

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


Р. Н. Ястребинский
« 17 » _____ мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Энергосбережение в производстве цемента

Направление подготовки:

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии

Направленность программы:

Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в
химической технологии вяжущих материалов

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная


Институт: Химико-технологический институт

Кафедра: Технологии цемента и композиционных материалов

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 923.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составители: д-р техн. наук, профессор  (И.Н. Борисов)

канд. техн. наук, доцент  (А.А. Гребенюк)

Рабочая программа обсуждена на заседании выпускающей кафедры
Технологии цемента и композиционных материалов
(наименование кафедры)

« 14 » мая 2021 г., протокол № 19

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент  (Л.А. Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Технологические задачи профессиональной деятельности	ПК-1 Способен планировать и подготавливать технологический процесс производства цемента и других вяжущих материалов с учетом свойств используемых сырьевых компонентов с применением цифровых технологий.	ПК-1.3. Использует физико-химические свойства сырьевых материалов и техногенных отходов с целью обеспечения энергоэффективного производства вяжущих материалов	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: состав; допустимые параметры (ПДК); влияние вида сырья, типа оборудования и способа производства на выбросы в атмосферу, выделяемые в результате производства цемента. Уметь: осуществлять подбор технологической схемы производства и оборудования, основываясь на характеристиках сырьевой базы и требованиях к качеству производимой продукции. Владеть: информацией и методами поиска современных данных о новейших способах и оборудовании, позволяющих минимизировать антропогенное воздействие на окружающую среду.
	ПК-2 Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности.	ПК-2.8. Оценивает затраты материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента, разрабатывает и внедряет мероприятия, направленные на повышение энерго- и ресурсосбережения производства.	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: основные методы, приемы и направления энерго- и ресурсосбережения в производстве вяжущих и композиционных материалов. Уметь: осуществлять выбор способа реализации приемов энерго- и ресурсосбережения с учетом особенностей производства, сырьевой базы, климатических условий и возможностей использования вторичных и техногенных ресурсов. Владеть: информацией о влиянии процесса производства вяжущих и композиционных материалов на окружающую среду и знаниями о минимизации отрицательных воздействий
	ПК-4 Способен осуществлять организационное обеспечение деятельности в области обращения с	ПК-4.2. Разрабатывает и применяет технологические решения по использованию материалов	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: требования, экологические и экономические ограничения к техногенному

	отходами при производстве вяжущих материалов и изделий на их основе.	техногенного происхождения при производстве цемента, применяет вторичное сырье с позиции сокращения экологического воздействия на окружающую среду.	сырью и альтернативным видам топлива, используемым для производства цемента и композиционных материалов. Уметь: оценивать и оптимизировать экономическую выгоду и экологическую безопасность применения энерго- и ресурсосберегающих технологий. Владеть: способами и методами эколого-экономической оценки возможностей производства цемента и композиционных материалов.
--	--	---	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1 Способен планировать и подготавливать технологический процесс производства цемента и других вяжущих материалов с учетом свойств используемых сырьевых компонентов с применением цифровых технологий.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Введение в профессию
2	Учебная ознакомительная практика
3	Механическое оборудование (общий курс)
4	Оборудование цементных предприятий
5	Производственная эксплуатационная практика
6	Технология производства цемента
7	Применение ЭВМ в технологии композиционных материалов
8	Основы компьютерного проектирования технологического оборудования
9	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
10	Технология вяжущих и композиционных материалов с использованием техногенных продуктов
11	Оптимизация технологических процессов производства цемента с применением ЭВМ
12	Производственная педагогика
13	Управление технологическим процессом производства цемента
14	Энергосбережение в производстве цемента
15	Производственная преддипломная практика

2. Компетенция ПК-2 Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Механическое оборудование (общий курс)
2	Оборудование цементных предприятий
3	Производственная эксплуатационная практика
4	Физическая химия силикатов

5	Процессы и аппараты защиты окружающей среды
6	Технология производства цемента
7	Проектное обучение
8	Основы компьютерного проектирования технологического оборудования
9	Теория горения топлива и тепловые установки в производстве вяжущих материалов
10	Химия вяжущих материалов
11	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
12	Технология вяжущих и композиционных материалов с использованием техногенных продуктов
13	Оптимизация технологических процессов производства цемента с применением ЭВМ
14	Термодинамика силикатных систем
15	Тепломассообмен во вращающихся печах
16	Управление технологическим процессом производства цемента
17	Энергосбережение в производстве цемента
18	Производственная преддипломная практика

3. Компетенция ПК-4 Способен осуществлять организационное обеспечение деятельности в области обращения с отходами при производстве вяжущих материалов и изделий на их основе.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физико-химические свойства сырьевых материалов и техногенных продуктов
2	Физико-химические методы анализа
3	Методы физико-химических исследований вяжущих и композиционных материалов
4	Технология вяжущих и композиционных материалов с использованием техногенных продуктов
5	Энергосбережение в производстве цемента

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	52	52
лекции	16	16
лабораторные	—	—
практические	32	32
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	128	128
Курсовой проект	—	—
Курсовая работа	—	—
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	—	—
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	74	74
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Энергосбережение в технологии цемента					
	Развитие энергосберегающих технологий в производстве строительных материалов. Современное состояние промышленности строительных материалов. Основные способы производства цемента. Принципы энергосбережения в производстве строительных материалов.	2	—	—	4
2. Энергосбережение при дроблении и помоле сырья					
	Устройство, принцип работы, область применения дробилок в зависимости от свойств материала. Устройство, принцип работы, область применения помольных агрегатов. Схемы помола в зависимости от способа производства. Энергосбережение при классификации сырья и транспортировке материалов в технологическом процессе. Применяемое оборудование в зависимости от свойств материала.	3	4	—	14
3. Энергосбережение при тепловой обработке вяжущих материалов					
	Типы тепловых агрегатов для обжига вяжущих материалов, устройство и их работа. Теплообменные устройства во вращающихся печах мокрого и сухого способов производства. Эффективность их работы и влияние на расход топлива и пылевынос из печи. Теоретические основы сжигания различных видов топлива. Расчеты процесса горения топлива. Теплотехнический расчет цементных вращающихся печей мокрого, сухого и комбинированного способов производства. Основные расходные статьи теплового баланса печи, способы расчета и значения. Роль потерь тепла в горячей части печи с учетом работ Эйгена. Коэффициент теплотерь и его изменение по длине печи. Способы снижения расхода топлива на печах для обжига вяжущих и экономии сырьевых ресурсов. Пути экономии топлива при обжиге. Роль потерь тепла в горячей части печи с учетом работ Эйгена. Вывод уравнения Эйгена. Коэффициент теплотерь, его изменение по длине печи в зависимости от вида	5	18	—	32

	топлива и избытка воздуха на горение топлива. Физическая сущность уравнения Эйгена. Пути снижения тепла в горячей части печи.				
4. Энергосбережение при помоле цемента					
	Основные закономерности работы шаровых мельниц. Роль коэффициента и ассортимента загрузки, вида мелющих тел, бронеплит и межкамерных перегородок, свойств измельчаемого материала, аспирации мельницы, температуры цемента, влажности среды. Замкнутые схемы помола, типы сепараторов. Новые помольные агрегаты. Экономия энергии при помоле цемента.	4	6	—	14
5. Использование техногенных отходов в производстве силикатных материалов					
	Способы использования техногенных продуктов при мокром и сухом способах производства цемента и других строительных материалов.	2	4	—	10
	ВСЕГО	16	32	—	74

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 8				
1	Энергосбережение при дроблении и помоле сырья	Сравнительный анализ шаровой и вертикально-валковой мельниц с расчетом теплоснабжения на сушку материала	4	6
2	Энергосбережение при тепловой обработке вяжущих материалов	Материальный и теплотехнический расчеты печей мокрого, сухого и комбинированного способа производства клинкера.	20	26
3	Энергосбережение при помоле цемента	Мельницы замкнутого цикла помола. Предизмельчители.	8	12
4	Использование отходов в производстве силикатных материалов	Расчет цементной сырьевой смеси (шихты) при вводе выгорающих компонентов. Расчет ТЭК при использовании зол и шлаков в качестве компонентов сырьевой смеси.	4	6
ИТОГО:			36	50
ВСЕГО:				50

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Цель: закрепление практических навыков курса.

Структура РГР:

- титульный лист;
- индивидуальное задание;
- содержание;
- теоретические сведения;
- практическая часть: расчетные формулы; результаты расчета; графическое представление зависимостей и схем;
- заключение и рекомендации;
- список использованной литературы;
- приложения.

Темы расчетно-графических заданий

1. Эффективность работы шаровой мельницы при изменении степени загрузки мелющих тел.

2. Снижение расхода топлива на обжиг портландцементного клинкера при снижении температуры отходящих газов.

3. Расчет расхода топлива на обжиг портландцементного клинкера при изменении теплового режима колосникового холодильника.

4. Эффективность использования пыли из вращающихся печей в производстве.

5. Расчет снижения расхода топлива на обжиг портландцементного клинкера при изменении температуры вторичного воздуха и теплового режима холодильника.

6. Теплотехнический расчет цементной вращающейся печи мокрого способа производства.

7. Теплотехнический расчет цементной вращающейся печи сухого способа производства.

8. Расчет снижения количества форсуночного топлива при использовании выгорающих добавок.

9. Расчет снижения затрат электроэнергии на помол цемента при использовании интенсификаторов помола.

10. Теплотехнический расчет производства специальных видов цемента.

В процессе выполнения расчетно-графического задания осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-1 Способен планировать и подготавливать технологический процесс производства цемента и других вяжущих материалов с учетом свойств используемых сырьевых компонентов с применением цифровых технологий.

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.3. Использует физико-химические свойства сырьевых материалов и техногенных отходов с целью обеспечения энергоэффективного производства вяжущих материалов	экзамен защита РГЗ

2 Компетенция ПК-2 Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности.

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.8. Оценивает затраты материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента, разрабатывает и внедряет мероприятия, направленные на повышение энерго- и ресурсосбережения производства.	экзамен защита РГЗ

3 Компетенция ПК-4 Способен осуществлять организационное обеспечение деятельности в области обращения с отходами при производстве вяжущих материалов и изделий на их основе.

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.2. Разрабатывает и применяет технологические решения по использованию материалов техногенного происхождения при производстве цемента, применяет вторичное сырье с позиции сокращения экологического воздействия на окружающую среду.	экзамен защита РГЗ

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Энергосбережение в технологии цемента	1. Роль оптимизации технологических процессов и работы агрегатов в решении экономии энергоресурсов, повышения качества продукции вяжущих материалов и становлении молодого инженера на производстве.
2	Энергосбережение при дроблении и помоле сырья	2. Оптимизация грубого измельчения материалов. Подбор типа дробилок и оптимальных схем измельчения в зависимости от характеристики материала. Энергосбережение при эксплуатации щёковых, молотковых, ударноотражательных, волковых и ударноволковых дробилок. 3. Технологические осложнения и вероятные нарушения в работе дробильной фабрики, способы их предупреждения и устранения. Способы предотвращения поступления глинистого компонента, металлических включений и других нежелательных материалов в дробилку. Питатели для крупнокусковых материалов. 4. Принцип управления дробильной фабрикой. Последовательность пуска и остановки оборудования, рациональная система блокировки, дистанционное управление. 5. Оптимизация процессов помола сырьевого шлама при мокром способе производства цемента. Подбор рациональных типов помольных агрегатов, применение классификаторов, химических интенсификаторов и разжижителей шлама с целью повышения энергосбережения в производстве портландцемента. Основы управления, оптимизации и автоматизации процессом помола шлама. 6. Оптимизация процессов помола сырьевой смеси при сухом способе производства цемента, подбор рациональных типов помольных агрегатов, внутримельничных устройств и сепараторов при замкнутой схеме помола. Способы повышения энергосбережения и оптимизации работы помольно-сушильного отделения, модернизация отдельных узлов. Основы управления, оптимизации и автоматизации процессом помола сырья. 7. Оптимизация процессов помола угольного топлива, подбор рациональных типов помольных агрегатов, внутримельничных устройств и сепараторов при замкнутой схеме помола. Способы улучшения работы помольно-сушильного отделения, модернизация отдельных узлов. Основы управления, оптимизации и автоматизации процессом помола угля.
3	Энергосбережение при тепловой обработке вяжущих материалов	8. Оптимизация режима работы цементных вращающихся печей. Основной критерий оптимизации. Связь между производительностью, стойкостью футеровки, качеством

		<p>клинкера, пылеуносом из печи и удельным расходом топлива.</p> <p>9. Пути экономии энергетических и материальных ресурсов, повышения стойкости футеровки, качества клинкера и улучшения экологии окружающей среды.</p> <p>10. Подбор рациональных теплообменных устройств в зависимости от свойств сырья.</p> <p>11. Способы оптимизации теплообмена, роль температуры горения, степени черноты факела и материала.</p> <p>12. Рациональное сжигание топлива, влияние отдельных факторов: вида, состава и параметров подготовки форсуночного топлива, скорости вылета топлива и количества первичного воздуха, коэффициента избытка и температуры вторичного воздуха, положения форсунки и условия подачи пыли в факельное пространство.</p> <p>13. Повышение эффективности работы холодильников.</p> <p>14. Снижение тепловых потерь через корпус вращающейся печи. Пути повышения стойкости футеровки. Формирование защитной обмазки и ее влияние на длительность службы огнеупора в зоне спекания. Влияние состава сырья и режима сжигания топлива на стойкость футеровки.</p> <p>15. Влияние режима обжига на качество клинкера при использовании газообразного топлива, угля и мазута.</p> <p>16. Технологические нарушения при обжиге цементного клинкера, причины, способы предотвращения и устранения.</p> <p>17. Способы предотвращения клинкерного пыления во вращающихся печах.</p> <p>18. Причины, механизм образования, способы предотвращения и устранения колец во вращающихся печах и настывлей в теплообменниках.</p> <p>19. Принципиальная схема контроля и управления вращающейся печью. Основные технологические параметры, по которым машинист управляет печью, допустимые отклонения.</p> <p>20. Причины возникновения колебаний слоя материала в печи, технологические осложнения, возникающие при этом, способы предотвращения колебаний слоя материала.</p> <p>21. Дополнительная нетрадиционная информация, которую следует использовать при управлении печью: потребляемая мощность приводом, скорость вращения печи, характер распределения температуры корпуса печи, состав отходящих газов, температура и энтальпия вторичного воздуха.</p> <p>22. Рациональные действия машиниста при перегреве клинкера в зоне спекания. Причины и последствия недожога топлива, способы устранения.</p> <p>23. Принципиальная схема контроля и управления клинкерными холодильниками, параметры работы, распределение воздуха по холодильнику, роль острого и общего дутья, межкамерных перегородок.</p> <p>24. Рациональные размеры и частота колебания решеток, высота слоя клинкера в горячей и холодной камерах.</p> <p>25. Система аспирации холодильника.</p> <p>26. Цель и методы испытания цементных вращающихся</p>
--	--	---

		печей. 27. Расчетно-экспериментальный способ определения удельного расхода тепла путем составления теплового баланса и по составу отходящих газов.
4	Энергосбережение при помоле цемента	28. Оптимизация процессов помола цемента, подбор рациональных типов помольных агрегатов, внутримельничных устройств и сепараторов при замкнутой схеме помола. Основы управления, оптимизации и автоматизации процессом помола цемента.
5	Использование техногенных отходов в производстве силикатных материалов	29. Эффективность использования техногенных материалов в качестве сырьевого компонента для производства цементного клинкера. Применение топливных зол, белитового шлама, кислых, основных металлургических и высокоосновных сталеплавильных шлаков. Основной критерий, определяющий степень снижения удельного расхода тепла при их применении. 30. Рациональные способы использования техногенных продуктов при мокром и сухом способах производства. 31. Рациональные способы использования печных пылей в производстве цемента и других отраслях промышленности. Способы возврата пыли в различные зоны печи, преимущества и недостатки отдельных способов. 32. Возможность использования пыли для производства смешанных и тампонажных цементов, шлакощелочных вяжущих, дорожного строительства.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Вопросы для текущего контроля

1. Основные способы производства цемента.
2. Принципы энергосбережения в производстве строительных материалов.
3. Устройство, принцип работы, область применения помольных агрегатов
4. Схемы помола цемента в зависимости от способа производства
5. Энергосбережение при помоле цемента
6. Типы тепловых агрегатов для обжига вяжущих материалов, устройство и их работа.
7. Эффективность работы теплообменных устройств и влияние на расход топлива
8. Основные расходные статьи теплового баланса печи, способы расчета и значения.
9. Роль потерь тепла в горячей части печи с учетом работ Эйгена
10. Пути экономии топлива при обжиге портландцементного клинкера
11. Основные закономерности работы шаровых мельниц.

12. Замкнутые схемы помола, типы сепараторов. Новые помольные агрегаты
13. Экономия энергии при помоле цемента.
14. Замкнутые схемы помола, типы сепараторов
15. Новые помольные агрегаты
16. Эффективность использования техногенных продуктов в производстве цемента

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей процессов и явлений
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретация знаний
Умения	Умение пользоваться приборами и оборудованием для обеспечения технологического процесса обжига клинкера
	Умение проводить вычисление параметров работы вращающихся печей
	Умение применять методы вычисления параметров производственного процесса, направленные на оптимизацию протекающих при обжиге химико-технологических процессов
Навыки	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
	Владение навыками приобретенных знаний при решении задач по оптимизации технологического процесса обжига клинкера
	Владение навыками обработки полученных результатов вычислений
	Владение навыками применения закономерностей протекания физико-химических процессов при обжиге клинкера для обеспечения рационального режима работы вращающихся печей

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Знание терминов, определений, понятий	Не знает термины, определения и понятия	Имеет представление о природе основных физических явлений, причинах их возникновения и их взаимосвязи с внешними факторами воздействия при протекании технологического процесса обжига во вращающихся печах, а также измельчения сырьевых материалов, топлива и цемента	Хорошо представляет природу основных физических явлений, причины их возникновения и их взаимосвязь с внешними факторами воздействия при протекании технологического процесса обжига во вращающихся печах а также измельчения сырьевых материалов, топлива и цемента	Разбирается в современных представлениях о природе основных физических явлений, причинах их возникновения и их взаимосвязи с внешними факторами воздействия при протекании технологического процесса обжига во вращающихся печах а также измельчения сырьевых материалов, топлива и цемента
Знание основных закономерностей процессов и явлений	Не знает основные закономерности тепломассообменных процессов и физических явлений, происходящих во вращающихся печах в процессе обжига клинкера, а также измельчения сырьевых материалов, топлива и цемента	Имеет представление об основных тепломассообменных процессах и физических явлениях, происходящих во вращающихся печах в процессе обжига клинкера, а также измельчения сырьевых материалов, топлива и цемента	Знает основные тепломассообменные процессы и физических явления, происходящие во вращающихся печах в процессе обжига клинкера, а также измельчения сырьевых материалов, топлива и цемента	Знает все основные тепломассообменные процессы и физические явления, происходящие во вращающихся печах в процессе обжига клинкера, а также измельчения сырьевых материалов, топлива и цемента Представляет связь рационального протекания тепломассообменных процессов во вращающихся печах с

				получением качественного готового продукта.
Объем освоенного материала	Материал освоен не полностью	Представляет связь протекающих во вращающихся печах тепломассообменных процессов с технологическими аспектами получения кондиционного продукта обжига. Знает основные физические величины и некоторые физические константы, знает определение, смысл и единицы измерения физических величин	Представляет связь протекающих во вращающихся печах тепломассообменных процессов с технологическими аспектами получения кондиционного продукта, способен повлиять на ход протекания технологического процесса посредством изменения параметров работы вращающихся печей. Хорошо знает основные физические величины и физические константы, знает их определение, смысл и единицы измерения.	Представляет связь протекающих во вращающихся печах тепломассообменных процессов с технологическими аспектами получения кондиционного продукта, знает факторы обеспечения оптимального протекания тепломассообменных процессов. Знает все основные физические величины и физические константы, уверенно дает их определение, поясняет смысл и называет единицы измерения.
Полнота ответов на вопросы	Ответы на вопросы полные	Ответы на вопросы даны в достаточном объеме, но не раскрыта их сущность	Ответы на вопросы даны в полном объеме, при дополнительных вопросах допущены неточности.	Полно и развернуто отвечает на все основные и дополнительные вопросы.
Четкость изложения и интерпретация знаний	Четкость изложения материала отсутствует.	Отсутствует структуризация изложенной информации,	Изложенная информация имеет структуризацию,	Изложенная информация имеет четкую структуризацию,

		интерпретация основных положений теории энергоэффективности производственного процесса производства цемента дается поверхностно.	интерпретация основных положений теории энергоэффективности производственного процесса производства цемента дается в полном объеме а также имеются представления путей, направленных на снижение потребления удельной величины электроэнергии.	подчеркнуты основные направления оптимизации протекающих во вращающихся печах физико-химических процессов, а также пути направленные на снижение потребления удельной величины электроэнергии.
--	--	--	--	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение пользоваться приборами и оборудованием для обеспечения технологического процесса обжига клинкера	Не умеет пользоваться приборами и оборудованием для обеспечения технологического процесса обжига клинкера.	Работает на приборах и оборудовании для обеспечения технологического процесса обжига клинкера при значительной сторонней помощи.	Самостоятельно работает на приборах и оборудовании для обеспечения технологического процесса обжига клинкера при незначительной сторонней помощи.	Самостоятельно работает на приборах и оборудовании для обеспечения технологического процесса обжига клинкера.
Умение проводить вычисление параметров работы вращающихся печей	Не умеет проводить вычисление параметров работы вращающихся печей	С трудом применяет общие методы вычислений технологических параметров работы вращающихся печей.	Успешно применяет общие методы вычислений технологических параметров работы вращающихся печей.	Уверенно применяет общие методы вычислений технологических параметров работы вращающихся печей. Дает рекомендации по оптимизации режима работы тепловых установок.
Умение применять методы вычисления параметров производственно	Не умеет применять законы для решения задач профессиональной деятельности	Допускает неточности и ошибки при выборе способа реализации приемов энерго-	Может осуществить выбор способа реализации приемов энерго-ресурсосбережени	Грамотно осуществляет выбор способа реализации приемов энерго-ресурсосбережен

го процесса, направленные на оптимизацию протекающих при обжиге химико-технологических процессов		ресурсосбережения с учетом особенностей производства, сырьевой базы, климатических условий и возможностей использования вторичных и техногенных ресурсов.	я с учетом особенностей производства, сырьевой базы, климатических условий и возможностей использования вторичных и техногенных ресурсов.	ия с учетом особенностей производства, сырьевой базы, климатических условий и возможностей использования вторичных и техногенных ресурсов.
--	--	---	---	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям.	Не достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой.	Достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой.	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой;
Владение методами решения задач по оптимизации технологического процесса обжига клинкера	Не владеет методами решения задач по оптимизации технологического процесса обжига клинкера	В основном полное вычисление параметров протекания процессов при наличии ошибок, которые не оказывают существенного влияния на окончательный результат.	Вычисление параметров протекания процессов при наличии несущественных ошибок при вычислениях и построении графиков, рисунков, не влияющих на общий результат решения.	Полное вычисление параметров протекания процессов при отсутствии ошибок в вычислениях и построениях графиков и рисунков, грамотное и аккуратное выполнение всех заданий, наличия вывода.
Владение навыками обработки полученных результатов вычислений	С дополнительной помощью обрабатывает и не интерпретирует результаты вычислений	С дополнительной помощью обрабатывает и интерпретирует результаты вычислений	Сформированы навыки обработки и интерпретации результатов вычислений	Сформированы устойчивые навыки обработки и интерпретации результатов вычислений
Владение навыками применения закономерностей протекания физико-	Не владеет навыками применения закономерностей протекания физико-	С дополнительной помощью может оценить взаимосвязь физико-	Знает основные понятия и закономерности физико-химических процессов,	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные понятия и закономерности

химических процессов при обжиге клинкера для обеспечения рационального режима работы вращающихся печей	химических процессов.	химических процессов при обжиге клинкера с обеспечением рационального режима работы вращающихся печей	методы, приемы и направления энерго- и ресурсосбережения в производстве вяжущих и композиционных материалов.	физико-химических процессов, методы, приемы и направления энерго- и ресурсосбережения в производстве вяжущих и композиционных материалов.
--	-----------------------	---	--	---

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Компьютерный класс кафедры ТЦКМ (УК 2 каб. 212)	Программы для расчета состава сырьевых смесей, теплового баланса печных агрегатов, система автоматизированного проектирования AutoCAD
2.	Компьютерный класс кафедры ТЦКМ (УК 2 каб. 118)	Тренажерный комплекс Simulex
3.	Учебная аудитория (УК 2 каб. 103)	Презентационная техника, комплект электронных презентаций: клинкерные холодильники, горелочные устройства, вращающиеся печи и др. Макеты цепных завес, основного и вспомогательного оборудования
4.	Зал электронных ресурсов, здание библиотеки, № 302	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
5.	Читальный зал учебной литературы, здание библиотеки, № 303	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5.	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

- 1 Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. 307 с. (Рекомендовано ГОУ ВПО РХТУ им. Д.И. Менделеева в качестве учебного пособия)
- 2 Лугинина И.Г. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2004. Ч. 1 – 240 с.; Ч. 2 – 198 с. (Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области химической технологии и биотехнологии в качестве учебного пособия)
- 3 Борисов И.Н. Управление процессами агломерации материалов и формирования обмазки во вращающихся печах цементной промышленности. – Белгород: Изд-во «Белаудит», 2003. – 112 с.
- 4 Компьютерная обработка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и исследовательских работ для студентов специальностей 250800; 320700; 290600; 291000 / Тимошенко Т.И., Классен В.К., Шамшуров В.М.- Учебное издание, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004. – 34 с.
- 5 Компьютерная расшифровка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и исследовательских работ для студентов специальностей 240304; 270106; 270205; 280201 / Тимошенко Т.И., Шамшуров А.В., Классен В.К., Шамшуров В.М. Киреев Ю.Н.- Учебное издание, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2006. –35 с.
- 6 Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. –М.:Высш.школа, 1980. – 72 с.
- 7 7.. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. – Красноярск: Стройиздат, 1994. – 322 с.
- 8 3. Классен В.К. Технологические схемы, оборудование, видеофильмы по новейшим достижениям цементной технологии (*электронный вариант*).– Белгород: 2006.– (Видеофильмы – 6, схемы процессов и оборудования – 150, конструкции оборудования и отдельных узлов – 50.
- 9 4. Дешко Ю.И., Креймер И.В., Крыхтин Г.С. Измельчение материалов в цементной промышленности. – М.: Стройиздат, 1966. – 290 с.
- 10 Дешко Ю.И., и др. Наладка и теплотехнические испытания вращающихся печей . - М.: Стройиздат, 1966. – 242 с.
- 11 Проектирование цементных заводов (под ред.Зозули П.В., Никифорова Ю.В.). – С-П: Изд-во «Синтез»,– 1995. – 445 с.
- 12 Дуда В. Цемент. Ч.1- М.: Стройиздат, 1981. –464 с.
- 13 Вальберг Г.С. и др. Интенсификация производства цемента. – М.: Стройиздат, 1971. – 145 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

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

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).