

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**АУДИТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА  
ЦЕМЕНТА И ДРУГИХ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки:  
18.04.01 Химическая технология

Направленность программы:  
Химическая технология вяжущих и композиционных материалов

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

**Институт:** Химико-технологический институт

**Кафедра:** Технологии цемента и композиционных материалов

Белгород – 2021

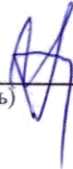
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г., № 910
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.т.н., доцент  (А.В. Черкасов)  
(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-2. Способен управлять качеством производимой продукции с использованием новых достижений в цементной промышленности	ПК-2.1. Выявляет причины низкого качества продукции, разрабатывает мероприятия по их устранению и внедрению в производство новых технологических решений	<p><b>Знания:</b> сырьевых материалов, изменения фазового состава в них при тепловой обработке и процессов твердения готовой продукции</p> <p><b>Умения:</b> выявить причины низкого качества продукции и внести изменения в технологический процесс производства</p> <p><b>Навыки:</b> по разработке мероприятий по повышению качества продукции и их внедрению в производство</p>
	ПК-2.4. Проводит оценку соответствия качества выпускаемой продукции требованиям нормативной документации	<p><b>Знания:</b> основные законы грубого и тонкого измельчения, законы теплообмена и аэродинамики, определяющих ход течения технологических процессов; основные показатели оценки эффективности их осуществления, основные направления и способы достижения энерго- и ресурсосбережения при проведении технологических процессов</p> <p><b>Умения:</b> рассчитывать удельные нормы расхода сырьевых материалов, расхода топливно-энергетических ресурсов, основных показателей эффективности энерго- и ресурсосбережения</p> <p><b>Навыки:</b> владения методиками оценки экономической эффективности технологических процессов и их экологической безопасности</p>
ПК-3. Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса с применением цифровых технологий и мирового опыта в промышленности	ПК-3.4. Проводит технологический аудит и обосновывает предложения по внедрению результатов исследований и разработок в производство	<p><b>Знания:</b> отличительные особенности отечественного и иностранного оборудования, основные их теплотехнические показатели и эффективность работы; решение вопросов окружающей среды на предприятиях, использующих тепловые установки; законы теплообмена и аэродинамики и их применение в области высоких температур, запыленных газовых потоков и при изменении физико-химических свойств материалов</p> <p><b>Умения:</b> провести материальный, тепловой и аэродинамический расчет теплового агрегата; разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах; разрабатывать оптимальные режимы работы установок, определять и разрабатывать методы по устранению причин, вызывающих осложнения в работе оборудования; решить вопрос вторичного использования материальных и тепловых</p>

		<p>потерь в производстве; дать технико-экономическую оценку работы теплового оборудования и сравнить его с лучшими отечественными и зарубежными образцами</p> <p><b>Навыки:</b> составлять и анализировать материальные и тепловые балансы систем, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса, технико-экономической, функционально-стоимостной и эколого-экономической эффективности</p>
--	--	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция ПК-2.** Способен управлять качеством производимой продукции с использованием новых достижений в цементной промышленности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Физико-химические процессы обжига портландцементного клинкера
2.	Физико-химические процессы производства автоклавных материалов
3.	Технология производства композиционных материалов
4.	Аудит технологического процесса производства вяжущих материалов
5.	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика

**Компетенция ПК-3.** Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса с применением цифровых технологий и мирового опыта в промышленности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
6.	Цементы специального назначения
7.	Использование цемента в строительстве
8.	Современные методы исследования конденсированных систем
9.	Тепловые и аэродинамические процессы в промышленных агрегатах
10.	Гидратация вяжущих и свойства гидратных фаз
11.	Аудит технологического процесса производства вяжущих материалов
12.	Современные методы управления технологическим процессом производства цемента
13.	Управление технологическим процессом производства цемента

## 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц 108 часов.

Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>		
лекции	-	-
лабораторные	-	-
практические	51	51
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	57	57
курсовой проект	-	-
курсовая работа	-	-
расчётно-графическое задание	-	-
индивидуальное домашнее задание	-	-
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	57	57
экзамен	-	-

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Наименование тем, их содержание и объём Курс 2 Семестр 3

№ 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.	Методики проведения замеров		7		9
2.	Анализ и обработка замеров		16		24
3.	Определение эффективности работы оборудования		28		24
	<b>ИТОГО</b>		<b>51</b>		<b>57</b>

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1.	Методики проведения замеров	Изменение состава отходящих газов при использовании технологического сырья	3	5

		Изменение температуры горения топлива при введении выгорающей добавки в сырьевую смесь	4	4
2.	Анализ и обработка замеров	Определение скорости запыленных потоков	4	6
		Определение заполнения рабочего объема агрегата материалом	4	6
		Определение степени подготовки материала по изменению его химического состава и по составу отходящих газов	4	6
		Определение подсосов воздуха по изменению состава отходящих газов	4	6
3.	Определение эффективности работы оборудования	Построение и анализ диаграммы помола	4	6
		Расчет расхода топлива по составу отходящих газов	8	6
		Расчет теплового и материального балансов агрегатов производства вяжущих материалов	8	6
		Определение полного напора тягодутьевых устройств	8	6
ИТОГО:			51	57

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

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

Не предусмотрено учебным планом.

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

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПК-2.** Способен управлять качеством производимой продукции с использованием новых достижений в цементной промышленности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1. Выявляет причины низкого ка-	<i>Дифференцированный зачет</i>

чества продукции, разрабатывает мероприятия по их устранению и внедрению в производство новых технологических решений	<i>Решение практических задач Тестирование</i>
ПК-2.4. Проводит оценку соответствия качества выпускаемой продукции требованиям нормативной документации	<i>Дифференцированный зачет Решение практических задач Тестирование</i>

**Компетенция ПК-3.** Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса с применением цифровых технологий и мирового опыта в промышленности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.4. Проводит технологический аудит и обосновывает предложения по внедрению результатов исследований и разработок в производство	<i>Дифференцированный зачет Решение практических задач Тестирование</i>

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Методики проведения замеров (ПК-2, ПК-3)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установки для грубого измельчения сырьевых компонентов.</li> <li>2. Установки для тонкого измельчения сырьевых компонентов, твердого топлива, клинкера и добавок. Пути снижения расхода электроэнергии при измельчении материалов.</li> <li>3. Установки для получения клинкера. Общая характеристика печей мокрого, сухого и комбинированного способа производства.</li> <li>4. Определение запыленности газовых потоков методом внутренней и внешней фильтрации.</li> <li>5. Физико-химические и тепловые процессы, протекающие при обжиге сырьевых смесей. Затраты тепла на протекание этих процессов.</li> <li>6. Сушка материалов. Классификация сушилок, принцип работы. Тепловой баланс сушилки.</li> <li>7. Установки для обеспыливания технологических газов, аспирационные устройства.</li> <li>8. Установки для перемещения газов. Вентиляторы и дымососы.</li> </ol>
2.	Анализ и обработка замеров (ПК-2, ПК-3)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Роль анализа состава отходящих газов для оценки процесса горения топлива и всего технологического процесса в целом.</li> <li>2. Пути снижения расхода тепловой энергии на получение вяжущих материалов. Интенсификация теплообмена, рекуперации тепла, совершенствова-</li> </ol>

		<p>ние технологии.</p> <p>3. Способы определения производительности промышленных агрегатов.</p> <p>4. Законы движения газов. Закон неразрывности газового потока. Закон Бернулли. Виды напоров.</p> <p>5. Гидравлическое сопротивление тепловых агрегатов. Расчет гидравлического сопротивления цементной вращающейся печи.</p> <p>6. Сопротивление движению газовых потоков. Виды сопротивлений. Уравнение Дарси-Вейсбаха.</p> <p>7. Построение и анализ диаграммы помола цемента.</p>
3.	Определение эффективности работы оборудования (ПК-2, ПК-3)	<p>1. Топливо. Состав и свойства топлив. Горючая, сухая, рабочая масса топлива. Теплота сгорания топлива. Состав продуктов горения.</p> <p>2. Материальный баланс горения топлива. Расчет калориметрической, теоретической и действительной температуры горения топлива.</p> <p>3. Сжигание различных видов топлива во вращающихся печах. Горелочные устройства.</p> <p>4. Тепловой баланс вращающейся печи мокрого способа производства цемента. Цель составления. Структура баланса.</p> <p>5. Расчет теплового баланса клинкерного охладителя. Определение коэффициента полезного действия. Способы его повышения.</p> <p>6. Аэродинамический расчет печи. Определение участков с повышенным гидравлическим сопротивлением.</p> <p>7. Тепловые потери цементной вращающейся печи, их значение и влияние на расход топлива в печи. Способы снижения потерь тепла.</p>

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

Не предусмотрено учебным планом.

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме решения практических задач и в форме тестирования.

#### Задание 1

Доказать по какой формуле: изменения содержания  $O_2$  или  $CO_2$  следует оценивать подсосы атмосферного воздуха в запечном тракте вращающихся печей по составу отходящих газов.

Исходные данные:

1. Расход условного топлива – 210 кут/т кл.

2. Топливо – метан.

3.Теплотворная способность  $\text{CH}_4$  – 35820 кДж/м<sup>3</sup>.

4.Выход  $\text{CO}_2$  из сырьевой смеси – 0,26 м<sup>3</sup>/кг кл.

### Задание 2

Рассчитать изменение состава отходящих газов при вводе техногенной добавки (доменного шлака) с холодного конца печи мокрого способа производства

Исходные данные

1.Состав «рядового» шлама – ППП<sup>с</sup> = 34,6%; ППП<sup>с</sup> «высокого шлама» = 35,8%;  
T= 76,4%;

2. Ввод шлака – 20% по клинкеру;

3. Топливо – метан,  $Q_n^p = 35840$  кДж/м<sup>3</sup>;

4. Коэффициент избытка воздуха  $\alpha=1,1$ ;

5. Ввод 1% шлака на 2% снижает расход топлива;

6. Удельный расход тепла на обжиг клинкера без подачи шлака  $q_{yp} = 210$  кг у.т./т кл.

$$\text{Или расход газа (CH}_4\text{)} x_T = \frac{6155}{Q_n^p} = \frac{6155}{35840} = 0,172 \text{ м}^3/\text{кг кл.}$$

### Задание 3

Необходимо определить скорость газового потока и объем сушильного агента по тракту угольной мельницы. Оценить подсосы воздуха по тракту.

Исходные данные:

1.Производительность мельницы по сырому углю – 10 т/час;

2.Начальная влажность угля – 10%;

3.Конечная влажность угля – 1%;

4.Плотность сушильного агента – 1,29 кг/м<sup>3</sup>;

5.Барометрическое давление – 745 мм рт.ст.;

6.Степень очистки циклона – 90%;

### Результаты аэродинамических замеров

Н п/п	Место замера	d газохода, м	Статический напор (разрежение)	Динамический напор, мм в.ст.	Температура сушильного агента, °С
1	До мельницы	0,6	25 мм в.ст.	10	320
2	До циклона	0,6	1200 Па	40	65
3	После циклона	0,55	2200 Па	45	61
4	В форсунке	0,5	420 мм в.ст.	70	60

### Задание 4

Определить изменение степени заполнения печи материалом.

Исходные данные:

1.Типоразмер печи - 5×185 м;

2.Толщина футеровки – 200 мм;

3. Частота вращения печи – 39 сек.;

4. Время, за которое материал выгружается из пробоотборника  $t_1$  – 15 сек.;  $t_2$  – 12 сек.

### Задание 5

Определить объем воздуха, необходимого для горения топлива по:

а) аэродинамическим замерам клинкерного охладителя

Дано: 1. Объем подаваемого острого дутья -  $18300 \text{ м}^3/\text{час}$ ;

2. Объем подаваемого общего дутья -  $183500 \text{ м}^3/\text{час}$ ;

3. Объем подаваемого первичного воздуха -  $21800 \text{ м}^3/\text{час}$ ;

4. Объем избыточного воздуха -  $78300 \text{ м}^3/\text{час}$ .

б) по составу отходящих газов и расходу топлива.

Дано: 1. Расход газа –  $12700 \text{ м}^3/\text{час}$ ;

2. Топливо –  $\text{CH}_4$ , 100%;

3. Состав отходящих газов:  $\text{CO}_2$  - 22,1%;

$\text{O}_2$  – 2,1%.

в) по производительности печи, расходу топлива, значению коэффициента избытка воздуха и химическому составу сырьевой смеси.

Дано: 1. Производительность печи –  $V_{\text{п}} = 72 \text{ т/час}$ ;

2. Топливо –  $\text{CH}_4$ , 100%;

3. Расход газа –  $12700 \text{ м}^3/\text{час}$

4. Значение коэффициента избытка воздуха – 1.1

5. Потери при прокаливании сырьевой смеси ППП<sup>с</sup> – 34,8%;

6. Содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в сырьевой смеси – 3,5%.

### Задание 7

Определить степень подготовки материала по:

а) по изменению потерь при прокаливании и изменения содержания углекислого кальция поступающего материала и материала из циклонного теплообменника.

Исходные данные: 1. ППП<sup>с</sup> = 34,8%;

2. ППП<sup>т</sup> = 3,6%.

3.  $\text{CaCO}_3^{\text{с}}$  – содержание углекислого кальция в сырьевой смеси, поступающей на обжиг, %;

4.  $\text{CaCO}_3^{\text{т}}$  – содержание углекислого кальция в материале после циклона, %

2) по данным состава отходящих газов.

Исходные данные:

1.  $\text{CO}_2^{\text{п}}$ ,  $\text{O}_2^{\text{п}}$ ,  $\text{N}_2^{\text{п}}$  – содержание углекислого газа, кислорода и азота в отходящих газах за обрезом печи;

2.  $\text{CO}_2^{\text{т}}$ ,  $\text{O}_2^{\text{т}}$ ,  $\text{N}_2^{\text{т}}$  – содержание углекислого газа, кислорода и азота в отходящих газах за теплообменником;

$\text{CO}_2^{\text{max}}$  – максимальное содержание углекислого газа в сухих продуктах горения (при  $\alpha=1,0$ )

$$V_{\text{дек}} = 100 \left( \frac{((\text{CO}_2^{\text{п}} / (\text{N}_2^{\text{п}} - 3,76 \text{ O}_2^{\text{п}}) - (\text{CO}_2^{\text{max}} / (100 - \text{CO}_2^{\text{max}}))) / ((\text{CO}_2^{\text{т}} / (\text{N}_2^{\text{т}} - 3,76 \text{ O}_2^{\text{т}}) - (\text{CO}_2^{\text{max}} / (100 - \text{CO}_2^{\text{max}}))))}{1} \right)$$

Данные для решения:  $\text{CO}_2^{\text{п}} = 14,1\%$ ,  $\text{O}_2^{\text{п}} = 3,5\%$ ;  $\text{N}_2^{\text{п}} = 100 - 14,1 - 3,5 = 82,4\%$   
 $\text{CO}_2^{\text{т}} = 26,7\%$ ,  $\text{O}_2^{\text{т}} = 6,5\%$ ;  $\text{N}_2^{\text{т}} = 100 - 26,7 - 6,5 = 66,8\%$   
 $\text{CO}_2^{\text{max}} = 11,74\%$  (топливо – метан 100%)

### Задание 8

По данным рассева проб материала, отобранных по камерам цементной мельницы, определить частные и полные остатки на ситах и построить диаграмму помола цемента.

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

<b>Компетенция ПК-2.</b> Способен управлять качеством производимой продукции с использованием новых достижений в цементной промышленности	
1.	Какие физико-химические процессы являются завершающими при обжиге цементного клинкера: а) образования клинкерных минералов б) дегидратации глинистых компонентов в) сушки сырья
2.	При какой температуре завершается образование двухкальциевого силиката: а) $1100^{\circ}\text{C}$ б) $1250^{\circ}\text{C}$ в) $1450^{\circ}\text{C}$
3.	Какие фазовые превращения являются экзотермическими: а) образование $\text{CaO}$ б) образования клинкерных минералов в) дегидратации глинистых компонентов
4.	На производство какого продукта теоретический расход тепла будет иметь наибольшее значение: а) цементного клинкера б) воздушной извести в) магнезиальной извести
5.	Теоретический расход тепла при обжиге цементного клинкера из природных сырьевых компонентов составляет: а) 1200-1450 кДж/кг кл. б) 1650-1750 кДж/кг кл. в) 2000-2100 кДж/кг кл.
6.	От чего зависит теоретический расход тепла при обжиге цементного клинкера: а) способа производства б) влажности сырьевых компонентов в) природы сырьевых компонентов
7.	Работа какого аппарата обеспечивает непрерывный отбор отходящих газов: а) запечного дымососа б) вентилятора подачи воздуха в) обеспыливающего устройства
8.	К какому типу относятся вращающиеся печи для получения цементного клинкера: а) прямоточные б) противоточные

	в) перекрестного тока
9.	Как изменится расход шлама, если увеличить титр сырьевой смеси: а) не изменится б) возрастет в) уменьшится
10.	Сколько технологических зон в печи мокрого способа производства: а) три б) четыре в) шесть
11.	Что является движущей силой процесса теплообмена в цементной вращающейся печи: а) разность температур между газовым потоком и материалом б) наличие влаги материала в) работа клинкерного охладителя
12.	Какой процесс протекает в зоне сушки: а) дегидратации глинистых компонентов б) удаления физической влаги сырья в) разложения карбоната кальция
13.	Чему равна низшая теплота сгорания условного топлива: а) 29307 кДж/кг б) 30000 кДж/кг в) 27300 кДж/кг
14.	От чего зависит тонкость измельчения твердого топлива: а) содержания золы б) содержания летучих соединений в) исходной влажности
15.	Жидкое топливо перед сжиганием в печи предварительно подогревают для: а) увеличения температуры горения б) уменьшения расхода топлива в) снижения вязкости
<b>Компетенция ПК-3.</b> Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса с применением цифровых технологий и мирового опыта в промышленности	
1.	Что влияет на увеличение удельных потерь тепла с отходящими газами: а) увеличение коэффициента избытка воздуха б) повышение температуры сырья в) изменение производительности печи
2.	Какая статья теплового баланса печи является технологически необходимой: а) теоретический расход тепла б) испарения влаги в) потерь тепла с отходящими газами
3.	С каким удельным расходом топлива работают печи мокрого способа производства: а) 200-230 кг у.т./т кл б) 100-130 кг у.т./т кл в) 135-150 кг у.т./т кл
4.	Что применяют во вращающихся печах мокрого способа для интенсификации теплообмена: а) встроенные теплообменные устройства б) возврат пыли электрофильтров в печь в) котлы – утилизаторы
5.	Какая цепная завеса характеризуется более эффективным теплообменом: а) гирляндная цепная завеса б) свободновисящая цепная завеса в) комбинированная цепная завеса

6.	Сколько времени материал находится в циклонных теплообменниках: а) несколько минут б) 25 – 30 секунд в) 30 – 60 минут
7.	Как осуществляется теплообмен между газовым потоком и материалом в газоходах циклонного теплообменника: а) по противотоку б) по прямотоку в) в слое
8.	Какая скорость газового потока должна быть, чтобы предотвратить «провалы» материала: а) 10 – 20 м/с б) 12 - 15 м/с в) 20 – 25 м/с
9.	Сколько технологических зон в печах с циклонными теплообменниками: а) четыре б) пять в) шесть
10.	Какая степень декарбонизации материала достигается в печах сухого способа с декарбонизаторами: а) 30 – 40 % б) 40 – 60 % в) 85 – 95 %
11.	Установка реактора-декарбонизатора позволяет существенно: а) увеличить производительность б) уменьшить удельный расход тепла в) снизить температуру обжига
12.	Какая температура горения топлива развивается в декарбонизаторе: а) 700 – 800°C б) 900 – 930°C в) 1100 – 1200°C.
13.	Частичное обезвоживание шлама для печей комбинированного способа производят: а) в пресс-фильтрах б) в концентраторах шлама в) в циклонных теплообменниках
14.	С какой влажностью кек поступает в сушилку-дробилку: а) 1 – 2 % б) 15 – 19 % в) 35 – 40 %
15.	Декарбонизатор типа «PIROCLON – R» отличается от «PIROCLON – S» : а) наличием газохода третичного воздуха б) высотой шахты – газохода в) способом подачи топлива

#### 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-2.</b> Способен управлять качеством производимой продукции с использованием новых достижений в цементной промышленности	
Знания	Знание терминов, определений, понятий Полнота ответов на вопросы Чёткость изложения и интерпретации знаний Знание основных закономерностей, соотношений, принципов Объем освоенного материала
Умения	Умения выявить причины низкого качества продукции и внести изменения в технологический процесс производства; рассчитывать удельные нормы расхода сырьевых материалов, расхода топливно-энергетических ресурсов, основных показателей эффективности энерго- и ресурсосбережения
Навыки	Навыки по разработке мероприятий по повышению качества продукции и их внедрению в производство; владения методиками оценки экономической эффективности технологических процессов и их экологической безопасности
<b>Компетенция ПК-3.</b> Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса с применением цифровых технологий и мирового опыта в промышленности	
Знания	Знание терминов, определений, понятий Полнота ответов на вопросы Чёткость изложения и интерпретации знаний Знание основных закономерностей, соотношений, принципов Объем освоенного материала
Умения	Умения провести материальный, тепловой и аэродинамический расчет теплового агрегата; разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах; разрабатывать оптимальные режимы работы установок, определять и разрабатывать методы по устранению причин, вызывающих осложнения в работе оборудования; решить вопрос вторичного использования материальных и тепловых потерь в производстве; дать технико-экономическую оценку работы теплового оборудования и сравнить его с лучшими отечественными и зарубежными образцами
Навыки	Навыки составлять и анализировать материальные и тепловые балансы систем, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса, технико-экономической, функционально-стоимостной и эколого-экономической эффективности

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

Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

**Компетенция ПК-2.** Способен управлять качеством производимой продукции с использованием новых достижений в цементной промышленности.

### 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
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
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Умения выявить причины низкого качества продукции и внести изменения в технологический процесс производства	Не умеет выявить причины низкого качества продукции и внести изменения в технологический процесс производства	Умеет выявить причины низкого качества продукции и внести изменения в технологический процесс производства, но допускает ошибки	Умеет выявить причины низкого качества продукции и внести изменения в технологический процесс производства	Умеет самостоятельно выявить причины низкого качества продукции и внести изменения в технологический процесс производства
Умения рассчитывать удельные нормы расхода сырьевых материалов, расхода топливно-	Не умеет рассчитывать удельные нормы расхода сырьевых материалов, расхода топливно-	Умеет рассчитывать удельные нормы расхода сырьевых материалов, расхода топливно-энергетических ресурсов, основ-	Умеет рассчитывать удельные нормы расхода сырьевых материалов, расхода топливно-энергетических ресурсов, основ-	Умеет самостоятельно рассчитывать удельные нормы расхода сырьевых материалов, расхода топливно-энергетических

энергетических ресурсов, основных показателей эффективности энерго- и ресурсосбережения	энергетических ресурсов, основных показателей эффективности энерго- и ресурсосбережения	ных показателей эффективности энерго- и ресурсосбережения, но допускает ошибки	ных показателей эффективности энерго- и ресурсосбережения	ресурсов, основных показателей эффективности энерго- и ресурсосбережения
---	---	--	---	--

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Навыки по разработке мероприятий по повышению качества продукции и их внедрению в производство	Не владеет навыками разработки мероприятий по повышению качества продукции и их внедрению в производство	Владеет навыками разработки мероприятий по повышению качества продукции и их внедрению в производство, но допускает ошибки	Владеет навыками разработки мероприятий по повышению качества продукции и их внедрению в производство	Владеет на высоком уровне навыками разработки мероприятий по повышению качества продукции и их внедрению в производство
Навыки использования методик оценки экономической эффективности технологических процессов и их экологической безопасности	Не владеет навыками использования методик оценки экономической эффективности технологических процессов и их экологической безопасности	Владеет навыками использования методик оценки экономической эффективности технологических процессов и их экологической безопасности, но допускает ошибки	Владеет навыками использования методик оценки экономической эффективности технологических процессов и их экологической безопасности	Владеет на высоком уровне навыками использования методик оценки экономической эффективности технологических процессов и их экологической безопасности

**Компетенция ПК-3.** Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса с применением цифровых технологий и мирового опыта в промышленности.

### 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
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
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Умения провести материальный, тепловой и аэродинамический расчет теплового агрегата	Не умеет провести материальный, тепловой и аэродинамический расчет теплового агрегата	Умеет провести материальный, тепловой и аэродинамический расчет теплового агрегата, но допускает ошибки	Умеет провести материальный, тепловой и аэродинамический расчет теплового агрегата	Умеет самостоятельно провести материальный, тепловой и аэродинамический расчет теплового агрегата
Умения разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах	Не умеет разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах	Умеет разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах, но допускает ошибки	Умеет разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах	Умеет самостоятельно разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах
Умения разрабатывать оптимальные режимы работы установок, определять и разрабатывать методы по устранению причин, вызывающих осложнения в работе оборудования	Не умеет разрабатывать оптимальные режимы работы установок, определять и разрабатывать методы по устранению причин, вызывающих осложнения в работе оборудования	Умеет разрабатывать оптимальные режимы работы установок, определять и разрабатывать методы по устранению причин, вызывающих осложнения в работе оборудования, но допускает ошибки	Умеет разрабатывать оптимальные режимы работы установок, определять и разрабатывать методы по устранению причин, вызывающих осложнения в работе оборудования	Умеет самостоятельно разрабатывать оптимальные режимы работы установок, определять и разрабатывать методы по устранению причин, вызывающих осложнения в работе оборудования

Умения решить вопрос вторичного использования материальных и тепловых потерь в производстве	Не умеет решить вопрос вторичного использования материальных и тепловых потерь в производстве	Умеет решить вопрос вторичного использования материальных и тепловых потерь в производстве, но допускает ошибки	Умеет решить вопрос вторичного использования материальных и тепловых потерь в производстве	Умеет самостоятельно решить вопрос вторичного использования материальных и тепловых потерь в производстве
Умения дать технико-экономическую оценку работы теплового оборудования и сравнить его с лучшими отечественными и зарубежными образцами	Не умеет дать технико-экономическую оценку работы теплового оборудования и сравнить его с лучшими отечественными и зарубежными образцами	Умеет дать технико-экономическую оценку работы теплового оборудования и сравнить его с лучшими отечественными и зарубежными образцами, но допускает ошибки	Умеет дать технико-экономическую оценку работы теплового оборудования и сравнить его с лучшими отечественными и зарубежными образцами	Умеет самостоятельно дать технико-экономическую оценку работы теплового оборудования и сравнить его с лучшими отечественными и зарубежными образцами

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Навыки составлять и анализировать материальные и тепловые балансы систем, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса, технико-экономической, функционально-стоимостной и эколого-экономической эффективности	Не владеет навыками составлять и анализировать материальные и тепловые балансы систем, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса, технико-экономической, функционально-стоимостной и эколого-экономической эффективности	Владеет навыками составлять и анализировать материальные и тепловые балансы систем, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса, технико-экономической, функционально-стоимостной и эколого-экономической эффективности, но допускает ошибки	Владеет навыками составлять и анализировать материальные и тепловые балансы систем, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса, технико-экономической, функционально-стоимостной и эколого-экономической эффективности	Владеет на высоком уровне навыками составлять и анализировать материальные и тепловые балансы систем, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса, технико-экономической, функционально-стоимостной и эколого-экономической эффективности

## 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 проектирования и учебная аудитория	Мультимедийный комплекс (ЭВМ, мультимедиапроектор, акустическая система)
2.	Учебная лаборатория	В лаборатории имеются приборы и оборудование: - установка для определения гидравлических сопротивлений трубопроводов (вентиль, поворот, расширение - сужение, змеевик, газовый счетчик, дифференциальный манометр, лабораторный трансформатор, вентилятор); - установка для изучения гидравлики псевдоожигенного слоя (прозрачный вертикальный цилиндрический корпус, газовый счетчик, дифференциальный манометр, лабораторный трансформатор, вентилятор); - установка для определения характеристик центробежного вентилятора (центробежный вентилятор, ваттметр, трубка Пито, дифференциальный манометр); - установка для фильтрации суспензий под вакуумом (фильтр, вакуум-насос, мешалка, сборник фильтрата, вакуумметр; - установка для определения теплопроводности материалов (экспериментальный блок) с компьютерным программным обеспечением; - трансформатор, переключатель температуры.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
4.	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 пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5.	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

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

1. Баскаков А.П., Теплотехника - учеб. для студентов вузов / А.П. Баскаков [и др.]; ред. А.П. Баскаков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский Дом "БАСТЕТ", 2010. - ISBN 978-5-903178-19-3

2. Классен В.К., Технология и оптимизация производства цемента. – Белгород. - 2012.

3. Кудеярова Н.П., Афанасьева Л.Б. и др. Теплотехнические расчеты в лабораторном практикуме по курсу «Тепловые установки» (методические указания), Белгород, 2007 г.

4. Мазуров Д.Я. Теплотехническое оборудование заводов вяжущих материалов. – М.: Стройиздат, 1982.

5. Дуда В. Цемент. – М.: Стройиздат. – 1981

6. Перегудов В.В., Роговой Н.И. Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий и деталей. – М.: Стройиздат, 1983.

7. Левченко Л.М. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности. – М.: Высшая школа, 1968.

8. Дешко Ю.И. и др. Наладка и теплотехнические испытания вращающихся печей на цементных заводах. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1966.

9. Дешко Ю.И. и др. Измельчение материалов в цементной промышленности. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1966.

10. Древицкий Е.Г. и др. Повышение эффективности работы вращающихся печей. – М.: Стройиздат, 1990.

11. Крыхтин Г.С. Интенсификация работы мельниц. – Новосибирск: ВО «наука», 1993.

12. Методическое пособие по испытаниям печных агрегатов цементной промышленности. Составитель А.А. Коробок. Всесоюзное Государственное специальное бюро по проведению пуско-наладочных и проектно-конструкторских работ в цементной промышленности «ОРГПРОЭКТЦЕМЕНТ». – М, 1989.

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

1. Сборники и базы нормативных и технических документов

**www.snip.ru** <http://www.tmv.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.

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

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

5. <http://paht.ruz.net/materials.htm>