

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



СОГЛАСОВАНО

и. Директор института ИМ

И.В. Ярмоленко

« 17 » мая 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор института ХТИ

Р.Н. Ястребинский

« 17 » мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины

Аудит технологического процесса производства вяжущих материалов

направление подготовки:

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

Направленность программы (профиль):

Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в  
химической технологии вяжущих материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Институт Химико-технологический институт

Кафедра Технология цемента и композиционных материалов

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

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

Составитель: к.т.н., доцент

(ученая степень и звание, подпись)



(А.В. Черкасов)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 19

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, доцент

(ученая степень и звание, подпись)



(И.Н. Борисов)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доцент

(ученая степень и звание, подпись)



(Л.А. Порожнюк)

(инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименования компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
<p>ПК-1</p> <p>Способен анализировать технологические процессы с позиции энерго- и ресурсосбережения, разрабатывать и обосновывать выбор мероприятий по энерго- и ресурсосбережению в производстве вяжущих материалов</p>	<p>ПК-1.2</p> <p>Анализирует технологические процессы энерго-и ресурсосбережения с применением цифровых инструментов</p>	<p><b>Знания:</b> особенности отечественного оборудования, основные их теплотехнические показатели и эффективность работы</p> <p><b>Умения:</b> пользоваться справочной и научной литературой по всем разделам дисциплины, уметь разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах; разрабатывать оптимальные режимы работы установок, решить вопрос вторичного использования материальных и тепловых потерь в производстве.</p> <p><b>Навыки:</b> владеть умением составлять и анализировать материальные и тепловые балансы систем, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса</p>
<p>ПК-2</p> <p>Способен разрабатывать, внедрять и управлять новыми технологическими процессами и мероприятиями по повышению эффективности производства вяжущих материалов</p>	<p>ПК-2.3</p> <p>Производит корректировку технологических режимов производства вяжущих материалов.</p> <p>Сравнивает эффективность технологического оборудования при разных режимах технологического процесса</p>	<p><b>Знания:</b> основных законов 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> владение методиками оценки эффективности технологического оборудования при разных режимах технологического процесса и их экологической безопасности</p>
<p>ПК-3</p> <p>Способен проводить оценку соответствия технологических процессов и качества продукции</p>	<p>ПК-3.2.</p> <p>Выявляет и анализирует причины брака продукции</p>	<p><b>Знания:</b> основных отличительных особенностей отечественного и иностранного оборудования, основные их теплотехнические показатели и эффективность работы;</p> <p><b>Умение:</b> провести материальный, тепловой и аэродинамический расчет теплового агрегата; разработать пути</p>

нормативным требованиям, разрабатывать и внедрять новые методы и средства контроля		снижения расхода топлива на тепловых агрегатах. <b>Навыки:</b> умением составлять и анализировать материальные и тепловые балансы систем, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса.
	ПК-3.3 Анализирует состояние, разрабатывает и внедряет методы и средства технологического контроля производства, внедряет цифровые средства контроля качества продукции	<b>Знания:</b> законы теплообмена и аэродинамики и их применение в области высоких температур, запыленных газовых потоков и при изменении физико-химических свойств материалов. <b>Умения:</b> 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. <b>Навыки:</b> технико-экономической, функционально-стоимостной и эколого-экономической эффективности, использовать на практике цифровые средства контроля качества продукции

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физическая химия вяжущих материалов
2	Технология и энергосбережение при измельчении твердых тел
3	Гидратация вяжущих с использованием техногенных отходов
4	Управление технологическим процессом производства цемента с использованием компьютерных технологий

5	Автоматизированные системы управления технологическим процессом производства цемента
6	Энергосбережение в производстве композиционных материалов на основе вяжущих
7	Эффективность использования воздушных вяжущих материалов
8	Аудит технологического процесса производства вяжущих материалов
9	Производственная научно-исследовательская работа

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

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

Компетенция ПК-3 Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса и мирового опыта в промышленности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Физическая химия вяжущих материалов
2	Гидратация вяжущих с использованием техногенных отходов
3	Аудит технологического процесса производства вяжущих материалов
4	Производственная научно-исследовательская работа
5	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
6	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации

экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>		
лекции	17	17
лабораторные	-	-
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	89	89
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графические задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	89	89
Экзамен	36	36

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час		
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1.	Виды промышленных испытаний			
	Цели и задачи анализа технологического процесса производства вяжущих материалов. Виды испытаний промышленных испытаний.	1	2	2,5
	Схемы промышленных установок с обоснованием мест проведения дополнительных замеров	2	4	5

	технологического процесса.			
	Требования к составлению программы испытаний агрегатов.	1	2	2,5
<b>2. Методики проведения замеров</b>				
	Методики измерений при проведении анализа технологического процесса: температур газовых потоков и нагретых поверхностей, давлений и разрежений, запыленности газовых потоков, состава отходящих газов.	2	4	5
	Выбор необходимых методик расчетов для определения эффективности технологического процесса.	2	4	5
	Обработка информации, полученной при проведении испытаний промышленных агрегатов. Требования по оформлению акта промышленных испытаний.	1	2	2,5
<b>3. Анализ и обработка замеров</b>				
	Анализ работы оборудования для грубого и тонкого измельчения сырьевых материалов, клинкера и добавок.	1	2	2,5
	Анализ работы печных агрегатов и установок для сушки материалов	2	4	5
	Анализ работы аспирационных и обеспыливающих устройств, тяго-дутьевого оборудования.	1	2	2,5
<b>4. Составление материального и теплового балансов агрегатов</b>				
	Составление материального и теплового балансов агрегатов производства вяжущих материалов. Определение расхода топлива по показаниям расходомеров, тепловому балансу и составу отходящих газов.	3	6	7,5
	Разработка рекомендаций по достижению оптимальных параметров работы агрегатов для достижения максимальной производительности при минимальных расходах топлива, электроэнергии, сырья и надлежащем качестве продукции.	1	2	2,5
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>42,5</b>

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>семестр № 3</b>				
1	Методики проведения замеров (ПК-1)	Изменение состава отходящих газов при использовании техногенного сырья	2	2
		Изменение температуры горения топлива при введении выгорающей добавки в сырьевую смесь.	2	2

2	Анализ и обработка замеров (ПК-2)	Определение скорости запыленных потоков	2	2
		Определение заполнения рабочего объема агрегата материалом	2	2
		Определение степени подготовки материала по изменению его химического состава и по составу отходящих газов.	4	2
		Определение подсосов воздуха по изменению состава отходящих газов	2	2
3	Определение эффективности работы оборудования (ПК-3)	Построение и анализ диаграммы помола	4	2
		Расчет расхода топлива по составу отходящих газов	4	2
		Расчет теплового и материального балансов агрегатов производства вяжущих материалов	8	8
		Определение полного напора тягодутьевых устройств	4	2
ИТОГО:			34	26

#### **4.3. Перечень лабораторных занятий и объем в часах**

Не предусмотрено учебным планом

#### **4.4. Содержание курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом

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

Не предусмотрено учебным планом



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

### 5.1. Реализация компетенций

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

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.2 Анализирует технологические процессы энерго-и ресурсосбережения с применением цифровых инструментов	Экзамен, оформление и защита рефератов, презентаций по темам, выносимым на самостоятельное изучение практических заданий, собеседование

**2. Компетенция ПК-2** Способен разрабатывать, внедрять и управлять новыми технологическими процессами и мероприятиями по повышению эффективности производства вяжущих материалов

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.3 Производит корректировку технологических режимов производства вяжущих материалов. Сравнивает эффективность технологического оборудования при разных режимах технологического процесса	Экзамен, оформление и защита рефератов, презентаций по темам, выносимым на самостоятельное изучение практических заданий, разно-уровневые задачи, собеседование

**3. Компетенция ПК- 3.** Способен проводить оценку соответствия технологических процессов и качества продукции нормативным требованиям, разрабатывать и внедрять новые методы и средства контроля

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.2. Выявляет и анализирует причины брака продукции	Экзамен, оформление и защита рефератов, презентаций по темам, выносимым на самостоятельное изучение практических заданий, разно-уровневые задачи, собеседование

<p>ПК-3.3</p> <p>Анализирует состояние, разрабатывает и внедряет методы и средства технологического контроля производства, внедряет цифровые средства контроля качества продукции</p>	<p>Экзамен, оформление и защита рефератов, презентаций по темам, выносимым на самостоятельное изучение практических заданий, разно-уровневые задачи, собеседование</p>
---	--

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

Экзаменационный билет включает три вопроса. Для подготовки к ответу на вопросы и задания билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время 1 час. Распределение вопросов и заданий находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Цели и задачи анализа технологического процесса производства вяжущих материалов.	ПК-1	Виды испытаний промышленных испытаний. Схемы промышленных установок с обоснованием мест проведения дополнительных замеров технологического процесса. Требования к составлению программы испытаний агрегатов.
		ПК-3	Выбор необходимых методик расчетов для определения эффективности технологического процесса. Топливо. Состав и свойства топлив. Горючая, сухая, рабочая масса топлива. Теплота сгорания топлива. Состав продуктов горения.
2	Методики измерений при проведении анализа технологического процесса:	ПК-1	Способы измерения температур газовых потоков и нагретых поверхностей, давлений и разрежений, запыленности газовых потоков, состава отходящих газов. Материальный баланс горения топлива. Расчет калориметрической, теоретической и действительной температуры горения топлива.

3	Анализ работы оборудования для грубого и тонкого измельчения сырьевых материалов, клинкера и добавок.	ПК-1	Обработка информации, полученной при проведении испытаний промышленных агрегатов. Требования по оформлению акта промышленных испытаний.
		ПК-2	Анализ работы печных агрегатов и установок для сушки материалов. Анализ работы аспирационных и обеспыливающих устройств, тяго-дутьевого оборудования. Гидравлическое сопротивление тепловых агрегатов. Расчет гидравлического сопротивления цементной вращающейся печи.
4	Составление материального и теплового балансов агрегатов производства вяжущих материалов.	ПК-1	Определение расхода топлива по показаниям расходомеров, тепловому балансу и составу отходящих газов. Сжигание различных видов топлива во вращающихся печах. Горелочные устройства. Тепловые потери цементной вращающейся печи, их значение и влияние на расход топлива в печи. Способы снижения потерь тепла.
		ПК-3	Разработка рекомендаций по достижению оптимальных параметров работы агрегатов для достижения максимальной производительности при минимальных расходах топлива, электроэнергии, сырья и надлежащем качестве продукции. Пути снижения расхода тепловой энергии на получение вяжущих материалов. Интенсификация теплообмена, рекуперации тепла, совершенствование технологии.

### 5.2.2. Перечень контрольных вопросов практических занятий для текущего контроля в семестре

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Цели и задачи анализа технологического процесса производства вяжущих материалов.	ПК-1	Виды испытаний промышленных испытаний. Изменение состава отходящих газов при использовании техногенного сырья.
		ПК-3	Выбор необходимых методик расчетов для определения эффективности технологического процесса. Изменение температуры горения топлива при введении выгорающей добавки в сырьевую смесь.
2	Методики измерений при проведении анализа технологического процесса:	ПК-1	Анализ и обработка замеров. Определение степени подготовки материала по изменению его химического состава и по составу отходящих газов.
3	Анализ работы оборудования для грубого и	ПК-1	Обработка информации, полученной при проведении испытаний промышленных агрегатов. Определение заполнения рабочего объема агрегата

	тонкого измельчения сырьевых материалов, клинкера добавок.		материалом
		ПК-2	Анализ работы печных агрегатов и установок для сушки материалов. Построение и анализ диаграммы помола.
4	Составление материального и теплового балансов агрегатов производства вяжущих материалов.	ПК-1	Определение расхода топлива по показаниям расходомеров, тепловому балансу и составу отходящих газов. Расчет расхода топлива по составу отходящих газов.
		ПК-3	Расчет теплового и материального балансов агрегатов производства вяжущих материалов. Разработка рекомендаций по достижению оптимальных параметров работы агрегатов для достижения максимальной производительности при минимальных расходах топлива, электроэнергии, сырья и надлежащем качестве продукции.

### Варианты практических заданий

#### 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  $CH_4$  – 35820 кДж/м<sup>3</sup>.
4. Выход  $CO_2$  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» шлака – ППП<sup>c</sup> = 34,6%; ППП<sup>c</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  $q_{ур} = 210$  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

№ 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 м<sup>3</sup>/час;  
2. Объем подаваемого общего дутья -183500 м<sup>3</sup>/час;  
3.Объем подаваемого первичного воздуха -21800 м<sup>3</sup>/час;  
4. Объем избыточного воздуха -78300 м<sup>3</sup>/час.

б) по составу отходящих газов и расходу топлива.

- Дано: 1.Расход газа – 12700м<sup>3</sup>/час;  
2.Топливо – СН<sub>4</sub>, 100%;  
3.Состав отходящих газов: СО<sub>2</sub> -22,1%;  
О<sub>2</sub> – 2,1%.

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

- Дано: 1.Производительность печи –  $V_{п} = 72$  т/час;  
2. Топливо – СН<sub>4</sub>, 100%;  
3. Расход газа – 12700м<sup>3</sup>/час  
4. Значение коэффициента избытка воздуха – 1.1  
5. Потери при прокаливании сырьевой смеси ППП<sup>с</sup> – 34,8%;  
6. Содержание AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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. CaCO<sub>3</sub><sup>с</sup> – содержание углекислого кальция в сырьевой смеси, поступающей на обжиг, %;

4. CaCO<sub>3</sub><sup>т</sup> – содержание углекислого кальция в материале после циклона, %

2) по данным состава отходящих газов.

Исходные данные:

1. CO<sub>2</sub><sup>п</sup>, O<sub>2</sub><sup>п</sup>, N<sub>2</sub><sup>п</sup> – содержание углекислого газа, кислорода и азота в отходящих газах за обзором печи;

2. CO<sub>2</sub><sup>т</sup>, O<sub>2</sub><sup>т</sup>, N<sub>2</sub><sup>т</sup> – содержание углекислого газа, кислорода и азота в отходящих газах за теплообменником;

CO<sub>2</sub><sup>max</sup> – максимальное содержание углекислого газа в сухих продуктах горения (при α=1,0)

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

Данные для решения: CO<sub>2</sub><sup>п</sup> = 14,1%, O<sub>2</sub><sup>п</sup> = 3,5%; N<sub>2</sub><sup>п</sup> = 100 – 14,1 – 3,5 = 82,4%

CO<sub>2</sub><sup>т</sup> = 26,7%, O<sub>2</sub><sup>т</sup> = 6,5%; N<sub>2</sub><sup>т</sup> = 100 – 26,7 – 6,5 = 66,8%

CO<sub>2</sub><sup>max</sup> = 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.

Критерии оценивания решения практических задач:

Оценка	Критерии оценивания
5	Задание выполнено в полном объеме, полученные результаты полностью соответствуют правильным решениям. Студент правильно использовал методику решения задачи, самостоятельно сформулировал полные, обоснованные и аргументированные выводы.
4	Задание выполнено, полученные ответы соответствуют правильным решениям. Студент использовал общую методику решения задачи, сформулировал достаточные выводы.
3	Задание выполнено, полученные ответы соответствуют правильным решениям. Студент использовал общую методику решения задачи, сформулировал отдельные выводы.
2	Задание выполнено, полученные ответы не соответствуют правильным решениям. Студент допустил существенные ошибки при использовании общей методики решения задачи.

**Тестирование** осуществляется после прохождения каждого из разделов дисциплины. На тестирование отводится 30 минут. Тестовое задание состоит из 15 вопросов.

## Перечень типовых тестовых заданий для текущего контроля в семестре

<b>Компетенция ПК-1</b> Способен анализировать технологические процессы с позиции энерго- и ресурсосбережения, разрабатывать и обосновывать выбор мероприятий по энерго- и ресурсосбережению в производстве вяжущих материалов	
<b>1</b>	Какие физико-химические процессы являются завершающими при обжиге цементного клинкера: а) образования клинкерных минералов; б) дегидратации глинистых компонентов; в) сушки сырья.
<b>2</b>	При какой температуре завершается образование двухкальциевого силиката; а) 1100 °С; б) 1250 °С; в) 1450 °С.
<b>3</b>	Какие фазовые превращения являются экзотермическими: а) образование СаО ; б) образования клинкерных минералов; в) дегидратации глинистых компонентов.
<b>4</b>	На производство какого продукта теоретический расход тепла будет иметь наибольшее значение: а) цементного клинкера; б) воздушной извести; в) магнезиальной извести.
<b>5</b>	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.
<b>6</b>	От чего зависит теоретический расход тепла при обжиге цементного клинкера: а) способа производства; б) влажности сырьевых компонентов; в) природы сырьевых компонентов.
<b>7</b>	Работа какого аппарата обеспечивает непрерывный отбор отходящих газов: а) запечного дымососа;

	<p>б) вентилятора подачи воздуха; в) обеспыливающего устройства.</p>
<b>8</b>	<p>К какому типу относятся вращающиеся печи для получения цементного клинкера: а) прямоточные; б) противоточные; в) перекрестного тока.</p>
<b>9</b>	<p>Как изменится расход шлама, если увеличить титр сырьевой смеси: а) не изменится; б) возрастет; в) уменьшится.</p>
<b>10</b>	<p>Сколько технологических зон в печи мокрого способа производства: а) три; б) четыре; в) шесть.</p>
<b>11</b>	<p>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</p>
<b>12</b>	<p>Какой процесс протекает в зоне сушки: а) дегидратации глинистых компонентов; б) удаления физической влаги сырья; в) разложения карбоната кальция.</p>
<b>13</b>	<p>Чему равна низшая теплота сгорания условного топлива: а) 29307 кДж/кг; б) 30000 кДж/кг; в) 27300 кДж/кг.</p>
<b>14</b>	<p>От чего зависит тонкость измельчения твердого топлива: а) содержания золы; б) содержания летучих соединений; + в) исходной влажности.</p>
<b>15</b>	<p>Жидкое топливо перед сжиганием в печи предварительно подогревают для: а) увеличения температуры горения; б) уменьшения расхода топлива; в) снижения вязкости.</p>



<b>Компетенция ПК-2</b> Способен разрабатывать, внедрять и управлять новыми технологическими процессами и мероприятиями по повышению эффективности производства вяжущих материалов	
1	Коэффициент избытка воздуха для горения топлива – это: а) отношение теоретически необходимого количества воздуха, к действительно пошедшему на горение; б) отношение количества воздуха, необходимого для сжигания угля к количеству воздуха, необходимого для сжигания мазута; в) отношение количества действительно пошедшего воздуха на горение к теоретически необходимому.
2	При горении какого вида топлива развивается максимальная температура горения: а) угля; б) мазута; в) газообразного топлива.
3	Кинетическое горение топлива протекает в области температур: а) до 1000 °С; б) свыше 1200 °С; в) в интервале 1000-1200 °С.
4	Лимитирующим фактором горения топлива в диффузионной области является: а) высокая температура горения; б) процесс смешения окислителя с топливом; в) недостаток воздуха для горения топлива.
5	Клинкерный охладитель предназначен для: а) охлаждения клинкера; б) охлаждения клинкера и подогрева вторичного воздуха; в) подогрева избыточного воздуха.
6	Что называется тепловым коэффициентом полезного действия клинкерного охладителя: а) отношение тепла воздуха к теплу клинкера, поступивших в холодильник; б) отношение тепла вторичного воздуха к теплу клинкера, поступившего в холодильник; в) отношение температур вторичного воздуха и выходящего клинкера.
7	У какого типа клинкерного охладителя имеется избыточный (аспирационный) воздух: а) барабанном; б) рекуператорном; в) колосниковом.
8	Какому типу клинкерного охладителя характерны повышенные потери тепла через корпус: а) рекуператорному;

	<p>б) барабанному; в) колосниковому.</p>
9	<p>Как регулируется высота слоя материала на решетках колосникового охладителя клинкера: а) изменением частоты движения колосниковых решеток; б) изменением скорости вращения печи; в) регулированием гранулометрии клинкера.</p>
10	<p>При какой температуре происходит разложение карбоната магния: а) 460 °С; б) 525 °С; в) 600 °С.</p>
11	<p>К какому виду тепловой обработки относится процесс получения воздушной извести: а) сушки; б) плавления; в) обжига.</p>
12	<p>Какая технологическая зона является наиболее энергопотребляемой: а) подогрева; б) декарбонизации; в) спекания.</p>
13	<p>Из чего состоят отходящие газы цементной печи: а) продуктов сгорания топлива; б) продуктов сгорания топлива и газообразных продуктов, выделившихся из обжигаемого материала; в) воздуха.</p>
14	<p>Какая цель составления материального баланса печи: а) количественного определения материальных потоков; б) определения потерь сырья; в) нахождения удельного расхода топлива на обжиг.</p>
15	<p>Какая цель составления теплового баланса печи: а) нахождения удельного расхода тепла на обжиг; б) определения потерь тепла; в) расчета температуры горения.</p>

<p><b>Компетенция ПК-3</b> Способен проводить оценку соответствия технологических процессов и качества продукции нормативным требованиям, разрабатывать и внедрять новые методы и средства контроля</p>	
1	<p>Что влияет на увеличение удельных потерь тепла с отходящими газами:</p> <p>а) увеличение коэффициента избытка воздуха;</p> <p>б) повышение температуры сырья;</p> <p>в) изменение производительности печи.</p>
2	<p>Какая статья теплового баланса печи является технологически необходимой:</p> <p>а) теоретический расход тепла;</p> <p>б) испарения влаги;</p> <p>в) потерь тепла с отходящими газами.</p>
3	<p>С каким удельным расходом топлива работают печи мокрого способа производства:</p> <p>а) 200-230 кг у.т./т кл.;</p> <p>б) 100-130 кг у.т./т кл.;</p> <p>в) 135-150 кг у.т./т кл.</p>
4	<p>Что применяют во вращающихся печах мокрого способа для интенсификации теплообмена:</p> <p>а) встроенные теплообменные устройства;</p> <p>б) возврат пыли электрофильтров в печь;</p> <p>в) котлы – утилизаторы.</p>
5	<p>Какая цепная завеса характеризуется более эффективным теплообменом:</p> <p>а) гирляндная цепная завеса;</p> <p>б) свободновисящая цепная завеса;</p> <p>в) комбинированная цепная завеса.</p>
6	<p>Сколько времени материал находится в циклонных теплообменниках:</p> <p>а) несколько минут;</p> <p>б) 25 – 30 секунд;</p> <p>в) 30 – 60 минут.</p>
7	<p>Как осуществляется теплообмен между газовым потоком и материалом в газоходах циклонного теплообменника:</p> <p>а) по противотоку;</p> <p>б) по прямотоку;</p> <p>в) в слое.</p>

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

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

Не предусмотрены учебным планом.

### 5.4. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

Не предусмотрено планом

### 5.5. Перечень контрольных работ.

Учебным планом не предусмотрено.

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

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
<b>Компетенция ПК-1.</b> Способен анализировать технологические процессы с позиции энерго- и ресурсосбережения с применением цифровых инструментов, разрабатывать и обосновывать выбор мероприятий по энерго- и ресурсосбережению в производстве вяжущих материалов <b>(ПК – 1.2)</b>	
знания	Знать особенности отечественного оборудования, основные их теплотехнические показатели и эффективность работы Знание основ технологии производства, при производстве различных видов строительных материалов. Основные принципы и этапы разработки и конструирования современного оборудования и приборов производства; технические, эксплуатационные и экономические параметры оборудования; требования к оборудованию и критерии их качества.
умения	Уметь разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах; разрабатывать оптимальные режимы работы установок, решить вопрос вторичного использования материальных и тепловых потерь в производстве; Пользоваться справочной и научной литературой по всем разделам дисциплины, применять полученные знания для решения задач в производственных условиях. Уметь анализировать результаты замеров экологических исследований на предприятии, проводить оценку соответствия производимых материалов требованиям стандарта
навыки	Владеть умением составлять и анализировать материальные и

	тепловые балансы систем, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса Владеть навыками самостоятельной обработки информации и экспериментальных данных исследований. Владеть методами оценки технологического процесса производства и санитарно-гигиенической оценке производства с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической безопасности производств.
<b>Компетенция ПК-2</b>	
Способен разрабатывать, внедрять и управлять новыми технологическими процессами и мероприятиями по повышению эффективности производства вяжущих материалов <b>(ПК-2.3)</b>	
Знание	Знание терминов, определений, понятий. Знание основных закономерностей, соотношений, принципов. Полнота ответов на вопросы Четкость изложения и интерпретации знаний
Умение	Алгоритм действий для решения профессиональной задачи Самостоятельность выполнения профессиональной задачи
Навыки	Грамотный подбор методик Аргументированность выводов о причинах брака и аргументированность предложенных решений по его устранению
<b>Компетенция ПК- 3.</b> Способен проводить оценку соответствия технологических процессов и качества продукции нормативным требованиям, разрабатывать и внедрять новые методы и средства контроля. <b>(ПК- 3.2, ПК- 3,3)</b>	
Знание	Объем освоенного материала. Знание основных закономерностей, соотношений, принципов. Полнота ответов на вопросы Четкость изложения и интерпретации знаний
Умение	Пользоваться справочной и научной литературой по всем разделам дисциплины, применять полученные знания для решения задач в производственных условиях. Алгоритм действий для решения профессиональной задачи
Навыки	Грамотный подбор методик Аргументированность выводов о причинах брака и аргументированность предложенных решений по его устранению. Владеть методами оценки технологического процесса производства и санитарно-гигиенической оценке производства с позиций энерго- и ресурсосбережения.

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

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знание.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
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 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. Студент в полной мере демонстрирует знания по организации технологического процесса обжига цементного клинкера и проведению аудита технологического процесса.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме. Владеет необходимым объемом понятий и показателей для оценки эффективности технологического процесса, соответствия сырьевых материалов, портландцементного клинкера требованиям ГОСТов	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями. Владеет необходимым объемом понятий и показателей для оценки эффективности технологического процесса, соответствия сырьевых материалов, портландцементного клинкера требованиям ГОСТов
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы. Осмысленно употребляет специальные термины, свободно и правильно излагает содержание ответа на экзаменационный

				вопрос.
--	--	--	--	---------

### Оценка сформированности компетенций по показателю *Умение*

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Алгоритм действий для решения профессиональной задачи	Не знает алгоритма действий при выполнении работ	Знает алгоритм действий, но допускает значительные неточности	Знает алгоритм действий, допускает незначительные неточности	Знает алгоритм действий
Качество выполнения профессиональной задачи	Задание не выполнено	Задание выполнено полностью, допущены серьезные ошибки при выполнении	Задание выполнено полностью, допущены незначительные ошибки.	Задание выполнено полностью, без ошибок
Самостоятельность выполнения профессиональной задачи	Не может выполнить задание, требуется постоянная помощь в выполнении	Может выполнить задание, но требуется значительная помощь при выполнении некоторых этапов работы	Самостоятельно выполняет все этапы работы, оказывается незначительная помощь в выполнении задания	Полностью самостоятельно выполняет все этапы работы

### Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Постановка цели профессиональной задачи	Не может произвести постановку цели и задач для решения проблемы, производит постановку ошибочных целей	Производит постановку целей, не полностью отражающих содержание проблемы. Цели и задачи не соотносятся между собой	Производит постановку целей, отражающих содержание проблемы, но требующих дополнения	Производит постановку целей и задач полностью соотносящихся между собой и полностью отражающих содержание проблемы
Грамотный подбор методик	Не может выбрать необходимую методику для решения задачи	Выбирает малоэффективные для решения задачи методики	Выбирает подходящую методику решения задачи	Выбирает наиболее оптимальную методику решения задачи
Аргументированность выводов и предложенных решений	Не может сформулировать выводы и предложить решение задачи. Предлагает ошибочные формулировки	Формулирует выводы и решения недостаточно точно отражающие цели и задачи	Формулирует выводы и предложения, требующие незначительных корректировок	Формулирует аргументированные выводы и предложения по решению задачи



**Компетенция ПК-2** Способен разрабатывать, внедрять и управлять новыми технологическими процессами и мероприятиями по повышению эффективности производства вяжущих материалов

Оценка сформированности компетенций по показателю Знание.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
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 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
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

## Оценка сформированности компетенций по показателю Умение

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Алгоритм действий для решения профессиональной задачи	Не знает алгоритма действий при выполнении работ	Знает алгоритм действий, но допускает значительные неточности	Знает алгоритм действий, допускает незначительные неточности	Знает алгоритм действий
Качество выполнения профессиональной задачи	Задание не выполнено	Задание выполнено полностью, допущены серьезные ошибки при выполнении	Задание выполнено полностью, допущены незначительные ошибки.	Задание выполнено полностью, без ошибок
Самостоятельность выполнения профессиональной задачи	Не может выполнить задание, требуется постоянная помощь в выполнении	Может выполнить задание, но требуется значительная помощь при выполнении некоторых этапов работы	Самостоятельно выполняет все этапы работы, оказывается незначительная помощь в выполнении задания	Полностью самостоятельно выполняет все этапы работы

## Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выявление брака продукции	Не может выявить брак продукции	Может выявить брак допуская ошибки	Может выявить брак допуская незначительные ошибки	Может безошибочно выявить брак продукции
Грамотный подбор методик	Не может выбрать необходимую методику для решения задачи	Выбирает малоэффективные для решения задачи методики	Выбирает подходящую методику решения задачи	Выбирает наиболее оптимальную методику решения задачи
Аргументированность выводов о причинах брака и аргументированность предложенных решений по его устранению	Не может сформулировать выводы и предложить решение.	Формулирует выводы и решения недостаточно точно отражающие причины и следствия брака	Формулирует выводы и решения, требующие незначительной корректировки	Формулирует аргументированные выводы о причинах и решения по устранению брака

**Компетенция ПК-3.** Способен проводить оценку соответствия технологических процессов и качества продукции нормативным требованиям с использованием цифровых средств, разрабатывать и внедрять новые методы и средства контроля.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знание.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
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 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
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умение

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Алгоритм действий для решения	Не знает алгоритма действий при	Знает алгоритм действий, но допускает	Знает алгоритм действий, допускает	Знает алгоритм действий

профессиональной задачи	выполнении работ	значительные неточности	незначительные неточности	
Качество выполнения профессиональной задачи	Задание не выполнено	Задание выполнено полностью, допущены серьезные ошибки при выполнении	Задание выполнено полностью, допущены незначительные ошибки.	Задание выполнено полностью, без ошибок
Самостоятельность выполнения профессиональной задачи	Не может выполнить задание, требуется постоянная помощь в выполнении	Может выполнить задание, но требуется значительная помощь при выполнении некоторых этапов работы	Самостоятельно выполняет все этапы работы, оказывается незначительная помощь в выполнении задания	Полностью самостоятельно выполняет все этапы работы

### Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выявление брака продукции	Не может выявить брак продукции	Может выявить брак допуская ошибки	Может выявить брак допуская незначительные ошибки	Может безошибочно выявить брак продукции
Грамотный подбор методик	Не может выбрать необходимую методику для решения задачи	Выбирает малоэффективные для решения задачи методики	Выбирает подходящую методику решения задачи	Выбирает наиболее оптимальную методику решения задачи
Аргументированность выводов о причинах брака и аргументированность предложенных решений по его устранению	Не может сформулировать выводы и предложить решение.	Формулирует выводы и решения недостаточно точно отражающие причины и следствия брака	Формулирует выводы и решения, требующие незначительной корректировки	Формулирует аргументированные выводы о причинах и решения по устранению брака

## 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	Учебная лаборатория для проведения практических занятий	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 псевдооживленного 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 фильтрования суспензий под вакуумом (фильтр, вакуум-насос, мешалка, сборник фильтрата, вакуумметр; - установка для определения теплопроводности материалов (экспериментальный блок) с компьютерным программным обеспечением.
2	Зал курсового, дипломного проектирования и учебная лаборатория для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Лекционные занятия проводятся в специально оборудованных учебных аудиториях, оснащенных мультимедийным комплексом и компьютерами.
3	Читальный зал библиотеки для проведения самостоятельной работы	Самостоятельная работа студентов осуществляется в кафедральной библиотеке и библиотеке БГТУ им. В.Г. Шухова. Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
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.

Справочная и нормативная литература

1. М. Б. Равич. Эффективность использования топлива. – М.: Наука. – 1977.

2. 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.

### **6.3. 1.Перечень интернет ресурсов**

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

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

Электронный читальный зал <https://elib.bstu.ru/>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [elibrary.ru](http://elibrary.ru)

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

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

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