

**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

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
	<p>ПК-1 Способен планировать и подготавливать технологический процесс производства цемента и других вяжущих материалов с учетом свойств используемых сырьевых компонентов с применением цифровых технологий.</p>	<p>ПК-1.3. Использует физико-химические свойства сырьевых материалов и техногенных отходов с целью обеспечения энергоэффективного производства вяжущих материалов</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен  <b>Знание:</b> влияния физико-химических свойств сырьевых материалов и техногенных отходов на затраты тепловой и электрической энергии при производстве цемента.  <b>Умение:</b> осуществлять подбор технологической схемы производства и оборудования, основываясь на характеристиках сырьевой базы и требованиях к качеству производимой продукции.  <b>Навыки:</b> владение основными методами расчета затрат топлива и электроэнергии при производстве цемента.</p>
	<p>ПК-2 Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности.</p>	<p>ПК-2.8. Оценивает затраты материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента, разрабатывает и внедряет мероприятия, направленные на повышение энерго- и ресурсосбережения производства.</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен  <b>Знание:</b> методов оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента; основных методов, приемов и направлений энерго- и ресурсосбережения в производстве вяжущих и композиционных материалов.  <b>Умение:</b> осуществлять выбор способа реализации приемов энерго- и ресурсосбережения с учетом особенностей производства, сырьевой базы, климатических условий.  <b>Навыки:</b> владение методами оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента, а также разработки мероприятий, направленных на повышение энерго- и ресурсосбережение производства.</p>
	<p>ПК-4 Способен осуществлять организационное обеспечение деятельности в области обращения с отходами при производстве</p>	<p>ПК-4.2. Разрабатывает и применяет технологические решения по использованию материалов техногенного происхождения при</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен  <b>Знание:</b> требований и экологических ограничений к техногенному сырью и альтернативным видам топлива, применяемым в технологии</p>

	вяжущих материалов и изделий на их основе.	производстве цемента, применяет вторичное сырье с позиции сокращения экологического воздействия на окружающую среду.	производства цемента. <b>Умение:</b> разрабатывать технологические решения по применению вторичного сырья для сокращения экологического воздействия на окружающую среду. <b>Навыки:</b> владения основными методами расчета вредных выбросов при использовании техногенных материалов в технологии производства цемента.
--	--	--	--

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

### 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
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	52	52
лекции	16	16
лабораторные	—	—
практические	32	32
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	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
<b>1. Энергосбережение в технологии цемента</b>					
	Развитие энергосберегающих технологий в производстве строительных материалов. Современное состояние промышленности строительных материалов. Основные способы производства цемента. Принципы энергосбережения в производстве строительных материалов.	2	—	—	4
<b>2. Энергосбережение при дроблении и помоле сырья</b>					
	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
<b>3. Энергосбережение при тепловой обработке вяжущих материалов</b>					
	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.				
<b>4. Энергосбережение при помоле цемента</b>					
	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
<b>5. Использование техногенных отходов в производстве силикатных материалов</b>					
	Способы использования техногенных продуктов при мокром и сухом способах производства цемента и других строительных материалов.	2	4	—	10
	<b>ВСЕГО</b>	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
<b>семестр № 8</b>				
1	Энергосбережение при дроблении и помоле сырья	Определение удельного расхода электроэнергии при трехстадийном дроблении известняка Определение удельных затрат электроэнергии на помол сырьевой смеси в шаровой мельнице при изменении технологических параметров ее работы	4	6
2	Энергосбережение при тепловой обработке вяжущих материалов	Определение предельно допустимого количества ввода выгорающей добавки при ее подаче совместно со шламом во вращающуюся печь мокрого способа производства цемента Расчет изменение температуры вторичного воздуха, расхода топлива и температуры горения факела при снижении теплосодержания вторичного воздуха. Расчет потерь теплосодержания при горении форсуночного топлива и снижение температуры факела при увеличении количества угарного газа в составе сухих продуктов горения.	20	26
3	Энергосбережение	Определение изменения удельного	8	12



	при помоле цемента	расхода электроэнергии на помол в трубной шаровой мельнице при увеличении шлака в составе цемента Определение изменения удельного расхода электроэнергии на помол цемента в тарельчато-валковой мельнице		
4	Использование отходов в производстве силикатных материалов	Расчет изменения теплоты клинкерообразования и состава газов после разложения сырьевых соединений при замене 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

Учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графического задания, целью которых является закрепление практических навыков курса.

Расчетно-графическое задание включает в свою структуру:

- 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.

Примерные 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 выполнение практических задач тестовый контроль

**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	экзамен защита РГЗ выполнение практических задач тестовый контроль

ресурсосбережения производства.	
---------------------------------	--

**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 выполнение практических задач тестовый контроль

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Энергосбережение в технологии цемента	ПК-1	1. Роль оптимизации технологических процессов и работы агрегатов в решении экономии энергоресурсов, повышения качества продукции вяжущих материалов.
2	Энергосбережение при дроблении и помоле сырья	ПК-1	2. Оптимизация грубого измельчения материалов. Подбор типа дробилок и оптимальных схем измельчения в зависимости от характеристики материала. Энергосбережение при эксплуатации щёковых, молотковых, ударно-отражательных, валковых и ударно-валковых 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. 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.

		ПК-2	<p>5. Принцип управления дробильной фабрикой. Последовательность пуска и остановки оборудования, рациональная система блокировки, дистанционное управление.</p> <p>6. 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.</p> <p>7. 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.</p>
3	Энергосбережение при тепловой обработке вяжущих материалов	ПК-2	<p>8. Оптимизация режима работы цементных вращающихся печей. Основной критерий оптимизации. Связь между производительностью, стойкостью футеровки, качеством 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</p>

			<p>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 печей.</p> <p>27. Расчетно-экспериментальный способ определения удельного расхода тепла путем составления теплового баланса и по составу отходящих газов.</p>
4	Энергосбережение при помоле цемента	ПК-2	<p>28. Оптимизация процессов помола цемента, подбор рациональных типов помольных агрегатов, внутримельничных устройств и сепараторов при замкнутой схеме помола.</p> <p>29. Основы управления, оптимизации и автоматизации процессом помола цемента.</p>
5	Использование техногенных отходов в производстве силикатных материалов	ПК-1 ПК-4	<p>30. 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.</p> <p>31. Рациональные способы использования техногенных продуктов при мокром и сухом способах производства.</p> <p>32. Рациональные способы использования печных пылей в производстве цемента и других отраслях промышленности. Способы возврата пыли в различные зоны печи, преимущества и недостатки отдельных способов.</p> <p>33. Возможность использования пыли для производства смешанных и тампонажных цементов, шлако-щелочных вяжущих, дорожного строительства.</p>

## 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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Энергосбережение при дроблении и помоле сырья	ПК-1 ПК-2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные способы производства цемента.</li> <li>2. Принципы энергосбережения в производстве строительных материалов.</li> <li>3. Устройство, принцип работы, область применения помольных агрегатов</li> <li>4. Схемы измельчения сырьевой смеси в зависимости от способа производства цемента</li> <li>5. Энергосбережение при помоле сырьевых компонентов в цементной промышленности</li> <li>6. Схема и параметры работы одновременного помола и сушки сырья.</li> </ol>
2	Энергосбережение при тепловой обработке вяжущих материалов	ПК-2	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Типы тепловых агрегатов для обжига вяжущих материалов, устройство и их работа.</li> <li>8. Эффективность работы теплообменных устройств и влияние на расход топлива</li> <li>9. Основные расходные статьи теплового баланса печи, способы расчета и значения.</li> <li>10. Роль потерь тепла в горячей части печи с учетом работ Эйгена</li> <li>11. Пути экономии топлива при обжиге портландцементного клинкера</li> <li>12. Как обеспечивается рациональное сжигание топлива для формирования обмазки в печи?</li> <li>13. Как достигается выравнивание сопротивления слоя клинкера по ширине решетки?</li> <li>14. Как изменяется расход воздуха через локальный модуль в зависимости от сопротивления слоя клинкера?</li> </ol>
3	Энергосбережение при помоле цемента	ПК-2	<ol style="list-style-type: none"> <li>15. Основные закономерности работы шаровых мельниц.</li> <li>16. Замкнутые схемы помола, типы сепараторов.</li> <li>17. Экономия энергии при помоле цемента.</li> <li>18. Новые помольные агрегаты</li> <li>19. Как зависит размолоспособность клинкера от его фазового состава и температуры обжига?</li> <li>20. В чем заключается принцип интенсификации помола цемента при использовании ПАВ?</li> <li>21. Способы модернизации внутримельничных устройств шаровой трубной мельницы.</li> <li>22. Почему повышенная температура среды в мельнице снижает ее производительность и увеличивает удельный расход электроэнергии?</li> <li>23. Назначение, эффективность и принцип воздействия аспирации на работу мельницы.</li> </ol>
4	Использование отходов в производстве силикатных материалов	ПК-1 ПК-4	<ol style="list-style-type: none"> <li>24. Виды техногенных материалов, используемых при обжиге цементного клинкера.</li> <li>25. Эффективность использования техногенных продуктов в производстве цемента</li> <li>26. По каким статьям теплового баланса печи мокрого</li> </ol>

			<p>способа экономится топливо при подаче немолотого шлака в печь?</p> <p>27. Почему при мокром способе немолотый металлургический шлак подается непосредственно в печь, а не размалывается в мельнице с получением шлама?</p> <p>28. Почему при мокром способе топливосодержащие отходы рекомендуется подавать в мельницу для получения шлама, а при сухом – нельзя направлять в сырьевую смесь?</p> <p>29. Почему и до какой величины ограничивается ввод горючего вещества в шлам?</p>
--	--	--	--

В рамках практической подготовки обучающиеся решают задачи по соответствующим разделам дисциплины.

### **Раздел «Энергосбережение при дроблении и помоле сырья»**

1. Определить минимальный удельный расход электроэнергии при трехстадийном дроблении известняка в щековой, молотковой и ударно-валковой дробилках. Крупность куска до дробления 0,9 м, после заключительного этапа дробления 1,5 см. Подобрать размеры и характеристики агрегатов при оптимальной кратности дробления.

2. Определить удельные затраты электроэнергии на помол известняка в трубной шаровой мельнице при изменении увеличении размера куска материала на входе в ряду 1→2→3→4→6 см. Помол производится в открытом цикле. Размер мельницы Ø3,2x15 м. Удельная поверхность материала на выходе 400 м<sup>2</sup>/кг.

### **Раздел «Энергосбережение при тепловой обработке вяжущих материалов»**

3. Рассчитать предельно допустимое количество ввода выгорающей добавки при ее подаче совместно со шламом на вращающейся печи мокрого способа производства. Принять допущенное о том, что весь присутствующий в составе сырьевой смеси CaO связан в CaCO<sub>3</sub>; MgCO<sub>3</sub> отсутствует, глинистый компонент представлен в виде каолинита AS<sub>2</sub>H<sub>2</sub>; железистый компонент в виде Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. При необходимости скорректировать состав Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> или SiO<sub>2</sub>. Пылеуносом пренебречь. Минералогический состав клинкера представлен C<sub>3</sub>S=62 %, C<sub>2</sub>S=18 %, C<sub>3</sub>A=8 %, C<sub>4</sub>AF=12 %. Топливо: метан, коэффициент избытка воздуха 1,1; расход топлива 210 кут. Тепловая установка – печь Ø4,5x170 м. Температуры вторичного воздуха и отходящих газов 450 и 200 °С соответственно.

4. Рассчитать изменение температуры вторичного воздуха, изменение расхода топлива и температуры горения факела при снижении теплосодержания вторичного воздуха в ряду 1100 →850→600→350 кДж/кг.кл. Теплосодержанию вторичного воздуха 1100 кДж/кг кл. соответствует расход топлива 215кут. Данные по составу сырьевой смеси и тепловому агрегату принять согласно задаче 3.

5. Рассчитать потери теплосодержания при горении форсуночного топлива и снижение температуры факела при увеличении количества угарного газа (CO) в составе сухих продуктов горения в ряду 0→1→3→5 %. В качестве форсуночного топлива принять следующие варианты: C<sup>p</sup>= 100 % и CH<sub>4</sub>= 100 %.

### **Раздел «Энергосбережение при помолу цемента»**

6. Определить изменение удельного расхода электроэнергии на помол в трубной шаровой мельнице  $\varnothing 2,6 \times 13$  м, работающей по открытому циклу, при увеличении шлака в составе цемента в ряду  $0 \rightarrow 10 \rightarrow 20 \rightarrow 30 \rightarrow 40$  %. Минералогический состав клинкера представлен  $C_3S=64$  %,  $C_2S=13$  %,  $C_3A=6$  %,  $C_4AF=17$  %. Размер куска материала, подаваемого в мельницу, равен 2,5 см. Удельная поверхность получаемого цемента составляет  $350 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

7. Определить удельный расход электроэнергии на помол цемента в тарельчато-валковой мельнице с диаметром тарелки 2,3 м. характеристики измельчаемого материала принять согласно задаче 6.

### Раздел «Использование отходов в производстве силикатных материалов»

8. Рассчитать изменение теоретического эффекта клинкерообразования и состав газов после разложения сырьевых соединений при замене компонентов  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{AS}_2\text{H}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  на  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{SiO}_2$  и  $\text{FeCO}_3$ . Минералогический состав клинкера представлен  $C_3S=58$  %,  $C_2S=22$  %,  $C_3A=7$  %,  $C_4AF=13$  %.

**Тестирование** осуществляется после прохождения разделов дисциплины. На тестирование отводится 20 минут.

<b>Компетенция ПК-1</b> Способен планировать и подготавливать технологический процесс производства цемента и других вяжущих материалов с учетом свойств используемых сырьевых компонентов с применением цифровых технологий.	
1.	Какие из представленных материалов могут применяться для составления кондиционного состава сырьевой смеси, ориентированной на получение портландцемента а) Известняк б) Ангидрит в) Доменный шлак г) Зола ТЭС
2.	Первичное дробление мела с влажностью 25 % может быть произведено в: а) Щековой дробилке б) Валково-зубчатой дробилке в) Однороторной молотковой дробилке г) Однороторной ударно-отражательной дробилке
3.	Наиболее эффективным питателем дробилки для удаления пластичной глины является: а) Пластинчатый питатель б) Колосниковый питатель в) Валково-эллипсный питатель
4.	Остаток на сите №008 для твердого форсуночного топлива находится в пределах: а) 1,5-2,0 % б) 5,0-7,0 % в) 10,0-15,0 % г) 20,0-25,0 %
5.	Применение разжижителем шлама способно обеспечить: а) Снижение общей влажности шлама б) Увеличение общей влажности шлама в) Изменение минералогического состава, получаемого клинкера г) Сокращение зоны спекания во вращающейся печи
6.	Помол цемента, содержащего в составе до 20 % шлака, способно: а) Улучшить помол клинкера б) Ухудшить помол клинкера в) Не окажет никакого влияния



7.	Возможно ли использовать пыль из электрофильтров во вращающуюся печь: а) Возможно посредством ее вдувания с горячего конца печи б) Возможно посредством обжига пыли в отдельной печи в) Невозможно
8.	Обмазка в зоне спекания вращающейся печи: а) Снижает тепловые потери через корпус печи б) Препятствует образованию клинкера в) Обеспечивает сохранность огнеупорного кирпича
9.	Увеличение количества FeO в составе сырьевой смеси способно в окислительных условиях вращающейся печи при обжиге обеспечить а) Поглощение теплоты б) Выделение теплоты в) Формирование элементарного Fe
10.	Образование белита завершается в основном в зоне: а) кальцинирования; б) экзотермических реакций; в) спекания

<b>Компетенция ПК-2</b> Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности.	
1.	Одним из назначений цепного теплообменника во вращающейся печи мокрого способа производства является: а) Доизмельчение обжигаемого материала б) Доусреднение обжигаемого материала в) Снижение расхода топлива на обжиг г) Правильного ответа не представлено
2.	1. Наибольшие теоретические затраты тепла при получении клинкера составляет: а) дегидратация; б) декарбонизация; в) спекание
3.	Увеличение КПД клинкерного охладителя может обеспечить: а) Снижение расхода топлива на обжиг клинкера б) Увеличение расхода топлива на обжиг клинкера
4.	Образования колец и настывлей в тепловых агрегатах при обжиге клинкера а) Улучшают теплообмен в системе б) Ухудшают теплообмен в системе в) Не оказывают влияния на теплообмен в системе
5.	Основной вывод положения Эйгена-Классена: а) Общая экономия тепла равна экономии тепла в холодной части печи, умноженной на коэффициент теплопотерь б) Общая экономия тепла равна экономии тепла в горячей и холодной части печи, умноженной на коэффициент теплопотерь в) Общая экономия тепла равна экономии тепла в горячей части печи, умноженной на коэффициент теплопотерь г) Общая экономия тепла равна экономии тепла в горячей части печи
6.	Обеспечение одновременного процесса сушки и измельчения сырьевой смеси с 20% влажностью возможно в: а) Шаровой мельнице б) Тарельчато-валковой мельнице в) Щековой дробилке г) Конусной дробилке
7.	Как повлияет увеличение размера материала, загружаемого в трубную шаровую мельницу, на удельный расход электроэнергии на помол а) Увеличит его

	б) Уменьшит его в) Не повлияет
8.	Применение объединенной системы помола цемента, в которую входят роллер-пресс и шаровая мельница), по сравнению с помолом только в шаровой мельнице, позволит: а) Снизить удельные энергозатраты на помол б) Увеличит удельные энергозатраты на помол в) Не окажет никакого влияния
9.	Оказывает ли влияние температура в шаровой мельнице на ее производительность а) Оказывает б) Не оказывает
10.	Увеличение количества межкамерных перегородок во внутримельничном пространстве шаровой мельницы будет способствовать а) Увеличению сопротивления движения аспирационного воздуха б) Снижению сопротивления движения аспирационного воздуха в) Увеличит максимально возможную массу загружаемых мелющих тел г) Увеличению средней скорости движения аспирационного воздуха в мельнице

<b>Компетенция ПК-4</b> Способен осуществлять организационное обеспечение деятельности в области обращения с отходами при производстве вяжущих материалов и изделий на их основе.	
1.	Какие техногенные материалы могут быть использованы для замены природных сырьевых компонентов в составе сырьевой смеси для производства цемента а) Зола ТЭС б) Лигнин в) Доменные шлаки г) ПАВЫ
2.	Какие топливосодержащие отходы применяют для замены форсуночного топлива: а) Древесная щепа б) Сортированные твердые бытовые отходы в) Шлаки
3.	Как повлияет применение минеральных отходов на величину теплового эффекта клинкерообразования а) Увеличит его б) Уменьшит его в) Сначала увеличит, а потом уменьшит г) Не повлияет
4.	Вследствие чего ограничивается предельное количество ввода топливосодержащих отходов в шлам на вращающейся печи мокрого способа производства цемента а) Вследствие увеличения массы обжигаемого материала б) Вследствие увеличения скорости движения газового потока в) Вследствие снижения температуры в зоне спекания г) Вследствие увеличения потерь через корпус печи
5.	Какое предельное содержание топливосодержащего отхода может вводиться в шлам а) 5 % б) 10 % в) 3 % г) 0,5 %
6.	Как изменится размоловоспособность клинкера при введении выгорающих добавок в шлам? а) Увеличится б) Уменьшится в) Не изменится
7.	По какому оксиду следует оценивать эффективность применения минеральных отходов а) По CaO б) По SiO <sub>2</sub> в) По Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

	г) По $Al_2O_3$
8.	По каким статьям теплового баланса печи мокрого способа экономится топливо при подаче немолотого шлака? а) ТЭК б) Испарение воды в) Потери с отходящими газами г) Потери с клинкером, выходящим из печи
9.	Как рекомендуется использовать горючие отходы при сухом способе производства портландцемента а) Подавать вместе с сырьевой мукой в газоход между I и II ступенью теплообменника б) Подавать в клинкерный охладитель в) Подавать в зону горения печи и в декарбонизатор г) Все варианты неверны
10.	Кристаллизация стеклообразных гранулированных шлаков при обжиге клинкера будет сопровождаться а) Выделением тепла б) Поглощением тепла в) Поглощением и выделением тепла

#### 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
<b>Компетенция ПК-1</b> Способен планировать и подготавливать технологический процесс производства цемента и других вяжущих материалов с учетом свойств используемых сырьевых компонентов с применением цифровых технологий ( <b>ПК-1.3</b> ).	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание влияния физико-химических свойств сырьевых материалов и техногенных отходов на затраты тепловой и электрической энергии при производстве цемента.
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретация знаний
Умения	Умение осуществлять подбор технологической схемы производства и оборудования, основываясь на характеристиках сырьевой базы и требованиях к качеству производимой продукции.
Навыки	Владение основными методами расчета затрат топлива и электроэнергии при производстве цемента.
<b>Компетенция ПК-2</b> Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности ( <b>ПК-2.8</b> ).	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание методов оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента.
	Знание основных методов, приемов и направлений энерго- и ресурсосбережения в производстве вяжущих и композиционных материалов.
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретация знаний

Умения	Умение осуществлять выбор способа реализации приемов энерго- и ресурсосбережения с учетом особенностей производства, сырьевой базы, климатических условий.
Навыки	Владение методами оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента.
	Владение методами разработки мероприятий, направленных на повышение энерго- и ресурсосбережение производства.
<b>Компетенция ПК-4</b> Способен осуществлять организационное обеспечение деятельности в области обращения с отходами при производстве вяжущих материалов и изделий на их основе (ПК-4.2).	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание требований и экологических ограничений к техногенному сырью и альтернативным видам топлива, применяемым в технологии производства цемента.
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретация знаний
Умения	Умение разрабатывать технологические решения по применению вторичного сырья для сокращения экологического воздействия на окружающую среду.
Навыки	Владение основными методами расчета вредных выбросов при использовании техногенных материалов в технологии производства цемента.

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

**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

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	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание влияния физико-химических свойств сырьевых материалов и техногенных отходов на затраты тепловой и электрической энергии при производстве	Не знает влияния физико-химических свойств сырьевых материалов и техногенных отходов на затраты тепловой и электрической	Имеет представление о влиянии физико-химических свойств сырьевых материалов и техногенных отходов на затраты тепловой и	Хорошо представляет влияние физико-химических свойств сырьевых материалов и техногенных отходов на затраты тепловой и электрической энергии при	Разбирается в современных представлениях о влиянии физико-химических свойств сырьевых материалов и техногенных отходов на

цемента.	энергии при производстве цемента.	электрической энергии при производстве цемента.	производстве цемента.	затраты тепловой и электрической энергии при производстве цемента.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деалей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Ответы на вопросы не 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.	Излагает знания с нарушениями логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности самостоятельно их интерпретируя и анализируя

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение осуществлять подбор технологической схемы производства и оборудования, основываясь на характеристиках сырьевой базы и требованиях к качеству производимой продукции.	Не умеет осуществлять подбор технологической схемы производства и оборудования, основываясь на характеристиках сырьевой базы и требованиях к качеству производимой продукции.	Осуществляет подбор технологической схемы производства и оборудования, основываясь на характеристиках сырьевой базы и требованиях к качеству производимой продукции, но делает это при значительной сторонней	Самостоятельно осуществляет подбор технологической схемы производства и оборудования, основываясь на характеристиках сырьевой базы и требованиях к качеству производимой продукции, но допускает некоторые	Самостоятельно осуществляет подбор технологической схемы производства и оборудования, основываясь на характеристиках сырьевой базы и требованиях к качеству производимой продукции

		помощи.	неточности	
--	--	---------	------------	--

**Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение основными методами расчета затрат топлива и электроэнергии при производстве цемента.	Не владеет основными методами расчета затрат топлива и электроэнергии при производстве цемента.	Владеет основными методами расчета затрат топлива и электроэнергии при производстве цемента, но допускает ошибки влияющие на результат вычислений.	Владеет основными методами расчета затрат топлива и электроэнергии при производстве цемента, но допускает не влияющие на результат ошибки.	Владеет основными методами расчета затрат топлива и электроэнергии при производстве цемента

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

**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	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание методов оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента	Не знает методов оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента	Знает методы оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента, но допускает ошибки в их изложении	Знает методы оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента, но допускает неточности в их изложении	Знает методы оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента

Знание основных методов, приемов и направлений энерго- и ресурсосбережения в производстве вяжущих и композиционных материалов.	Не знает основные методы, приемы и направления энерго- и ресурсосбережения в производстве вяжущих и композиционных материалов	Знает основные методы, приемы и направления энерго- и ресурсосбережения в производстве вяжущих и композиционных материалов, но допускает ошибки в их изложении	Знает основные методы, приемы и направления энерго- и ресурсосбережения в производстве вяжущих и композиционных материалов, но допускает неточности в их изложении	Знает основные методы, приемы и направления энерго- и ресурсосбережения в производстве вяжущих и композиционных материалов
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деалей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Ответы на вопросы неполные	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.	Излагает знания с нарушениями логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности самостоятельно их интерпретируя и анализируя

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение осуществлять выбор способа реализации приемов энерго- и ресурсосбережения с учетом особенностей производства, сырьевой базы, климатических условий.	Не умеет осуществлять выбор способа реализации приемов энерго- и ресурсосбережения с учетом особенностей производства, сырьевой базы, климатических условий.	Осуществляет выбор способа реализации приемов энерго- и ресурсосбережения с учетом особенностей производства, сырьевой базы, климатических условий, но делает это при значительной	Осуществляет выбор способа реализации приемов энерго- и ресурсосбережения с учетом особенностей производства, сырьевой базы, климатических условий, но допускает некоторые неточности	Осуществляет выбор способа реализации приемов энерго- и ресурсосбережения с учетом особенностей производства, сырьевой базы, климатических условий

		сторонней помощи.		
--	--	-------------------	--	--

**Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение методами оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента	Не владеет методами оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента	Владеет основными методами оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента, но допускает ошибки влияющие на результат вычислений.	Владеет методами оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента, но допускает не влияющие на результат ошибки.	Владеет методами оценки материальных и энергетических ресурсов при производстве цемента
Владение методами разработки мероприятий, направленных на повышение энерго- и ресурсосбережение производства	Не владеет методами разработки мероприятий, направленных на повышение энерго- и ресурсосбережение производства	Владеет основными методами разработки мероприятий, направленных на повышение энерго- и ресурсосбережение производства, но допускает ошибки, влияющие на результат вычислений.	Владеет методами разработки мероприятий, направленных на повышение энерго- и ресурсосбережение производства, но допускает не влияющие на результат ошибки.	Владеет методами разработки мероприятий, направленных на повышение энерго- и ресурсосбережение производства

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

**Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает термины, определения и понятия	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно



Знание требований и экологических ограничений к техногенному сырью и альтернативным видам топлива, применяемым в технологии производства цемента	Не знает требования и экологические ограничения к техногенному сырью и альтернативным видам топлива, применяемым в технологии производства цемента	Знает требования и экологические ограничения к техногенному сырью и альтернативным видам топлива, применяемым в технологии производства цемента, но допускает ошибки в их изложении	Знает требования и экологические ограничения к техногенному сырью и альтернативным видам топлива, применяемым в технологии производства цемента, но допускает неточности в их изложении	Знает требования и экологические ограничения к техногенному сырью и альтернативным видам топлива, применяемым в технологии производства цемента
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деалей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Ответы на вопросы не 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.	Излагает знания с нарушениями логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности самостоятельно их интерпретируя и анализируя

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение разрабатывать технологические решения по применению вторичного сырья для сокращения экологического воздействия на окружающую среду.	Не умеет разрабатывать технологические решения по применению вторичного сырья для сокращения экологического воздействия на окружающую среду.	Разрабатывает технологические решения по применению вторичного сырья для сокращения экологического воздействия на окружающую среду, но делает это при	Разрабатывает технологические решения по применению вторичного сырья для сокращения экологического воздействия на окружающую среду, но допускает некоторые	Разрабатывает технологические решения по применению вторичного сырья для сокращения экологического воздействия на окружающую среду

		значительной сторонней помощи.	неточности	
--	--	--------------------------------------	------------	--

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение основными методами расчета вредных выбросов при использовании техногенных материалов в технологии производства цемента	Не владеет основными методами расчета вредных выбросов при использовании техногенных материалов в технологии производства цемента	Владеет основными методами расчета вредных выбросов при использовании техногенных материалов в технологии производства цемента, но допускает ошибки, влияющие на результат вычислений.	Владеет основными методами расчета вредных выбросов при использовании техногенных материалов в технологии производства цемента, но допускает не влияющие на результат ошибки.	Владеет основными методами расчета вредных выбросов при использовании техногенных материалов в технологии производства цемента

## 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	Программы для расчета состава сырьевых смесей, теплового баланса печных агрегатов, система автоматизированного проектирования AutoCAD
2.	Компьютерный класс кафедры ТЦКМ	Тренажерный комплекс Simulex
3.	Учебная аудитория	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	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
5.	Читальный зал учебной литературы, здание библиотеки	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 Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. – Красноярск: Стройиздат,

1994. – 322 с.

8 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 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](http://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](http://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).