

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
заочного обучения


/С.Е. Спесивцева/
« 17 » _____ 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института ХТИ


Р. Н. Ястребинский
« 17 » _____ мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Управление технологическим процессом производства цемента
с использованием компьютерных технологий

Направление подготовки:
18.03.01 Химическая технология

Направленность программы:
Химическая технология вяжущих и композиционных материалов

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Институт: Химико-технологический институт

Кафедра: Технологии цемента и композиционных материалов

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

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

Составитель: к.т.н., 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
<p>Оперативное обеспечение производства цемента и проведение работ по оптимизации использования материально-технических ресурсов</p>	<p>ПК-2. Способен проводить и совершенствовать технологический процесс производства цемента и других вяжущих, управлять качеством выпускаемой продукции с применением цифровых технологий</p>	<p>ПК-2.6. Использует современные информационные технологии и внедряет их в технологический процесс производства цемента</p>	<p>Знание: принцип действия основного технологического оборудования, представленного на технологических схемах тренажерного комплекса Simulex.</p> <p>Умение: управлять технологическим процессом производства на тренажерном комплексе Simulex без технологических нарушений.</p> <p>Навыки: способность осуществлять технологический процесс производства цемента с минимальными удельными затратами топливно-энергетических ресурсов на тренажерном комплексе Simulex.</p>
		<p>ПК-2.9. Проводить промышленные испытания по оптимизации технологического и теплотехнического режима производства цемента и разрабатывает мероприятия по снижению материалоемкости и трудоемкости технологического процесса</p>	<p>Знание: основные точки замеров параметров технологического процесса производства.</p> <p>Умение: обрабатывать полученные в результате замеров данные.</p> <p>Навыки: возможность вносить изменения в технологический процесс производства цемента с целью оптимизации технологического процесса.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2. Способен проводить и совершенствовать технологический процесс производства цемента и других вяжущих, управлять качеством выпускаемой продукции с применением цифровых технологий.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Введение в профессию
2	Учебная ознакомительная практика
3	Механическое оборудование в производстве вяжущих материалов (общий курс)
4	Производственная эксплуатационная практика
5	Химическая технология вяжущих материалов
6	Технологические процессы измельчения
7	Проектное обучение
8	Тепловые процессы и установки в технологии вяжущих материалов
9	Технология производства цемента
10	Химическая технология композиционных материалов на основе вяжущих
11	Применение ЭВМ в технологии силикатных материалов
12	Оптимизация технологического процесса производства цемента
13	Научно-исследовательская работа
14	Производственная педагогика
15	Моделирование химико-технологических процессов
16	Управление технологическим процессом производства цемента с использованием компьютерных технологий
17	Основы гидратации вяжущих материалов
18	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации экзамен
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9	Семестр № 10
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	14	130
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	12	2	10
лекции	–	–	–
лабораторные	10	2	8
практические	–	–	–
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	–	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	132	12	120
Курсовой проект	–	–	–

Курсовая работа	–	–	–
Расчетно-графическое задания	18	–	18
Индивидуальное домашнее задание	–	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	78	12	66
Экзамен	36	–	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 5 Семестр 9, 10

№ 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
Семестр 9					
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.			1	8
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.			1	8
Семестр 10					
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.			1	8
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.			2	15
	Работа клинкерного холодильника. Оценка влияния эффективности работы клинкерного холодильника на процесс обжига клинкера и удельный расход топлива. Использование альтернативных видов топлива.			2	15
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.			1	10
	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.			2	14
	Всего			10	78

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические (семинарские) занятия не предусмотрены учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<u>семестр № 9</u>				
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.	1	8
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.	1	8
<u>семестр № 10</u>				
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.	1	8
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.	4	30

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.	3	24
ИТОГО:			10	78

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания

На 5 курсе в 10 семестре предусмотрено расчетно-графическое задание, на выполнение которого отведено 18 часов самостоятельной работы студента. Для выполнения расчетно-графического задания выдается индивидуальное задание каждому студенту.

Цель расчетно-графического задания заключается в расчете и определении оптимальных характеристик технологического процесса с точки зрения энерго-и ресурсопотребления. Расчетно-графическое задание состоит из:

– 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 расчетной части.

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

Состав сырьевой смеси, %

ППП	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°C
Температура избыточного воздуха	150°C
Температура клинкера на выходе из печи	1250°C
Температура отходящих газов	200°C
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	°C
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	°C
Температура отходящих газов	340	°C
Температура окружающей среды	15	°C
Температура сырьевой смеси на входе в циклонный теплообменник	45	°C
Производительность печи	220	т/ч

Состав топлива, %

CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H 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

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-2. Способен проводить и совершенствовать технологический процесс производства цемента и других вяжущих, управлять качеством выпускаемой продукции с применением цифровых технологий

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.6. Использует современные информационные технологии и внедряет их в технологический процесс производства цемента	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, тестирование, экзамен
ПК-2.9. Проводить промышленные испытания по оптимизации технологического и теплотехнического режима производства цемента и разрабатывает мероприятия по снижению материалоемкости и трудоемкости технологического процесса	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, тестирование, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

Экзаменационный билет включает два вопроса. Для подготовки к ответу на вопросы билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время 1 час. Распределение вопросов 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	Моделирование работы пресс-валкового измельчителя на тренажерном комплексе Simulex	ПК-2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Помол сырья в роллер-прессе. Технологическая схема помола сырья. 2. Основное оборудование, используемое при помоле сырья в роллер-прессе. 3. Схема и принцип действия V-сепаратора. Основные функции, которые выполняет V-сепаратор. 4. Схема и принцип действия статического проходного сепаратора. 5. Устройство и принцип действия роллер-пресса. 6. Стадии измельчения материала в роллер-прессе. 7. Виды защиты поверхности валков роллер-пресса. 8. Конструкция валков роллер-пресса. 9. Система питания роллер-пресса. Основные элементы системы питания, принцип действия. 10. Основные контролируемые параметры системы помола сырья в роллер-прессе. Основные приемы контроля и регулирования параметров.

2	Моделирование работы тарельчато-валковой мельницы на тренажерном комплексе Simulex	ПК-2	<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	Моделирование подготовки твердого топлива на тренажерном комплексе Simulex.	ПК-2	<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	Моделирование обжига клинкера на тренажерном комплексе Simulex	ПК-2	<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 теплообменника. Параметры и варианты изменения.</p> <p>28. Работа клинкерного холодильника. Основные параметры, характеризующие эффективность работы холодильника. Основные приемы контроля и регулирования параметров работы холодильника.</p>
5	Моделирование помола цемента на тренажерном комплексе Simulex	ПК-2	<p>29. Помол цемента в шаровой мельнице. Технологическая схема помола цемента.</p> <p>30. Основное оборудование, используемое для помола цемента в шаровой мельнице.</p> <p>31. Работа динамического сепаратора. Назначение, конструкция, принцип действия.</p> <p>32. Основные контролируемые параметры системы помола цемента в шаровой мельнице. Основные приемы контроля и</p>

			<p>регулирования параметров.</p> <p>33. Помол цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. Технологическая схема помола цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице.</p> <p>34. Основное оборудование, используемое при помоле цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице.</p> <p>35. Основные контролируемые параметры системы помола цемента в пресс-валковом измельчителе и шаровой мельнице. Основные приемы контроля и регулирования параметров.</p>
--	--	--	---

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

Не предусмотрено учебным планом

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ, тестирования и выполнения РГЗ

Лабораторные работы и РГЗ. Защита лабораторных работ и РГЗ возможна после проверки правильности выполнения задания и оформления. Защита лабораторных работ производится по каждой работе в отдельности в виде индивидуального собеседования с каждым студентом. Защита РГЗ проводится в виде индивидуального собеседования с каждым студентом. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ и РГЗ представлен ниже.

Вопросы для защиты лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Моделирование работы пресс-валкового измельчителя на тренажерном комплексе Simulex	ПК-2	<ol style="list-style-type: none"> 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 перекоп валков пресс-валкового измельчителя? Каким образом осуществляется сохранение расстояния между подшипниками валков в случае перекопа? 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-

			<p>валкового измельчителя?</p> <p>6. От чего зависит степень заполнения бункера материалом перед пресс-валковым измельчителем? Каким образом осуществляется контроль степени заполнения бункера материалом?</p> <p>7. Каким образом осуществляется контроль влажности готовой сырьевой муки при помоле в пресс-валковом измельчителе? Способы изменения влажности готовой сырьевой муки.</p>
2	<p>Моделирование работы тарельчато-валковой мельницы на тренажерном комплексе Simulex</p>	ПК-2	<p>8. Технологическая схема помола сырья в тарельчато-валковой мельнице на ТК Simulex.</p> <p>9. Основные параметры процесса помола сырья в тарельчато-валковой мельнице на ТК Simulex и способы их регулирования.</p> <p>10. Способы контроля и изменения температуры на выходе из сырьевой тарельчато-валковой мельнице, вибрации мельницы, удельной поверхности сырьевой муки.</p> <p>11. 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?</p> <p>12. Каким образом осуществляется контроль влажности готовой сырьевой муки при помоле в тарельчато-валковой мельнице? Способы изменения влажности готовой сырьевой муки.</p>
3	<p>Моделирование подготовки твердого топлива на тренажерном комплексе Simulex.</p>	ПК-2	<p>20. Технологическая схема помола твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице на ТК Simulex.</p> <p>21. Особенности технологического процесса и технологической схемы помола твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице на ТК Simulex.</p> <p>22. Основные отличия в технологической схеме при помоле сырья и твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице.</p> <p>23. Основные параметры процесса помола твердого топлива в тарельчато-валковой мельнице на ТК Simulex и способы их регулирования.</p> <p>24. Способы контроля и изменения температуры на выходе из тарельчато-валковой мельнице, вибрации мельницы, удельной поверхности готового продукта при подготовке твердого топлива.</p> <p>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?</p> <p>26. Каким образом осуществляется контроль влажности готового твердого топлива при помоле в тарельчато-валковой мельнице? Способы изменения влажности готового твердого топлива.</p>
4	<p>Моделирование обжига клинкера на тренажерном комплексе Simulex</p>	ПК-2	<p>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?</p> <p>9. Что такое розжиг печи? Основные этапы розжига печи. Средняя скорость подъема температуры при розжиге. Что</p>

			<p>такое потолочный зазор? Какая величина потолочного зазора? Основные контролируемые параметры при розжиге печи.</p> <p>10. Как осуществляется питание вращающейся печи сухого способа производства? Каким образом происходит увеличение частоты вращения печи? Основные технологические параметры при нормальной работе печи.</p> <p>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.</p> <p>12. Основные параметры процесса обжига клинкера в печи сухого способа и способы их регулирования.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
5	Моделирование помола цемента на тренажерном комплексе Simulex	ПК-2	<p>27. Технологическая схема помола цемента на ТК Simulex.</p> <p>28. Основные технологические параметры процесса помола цемента на ТК Simulex и способы их регулирования.</p> <p>30. От чего зависит питание цементной мельницы? Каким образом осуществляется регулирование питания цементной мельницы?</p> <p>31. От чего зависит температура цемента на выходе из мельницы? Каким образом осуществляется контроль температуры цемента на выходе из мельницы?</p> <p>32. Каким образом осуществляется изменение удельной поверхности готового цемента на ТК Simulex?</p>

Вопросы для защиты РГЗ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Моделирование обжига клинкера на тренажерном комплексе Simulex	ПК-2	<p>1. Чем определяется количество вводимой выгорающей добавки в шлам?</p> <p>2. В чем преимущество ввода выгорающей добавки в шлам?</p> <p>3. Почему коэффициент избытка воздуха в факельном пространстве вращающейся печи отличается от коэффициента избытка воздуха на обресе печи?</p> <p>4. Что оказывает влияние на лучистый теплообмен в зоне спекания?</p> <p>5. Какой параметр оказывает определяющее влияние на лучистый теплообмен в зоне спекания при сухом и мокром способе?</p> <p>6. В какой части вращающейся печи происходит горение выгорающей добавки, введенной в шлам?</p>

			<p>7. Что может использоваться в качестве выгорающих добавок?</p> <p>8. На сколько происходит снижение удельного расхода топлива при вводе процента выгорающей добавки?</p> <p>9. Почему при вводе избыточного количества выгорающей добавки снижается интенсивность лучистого теплообмена в зоне спекания вращающейся печи?</p> <p>10. От чего зависит размер ступеней циклонного теплообменника?</p> <p>11. Для чего выполняется поступенчатый тепловой баланс циклонного теплообменника?</p> <p>12. Какой состав отходящих газов на выходе из вращающейся печи?</p> <p>13. Какой состав отходящих газов на выходе из декарбонизатора?</p> <p>14. Из каких статей состоит тепловой баланс ступеней циклонного теплообменника?</p> <p>15. Из каких статей состоит тепловой баланс декарбонизатора?</p> <p>16. От чего зависит состав отходящих газов на обресе вращающейся печи?</p> <p>17. От чего зависит состав отходящих газов на выходе из декарбонизатора?</p>
--	--	--	---

Тестирование осуществляется после прохождения каждого из разделов дисциплины. На тестирование отводится 20 минут. Тестовое задание состоит из 10 вопросов.

Компетенция ПК-2. Способен проводить и совершенствовать технологический процесс производства цемента и других вяжущих, управлять качеством выпускаемой продукции с применением цифровых технологий	
1	<p>Какое оборудование будет первым запускаться при помолу сырья в пресс-валковом измельчителе?</p> <p>А) Пресс-валковый измельчитель</p> <p>Б) Вентилятор сырьевой мельницы</p> <p>В) Весовые дозаторы сырьевых компонентов</p> <p>Г) V-сепаратор</p>
2	<p>Каким образом поддерживается температура на выходе из V-сепаратора на ТК Simulex?</p> <p>А) Изменение положения шибера подачи отходящих газов из ЦТО</p> <p>Б) Изменение количества подаваемого топлива в топку</p> <p>В) Регулирование работы колонки охлаждения</p> <p>Г) Изменение положения шибера рецикла газового потока</p>
3	<p>О чем свидетельствует самопроизвольное изменение температуры на выходе из V-сепаратора на ТК Simulex?</p> <p>А) Об изменении количества сушильного агента</p> <p>Б) О выходе из строя какого-либо оборудования</p> <p>В) Об изменении исходной влажности сырьевых компонентов</p> <p>Г) Все ответы правильные</p>
4	<p>По каким параметрам регулируется положение шибера газохода третичного воздуха?</p>

	<p>А) По содержанию CO_2 на обреze печи</p> <p>Б) По содержанию CO на обреze печи</p> <p>В) По содержанию O_2 на обреze печи</p> <p>Г) По содержанию NO_x на обреze печи</p>
5	<p>Каким образом будет изменяться содержание кислорода в отходящих газах на обреze печи при частичном закрытии шиберга газохода третичного воздуха?</p> <p>А) Изменяться не будет</p> <p>Б) Содержание кислорода увеличится</p> <p>В) Содержание кислорода уменьшится</p>
6	<p>Каким образом определяется недожог топлива?</p> <p>А) По содержанию кислорода в отходящих газах</p> <p>Б) По содержанию NO_x в отходящих газах</p> <p>В) По содержанию CO в отходящих газах</p> <p>Г) По содержанию CO_2 в отходящих газах</p>
7	<p>Какая температура газо-материального потока должна быть после декарбонизатора?</p> <p>А) 900°C</p> <p>Б) 870°C</p> <p>В) 820°C</p> <p>Г) 920°C</p>
8	<p>С каким параметром связана подача воды в холодильник на ТК Simulex?</p> <p>А) С температурой клинкера на выходе из холодильника</p> <p>Б) С температурой вторичного воздуха</p> <p>В) С температурой избыточного воздуха</p> <p>Г) С высотой слоя на колосниковой решетке</p>
9	<p>Чем обеспечивается снижение температуры подшипников шаровой мельницы на ТК Simulex?</p> <p>А) Увеличением тяги вентилятора мельницы</p> <p>Б) Увеличением количества материала в мельнице</p> <p>В) Снижением тяги вентилятора мельницы</p> <p>Г) Снижением количества материала в мельнице</p>
10	<p>Что влияет на температуру цемента на выходе из мельницы на ТК Simulex?</p> <p>А) Подача воды в мельницу</p> <p>Б) Изменение положения шиберга холодного воздуха</p> <p>В) Начальная температура клинкера</p> <p>Г) Все ответы правильные</p>
11	<p>Каким образом можно изменить удельную поверхность цемента на ТК Simulex?</p> <p>А) Работой динамического сепаратора</p> <p>Б) Изменением загрузки мелющими телами мельницы</p> <p>В) Изменением питания шаровой мельницы</p> <p>Г) Все ответы правильные</p>

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, 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
Компетенция ПК-2. Способен проводить и совершенствовать технологический процесс производства цемента и других вяжущих, управлять качеством выпускаемой продукции с применением цифровых технологий (ПК-2.6, ПК-2.9)	
Знание	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.
Умение	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 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.

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

Компетенция ПК-2. Способен проводить и совершенствовать технологический процесс производства цемента и других вяжущих, управлять качеством выпускаемой продукции с применением цифровых технологий

Оценка сформированности компетенций по показателю Знание.

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 про-	Не знает принципа действия основного технологического оборудования, представленного на технологических схемах тренажерного комплекса Simulex, оптимальных параметров технологических процес-	Знает принцип действия основного технологического оборудования, представленного на технологических схемах тренажерного комплекса Simulex, но допускает ошибки. Знает только некото-	Знает принцип действия основного технологического оборудования, представленного на технологических схемах тренажерного комплекса Simulex, оптимальные параметры технологических процес-	Знает принцип действия основного технологического оборудования, представленного на технологических схемах тренажерного комплекса Simulex, оптимальные параметры технологических процес-

цессов подготовки сырьевой смеси и топлива, обжига клинкера и помола цемента.	товки сырьевой смеси и топлива, обжига клинкера и помола цемента.	рые параметры технологических процессов подготовки сырьевой смеси и топлива, обжига клинкера и помола цемента.	сов подготовки сырьевой смеси и топлива, обжига клинкера и помола цемента, но допускает незначительные ошибки	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 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
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 процес-	Не умеет изменять и контролировать параметры технологических процессов, не знает	Умеет изменять и контролировать параметры технологических процессов, но допус-	Умеет изменять и контролировать параметры технологических процессов, знает	Умеет изменять и контролировать параметры технологических процессов, знает взаимосвязь

сов и взаимосвязь между параметрами	взаимосвязи между параметрами	кает ошибки, путается во взаимосвязи между параметрами	взаимосвязь между параметрами, но допускает незначительные ошибки	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	Зал курсового, дипломного проектирования и учебная лаборатория для проведения консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Специализированная мебель Мультимедийный комплекс.
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель Мультимедийный комплекс Тренажерный комплекс Simulex
3	Зал курсового и дипломного проектирования для проведения самостоятельной работы	Специализированная мебель 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/>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО