

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

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА**

Направление подготовки:  
18.03.01 Химическая технология

Направленность программы:  
Химическая технология вяжущих и композиционных материалов

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

**Институт:** Химико-технологический институт

**Кафедра:** Технологии цемента и композиционных материалов

Белгород – 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.т.н., доц.  (В.М. Коновалов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 19

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, доцент  (И.Н. Борисов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доцент  (Л.А. Порожнюк)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
ПК-3. Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции	ПК-3.2. Разрабатывает технологический регламент производства и обеспечивает работу предприятия в соответствии с нормами расхода сырьевых материалов и топлива	<b>Знание:</b> основных направлений повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники <b>Умение:</b> разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции <b>Навыки:</b> обеспечения работы предприятия в соответствии с нормами расхода сырьевых материалов и топлива внедрения новой техники
	ПК-3.3. Определяет причины брака при производстве цемента и проводит разработку мероприятий по их предупреждению и их устранению	<b>Знание:</b> методов определения бракованной продукции и причины его возникновения <b>Умение:</b> проводить мероприятия по предотвращению и устранению причин брака <b>Навыки:</b> устранения причин отклонения качества от стандартных значений

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция ПК-3.** Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Сырьевые материалы в производстве вяжущих материалов
2.	Контроль качества вяжущих материалов, стандартизация и сертификация
3.	Контрольно-измерительные приборы
4.	Системы управления химико-технологическими процессами
5.	Технология вяжущих и композиционных материалов
6.	Технология производства цемента
7.	Методы физико-химических исследований вяжущих и композиционных материалов
8.	Основы научных исследований
9.	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
10.	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зач. единиц 288 часов.  
Форма промежуточной аттестации – экзамен, зачёт, РГЗ.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	288	288
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	107	107
лекции	34	34
лабораторные	68	68
практические	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	181	181
курсовой проект	-	-
курсовая работа	-	-
расчётно-графическое задание	18	18
индивидуальное домашнее задание	-	-
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	127	127
экзамен	36	36

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объём Курс 3 Семестр 6

№ 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.	Требования к сырьевым материалам. Приготовление сырьевых смесей. Методы расчета смесей, оптимизация состава сырья и клинкера. Основы измельчения сырья при различных способах производства.	6		12	18
2.	Производство цемента. Основные технологические схемы и оборудование. Физико-химические процессы высокотемпературного синтеза клинкерных минералов. Примесные оксиды, минерализаторы и модификаторы.	6		12	20
3.	Реакции в твердом состоянии и с участием жидкой фазы. Влияние различных технологических факторов при производстве клинкера. Микроструктура клинкера.	4		8	18

4.	Печи цементной промышленности. Принципиальные технологические схемы производства цемента.	6		12	20
5.	Клинкерные холодильники, футеровка цементных печей. Топливо и режим работы печей.	4		8	16
6.	Размол клинкера и добавок. Помольное оборудование. Принципиальные схемы измельчения. Теория помола в шаровых мельницах.	4		8	17
7.	Виды цемента и их строительно-технические свойства. Оперативный контроль качества продукции. Экология, защита окружающей среды. Обеспыливающие агрегаты.	4		8	18
<b>ИТОГО</b>		<b>34</b>		<b>68</b>	<b>127</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1.	Требования к сырьевым материалам. Приготовление сырьевых смесей. Методы расчета смесей, оптимизация состава сырья и клинкера. Основы измельчения сырья при различных способах производства.			
	Изучение химических свойств сырьевых материалов – известняков, глин, кварцевого песка, извести, промышленных отходов (золы, сталеплавильного шлака, отсева горных пород).		12	15
2.	Производство цемента. Основные технологические схемы и оборудование. Физико-химические процессы высокотемпературного синтеза клинкерных минералов. Примесные оксиды, минерализаторы и модификаторы.			
	Определение удельной поверхности сырьевых компонентов и их смешение. Определение свойств шламов, титра сырьевой смеси.		12	14
3.	Реакции в твердом состоянии и с участием жидкой фазы. Влияние различных технологических факторов при производстве клинкера. Микроструктура клинкера.			
	Определение фазового состава новообразований, в присутствии примесных оксидов и минерализаторов.		12	14
	Определение активности извести, содержания несвязанного оксида кальция в цементе.		8	14
4.	Виды цемента и их строительно-технические свойства. Оперативный контроль качества продукции. Экология, защита окружающей среды. Обеспыливающие агрегаты.			
	Определение сроков схватывания цементов. Содержания гипса в составе цемента.		8	14
	Определение марки цемента, тонкости помола цемента		8	13
	Строительно-технические свойства композиционных вяжущих.		8	12
<b>ИТОГО</b>			<b>68</b>	<b>96</b>

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

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

Расчётно-графическое задание является одной из форм контроля знаний студентов, выполняется в форме расчетных заданий по заданной теме.

*Цель РГЗ:*

1. Углубленное изучение технологии производства портландцемента, анализ работы основного технологического оборудования, разработка перспективных технологических схем производства.

2. Получение практических навыков при расчетах сырьевых смесей, расчетов материальных балансов предприятия, подбор оптимального оборудования для осуществления производства цемента.

*Каждое РГЗ состоит из 7 разделов:*

##### **1. Введение**

Значение проектируемого цеха в технологии получения вяжущего. Возможные варианты технологической схемы цеха с указанием преимуществ и недостатков.

##### **2. Разработка технологической схемы**

Описание физико-химических процессов, протекающих при переработке сырья в цеху. Характеристика сырьевых материалов, полуфабрикатов и готового продукта. Составление схемы технологических операций в зависимости от свойств сырья и получаемого продукта.

##### **3. Материальный баланс цеха**

Расчет сырьевой смеси (по необходимости с применением ЭВМ). Разработка рабочей программы по расходу материалов с учетом производственных потерь (при транспортировке, пылеунос и т.д.). Рабочая программа составляется в виде таблицы расхода материалов на год, месяц, сутки, смену, час.

##### **4. Подбор технологического оборудования**

Согласно технологической схемы производства подбирается необходимое количество агрегатов для выполнения производственной программы. При подборе оборудования обязательно учитывается сменность работы цеха, коэффициент использования оборудования с обязательным расчетом производительности агрегата и всего вспомогательного оборудования.

##### **5. Разработка технологической карты**

Карта производства по цеху составляется, ориентируясь на исходные данные по сырью (влажность, гранулометрический и химический состав, пластичные свойства и др.). Необходимо установить характеристики материала по переделам технологической линии. Пользуясь данными работы заводского оборудования, а также техническими характеристиками указать удельный расход электроэнергии, топлива и вспомогательных материалов. Результаты всех определений сводятся в таблицу.

## 6. Схема контроля производственного процесса

Определить основные точки отбора проб для контроля, установить показатели и отклонения характеристик материала. Составить схему отбора проб для оперативного контроля за производственным процессом с указанием места, частоты анализа, методики и исполнителя.

### Заключение

Выводы по проекту. Краткая аннотация выполненного проекта с анализом достоинств и недостатков.

### Требования к оформлению РГЗ:

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 (210×297 мм) в рукописном или печатном варианте и включает: титульный лист, содержание, условие задания, выполненные расчеты, необходимые схемы или чертежи, а также список использованной литературы. Все страницы должны быть пронумерованы. Вариант работы указывается преподавателем.

### Темы РГЗ:

№ п/п	Тема РГЗ
1.	Цех обжига цементного завода производительностью 1,5 млн. т цемента в год. Предусмотреть выпуск цементов видов ЦЕМ I 42,5 – 25%; ЦЕМ II – 50%; ЦЕМ III – 35%. Активная добавка – глиежи. Сырьевые материалы Челябинской области и доменный шлак, как компонент сырьевой смеси.
2.	Цех обжига цементного завода производительностью 2,5 млн. т цемента в год. Предусмотреть выпуск цементов видов ЦЕМ I 42,5 – 5%; ЦЕМ II – 50%; ЦЕМ III – 45%. Активная добавка – шлак липецкий. Сырьевые материалы Липецкой области и доменный шлак, как компонент сырьевой смеси.
3.	Цех обжига цементного завода производительностью 2,3 млн. т цемента в год. Предусмотреть выпуск цементов видов ЦЕМ I 42,5 – 20%; ЦЕМ II – 40%; ЦЕМ III – 50%. Активная добавка - шлак. Сырьевые материалы Воронежской области и доменный шлак, как компонент сырьевой смеси.
4.	Цех обжига цементного завода производительностью 2,0 млн. т цемента в год. Предусмотреть выпуск цементов видов ЦЕМ I 42,5 – 25%; ЦЕМ II – 50%; ЦЕМ III – 25%. Активная добавка – опока. Сырьевые материалы Пензенской области и доменный шлак, как компонент сырьевой смеси.
5.	Цех обжига цементного завода производительностью 2,2 млн. т цемента в год. Предусмотреть выпуск цементов видов ЦЕМ I 42,5 – 25%; ЦЕМ II – 40%; ЦЕМ III – 35%. Активная добавка – шлак. Сырьевые материалы Курганской области и доменный шлак, как компонент сырьевой смеси.
6.	Цех обжига цементного завода производительностью 2.6 млн. т цемента в год. Предусмотреть выпуск цементов видов ЦЕМ I 42,5 – 20%; ЦЕМ II – 40%; ЦЕМ III – 40%. Активная добавка – трепел. Сырьевые материалы Савинского цементного завода и доменный шлак, как компонент сырьевой смеси.
7.	Цех обжига цементного завода производительностью 2,7 млн. т цемента в год. Предусмотреть выпуск цементов видов ЦЕМ I 42,5 – 50%; ЦЕМ II – 25%; ЦЕМ III – 25%. Активная добавка – шлак. Сырьевые материалы Кировской области и доменный шлак, как компонент сырьевой смеси.
8.	Цех обжига цементного завода производительностью 1,8 млн. т цемента в год. Предусмотреть выпуск цементов видов ЦЕМ I 42,5 – 25%; ЦЕМ II – 50%; ЦЕМ III – 25%. Активная добавка – опока. Сырьевые материалы Себряковского цементного завода и доменный шлак, как компонент сырьевой смеси.

9.	Цех обжига цементного завода производительностью 1,6 млн. т цемента в год. Предусмотреть выпуск цементов видов ЦЕМ I 42,5 – 35%; ЦЕМ II – 40%; ЦЕМ III – 25%. Активная добавка – шлак. Сырьевые материалы Пензенской области и доменный шлак, как компонент сырьевой смеси.
10.	Цех обжига цементного завода производительностью 2,0 млн. т цемента в год. Предусмотреть выпуск цементов видов ЦЕМ I 42,5 – 15%; ЦЕМ II – 50%; ЦЕМ III – 35%. Активная добавка – шлак. Сырьевые материалы Курганской области и доменный шлак, как компонент сырьевой смеси и доменный шлак, как компонент сырьевой смеси.

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

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПК-3.** Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.2. Разрабатывает технологический регламент производства и обеспечивает работу предприятия в соответствии с нормами расхода сырьевых материалов и топлива	<i>Защита лабораторных работ Устный опрос Зачёт Экзамен</i>
ПК-3.3. Определяет причины брака при производстве цемента и проводит разработку мероприятий по их предупреждению и их устранению	<i>Защита лабораторных работ Устный опрос Зачёт Экзамен</i>

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
<b>Компетенция ПК-3.</b> Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции		
1.	Требования к сырьевым материалам. Приготовление сырьевых смесей. Методы расчета смесей, оптимизация состава сырья и клинкера. Основы измельчения сырья при различных способах производства.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исторический обзор появления и развития технологии. Современное состояние промышленности строительных материалов.</li> <li>2. Грубое измельчение материалов при производстве цемента. Дробилки и оптимальных схем измельчения в зависимости от характеристики материала (размера исходных кусков, твердости, хрупкости, пластичности, влажности).</li> <li>3. Технологические осложнения и вероятные нарушения в работе дробильной фабрики, способы</li> </ol>



		<p>их предупреждения и устранения</p> <p>4. Помол сырьевого шлама. Мельницы для помола шлама. Применение классификаторов при замкнутой схеме помола</p> <p>5. Помол сырья при сухом способе производства. Схемы одновременного помола и сушки материала.</p> <p>6. Усреднение корректировка сырьевой смеси при мокром и сухом способах производства.</p>
2.	Производство цемента. Основные технологические схемы и оборудование. Физико-химические процессы высокотемпературного синтеза клинкерных минералов. Примесные оксиды, минерализаторы и модификаторы.	<p>1. Цементные вращающиеся печи мокрого, сухого и комбинированного способов производства. Устройство, схема материальных и газовых потоков, технологические зоны, физико-химические и тепловые процессы в них.</p> <p>2. Основные расходные статьи теплового баланса печей, способы расчета и значения.</p> <p>3. Роль потерь тепла в горячей части печи с учетом работ Эйгена-Классена. Коэффициент теплотерь и его изменение по длине печи.</p> <p>4. Вывод уравнения Эйгена.</p>
3.	Реакции в твердом состоянии и с участием жидкой фазы. Влияние различных технологических факторов при производстве клинкера. Микроструктура клинкера.	<p>1. Какими показателями можно охарактеризовать качество портландцементного клинкера.</p> <p>2. Что называется клинкерным минералом и клинкерной фазой.</p> <p>3. Почему фактический минералогический состав клинкера отличается от расчетного.</p> <p>4. Какие методы используются для определения количества минералов в клинкере.</p>
4.	Печи цементной промышленности. Принципиальные технологические схемы производства цемента.	<p>1. Футеровка вращающейся печи. Рациональный вид огнеупора для отдельных технологических зон. Способы укладки и крепления кирпича. Особенности футеровки цепных завес, переходных участков между зонами, порогов печей.</p> <p>2. Пути повышения стойкости футеровки.</p> <p>3. Причины и способы предотвращения клинкерного пыления.</p> <p>4. Причины, механизм образования, способы предотвращения и устранения колец во вращающихся печах.</p> <p>5. Причины, механизм образования, способы предотвращения и устранения и настывлей в теплообменниках.</p> <p>6. Теплообменные устройства во вращающихся печах мокрого способа производства. Способы навески цепей, преимущества и недостатки различных видов навесок.</p> <p>7. Масса, поверхность, коэффициент плотности цепных завес и изменение этих параметров по отдельным участкам.</p>
5.	Клинкерные холодильники, футеровка цементных печей. Топливо и режим работы печей.	<p>1. Клинкерные холодильники. Устройство, схема материальных и воздушных потоков.</p> <p>2. Сжигание топлива, влияние отдельных факторов: вида, состава и параметров подготовки форсуночного топлива, скорости вылета топлива и ко-</p>

		личества первичного воздуха, коэффициента избытка и температуры вторичного воздуха, положения форсунки и условия подачи пыли в факельное пространство.
6.	Размол клинкера и добавок. Помольное оборудование. Принципиальные схемы измельчения. Теория помола в шаровых мельницах.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные закономерности работы шаровых мельниц. Роль коэффициента и ассортимента загрузки, вида мелющих тел, бронеплит и межкамерных перегородок, свойств измельчаемого материала, аспирации мельницы, температуры цемента, влажности среды.</li> <li>2. Замкнутые схемы помола, типы сепараторов.</li> <li>3. Новые агрегаты для помола цемента.</li> <li>4. Хранение и отгрузка цемента. Работа силосов и пневмотранспорта.</li> </ol>
7.	Виды цемента и их строительно-технические свойства. Оперативный контроль качества продукции. Экология, защита окружающей среды. Обеспыливающие агрегаты.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Параметры и способы управления качеством цемента.</li> <li>2. Методы контроля качества.</li> <li>3. Направление экономии энергетических и материальных балансов.</li> <li>4. Гидратация цемента Механизм взаимодействия кристаллов с водой Химические реакции гидратации основных клинкерных минералов.</li> </ol>

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
<b>Компетенция ПК-3.</b> Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции		
1.	Требования к сырьевым материалам. Приготовление сырьевых смесей. Методы расчета смесей, оптимизация состава сырья и клинкера. Основы измельчения сырья при различных способах производства.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исторический обзор появления и развития технологии. Современное состояние промышленности строительных материалов.</li> <li>2. Грубое измельчение материалов при производстве цемента. Дробилки и оптимальных схем измельчения в зависимости от характеристики материала (размера исходных кусков, твердости, хрупкости, пластичности, влажности).</li> <li>3. Технологические осложнения и вероятные нарушения в работе дробильной фабрики, способы их предупреждения и устранения</li> <li>4. Помол сырьевого шлама. Мельницы для помола шлама. Применение классификаторов при замкнутой схеме помола</li> <li>5. Помол сырья при сухом способе производства. Схемы одновременного помола и сушки материала.</li> <li>6. Усреднение корректировка сырьевой смеси при мокром и сухом способах производства.</li> </ol>
2.	Производство цемента. Основные технологические схемы и оборудование. Физико-химические процессы высокотемпературного синтеза клин-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цементные вращающиеся печи мокрого, сухого и комбинированного способов производства. Устройство, схема материальных и газовых потоков, технологические зоны, физико-химические и тепловые процессы в них.</li> </ol>

	кernых минералов. Примесные оксиды, минерализаторы и модификаторы.	<p>2. Основные расходные статьи теплового баланса печей, способы расчета и значения.</p> <p>3. Роль потерь тепла в горячей части печи с учетом работ Эйгена-Классена. Коэффициент теплотерь и его изменение по длине печи.</p> <p>4. Вывод уравнения Эйгена.</p>
3.	Реакции в твердом состоянии и с участием жидкой фазы. Влияние различных технологических факторов при производстве клинкера. Микроструктура клинкера.	<p>1. Какими показателями можно охарактеризовать качество портландцементного клинкера.</p> <p>2. Что называется клинкерным минералом и клинкерной фазой.</p> <p>3. Почему фактический минералогический состав клинкера отличается от расчетного.</p> <p>4. Какие методы используются для определения количества минералов в клинкере.</p>
4.	Печи цементной промышленности. Принципиальные технологические схемы производства цемента.	<p>1. Футеровка вращающейся печи. Рациональный вид огнеупора для отдельных технологических зон. Способы укладки и крепления кирпича. Особенности футеровки цепных завес, переходных участков между зонами, порогов печей.</p> <p>2. Пути повышения стойкости футеровки.</p> <p>3. Причины и способы предотвращения клинкерного пыления.</p> <p>4. Причины, механизм образования, способы предотвращения и устранения колец во вращающихся печах.</p> <p>5. Причины, механизм образования, способы предотвращения и устранения и настелей в теплообменниках.</p> <p>6. Теплообменные устройства во вращающихся печах мокрого способа производства. Способы навески цепей, преимущества и недостатки различных видов навесок.</p> <p>7. Масса, поверхность, коэффициент плотности цепных завес и изменение этих параметров по отдельным участкам.</p>
5.	Клинкерные холодильники, футеровка цементных печей. Топливо и режим работы печей.	<p>1. Клинкерные холодильники. Устройство, схема материальных и воздушных потоков.</p> <p>2. Сжигание топлива, влияние отдельных факторов: вида, состава и параметров подготовки форсуночного топлива, скорости вылета топлива и количества первичного воздуха, коэффициента избытка и температуры вторичного воздуха, положения форсунки и условия подачи пыли в факельное пространство.</p>
6.	Размол клинкера и добавок. Помольное оборудование. Принципиальные схемы измельчения. Теория помола в шаровых мельницах.	<p>1. Основные закономерности работы шаровых мельниц. Роль коэффициента и ассортимента загрузки, вида мелющих тел, бронеплит и межкамерных перегородок, свойств измельчаемого материала, аспирации мельницы, температуры цемента, влажности среды.</p> <p>2. Замкнутые схемы помола, типы сепараторов.</p> <p>3. Новые агрегаты для помола цемента.</p> <p>4. Хранение и отгрузка цемента. Работа силосов и пневмотранспорта.</p>

7.	Виды цемента и их строительно-технические свойства. Оперативный контроль качества продукции. Экология, защита окружающей среды. Обеспыливающие агрегаты.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Параметры и способы управления качеством цемента.</li> <li>2. Методы контроля качества.</li> <li>3. Направление экономии энергетических и материальных балансов.</li> <li>4. Гидратация цемента Механизм взаимодействия кристаллов с водой Химические реакции гидратации основных клинкерных минералов.</li> </ol>
----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **5.2.3. Перечень контрольных материалов для защиты расчётно-графического задания**

1. Цементные вращающиеся печи мокрого, сухого и комбинированного способов производства.
2. Устройство, схема материальных и газовых потоков, технологические зоны, физико-химические и тепловые процессы в них.
3. Основные расходные статьи теплового баланса печей, способы расчета и значения.
4. Роль потерь тепла в горячей части печи с учетом работ Эйгена-Классена. Коэффициент теплопотерь и его изменение по длине печи.
5. Вывод уравнения Эйгена.
6. Футеровка вращающейся печи. Рациональный вид огнеупора для отдельных технологических зон. Способы укладки и крепления кирпича.
7. Особенности футеровки цепных завес, переходных участков между зонами, порогов печей.
8. Пути повышения стойкости футеровки.
9. Причины и способы предотвращения клинкерного пыления.
10. Причины, механизм образования, способы предотвращения и устранения колец во вращающихся печах.
11. Причины, механизм образования, способы предотвращения и устранения и настылей в теплообменниках.
12. Теплообменные устройства во вращающихся печах мокрого способа производства. Способы навески цепей, преимущества и недостатки различных видов навесок.
13. Масса, поверхность, коэффициент плотности цепных завес и изменение этих параметров по отдельным участкам.
14. Клинкерные холодильники. Устройство, схема материальных и воздушных потоков.
15. Сжигание топлива, влияние отдельных факторов: вида, состава и параметров подготовки форсуночного топлива, скорости вылета топлива и количества первичного воздуха, коэффициента избытка и температуры вторичного воздуха, положения форсунки и условия подачи пыли в факельное пространство.

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

#### **Типовые контрольные задания по лабораторным работам**

Оценка «зачтено» выставляется по совокупности выполнения и защиты

лабораторных работ. Текущий контроль осуществляется в течение семестра при проведении и выполнении лабораторных работ. В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, приведены понятия и определения основных свойств строительных материалов и изделий, а также методики по их определению при выполнении лабораторных работ.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования (устного опроса) преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
<b>Компетенция ПК-3.</b> Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции		
	Требования к сырьевым материалам. Приготовление сырьевых смесей. Методы расчета смесей, оптимизация состава сырья и клинкера. Основы измельчения сырья при различных способах производства.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Почему необходимо поддерживать оптимальную тонкость помола сырьевой смеси.</li> <li>2. Как определяется титр сырьевой смеси.</li> <li>3. В чем заключается сущность метода.</li> <li>4. Химические реакции, протекающие при титровании.</li> </ol>
	Производство цемента. Основные технологические схемы и оборудование. Физико-химические процессы высокотемпературного синтеза клинкерных минералов. Примесные оксиды, минерализаторы и модификаторы.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что характеризует и с какой целью определяется текучесть шлама.</li> <li>2. Чему равна нормальная текучесть шлама.</li> <li>3. От чего зависит водопотребность шлама.</li> <li>4. С какой влажностью готовят шлам на цементных заводах мокрого способа производства.</li> <li>5. Влияние тонкости помола шлама на работу технологического оборудования.</li> </ol>
	Реакции в твердом состоянии и с участием жидкой фазы. Влияние различных технологических факторов при производстве клинкера. Микроструктура клинкера.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какими показателями можно охарактеризовать качество портландцементного клинкера.</li> <li>2. Что называется клинкерным минералом и клинкерной фазой.</li> <li>3. Почему фактический минералогический состав клинкера отличается от расчетного.</li> <li>4. Какие методы используются для определения количества минералов в клинкере.</li> <li>5. С какими оксидами взаимодействует оксид кальция при обжиге клинкера.</li> <li>6. В каких соединениях должен находиться оксид кальция в клинкере.</li> <li>7. От каких факторов зависит полнота усвоения оксида кальция при обжиге клинкера? Какая реакция может протекать внутри затвердевшего цементного камня при повышенном содержании <math>\text{CaO}_{\text{св}}</math> в клинкере.</li> <li>8. Чем она сопровождается и что вызывает в бетонных сооружениях.</li> <li>9. В чем заключается сущность этилово-глицератного метода.</li> </ol>

<p>Виды цемента и их строительно-технические свойства. Оперативный контроль качества продукции. Экология, защита окружающей среды. Обеспыливающие агрегаты.</p>		<p>10. Преимущества и недостатки этого метода.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В каком количестве вводят гипс в цемент.</li> <li>2. Требования ГОСТ 30515-97 к содержанию SO<sub>3</sub> в цементе.</li> <li>3. Механизм действия гипса при затворении цемента водой.</li> <li>4. Какое соединение образуется при взаимодействии двуводного гипса с трехкальциевым алюминатом в присутствии воды.</li> <li>5. Каким методом определяется содержание гипса в цементе.</li> <li>6. Что представляет собой ионообменная смола. Какими свойствами отличаются катионитовые смолы.</li> <li>7. Требования ГОСТ 10178-85 к тонкости помола цемента.</li> <li>8. Что такое удельная поверхность цемента. В каких единицах выражается удельная поверхность цемента.</li> <li>9. Факторы, влияющие на размалываемость клинкера.</li> <li>10. Какой метод анализа и какое сито применяют для определения тонкости помола цемента. Что обозначает номер сита.</li> <li>11. Что принимают за водопотребность цемента. Какие цементы характеризуются повышенной (пониженной) водопотребностью.</li> <li>12. Что представляет собой процесс схватывания цементного теста.</li> <li>13. Каковы требования ГОСТ 10178-85 к срокам схватывания портландцемента.</li> <li>14. От каких факторов зависят сроки схватывания цементов. Как эти факторы влияют на сроки схватывания портландцемента.</li> </ol>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Тестирование осуществляется после прохождения каждого из разделов дисциплины. На тестирование отводится 30 минут. Тестовое задание состоит из 10 вопросов. Пример типовых тестовых заданий представлен в таблице.

### Перечень типовых тестовых заданий

<p><b>Компетенция ПК-3.</b> Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции</p>	
<p>1.</p>	<p>От чего зависит водопотребность шлама:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) от количества добавленной воды</li> <li>б) от химического состава сырьевой смеси</li> <li>в) от минералогического состава компонентов смеси, тонкости помола и ввода разжижителей</li> </ol>
<p>2.</p>	<p>От каких факторов зависит полнота усвоения оксида кальция при обжиге клинкера:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) от химического состава: КН, n, р, температуры и времени изотермической выдержки, тонкости помола сырья, наличие кварца и примесных оксидов: Na, K, S, P и др.</li> <li>б) от влажности шлама и температуры отходящих газов</li> <li>в) от эффективности работы клинкерного холодильника</li> </ol>
<p>3.</p>	<p>Что выражает КН, его физический смысл:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) содержание основных силикатных фаз</li> </ol>

	<p>б) соотношение между минералами силикатами и алюмоферритами</p> <p>в) соотношение между силикатами – алит/белит</p>
4.	<p>Назначение декарбонизатора в схемах производства цемента по сухому способу:</p> <p>а) снижает тепловой эффект клинкерообразования</p> <p>б) ускоряет спекание клинкера</p> <p>в) повышает интенсивность теплообмена и, увеличивает производительность печи, снижает удельные потери тепла в окружающую среду</p>
5.	<p>Как определяется титр сырьевой смеси:</p> <p>а) рентгенофазовым анализом</p> <p>б) обратным титрованием избытка соляной кислоты едкой щелочью</p> <p>в) микроскопическим анализом</p>
6.	<p>Механизм действия гипса при затворении цемента водой:</p> <p>а) повышает пластичность теста и ускоряет схватывание при кристаллизации</p> <p>б) замедляет схватывание цемента, взаимодействуя с гидросиликатами при гидратации алита</p> <p>в) замедляет схватывание, образуя с алюминатами эттрингит</p>
7.	<p>Основные клинкерные фазы портландцемента и их содержание в клинкере:</p> <p>а) алит, алюмоферрит и алюминат кальция в соотношении 60:20:10</p> <p>б) белит, алит алюмоферрит и алюминат кальция в соотношении 15:60:17:8</p> <p>в) <math>C_3S</math>, <math>C_2S</math>, <math>C_3A</math> и <math>C_4AF</math> в соотношении 60:15:8:17</p>
8.	<p>Механизм образования материальных колец во вращающихся печах:</p> <p>а) высокой влажностью сырья и высокой теплопроводностью футеровки печи</p> <p>б) объясняется появлением в системе легкоплавких соединений, плавящихся с разложением. В зоне сушки шлама быстрым испарением влаги и высокой концентрацией щелочных оксидов</p> <p>в) образование большого количества расплав при высоком расходе топлива</p>
9.	<p>Теплообменные устройства во вращающихся печах мокрого способа производства:</p> <p>а) котлы утилизаторы</p> <p>б) цепные завесы</p> <p>в) цепные завесы и жаропрочные теплообменники (рожковые, горшковые, циклоидные и керамические)</p>
10.	<p>Назначение аспирации мельницы, температуры цемента, влажности среды:</p> <p>а) для ускорения продвижения материала в мельнице</p> <p>б) снижает запыленность в цехе</p> <p>в) удаляет перемолотую фракцию, снижает температуру в мельнице, препятствует конгломерации материала, повышает производительность</p>
11.	<p>Коэффициент плотности цепных завес и изменение этих параметров по отдельным участкам:</p> <p>а) отношение массы цепей к производительности печи, на всех участках имеет одинаковое значение</p> <p>б) отношение поверхности футеровки на участке к поверхности цепей. По мере продвижения материала по печи коэффициент плотности возрастает</p> <p>в) отношение поверхности цепей на участке к поверхности футеровки на этом участке. Зависит от реологических свойств материала. В зоне критической влажности имеет минимальное значение, в зоне сыпучего материала – максимальное (7-12)</p>
12.	<p>Назначение клинкерного холодильника:</p> <p>а) охлаждение клинкера</p> <p>б) рекуперация тепла и быстрое охлаждение клинкера для стабилизации <math>\beta</math>-<math>C_2S</math></p> <p>в) аспирация очага запыленности</p>
13.	<p>Как осуществляется транспортировка цемента от помольных мельниц до силосов хранения:</p> <p>а) автотранспортом</p> <p>б) аэротранспортом – камерные насосы, пневмовинтовые насосы, аэрожелоба, возможно использование механической транспортировки – элеватором</p>

	в) винтовыми конвейерами
14.	Перечислить методы контроля качества цемента: а) весовой контроль, по плотности цемента б) химический контроль качества – содержание основных оксидов, $CaO_{св}$ , фазовый состав – рентгенофазовый, микроскопический анализы, калориметрический и гранулометрический в) электронно дисперсионный метод анализа
15.	Почему ограничивается в сырье содержание крупнокристаллического кварца: а) трудно размалывается, затрудняет спекание клинкера и получение качественного цемента б) снижает производительность сырьевых мельниц в) увеличивает водопотребность шлама

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

При промежуточной аттестации в форме зачёта используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

При промежуточной аттестации в форме экзамена, зачёта, дифференцированного зачёта при защите курсовой 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
<b>Компетенция ПК-3.</b> Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции	
Знания	Знание терминов, определений, понятий Знание основных направлений повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники Знание методов определения бракованной продукции и причины его возникновения Полнота ответов на вопросы Чёткость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции Умение проводить мероприятия по предотвращению и устранению причин брака
Навыки	Навыки обеспечения работы предприятия в соответствии с нормами расхода сырьевых материалов и топлива внедрения новой техники Навыки устранения причин отклонения качества от стандартных значений

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



Промежуточная аттестация в форме зачёта.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок
Знание основных направлений повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники	Не знает основных направлений повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники	Знает основные направления повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники
Знание методов определения бракованной продукции и причины его возникновения	Не знает методы определения бракованной продукции и причины его возникновения	Знает методы определения бракованной продукции и причины его возникновения
Полнота ответов на вопросы	На вопросы отвечает не полностью	Ответ на вопросы полный, но делает ошибки
Четкость изложения и интерпретации знаний	Ответы неполные и неточные	Ответы полные с некоторыми неточностями

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умение разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции	Не умеет разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции	Умеет разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции
Умение проводить мероприятия по предотвращению и устранению причин брака	Не умеет проводить мероприятия по предотвращению и устранению причин брака	Умеет проводить мероприятия по предотвращению и устранению причин брака

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Навыки обеспечения работы предприятия в соответствии с нормами расхода сырьевых материалов и топлива внедрения новой техники	Не владеет навыками обеспечения работы предприятия в соответствии с нормами расхода сырьевых материалов и топлива внедрения	Владеет навыками обеспечения работы предприятия в соответствии с нормами расхода сырьевых материалов и топлива внедрения новой

	новой техники	техники
Навыки устранения причин отклонения качества от стандартных значений	Не владеет навыками устранения причин отклонения качества от стандартных значений	Владеет навыками устранения причин отклонения качества от стандартных значений

Промежуточная аттестация в форме экзамена.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных направлений повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники	Не знает основных направлений повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники	Знает основные направления повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники, но допускает ошибки	Знает основные направления повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники	Знает основные направления повышения эффективности технологических процессов и внедрения новой техники, может применять эти знания
Знание методов определения бракованной продукции и причины его возникновения	Не знает методы определения бракованной продукции и причины его возникновения	Знает методы определения бракованной продукции и причины его возникновения, но допускает ошибки	Знает методов определения бракованной продукции и причины его возникновения	Знает методов определения бракованной продукции и причины его возникновения, может применять эти знания
Полнота ответов на вопросы	На вопросы отвечает не полностью	Ответ на вопросы полный, но делает ошибки	Ответ на вопросы полный,	Ответ на вопросы полный, с точными объяснениями на дополнительные вопросы
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Ответы неполные и неточные	Ответы полные с некоторыми неточностями	Ответы на все вопросы полные и четкие	Ответы на все вопросы полные, четкие и отличаются самостоятельностью мышления

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Умение разрабатывать технологический	Не умеет разрабатывать технологический	Умеет разрабатывать технологический	Умеет разрабатывать технологический регламент	Умеет разрабатывать технологический регламент

регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции	регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции	регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции, но допускает ошибки	мент производства и управлять качеством выпускаемой продукции	производства и управлять качеством выпускаемой продукции с объяснениями по каждому этапу технологического процесса
Умение проводить мероприятия по предотвращению и устранению причин брака	Не умеет проводить мероприятия по предотвращению и устранению причин брака	Умеет проводить мероприятия по предотвращению и устранению причин брака, но допускает ошибки	Умеет проводить мероприятия по предотвращению и устранению причин брака	Умеет проводить мероприятия по предотвращению и устранению причин брака и совершенствовать технологический процесс

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Навыки обеспечения работы предприятия в соответствии с нормами расхода сырьевых материалов и топлива внедрения новой техники	Не владеет навыками обеспечения работы предприятия в соответствии с нормами расхода сырьевых материалов и топлива внедрения новой техники	Владеет навыками обеспечения работы предприятия в соответствии с нормами расхода сырьевых материалов и топлива внедрения новой техники, но допускает ошибки	Владеет навыками обеспечения работы предприятия в соответствии с нормами расхода сырьевых материалов и топлива внедрения новой техники	Владеет навыками самостоятельного обеспечения работы предприятия в соответствии с нормами расхода сырьевых материалов и топлива внедрения новой техники
Навыки устранения причин отклонения качества от стандартных значений	Не владеет навыками устранения причин отклонения качества от стандартных значений	Владеет навыками устранения причин отклонения качества от стандартных значений, но допускает ошибки	Владеет навыками устранения причин отклонения качества от стандартных значений	Владеет навыками самостоятельного устранения причин отклонения качества от стандартных значений

## 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.	Зал курсового и дипломного проектирова-	Мультимедийный комплекс (ЭВМ, мульт-

	ния и учебная аудитория	тимедиапроектор, акустическая система)
2.	Препараторская	Лабораторная посуда и измерительные приборы
3.	Лаборатория обжига и физико-механических испытаний: для проведения лабораторных, дипломных и научно-исследовательских работ	Лабораторный комплекс оборудования по учебным дисциплинам. Помольное оборудование (аппарат размольный, вибромельница ЛЕЛ, виброплощадка, дробилка трёхвалковая, измельчитель вибрационный, мельница МБЛ, мельницы шаровые МШЛК-2-12), оборудование для испытаний цемента по ГОСТу (машина испытательная МИН-100, машина разрывная Р-0.5, мешалка лабораторная бегунковая, набор сит КСИ, поверхностемеры ПМЦ-500, пресса гидравлические ПСУ-10 и ПСУ-50, пресс П-125, смеситель Testing 1.0205, встряхивающий стол со счетчиком, прибор Вика), оборудование для проведения обжига (печи муфельные, высокотемпературные печи, электропечь ТК.16.1750.ДМ.К), автоклав высокого давления, стол шлифовальный
4.	Лаборатория химических анализов: для проведения лабораторных, дипломных и научно-исследовательских работ	Лабораторный комплекс оборудования по учебным дисциплинам. Весовое оборудование, сушильные шкафы, муфельные печи, микроскопы, насос Камовского, сосуд Дьюара, кальциметр, установка по определению свободного оксида кальция, текучестемер МХТИ ТН-2
5.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
6.	Библиотека кафедры	Специализированная мебель; журналы, книги, методички

## 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 поль-

		зования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5.	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

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

1. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. - 307 с. (Рекомендовано ГОУ ВПО РХТУ им. Д.И. Менделеева в качестве учебного пособия)
2. Лугинина И.Г. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004. Ч. 1 - 240 с.; Ч. 2 198 с. (Рекомендовано У МО вузов РФ по образованию в области химической технологии и биотехнологии в качестве учебного пособия)
3. Борисов И.Н. Управление процессами агломерации материалов и формирования обмазки во вращающихся печах цементной промышленности. - Белгород: Изд-во «Белаудит», 2003. - 112 с.
4. Коновалов В.М., Ткачев В.В., Черкасов А.В., Энергоэффективная технология производства цементного клинкера: - Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 96 с.
5. Компьютерная обработка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и исследовательских работ для студентов специальностей 250800; 320700; 290600; 291000 / Тимошенко Т.И. Классен В.К., Шамшуров В.М. - Учебное издание, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004. - 34 с.
6. Компьютерная расшифровка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и исследовательских работ для студентов специальностей 240304; 270106; 270205; 280201 / Тимошенко Т.И., Шамшуров А.В., Классен В.К., Шамшуров В.М. Киреев Ю.Н.- Учебное издание, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2006. -35 с.
7. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. - М.: Высш. школа, 1980. - 72 с.
8. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. - Красноярск: Стройиздат, 1994.-322 с.
9. Классен В.К. Технологические схемы, оборудование, видеофильмы по новейшим достижениям цементной технологии (*электронный вариант*).- Белгород: 2006.
10. Дешко Ю.И., Креймер И.В., Крыхтин Г.С. Измельчение материалов в цементной промышленности. - М.: Стройиздат, 1966. - 290 с.
11. Дешко Ю.И., и др. Наладка и теплотехнические испытания вращающихся печей. - М.: Стройиздат, 1966. - 242 с.
12. Проектирование цементных заводов (под ред. Зозули П.В., Никифорова Ю.В.). - С-П: Изд-во «Синтез», - 1995. - 445 с.
13. Дуда В. Цемент. 4.1- М.: Стройиздат, 1981. - 464 с.

14. Вальберг Г.С. и др. Интенсификация производства цемента. - М.: Стройиздат, 1971. - 145 с.

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

1. Сборники и базы нормативных и технических документов

[www.snip.ru](http://www.snip.ru) <http://www.tmvt.ru/help/help-tsement.html>

<http://docs.cntd.ru/>

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.