

**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. Ягребинский  
«17» мая 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Эффективность использования воздушных вяжущих материалов**

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

**Белгород – 2021**

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 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 07.08.2020 г. № 909.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.т.н., профессор  (Н.П. Кудеярова)


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

« 14 » мая 2021 г., протокол № 19

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (Л. А. Порожник)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 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
	ПК-1. Способен анализировать технологические процессы с позиции энерго- и ресурсосбережения с применением цифровых инструментов, разрабатывать и обосновывать выбор мероприятий по энерго- и ресурсосбережению в производстве вяжущих материалов	ПК-1.3. Формулирует задачи научных исследований по разработке и оптимизации технологических процессов и мероприятий по энерго- и ресурсосбережению	Знания свойств вяжущих материалов и техногенных продуктов Умения постановки задач научных исследований по энерго- и ресурсосбережению Навыки в организации и проведении научных исследований по оптимизации технологического процесса и энерго- и ресурсосбережению в производстве композиционных материалов
	ПК-2. Способен разрабатывать, внедрять и управлять новыми технологическими процессами и мероприятиями по повышению эффективности производства вяжущих материалов с применением цифровых инструментов	ПК-2.1. Оценивает тенденции развития производства и выпуска новых видов вяжущих материалов в России и за рубежом	Знания технологического процесса производства композиционных материалов в России и за рубежом Умение проведения анализа эффективности технологического процесса производства Навыки проведения технологических расчетов и выбора наиболее эффективных видов продукции
		ПК-2.2. Разрабатывает и согласовывает внедрение новых технологических процессов и видов продукции.	Знания наиболее эффективных видов автоклавных материалов Умение найти способы повышения качества композиционных материалов Навыки совершенствования технологического процесса производства
		ПК-2.3. Производит корректировку технологических режимов производства вяжущих материалов. Сравнивает эффективность технологического оборудования при разных режимах технологического процесса	Знания по отработке технологических режимов производства композиционных материалов Умения провести корректировку технологического процесса производства материалов. Навыки в сравнении эффективности процесса и выбора современного оборудования

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-1.** Способен анализировать технологические процессы с позиции энерго- и ресурсосбережения с применением цифровых инструментов, разрабатывать и обосновывать выбор мероприятий по энерго- и ресурсосбережению в производстве вяжущих материалов.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физическая химия вяжущих материалов
2	Производственная научно-исследовательская работа
3	Энергосбережение в производстве композиционных материалов на основе вяжущих
4	Эффективность использования воздушных вяжущих материалов
5	Проектное обучение
6	Технология и энергосбережение при измельчении твердых тел
7	Гидратация вяжущих с использованием техногенных отходов
8	Аудит технологического процесса производства вяжущих материалов
9	Управление технологическим процессом производства цемента с использованием компьютерных технологий
10	Автоматизированные системы управления технологическим процессом производства цемента
11	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
12	Производственная преддипломная практика

**2.. Компетенция ПК-2 .** Способен разрабатывать, внедрять и управлять новыми технологическими процессами и мероприятиями по повышению эффективности производства вяжущих материалов с применением цифровых инструментов Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

1	Виды цементов и их назначение
2	Энергосбережение в производстве композиционных материалов на основе вяжущих
3	Эффективность использования воздушных вяжущих материалов
4	Технология и энергосбережение при измельчении твердых тел
5	Аудит технологического процесса производства вяжущих материалов
6	Управление технологическим процессом производства цемента с использованием компьютерных технологий
7	Автоматизированные системы управления технологическим процессом производства цемента
8	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
9	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц 216 час.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки

Форма промежуточной аттестации Экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	70	70
лекции	-	-
лабораторные	34	34
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	146	146
Курсовой проект		
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание		
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 1 Семестр 2

№ 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.	Воздушные вяжущие материалы, основные виды и их характеристика. Затраты тепловой энергии в производстве автоклавных материалов				
	Теоретические основы автоклавной технологии. Характеристика основных видов материалов. Свойства воздушных вяжущих автоклавного твердения. Сравнительные характеристики тепловых затрат автоклавных изделий с другими видами строительных материалов. Выдача списка литературы		2	2	4
2	Характеристика сырьевых материалов и техногенных продуктов.				
	Подготовка извести, кварцевого песка и отходов про-		6	6	15

	мышленности. Определение качества извести и кварцевого песка. Выбор отходов промышленности по их минералогическому составу и коэффициенту основности. Оценка возможности использования отходов для приготовления композиционного вяжущего..				
3	Изучение свойств воздушных вяжущих автоклавного твердения с заменой известкового компонента на техногенные продукты				
	Расчет состава и приготовление композиционного вяжущего с заменой известкового компонента на стале-плавиный шлак. Автоклавирование вяжущего по стандартному режиму. Анализ качества композиционного вяжущего на основе извести		8	10	15
4	Изучение свойств воздушных вяжущих автоклавного твердения с заменой кремнеземистого компонента на техногенные продукты				
	Расчет состава и приготовление композиционного вяжущего с заменой кварцевого песка на техногенные продукты. Автоклавирование вяжущего по стандартному режиму. Анализ качества композиционного вяжущего		8	10	20
5	Сравнительные характеристики материальных и тепловых затрат в производстве силикатного кирпича с использованием отходов промышленности.				
	Расчеты расхода сырьевых материалов и тепловой энергии в производстве силикатного кирпича с заменой части сырьевых компонентов на отходы промышленности		6	4	10
6	Анализ расхода сырьевых материалов и тепловой энергии в производстве силикатного кирпича с использованием воздушных вяжущих и отходов промышленности				
	Сравнительная характеристика качества воздушных вяжущих с использованием отходов промышленности, материальных и тепловых затрат в производстве силикатного кирпича.		4	2	10
	Всего		34	34	74

Лекции не предусмотрены учебным планом.

## 4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>семестр № 2</b>				
1	Воздушные вяжущие, основные виды и их характеристика. Затраты тепловой энергии в производстве автоклавных материалов	<i>Практическое занятие № 1.</i> Теоретические основы автоклавной технологии. Характеристика основных видов материалов. Свойства композиционного вяжущего автоклавного твердения. Сравнительные характеристики тепловых затрат автоклавных изделий с другими видами строительных материалов.	2	2

2	Характеристика сырьевых материалов и техногенных продуктов		
	<i>Практическое занятие № 2.</i> Выбор извести по ее активности и кварцевого песка (const) по вариантам. Определение коэффициента основности отходов промышленности.	2	2
	<i>Практическое занятие № 3.</i> Расчет состава известково-песчаного вяжущего и силикатного кирпича на его основе	2	2
	<i>Практическое занятие № 4.</i> Расчет состава композиционного вяжущего с использованием отходов промышленности и силикатного кирпича на его основе	2	2
3	Изучение свойств воздушных вяжущих автоклавного твердения с заменой известкового компонента на техногенные продукты		
	<i>Практическое занятие № 5.</i> Расчет состава композиционного вяжущего и силикатного кирпича с заменой 10 % извести на стале-плавильный шлак	2	2
	<i>Практическое занятие № 6.</i> Расчет состава композиционного вяжущего и силикатного кирпича с заменой 20 % извести на стале-плавильный шлак	2	2
	<i>Практическое занятие № 7.</i> Расчет состава композиционного вяжущего и силикатного кирпича с заменой 30 % извести на стале-плавильный шлак	2	2
	<i>Практическое занятие № 8</i> Анализ расходов сырьевых материалов – извести и отхода металлургического производства в композиционном вяжущем и силикатном кирпиче	2	2
4	Изучение свойств воздушных вяжущих автоклавного твердения с заменой кремнеземистого компонента на техногенные продукты		
	<i>Практическое занятие № 9.</i> Расчет состава композиционного вяжущего и силикатного кирпича с заменой 10 % кварцевого песка на стале-плавильный шлак	2	2
	<i>Практическое занятие № 10.</i> Расчет состава композиционного вяжущего и силикатного кирпича с заменой 20 % кварцевого песка на стале-плавильный шлак	2	2
	<i>Практическое занятие № 11.</i> Расчет состава композиционного вяжущего и силикатного кирпича с заменой 30 % кварцевого песка на стале-плавильный шлак	2	2
	<i>Практическое занятие № 12</i> Анализ расходов сырьевых материалов – извести и отхода металлургического производства в композиционном вяжущем и силикатном кирпиче	2	2
5	Сравнительные характеристики материальных и тепловых затрат в производстве силикатного кирпича с использованием воздушных вяжущих и отходов промышленности.		
	<i>Практическое занятие № 13.</i> Анализ материальных затрат в производстве силикатного кирпича при использовании отходов стале-плавильного производства	2	2
	<i>Практическое занятие № 14.</i> Расчет тепловых затрат в производстве силикатного кирпича с заменой известкового компонента на стале-плавильный шлак	2	2
	<i>Практическое занятие № 15.</i> Расчет тепловых затрат в производстве силикатного кирпича с заменой кварцевого песка на отходы промышленности	2	2
6	Анализ расхода сырьевых материалов и тепловой энергии в производстве силикатного кирпича с использованием воздушных вяжущих и отходов промышленности		
	<i>Практическое занятие № 16.</i> Анализ тепловых затрат в производстве силикатного кирпича при использовании отходов стале-плавильного производства	2	2
	<i>Практическое занятие № 17.</i> Выводы по практическим занятиям	2	2
	<b>Итого</b>	<b>34</b>	<b>34</b>

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>семестр № 2</b>				
1	Воздушные вяжущие основные виды и их характеристика. Затраты тепловой энергии в производстве автоклавных материалов			
	<i>Лабораторная работа № 1.</i> Цель и содержание лабораторного практикума. Закрепление студентов по подгруппам и выдача заданий. Выдача списка литературы		2	2
2	Характеристика сырьевых материалов и техногенных продуктов			
	<i>Лабораторная работа № 2.</i> Определение качества известкового компонента - определение активности извести, скорости ее гашения и содержания непогасившихся зерен и их состав		4	4
	<i>Лабораторная работа № 3.</i> Определение качества кварцевого песка –модуля крупности, содержания глинистых включений и тонкости помола песка		2	2
3	Изучение свойств воздушных вяжущих автоклавного твердения с заменой известкового компонента на техногенные продукты			
	<i>Лабораторная работа № 4.</i> Приготовление известково-песчаного вяжущего с заменой 10 % и 30 % извести на сталеплавильный шлак и без него. Формование образцов известково-песчаного и композиционного вяжущего		4	4
	<i>Лабораторная работа № 5.</i> Автоклавирование известково-песчаного вяжущего по режиму 2х6х2 часов при 175°С		4	4
	<i>Лабораторная работа № 6.</i> Определение качества известково-песчаного вяжущего – наличие свободного оксида кальция, фазовый состав вяжущего (рентгенофазовый анализ, ДТА); предел прочности на сжатие		2	6
4	Изучение свойств воздушных вяжущих автоклавного твердения с заменой кремнеземистого компонента на техногенные продукты			
	<i>Лабораторная работа № 7.</i> Приготовление известково-песчаного вяжущего с заменой 10 % и 20 % песка в вяжущем на сталеплавильный шлак и без него. Формование композиционного вяжущего и его автоклавирование		4	4
	<i>Лабораторная работа № 8.</i> Анализ качества композиционного вяжущего - CaO своб, фазовый состав (рентгенофазовый анализ, ДТА); предел прочности на сжатие		6	6
5	Сравнительные характеристики материальных затрат в производстве силикатного кирпича с использованием воздушных вяжущих и отходов промышленности.			
	<i>Лабораторная работа № 9.</i> Сравнительный анализ по качеству и фазовому составу новообразований композиционного вяжущего с использованием отходов промышленности		4	4
6	Анализ расхода сырьевых материалов и тепловой энергии в производстве силикатного кирпича с использованием воздушных вяжущих и отходов промышленности			
	<i>Лабораторная работа № 10.</i> Выводы по лабораторному практикуму. Обобщение результатов практических занятий и лабораторного практикума по затратам и качеству известково-песчаного вяжущего с использованием промышленных отходов		2	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>	<b>40</b>



## 4.4. Содержание курсовой работы

### Цель курсовой работы

Владеть знаниями по особенностям технологического процесса производства автоклавных материалов, способность владеть к организации и проведению научных исследований по оптимизации технологического процесса и энерго- и ресурсосбережению в производстве композиционных материалов с использованием техногенных продуктов и изменением режима автоклавной обработки, а также способность управлять технологическим процессом производства автоклавных материалов в направлении сокращения материальных и энергетических затрат при повышении качества выпускаемой продукции.

### Тематика курсовых работ

1	Цех утолщенного силикатного кирпича мощностью 60 млн штук в год при работе на мелких песках и снижением расхода извести на 10 мас %
2	Эффективность использования золы ТЭС в производстве утолщенного силикатного кирпича мощность 75 млн штук в год и с переходом на выпуск пустотелых изделий
3	Снижение тепловых затрат на производство 60 млн рядового силикатного кирпича в год с использованием перепуска пара в автоклавах
4	Эффективность производства пустотелых силикатных камней мощностью 75 млн в год с использованием отсева дробления руды при замене 40% песка-заполнителя
5	Эффективность производства утолщенного силикатного кирпича мощностью 60 млн. штук в год с переходом на пустотелые изделия и заменой 50% извести на золу
6	Эффективность производства утолщенного силикатного кирпича мощностью 75 млн штук в год с переводом на выпуск пустотелых изделий
7	Эффективность производства цветного силикатного кирпича мощностью 100 млн штук в год с использованием шлака ОЭМКа в качестве компонента вяжущего
8	Цех утолщенного лицевого силикатного кирпича мощностью 70 млн штук в год при работе на мелких песках и влажности песка 8 %
9	Эффективность производства пустотелых силикатных камней при изменении режима автоклавной обработки
10	Цех пустотелых силикатных камней мощностью 60 млн в год на мелких песках с использованием сталеплавильного шлака

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

Расчетно-графические задания не предусмотрены учебным планом.

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

#### 5.1. Реализация компетенций (код и формулировка компетенции)

1. <b>Компетенция ПК-1.</b> Способен анализировать технологические процессы с позиции энерго- и ресурсосбережения с применением цифровых инструментов, разрабатывать и обосновывать выбор мероприятий по энерго- и ресурсосбережению в производстве вяжущих материалов.	
Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.3. Формулирует задачи научных исследований по разработке и оптимизации технологических процессов и мероприятий по энерго- и ресурсосбережению	Дифференцированный зачет при защите курсовой работы, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, экзамен
2. <b>Компетенция ПК-2.</b> Способен разрабатывать, внедрять и управлять новыми технологическими процессами и мероприятиями по повышению эффективности производства вяжущих материалов с применением цифровых инструментов	
ПК-2.1. Оценивает тенденции развития производства и выпуска новых видов вяжущих материалов в России и за рубежом	Дифференцированный зачет при защите курсовой работы, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, экзамен
ПК-2.2. Разрабатывает и согласовывает внедрение новых технологических процессов и видов продукции	Дифференцированный зачет при защите курсовой работы, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, экзамен
ПК-2.3. Производит корректировку технологических режимов производства вяжущих материалов. Сравнивает эффективность технологического оборудования при разных режимах технологического процесса	Дифференцированный зачет при защите курсовой работы, защита лабораторной работы, тестовый контроль, устный опрос, экзамен

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

##### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Воздушные вяжущие, основные виды и их характеристика. Затраты тепловой энергии в производстве автоклавных материалов	1. Состав и свойства автоклавных материалов. Использование автоклавных изделий в строительной отрасли 2. Классификация изделий автоклавного твердения по плотности и прочности. 3. Эффективность производства автоклавных материалов в сравнении с другими строительными материалами по затратам материальных ресурсов и тепловой энергии. 4. Силикатный кирпич, классификация и свойства в соответствии с ГОСТ 379-2015»Кирпич, камни, блоки и плиты

		перегородочные силикатные. Общие технические условия».
2	Характеристика сырьевых материалов и техногенных продуктов	<p>1. Пески. Классификация песков по фракционному и минералогическому составу. Модуль крупности песков. Классификация песков по модулю крупности.</p> <p>2. Химический и минералогический состав песков. Основные минералы песков, их свойства. Роль отдельных минералов песков в процессах твердения автоклавных материалов.</p> <p>3. Требования к пескам в соответствии с ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия». Причины ограничения глинистых примесей, содержания щелочных и сернокислых и других соединений в песках. Содержание несвязанного кремнезема в песках и его роль в процессах твердения изделий в автоклаве.</p> <p>4. Известь. Классификация воздушной извести по ГОСТ 9179-2018 «Известь строительная. Технические условия». Основные виды извести, используемые в производстве автоклавных материалов. Роль извести в процессах твердения автоклавных материалов.</p> <p>5. Пережог извести. Наличие периклаза в извести. Условия их образования. Влияние MgO и пережога в извести на скорость и температуру её гашения. Способы устранения негативного влияния периклаза и пережога в извести в технологическом процессе производства автоклавных материалов.</p> <p>6. Гидратационная теория твердения извести. Влияние состава извести на скорость отдельных стадий твердения извести.</p> <p>7. Свойства продуктов гашения извести - растворимость, дисперсность, степень кристаллизации. Влияние отдельных факторов на свойства продуктов гашения извести - температуры обжига извести и ее активности, скорости и температуры гашения извести.</p> <p>8. Техногенные продукты. Виды отходов промышленности, их состав и свойства.</p> <p>9. Параметры отходов, характеризующие их способность использования в производстве автоклавных изделий.</p>
3	Изучение свойств воздушного вяжущего автоклавного твердения с заменой известкового компонента на техногенные продукты	<p>1. Виды композиционного вяжущего, состав и свойства. По каким показателям выбираются отходы промышленности в качестве компонента автоклавного вяжущего?</p> <p>2. Какова цель замены части извести на отходы промышленности. Как изменится химический и минералогический состав вяжущего?</p> <p>3. Опишите процессы твердения композиционного вяжущего в условиях автоклавной обработки</p> <p>4. Гидросиликаты кальция, их свойства</p> <p>5. Назовите состав новых фаз, образующихся в процессе автоклавной обработки композиционного вяжущего</p> <p>6. Как изменились прочностные показатели композицион-</p>

		<p>ного вяжущего при замене извести на отходы промышленности?</p> <p>7.Опишите эффективность замены извести на отходы промышленности</p>
4	Изучение свойств воздушного вяжущего автоклавного твердения с заменой кремнеземистого компонента на техногенные продукты	<p>1.Гидросиликаты кальция. Классификация гидросиликатов кальция по Боггу. Свойства гидросиликатов кальция</p> <p>2.Классификация гидросиликатов кальция по Тейлору.</p> <p>3.Теория твердения автоклавных известково-песчаных смесей.</p> <p>4. Режимы автоклавной обработки для различных материалов по плотности и виду.</p> <p>5.Какова цель замены части или полного количества песка на отходы промышленности?.</p> <p>6 Как изменится химический и минералогический состав вяжущего при использовании различных отходов?</p> <p>7.Опишите процессы твердения композиционного вяжущего в условиях автоклавной обработки</p> <p>8.Назовите состав новых фаз, образующихся в процессе автоклавной обработки композиционного вяжущего</p> <p>9.Как изменились прочностные показатели композиционного вяжущего при замене песка в вяжущем на отходы промышленности?</p> <p>10.Опишите эффективность замены песка на отходы промышленности.</p>
5	Сравнительные характеристики материальных затрат в производстве силикатного кирпича с использованием отходов промышленности.	<p>1.В чем заключается эффективность замены извести или песка на отходы промышленности.</p> <p>2. Опишите процессы твердения композиционного вяжущего на каждом этапе автоклавной обработки и силикатного кирпича. Как при этом изменяются прочностные показатели вяжущего и силикатного кирпича?</p> <p>3. Влияние температуры автоклавной обработки и давления пара на физико-химические процессы твердения автоклавного вяжущего, вид и свойства гидросиликатов кальция.</p> <p>4.Какие показатели режима автоклавной обработки можно изменить при использовании композиционного вяжущего и в чем заключается эффективность этого процесса в производстве силикатного кирпича ?.\</p> <p>5. Как изменяются тепловые затраты в производстве силикатного кирпича при использовании композиционного вяжущего?</p>
6	Анализ расхода сырьевых материалов и тепловой энергии в производстве силикатного кирпича с использованием воздушных вяжущих и отходов промышленности	<p>1.Назовите эффективность использования композиционного вяжущего с заменой извести и кварцевого песка на промышленные отходы в производстве силикатного кирпича. Приведите полную характеристику качества силикатного кирпича и изменения технологического процесса производства.</p>

## 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсовой работы

1. Сырьевые материалы в производстве автоклавных изделий. Характеристика промышленных отходов и принципы их использования в технологическом процессе автоклавной технологии материалов.
2. Физические и химические свойства основных минералов сырья, допустимые содержание примесей и причины их ограничения.
3. Что такое активность извести, ее классификация по видам и сортам? Влияние качества извести на режим автоклавной обработки и качество готовой продукции
4. Снижение расхода сырьевых компонентов в производстве силикатного кирпича
5. Усреднение компонентов силикатной смеси, ее состав и свойства.
6. Процессы, протекающие в смесителях. От чего зависит количество воды, подаваемое в смеситель
7. Помол известково-песчаного вяжущего. Выбор соотношения компонентов при помоле вяжущего.
8. Оборудование в отделении помола вяжущего, его устройство и работа. Изменения технологических характеристик материалов на входе и выходе из мельницы.
9. Требования к тонкости помола вяжущего и его компонентов
10. Режим автоклавной обработки силикатного кирпича. Варианты изменений режима автоклавной обработки
11. Влияние температуры и давления водяного насыщенного пара на скорость процессов в автоклаве и изменения прочности кирпича.
12. Влияние изменений активности извести и силикатной смеси на скорость твердения известково-песчаного вяжущего в автоклавных условиях
13. Физико-химические процессы, протекающие на первой стадии автоклавной обработки.
14. От чего зависит время подъема давления пара в автоклаве?
15. Гидросиликаты кальция, которые образуются на этой стадии и их свойства.
16. Физико-химические процессы, протекающие при изотермической выдержке изделий в автоклаве.. Факторы, способствующие повышению прочности силикатного кирпича.
17. От чего зависит время изотермической выдержки изделий в автоклаве?
18. Гидросиликаты кальция, которые образуются на этой стадии и их свойства.
19. Как изменяются режимы автоклавного твердения материалов и их свойства при использовании промышленных отходов
20. Интенсификация процессов твердения изделий в автоклаве
21. Снижение тепловых затрат в производстве силикатного кирпича
22. Факторы, способствующие повышению прочности силикатного кирпича.

## 5.3. Типовые контрольные задания для текущего контроля в семестре

### Типовые контрольные задания по лабораторному практикуму

1. Сырьевые материалы, используемые в производстве силикатного кирпича
2. Методика определения удельной поверхности песка в известково-песчаном-воздушном вяжущем и ее влияние на качество вяжущего
3. Характеристика промышленных отходов и их использование в технологическом процессе производства автоклавных материалов
4. Методика определения активности извести и температуры и скорости гашения извести
5. Влияние активности извести на качество вяжущего
6. Методика приготовления воздушного вяжущего в лабораторных условиях
7. Методика определения удельной поверхности вяжущего и активности вяжущего
8. Изменения активности вяжущего от качества песка и скорости гашения извести
9. Методика определения свободной извести в известково-песчаном вяжущем после автоклавной обработки

10. Методика определения фазового состава гидросиликатов кальция в известково-песчаном вяжущем
11. Анализ количества гидросиликатов кальция в известково-песчаном вяжущем, их основности и предполагаемом качестве известково-песчаного вяжущего на различных этапах автоклавного твердения
12. Методика определения прочности на сжатие известково-песчаного вяжущего. Анализ физико-химических процессов твердения известково-песчаного вяжущего и изделий на его основе
13. Виды брака изделий автоклавного твердения и способы их устранения
14. Влияние качества песка и извести на свойства силикатного кирпича
15. Способы повышения прочности известково-песчаного вяжущего и силикатного кирпича

#### **Типовые контрольные задания по практическим занятиям**

1	Провести расчет изменения расхода компонентов при замене 20% песка заполнителя на гранитный отсев и извести при изменении ее активности от 75 % до 80 %
2	Провести расчет изменения расхода вяжущего и его компонентов при изменении активности извести от 70 % до 75 % и соотношения компонентов И : П от 1:1 до 0,8 : 1
3	Провести расчет изменения расхода компонентов при изменении пустотности от 20 % до 25 % и при замене 20% песка в вяжущем на золу ТЭС
4	Провести расчет изменения расхода компонентов при изменении пустотности от 10 % до 15 % и полной замене песка в вяжущем на золу ТЭСв
5	Провести расчет изменения расхода компонентов при замене 40% песка заполнителя на гранитный отсев и изменении активности извести от 70 % до 75 %
6	Провести расчет изменения расхода компонентов утолщенного силикатного кирпича при изменении его пустотности от 12 % до 15 % и замене 40% извести на сталеплавильный шлак
7	Провести расчет изменения расхода вяжущего и его компонентов при замене 20 % извести на золу ТЭС и 40 % песка в вяжущем на шлак
8	Провести расчет изменения расхода компонентов при замене 40% песка заполнителя на гранитный отсев и переходе от плотных изделий к пустотелым с пустотностью 10 %
9	Провести расчет изменения расхода компонентов и общего расхода воды при замене 20% песка в вяжущем на сталеплавильный шлак и изменении активности извести от 75 % до 80 %
10	Провести расчет изменения расхода компонентов и общего расхода воды в производстве утолщенного кирпича при переходе от плотных изделий к пустотелым с пустотностью 10 %
11	Провести расчет изменения расхода компонентов при замене 40% извести на шлак и изменении активности извести от 70 % до 80 %

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

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знания свойств воздушных вяжущих материалов с использованием техногенных продуктов
	Знания технологического процесса производства композиционных материалов в России и за рубежом
	Знания наиболее эффективных видов автоклавных материалов
	Знания по отработки технологических режимов производства композиционных материалов
Умения	Умения постановки задач научных исследований по энерго- и ресурсосбережению
	Умение проведения анализа эффективности технологического процесса производства
	Умение найти способы повышения качества продукции
	Умения провести корректировку технологического процесса производства материалов.
Навыки	Навыки в организации и проведении научных исследований по оптимизации технологического процесса в производстве композиционных материалов на основе воздушных вяжущих
	Навыки проведения технологических расчетов и выбора наиболее эффективных видов продукции
	Навыки совершенствования технологического процесса производства
	Навыки в сравнении эффективности процесса и выбора современного оборудования

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знания свойств вяжущих материалов и техногенных продуктов	Не знает свойств вяжущих материалов и техногенных продуктов	Знает свойства вяжущих материалов и техногенных продуктов, но допускает ошибки	Знает свойства вяжущих материалов и техногенных продуктов	Знает свойства вяжущих материалов и техногенных продуктов, владеет дополнительными знаниями
Знания технологического процесса производства композиционных материалов в России и за рубежом	Не знает технологического процесса производства композиционных материалов в России и за рубежом	Знает технологический процесс производства композиционных материалов в России и за рубежом	Знает технологический процесс производства композиционных материалов в России и за рубежом	Знает технологический процесс производства композиционных материалов в России и за рубежом, может сравнивать и делать выводы

Знания наиболее эффективных видов автоклавных материалов	Не знает наиболее эффективные виды автоклавных материалов	Знает наиболее эффективные виды автоклавных материалов	Знает наиболее эффективные виды автоклавных материалов и может их использовать	Знает наиболее эффективные виды автоклавных материалов, может сравнивать и делать выбор
Знания по отработке технологических режимов производства композиционных материалов	Не знает методов отработки технологических режимов производства композиционных материалов	Знает способы отработки технологических режимов производства композиционных материалов	Знает способы отработки технологических режимов производства композиционных материалов	Знает способы отработки технологических режимов производства композиционных материалов и может их корректировать

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умения постановки задач научных исследований по энерго- и ресурсосбережению	Не умеет поставить задачи научных исследований по энерго- и ресурсосбережению	Умеет поставить задачи научных исследований по энерго- и ресурсосбережению, но не по всем вопросам	Умеет поставить задачи научных исследований по энерго- и ресурсосбережению	Умеет поставить задачи научных исследований по энерго- и ресурсосбережению и управлять этим вопросом
Умение проведения анализа эффективности технологического процесса производства	Не умеет проводить анализ эффективности технологического процесса производства	Умеет проводить анализ эффективности технологического процесса производства	Умеет проводить анализ эффективности технологического процесса производства	Умеет проводить анализ эффективности технологического процесса производства с широким использованием технологических расчетов
Умение найти способы повышения качества продукции	Не умеет найти способы повышения качества продукции	Умеет найти способы повышения качества продукции	Умение найти способы повышения качества продукции	Умеет найти способы повышения качества, может самостоятельно их использовать
Умения провести корректировку технологического процесса производства материалов.	Не умеет проводить корректировку технологического процесса производства материалов.	Умеет проводить корректировку технологического процесса производства материалов, но иногда делает ошибки	Умеет проводить корректировку технологического процесса производства материалов.	Умеет проводить корректировку технологического процесса производства материалов с использованием техногенных продуктов

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка
----------	---------------------------



	2	3	4	5
Навыки организации и проведения научных исследований по оптимизации технологического процесса и энергосбережению в производстве композиционных материалов	Не имеет навыков организации и проведения научных исследований по оптимизации технологического процесса и энергосбережению в производстве композиционных материалов	Имеет навыки организации и проведения научных исследований по оптимизации технологического процесса и энергосбережению в производстве композиционных материалов	Имеет навыки организации и проведения научных исследований по оптимизации технологического процесса и энергосбережению в производстве композиционных материалов	Имеет навыки организации и проведения научных исследований по оптимизации технологического процесса и энергосбережению в производстве композиционных материалов, обсуждением и анализом результатов исследования
Навыки проведения технологических расчетов и выбора наиболее эффективных видов продукции	Не имеет навыков проведения технологических расчетов и выбора наиболее эффективных видов продукции	Имеет навыки проведения технологических расчетов и выбора наиболее эффективных видов продукции, но иногда делает ошибки в расчетах	Имеет навыки проведения технологических расчетов и выбора наиболее эффективных видов продукции	Имеет навыки проведения технологических расчетов и выбора наиболее эффективных видов продукции и самостоятельно их обосновывает
Навыки совершенствования технологического процесса производства	Не имеет навыков совершенствования технологического процесса производства	Имеет навыки совершенствования технологического процесса производства	Имеет навыки совершенствования технологического процесса производства на основе выбора компонентов смеси	Имеет навыки совершенствования технологического процесса производства с использованием широкого спектра компонентов смеси
Навыки сравнения эффективности процесса и выбора современного оборудования	Не имеет навыков сравнения эффективности процесса и выбора современного оборудования	Имеет навыки сравнения эффективности процесса и выбора современного оборудования, однако не хватает знаний в выборе оборудования	Имеет навыки сравнения эффективности процесса и выбора современного оборудования	Имеет навыки в сравнении эффективности процесса и выбора современного оборудования, владеет широкими знаниями по характеристикам оборудования и их использования

## 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	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (аудитории: УК2 103, 212)	Лекционные занятия – аудитории, оснащённые доской, специализированной мебелью, мультимедийным комплексом с предустановленным лицензионным программным обеспечением: Microsoft Office 2013 (№31401445414), Microsoft Windows 7 (№63-14к), Kaspersky Endpoint Security 10 (№17E0170707130320867250).
2	Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (аудитории: УК2 106, 109, 110)	<p>Лабораторные занятия проводятся в специализированных учебных и научно-исследовательских лабораториях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Лаборатория обжига и физико-механических испытаний, ауд 109 УК2, оснащенная оборудованием: электропечь Thermoceramics; электропечь камерная СНОЛ - 2 шт; электрошкаф сушильный СНОЛ - 2 шт; вакуумсушильный шкаф ГЗВ; прессовое оборудование.</li> <li>- Лаборатория микроскопических исследований, ауд 106 УК2, оснащенная оборудованием: Микроскоп Carl Zeiss Jena NU2; система пробоподготовки Minitom; микроскоп стереоскопический МБС-10; поляризационно-интерференционный микроскоп BIOLAR PI.</li> <li>- Помольное отделение, подвальное помещение под ауд 109 УК2, оснащенное оборудованием: - прибор для определения тонкости помола цемента СММ; механическое сито; щековая дробилка; мельница 2-х камерная МБЛ.</li> <li>- Лаборатория химических анализов, ауд 110 УК2 оснащенная оборудованием для определения активности извести и вяжущих на ее основе, температуры и скорости гашения извести, потерей при прокаливании материалов, определения несвязанной извести этилово-глицератным и сахаратным методами; в лаборатории имеется необходимые химическая посуда и химические реактивы (оборудование - установка по изучению свойств воздушной строительной извести; установка по определению содержания свободной извести в клинкере; интерференционно-поляризационный микроскоп МРІ 5; поляризационный микроскоп МИН-8; электро-</li> </ul>

		<p>печь камерная СНОЛ);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Лаборатория термических анализов и исследования вязущих (а. 102, 104 ) - DERIVATOGRAPH Q1500D - 3 шт; прибор синхронного термического анализа;</li> <li>- Лаборатория Тепло-технологическая ауд.. 208 с дифференциальным калориметром ToniCAL Trio;</li> <li>- Лаборатория физико-химических исследований (а 216 и 104), имеются следующие установки – дифрактометр рентгеновский ДРОН-3.0; дифрактометр рентгеновский ДРОН-4.07; дифрактометр рентгеновский порошковый.</li> </ul>
3	Учебные аудитории для самостоятельной работы (аудитория УК2 – 119а, 212)	<p>Самостоятельная работа студентов обеспечивается научной, учебной, учебно-методической литературой:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в библиотеке кафедры ТЦКМ УК2 - 119а, - научно-технической библиотеке БГТУ им. В.Г. Шухова, с предоставлением рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами, подключенными к сети Интернет и имеющих доступ к электронной информационно-образовательной среде университета;</li> <li>- в аудитории УК2 212, оснащённой персональными компьютерами с предустановленным лицензионным программным обеспечением: Microsoft Office 2013 (№31401445414), Microsoft Windows 7 (№63-14к), Kaspersky Endpoint Security 10 (№17E0170707130320867250) и специализированным программным обеспечением: <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Difwin</b> – программа для обработки результатов рентгенофазового анализа;</li> <li><b>Seavch-Match</b> – программа для расшифровки рентгенофазового анализа;</li> <li><b>ToniCal Trio</b> – программа для обработки результатов калориметрического анализа;</li> </ul> </li> </ul>
4	Читальный зал библиотеки для проведения самостоятельной работы	<p>Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду</p>

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
	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
	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
	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) KasperskyEndpointSecurity от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
	GoogleChrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
	MozillaFirefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

## 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Бойнтон Р.С. Химия и технология извести. 1972.
2. Бутт Ю.М., Л.М. Сычев, В.В. Тимашев. Химическая технология вяжущих материалов. Учебник. М. – Изд-во Высшая школа. 1980, 482 с.
3. Бутт Ю.М., Рашкович Л.М. Твердение вяжущих при повышенных температурах. М.: Стройиздат, 1965 г. 222 с.
4. Воеводский В.А. Машины и оборудование для производства асбестоцементных изделий. М.: Машиностроение, 1973. 184 с.
5. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ (учебное пособие). М.: Высшая школа. 1981 г. 334 с.
6. Киреев Ю.Н., Головизнина Т. Е. Применение ЭВМ в технологии силикатных материалов. Лабораторный практикум. - Изд-во БГТУ, 2005. – 62 с.\*
7. Кудеярова Н.П. Вяжущие для строительных автоклавных материалов. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2006.- 143 с., 8,3 п.л. (Допущено Министерством образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности 290600 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» направления подготовки «Строительство»). Переиздано в 2018 г.
8. Кудеярова Н.П. Твердение композиционных вяжущих с использованием техногенных продуктов/ Н.П. Кудеярова. Учебное пособие. – Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2016. – с. 118.
9. Кудеярова Н.П. Теплотехника и тепловые установки предприятий строительных материалов Методические указания по лабораторному практикуму. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г Шухова, 2007.- 93 с.,

10. Кудеярова Н.П. Технология композиционных материалов автоклавного твердения/ Н.П. Кудеярова, Н.П. Бушуева. Учебное пособие. – Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2017. – с. 80 с.
11. Кудеярова Н.П., Борисов И.Н. Технология вяжущих и композиционных материалов. Лабораторный практикум. Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород.: 2013 г. 66 с.
12. Кудеярова Н.П., Бушуева Н.П. Технологические расчеты при проектировании заводов силикатного кирпича. Учебное пособие. Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород 2010. Переиздано в 2018
13. Кудеярова Н.П., Методические указания по использованию промышленных отходов в производстве автоклавных материалов.- Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2018.–64с.\* (электронный ресурс)
14. Отраслевые журналы – «Строительные материалы XXI века», «Известия высших учебных заведений», «Строительные материалы».
15. Табунщиков Н.П. Производство извести. – Стройиздат. 1973.
16. Тимошенко Т.И., Классен В.К., Шамшуров В.М. Компьютерная обработка рентгеновских спектров. Методические указания к выполнению лабораторных и научно-исследовательских работ – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004.–34с.\* PDWIN (база данных дифракционных характеристик минералов) GDLRFIN (программа для обработки рентгеновских диффрактограмм)
17. Тимошенко Т. И., Шамшуров А.В., Классен В.К., Шамшуров В.М. Киреев Ю.Н. Компьютерная расшифровка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и исследовательских работ
18. Хавкин Л.Н. Производство силикатного кирпича. М.: Стройиздат, 1982
19. Межгосударственный стандарт ГОСТ 379-2015. Кирпич, камни, блоки и плиты перегородочные силикатные. Общие технические условия.
20. Межгосударственный стандарт ГОСТ 9179-2018 . Известь строительная.
21. Межгосударственный стандарт ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ
22. Межгосударственный стандарт ГОСТ 25818-2017 Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов
23. ГОСТ 57789-2017 Золы, шлаки и золошлаковые смеси ТЭС для производства искусственных пористых заполнителей.

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

- 1) -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
- 2) -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).
- 3) – Сборник нормативных документов «СтройКонсультант» [www.snip.ru](http://www.snip.ru) - доступ осуществляется в зале электронных ресурсов НТБ (к.302).