

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

СОГЛАСОВАНО  
Директор института ИМ  
  
И.В. Ярмоленко  
« 17 » мая 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института ХТИ  
  
Р.Н. Ястребинский  
« 17 » мая 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Эффективность использования техногенных материалов в химической  
технологии

Направление подготовки:

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

Направленность программы:

Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в  
химической технологии вяжущих материалов

Квалификация

магистр

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 - магистратура по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г., № 909
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент  (А.А. Гребенюк)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

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
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-3. Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать технологическое оборудование и оснастку	ОПК-3.1. Разрабатывает нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основные методы, приемы и направления эффективного потребления материалов, заготовок, топлива и электроэнергии.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии с учетом особенностей производства, сырьевой базы, климатических условий и возможностей использования вторичных и техногенных ресурсов.</p> <p><b>Владеть:</b> методами расчета расхода материалов, заготовок, топлива и электроэнергии для обеспечения необходимых производственных мощностей предприятий химической отрасли.</p>
		ОПК-3.2. Разрабатывает технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> экологические требования к применяемым техногенным материалам и альтернативным видам топлива, а также особенности применения систем обеспечения экологической безопасности, используемым в химической технологии строительных материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать технологию утилизации техногенных материалов различного происхождения, обеспечивать комплекс мер, способствующих снижению негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и самого человека с целью обеспечения экологической безопасности на предприятиях по производству строительных материалов.</p> <p><b>Владеть:</b> способами и методами экологической оценки</p>

			технологической линии производства различных видов строительных материалов.
		ОПК-3.3. Ведет контроль параметров технологического процесса	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> закономерности протекания технологических процессов получения полупродуктов и продуктов производственного цикла.</p> <p><b>Уметь:</b> вести контроль параметров технологического процесса, решать производственные задачи по совершенствованию технологических процессов, обеспечивать оптимальные условия эксплуатации оборудования и проверять его состояние.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками управления технологическим процессом с учетом требований регламента.</p>
		ОПК-3.4. Выбирает оборудование и технологическую оснастку для повышения эффективности технологического процесса	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> отличительные особенности отечественного и иностранного оборудования, основные теплотехнические показатели эффективности их работы, законы теплообмена и аэродинамики и их применение для эффективной работы теплового оборудования, влияние физико-химических свойств материалов на технологический режим производства качественного полупродукта и продукта.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить анализ работы оборудования, разрабатывать оптимальные режимные параметры его работы, определять причины нарушения эксплуатационных параметров, производить выбор энергоэффективного оборудования с целью снижения экономических издержек на производстве.</p> <p><b>Владеть:</b> методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета для обеспечения эффективной работы оборудования химической промышленности.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция \_ОПК-3.** Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать технологическое оборудование и оснастку.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Эффективность использования техногенных материалов в химической технологии
2	Защита окружающей среды и экологическая безопасность на предприятиях.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	73	73
лекции	34	34
лабораторные	—	—
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	143	143
Курсовой проект	—	—
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание	—	—
Индивидуальное домашнее задание	—	—
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	71	71
Экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 1 Семестр 1

№ 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. Исторический обзор становления химической промышленности, сложившиеся проблемы и направления их дальнейшего решения.					
	Современное состояние химико-технологической промышленности, материально-сырьевой и энергетических баз, используемых ею. Запасы техногенных материальных ресурсов и темпы их формирования. Основные направления использования техногенных материалов в химической технологии.	2	—	—	2
2. Образование материалов техногенного происхождения и их классификация.					
	Классификация отходов. Объемы образования отходов в промышленности. Ресурсосберегающие технологические процессы. Комплексное использование сырья и материалов в условиях территориально-промышленных комплексов. Зарубежный опыт рационального использования вторичных материальных ресурсов. Возможности и пределы утилизации отходов. Стандарты в сфере обращения с отходами: термины и определения, требования к технологиям обращения с отходами.	4	3	—	7
3. Эффективность использования материалов техногенного происхождения в химической технологии.					
	Выбор направления использования промышленных отходов. Основные параметры, характеризующие техногенные отходы. Уровни оценки промышленных отходов по различным критериям с учетом основных параметров.	4	4	—	8
4. Комплексное использование металлургических шлаков в производстве строительных материалов.					
	Классификация шлаков. Характеристика и состав шлаков. Пути рационального использования шлаков. Виды материалов, получаемых на основе металлургических шлаков.	2	3		5
5. Образование золошлаковых отходов и пути их рационального использования в химической технологии.					
	Характеристика золы и золошлаковых отходов. Области применения золошлаковых отходов. Материалы, получаемые на основе золошлаковых отходов, и особенности их производства. Пуццолановые реакции при твердении и наборе	1	3		5

	прочности вяжущих материалов с применением золошлаковых отходов.				
6. Гипсовые попутные промышленные отходы и их применение.					
	Классификация гипсовых отходов, области их образования. Направления по использованию гипсовых отходов в промышленности строительных материалов.	1	1		3
7. Использование горючих техногенных отходов в химической технологии.					
	Альтернативные виды топлива применяемые в химической технологии. Объемы используемых вторичных видов топлива и экологическая оценка их применения. Подготовка топливосодержащих техногенных отходов. Способы сжигания вторичных видов топлива.	2	2		5
8. Применение техногенных отходов в технологии производства вяжущих материалов и изделий на их основе.					
	Особенности применения техногенных материалов в технологии производства цемента при сухом и мокром способах. Эффективность применения отходов в качестве компонента сырьевой смеси для получения клинкера и в качестве компонента цементов, добавляемого при их помоле. Эффективность применения техногенных отходов, в которых присутствует выгорающая составляющая. Организация технологического процесса использования горючих техногенных материалов на мокром и сухом способах производства цемента.	4	4		8
9. Характеристика сырьевой смеси и предъявляемые к ней требования для получения вяжущих материалов кондиционного состава.					
	Состав компонентов по основным оксидам. Минералогический состав сырьевых компонентов и техногенных материалов и его влияние на ресурсосбережение и окружающую среду. Влияние примесных соединений на физико-химические процессы обжига, качество получаемого клинкера и цемента на его основе. Применение байпасных систем в тепловых установках для сокращения в них количества нежелательных примесных составляющих.	2	2		4
10. Разработка составов вяжущих материалов с применением техногенных отходов.					
	Классификация цементов и поиск новых видов вяжущих материалов. Характерные химические реакции при твердении вяжущих веществ. Кислотно-основные взаимодействия при твердении цементов, теории кислотно-основного взаимодействия. Выделяемые задачи химии вяжущих веществ. Специальные виды цементов. Применение техногенных материалов в качестве сырьевого компонента для получения специальных составов вяжущих материалов. Особенности проектирования технологической линии производства вяжущих материалов специального назначения при использовании техногенных материалов.	4	4		8
11. Оборудование для усреднения и гомогенизации сырьевых смесей при использовании					

техногенных материалов.					
	Корректировка и усреднение состава сырьевой смеси при мокром способе подготовки: возможные способы корректировки, оборудование, контрольно-измерительные устройства. Корректировка и усреднение сырьевой смеси при сухом способе подготовки. Оборудование усреднительных складов. Устройство усреднительных складов продольной и округлой формы. Степень усреднения компонентов при использовании данного оборудования. Гомогенизация сырьевых смесей. Применение многоярусных силосов при сухом способе производства. Поточное корректирование сырьевых смесей.	2	2	—	4
12. Горелочные устройства и форсунки для сжигания альтернативных видов топлива.					
	Виды технологического топлива и его использование. Горелочные устройства и форсунки для сжигания отдельных видов топлива. Многоканальные горелочные устройства. Применение камер сгорания при использовании низкокалорийных и альтернативных видов топлива.	2	2	—	4
13. Ресурсосберегающее оборудование для измельчения техногенных материалов, сырьевых смесей и готовой продукции.					
	Основные закономерности работы шаровых мельниц. Измельчение сырьевых материалов по мокрому и сухому способу производства. Сушка сырьевых материалов, совмещение процесса сушки и тонкого измельчения материалов. Применение вертикальных тарельчато-валковых мельниц и пресс-валковых измельчителей. Интенсификация помола цемента путем применения сепараторов. Новые современные агрегаты для помола цемента.	2	4	—	6
14. Обеспечение безопасности при работе с техногенными отходами и способы снижения их вредного влияния.					
	Обеспечение безопасности рабочего персонала при работе с техногенными материалами. Оптимальный и экологичный вариант использования техногенных отходов. Цементная промышленность как обязательный участник услуг по распоряжению отходами. Основы реализации технологии использования топлива из отходов на цементном заводе. Составление графика отгрузки отходов.	2	—	—	2
	ВСЕГО	34	34	—	71

#### 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 № 1				
1	Образование	Определение количества образуемых	3	3

	материалов техногенного происхождения и их классификация.	цементной промышленностью выбросов загрязняющих веществ при обжиге клинкера.		
2	Эффективность использования материалов техногенного происхождения в химической технологии.	Оценка возможности получения вяжущих материалов разработанного состава в технологическом процессе производства. Установление предельно допустимого количества использования техногенных отходов в технологическом цикле.	4	4
3	Комплексное использование металлургических шлаков в производстве строительных материалов.	Разработка состава сырьевой смеси для производства портландцементного клинкера заданного минералогического состава при использовании металлургических шлаков. Определение изменения температуры диссоциации карбонатного компонента при его замене на шлак заданного минералогического состава.	3	3
4	Образование золошлаковых отходов и пути их рационального использования в химической технологии.	Определение максимально допустимое количество золы, образованной от сжигания альтернативного топлива, для использования в качестве сырьевого компонента при производстве портландцементного клинкера. Установление предельного допустимого количества золы при ее использовании в качестве сырьевого компонента из запасов известного объема для бесперебойной работы тепловой установки заданной производительности.	3	4
5	Гипсовые попутные промышленные отходы и их применение.	Расчет количества гипса, получаемого посредством переработки отходов химической промышленности.	1	2
6	Использование горючих техногенных отходов в химической технологии.	Вычислить расход альтернативного топлива и количество воздуха разбавления для производства строительного гипса во вращающейся печи.	2	3
7	Применение техногенных отходов в технологии производства вяжущих материалов и изделий на их основе.	Расчет допустимого количества ввода выгорающей добавки при ее подаче совместно со шламом во вращающуюся печь при мокром способе производства цемента.	4	4
8	Характеристика сырьевой смеси и	Произвести расчет снижения концентрации щелочей при изменении	2	2

	предъявляемые к ней требования для получения вяжущих материалов кондиционного состава.	количества отобранного газового потока из тепловой установки в байпасную систему.		
9	Разработка составов вяжущих материалов с применением техногенных отходов.	Расчет изменения теплоты клинкерообразования и состава отходящих газов при получении специальных видов вяжущих материалов. Расчет температуры, при которой термодинамически возможен синтез специальных вяжущих материалов.	4	4
10	Оборудование для усреднения и гомогенизации сырьевых смесей при использовании техногенных материалов.	Расчет необходимых объемов смешения двух шламов для получения готового шлама кондиционного состава. Произвести корректировку состава сырьевой смеси, рассчитанной на получение портландцементного клинкера заданного минералогического состава, посредством применения необходимых модульных характеристик.	2	2
11	Горелочные устройства и форсунки для сжигания альтернативных видов топлива.	Расчет концентрационных пределов и длины газового факела при сгорании альтернативного форсуночного топлива	2	2
12	Ресурсосберегающее оборудование для измельчения техногенных материалов, сырьевых смесей и готовой продукции.	Расчет производительности помольного оборудования и его удельного расхода электроэнергии при использовании в качестве компонента техногенных материалов. Осуществить подбор мелющих тел в измельчающей загрузке для трубной шаровой мельницы для эффективного процесса измельчения.	4	4
ИТОГО:			34	37
ВСЕГО:				37

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

В процессе изучения данной дисциплины студент должен выполнить курсовую работу на тему «Разработка технологии производства строительных материалов с применением техногенных отходов»:

- при замене исходных компонентов в составе сырьевой смеси / вяжущего материала на техногенный отход;
- разработка состава вяжущих материалов специального назначения при использовании техногенных материалов;
- разработка эффективной технологии использования топливосодержащих техногенных материалов в качестве заменителей основных видов топлива при производстве строительных материалов;
- адаптация основного технологического оборудования / установка дополнительного оборудования при внедрении в производство техногенных материалов;
- изменение химического или минералогического состава сырья и выпускаемой продукции при использовании отходов.

#### **4.4.1. Содержание курсового проекта.**

1. Введение.
2. Классификация техногенных материалов и полезных ископаемых.
3. Характеристика отходов.
4. Способы внедрения техногенных материалов в химической технологии.
5. Использование техногенных материалов в технологии производства строительных материалов.
6. Разработка состава сырьевых смесей / вяжущих материалов при использовании в качестве ключевого компонента отходов.
7. Расчет материального / теплового балансов и аэродинамического режима работы теплового / помольного / смесительного оборудования.
8. Параметры работы основного технологического оборудования при использовании в технологическом процессе техногенных материалов
9. Расчет расхода топлива и параметров теплообмена при использовании в технологическом процессе техногенных материалов.
10. Заключение (Выводы по оценке эффективности использования техногенных материалов в технологическом процессе производства).

Общий объем составляет 20-25 стр. машинописного текста.

В процессе выполнения курсовой работы осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Утверждаются исходные данные применяемых сырьевых материалов, оговариваются параметры работы технологического оборудования, необходимые для расчета материального и /или теплового балансов, а также проведения вычислений аэродинамического режима и теплообменных процессов при его работе. Консультации проводятся в аудитории, или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

#### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

Не предусмотрено учебным планом.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция** ОПК-3. Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать технологическое оборудование и оснастку

*(код и формулировка компетенции)*

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-3.1. Разрабатывает нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	<i>экзамен защита курсовой работы контроль выполнения практических задач</i>
ОПК-3.2. Разрабатывает технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности	<i>экзамен защита курсовой работы контроль выполнения практических задач</i>
ОПК-3.3. Ведет контроль параметров технологического процесса	<i>экзамен защита курсовой работы контроль выполнения практических задач</i>
ОПК-3.4. Выбирает оборудование и технологическую оснастку для повышения эффективности технологического процесса	<i>экзамен защита курсовой работы контроль выполнения практических задач</i>

### 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.	Исторический обзор становления химической промышленности, сложившиеся проблемы и направления их дальнейшего решения.	1. Современное состояние химико-технологической промышленности, материально-сырьевой и энергетических баз, используемых ею. 2. Запасы техногенных материальных ресурсов и темпы их формирования. 3. Основные направления использования техногенных материалов в химической технологии.
2.	Образование материалов техногенного происхождения и их	4. Классификация отходов. Объемы образования отходов в промышленности. Ресурсосберегающие технологические процессы.

	классификация.	<p>5. Комплексное использование сырья и материалов в условиях территориально-промышленных комплексов. Зарубежный опыт рационального использования вторичных материальных ресурсов.</p> <p>6. Возможности и пределы утилизации отходов. Стандарты в сфере обращения с отходами: термины и определения, требования к технологиям обращения с отходами.</p>
3.	Эффективность использования материалов техногенного происхождения в химической технологии.	<p>7. Выбор направления использования промышленных отходов. Основные параметры, характеризующие техногенные отходы.</p> <p>8. Уровни оценки промышленных отходов по различным критериям с учетом основных параметров.</p>
4.	Комплексное использование металлургических шлаков в производстве строительных материалов.	<p>9. Классификация шлаков. Характеристика и состав шлаков.</p> <p>10. Пути рационального использования шлаков. Виды материалов, получаемых на основе металлургических шлаков.</p>
5.	Образование золошлаковых отходов и пути их рационального использования в химической технологии.	<p>11. Характеристика золы и золошлаковых отходов. Области применения золошлаковых отходов.</p> <p>12. Материалы, получаемые на основе золошлаковых отходов, и особенности их производства.</p> <p>13. Пуццолановые реакции при твердении и наборе прочности вяжущих материалов с применением золошлаковых отходов.</p>
6.	Гипсовые попутные промышленные отходы и их применение.	<p>14. Классификация гипсовых отходов, области их образования.</p> <p>15. Направления по использованию гипсовых отходов в промышленности строительных материалов.</p>
7.	Использование горючих техногенных отходов в химической технологии.	<p>16. Альтернативные виды топлива применяемые в химической технологии. Объемы используемых вторичных видов топлива и экологическая оценка их применения.</p> <p>17. Подготовка топливосодержащих техногенных отходов. Способы сжигания вторичных видов топлива.</p>
8.	Применение техногенных отходов в технологии производства вяжущих материалов и изделий на их основе.	<p>18. Особенности применения техногенных материалов в технологии производства цемента при сухом и мокрому способам.</p> <p>19. Эффективность применения отходов в качестве компонента сырьевой смеси для получения клинкера и в качестве компонента цементов, добавляемого при их помоле.</p> <p>20. Эффективность применения техногенных отходов, в которых присутствует выгорающая составляющая.</p> <p>21. Организация технологического процесса использования горючих техногенных материалов на мокрому и сухом способах производства цемента.</p>
9.	Характеристика сырьевой смеси и предъявляемые к ней требования для получения вяжущих материалов	<p>22. Состав компонентов по основным оксидам. Минералогический состав сырьевых компонентов и техногенных материалов и его влияние на ресурсосбережение и окружающую среду.</p> <p>23. Влияние примесных соединений на физико-химические процессы обжига, качество получаемого</p>

	кондиционного состава.	<p>клинкера и цемента на его основе.</p> <p>24. Применение байпасных систем в тепловых установках для сокращения в них количества нежелательных примесных составляющих.</p>
10.	Разработка составов вяжущих материалов с применением техногенных отходов.	<p>25. Классификация цементов и поиск новых видов вяжущих материалов. Характерные химические реакции при твердении вяжущих веществ.</p> <p>26. Кислотно-основные взаимодействия при твердении цементов, теории кислотно-основного взаимодействия. Выделяемые задачи химии вяжущих веществ.</p> <p>27. Специальные виды цементов. Применение техногенных материалов в качестве сырьевого компонента для получения специальных составов вяжущих материалов.</p> <p>28. Особенности проектирования технологической линии производства вяжущих материалов специального назначения при использовании техногенных материалов.</p>
11.	Оборудование для усреднения и гомогенизации сырьевых смесей при использовании техногенных материалов.	<p>29. Корректировка и усреднение состава сырьевой смеси при мокром способе подготовки: возможные способы корректировки, оборудование, контрольно-измерительные устройства.</p> <p>30. Корректировка и усреднение сырьевой смеси при сухом способе подготовки. Оборудование усреднительных складов. Устройство усреднительных складов продольной и округлой формы. Степень усреднения компонентов при использовании данного оборудования.</p> <p>31. Гомогенизация сырьевых смесей. Применение многоярусных силосов при сухом способе производства. Поточное корректирование сырьевых смесей.</p>
12.	Горелочные устройства и форсунки для сжигания альтернативных видов топлива.	<p>32. Виды технологического топлива и его использование. Горелочные устройства и форсунки для сжигания отдельных видов топлива.</p> <p>33. Многоканальные горелочные устройства. Применение камер сгорания при использовании низкокалорийных и альтернативных видов топлива.</p>
13.	Ресурсосберегающее оборудование для измельчения техногенных материалов, сырьевых смесей и готовой продукции.	<p>34. Основные закономерности работы шаровых мельниц. Измельчение материалов по мокрому и сухому способу производства.</p> <p>35. Сушка сырьевых материалов, совмещение процесса сушки и тонкого измельчения материалов.</p> <p>36. Применение вертикальных тарельчато-валковых мельниц и пресс-валковых измельчителей. Интенсификация процесса помола путем применения сепараторов. Новые современные агрегаты для помола.</p>
14.	Обеспечение безопасности при работе с техногенными отходами и способы снижения их вредного влияния.	<p>37. Обеспечение безопасности рабочего персонала при работе с техногенными материалами.</p> <p>38. Оптимальный и экологичный вариант использования техногенных отходов. Цементная промышленность как обязательный участник услуг по распоряжению отходами.</p> <p>39. Основы реализации технологии использования топлива из отходов на цементном заводе. Составление графика отгрузки отходов.</p>

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

Для успешной защиты курсовой работы студенту необходимо представить пояснительную записку с разработанными составами сырьевых смесей / вяжущих материалов при использовании в качестве ключевого компонента техногенного материала, выполненными расчетами материального / теплового балансов и аэродинамического режима работы теплового / помольного / смесительного оборудования, вычислениями параметров работы основного технологического оборудования и тепломассообмена при использовании в технологическом процессе техногенных материалов.

Во время публичной защиты курсовой работы студент должен ответить на вопросы, касающиеся эффективности применения техногенных материалов в химической технологии, предложить приближенную схему внедрения техногенных отходов в производство строительных материалов, объяснить результаты полученных расчетов эффективности работы основного технологического оборудования.

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

Перечень материалов для текущего контроля в семестре:

#### **Практическое занятие «Образование материалов техногенного происхождения и их классификация»**

Определить количество образуемых цементной промышленностью выбросов загрязняющих веществ при обжиге клинкера по мокрому способу. Принять следующий химический состав сырьевой смеси: CaO – 43,5 %, SiO<sub>2</sub> – 14,3 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 4,2 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2,4 %, ППП – 35,6 %. Обжиг клинкера осуществляется во вращающейся печи Ø5x185 м с производительностью 72 т/ч, безвозвратный пылеунос составляет – 1,5 %. Топливо представлено метаном на 100 %; коэффициент избытка воздуха для горения топлива 1,1.

#### **Практическое занятие «Эффективность использования материалов техногенного происхождения в химической технологии»**

Оценить возможность получения портландцементного клинкера из сырьевой смеси на основе шлака. Определить температуру перехода значения изобарно-изотермического потенциала в область отрицательных значений. Состав шлака представлен следующими фазами: CS – 15 %, C<sub>2</sub>S – 40 %, CA – 24 %, C<sub>2</sub>F – 7 %, CH – 14 %. Необходимый фазовый состав получаемого клинкера представлен C<sub>3</sub>S – 62,50 %, C<sub>2</sub>S – 17,46 %, C<sub>3</sub>A – 6,15 %, C<sub>4</sub>AF – 13,86 %. Состав сырьевой

смеси при необходимости скорректировать  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

### Практическое занятие «Комплексное использование металлургических шлаков в производстве строительных материалов»

1. Разработать состав сырьевой смеси для производства портландцементного клинкера заданного минералогического состава при использовании металлургических шлаков. Состав сырьевой смеси рассчитать, используя фазовый состав портландцементного клинкера, при условии, что сырьевая смесь может состоять из  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и металлургического шлака.

Вариант	Минералогический состав шлака, %					Минералогический состав клинкера, %			
	CS	C <sub>2</sub> S	CA	C <sub>2</sub> F	CH	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
1	45	10	15	20	10	65,92	13,24	7,59	13,19
2	40	15	18	18	9	60,41	19,55	5,71	14,32
3	35	20	25	5	15	62,50	17,46	6,15	13,86
4	30	25	25	14	6	50,16	27,43	4,11	18,24
5	25	30	15	18	12	63,82	15,22	7,64	13,28
6	20	35	10	22	13	44,10	30,75	7,19	17,94
7	15	40	24	7	14	59,69	19,32	6,91	14,08
8	10	45	19	15	11	71,42	11,84	1,49	15,29
9	50	20	18	2	10	60,56	16,92	10,84	11,67
10	55	15	20	8	2	65,65	13,18	6,06	15,08

2. Определить изменение температуры диссоциации карбонатного компонента при его замене на шлак заданного минералогического состава (таблица 2) в количестве 5, 10, 15, и 20 %. Состав топлива и его расход представлены в таблице 2.

Вариант	Состав топлива, %		Расход топлива, кут
	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	
1	90	10	105
2	92	8	110
3	94	6	115
4	96	4	107
5	98	2	120
6	88	12	117
7	89	11	125
8	87	13	122
9	93	7	112
10	97	3	126

### Практическое занятие «Образование золошлаковых отходов и пути их рационального использования в химической технологии»

1. Определить максимально допустимое количество золы, образованной от сжигания альтернативного топлива, для использования в качестве сырьевого компонента при производстве портландцементного клинкера со следующими

модульными характеристиками:  $KH=0,91$ ;  $n=2,2$ ;  $p=1,3$ . Другими компонентами сырьевой смеси принять  $CaCO_3$ ,  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ,  $Fe_2O_3$ . Состав золы представлен  $SiO_2=80\%$  и  $Al_2O_3=20\%$ .

2. Определить максимально допустимое количество использования золы, образованной в результате сжигания альтернативного топлива, в качестве сырьевого компонента для бесперебойной работы тепловой установки производительностью 35 т клинкера/ч. Состав сырьевой смеси при необходимости дошихтовать  $SiO_2$ .

### Практическое занятие «Гипсовые попутные промышленные отходы и их применение»

1. Рассчитать количество фосфогипса, получаемого при сернокислотной переработке апатита, и необходимую для этого массу серной кислоты. Концентрация серной кислоты и масса фторапатитового сырья приведены в таблице. Потерями пренебречь.

№ п/п	Масса фторапатита, кг	Концентрация серной кислоты, %
1	150	63
2	268	55
3	375	73
4	487	50
5	316	80
6	898	67
7	237	45
8	578	76
9	692	42
10	967	72

2. Рассчитать количество фторогипса, являющегося отходом производства фтористоводородной кислоты из плавикового шпата. Концентрация серной кислоты и масса плавикового шпата приведены в таблице 3. Потерями пренебречь.

№ п/п	Масса плавикового шпата, кг	Концентрация серной кислоты, %
1	967	63
2	692	55
3	578	73
4	237	50
5	898	80
6	316	67
7	487	45
8	375	76
9	268	42
10	150	72

## Практическое занятие «Использование горючих техногенных отходов в химической технологии»

Вычислить расход альтернативного топлива ( $X_T$ , кг/кг гипса или  $m^3$ /кг гипса) и количество воздуха разбавления для производства строительного гипса ( $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ ) во вращающейся печи  $\varnothing 2,4 \times 22$  м производительностью 28 т/ч. В качестве сырьевого материала принять гипсовый камень, состоящий на 100 % из  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ . Система работает по принципу противотока. Технологические параметры работы приведены в таблице. Состав топлива:  $C^P=48$  %,  $H^P=2$  %,  $A^P=42$  %,  $W^P=8$  %.

№ п/п	Начальная влажность материала, %	Температура гипса, °С		Температура воздуха, °С	Температура газового потока, °С		Температура корпуса, °С
		на входе в печь	на выходе из печи		на входе в печь	на выходе из печи	
1	5	10	130	10	750	100	80
2	4	20	125	20	800	110	110
3	6	15	140	15	830	120	100
4	3	25	150	25	760	90	90
5	2	14	145	14	740	135	75
6	7	18	135	18	880	125	120
7	1	5	125	5	730	85	105
8	8	30	120	30	900	150	130
9	9	21	135	21	920	155	125
10	3	12	145	12	830	115	115

## Практическое занятие «Применение техногенных отходов в технологии производства вяжущих материалов и изделий на их основе»

Рассчитать предельно допустимое количество ввода выгорающей добавки при ее подаче совместно со шламом во вращающуюся печь мокрого способа производства. Принять допущение о том, что весь присутствующий в составе сырьевой смеси оксид кальция связан в карбонат кальция, глинистый компонент представлен каолинитом, железистый компонент – оксидом железа (III). При необходимости скорректировать состав сырьевой смеси оксидом алюминия и/или оксидом кремния (IV). Пылеуносом пренебречь. Состав топлива: 100 % метан, избыток воздуха на горение 1,10; состав клинкера:  $C_3S - 62$  %,  $C_2S - 18$  %,  $C_3A - 8$  %,  $C_4AF - 12$  %; влажность шлама 38 %; принять вращающуюся печь –  $\varnothing 4,5 \times 170$  м с производительностью 50 т/ч.

## Практическое занятие «Характеристика сырьевой смеси и предъявляемые к ней требования для получения вяжущих материалов кондиционного состава»

Произвести расчет снижения концентрации щелочей (количество циркулирующих щелочей в системе и щелочность получаемого клинкера) при

изменении количества отобранного газового потока из тепловой установки в байпасную систему. Начальное содержание  $K_2O$  и  $Na_2O$  составляет 1,5 % и 0,5 % соответственно.

### **Практическое занятие «Разработка составов вяжущих материалов с применением техногенных отходов»**

1. Произвести расчет изменения теплоты клинкерообразования и состава отходящих газов после разложения сырьевых компонентов при обжиге глиноземистого клинкера. Принять состав исходных сырьевых компонентов  $CaCO_3$ ,  $AS_2H_2$ ,  $Al_2O_3$  и  $Fe_2O_3$ , которые заменяются на  $Ca(OH)_2$ ,  $Al(OH)_3$ ,  $FeCO_3$  и  $SiO_2$ . Фазовый состав получаемого глиноземистого клинкера представлен  $CA - 65\%$ ,  $C_4AF - 15\%$ ,  $CA_2 - 5\%$ ,  $C_2S - 15\%$ .

2. Произвести расчет температуры, при которой с термодинамической точки зрения станет возможной реакция синтеза глиноземистого клинкера. Исходные составы сырьевых компонентов и фазовый состав получаемого клинкера принять согласно заданию 1.

### **Практическое занятие «Оборудование для усреднения и гомогенизации сырьевых смесей при использовании техногенных материалов»**

1. Какие объемы «высокого» и «низкого» титра нужно смешать, чтобы получить  $V, м^3$  готового шлама с титром  $T, \%$ ?

Вариант	Шлам							
	«высокий»			«низкий»			готовый	
	T, %	W, %	$\rho, т/м^3$	T, %	W, %	$\rho, т/м^3$	V, $м^3$	T, %
1	86	39	1,6	60	60	1,35	800	76
2	87	40	1,6	59	59	1,4	800	77
3	85	38	1,7	62	61	1,35	800	78
4	86	39	1,6	60	62	1,3	900	76
5	87	40	1,55	59	59	1,4	900	77
6	85	38	1,7	62	60	1,35	900	78
7	86	39	1,6	60	61	1,35	1000	76
8	87	40	1,6	59	59	1,4	1000	77
9	85	38	1,7	62	60	1,35	1000	78
10	86	41	1,55	59	60	1,35	1000	76

2. Произвести корректировку состава сырьевой смеси, рассчитанной на получение портландцементного клинкера заданного минералогического состава, посредством применения необходимых модульных характеристик. Принять, что в сырьевую смесь могут входить  $CaCO_3$ ,  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ,  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ .

Вариант	Минералогический состав клинкера, %				Химический состав корректируемой сырьевой смеси, %				
	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ППП
1	65,92	13,24	7,59	13,19	43,07	14,53	3,63	3,63	35,12
2	60,41	19,55	5,71	14,32	42,61	14,86	3,48	4,34	34,71
3	62,50	17,46	6,15	13,86	43,12	12,58	4,30	5,37	34,64
4	50,16	27,43	4,11	18,24	43,97	14,32	3,68	2,83	35,20
5	63,82	15,22	7,64	13,28	44,29	13,53	3,38	3,38	35,40
6	44,10	30,75	7,19	17,94	43,77	14,58	3,62	3,01	35,03
7	59,69	19,32	6,91	14,08	42,82	14,64	4,26	3,87	34,40
8	71,42	11,84	1,49	15,29	43,89	14,14	4,24	2,49	35,24
9	60,56	16,92	10,84	11,67	44,25	14,85	2,45	3,26	35,20
10	65,65	13,18	6,06	15,08	42,65	15,35	4,61	3,07	34,32

### Практическое занятие «Горелочные устройства и форсунки для сжигания альтернативных видов топлива»

1. Расчет концентрационных пределов и длины газового факела при сгорании альтернативного форсуночного топлива представленного синтез-газом, получаемого паровой конверсией метана.

2. Рассчитать потери теплосодержания и снижение температуры факела при увеличении количества угарного газа в составе сухих продуктов горения в ряду 0 → 1 → 3 → 5 %. В качестве форсуночного топлива принять синтез-газ из задания 1.

### Практическое занятие «Ресурсосберегающее оборудование для измельчения техногенных материалов, сырьевых смесей и готовой продукции»

1. Определить наиболее удачную компоновку оборудования для измельчения цемента (предварительное мелкое дробление клинкера/металлургического шлака с дальнейшим его помолом). Рассмотреть возможность применения трубной шаровой мельницы заданного типоразмера модернизированной конфигурации.

Вариант	Типоразмер шаровой мельницы, м	Размер гранул клинкера, мм	Удельная поверхность получаемого цемента, м <sup>2</sup> /кг	Минералогический состав клинкера, %			
				C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
1	Ø 3,2×15,0	30	390±10	65,92	13,24	7,59	13,19
2	Ø 3,0×14,0	25	340±10	60,41	19,55	5,71	14,32
3	Ø 2,6×13,0	20	450±10	62,50	17,46	6,15	13,86
4	Ø 4,0×13,5	15	300±10	50,16	27,43	4,11	18,24
5	Ø 4,6×14,0	23	350±10	63,82	15,22	7,64	13,28
6	Ø 4,6×14,0	35	460±10	44,10	30,75	7,19	17,94
7	Ø 4,0×13,5	18	370±10	59,69	19,32	6,91	14,08
8	Ø 2,6×13,0	27	360±10	71,42	11,84	1,49	15,29
9	Ø 3,0×14,0	25	420±10	60,56	16,92	10,84	11,67
10	Ø 3,2×15,0	21	400±10	65,65	13,18	6,06	15,08

2. Осуществить подбор мелющих тел в измельчающей загрузке по равной суммарной поверхности каждой поверхности шара для трубной шаровой мельницы. Принять крупность исходного материала и типоразмер мельницы согласно варианту в задании 1. Внутреннее устройство цементной мельницы модернизировано.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета при защите курсовой работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично<sup>1</sup>.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания	Знание основных методов, приемов и направлений эффективного потребления материалов, заготовок, топлива и электроэнергии
	Знание экологических требований к применяемым техногенным материалам и альтернативным видам топлива, а также особенностей применения систем обеспечения экологической безопасности
	Знание закономерностей протекания технологических процессов получения полупродуктов и продуктов производственного цикла
	Знание основных теплотехнических показателей эффективности работы оборудования, законов теплообмена и аэродинамики
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретация знаний
Умения	Умение разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии
	Умение разрабатывать технологию утилизации техногенных материалов различного происхождения, обеспечивать комплекс мер, способствующих снижению негативного воздействия
	Умение вести контроль параметров технологического процесса, решать производственные задачи по совершенствованию технологических процессов
	Умение проводить анализ работы оборудования, разрабатывать оптимальные режимные параметры его работы, определять причины нарушения эксплуатационных параметров, производить выбор энергоэффективного оборудования
Навыки	Владеть методами расчета расхода материалов, заготовок, топлива и электроэнергии для обеспечения необходимых производственных мощностей предприятий химической отрасли
	Владение способами и методами экологической оценки технологической линии производства различных видов

<sup>1</sup> В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.

	строительных материалов
	Владение навыками управления технологическим процессом с учетом требований регламента
	Владение методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета для обеспечения эффективной работы оборудования химической промышленности

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 основных методов, приемов и направлений эффективного потребления материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	Не знает основных методов, приемов и направлений эффективного потребления материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	Знает не все основные методы, приемы и направления эффективного потребления материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	Знает основные методы, приемы и направления эффективного потребления материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, но допускает неточности	Знает основные методы, приемы и направления эффективного потребления материалов, заготовок, топлива и электроэнергии
Знание экологических требований к применяемым техногенным материалам и альтернативным видам топлива, а также особенностей применения систем обеспечения экологической безопасности	Не знает экологические требования к применяемым техногенным материалам и альтернативным видам топлива, а также особенности применения систем обеспечения экологической безопасности	Знает не все экологические требования к применяемым техногенным материалам и альтернативным видам топлива, а также особенности применения систем обеспечения экологической безопасности	Знает экологические требования к применяемым техногенным материалам и альтернативным видам топлива, а также особенности применения систем обеспечения экологической безопасности, но допускает неточности	Знает экологические требования к применяемым техногенным материалам и альтернативным видам топлива, а также особенности применения систем обеспечения экологической безопасности
Знание закономерностей протекания технологических процессов получения полупродуктов и продуктов производственного цикла	Не знает закономерностей протекания технологических процессов получения полупродуктов и продуктов производственного цикла	Знает не все закономерности протекания технологических процессов получения полупродуктов и продуктов производственного цикла	Знает закономерности протекания технологических процессов получения полупродуктов и продуктов производственного цикла, но допускает	Знает закономерности протекания технологических процессов получения полупродуктов и продуктов производственного цикла

			неточности	
Знание основных теплотехнических показателей эффективности работы оборудования, законов теплообмена и аэродинамики	Не знает основных теплотехнических показателей эффективности работы оборудования, законов теплообмена и аэродинамики, зависимости влияния физико-химических свойств материалов на технологический режим производства качественного полупродукта и продукта	Знает не все основные теплотехнические показатели эффективности работы оборудования, законы теплообмена и аэродинамики, зависимости влияния физико-химических свойств материалов на технологический режим производства качественного полупродукта и продукта	Знает основные теплотехнические показатели эффективности работы оборудования, законы теплообмена и аэродинамики, зависимости влияния физико-химических свойств материалов на технологический режим производства качественного полупродукта и продукта, но допускает неточности	Знает основные теплотехнические показатели эффективности работы оборудования, законы теплообмена и аэродинамики, зависимости влияния физико-химических свойств материалов на технологический режим производства качественного полупродукта и продукта
Объем освоенного материала	Материал предусмотренный курсом изучаемой дисциплины не освоен	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Ответы на большинство вопросов отсутствуют или даны неверно	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	Четкость изложения	Отсутствует структуризация	Изложенная информация	Изложенная информация

интерпретация знаний	материала отсутствует.	изложенной информации, интерпретация основных законов и закономерностей носит поверхностный характер, формулирование терминов и определений искажено.	имеет структуризацию, интерпретация закономерностей протекания технологических процессов верна, но имеет несущественные неточности.	имеет четкую структуризацию, дана верная интерпретация закономерностей протекания технологических процессов, подчеркнуты основные направления оптимизации технологии производства.
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации информации	Грамотно и по существу излагает информацию	Грамотно и точно излагает информацию, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	Не умеет разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	Допускает ошибки при разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	С небольшой помощью разрабатывает нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	Умеет самостоятельно разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии
Умение разрабатывать технологию утилизации техногенных материалов различного происхождения, обеспечивать комплекс мер, способствующих	Не умеет разрабатывать технологию утилизации техногенных материалов различного происхождения, обеспечивать комплекс мер, способствующих	Допускает ошибки при разработке технологии утилизации техногенных материалов различного происхождения, обеспечении комплекса мер,	С небольшой помощью разрабатывает технологию утилизации техногенных материалов различного происхождения, обеспечивает комплекс мер,	Умеет самостоятельно разрабатывать технологию утилизации техногенных материалов различного происхождения, обеспечивать комплекс мер,

снижению негативного воздействия	снижению негативного воздействия	способствующих снижению негативного воздействия	способствующих снижению негативного воздействия	способствующих снижению негативного воздействия
Умение вести контроль параметров технологического процесса, решать производственные задачи по совершенствованию технологических процессов	Не умеет вести контроль параметров технологического процесса, решать производственные задачи по совершенствованию технологических процессов	Допускает ошибки при ведении контроля параметров технологического процесса, решении производственных задач по совершенствованию технологических процессов	С небольшой помощью ведет контроль параметров технологического процесса, решает производственные задачи по совершенствованию технологических процессов	Умеет самостоятельно вести контроль параметров технологического процесса, решает производственные задачи по совершенствованию технологических процессов
Умение проводить анализ работы оборудования, разрабатывать оптимальные режимные параметры его работы, определять причины нарушения эксплуатационных параметров, производить выбор энергоэффективного оборудования	Не умеет проводить анализ работы оборудования, разрабатывать оптимальные режимные параметры его работы, определять причины нарушения эксплуатационных параметров, производить выбор энергоэффективного оборудования	Допускает ошибки при проведении анализа работы оборудования, разработке оптимальных режимных параметров его работы, определении причин нарушения эксплуатационных параметров, выборе энергоэффективного оборудования	С небольшой помощью проводит анализ работы оборудования, разрабатывает оптимальные режимные параметры его работы, определяет причины нарушения эксплуатационных параметров, выбирает энергоэффективное оборудование	Умеет самостоятельно проводить анализ работы оборудования, разрабатывать оптимальные режимные параметры его работы, определять причины нарушения эксплуатационных параметров, выбирать энергоэффективное оборудование

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть методами расчета расхода материалов, заготовок, топлива и электроэнергии для обеспечения необходимых мощностей предприятий химической отрасли	Не владеет методами расчета расхода материалов, заготовок, топлива и электроэнергии для обеспечения необходимых мощностей предприятий химической отрасли	В низкой степени владеет методами расчета расхода материалов, заготовок, топлива и электроэнергии для обеспечения необходимых мощностей предприятий химической	С незначительной помощью владеет методами расчета расхода материалов, заготовок, топлива и электроэнергии для обеспечения необходимых мощностей предприятий химической	В высокой степени владеет методами расчета расхода материалов, заготовок, топлива и электроэнергии для обеспечения необходимых мощностей предприятий химической

		отрасли	предприятий химической отрасли	отрасли
Владение способами и методами экологической оценки технологической линии производства различных видов строительных материалов	Не владеет способами и методами экологической оценки технологической линии производства различных видов строительных материалов	В низкой степени владеет способами и методами экологической оценки технологической линии производства	С незначительной помощью владеет способами и методами экологической оценки технологической линии производства	В высокой степени владеет способами и методами экологической оценки технологической линии производства
Владение навыками управления технологическим процессом с учетом требований регламента	Не владеет навыками управления технологическим процессом с учетом требований регламента	В низкой степени владеет навыками управления технологическим процессом с учетом требований регламента	С незначительной помощью владеет навыками управления технологическим процессом с учетом требований регламента	В высокой степени владеет навыками управления технологическим процессом с учетом требований регламента
Владение методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета для обеспечения эффективной работы оборудования химической промышленности	Не владеет методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета для обеспечения эффективной работы оборудования химической промышленности	В низкой степени владеет методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета для обеспечения эффективной работы оборудования химической промышленности	С незначительной помощью владеет методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета для обеспечения эффективной работы оборудования химической промышленности	В высокой степени владеет методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета для обеспечения эффективной работы оборудования химической промышленности

## 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. Бобович Б.Б. Переработка промышленных отходов: учебник для вузов/ Б.Б. Бобович. – М.: «СП Интернет Инжиниринг», 1999. – 445 с.
2. Черкасова Н.Г. Технология переработки отходов: курс лекций/ Н.Г. Черкасова. – Красноярск: Изд-во «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», 2017. – 92 с.
3. Аксенов С.А. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2019 году / С.А. Аксенов и др. – М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2020. – 494 с.
4. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента: краткий курс лекций: учеб. пособие/ В.К. Классен. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 308 с.
5. Шубин В.И., Грикевич Л.Н. Использование горючих отходов при производстве цемента: иллюстрированный аналитический обзор / В.И. Шубин, Л.Н. Грикевич. – М.: Изд-во «НИИЦЕМЕНТ», 2005. – 98 с.
6. Дуда В. Цемент: пер. с нем. Е.Ш. Фельдмана; под ред. Б.Э. Юдовича. / В. Дуда – М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.
7. Классен В.К. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Производство цемента/ В.К. Классен. – М.: Бюро НДТ, 2015. – 294 с.
8. Федоров Н.Ф. Введение в химию и технологию специальных вяжущих веществ: учебное пособие/ Н.Ф. Федоров. – Ленинград: Изд-во «Ленинградский ордена трудового красного знамени технологический институт имени ЛЕНСОВЕТА», 1976. – 137 с.
9. Лугинина И.Г., Коновалов В.М. Цементы из некондиционного сырья: монография / И.Г. Лугинина, В.М. Коновалов. – Новочеркасск: Изд-во «Новочеркасский ГТУ», 1994. – 233 с.
10. ГОСТ 57702–2017 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Требования к малоотходным технологиям. – М.: Стандартинформ, 2017. – 26 с.
11. ГОСТ 30772–2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 16 с.
12. ГОСТ 31108-2020 Цементы общестроительные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2020. – 19 с.
13. Лолейт С.И. Разработка экологически чистых технологий комплексного извлечения благородных и цветных металлов из электронного лома: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.16.02 / Лолейт Сергей Ибрагимович. – М., 2010. – 46 с.
14. Севостьянов М.В. Ресурсосберегающее оборудование для комплексной переработки техногенных материалов/ М.В. Севостьянов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2016. – №4. – С. 140-145.
15. Воробьев А.И. Алюминатный цемент на основе отходов водоочистных станций: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.17.11 / Воробьев Андрей Игоревич. – М., 2006. – 17 с.

16.Безотходная технология в промышленности / Б.Н. Ласкорин, Б.В. Громов, А.П. Цыганков, В.Н. Сенин. – М.: Стройиздат, 1986. – 160 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

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).

4 База данных библиотеки БГТУ <http://ntb.bstu.ru/>

5 <http://www.knigafund.ru/>

6 <http://www.ustu.ru/study/high/bachelor-specialist/khtf/resource/htf-res-prof/>

7 <http://paht.ruz.net/materials.html>