

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 20 22 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института ХТИ

Р.Н. Ястребинский
« 17 » мая 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Мировой опыт развития технологических процессов производства
вяжущих материалов

Направление подготовки:

18.04.01 Химическая технология

Направленность программы:

Химическая технология силикатных материалов

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: Химико-технологический институт

Кафедра: Технологии 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: канд. техн. наук, доцент  (А.А. Гребенюк)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании выпускающей кафедры
Технологии цемента и композиционных материалов
(наименование кафедры)

« 14 » мая 2022 г., протокол № 19

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор  (И.Н. Борисов)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2022 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент  (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
Технологические задачи профессиональной деятельности	ПК-1. Организует и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования.	ПК-1.1. Изучает мировой опыт развития технологических процессов изготовления цемента и новых видов продукции. Расширяет знания физико-химических основ технологического процесса производства цемента и других вяжущих.	<p>Знать: отличительные особенности отечественного и иностранного оборудования, основные теплотехнические показатели эффективности их работы; основные законы измельчения, методики оценки эффективности работы дробильного, помольного и классифицирующего оборудования на качество получаемого продукта; законы теплообмена и аэродинамики и их применение в области высоких температур, при изменении физико-химических свойств материалов; устройство, принцип работы и эффективность использования отдельных пылеочистительных устройств для горячих газовых потоков; принципиальную методику теплотехнического и аэродинамического расчета тепловых агрегатов.</p> <p>Уметь: проводить анализ работы оборудования, разрабатывать оптимальные режимные параметры его работы, определять причины нарушения эксплуатационных параметров; применять знания о протекающих физико-химических процессах при производстве цемента и других вяжущих материалов для совершенствования технологии их изготовления и оптимизации работы оборудования; производить материальный, тепловой, аэродинамический и другие технологические расчеты работы оборудования по производству вяжущих и композиционных материалов.</p> <p>Владеть: навыками чтения схем и чертежей; методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета для обеспечения эффективной работы оборудования по производству вяжущих и композиционных материалов.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физико-химические процессы обжига портландцементного клинкера
2	Мировой опыт развития технологических процессов производства вяжущих материалов
3	Технология научных исследований
4	Защита и коммерциализация объектов интеллектуальной собственности
5	Процессы структурообразования в химическом материаловедении
6	Современные методы управления технологическим процессом производства цемента
7	Учебная научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
8	Активационные процессы в конденсированных системах
9	Физико-химические процессы измельчения материалов
10	Управление технологическим процессом производства цемента
11	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	71	71
лекции	34	34
лабораторные	—	—
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	73	73
Курсовой проект	—	—
Курсовая работа	—	—
Расчетно-графическое задание	—	—
Индивидуальное домашнее задание	—	—
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	73	73
Экзамен	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 1

№ 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. История развития технологии производства вяжущих материалов и изделий на их основе.					
	Состояние и перспектива развития предприятий по производству вяжущих материалов, технико-экономические показатели их работы. Затраты на топливо и электроэнергию, себестоимость различных материалов и доля тепловых затрат в ней. Зарубежные аналоги промышленных агрегатов, технико-экономические показатели их работы.	1		—	2
2. Современные технологические решения в производстве извести и силикатного кирпича.					
	Основные процессы, проходящие при обжиге строительной извести. Применение шахтных, вращающихся, двухшахтных и печей кипящего слоя. Интенсификация процесса обжига извести. Способы производства силикатного кирпича, процессы, протекающие на различных стадиях технологической цепочки производства. Оборудование для усреднения материальной массы, прессования изделия и их тепло-влажностной обработки.	2	4	—	6
3. Производство строительного гипса, сухих строительных смесей и пористого бетона.					
	Процессы, протекающие при производстве строительного гипса. Его основные свойства и изделия, получаемые на его основе. Технологические аспекты работы оборудования при производстве гипса. История возникновения сухих строительных смесей, их состав, назначение и области применения. Основное оборудование в технологической цепочке производства сухих строительных смесей. Производство пористого бетона, его виды, эксплуатационные характеристики и применение.	2	3	—	4
4. Грубое измельчение сырьевых материалов					
	Оборудование для грубого измельчения сырьевых материалов. Устройство и принцип действия щековых, ударно-отражательных, конусных и валковых дробилок	1	3	—	4
5. Оборудование для усреднения и гомогенизации сырьевых смесей.					
	Оборудование усреднительных складов. Устройство усреднительных складов продольной и округлой	1	2	—	4

	формы. Степень усреднения компонентов при использовании данного оборудования. Гомогенизация сырьевых смесей. Применение многоярусных силосов при сухом способе производства. Поточное корректирование сырьевых смесей.				
6. Тепловые установки для обжига вяжущих материалов.					
	Классификация печей для обжига вяжущих материалов по назначению, способу подготовки сырья и режиму тепловой работы. Основные показатели работы тепловых установок - удельный расход тепла и топлива, коэффициент полезного действия, производительность агрегата. Вращающиеся печи мокрого, сухого и комбинированного способов производства. Современные схемы печных систем сухого способа производства различных фирм производителей.	2	6	—	8
7. Запечные теплообменные устройства					
	Циклонные теплообменники, современные декарбонизаторы-кальцинаторы ведущих иностранных фирм. Способы снижения экологически вредных выбросов и парниковых газов. Применение камер сгорания при использовании низкокалорийных и альтернативных видов топлива.	2	4	—	6
8. Комбинированный способ производства цемента.					
	Пресс-фильтры заводов комбинированного способа производства. Пресс-фильтры периодического и непрерывного действия. Ускорение процесса фильтрации шламов.	1	2	—	3
9. Установки для рекуперации тепла отходящих газов и выходящего материала.					
	Устройства для рекуперации тепла выходящего из печей клинкера. Типы холодильников, их устройство и работа. Достоинства каждого вида холодильников и недостатки их работы. КПД холодильников и способы его повышения. Современные охладители клинкера с беспровальной решеткой. Интенсификация процесса охлаждения.	2	4	—	6
10. Тонкий помол сырьевых компонентов, клинкера и добавок.					
	Основные закономерности работы шаровых мельниц. Измельчение сырьевых материалов по мокрому и сухому способу производства. Сушка сырьевых материалов, совмещение процесса сушки и тонкого измельчения материалов. Сушиллки-дробилки. Применение вертикальных тарельчато-валковых мельниц и пресс-валковых измельчителей. Интенсификация помола цемента путем применения сепараторов. Новые современные агрегаты для помола цемента	2	6	—	8
11. Перспективы развития индустрии производства вяжущих материалов.					
	Основные направления по снижению топливно-энергетических и материальных затрат и повышению производительности труда при эксплуатации оборудования производства вяжущих материалов. Охрана труда и окружающей среды. Снижение	1		—	2

	тепловыделения, запыленности, токсичности, взрыво- и пожароопасности при эксплуатации оборудования.				
	ВСЕГО	17	34	—	53

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 1				
1	Современные технологические решения в производстве извести силикатного кирпича.	Определить необходимое количество негашеной молотой извести для полного связывания всей активной силикатной составляющей (молотого кварцевого песка) в вяжущем при формировании заданного состава кристаллогидратов при автоклавной обработке силикатного кирпича.	4	4
2	Производство строительного гипса, сухих строительных смесей и пористого бетона.	Определение технологических характеристик работы теплового агрегата при производстве строительного гипса. Расчет количества гипса, получаемого посредством переработки отходов химической промышленности. Расчет состава пористого бетона.	3	3
3	Грубое измельчение сырьевых материалов	Определить минимальный удельный расход электроэнергии при двухстадийном измельчении сырьевого материала при крупном и мелком дроблении, подобрать размеры и характеристики агрегатов при оптимальной кратности дробления.	3	3
4	Оборудование для усреднения и гомогенизации сырьевых смесей.	Порционный, полу-поточный и поточный способы корректирования сырьевых смесей	2	3
5	Тепловые установки для обжига вяжущих материалов.	Определить изменение производительности печи сухого способа при изменении количества запечных циклонных теплообменников. Определение температуры газового потока в различных сечениях вращающейся печи для производства портландцементного клинкера.	6	7
6	Запечные теплообменные устройства	Вычисление температуры диссоциации карбонатного компонента в составе обжигаемой сырьевой смеси в зависимости от содержания углекислого газа в газовой среде. Определение изменения температуры диссоциации карбонатного компонента при его замене на шлак заданного	4	5

		минералогического состава в количестве		
7	Комбинированный способ производства цемента.	Расчет количества дополнительного сушильного агента, требующегося для сушки сырьевой смеси отходящими газами из циклонного теплообменника.	2	2
8	Установки для рекуперации тепла отходящих газов и выходящего материала.	Произвести расчет параметров решетки и тепловой расчет клинкерного колосникового холодильника Определить расход условного топлива при изменении КПД клинкерного колосникового холодильника	4	5
9	Тонкий помол сырьевых компонентов, клинкера и добавок.	Расчет производительности цементных мельниц и их удельного расхода электроэнергии. Осуществить подбор мелющих тел в измельчающей загрузке для трубной шаровой мельницы. Произвести расчет аспирации цементной мельницы и необходимого количества подаваемой в мельницу воды для интенсификации технологического процесса помола цемента.	6	7
ИТОГО:			34	39
ВСЕГО:				39

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

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

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Изучает мировой опыт развития технологических процессов	экзамен

изготовления цемента и новых видов продукции. Расширяет знания физико-химических основ технологического процесса производства цемента и других вяжущих.	<i>контроль выполнения практических задач</i>
---	---

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Вводная лекция	1. Состояние и перспектива развития предприятий по производству вяжущих материалов, технико-экономические показатели их работы.
2	Современные технологические решения в производстве извести и силикатного кирпича.	<p>2. Печи для производства извести (шахтные, вращающиеся, кипящего слоя). Устройство, работа, особенности теплообмена.</p> <p>3. Основные процессы, проходящие при обжиге строительной извести. Применение шахтных, вращающихся, регенеративных, печей кипящего слоя. Интенсификация процесса обжига извести.</p> <p>4. Физико-химические и тепловые процессы, протекающие при обжиге извести. Затраты тепла на протекание этих процессов.</p> <p>5. Силикатный кирпич, способы его получения. Современное оборудование в производстве силикатного кирпича. Дозирующие, смесительные, помольные установки. Оборудование для прессования.</p>
3	Производство строительного гипса, сухих строительных смесей и пористого бетона.	<p>6. Технологическая схема получения строительного гипса. Оборудование для получения строительного гипса, гипсоварочные котлы. Установки совмещенного процесса обжига и помола гипса.</p> <p>7. Процессы, протекающие при производстве строительного гипса. Его основные свойства и изделия, получаемые на его основе.</p> <p>8. Современное оборудование в производстве сухих строительных смесей. Технологическая схема производства сухих строительных смесей. Материалы для их производства, области применения. Оборудование для получения сухих смесей: дозирующие, классифицирующие и смесительные устройства.</p> <p>9. Современное оборудование в производстве пористого бетона. Технологическая схема получения пенобетона. Дозирование и смешивание компонентов. Оборудование для получения готовых изделий.</p>
4	Грубое измельчение сырьевых материалов	10. Современные установки для дробления сырьевых материалов. Принцип работы щековых, валковых, ударно-отражательных, конусных дробилок. Преимущества и недостатки. Выбор оборудования для грубого измельчения

		<p>влажных сырьевых материалов.</p> <p>11. Основные показатели работы оборудования для грубого измельчения сырья: степень измельчения, затраты энергии.</p>
5	Оборудование для усреднения и гомогенизации сырьевых смесей	<p>12. Оборудование для усреднения сырьевых материалов. Способы усреднения состава сырьевой смеси. Укладка и разборка усреднительных штабелей продольной и округлой формы. Степень усреднения компонентов при использовании данного оборудования.</p> <p>13. Оборудование для гомогенизации сырьевых смесей. Применение многоярусных силосов при сухом способе производства. Поточное корректирование сырьевых смесей.</p>
6	Тепловые установки для обжига вяжущих материалов.	<p>14. Физико-химические и тепловые процессы, протекающие при обжиге цементного сырья. Затраты тепла на протекание этих процессов.</p> <p>15. Печные установки для обжига вяжущих материалов. Классификация печей для обжига вяжущих материалов по назначению, способу подготовки сырья и режиму тепловой работы. Основные показатели работы тепловых установок – удельный расход тепла и топлива, коэффициент полезного действия, производительность агрегата.</p> <p>16. Вращающиеся печи мокрого, сухого и комбинированного способов производства. Современные печные установки сухого способа производства. Схемы установок с различным количеством циклонных теплообменников. Выбор оптимальной схемы производства.</p>
7	Запечные теплообменные устройства	<p>17. Запечные теплообменные устройства. Циклонные теплообменники, современные декарбонизаторы-кальцинаторы ведущих иностранных фирм. Оптимальная подача топлива, воздуха и материала в декарбонизатор. Повышение эффективности их работы при использовании альтернативных видов топлива.</p> <p>18. Основные технологические нарушения работы печей сухого способа производства. Причины, вызывающие образование настывлей и крупных материальных образований в печи. Способы борьбы с их возникновением.</p>
8	Комбинированный способ производства цемента	<p>19. Комбинированный способ производства цемента. Пресс-фильтры заводов комбинированного способа производства. Пресс-фильтры периодического и непрерывного действия. Ускорение процесса фильтрации шламов.</p>
9	Установки для рекуперации тепла отходящих газов и выходящего материала	<p>20. Процесс охлаждения клинкера. Устройства для рекуперации тепла выходящего из печей клинкера. Типы холодильников. Устройство их и работа. Достоинства каждого вида холодильников и недостатки их работы. КПД холодильников и способы его повышения.</p> <p>21. Критерии оценки эффективности работы клинкерных охладителей. Оптимизация их работы. Современные охладители клинкера с беспровальной решеткой.</p> <p>22. Интенсификация процесса охлаждения клинкера. Распределение и регулирование подачи воздуха. Основные нарушения работы охладителей, способы их устранения.</p>
10	Тонкий помол сырьевых компонентов, клинкера	<p>23. Тонкий помол сырьевых компонентов, клинкера и добавок. Схемы работы помольных установок по открытому</p>

	и добавок	и замкнутому циклам. Основные закономерности работы шаровых мельниц. 24. Измельчение сырьевых материалов по мокрому и сухому способу производства. Применение двухстадийной схемы измельчения. Вертикальные тарельчато-валковые мельницы и пресс-валковые измельчители. 25. Сушка сырьевых материалов, совмещение процесса сушки и тонкого измельчения материалов. Сушилки-дробилки. 26. Применение замкнутой схемы помола материалов. Интенсификация помола цемента путем применения сепараторов. 27. Типы, устройство и принцип действия воздушно-проходных и динамических сепараторов. Определение эффективности работы сепаратора. Влияние сепаратора на работу шаровых мельниц и на качество получаемого продукта.
11	Заключительная лекция	28. Основные направления по снижению топливно-энергетических и материальных затрат и повышению производительности труда при эксплуатации оборудования производства вяжущих материалов.

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

Практическое занятие «Современные технологические решения в производстве извести и силикатного кирпича на ее основе»:

1. Рассчитать, сколько извести получится при обжиге N кг мела, в котором содержится X % примесей SiO₂. Исходные данные приведены в таблице 1.

№ п/п	N, кг	X, %
1	1	10
2	2	5
3	3	8
4	4	7
5	5	6
6	6	3
7	7	14
8	8	4
9	9	9
10	10	12

2. Определить необходимое количество негашеной молотой извести для связывания всего SiO_2 в вяжущей составляющей силикатного кирпича в следующие гидраты: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{C}_5\text{S}_6\text{H}_{5,5}$ и $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$. Расчет вести на 1000 шт. полнотелого силикатного кирпича. Принять то, что состав извести представлен CaO и CaCO_3 .

Вариант (номер по журналу)	Вяжущая составляющая, %	Активность извести, %	Соотношение гидратов после гидратации вяжущей составляющей, %		
			$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{C}_5\text{S}_6\text{H}_{5,5}$	$\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_2$
1	10	93	10	80	10
2	8	87	9	83	8
3	13	81	11	86	3
4	11	86	3	83	14
5	9	80	6	75	19
6	14	85	13	76	11
7	15	79	16	80	4
8	8	83	14	79	7
9	10	79	8	81	11
10	14	88	12	83	5

Практическое занятие «Производство строительного гипса, сухих строительных смесей и пористого бетона»:

1. Рассчитать количество фосфогипса, получаемого при сернокислотной переработке апатита, и необходимую для этого массу серной кислоты. Концентрация серной кислоты и масса фторапатитового сырья приведены в таблице 2. Потерями пренебречь.

№ п/п	Масса фторапатита, кг	Концентрация серной кислоты, %
1	150	63
2	268	55
3	375	73
4	487	50
5	316	80
6	898	67
7	237	45
8	578	76
9	692	42
10	967	72

2. Рассчитать количество фторогипса, являющегося отходом производства фтористоводородной кислоты из плавикового шпата. Концентрация серной кислоты и масса плавикового шпата приведены в таблице 3. Потерями пренебречь.

№ п/п	Масса плавикового шпата, кг	Концентрация серной кислоты, %
1	967	63

2	692	55
3	578	73
4	237	50
5	898	80
6	316	67
7	487	45
8	375	76
9	268	42
10	150	72

3. Вычислить расход топлива (X_T , кг/кг гипса или m^3 /кг гипса) и количество воздуха разбавления для производства строительного гипса ($CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$) во вращающейся печи $\varnothing 2,4 \times 22$ м производительностью 28 т/ч. В качестве сырьевого материала принять гипсовый камень, состоящий на 100 % из $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Система работает по принципу противотока. Технологические параметры работы приведены в таблице 4.

№ п/п	Начальная влажность материала, %	Температура гипса, °С		Температура воздуха, °С	Температура газового потока, °С		Температура корпуса, °С	Топливо, %	
		на входе в печь	на выходе из печи		на входе в печь	на выходе из печи		CH ₄	C ₂ H ₆
1	5	10	130	10	750	100	80	95	5
2	4	20	125	20	800	110	110	94	6
3	6	15	140	15	830	120	100	97	3
4	3	25	150	25	760	90	90	90	10
5	2	14	145	14	740	135	75	91	9
6	7	18	135	18	880	125	120	100	0
7	1	5	125	5	730	85	105	89	11
8	8	30	120	30	900	150	130	99	1
9	9	21	135	21	920	155	125	92	8
10	3	12	145	12	830	115	115	93	7

Практическое занятие «Грубое измельчение сырьевых материалов»:

Определить минимальный удельный расход электроэнергии при двухстадийном измельчении сырьевого материала при крупном и мелком дроблении, подобрать размеры и характеристики агрегатов при оптимальной кратности дробления.

Вариант	Применяемый материал	Размеры куска материала		Производительность, т/ч
		Исходный размер, м	На выходе после второй стадии дробления, см	
1	Известняк щуровский	1,7	1,5	100
2	Известняк ковровский	0,9	1,8	70
3	Известняк турдейский	0,6	2,0	80
4	Известняк щуровский	1,5	1,9	90
5	Известняк	1,1	2,2	150

	ковровский			
6	Известняк турдейский	0,8	1,6	210
7	Известняк щуровский	1,0	1,4	230
8	Известняк ковровский	1,2	1,9	260
9	Известняк турдейский	1,4	2,0	180
10	Известняк ковровский	0,75	2,2	120

Практическое занятие «Оборудование для усреднения и гомогенизации сырьевых смесей»:

1. Какие объемы «высокого» и «низкого» титра нужно смешать, чтобы получить V , м³ готового шлама с титром T , %?

Вариант	Шлам							
	«высокий»			«низкий»			ГОТОВЫЙ	
	T , %	W , %	ρ , т/м ³	T , %	W , %	ρ , т/м ³	V , м ³	T , %
1	86	39	1,6	60	60	1,35	800	76
2	87	40	1,6	59	59	1,4	800	77
3	85	38	1,7	62	61	1,35	800	78
4	86	39	1,6	60	62	1,3	900	76
5	87	40	1,55	59	59	1,4	900	77
6	85	38	1,7	62	60	1,35	900	78
7	86	39	1,6	60	61	1,35	1000	76
8	87	40	1,6	59	59	1,4	1000	77
9	85	38	1,7	62	60	1,35	1000	78
10	86	41	1,55	59	60	1,35	1000	76

2. Произвести корректировку состава сырьевой смеси, рассчитанной на получение портландцементного клинкера заданного минералогического состава, посредством применения необходимых модульных характеристик. Принять, что в сырьевую смесь могут входить CaCO_3 , $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 .

Вариант	Минералогический состав клинкера, %				Химический состав корректируемой сырьевой смеси, %				
	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	CaO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	ППП
1	65,92	13,24	7,59	13,19	43,07	14,53	3,63	3,63	35,12
2	60,41	19,55	5,71	14,32	42,61	14,86	3,48	4,34	34,71
3	62,50	17,46	6,15	13,86	43,12	12,58	4,30	5,37	34,64
4	50,16	27,43	4,11	18,24	43,97	14,32	3,68	2,83	35,20
5	63,82	15,22	7,64	13,28	44,29	13,53	3,38	3,38	35,40
6	44,10	30,75	7,19	17,94	43,77	14,58	3,62	3,01	35,03
7	59,69	19,32	6,91	14,08	42,82	14,64	4,26	3,87	34,40

8	71,42	11,84	1,49	15,29	43,89	14,14	4,24	2,49	35,24
9	60,56	16,92	10,84	11,67	44,25	14,85	2,45	3,26	35,20
10	65,65	13,18	6,06	15,08	42,65	15,35	4,61	3,07	34,32

Практическое занятие «Тепловые установки для обжига вяжущих материалов. Горелочные устройства и форсунки для сжигания различных видов топлива»:

1. Определить изменение производительности печи сухого способа при изменении количества запечных циклонных теплообменников. Принять следующие допущения: состав сырьевой смеси представлен CaCO_3 , $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, SiO_2 и Fe_2O_3 .

Вариант	Типоразмер вращающейся печи сухого способа производства, м	Изменение числа ступеней циклонных теплообменников и температуры отходящих газов на выходе из циклонов, шт, °С		Химический состав сырьевой смеси, %					Состав топлива, %		Расход топлива, кут
				CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	ППП	CH ₄	C ₂ H ₆	
1	Ø4.4×52	4→5	350→300	68,00	21,97	5,64	4,34	35,22	97	3	105
2	Ø4.8×60	4→6	350→250	67,40	22,72	5,16	4,71	35,00	93	7	110
3	Ø4.8×74	5→4	300→350	67,64	22,54	5,23	4,56	35,08	87	13	115
4	Ø5.0×78	3→4	420→350	65,79	22,77	5,38	6,00	34,46	89	11	107
5	Ø5.3×84	3→5	420→300	67,81	22,10	5,67	4,37	35,17	88	12	120
6	Ø5.75×92	2→5	600→300	65,26	22,33	6,48	5,91	34,38	98	2	117
7	Ø6.0×96	6→4	250→350	67,35	22,45	5,57	4,64	35,02	96	4	125
8	Ø6.6×98	6→5	250→300	68,31	22,92	3,77	5,03	35,22	94	6	122
9	Ø5.0×78	5→4	300→350	67,76	21,84	6,54	3,84	35,23	92	8	112
10	Ø4.8×74	4→5	350→300	67,68	21,87	5,45	4,96	35,11	90	10	126

2. Определение приближенной температуры газового потока в различных сечениях вращающейся печи Ø4.5×170 м мокрого способа производства портландцементного клинкера. Состав сырьевой смеси и топлива принять согласно заданию 1. Рассмотреть систему объединено с колосниковым холодильником для учета потерь тепла. Температуру материала в сечении, объем воздуха на охлаждение клинкера, температуру избыточного воздуха и расход топлива принять согласно вариантам. Коэффициент избытка воздуха принять равным 1,1.

Вариант	Температура материала, °С	Объем воздуха на охлаждение, м ³ /кг кл	Температура избыточного воздуха, °С	Расход топлива, кут
1	350	2,6	150	205
2	1200	2,5	160	210
3	500	2,7	170	215
4	400	2,9	155	220
5	600	2,8	165	225
6	700	3,0	171	218

7	1250	2,9	156	232
8	650	2,7	154	207
9	800	2,5	150	202
10	1100	2,6	160	200

Практическое занятие «Запечные теплообменные устройства»:

1. Вычислить температуру диссоциации карбонатного компонента в составе обжигаемой сырьевой смеси в зависимости от содержания углекислого газа в газовой среде. Состав сырьевой смеси рассчитать, используя фазовый состав портландцементного клинкера, при условии, что сырьевая смесь состоит из CaCO_3 , $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 .

Вариант	Минералогический состав клинкера, %				Состав топлива, %		Расход топлива, кут
	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	CH_4	C_2H_6	
1	65,92	13,24	7,59	13,19	90	10	105
2	60,41	19,55	5,71	14,32	92	8	110
3	62,50	17,46	6,15	13,86	94	6	115
4	50,16	27,43	4,11	18,24	96	4	107
5	63,82	15,22	7,64	13,28	98	2	120
6	44,10	30,75	7,19	17,94	88	12	117
7	59,69	19,32	6,91	14,08	89	11	125
8	71,42	11,84	1,49	15,29	87	13	122
9	60,56	16,92	10,84	11,67	93	7	112
10	65,65	13,18	6,06	15,08	97	3	126

2. Определить изменение температуры диссоциации карбонатного компонента при его замене на шлак заданного минералогического состава в количестве 5, 10, 15, и 20 %. Состав клинкера, топлива и возможный состав сырьевой смеси взять из задания 1.

Вариант	Минералогический состав шлака, %				
	CS	C_2S	CA	C_2F	CH
1	45	10	15	20	10
2	40	15	18	18	9
3	35	20	25	5	15
4	30	25	25	14	6
5	25	30	15	18	12
6	20	35	10	22	13
7	15	40	24	7	14
8	10	45	19	15	11
9	50	20	18	2	10
10	55	15	20	8	2

Практическое занятие «Комбинированный способ производства цемента»:

1. Рассчитать количество дополнительного сушильного агента, требующегося для сушки сырьевой смеси отходящими газами из верхней ступени циклонных теплообменников. Сырьевая смесь представлена карбонатом кальция, глинистой

составляющей и железосодержащей добавкой и приведена в виде оксидного состава. Температура о.г. за верхней ступенью теплообменников $t_{o.g.}$ °С, потери о.г. по газходам к сырьевой мельнице составляют P %, температура выходящего из сырьевой мельницы газового потока $t_{r.п.}$ °С, удельный расход топлива на обжиг клинкера x_T к.у.т., состав топлива представлен метаном и этаном, которые сгорают при избытке воздуха α , температура сырьевой смеси до измельчения-сушки составляет t_n °С, после – t_k °С, начальная влажность сырьевой смеси W_n %, конечная – W_k %. Температуру окружающего воздуха принять равной 20 °С. Потерями теплоты вызванными пылеуносом и корпусом оборудования пренебречь.

Вариант	Химический состав сырьевой смеси, %					Температура газового потока, °С		Потери теплоты о.г. P , %	Топливо, %		Коэффициент избытка воздуха α	Расход топлива на обжиг клинкера x_T , к.у.т.	Температура и влажность сырьевой смеси, °С и %			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	ППП	на выходе из циклонов $t_{o.g.}$	на выходе из сырьевой мельницы $t_{r.п.}$		CH ₄	C ₂ H ₆			до		после	
													t_n	W_n	t_k	W_k
1	14,27	3,2	2,8	42,56	35,23	350	150	8	95	5	1,1	140	20	19	100	1
2	13,97	3,57	3,04	42,46	34,83	340	170	12	94	6	1,1	135	20	18	100	1
3	13,86	3,62	3,48	41,65	34,9	360	160	10	97	3	1,1	125	20	23	100	1
4	13,97	3,85	2,9	41,24	35,82	378	155	9	90	10	1,1	132	20	21	100	1
5	13,97	3,01	2,71	42,37	34,93	326	140	6	91	9	1,1	150	20	14	100	1
6	13,57	3,66	2,08	42	34,12	311	135	11	100	0	1,1	152	20	10	100	1
7	14,03	3,45	2,84	42,44	35,18	387	180	7	89	11	1,1	146	20	17	100	1
8	14,08	3,55	2,82	42,22	35,12	398	185	4	99	1	1,1	120	20	22	100	1
9	12,96	3,76	3,57	41,99	35,41	405	170	15	92	8	1,1	130	20	16	100	1
10	14,18	3,12	3,33	42,46	35,19	300	130	12	93	7	1,1	143	20	15	100	1

Практическое занятие «Установки для рекуперации тепла отходящих газов и выходящего материала»:

1. Произвести тепловой расчет клинкерного колосникового холодильника для вращающейся печи $\varnothing 4.5 \times 170$ м мокрого способа производства портландцементного клинкера.

2. Определить расход условного топлива при изменении КПД клинкерного колосникового холодильника с начального значения η_n до конечного значения η_k .

Практическое занятие «Тонкий помол сырьевых компонентов, клинкера и добавок»:

1. Определить наиболее удачную компоновку оборудования для измельчения цемента (предварительное мелкое дробление клинкера с дальнейшим его

помолом). Рассмотреть возможность применения трубной шаровой мельницы заданного типоразмера модернизированной конфигурации.

Вариант	Типоразмер шаровой мельницы, м	Размер гранул клинкера, мм	Удельная поверхность получаемого цемента, м ² /кг	Минералогический состав клинкера, %			
				C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
1	Ø 3,2×15,0	30	390±10	65,92	13,24	7,59	13,19
2	Ø 3,0×14,0	25	340±10	60,41	19,55	5,71	14,32
3	Ø 2,6×13,0	20	450±10	62,50	17,46	6,15	13,86
4	Ø 4,0×13,5	15	300±10	50,16	27,43	4,11	18,24
5	Ø 4,6×14,0	23	350±10	63,82	15,22	7,64	13,28
6	Ø 4,6×14,0	35	460±10	44,10	30,75	7,19	17,94
7	Ø 4,0×13,5	18	370±10	59,69	19,32	6,91	14,08
8	Ø 2,6×13,0	27	360±10	71,42	11,84	1,49	15,29
9	Ø 3,0×14,0	25	420±10	60,56	16,92	10,84	11,67
10	Ø 3,2×15,0	21	400±10	65,65	13,18	6,06	15,08

2. Осуществить подбор мелющих тел в измельчающей загрузке по равной суммарной поверхности каждой поверхности шара для трубной шаровой мельницы. Принять крупность исходного материала и типоразмер мельницы согласно варианту в задании 1. Внутреннее устройство цементной мельницы модернизировано.

3. Произвести расчет аспирации цементной мельницы и необходимого количества подаваемой в мельницу воды для интенсификации технологического процесса помола цемента. Цементную мельницу принять согласно варианту в задании 1.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей процессов и явлений
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретация знаний
Умения	Умение проводить анализ работы оборудования, разрабатывать оптимальные режимные параметры его работы, определять причины нарушения эксплуатационных параметров

	Умение применять знания о протекающих физико-химических процессах при производстве цемента и других вяжущих материалов для совершенствования технологии их изготовления и оптимизации работы оборудования
	Умение производить материальный, тепловой, аэродинамический и другие технологические расчеты работы оборудования по производству вяжущих и композиционных материалов.
Навыки	Владеть навыками чтения схем и чертежей
	Владение методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета для обеспечения эффективной работы оборудования по производству вяжущих и композиционных материалов
	Владение навыками обработки полученных результатов вычислений

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Знание терминов, определений, понятий	Не знает термины, определения и понятия предусмотренные курсом изучаемой дисциплины	Имеет поверхностные знания терминов, определений и понятий теории измельчения, теплообмена и аэродинамики при производстве вяжущих материалов	Хорошо знает термины, определения и понятия теории измельчения, теплообмена и аэродинамики при производстве вяжущих материалов	Отлично знает термины, определения и понятия теории измельчения, теплообмена и аэродинамики при производстве вяжущих материалов
Знание основных закономерностей процессов и явлений	Не знает закономерностей протекания теплообменных и аэродинамических процессов, а также физико-химические реакции в тепловых агрегатах при получении вяжущих материалов; знание основных законов измельчения материалов.	Имеет представление об основных закономерностях протекания теплообменных и аэродинамических процессов, а также физико-химические реакции в тепловых агрегатах при получении вяжущих материалов; имеет общие представления	Знает закономерности протекания теплообменных и аэродинамических процессов, а также физико-химические реакции в тепловых агрегатах при получении вяжущих материалов; знает основные законы измельчения и факторы, влияющие на	Знает закономерности протекания теплообменных и аэродинамических процессов, а также физико-химические реакции в тепловых агрегатах при получении вяжущих материалов; знает принципиальную методику теплотехнических

		об основных законах измельчения.	энергоэффективность измельчения материала.	ого и аэродинамического расчета тепловых агрегатов; знает основные законы измельчения и факторы, влияющие на энергоэффективность измельчения материала; знает методику оценки эффективности работы оборудования производства вяжущих материалов.
Объем освоенного материала	Материал предусмотренный курсом изучаемой дисциплины не освоен	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	Ответы на большинство вопросов отсутствуют или даны неверно	Ответы на вопросы даны в достаточном объеме, но не раскрыта их сущность	Ответы на вопросы даны в полном объеме, при дополнительных вопросах допущены неточности.	Полно и развернуто отвечает на все основные и дополнительные вопросы.
Четкость изложения и интерпретация знаний	Четкость изложения материала отсутствует.	Отсутствует структуризация изложенной информации, интерпретация основных законов и закономерностей носит поверхностный характер, формулирование терминов и определений искажено.	Изложенная информация имеет структуризацию, интерпретация основных законов и закономерностей верна, но имеет несущественные неточности, выделены основные направления оптимизации технологических схем производства	Изложенная информация имеет четкую структуризацию, дана верная интерпретация основных законов и закономерностей, подчеркнуты основные направления оптимизации технологических схем производства вяжущих

			вяжущих материалов, формулирование терминов и определений дано в полном объеме с присутствием неточностей.	материалов, формулирование терминов и определений дано в полном объеме без ошибок.
	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 информации	Грамотно и по существу излагает информацию	Грамотно и точно излагает информацию, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение проводить анализ работы оборудования, разрабатывать оптимальные режимные параметры его работы, определять причины нарушения эксплуатационных параметров	Не умеет проводить анализ работы оборудования, разрабатывать оптимальные режимные параметры его работы, определять причины нарушения эксплуатационных параметров.	Умеет проводить анализ работы оборудования, разрабатывать оптимальные режимные параметры его работы, определять причины нарушения эксплуатационных параметров при значительной сторонней помощи.	Самостоятельно проводит анализ работы оборудования, разрабатывает оптимальные режимные параметры его работы, определяет причины нарушения эксплуатационных параметров при незначительной сторонней помощи.	Самостоятельно проводит анализ работы оборудования, разрабатывает оптимальные режимные параметры его работы, определяет причины нарушения эксплуатационных параметров.
Умение применять знания о протекающих физико-химических процессах при производстве цемента и других вяжущих материалов для совершенствования технологии их	Не способен применить знания о протекающих физико-химических процессах при производстве цемента и других вяжущих материалов для совершенствования	С трудом применяет знания о протекающих физико-химических процессах при производстве цемента и других вяжущих материалов для совершенствования	Успешно применяет знания о протекающих физико-химических процессах при производстве цемента и других вяжущих материалов для совершенствования технологии их	Уверенно применяет знания о протекающих физико-химических процессах при производстве цемента и других вяжущих материалов для совершенствования

изготовления и оптимизации работы оборудования	ия технологии их изготовления и оптимизации работы оборудования	ия технологии их изготовления и оптимизации работы оборудования.	изготовления и оптимизации работы оборудования	ния технологии их изготовления и оптимизации работы оборудования. Дает рекомендации по оптимизации режима работы оборудования.
Умение производить материальный, тепловой, аэродинамический и другие технологические расчеты работы оборудования по производству вязущих и композиционных материалов.	Не способен производить материальный, тепловой, аэродинамический и другие технологические расчеты работы оборудования по производству вязущих и композиционных материалов.	С трудом производит материальный, тепловой, аэродинамический и другие технологические расчеты работы оборудования по производству вязущих и композиционных материалов.	Успешно производит материальный, тепловой, аэродинамический и другие технологические расчеты работы оборудования по производству вязущих и композиционных материалов. Допускает незначительные неточности в процессе проведения расчетов.	Уверенно производит материальный, тепловой, аэродинамический и другие технологические расчеты работы оборудования по производству вязущих и композиционных материалов. Способен производить вычисления нестандартным способом.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками чтения схем и чертежей	Не владеет навыками чтения схем и чертежей	Не достаточно владеет навыками чтения схем и чертежей, производит чтение схем и чертежей при сторонней помощи.	Владеет навыками чтения схем и чертежей, но допускает незначительные неточности.	Владеет навыками чтения схем и чертежей в полном объеме.
Владение методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета для обеспечения эффективной работы	Не владеет методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета.	Владеет методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета для обеспечения эффективной работы	Владеет методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета для обеспечения эффективной работы	Полностью владеет методами расчета материального, теплового, аэродинамического и других технологических видов расчета для обеспечения эффективной

<p>оборудования по производству вяжущих и композиционных материалов</p>		<p>оборудования по производству вяжущих и композиционных материалов при незначительной помощи сторонних лиц. Допускает ошибки не оказывают существенного влияния на окончательный результат.</p>	<p>оборудования по производству вяжущих и композиционных материалов, но допускает ошибки не оказывающие существенного влияния на окончательный результат.</p>	<p>работы оборудования по производству вяжущих и композиционных материалов</p>
<p>Владение навыками обработки полученных результатов вычислений</p>	<p>Не владеет навыками обработки полученных результатов вычислений</p>	<p>С дополнительной помощью обрабатывает и интерпретирует результаты вычислений</p>	<p>Сформированы навыки обработки и интерпретации результатов вычислений</p>	<p>Сформированы устойчивые навыки обработки и интерпретации результатов вычислений</p>

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	Компьютерный класс кафедры ТЦКМ (УК 2 каб. 212)	Программы для расчета состава сырьевых смесей, теплового баланса печных агрегатов, система автоматизированного проектирования AutoCAD
2	Компьютерный класс кафедры ТЦКМ (УК 2 каб. 118)	Тренажерный комплекс Simulex
3	Учебная аудитория (УК 2 каб. 103)	Презентационная техника, комплект электронных презентаций: клинкерные холодильники, горелочные устройства, вращающиеся печи и др. Макеты цепных завес, основного и вспомогательного оборудования
4	Зал электронных ресурсов, здание библиотеки, № 302	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
5	Читальный зал учебной литературы, здание библиотеки, № 303	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и 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

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента: краткий курс лекций: учеб. пособие/ В.К. Классен. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 308 с.
2. .Шарапов Р.Р, Абрамов В.В. Оборудование заводов по производству цемента: учебное пособие/Р.Р .Шарапов, В.В. Абрамов.- Белгород: изд-во БГТУ, 2009
3. Журналы «Цемент и его применение», «World Cement», «Cement Review», «Zement-kalk-Gips», «Cement and Concrete Research ».
4. Теплотехника: учебник для вузов / А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др.; под ред. А.П. Баскакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: БАСТЕТ, 2010. – 325 с.
5. Мазуров Д.Я. Теплотехническое оборудование заводов вяжущих материалов: учебник для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. / Д.Я. Мазуров. – М.: Стройиздат, 1982. – 288 с.
6. Дуда В. Цемент: пер. с нем. Е.Ш. Фельдмана; под ред. Б.Э. Юдовича. / В. Дуда – М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.
7. Перегудов В.В., Роговой Н.И. Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий и деталей. / В.В. Перегудов, Н.И. Роговой – М.: Стройиздат, 1983. – 416 с.
8. Тепловые процессы и технологии силикатных материалов: Учебник для вузов / И.А. Булавин, И.А. Макаров, А.Я. Рапопорт, В.К. Хохлов. – М.: Стройиздат, 1982. -249с.
9. Левченко Л.М. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности. / Л.М. Левченко – М.: Высшая школа, 1968. – 366 с.
- 10.Исаев С.И., Кожинов И.А., Кофанов В.И и др. Теория тепломассообмена: учебник для технических университетов и вузов. – 2-е изд., испр. и доп. / С.И. Исаев, И.А. Кожинов, В.И. Кофанов и др.; Под ред. А.И. Леонтьева. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 1997. – 683 с.
- 11.Современные горелочные устройства (конструкции и технические характеристики) : справ. / А. А. Винтовкин. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 487 с.
- 12.Силенок С.Г. Механическое оборудование предприятий строительной индустрии: учебник для вузов. / С.Г. Силенок. – М.: Стройиздат, 1973. – 374 с.
- 13.Журавлев М.И., Фоломеев А.А. Механическое оборудование предприятий вяжущих материалов и изделий на базе их: учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / М.И. Журавлев, А.А. Фоломеев. – М.: Высш. школа, 1983. – 232 с.
- 14.Крыхтин Г.С., Кузнецов Л.Н. Интенсификация работы мельниц. – Новосибирск: Наука, 1993. – 241 с.
- 15.Дешко, Ю.И. Измельчение материалов в цементной промышленности / Ю.И. Дешко, М.Б. Креймер, Г.С. Крыхтин. – Издание второе. М.: Изд-во лит-ры по строительству. – 1966. -272с.
- 16.Нудель М.Э., Крыхтин Г.С. Особенности процесса сухого измельчения цементного сырья в поверхностно–активной среде. // Измельчение цементного сырья и клинкераа, Труды НИИЦемент, Вып. 36, 1976. – С.34–52.
- 17.Зозуля П.В. Проектирование цементных заводов / П.В. Зозуля, Ю.В.

Никифоров. – СПб: Изд-во Синтез, 1995. – 441 с.

18.Бауман В.А. Механическое оборудование предприятий стройматериалов, изделий и конструкций / В.А. Бауман. - М.: Изд-во Машиностроение, 1981. – 329 с.

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

1 Сборник нормативных документов «СтройКонсультант» www.snip.ru - Доступ осуществляется в зале электронных ресурсов НТБ (к. 302).

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

Содержит полные тексты учебных и учебно-методических пособий, монографий, авторами которых являются преподаватели университета; учебных и учебно-методических изданий, приобретенных во внешних издательствах и книготорговых организациях; редких и ценных изданий из фонда научно-технической библиотеки. Доступ к электронному читальному залу осуществляется с компьютеров локальной сети университета и сети Интернет

3 Научная электронная библиотека eLIBRARY

Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 19 млн научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 3900 российских научно-технических журналов, в том числе более 2800 журналов в открытом доступе. В настоящее время открыт доступ к 79 российским научно-техническим журналам. Доступ к ресурсу осуществляется с компьютеров локальной сети университета и в зале электронных ресурсов (к. 302).

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

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

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

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