

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

СОГЛАСОВАНО  
Директор института ИМ  
  
И.В. Ярмоленко  
« 17 » мая 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института ХТИ  
  
Р.Н. Ястребнический  
« 17 » мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Современные методы управления  
технологическим процессом производства цемента

направление подготовки:

18.04.01 Химическая технология

Направленность программы (профиль):

Химическая технология силикатных материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Институт Химико-технологический институт

Кафедра Технология цемента и композиционных материалов

Белгород 2022

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 2022 году.

Составитель (составители):

к.т.н.

(ученая степень, звание, подпись)

(Новоселов А.Г.)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2022 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 2022 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доцент

(ученая степень и звание, подпись)

(Л.А. Порожнюк)

(инициалы, фамилия)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Химические вещества и материалы; методы и приборы определения состава и свойства веществ и материалов	ПК-1. Способен проводить научно-исследовательские работы по освоению новых видов продукции, получать и анализировать образцы в лабораторных условиях, и проводить сравнительную оценку с современными отечественными и зарубежными достижениями.	ПК-1.4. Проводит научные исследования по выявлению недостатков в технологическом процессе производства цемента и разрабатывает предложения по их устранению.	<p><b>Знать:</b> технологический процесс производства, основные закономерности физико-химических процессов</p> <p><b>Уметь:</b> проводить научные исследования применительно к технологическому процессу производства.</p> <p><b>Владеть:</b> возможностью применять результаты научных исследований к технологическому процессу производства.</p>
		ПК-3.2. Выполняет технологические расчеты с использованием современных информационных технологий	<p><b>Знать:</b> методики технологических расчетов определения эффективности работы оборудования и технологического процесса</p> <p><b>Уметь:</b> проводить технологические расчеты и обрабатывать полученные результаты</p> <p><b>Владеть:</b> возможностью применять результаты технологических расчетов к технологическому процессу производства.</p>
Технологические процессы и промышленные системы получения веществ, материалов и изделий; средства автоматизации и управления технологическими процессами	ПК-3. Способен осваивать и контролировать новые способы производства, осуществлять выбор новых материалов, производить оптимизацию расходования основных, вспомогательных и расходных материалов.	ПК-3.3. Организует и проводит технологические и теплотехнические испытания оборудования и разрабатывает мероприятия по рациональному использованию оборудования и снижению материальных и энергетических затрат в производстве.	<p><b>Знать:</b> основные методики технологических и теплотехнических испытаний оборудования технологического процесса.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить технологических и теплотехнических испытаний оборудования технологического процесса.</p> <p><b>Владеть:</b> возможностью применять результаты технологических и теплотехнических испытаний оборудования для снижению материальных и энергетических затрат в производстве</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-1.** Способен проводить научно-исследовательские работы по освоению новых видов продукции, получать и анализировать образцы в лабораторных условиях, и проводить сравнительную оценку с современными отечественными и зарубежными достижениями.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Мировой опыт развития технологических процессов производства вяжущих материалов
2	Производственная научно-исследовательская работа
3	Тепловые и аэродинамические процессы в промышленных агрегатах
4	Физико-химические процессы измельчения материалов
5	Проектное обучение
6	Учебная научно-исследовательская работа
7	Современные методы управления технологическим процессом производства цемента
8	Управление технологическим процессом производства цемента
9	Производственная технологическая практика
10	Производственная преддипломная практика

**2. Компетенция ПК-3.** Способен осваивать и контролировать новые способы производства, осуществлять выбор новых материалов, производить оптимизацию расходования основных, вспомогательных и расходных материалов.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Цементы специального назначения
2	Использование цементов в строительстве
3	Производственная научно-исследовательская работа
4	Современные методы исследования конденсированных систем
5	Тепловые и аэродинамические процессы в промышленных агрегатах
6	Физико-химические процессы измельчения материалов
7	Аудит технологического процесса производства вяжущих материалов
8	Гидратация вяжущих и свойства гидратных фаз
9	Управление технологическим процессом производства цемента
10	Современные методы управления технологическим процессом производства цемента
11	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зач. единиц, 288 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	288	288
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	107	107
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	181	181
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задания	–	–
Индивидуальное домашнее задание	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	109	109
Экзамен	36	36

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Системы управления технологическим процессом помола сырья в тарельчато-валковой мельнице и пресс-валковом измельчителе					
	Схема управления технологическим процессом помола сырья в тарельчато-валковой мельнице и пресс-валковом измельчителе. Основные параметры технологического процесса измельчения сырья. Варианты изменения параметров технологического процесса. Определение оптимальных параметров работы основного технологического оборудования. Определение максимальной производительности оборудования и	2		8	11

	общих энергозатрат при изменении исходных свойств сырьевых компонентов. Определение основных показателей работы оборудования при изменении исходных свойств сырьевых компонентов. Работа теплогенератора. Влияние теплогенератора на производительность тарельчато-валковой мельницы.				
2. Системы управления технологическим процессом помола сырья в сушилке-дробилке и шаровой мельнице					
	Схема управления технологическим процессом помола сырья в сушилке-дробилке. Основные параметры технологического процесса измельчения сырья. Варианты изменения параметров технологического процесса. Схема управления технологическим процессом помола сырья в шаровой мельнице. Основные параметры технологического процесса измельчения сырья. Варианты изменения параметров технологического процесса. Определение основных показателей работы оборудования при изменении исходных свойств сырьевых компонентов. Оценка влияния степени подготовки материала на работу вращающейся печи.	2		8	11
3. Системы управления процессом подготовки твердого топлива					
	Схема управления технологическим процессом помола и сушки твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице. Основные параметры технологического процесса измельчения твердого топлива. Варианты изменения параметров технологического процесса. Помол и сушка твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице. Определение основных показателей работы оборудования при изменении исходных свойств твердого топлива.	2		8	11
4. Системы управления процессом обжига клинкера					
	Схема управления технологическим процессом обжига клинкера. Основные параметры технологического процесса обжига клинкера. Варианты изменения параметров технологического процесса. Работа вращающейся печи с декарбонизатором и без. Работа вращающейся печи с одной и двумя ветками циклонного теплообменника. Работа вращающейся печи с использованием теплоты отходящих газов для сушки сырья в сушилке-дробилке. Определение удельного расхода тепла на обжиг клинкера.	2		8	10
	Работа клинкерного холодильника с колосниковой решеткой типа «шагающий пол» и колосниковой решеткой переталкивающего типа. Оценка влияния эффективности работы клинкерного холодильника на процесс обжига клинкера и удельный расход топлива.	2		8	11
	Использование альтернативных видов топлива при обжиге клинкера. Определение максимальной экономии основного топлива альтернативным. Изменение технологического процесса обжига клинкера при использовании альтернативных видов топлива	2		8	10
5. Системы управления помолом цемента					
	Схема управления технологическим процессом помола цемента в тарельчато-валковой мельнице. Схема	2		10	13

	управления технологическим процессом помола цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. Основные параметры технологического процесса измельчения цемента. Варианты изменения параметров технологического процесса. Определение основных показателей работы тарельчато-валковой мельницы при изменении свойств исходных компонентов и готового продукта. Работа сепаратора. Оценка влияния работы сепаратора на готовый продукт и параметры работы мельницы.				
	Помол цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. Влияние работы пресс-валкового измельчителя на работу шаровой мельницы, удельные энергозатраты и свойства готового продукта. Влияние работы сепаратора на работу пресс-валкового измельчителя, шаровой мельницы и свойства готового продукта.	3		10	14
	Всего	17		68	91

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № <u>3</u>				
1	Системы управления технологическим процессом помола сырья в пресс-валковом измельчителе и тарельчато-валковой мельнице	Определение оптимальных параметров работы основного технологического оборудования. Определение максимальной производительности оборудования и общих энергозатрат при изменении исходных свойств сырьевых компонентов. Определение основных показателей работы оборудования при изменении исходных свойств сырьевых компонентов. Работа теплогенератора. Влияние теплогенератора на производительность тарельчато-валковой мельницы.	8	10
2	Системы управления технологическим процессом помола сырья в сушилке-дробилке и шаровой мельнице	Определение основных показателей работы оборудования при изменении исходных свойств сырьевых компонентов. Оценка влияния степени подготовки материала на работу вращающейся печи.	8	10
3	Системы управления процессом подготовки твердого топлива	Помол и сушка твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице. Определение основных показателей работы оборудования при изменении исходных свойств твердого топлива.	8	10

4	Системы управления процессом обжига клинкера	Работа вращающейся печи с декарбонизатором и без. Работа вращающейся печи с одной и двумя ветками циклонного теплообменника. Работа вращающейся печи с использованием теплоты отходящих газов для сушки сырья в сушилке-дробилке. Определение удельного расхода тепла на обжиг клинкера. Работа клинкерного холодильника с колосниковой решеткой типа «шагающий пол» и колосниковой решеткой переталкивающего типа. Оценка влияния эффективности работы клинкерного холодильника на процесс обжига клинкера и удельный расход топлива. Использование альтернативных видов топлива при обжиге клинкера. Определение максимальной экономии основного топлива альтернативным. Изменение технологического процесса обжига клинкера при использовании альтернативных видов топлива	24	26
5	Системы управления помолом цемента	Помол цемента в тарельчато-валковой мельнице. Определение основных показателей работы тарельчато-валковой мельницы при изменении свойств исходных компонентов и готового продукта. Работа сепаратора. Оценка влияния работы сепаратора на готовый продукт и параметры работы мельницы. Помол цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. Влияние работы пресс-валкового измельчителя на работу шаровой мельницы, удельные энергозатраты и свойства готового продукта. Влияние работы сепаратора на работу пресс-валкового измельчителя, шаровой мельницы и свойства готового продукта.	20	22
ИТОГО:			68	78

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

На 2 курсе в 3 семестре предусмотрена курсовая работа, на выполнение которой отведено 36 часов самостоятельной работы магистранта. Для выполнения курсовой работы выдается индивидуальное задание каждому магистранту.

Цель курсовой работы заключается в расчете и определении оптимальных характеристик оборудования. В каждой курсовой работе определяется оптимальный режим работы оборудования или групп оборудования, осуществляющих технологический процесс, и рассчитываются основные теплотехнические показатели. Курсовая работа состоит из:



- введения (2–3 стр.) – дается общая характеристика технологического процесса, его преимущества и недостатки;
- теоретической части (8–10 стр.) – приводится подробное описание технологической схемы (в зависимости от задания), оборудования, используемого для осуществления технологического процесса, параметров и вариантов их изменения, для осуществления технологического процесса;
- расчетной части (10–15 стр.) – рассчитывается материальный, тепловой баланс установки, строятся графические зависимости изменения материальных и теплотехнических показателей от исходных данных (в зависимости от задания), приводится схема управления технологическим процессом с основными параметрами;
- заключение (1–2 стр.) – приводится сравнительная оценка полученных результатов.

1. Технологическая схема помола сырья в пресс-валковом измельчителе (изменение исходной влажности и размолоспособности сырьевых компонентов).

2. Технологическая схема помола сырья в тарельчато-валковой мельнице (изменение исходной влажности и размолоспособности сырьевых компонентов; работа тарельчато-валковой мельницы с генератором горячего газа и без).

3. Определение влияния подготовки сырьевой смеси на процесс обжига клинкера (изменение гранулометрического состава сырья и влажности сырьевой смеси).

4. Определение эффективности работы клинкерного холодильника на процесс обжига клинкера (обжиг клинкера при работе вращающейся печи с декарбонизатором и без, на одну ветку циклонного теплообменника и на две (в зависимости от технологической схемы)).

5. Использование альтернативного топлива при обжиге клинкера (использование альтернативного топлива с разной теплотворной способностью; одновременное использование различных видов альтернативного топлива).

6. Технологическая схема подготовки твердого топлива (изменение исходной влажности и размолоспособности твердого топлива; изменение тонкости помола угольного топлива; влияние тонкости помола твердого топлива на работу мельницы и вращающейся печи).

7. Технологическая схема помола цемента в шаровой мельнице (работа мельницы по замкнутому и открытому циклам, получения цемента с различной удельной поверхностью).

8. Технологическая схема помола цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельницы (влияние эффективности работы пресс-валкового измельчителя на основные технологические показатели работы шаровой мельницы; работа мельницы по замкнутому и открытому циклам, получения цемента с различной удельной поверхностью).

#### **4.5. Содержание расчетно-графического задания**

Не предусмотрено учебным планом

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

### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция ПК-1.** Организует и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.4. Проводит научные исследования по выявлению недостатков в технологическом процессе производства цемента и разрабатывает предложения по их устранению.	Защита лабораторных работ, защита курсовой работы, экзамен

**2. 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-3.2. Выполняет технологические расчеты с использованием современных информационных технологий	Защита лабораторных работ, защита курсовой работы, экзамен
ПК-3.3. Организует и проводит технологические и теплотехнические испытания оборудования и разрабатывает мероприятия по рациональному использованию оборудования и снижению материальных и энергетических затрат в производстве	Защита лабораторных работ, защита курсовой работы, экзамен

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Системы управления технологическим процессом помола сырья в тарельчато-валковой мельнице и пресс-валковом измельчителе	<p>1. Технологическая схема управления помолом сырьевых компонентов в пресс-валковом измельчителе. Основное оборудование, используемое при помоле сырьевых компонентов в пресс-валковом измельчителе. Устройство и принцип действия основного оборудования. Функции V-сепаратора. Конструкция и особенности работы системы питания ролик-пресса. Конструкция и защита валков пресс-валкового измельчителя от износа. Основные контролируемые параметры системы помола сырья в пресс-валковом измельчителе. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p> <p>2. Технологическая схема управления помолом сырьевых компонентов в тарельчато-валковой мельнице. Основное</p>

		<p>оборудование, используемое при помоле сырьевых компонентов в тарельчато-валковой мельнице. Система отвода инородных трудноразмалываемых частиц из тарельчато-валковой мельницы. Основные контролируемые параметры системы помола сырья в тарельчато-валковой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p>
2	<p>Системы управления технологическим процессом помола сырья в сушилке-дробилке и шаровой мельнице</p>	<p>3. Технологическая схема управления помолом сырьевых компонентов в шаровой мельнице. Основное оборудование, используемое при помоле сырьевых компонентов в шаровой мельнице. Конструкция шаровой мельницы. Основные контролируемые параметры системы помола сырья в шаровой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p> <p>4. Технологическая схема управления помолом сырьевых компонентов в сушилке-дробилке. Основное оборудование, используемое при помоле сырьевых компонентов в сушилке-дробилке. Конструкция сушилки-дробилки. Основные контролируемые параметры системы помола сырья в сушилке-дробилке. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p> <p>5. Технологическая схема управления помолом сырьевых компонентов в сушилке-дробилке и шаровой мельницы («Тандем»). Основное оборудование, используемое при помоле сырьевых компонентов в сушилке-дробилке и шаровой мельнице. Конструкция сушилки-дробилки, шаровой мельницы. Основные контролируемые параметры системы помола сырья в сушилке-дробилке и шаровой мельницы. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p>
3	<p>Системы управления процессом подготовки твердого топлива</p>	<p>6. Технологическая схема управления сушкой и помолом твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице. Основные особенности подготовки твердого топлива. Основные контролируемые параметры при помоле твердого топлива. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p>
4	<p>Системы управления процессом обжига клинкера</p>	<p>7. Технологическая схема управления обжигом клинкера по сухому способу производства. Основные контролируемые параметры системы обжига клинкера: температура в зоне спекания вращающейся печи; состав отходящих газов в загрузочной части вращающейся печи; температура газового потока после декарбонизатора; степень заполнения материалом вращающейся печи; температура отходящих газов на выходе из циклонного теплообменника; работа клинкерного холодильника, основные параметры, характеризующие эффективность работы холодильника. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p>
5	<p>Системы управления помолом цемента</p>	<p>8. Технологическая схема помола цемента в шаровой мельнице. Основное оборудование, используемое при помоле цемента в шаровой мельнице. Конструкция шаровой мельницы. Основные контролируемые параметры системы помола цемента в шаровой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p> <p>9. Технологическая схема управления помолом цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. Основное оборудование, используемое при помоле цемента в</p>

		<p>пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. Конструкция пресс-валкового измельчителя и шаровой мельницы. Преимущества использования схемы помола цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. Основные контролируемые параметры системы помола цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p> <p>10. Технологическая схема управления помолом цемента в тарельчато-валковой мельнице. Основное оборудование, используемое при помоле цемента в тарельчато-валковой мельнице. Основные контролируемые параметры системы помола цемента в тарельчато-валковой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p>
--	--	--

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

1. Каким образом исходная влажность сырьевых компонентов влияет на производительность сырьевой мельницы?
2. Изменяется ли производительность по загрузке и по выгрузке сырьевой мельницы при изменении исходной влажности сырьевых материалов?
3. С чем связано повышение производительности сырьевой мельницы по загрузке при повышении влажности сырьевых материалов?
4. Чем ограничивается увеличение исходного питания сырьевой мельницы на ТК Simulex?
5. Почему при изменении высоты слоя клинкера изменяется удельный расход топлива на обжиг клинкера?
6. По каким статьям теплового баланса происходит изменение удельного расхода тепла на обжиг клинкера при изменении высоты слоя клинкера в холодильнике?
7. Почему при изменении КН сырьевой смеси происходит изменение удельного расхода топлива на обжиг клинкера?
8. По каким статьям теплового баланса происходит изменение удельного расхода тепла на обжиг клинкера при изменении КН сырьевой смеси?
9. За счет чего происходит снижение удельного расхода топлива на обжиг клинкера при использовании альтернативных видов топлива?
10. Чем обусловлен предел использования альтернативных видов топлива?
11. По каким статьям теплового баланса происходит изменение удельного расхода тепла на обжиг клинкера при использовании альтернативных видов топлива?
12. Чем можно обеспечить снижение удельного расхода электроэнергии при помоле цемента?
13. Чем определяется эффективность работы цементной мельницы?
14. Основные параметры технологического процесса производства и их основные способы регулирования.

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы)**

#### **для текущего контроля в семестре**

#### **Вопросы для защиты лабораторных работ**

1. Помол сырья в пресс-валковом измельчителе. Технологическая схема помола сырья.
2. Основные зависимости технологического процесса измельчения сырья в пресс-валковом измельчителе.
3. Основное оборудование, используемое при помоле сырья в пресс-валковом измельчителе.
4. Схема и принцип действия V-сепаратора. Основные функции, которые выполняет V-сепаратор.
5. Схема и принцип действия статического проходного сепаратора.
6. Устройство и принцип действия пресс-валкового измельчителя.
7. Стадии измельчения материала в пресс-валковом измельчителе.
8. Виды защиты поверхности валков пресс-валкового измельчителя.
9. Конструкция валков пресс-валкового измельчителя.
10. Система питания пресс-валкового измельчителя. Основные элементы системы питания, принцип действия.
11. Основные контролируемые параметры системы помола сырья в пресс-валковом измельчителе. Основные приемы контроля и регулирования параметров.
12. Помол сырья в тарельчато-валковой мельнице. Технологическая схема помола сырья.
13. Основные зависимости технологического процесса измельчения сырья в тарельчато-валковой мельнице.
14. Основное оборудование, используемое при помоле сырья в тарельчато-валковой мельнице.
15. Особенности конструкции валков мельницы Loesche. Функции основного и вспомогательного валков. Защита валков от износа.
16. Система отвода инородных трудноразмалываемых частиц из тарельчато-валковой мельницы.
17. Преимущества использования тарельчато-валковой мельницы.
18. Основные контролируемые параметры системы помола сырья в тарельчато-валковой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров.
19. Помол сырья в сушилке-дробилке. Технологическая схема помола сырья.
20. Основные зависимости технологического процесса измельчения сырья в сушилке-дробилке.
21. Основное оборудование, используемое при помоле сырья в сушилке-дробилке.
22. Особенности конструкции сушилки-дробилки. Основные рабочие параметры
23. Основные контролируемые параметры системы помола сырья в сушилке-дробилки. Основные приемы контроля и регулирования параметров.
24. Помол и сушка твердого топлива. Технологическая схема помола и сушки твердого топлива.
25. Основные зависимости технологического процесса подготовки твердого

топлива.

26. Основное оборудование, используемое при помоле и сушки твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице.

27. Основные отличия в технологическом процессе подготовки твердого топлива от помола сырья в тарельчато-валковой мельнице.

28. Основные контролируемые параметры системы помола и сушки твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров.

29. Обжиг материала во вращающейся печи сухого способа производства. Технологическая схема. Газовый и материальный потоки в печи и циклонном теплообменнике.

30. Реактор-декарбонизатор. Процессы, протекающие в декарбонизаторе. Основные преимущества использования декарбонизатора.

31. Физико-химические процессы, протекающие при обжиге материала. Охлаждение клинкера в холодильнике.

32. Температура в зоне спекания вращающейся печи. Варианты изменения температуры зоны спекания.

33. Состав отходящих газов в загрузочной части вращающейся печи. Изменение содержания  $O_2$ ,  $CO$  и  $NO_x$ .

34. Температура газового потока после декарбонизатора. Варианты изменения температуры газового потока после декарбонизатора.

35. Степень заполнения материалом вращающейся печи. Температура отходящих газов на выходе из циклонного теплообменника. Параметры и варианты изменения.

36. Работа клинкерного холодильника. Основные параметры, характеризующие эффективность работы холодильника. Основные приемы контроля и регулирования параметров работы холодильника.

37. Помол цемента в шаровой мельнице. Технологическая схема помола цемента.

38. Основное оборудование, используемое для помола цемента в шаровой мельнице.

39. Работа динамического сепаратора. Назначение, конструкция, принцип действия.

40. Основные контролируемые параметры системы помола цемента в шаровой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров.

41. Помол цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. Технологическая схема помола цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице.

42. Основное оборудование, используемое при помоле цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице.

43. Основные контролируемые параметры системы помола цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров.

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

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы ис-

пользуется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Технологический процесс производства цемента и основные технологические схемы производства в зависимости от вида используемого оборудования. Основные параметры технологического процесса, способы их изменения и влияния на технологический процесс. Знание терминологии. Объем освоенного материала. Полнота ответов на вопросы. Четкость изложения и интерпретации знаний.
Умения	Анализировать ход технологического процесса производства цемента на основании технологических параметров. Четко обосновывать зависимость между параметрами и влияния их на технологический процесс производства. Изменять и контролировать параметры технологического процесса производства.
Навыки	Владеть возможностью оперативно предотвращать возникновение внештатных ситуаций, приводящих к снижению эффективности работы оборудования.

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Технологический процесс производства цемента и основные технологические схемы производства в зависимости от вида используемого оборудования. Основные параметры технологического процесса, способы их изменения и влияния на технологический процесс.	Не знает стадий технологического процесса производства цемента и основные технологические схемы производства. Не знает основные параметры технологического процесса, способы их изменения и влияния на технологический процесс	Знает стадий технологического процесса производства цемента. Путается в основных технологических схемах производства. Плохо знает основные параметры технологического процесса, способы их изменения и влияния на технологический процесс	Знает стадий технологического процесса производства цемента и основные технологические схемы производства. Знает основные параметры технологического процесса, способы их изменения и влияния на технологический процесс, но делает незначительные ошибки	Знает стадий технологического процесса производства цемента и основные технологические схемы производства. Знает основные параметры технологического процесса, способы их изменения и влияния на технологический процесс.
Знание терминологии.	Терминологию не знает	Знает только основные термины	Знает терминологию, но путается в мелочах	Знает терминологию
Объем освоенного материала.	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его дета-	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет до-

		лей		полнительными 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 Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Анализ хода технологического процесса производства цемента на основании технологических параметров.	Не умеет анализировать ход технологического процесса производства цемента на основании технологических параметров.	Умеет анализировать ход технологического процесса производства цемента на основании технологических параметров, но делает серьезные ошибки	Умеет анализировать ход технологического процесса производства цемента на основании технологических параметров, делает незначительные ошибки	Умеет анализировать ход технологического процесса производства цемента на основании технологических параметров.
Четкое обоснование зависимости между параметрами и влияния их на технологический процесс производства.	Не умеет обосновывать зависимость между параметрами технологического процесса. Путается в значениях параметров.	Знает основные параметры технологического процесса. Частично умеет обосновывать зависимость между параметрами технологического процесса. Делает ошибки.	Знает основные параметры технологического процесса. Умеет обосновывать зависимость между параметрами технологического процесса. Делает незначительные ошибки.	Знает основные параметры технологического процесса. Умеет обосновывать зависимость между параметрами технологического процесса.
Изменять и контролировать параметры технологического процесса производства.	Не умеет изменять и контролировать параметры технологического процесса производства	Умеет изменять и контролировать параметры технологического процесса производства, но допускает ошибки	Умеет изменять и контролировать параметры технологического процесса производства, но допускает незначительные ошибки	Умеет изменять и контролировать параметры технологического процесса производства



## Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть возможностью оперативно предотвращать возникновение внештатных ситуаций, приводящих к снижению эффективности работы оборудования.	Не владеет возможностью предотвращать возникновение внештатных ситуаций, приводящих к снижению эффективности работы оборудования	Владеет возможностью оперативно предотвращать возникновение внештатных ситуаций, приводящих к снижению эффективности работы оборудования, но допускает ошибки	Владеет возможностью оперативно предотвращать возникновение внештатных ситуаций, приводящих к снижению эффективности работы оборудования, но допускает незначительные ошибки	Владеет возможностью оперативно предотвращать возникновение внештатных ситуаций, приводящих к снижению эффективности работы оборудования.

## 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 для проведения лекционных занятий УК №2, № 103	Специализированная мебель Мультимедийный комплекс.
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий УК № 2, № 118	Специализированная мебель Мультимедийный комплекс Тренажерный комплекс Simulex
3	Учебная аудитория для самостоятельной работы студентов УК № 2, № 212	Специализированная мебель Компьютерный класс Мультимедийный комплекс
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	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 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	Тренажерный комплекс Simulex	Договор безвозмездного пользования оборудованием от 27 декабря 2010 г

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

1. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента (учебное пособие). – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. – 308 с.
2. Лугинина И.Г. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов (учебное пособие). – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2004. – Ч. 1. – 240 с.; Ч. 2 – 198 с.
3. Классен В.К., Новоселов А.Г., Борисов И.Н., Коновалов В.М. Практика на предприятиях цементной промышленности: учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016 [<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016092311545738400000654884>].

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

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <http://elibrary.ru/>
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань». <http://e.lanbook.com>
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>