научно-технической библиотеки. Доступ к электронному читальному залу осуществляется с компьютеров локальной сети университета и сети Интернет

1. 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

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: клинкерные холодильники, горелочные устройства, вращающиеся печи.

4. Макеты цепных завес, основного и вспомогательного оборудования

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 1 заседания кафедры от «8 » сентября 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 № 2 заседания кафедры от «7» сентября 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» сентября 2018 г.

Заведующий кафедрой



Борисов И. Н.

Директор института



Павленко В.И.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Дисциплина «Тепломассообмен во вращающихся печах» представляет собой неотъемлемую составную часть подготовки бакалавров по направлению 18.03.02 и относится к блоку дисциплин профессионального цикла (вариативная часть Б1.Б3.В.05) учебного плана. Занятия проводятся в виде лекций и лабораторных занятий. Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов. При чтении лекций используются современные мультимедийные средства, которые применяются студентами при самостоятельной их работе в курсовом и дипломном проектировании. Содержание лабораторных занятий тесно увязано с лекционным курсом. Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих специалистов в области энерго- и ресурсосбережения в химической технологии.

Целью изучения курса является формирование у будущих специалистов теоретических знаний по снижению материальных и энергетических затрат в производстве строительных материалов, по основам управления цементной вращающейся печью и приемами оптимизации ее работы, о процессах, протекающих во вращающейся печи, обучить студентов выполнять расчеты по оценке эффективности теплообмена в технологических аппаратах, применяемых в производстве строительных материалов.

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

- сформировать представление об основных положениях теории теплообмена;
- изучить основы расчета теплообменных аппаратов;
- выработать системный подход к анализу теплотехнических процессов и методов их оптимизации,
- составлять и анализировать позонные тепловые балансы тепловых агрегатов;
- выбрать эффективные факторы оптимизации теплотехнических аппаратов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов, периодического тестирования, решений задач и проведения письменных работ. Формой итогового контроля является экзамен.

Распределение материала дисциплины по темам и требования к ее освоению содержатся в Рабочей программе дисциплины, которая определяет содержание и особенности изучения курса.

В основной и дополнительной литературе, интернет-источниках содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом. 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.