

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

ХИМИЯ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ

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

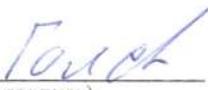
Институт: Химико-технологический

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  Т. Е. Головизнина
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

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

« 14 » мая 2021 г., протокол № 19

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  И. Н. Борисов
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  Л. А. Порожнюк
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности	ПК-2.6. Использует закономерности протекания физико-химических процессов и механизмы химических реакций при термической обработке материалов и формировании продуктов гидратации вяжущих веществ с целью получения продукции требуемого качества и совершенствования технологического процесса	<p>Демонстрирует знания физико-химических процессов и механизмов протекания химических реакций при термической обработке сырьевых материалов для получения вяжущих веществ требуемого качества и совершенствования технологического процесса.</p> <p>Демонстрирует умения применять знания о влиянии состава и свойств вяжущих материалов на формирование продуктов гидратации для получения изделий из вяжущих веществ требуемого качества.</p> <p>Демонстрирует навыки прогнозирования качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.</p>
	ПК-5. Способен организовывать и проводить исследования свойств материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции	ПК-5.3. Определяет характеристики исследуемых материалов с целью их эффективного применения в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов	<p>Демонстрирует знания химико-технологических характеристик сырьевых и альтернативных материалов для их эффективного применения в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов</p> <p>Демонстрирует умения определять характеристики материалов и эффективность их использования в процессе производства вяжущих веществ.</p> <p>Демонстрирует навыки оптимизации эффективности применения сырьевых природных и альтернативных материалов в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.</p>
		ПК-5.4. Исследует изменение свойств материалов при влиянии на них термической обработки и других видов внешнего воздействия,	Демонстрирует знания методов исследования свойств сырьевых материалов, полуфабрикатов, готовой продукции и влияния физико-химических видов воздействия на их технологические и строительно-

		устанавливает зависимость между процессами формирования кристаллогидратов и набором прочности цементного камня с целью совершенствования технологического процесса производства и повышения качества продукции	технологические характеристики. Демонстрирует умения воздействовать на набор прочности цементного камня с помощью регулирования процессов формирования кристаллогидратов. Демонстрирует навыки управления качеством продукции с помощью производственно-технологических процессов.
--	--	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2 Способен 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	Оборудование цементных предприятий
3	Производственная эксплуатационная практика
4	Физическая химия силикатов
5	Процессы и аппараты защиты окружающей среды
6	Технология производства цемента
7	Проектное обучение
8	Основы компьютерного проектирования технологического оборудования
9	Теория горения топлива и тепловые установки в производстве вяжущих материалов
10	Химия вяжущих материалов
11	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
12	Технология вяжущих и композиционных материалов с использованием техногенных продуктов
13	Тепломассообмен во вращающихся печах
14	Оптимизация технологических процессов производства цемента с применением ЭВМ
15	Термодинамика силикатных систем
16	Управление технологическим процессом производства цемента
17	Энергосбережение в производстве цемента
18	Производственная преддипломная практика

2. Компетенция ПК-5 Способен организовывать и проводить исследования свойств материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физико-химические свойства сырьевых материалов и техногенных продуктов
2	Физико-химические методы анализа
3	Методы физико-химических исследований вяжущих и композиционных материалов
4	Физическая химия силикатов
5	Технология вяжущих и композиционных материалов с использованием техногенных продуктов
6	Технология производства цемента
7	Проектное обучение
8	Химия вяжущих материалов
9	Научно-исследовательская работа
10	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации экзамен, зачёт

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	111	111
лекции	68	68
лабораторные	34	34
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	9	9
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	105	105
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	69	69
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 6

№ 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
Вводное занятие					
	История развития науки и производства вяжущих материалов. Классификация вяжущих материалов. Основные признаки вяжущих веществ. Принципы классификации вяжущих материалов по основным свойствам и области применения. Энерго-ресурсосбережение в производстве вяжущих материалов.	4			2
1. Воздушные вяжущие вещества					
	Процессы, протекающие при термической обработке гипса. Условия образования, свойства модификаций гипса. Обработка паром под давлением и варка в жидких средах в технологии высокопрочного гипса. Высокообжиговый гипс. Теории твердения гипсовых вяжущих. Ускорители и замедлители твердения. Известковые вяжущие. Строительная известь. Условия диссоциации CaCO_3 , состав и свойства извести, недожог и пережог извести, особенности гидратации и твердения. Известково-кремниземистые вяжущие, состав и свойства. Гидротермальные условия синтеза прочности и регулирования свойств известково-кремниземистых изделий. Сырье для производства, основные реакции и условия синтеза магнезиальных вяжущих. Особенности твердения и затворители для магнезиальных вяжущих веществ. Свойства и применение магнезиальных вяжущих. Принципы энерго-ресурсосбережения в производстве воздушных вяжущих материалов.	8		12	16
2. Гидравлические вяжущие вещества					
	Гидравлическая известь, общие понятия, сырье, особенности технологического производства, гидратации и твердения. Романцемент, общие понятия, сырье, особенности технологического производства, гидратации и твердения. Портландцемент. Общая характеристика состава. Определения портландцемент, портландцементный клинкер. Характеристика состава клинкера: химиче-	18			9

	ская, модульная, фазовая. Клинкерные минералы, их модификации, условия ста- бильного существования фаз.				
3. Химическая технология производства цемента					
	Химические процессы, происходящие во вращающей- ся цементной печи. Кислотно-основное взаимодей- ствие. Твердофазовые реакции. Химические и физиче- ские процессы, происходящие во вращающейся печи с участием жидкой фазы (расплава). Влияние примесей на процесс обжига, состав и качество клинкера. Факторы интенсификации и оптимизации химико- технологических процессов производства и качества гидравлических вяжущих материалов. Энерго-ресурсосбережение в производстве цемента.	20		12	22
4. Гидратация цемента и твердение цементного камня					
	Гидратация и твердение клинкерных минералов. Гид- ратация портландцемента. Роль добавки гипса при гидратации цемента. Влияние тонкости помола, во- доцементного отношения, условий твердения и доба- вок на свойства цементного камня.	6		4	7
5. Управление свойствами вяжущих материалов. Потенциал энерго- ресурсосбережения при производстве вяжущих материалов.					
	Значимость каждого передела производства клинкера и цемента для управления качеством продукции. Ме- ханическая, термическая и химическая интенсифика- ция процессов клинкерообразования. Управление ка- чеством клинкера с помощью модификаторов и интен- сификаторов. Взаимное влияние примесных компо- нентов. Технологические приемы, управляющие каче- ством клинкера. Возможности использования промышленных и быто- вых техногенных отходов в производстве вяжущих ма- териалов в качестве сырьевых компонентов и альтер- нативного топлива.	6		6	10
6.	Композиционные и специальные цементы				
	Использование техногенных отходов в производстве вяжущих материалов. Особенности производства и твердения цементов с активными минеральными до- бавками. Шлакопортландцемент, пуццолановый це- мент. Специальные (нормированные) цементы – быстро- твердеющие, дорожные, тампонажные, сульфатостой- кие, для производства асбестоцементных изделий. Алюминатные и сульфоалюминатные цементы. Расширяющиеся и напрягающиеся цементы и компо- зиции.	6			3
ВСЕГО					
		68		34	69

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	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 6				
1	Воздушные вяжущие вещества	Изучение свойств строительной извести.	4	4
		Получение строительного гипса. Расчет выхода продукта. Оптимизация энергетических затрат.	4	4
		Изучение свойств гипсового вяжущего	4	4
2	Гидравлические вяжущие вещества	Изучение микроструктуры цементного клинкера.	4	4
3	Химическая технология производства цемента	Определение титра портландцементной сырьевой смеси. Влияние характеристик сырьевой смеси на энергозатраты при обжиге клинкера.	4	4
		Определение содержания свободной извести в клинкере.	4	4
4	Гидратация цемента и твердение цементного камня	Определение содержания гипса в цементе. Влияние добавки гипса на сроки схватывания цементного теста.	4	4
5	Управление свойствами вяжущих материалов	Расчеты и оптимизация технологических параметров производства цемента с помощью электронных таблиц Excel.	6	6
ИТОГО:			34	34

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

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

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.6. Использует закономерности протекания физико-химических процессов и	<i>Экзамен, зачет, защита лабораторной работы, тестовый контроль, контрольные работы</i>

механизмы химических реакций при термической обработке материалов и формировании продуктов гидратации вяжущих веществ с целью получения продукции требуемого качества и совершенствования технологического процесса	
---	--

2 Компетенция ПК-5. Способен организовывать и проводить исследования свойств материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-5.3. Определяет характеристики исследуемых материалов с целью их эффективного применения в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов	<i>Экзамен, зачет, защита лабораторной работы, тестовый контроль, контрольные работы</i>
ПК-5.4. Исследует изменение свойств материалов при влиянии на них термической обработки и других видов внешнего воздействия, устанавливает зависимость между процессами формирования кристаллогидратов и набором прочности цементного камня с целью совершенствования технологического процесса производства и повышения качества продукции	<i>Экзамен, зачет, защита лабораторной работы, тестовый контроль, контрольные работы</i>

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

Перечень контрольных вопросов для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
	Вводное занятие	1. Определение понятий вяжущие вещества и вяжущие свойства. Основные исторические этапы развития производства вяжущих материалов. Классификация вяжущих веществ по основным свойствам и области применения. 2. Потенциал энергоресурсосбережения при производстве вяжущих материалов.
1	Воздушные вяжущие вещества	3. Классификация гипсовых вяжущих. Процессы, протекающие при термической обработке гипса. Модификации сернокислого кальция, их основные свойства. 4. Классификация гипсовых вяжущих. Производство строительного гипса. Технологические схемы производства строительного гипса, их достоинства и недостатки. 5. Твердение строительного гипса. Теории твердения. 6. Строительно-технические свойства строительного гипса. Ускори-

		<p>тели и замедлители схватывания строительного гипса.</p> <p>7. Ангидритовый цемент и высокообжиговый гипс. Получение, свойства, применение.</p> <p>8. Каустический магнезит. Производство, свойства, применение. Затворители для магнезиальных вяжущих веществ.</p> <p>9. Каустический доломит. Получение, состав, свойства, применение. Затворители для магнезиальных вяжущих веществ.</p> <p>10. Виды извести и области применения. Процессы, протекающие при термической обработке карбоната кальция.</p> <p>12. Влияние вида и количества примесей в карбонатной породе на вид и свойства продукта обжига. Оценка области применения карбонатной породы по гидравлическому модулю.</p> <p>13. Агрегаты для обжига извести: шахтные печи (пересыпные, газовые), вращающиеся, кипящего слоя. Влияние свойств, химического и фракционного состава сырья и режима обжига на качество извести.</p> <p>14. Гашение извести. Аппараты применяемые для гашения извести. Факторы определяющие гашение извести. Три вида твердения воздушной извести.</p> <p>15. Изделия на основе извести. Процессы твердения изделий на основе извести. Роль песка в известковых растворах. Гидросиликатное твердение извести.</p>
2	Гидравлические вяжущие вещества	<p>16. Гидравлическая известь. Получение, состав, свойства, применение.</p> <p>17. Романцемент. Получение, состав, свойства, применение.</p> <p>18. Сырьевые материалы для производства портландцемента. Использование техногенных отходов и альтернативных видов топлива при производстве цемента.</p> <p>19. Портландцемент, портландцементный клинкер – определения. Характеристика портландцементного клинкера по химическому составу. Допустимое содержание примесей.</p>
3	Химическая технология производства цемента	<p>20. Портландцемент, портландцементный клинкер – определения. Модульные характеристики портландцементного клинкера, КН, их физическая интерпретация.</p> <p>21. Фазовый состав портландцементного клинкера. Влияние каждой фазы на свойства цемента. Микроструктура клинкера.</p> <p>22. C_3S (фаза алит). Состав, структура, полиморфные модификации, твердые растворы. Алит в составе клинкера.</p> <p>23. C_2S (фаза белит). Состав, структура, полиморфные модификации, твердые растворы. Белит в составе клинкера.</p> <p>24. Алюминатная и алюмоферритная фазы клинкера. Состав, структура, твердые растворы.</p> <p>25. Способы приготовления цементной сырьевой смеси, их преимущества, недостатки и технико-экономические показатели.</p> <p>26. Корректирование и гомогенизация состава портландцементной сырьевой смеси.</p> <p>27. Термические превращения компонентов цементной сырьевой смеси: $CaCO_3$, глинистых минералов. Полиморфные превращения, изменение дисперсности при нагревании, термохимическая активация.</p> <p>27. Температура материалов и газов по длине вращающейся печи при мокром способе производства.</p> <p>29. Превращения материала по длине вращающейся печи при мокром способе производства цемента.</p> <p>30. Процессы, протекающие при обжиге цементной сырьевой смеси без участия клинкерного расплава. Реакции в твердом состоянии.</p>

		<p>31. Процессы при обжиге цементного клинкера с участием жидкой фазы (клинкерного расплава). Состав, количество и температура образования клинкерного расплава его структура и свойства. Растворения C_2S и CaO в расплаве. Образование алита.</p> <p>32. Процессы, протекающие при охлаждении клинкера. Влияние условий охлаждения на минералогический состав клинкера и стабильность его минералов.</p> <p>33. Влияние технологических факторов на процессы синтеза портландцементного клинкера: химического состава сырьевой смеси, дисперсности сырьевых компонентов, режима обжига, каталитических веществ: механическая, термическая и химическая активация компонентов сырьевой смеси.</p>
4	Гидратация цемента и твердение цементного камня	<p>34. Реакции гидратации минералов-силикатов: C_3S и C_2S.</p> <p>35. Реакции гидратации минералов-плавней: C_3A и C_4AF. Роль гипса при гидратации цемента.</p> <p>36. Гидратация портландцемента. Особенности совместной гидратации клинкерных фаз.</p> <p>37. Синтез прочности цементного камня: влияние фазового состава, дисперсности цемента, температуры, добавок, В/Ц отношения.</p> <p>38. Механизм и периоды гидратации портландцемента.</p>
5	Управление свойствами вяжущих материалов. Потенциал энергоресурсосбережения при производстве вяжущих материалов.	<p>2. Потенциал энергоресурсосбережения при производстве вяжущих материалов.</p> <p>33. Влияние технологических факторов на процессы синтеза портландцементного клинкера: химического состава сырьевой смеси, дисперсности сырьевых компонентов, режима обжига, каталитических веществ: механическая, термическая и химическая активация компонентов сырьевой смеси.</p> <p>37. Синтез прочности цементного камня: влияние фазового состава, дисперсности цемента, температуры, добавок, В/Ц отношения.</p> <p>39. Виды коррозии цементного камня. Методы борьбы с коррозией.</p> <p>44. Специальные цементы. Особенности составов и способы управления свойствами.</p>
6	Композиционные и специальные цементы	<p>40. Активные минеральные добавки в портландцементе, их классификация. Реакции пуццоланового типа твердения.</p> <p>41. Активные минеральные добавки в портландцементе, их классификация. Особенности состава, гидратации и твердения шлакопортландцемента. Модули основности и активности шлака.</p> <p>42. Алюминатный цемент. Состав, основные минералы, особенности синтеза. Процессы гидратации и твердения; строительно-технические свойства алюминатного (глиноземистого) цемента.</p> <p>43. Сульфоалюминатный цемент. Состав, основные минералы, особенности синтеза. Процессы гидратации и твердения; строительно-технические свойства сульфоалюминатного цемента. Расширяющиеся и напрягающие цементы. Реакции, вызывающие расширение цементного камня, управление этим процессом.</p> <p>44. Специальные цементы. Особенности составов и способы управления свойствами.</p>

Типовые задачи для экзамена

1) Известно, что в составе клинкера: $SiO_2 - 22\%$; $Al_2O_3 - 6\%$; $CaO - 70\%$. $n = 2,2$.

Рассчитать фазовый состав, КН и р клинкера. Описать свойства и возможную область применения цемента из клинкера с такими характеристиками.

2) Известно, что в составе клинкера: $SiO_2 - 23\%$; $Al_2O_3 - 3\%$; $CaO - 65\%$. $p = 1,4$.

Рассчитать фазовый состав, КН и n клинкера. Описать свойства и возможную область приме-

нения цемента из клинкера с такими характеристиками.

3) Известно, что в составе клинкера: SiO_2 – 22%; Al_2O_3 – 4 %; Fe_2O_3 – 8%. $\text{KH}=0,89$. Рассчитать фазовый состав, n и p клинкера. Описать свойства и возможную область применения цемента из клинкера с такими характеристиками.

4) По данным химического анализа определите наименование материала (продукта или сырья) и его назначение для производства вяжущих веществ или изделий.

Химический состав материала

Вариант	Химический состав, масс.%							
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	R_2O	ппп
1	1,76	0,70	0,11	54,25	0,28	0	0	42,32
2	22,08	4,74	4,22	66,6	0,58	0,35	0	0
3	2,85	0,51	0,1	30,58	19,92	0	0	45,54
4	12,89	3,95	3,11	42,92	1,37	0	0	34,33
5	66,63	13,31	7,34	2,19	1,52	0,82	0	7,43
6	8,85	74,06	0,74	0,30	0,05	0	0,97	13,30
7	83,12	8,26	2,73	2,31	0,20	0	0	2,21
8	21	7	4,23	62,7	0,12	0,06	0,5	0
9	8,76	2,9	77,06	1,54	0,63	1,19	0	0
10	39,46	23,62	21,33	1,68	0,79	0,34	1,25	10,98
11	17,03	4,73	2,45	37,36	2,81	0,21	0,15	33,49
12	0,98	1,25	0,18	96,24	1,35	0	0	0
13	10,8	0	0,25	13,2	75,6	0,15	0	0
14	1,2	0,15	0,15	25,87	52,3	0	0	20,33

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

Учебным планом курсовой проект/ курсовой работа не предусмотрены

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

Вопросы контрольных работ для текущего контроля в семестре

Раздел дисциплины – Гипсовые вяжущие вещества.

Вопросы:

1. При каких температурах происходят основные реакции дегидратации двуводного гипса?
2. Определение гипсовых вяжущих веществ.
3. Формула основного сырьевого минерала для производства гипсовых вяжущих веществ. Формулы гипсовых вяжущих веществ.
4. Реакция гидратации низкообжиговых гипсовых вяжущих веществ.
5. Основные строительно-технические свойства низкообжиговых гипсовых вяжущих веществ.
6. На какие группы по температуре тепловой обработки делятся гипсовые вяжущие вещества.
7. Теоретическая и действительная водопотребность низкообжиговых гипсовых вяжущих веществ.
8. Основные свойства и условия службы изделий из низкообжиговых гипсовых вяжущих веществ.
9. Особенности твердения низкообжиговых гипсовых вяжущих веществ.
10. Особенность затворения гипсовых вяжущих веществ.
11. Основные строительно-технические свойства высокообжиговых гипсовых вяжущих веществ.
12. В каких агрегатах тепловой обработки можно производить гипсовые вяжущие вещества? Преимущества и недостатки агрегатов.

13. Какова причина высокой пористости изделий из гипсовых вяжущих? Приемы, снижающие пористость и увеличивающие прочность изделий.

Раздел дисциплины – **Известковые вяжущие вещества.**

Вопросы:

1. Строительная воздушная известь – определение. Формула основного минерала сырьевой породы, формула продукта, формула гидрата.
2. Заполните таблицу «Название сырьевой породы и готового продукта в зависимости от вида и количества примесей в сырье для производства извести»
3. Гидравлический модуль: расчетная формула; что характеризует?
4. Реакция и условия диссоциации карбоната кальция.
5. Схема получения воздушной извести.
6. Виды воздушной извести.
7. Классификация шахтных печей для обжига извести по виду топлива и способу его сжигания.
8. Технологические зоны шахтной печи для обжига извести. Температурный режим.
9. Недожег, как брак при обжиге извести. Причины, влияние на качество продукта.
10. Пережег, как брак при обжиге извести. Причины, влияние на качество продукта.
11. Две стадии гидратации CaO.
12. Гидратное твердение извести.
13. Карбонатное твердение извести.
14. Гидросиликатное твердение извести.

Раздел дисциплины – **Расчет цементных сырьевых смесей**

Вопросы:

1. Какие данные необходимы для расчета состава цементной сырьевой смеси?
2. Какие величины и с какой целью задают для расчета цементных сырьевых смесей?
4. Варианты и формулы приведения к 100% состава сырьевых компонентов.
5. Как произвести пересчет содержания сырьевых компонентов из долей в проценты?
6. Как рассчитать оксидный состав сырьевой смеси по известному процентному содержанию сырьевых компонентов и их химическому составу?
7. Как рассчитать химический состав клинкера по известному составу сырьевой смеси?
8. Химический состав рядового портландцементного клинкера.
9. Фазовый состав рядового портландцементного клинкера.
10. Коэффициент насыщения и модульные характеристики портландцементного клинкера: расчетные формулы, оптимальные значения.

Тест на проверку остаточных знаний. Пример - один вариант из 20

ФИО	группа	
Вопрос	Варианты ответов	Правильный ответ
Вяжущие вещества это	неорганические порошкообразные материалы, обладающие вяжущими свойствами.	
	система порошок-затворитель, способная самопроизвольно образовывать конгломерат обладающий прочностью.	
	композиции на основе гетерогенных дисперсных систем типа твердое тело - жидкость, компоненты которой вступают в физико-химическое взаимо-	

	действие, образуя пластичную массу (тесто), превращающуюся в прочное тело – камень.	
Гидравлическая активность это	способность композиции порошок-затворитель вступать в гидратационное взаимодействие	
	способность твердого тела не вступать во взаимодействие с окружающей жидкостью	
	способность композиции порошок-затворитель образовывать твердый камень не растворимый в воде	
MgCO ₃ *CaCO ₃	сырье для производства каустического магнезита	
	сырье для производства каустического доломита	
	сырье для производства гидравлической извести	
Если в карбонатной кальциевой породе содержится более 25% глинистых примесей, она называется	мергелистый известняк	
	известняк (мел)	
	мергель	
При температуре обжига 1000 ⁰ С из CaCO ₃ получится	строительный гипс	
	известь-пушонка	
	известь-кипелка	
Температура обжига каустического доломита	до 400 ⁰ С	
	не выше 800 ⁰ С	
	1000-1100 ⁰ С	
Для получения изделий из магниезальных вяжущих в качестве затворителя используют раствор	MgCl ₂ *6H ₂ O	
	NaCl	
	MgSO ₄ *7H ₂ O	
Рассчитайте ППП Al ₂ O ₃		

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание физико-химических процессов и механизмов протекания химических реакций при термической обработке сырьевых материалов для получения вяжущих веществ требуемого качества и совершенствования технологического процесса.
	Знание химико-технологических характеристик сырьевых и альтернативных материалов для их эффективного применения в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.
	Знания методов исследования свойств сырьевых материалов, полуфабрикатов, готовой продукции и влияния физико-химических видов воздействия на их технологические и строительно-технологические характеристики.
Умения	Умения применять знания о влиянии состава и свойств вяжущих материалов на формирование продуктов гидратации для получения изделий из вяжущих веществ требуемого качества.
	Умения определять характеристики сырьевых природных и альтернативных материалов и эффективность их использования в процессе производства вяжущих веществ.
	Умения воздействовать на набор прочности цементного камня с помощью регулирования процессов формирования кристаллогидратов.
Навыки	Навыки прогнозирования качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.
	Навыки оптимизации применения сырьевых природных и альтернативных материалов в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.
	Навыки управления качеством продукции с помощью производственно-технологических процессов.

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

Промежуточная аттестация в форме зачёта

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание физико-химических процессов и механизмов протекания химических реакций при термической обработке сырьевых материалов для получения вяжущих веществ требуемого качества и совершенствования технологического процесса.	Не знает физико-химические процессы и механизмы протекания химических реакций при термической обработке сырьевых материалов для получения вяжущих веществ требуемого качества и совершенствования технологического процесса.	Знает физико-химические процессы и механизмы протекания химических реакций при термической обработке сырьевых материалов для получения вяжущих веществ требуемого качества и совершенствования технологического процесса.
Знание химико-технологических характеристик сырьевых и альтернативных материалов для их эффективного применения в технологическом процессе производства вя-	Знает химико-технологические характе-	Не знает химико-технологические характе-

жущих веществ и композиционных материалов.	ристики сырьевых и альтернативных материалов для их эффективного применения в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.	стики сырьевых и альтернативных материалов для их эффективного применения в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.
Знания методов исследования свойств сырьевых материалов, полуфабрикатов, готовой продукции и влияния физико-химических видов воздействия на их технологические и строительно-технологические характеристики.	Не знает методы исследования свойств сырьевых материалов, полуфабрикатов, готовой продукции и влияния физико-химических видов воздействия на их технологические и строительно-технологические характеристики.	Знает методы исследования свойств сырьевых материалов, полуфабрикатов, готовой продукции и влияния физико-химических видов воздействия на их технологические и строительно-технологические характеристики.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме, однако, возможно не усвоил всех его деталей
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы, но не все – полные
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности или с несущественными ее нарушениями
	Не иллюстрирует изложение поясняющими примерами либо приводит ошибочные примеры	Иллюстрирует изложение поясняющими примерами корректно и понятно либо с незначительными ошибками
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и по существу излагает знания, хотя возможны и некоторые неточности

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умения применять знания о влиянии состава и свойств вяжущих материалов на формирование продуктов гидратации для получения изделий из вяжущих веществ требуемого качества.	Не умеет применять знания о влиянии состава и свойств вяжущих материалов на формирование продуктов гидратации для получения изделий из вяжущих веществ требуемого качества.	На достаточно приемлемом уровне умеет применять знания о влиянии состава и свойств вяжущих материалов на формирование продуктов гидратации для получения изделий из вяжущих веществ требуемого качества.
Умения определять характеристики сырьевых природных и альтернативных материалов и эффективность их использования в процессе производства вяжущих веществ.	Не умеет определять характеристики сырьевых природных и альтернативных материалов и эффективность их использования в процессе производства вяжущих веществ.	Умеет на приемлемом уровне определять характеристики сырьевых природных и альтернативных материалов и эффективность их использования в процессе производства вяжущих веществ.
Умения воздействовать на набор прочности цементного камня с помощью регулирования	Не умеет воздействовать на набор прочности цементного камня путём	Умеет выбрать принцип воздействия на набор прочности цементного камня регулиро-

процессов формирования кристаллогидратов.	регулирования процессов формирования кристаллогидратов.	ванием процессов формирования кристаллогидратов.
---	---	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Навыки прогнозирования качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.	Не владеет навыками прогнозирования качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.	В полной мере владеет навыками прогнозирования качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.
Навыки оптимизации применения сырьевых природных и альтернативных материалов в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.	Не владеет навыками оптимизации применения сырьевых природных и альтернативных материалов в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.	В полной мере владеет навыками оптимизации применения сырьевых природных и альтернативных материалов в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.
Навыки управления качеством продукции с помощью производственно-технологических процессов.	Не владеет навыками управления качеством продукции с помощью производственно-технологических процессов.	В полной мере владеет навыками управления качеством продукции с помощью производственно-технологических процессов.

Промежуточная аттестация в форме экзамена

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание физико-химических процессов и механизмов протекания химических реакций при термической обработке сырьевых материалов для получения вяжущих веществ требуемого качества и совершенствования технологического процесса.	Не знает физико-химические процессы и механизмы протекания химических реакций при термической обработке сырьевых материалов для получения вяжущих веществ требуемого качества и совершенствования технологического процесса.	Знает основные физико-химические процессы и механизмы протекания химических реакций при термической обработке сырьевых материалов для получения вяжущих веществ требуемого качества и совершенствования технологического процесса, но допускает неточность формулировок.	Знает физико-химические процессы и механизмы протекания химических реакций при термической обработке сырьевых материалов для получения вяжущих веществ требуемого качества и совершенствования технологического процесса.	Знает физико-химические процессы и механизмы протекания химических реакций при термической обработке сырьевых материалов для получения вяжущих веществ требуемого качества и совершенствования технологического процесса и может самостоятельно и грамотно выбрать технологическое решение.
Знание химико-технологических характеристик сырьевых и альтернативных материалов для их эффективного применения в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.	Не знает химико-технологические характеристики сырьевых и альтернативных материалов для их эффективного применения в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.	Знает основные химико-технологические характеристики сырьевых и альтернативных материалов для их эффективного применения в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов, но допускает неточность формулировок.	Знает химико-технологические характеристики сырьевых и альтернативных материалов для их эффективного применения в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.	Знает основные химико-технологические характеристики сырьевых и альтернативных материалов для их эффективного применения в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов и может самостоятельно и грамотно выбрать технологическое решение
Знания методов исследования свойств сырьевых материалов, полуфабрикатов, готовой продукции и влияния физико-химических видов воздействия на их технологические и строительно-технологические характеристики.	Не знает методы исследования свойств сырьевых материалов, полуфабрикатов, готовой продукции и влияния физико-химических видов воздействия на их технологические и строительно-технологические характеристики.	Знает основные методы исследования свойств сырьевых материалов, полуфабрикатов, готовой продукции и влияния физико-химических видов воздействия на их технологические и строительно-технологические характеристики, но допускает неточности в выборе технологических решений.	Знает методы исследования свойств сырьевых материалов, полуфабрикатов, готовой продукции и влияния физико-химических видов воздействия на их технологические и строительно-технологические характеристики	Знает методы исследования свойств сырьевых материалов, полуфабрикатов, готовой продукции и влияния физико-химических видов воздействия на их технологические и строительно-технологические характеристики, может самостоятельно и грамотно выбрать технологическое решение
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 зна-

				ниями
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 реакциями, схемами и примерами	Записывает поясняющие реакции и схемы с ошибками	Записывает поясняющие реакции и схемы корректно и понятно	Записывает поясняющие реакции и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умения применять знания о влиянии состава и свойств вяжущих материалов на формирование продуктов гидратации для получения изделий из вяжущих веществ требуемого качества.	Не умеет применять знания о влиянии состава и свойств вяжущих материалов на формирование продуктов гидратации для получения изделий из вяжущих веществ требуемого качества.	Умеет применять знания о влиянии состава и свойств вяжущих материалов на формирование продуктов гидратации для получения изделий из вяжущих веществ требуемого качества, допуская неточности.	Умеет применять знания о влиянии состава и свойств вяжущих материалов на формирование продуктов гидратации для получения изделий из вяжущих веществ требуемого качества.	Умеет применять знания о влиянии состава и свойств вяжущих материалов на формирование продуктов гидратации для получения изделий из вяжущих веществ требуемого качества, самостоятельно выбирает состав вяжущего материала и условия формирования продуктов гидратации для получения изделий с необходимыми свойствами.
Умения определять характеристики сырьевых природных и альтернативных материалов и эффективность их использования в процессе производства вяжущих веществ.	Не умеет определять характеристики сырьевых природных и альтернативных материалов и эффективность их использования в процессе производства вяжущих веществ.	Умеет определять основные характеристики сырьевых природных и альтернативных материалов для производства вяжущих веществ.	Умеет определять характеристики сырьевых природных и альтернативных материалов и эффективность их использования в процессе производства вяжущих веществ.	Умеет определять характеристики сырьевых природных и альтернативных материалов и эффективность их использования в процессе производства вяжущих веществ; самостоятельно прослеживает взаимосвязь между свойствами сырья и готовой продукции.
Умения воздействовать на набор	Не умеет воздействовать на набор проч-	Умеет воздействовать на набор	Умеет воздействовать на набор проч-	Умеет воздействовать на набор проч-

прочности цементного камня с помощью регулирования процессов формирования кристаллогидратов.	ности цементного камня путём регулирования процессов формирования кристаллогидратов.	прочности цементного камня путём регулирования процессов гидратации, без обоснования взаимосвязи между условиями гидратации и свойствами изделий.	ности цементного камня путём регулирования процессов формирования кристаллогидратов.	ности цементного камня путём регулирования процессов формирования кристаллогидратов, самостоятельно обосновывает взаимосвязи между условиями гидратации и свойствами изделий.
--	--	---	--	---

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки прогнозирования качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.	Не владеет навыками прогнозирования качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.	Владеет навыками прогнозирования основных качеств продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов, без обоснования взаимосвязи и оптимизации.	Владеет навыками прогнозирования основных качеств продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов	Владеет навыками прогнозирования качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов, способен самостоятельно выбрать оптимальное технологическое решения, обеспечивающее необходимое качество.
Навыки оптимизации применения сырьевых природных и альтернативных материалов в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.	Не владеет навыками оптимизации применения сырьевых природных и альтернативных материалов в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.	Владеет навыками применения сырьевых природных и альтернативных материалов в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов без уверенного обоснования выбора оптимального сырьевого материала.	Владеет навыками оптимизации применения сырьевых природных и альтернативных материалов в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов.	Владеет навыками оптимизации применения сырьевых природных и альтернативных материалов в технологическом процессе производства вяжущих веществ и композиционных материалов, способен самостоятельно выбрать оптимальный сырьевой компонент.
Навыки управления качеством продукции с помощью производственно-технологических процессов.	Не владеет навыками управления качеством продукции с помощью производственно-технологических процессов.	Владеет навыками управления качеством продукции с помощью производственно-технологических процессов, без обоснования технологического воздействия на качество продукции.	Владеет навыками управления качеством продукции с помощью производственно-технологических процессов.	Владеет навыками управления качеством продукции с помощью производственно-технологических процессов, способен самостоятельно обосновать выбор технологического воздействия.

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.	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (аудитории: УК2 103, 212)	Лекционные занятия – аудитории, оснащённые доской, специализированной мебелью, мультимедийным комплексом с предустановленным лицензионным программным обеспечением: Microsoft Office 2013 (№31401445414), Microsoft Windows 7 (№63-14к), Kaspersky Endpoint Security 10 (№17E0170707130320867250).
2.	Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (аудитории: УК2 106, 109, 110)	<p>Лабораторные занятия проводятся в специализированных учебных и научно-исследовательских лабораториях.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Лаборатория обжига и физико-механических испытаний, 109 УК2, оснащенная оборудованием: электропечь Thermoceramics; электропечь камерная СНОЛ - 2 шт; электрошкаф сушильный СНОЛ - 2 шт; вакуумсушильный шкаф ГЗВ; прессовое оборудование. - Лаборатория микроскопических исследований, 106 УК2, оснащенная оборудованием: Микроскоп Carl Zeiss Jena NU2; система пропобоподготовки Minitom; микроскоп стереоскопический МБС-10; поляризационно-интерференционный микроскоп BIOLAR PI. - Помольное отделение, подвальное помещение под 109 УК2, оснащенное оборудованием: прибор для определения тонкости помола цемента СММ; механическое сито; щековая дробилка; мельница 2-х камерная МБЛ. - Лаборатория химических анализов, 110 УК2, оснащенная оборудованием: установка по изучению свойств воздушной строительной извести; установка по определению содержания свободной извести в клинкере; интерференционно-поляризационный микроскоп МРІ 5; поляризационный микроскоп МИН-8; электропечь камерная СНОЛ.
3.	учебные аудитории для самостоятельной работы (аудитория УК2 – 119а, 212)	Самостоятельная работа студентов обеспечивается научной, учебной, учебно-методической литературой в библиотеке кафедры ТЦКМ УК2 -119а, научно-технической библиотеке БГТУ им. В.Г. Шухова, оборудованной специализирован-

		<p>ной мебелью, с предоставлением рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами, подключенными к сети Интернет и имеющих доступ к электронной информационно-образовательной среде университета.</p> <p>В аудитории УК2 212, оборудованной специализированной мебелью, оснащённой 12 компьютерами с предустановленным лицензионным программным обеспечением: Microsoft Office 2013 (№31401445414), Microsoft Windows 7 (№63-14к), Kaspersky Endpoint Security 10 (№17E0170707130320867250) и специализированным программным обеспечением:</p> <p>Difwin – программа для обработки результатов рентгенофазового анализа;</p> <p>Seavch-Match – программа для расшифровки рентгенофазового анализа;</p> <p>ToniCal Trio – программа для обработки результатов калориметрического анализа;</p> <p>Sihcta, ROCS – программы для расчета цементных сырьевых смесей.</p>
--	--	--

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

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. **Классен, В. К.** Технология и оптимизация производства цемента [Электронный ресурс] : краткий курс лекций : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. Хим. технология / В. К. Классен ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2021. - 308 с. - ISBN 978-5-361-00167-5 Э.Р. N 2277

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015013113471375400000659695>

2. **Классен, В. К.** Техногенные материалы в производстве цемента [Электронный ресурс] : монография / В. К. Классен, И. Н. Борисов, В. Е. Мануйлов ; под общ. ред. В. К. Классена. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. - Э.Р. N 2347

3. **Потапова, Е. Н.** История вяжущих материалов : учебное пособие / Е. Н. Потапова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-2969-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169195> (дата обращения: 13.12.2021).

4. **Классен, В. К.** Обжиг цементного клинкера / В. К. Классен. - Красноярск : Стройиздат, 1994. - 323 с. - ISBN 5-274-01542- 5

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017022716365631100000654525>

5. **Лугинина И.Г.** Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2004. Ч. 1– 240 с.; Ч. 2– 198с.

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016121714551124000000656765>

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016121714002558900000654627>

6. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов.-М.:Высш.школа, 1980.-472 с.

7. Тейлор Х. Химия цемента / Пер. с англ. – М.: Мир, 1996. – 560 с.

8. Отраслевые отечественные и зарубежные журналы «Цемент и его применение», «Техника и технология силикатных материалов», «Строительные материалы». «ZEMENT - KALK – GIPS», «ZEMENT International».

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

1. Сборники и базы нормативных и технических документов

www.snip.ru <http://www.tmv.ru/help/help-tsement.html>

<http://docs.cntd.ru/>

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.