

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


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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Управление технологическим процессом производства цемента

Направление подготовки:

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

Направленность программы:

Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в химической технологии вяжущих материалов

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт: Химико-технологический институт

Кафедра: Технологии цемента и композиционных материалов

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 923.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.т.н., доцент  (А.Г. Новоселов)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 19

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (И. Н. Борисов)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Технологии цемента и композиционных материалов

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (И. Н. Борисов)

« 14 » мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель  (Л. А. Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	ПК-1. Способен планировать и подготавливать технологический процесс производства цемента и других вяжущих материалов с учетом свойств используемых сырьевых компонентов с применением цифровых технологий	ПК-1.5. Применяет современное программное обеспечение для решения задач технологии производства вяжущих и композиционных материалов	<p>Знать: основные методики расчетов технологических параметров основного оборудования и технологического процесса.</p> <p>Уметь: применять прикладные программы для расчета параметров основного технологического оборудования и технологического процесса.</p> <p>Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования и применять полученные результаты при оптимизации технологических процессов.</p>
	ПК-2. Способность обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности	ПК-2.4. Обеспечивает проверку правильности работы технологического и теплотехнического оборудования, соблюдение оптимальных параметров технологического процесса производства вяжущих материалов, производит наладку режима работы технологического оборудования.	<p>Знать: принцип действия основного технологического оборудования, представленного на технологических схемах тренажерного комплекса Simulex.</p> <p>Уметь: управлять технологическим процессом производства на тренажерном комплексе Simulex без технологических нарушений.</p> <p>Владеть: способностью осуществлять технологический процесс производства цемента с минимальными удельными затратами топливно-энергетических ресурсов на тренажерном комплексе Simulex.</p>
		ПК-2.7. Управляет технологическими процессами подготовки сырьевой смеси и топлива, обжига клинкера и помола цемента.	<p>Знать: оптимальные рабочие параметры технологических процессов подготовки сырьевой смеси и топлива, обжига клинкера и помола цемента.</p> <p>Уметь: изменять и контролировать параметры технологических процессов и взаимосвязь между параметрами.</p> <p>Владеть: оперативно вносить изменения в технологический процесс производства с целью предотвращения возникновения внештатных ситуаций.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1. Способен планировать и подготавливать технологический процесс производства цемента и других вяжущих материалов с учетом свойств используемых сырьевых компонентов с применением цифровых технологий

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Введение в профессию
2	Учебная ознакомительная практика
3	Механическое оборудование (общий курс)
4	Производственная эксплуатационная практика
5	Технология производства цемента
6	Основы компьютерного проектирования технологического оборудования
7	Применение ЭВМ в технологии композиционных материалов
8	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
9	Технология вяжущих и композиционных материалов с использованием техногенных продуктов
10	Производственная педагогика
11	Оптимизация технологических процессов производства цемента с применением ЭВМ
12	Управление технологическим процессом производства цемента
13	Энергосбережение в производстве цемента
14	Производственная преддипломная практика

2. Компетенция ПК-2. Способность обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Механическое оборудование (общий курс)
2	Производственная эксплуатационная практика
3	Технология производства цемента
4	Физическая химия силикатов
5	Процессы и аппараты защиты окружающей среды
6	Теория горения топлива и тепловые установки в производстве вяжущих материалов
7	Основы компьютерного проектирования технологического оборудования
8	Химия вяжущих материалов
9	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
10	Технология вяжущих и композиционных материалов с использованием техногенных продуктов
11	Тепломассообмен во вращающихся печах
12	Термодинамика силикатных систем
13	Оптимизация технологических процессов производства цемента с применением ЭВМ
14	Управление технологическим процессом производства цемента

15	Энергосбережение в производстве цемента
16	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	34	34
лекции	0	0
лабораторные	32	32
практические	0	0
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	110	110
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задания	–	–
Индивидуальное домашнее задание	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	38	38
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 8

№ 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. Моделирование работы пресс-валкового измельчителя на тренажерном комплексе Simulex					
	Определение оптимальных параметров работы основного технологического оборудования. Определение максимальной производительности оборудования и общих энергозатрат при изменении исходных свойств сырьевых компонентов.			4	4
2. Моделирование работы тарельчато-валковой мельницы на тренажерном комплексе Simulex					
	Определение основных показателей работы оборудования при изменении исходных свойств сырьевых компонентов. Работа теплогенератора. Влияние теплогенератора на производительность тарельчато-валковой мельницы.			4	4
3. Моделирование подготовки твердого топлива на тренажерном комплексе Simulex.					
	Помол и сушка твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице. Определение основных показателей работы оборудования при изменении исходных свойств твердого топлива.			4	4
4. Моделирование режимов обжига клинкера на тренажерном комплексе Simulex					
	Работа вращающейся печи с декарбонизатором и без. Работа вращающейся печи с одной и двумя ветками циклонного теплообменника. Определение удельного расхода тепла на обжиг клинкера.			6	9
	Работа клинкерного холодильника. Оценка влияния эффективности работы клинкерного холодильника на процесс обжига клинкера и удельный расход топлива. Использование альтернативных видов топлива.			6	9
5. Моделирование помола цемента на тренажерном комплексе Simulex					
	Помол цемента в шаровой мельнице. Определение основных показателей работы шаровой мельницы при изменении свойств исходных компонентов и готового продукта. Работа сепаратора.			4	4
	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.			4	4
	Всего			32	38

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 8				
1	Моделирование работы пресс-валкового измельчителя на тренажерном комплексе Simulex	Определение оптимальных параметров работы основного технологического оборудования в зависимости от исходных свойств сырьевых компонентов при моделировании работы пресс-валкового измельчителя на тренажерном комплексе Simulex.	4	4
2	Моделирование работы тарельчато-валковой мельницы на тренажерном комплексе Simulex	Определение оптимальных параметров работы основного технологического оборудования в зависимости от исходных свойств сырьевых компонентов при моделировании работы тарельчато-валковой мельницы на тренажерном комплексе Simulex.	4	4
3	Моделирование подготовка твердого топлива на тренажерном комплексе Simulex.	Определение оптимальных параметров работы основного технологического оборудования в зависимости от исходных свойств твердого топлива при моделировании работы тарельчато-валковой мельницы на тренажерном комплексе Simulex.	4	4
4	Моделирование обжига клинкера на тренажерном комплексе Simulex	Определение оптимальных параметров работы процесса обжига клинкера в зависимости от исходных характеристик сырья и топлива при моделировании работы вращающейся печи на тренажерном комплексе Simulex.	12	18
5	Моделирование помола цемента на тренажерном комплексе Simulex	Определение оптимальных параметров работы процесса помола цемента в зависимости от исходных характеристик исходных компонентов при моделировании работы цементной мельницы на тренажерном комплексе Simulex.	8	8
ИТОГО:			32	38

4.4. Содержание курсовой работы

На 4 курсе в 8 семестре предусмотрена курсовая работа, на выполнение которой отведено 36 часов самостоятельной работы студента. Для выполнения курсовой работы выдается индивидуальное задание каждому студенту.

Цель курсовой работы заключается в расчете и определении оптимальных характеристик технологического процесса с точки зрения энерго-и ресурсопотребления. 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 эффективность замены части основного топлива на выгорающую добавку или рассчитывается поступенчатый тепловой баланс циклонного теплообменника с определением скорости газовых потоков в зависимости от ступени циклонного теплообменника и размеров циклонов.

– заключение (1–2 стр.) – приводится сравнительная оценка полученных результатов.

Задание к теоретической части.

1. Технологическая схема помола сырья в пресс-валковом измельчителе.
2. Технологическая схема помола сырья в тарельчато-валковой мельнице.
3. Определение влияния подготовки сырьевой смеси на процесс обжига клинкера.
4. Технологическая схема подготовки твердого.
5. Технологическая схема помола цемента в шаровой мельнице.
6. Технологическая схема помола цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельницы.

Задание к расчетной части.

1. Анализ параметров и теплотехнических показателей работы вращающейся печи при замене части основного топлива на выгорающую добавку

Состав сырьевой смеси, %

ППШ	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
35,15	42,75	13,81	3,71	2,71	0,83	1,65	0,12

Состав газообразного топлива, %

CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	CO ₂	N ₂
97,1	1,34	0,44	0,18	0,07	0,09	0,77

Состав выгорающей добавки, %

C ^r	H ^r	N ^r	O ^r	S ^r	Сумма
72	5,3	1,9	18,5	2,3	100

Параметры работы печи

Печь	5×185 м
Влажность шлама	40%

Температура шлама	10 °С
Безвозвратный пылеунос	1%
Общий пылеунос	10%
Объем воздуха в холодильник	2,2 нм ³ /кг кл
Температура клинкера на выходе из холодильника	100°С
Температура избыточного воздуха	150°С
Температура клинкера на выходе из печи	1250°С
Температура отходящих газов	200°С
Коэффициент избытка воздуха	1,1
Производительность печи	72 т/ч
Количество недекарбонизированного материала, поступающего под факел (без ввода выгорающей добавки)	0,25 кг/кг кл
Количество выгорающей добавки в шламе	1%
Длина зоны теплообмена	35 м

2. Определение параметров работы циклонного теплообменника, температуры на границе ступеней циклонного теплообменника, необходимых размеров циклонного теплообменника

Исходные данные

Параметр	Значение	Размерность
Количество ступеней циклонного теплообменника	4	шт
Удельный расход условного топлива	0,137	кут/кг кл
Температура топлива	5	°С
Коэффициент избытка воздуха	1,08	
Коэффициент избытка воздуха IV ступень	1,15	
Коэффициент избытка воздуха I ступень	1,25	
Пылеунос из печи	15	%
Степень декарбонизации материала на входе в печь	87	%
Влажность сырья на входе в циклонный теплообменник	1,2	%
Доля топлива, сжигаемого в декарбонизаторе	60	%
Степень очистки циклонов теплообменника		
I ступень	0,9	
II ступень	0,85	
III ступень	0,85	
IV ступень	0,8	
Температура третичного воздуха	900	°С
Температура отходящих газов	340	°С
Температура окружающей среды	15	°С
Температура сырьевой смеси на входе в циклонный теплообменник	45	°С
Производительность печи	220	т/ч

Состав топлива, %

СН ₄	С ₂ Н ₆	С ₃ Н ₈	N ₂
95,8	2	0,2	2

Состав сырьевой смеси, %

CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	SO ₃	ППП
41,96	14,05	4,20	2,76	0,66	0,10	35,28

**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 планировать и подготавливать технологический процесс производства цемента и других вяжущих материалов с учетом свойств используемых сырьевых компонентов с применением цифровых технологий

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.5. Применяет современное программное обеспечение для решения задач технологии производства вяжущих и композиционных материалов	Защита лабораторных работ, защита курсовой работы, экзамен

2. Компетенция ПК-2. Способность обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.4. Обеспечивает проверку правильности работы технологического и тепло-технического оборудования, соблюдение оптимальных параметров технологического процесса производства вяжущих материалов, производит наладку режима работы технологического оборудования.	Защита лабораторных работ, защита курсовой работы, экзамен
ПК-2.7. Управляет технологическими процессами подготовки сырьевой смеси и топлива, обжига клинкера и помола цемента.	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	Моделирование работы пресс-валкового измельчителя на тренажерном комплексе Simulex	1. Помол сырья в роллер-прессе. Технологическая схема помола сырья. 2. Основное оборудование, используемое при помоле сырья в роллер-прессе.

		<p>3. Схема и принцип действия V-сепаратора. Основные функции, которые выполняет V-сепаратор.</p> <p>4. Схема и принцип действия статического проходного сепаратора.</p> <p>5. Устройство и принцип действия роллер-пресса.</p> <p>6. Стадии измельчения материала в роллер-прессе.</p> <p>7. Виды защиты поверхности валков роллер-пресса.</p> <p>8. Конструкция валков роллер-пресса.</p> <p>9. Система питания роллер-пресса. Основные элементы системы питания, принцип действия.</p> <p>10. Основные контролируемые параметры системы помола сырья в роллер-прессе. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p>
2	<p>Моделирование работы тарельчато-валковой мельницы на тренажерном комплексе Simulex</p>	<p>11. Помол сырья в тарельчато-валковой мельнице. Технологическая схема помола сырья.</p> <p>12. Основное оборудование, используемое при помоле сырья в тарельчато-валковой мельнице.</p> <p>13. Особенности конструкции валков мельницы Loesche. Функции основного и вспомогательного валков. Защита валков от износа.</p> <p>14. Система отвода инородных трудноразмалываемых частиц из тарельчато-валковой мельницы.</p> <p>15. Преимущества использования тарельчато-валковой мельницы.</p> <p>16. Основные контролируемые параметры системы помола сырья в тарельчато-валковой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p>
3	<p>Моделирование подготовка твердого топлива на тренажерном комплексе Simulex.</p>	<p>17. Помол и сушка твердого топлива. Технологическая схема помола и сушки твердого топлива.</p> <p>18. Основное оборудование, используемое при помоле и сушки твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице.</p> <p>19. Основные отличия в технологическом процессе подготовки твердого топлива от помола сырья в тарельчато-валковой мельнице.</p> <p>20. Основные контролируемые параметры системы помола и сушки твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p>
4	<p>Моделирование обжига клинкера на тренажерном комплексе Simulex</p>	<p>21. Обжиг материала во вращающейся печи сухого способа производства. Технологическая схема. Газовый и материальный потоки в печи и циклонном теплообменнике.</p> <p>22. Реактор-декарбонизатор. Процессы, протекающие в декарбонизаторе. Основные преимущества использования декарбонизатора.</p> <p>23. Физико-химические процессы, протекающие при обжиге материала. Охлаждение клинкера в холодильнике.</p> <p>24. Температура в зоне спекания вращающейся печи. Варианты изменения температуры зоны спекания.</p> <p>25. Состав отходящих газов в загрузочной части вращающейся печи. Изменение содержания O_2, CO и NO_x.</p> <p>26. Температура газового потока после декарбонизатора. Варианты изменения температуры газового потока после декарбонизатора.</p> <p>27. Степень заполнения материалом вращающейся печи. Температура отходящих газов на выходе из циклонного теп-</p>

		лообменника. Параметры и варианты изменения. 28. Работа клинкерного холодильника. Основные параметры, характеризующие эффективность работы холодильника. Основные приемы контроля и регулирования параметров работы холодильника.
5	Моделирование помола цемента на тренажерном комплексе Simulex	29. Помол цемента в шаровой мельнице. Технологическая схема помола цемента. 30. Основное оборудование, используемое для помола цемента в шаровой мельнице. 31. Работа динамического сепаратора. Назначение, конструкция, принцип действия. 32. Основные контролируемые параметры системы помола цемента в шаровой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров. 33. Помол цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. Технологическая схема помола цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. 34. Основное оборудование, используемое при помоле цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. 35. Основные контролируемые параметры системы помола цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсовой работы

1. Чем определяется количество вводимой выгорающей добавки в шлам?
2. В чем преимущество ввода выгорающей добавки в шлам?
3. Почему коэффициент избытка воздуха в факельном пространстве вращающейся печи отличается от коэффициента избытка воздуха на обресе печи?
4. Что оказывает влияние на лучистый теплообмен в зоне спекания?
5. Какой параметр оказывает определяющее влияние на лучистый теплообмен в зоне спекания при сухом и мокром способе?
6. В какой части вращающейся печи происходит горение выгорающей добавки, введенной в шлам?
7. Что может использоваться в качестве выгорающих добавок?
8. На сколько происходит снижение удельного расхода топлива при вводе процента выгорающей добавки?
9. Почему при вводе избыточного количества выгорающей добавки снижается интенсивность лучистого теплообмена в зоне спекания вращающейся печи?
10. От чего зависит размер ступеней циклонного теплообменника?
11. Для чего выполняется поступенчатый тепловой баланс циклонного теплообменника?
12. Какой состав отходящих газов на выходе из вращающейся печи?
13. Какой состав отходящих газов на выходе из декарбонизатора?
14. Из каких статей состоит тепловой баланс ступеней циклонного теплообменника?
15. Из каких статей состоит тепловой баланс декарбонизатора?
16. От чего зависит состав отходящих газов на обресе вращающейся печи?
17. От чего зависит состав отходящих газов на выходе из декарбонизатора?

5.3. Типовые контрольные задания (материалы)

для текущего контроля в семестре

Вопросы для защиты лабораторных работ

1. Схема дозирующего шибера пресс-валкового измельчителя. Особенности конструкции дозирующего шибера пресс-валкового измельчителя.
2. Технологическая схема помола сырья в пресс-валковом измельчителе. Основные отличия технологической схемы помола цемента от схемы помола сырья в пресс-валковом измельчителе.
3. Основные параметры процесса помола сырья в пресс-валковом измельчителе и способы их регулирования.
4. Способы контроля и изменения температуры на выходе из V-сепаратора при помоле сырья в пресс-валковом измельчителе. Для чего нужен рецикл газового потока? Для чего нужен V-сепаратор?
5. Из-за чего возможен перекося валков пресс-валкового измельчителя? Каким образом осуществляется сохранение расстояния между подшипниками валков в случае перекося? Какое должно быть расстояние между подшипниками валков пресс-валкового измельчителя при проектной производительности на ТК Simulex? Что влияет на расстояние между валками и как его можно изменить? Как связано расстояние между подшипниками и между валками пресс-валкового измельчителя?
6. От чего зависит степень заполнения бункера материалом перед пресс-валковым измельчителем? Каким образом осуществляется контроль степени заполнения бункера материалом?
7. Каким образом осуществляется контроль влажности готовой сырьевой муки при помоле в пресс-валковом измельчителе? Способы изменения влажности готовой сырьевой муки.
8. Что такое розжиг печи? Основные этапы розжига печи. Средняя скорость подъема температуры при розжиге. Сколько длится розжиг печи сухого способа? Когда необходимо начинать вращать печь при розжиге? Каким образом осуществляется вращения печи?
9. Что такое розжиг печи? Основные этапы розжига печи. Средняя скорость подъема температуры при розжиге. Что такое потолочный зазор? Какая величина потолочного зазора? Основные контролируемые параметры при розжиге печи.
10. Как осуществляется питание вращающейся печи сухого способа производства? Каким образом происходит увеличение частоты вращения печи? Основные технологические параметры при нормальной работе печи.
11. Состав отходящих газов в загрузочной части вращающейся печи. Значения отдельных составляющих газовой фазы. Варианты изменения состава газовой фазы. Влияние изменения состава газовой фазы на технологический процесс обжига.
12. Основные параметры процесса обжига клинкера в печи сухого способа и способы их регулирования.
13. Варианты изменения параметров обжига клинкера в печи сухого способа производства: температуры отходящих газов, температуры в зоне спекания, температуры после декарбонизатора, разрежения в головке печи, температуры вторичного и третичного воздуха.
14. Варианты изменения параметров обжига клинкера в печи сухого способа производства: состава отходящих газов на обресе печи, температуры избыточного воздуха, температуры клинкера на выходе из холодильника, разрежения в головке печи, степени декарбонизации материала.
15. Технологическая схема помола сырья в тарельчато-валковой мельнице на ТК Simulex.
16. Основные параметры процесса помола сырья в тарельчато-валковой мельнице на ТК Simulex и способы их регулирования.
17. Способы контроля и изменения температуры на выходе из сырьевой тарельчато-валковой мельнице, вибрации мельницы, удельной поверхности сырьевой муки.
18. От чего зависит высота слоя материала на размольном столе тарельчато-валковой мельнице? Каким образом осуществляется контроль высоты слоя материала на размольном столе тарельчато-валковой мельнице?

19. Каким образом осуществляется контроль влажности готовой сырьевой муки при помоле в тарельчато-валковой мельнице? Способы изменения влажности готовой сырьевой муки.
20. Технологическая схема помола твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице на ТК Simulex.
21. Особенности технологического процесса и технологической схемы помола твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице на ТК Simulex.
22. Основные отличия в технологической схеме при помоле сырья и твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице.
23. Основные параметры процесса помола твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице на ТК Simulex и способы их регулирования.
24. Способы контроля и изменения температуры на выходе из тарельчато-валковой мельнице, вибрации мельницы, удельной поверхности готового продукта при подготовке твердого топлива.
25. От чего зависит высота слоя твердого топлива на размольном столе тарельчато-валковой мельнице? Каким образом осуществляется контроль высоты слоя твердого топлива на размольном столе тарельчато-валковой мельнице?
26. Каким образом осуществляется контроль влажности готового твердого топлива при помоле в тарельчато-валковой мельнице? Способы изменения влажности готового твердого топлива.
27. Технологическая схема помола цемента на ТК Simulex.
28. Основные технологические параметры процесса помола цемента на ТК Simulex и способы их регулирования.
30. От чего зависит питание цементной мельницы? Каким образом осуществляется регулирование питания цементной мельницы?
31. От чего зависит температура цемента на выходе из мельницы? Каким образом осуществляется контроль температуры цемента на выходе из мельницы?
32. Каким образом осуществляется изменение удельной поверхности готового цемента на ТК Simulex?

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Принцип действия основного технологического оборудования, представленного на технологических схемах тренажерного комплекса Simulex, оптимальные рабочие параметры технологических процессов подготовки сырьевой смеси и топлива, обжига клинкера и помола цемента. Знание терминологии. Объем освоенного материала. Полнота ответов на вопросы. Четкость изложения и интерпретации знаний.
Умения	Управлять технологическим процессом производства на тренажерном комплексе Simulex без технологических нарушений, изменять и контролировать параметры технологических процессов и взаимосвязь между параметрами.
Навыки	Владеть способностью осуществлять технологический процесс производ-

	ства цемента с минимальными удельными затратами топливно-энергетических ресурсов на тренажерном комплексе Simulex, оперативно вносить изменения в технологический процесс производства с целью предотвращения возникновения внештатных ситуаций.
--	--

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
Принцип действия основного технологического оборудования, представленного на технологических схемах тренажерного комплекса Simulex, оптимальные рабочие параметры технологических процессов подготовки сырьевой смеси и топлива, обжига клинкера и помола цемента.	Не знает принципа действия основного технологического оборудования, представленного на технологических схемах тренажерного комплекса Simulex, оптимальных параметров технологических процессов подготовки сырьевой смеси и топлива, обжига клинкера и помола цемента.	Знает принцип действия основного технологического оборудования, представленного на технологических схемах тренажерного комплекса Simulex, но допускает ошибки. Знает только некоторые параметры технологических процессов подготовки сырьевой смеси и топлива, обжига клинкера и помола цемента.	Знает принцип действия основного технологического оборудования, представленного на технологических схемах тренажерного комплекса Simulex, оптимальные параметры технологических процессов подготовки сырьевой смеси и топлива, обжига клинкера и помола цемента, но допускает незначительные ошибки	Знает принцип действия основного технологического оборудования, представленного на технологических схемах тренажерного комплекса Simulex, оптимальные параметры технологических процессов подготовки сырьевой смеси и топлива, обжига клинкера и помола цемента.
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 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 из-	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоя-

		ложении и интерпретации знаний		тельные выводы
--	--	--------------------------------	--	----------------

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Управлять технологическим процессом производства на тренажерном комплексе Simulex без технологических нарушений	Не умеет управлять технологическим процессом производства на тренажерном комплексе Simulex	Умеет управлять технологическим процессом производства на тренажерном комплексе Simulex, но с большим количеством технологических нарушений	Умеет управлять технологическим процессом производства на тренажерном комплексе Simulex, но без технологических нарушений, но делает незначительные ошибки	Умеет управлять технологическим процессом производства на тренажерном комплексе Simulex, но без технологических нарушений
Изменять и контролировать параметры технологических процессов и взаимосвязь между параметрами	Не умеет изменять и контролировать параметры технологических процессов, не знает взаимосвязи между параметрами	Умеет изменять и контролировать параметры технологических процессов, но допускает ошибки, путается во взаимосвязи между параметрами	Умеет изменять и контролировать параметры технологических процессов, знает взаимосвязь между параметрами, но допускает незначительные ошибки	Умеет изменять и контролировать параметры технологических процессов, знает взаимосвязь между параметрами.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть способностью осуществлять технологический процесс производства цемента с минимальными удельными затратами топливно-энергетических ресурсов на тренажерном комплексе Simulex.	Не владеет способностью осуществлять технологический процесс производства цемента с минимальными удельными затратами топливно-энергетических ресурсов на тренажерном комплексе Simulex.	Владеет способностью осуществлять технологический процесс производства цемента с минимальными удельными затратами топливно-энергетических ресурсов на тренажерном комплексе Simulex, но допускает существенные ошибки	Владеет способностью осуществлять технологический процесс производства цемента с минимальными удельными затратами топливно-энергетических ресурсов на тренажерном комплексе Simulex, но допускает незначительные ошибки	Владеет способностью осуществлять технологический процесс производства цемента с минимальными удельными затратами топливно-энергетических ресурсов на тренажерном комплексе Simulex.
Оперативно вносить изменения в технологический процесс производства с целью предотвращения возникновения внештатных ситуаций.	Не владеет способностью вносить изменения в технологический процесс с целью предотвращения возникновения внештатных ситуаций.	Владеет способностью вносить изменения в технологический процесс с целью предотвращения возникновения внештатных ситуаций, но допускает ошибки	Владеет способностью вносить изменения в технологический процесс с целью предотвращения возникновения внештатных ситуаций, но допускает незначительные ошибки	Владеет способностью вносить изменения в технологический процесс с целью предотвращения возникновения внештатных ситуаций.

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 аудитория для проведения лабораторных занятий УК № 2, № 118	Специализированная мебель Мультимедийный комплекс Тренажерный комплекс Simulex
2	Учебная аудитория для самостоятельной работы студентов УК № 2, № 212	Специализированная мебель Компьютерный класс Мультимедийный комплекс
3	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/>