

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

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ

направление подготовки:
18.03.01 Химическая технология

Направленность программы:
Химическая технологии вяжущих и композиционных материалов

Квалификация

бакалавр :

Форма обучения

очная

Институт: Химико-технологический

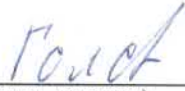
Кафедра: Технологии цемента и композиционных материалов

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

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

Составитель: к.т.н., доцент


(ученая степень и звание, подпись)

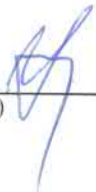
Т. Е. Головизнина

(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


(ученая степень и звание, подпись)

И. Н. Борисов


(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель

к.т.н., доцент


(ученая степень и звание, подпись)

Л. А. Порожнюк

(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
ПК-1Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции	ПК-1.1. Проводит поиск, обработку и анализ специализированной литературы и внедрения полученных знаний в технологический процесс производства цемента	Знания: данных из специализированной литературы о химических реакциях и процессах, протекающих с сырьевыми материалами при получении вяжущих веществ путём термической обработки. Умения: проводить поиск данных в специализированной литературе и открытых информационных источниках, анализировать и применять знания для получения вяжущих веществ требуемого качества. Навыки: повышения качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1 Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых 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	Сырьевые материалы в производстве вяжущих
2	Минералогия и кристаллография
3	Физическая химия силикатов
4	Химическая технология вяжущих материалов
5	Основы научных исследований
6	Методы физико-химических исследований вяжущих и композиционных материалов
7	Проектное обучение
8	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
9	Научно-исследовательская работа
10	Оптимизация технологических процессов производства цемента
11	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации экзамен, зачёт

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	252
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:	141	141
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	87	87
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 5

№ 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			3
1. Воздушные вяжущие вещества					
	Гипсовые вяжущие материалы. Процессы, протекающие при термической обработке природного гипсового камня. Условия образования и модификаций гипсовых вяжущих материалов. Высокообжиговый гипс. Теории твердения гипсовых вяжущих. Строительно-технические свойства гипсовых вяжущих материалов. Управление свойствами гипсовых вяжущих. 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	19
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.	18			11

	<p>Определения портландцемент, портландцементный клинкер. Характеристика состава клинкера: химическая, модульная, фазовая.</p> <p>Клинкерные минералы, их модификации, условия стабильного существования фаз.</p>				
3. Химическая технология производства цемента					
	<p>Химические процессы, происходящие во вращающейся цементной печи. Кислотно-основное взаимодействие. Твердофазовые реакции. Химические и физические процессы, происходящие во вращающейся печи с участием жидкой фазы (расплава). Влияние примесей на процесс обжига, состав и качество клинкера.</p> <p>Факторы интенсификации и оптимизации химико-технологических процессов производства и качества гидравлических вяжущих материалов.</p> <p>Энерго-ресурсосбережение в производстве цемента.</p>	20		12	25
4. Гидратация цемента и твердение цементного камня					
	<p>Гидратация и твердение клинкерных минералов. Гидратация портландцемента. Роль добавки гипса при гидратации цемента. Влияние тонкости помола, водоцементного отношения, условий твердения и добавок на свойства цементного камня.</p>	6		4	11
5. Управление свойствами вяжущих материалов. Потенциал энерго- ресурсосбережения при производстве вяжущих материалов.					
	<p>Значимость каждого передела производства клинкера и цемента для управления качеством продукции. Механическая, термическая и химическая интенсификация процессов клинкерообразования. Управление качеством клинкера с помощью модификаторов и интенсификаторов. Взаимное влияние примесных компонентов. Технологические приемы, управляющие качеством клинкера.</p> <p>Возможности использования промышленных и бытовых техногенных отходов в производстве вяжущих материалов в качестве сырьевых компонентов и альтернативного топлива.</p>	6		6	13
6.	Композиционные и специальные цементы				
	<p>Использование техногенных отходов в производстве вяжущих материалов. Особенности производства и твердения цементов с активными минеральными добавками. Шлакопортландцемент, пуццолановый цемент.</p> <p>Специальные (нормированные) цементы – быстротвердеющие, дорожные, тампонажные, сульфатостойкие, для производства асбестоцементных изделий.</p> <p>Алюминатные и сульфоалюминатные цементы.</p> <p>Расширяющиеся и напрягающиеся цементы и композиции.</p>	6			5
ВСЕГО					
		68		34	87

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические (семинарские) занятия не предусмотрены учебным планом.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 5				
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
ВСЕГО:			34	34

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом предусмотрено расчетно-графическое задание.

В процессе выполнения расчетно-графического задания осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Тема расчетно-графического задания:

«Энерго-ресурсосбережение в химической технологии вяжущих материалов».

Выполнение задания по дисциплине проводится с целью:

- формирования умений проводить поиск, обработку и анализ специализированной научно-технической и информации из открытых источников данных, справочной и нормативно-технической литературы и документации и внедрения полученных знаний в технологический процесс производства цемента;
- развития навыков и умений анализа химического и минералогического состава сырьевых компонентов и их влияния на качество получаемых вяжущих материалов;
- систематизации, закрепления и применения теоретических знаний, полученных при изучении курса;

- совершенствования приемов минимизации сырьевых и топливно-энергетических затрат при производстве вяжущих материалов.

При выполнении расчетно-графического задания студенты изучают требования, предъявляемые к качеству сырья и готовой продукции, состав и основные свойства минеральных вяжущих материалов, химические процессы, протекающие при получении и гидратации минеральных вяжущих материалов и пользуются технической, справочной, учебно-методической и научной литературой, государственными и отраслевыми стандартами (ГОСТ и ОСТ), техническими условиями (ТУ), знакомятся с правилами оформления пояснительной записки.

Расчётно-графическое задание выполняется в виде пояснительной записки объемом до 40 страниц.

Содержание расчетно-графического задания

Номер и содержание раздела пояснительной записки	Объем раздела, стр.
Введение	1-3
1. Определение вида сырьевого материала	1-3
2. Обоснование вида вяжущего вещества По химическому составу заданного сырьевого материала обосновать вид вяжущего вещества, которое можно изготовить из предложенного сырья.	до 7
3. Разработка отдельных разделов технологического регламента производства 3.1 Общая характеристика производства. 3.2 Описание характеристик материалов, сырья, реагентов, полуфабрикатов. 3.3. Описание технологического процесса и технологической схемы производства. Разработать и описать принципиальную технологическую схему производства вяжущего материала с указанием основных параметров производства. Перечислить и кратко описать основные: - стадии изготовления вяжущего материала, - агрегаты и оборудование для процесса производства вяжущего материала.	до 20
4. Процессы и реакции синтеза вяжущего вещества Описать процессы и реакции, происходящие в агрегате тепловой обработки при синтезе вяжущего материала. Рассчитать химический и минералогический состав вяжущего вещества, который можно получить из рассматриваемого сырья.	до 5
5. Свойства и область применения На основе рассчитанного химического и минералогического составов описать строительно-технические свойства и область применения вяжущего материала.	1-2
6. Выводы по работе	1-2
Список использованной литературы	

Перечень типовых вариантов для выполнения РГЗ

Химический состав сырьевых материалов

Вариант	Химический состав, масс. %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	ппп
1	20,46	4,95	2,05	38,51	0,88	0,21	1,43	31,49
2	46,89	26,34	8,15	12,36	4,90	0,95	0,00	0,41
3	29,9	3,71	4,01	54,85	1,47	0,37	0,8	3,25
4	38,88	7,43	0,8	42,87	8,7	0,8	0,52	0
5	0,23	0,32	0,35	36,09	0,01	51,24	0,08+*1,44 P ₂ O ₅	10,24
6	0,02	0,02	0,02	13,42	0	7,99	48,55	23,76
7	38,72	7,04	0,43	46,90	5,83	0,22	0,86	0
8	23,86	5,80	19,21	45,43	-	-	-	5,70
9	8,85	74,06	0,74	0,30	0,05	0	0,97	13,3
10	43,81	12,27	6,4	20,07	4,98	0,64	0	11,83
11	0,64	0	0,31	4,49	60,59	0	0	31,37
12	58,54	21,65	9,74	2,12	0,46	1,17	2,77	1,2
13	0,58	0	0,25	5,2	42,3	0	0	51,8

Защита РГЗ является особой формой контроля, помогает студенту получить навык публичной презентации научиться систематизировать информацию. Защита носит публичный характер и производится при непосредственном участии руководителя работы и в присутствии студентов учебной группы. Защита состоит из доклада студента по выполненной работе продолжительностью 5...10 минут. Доклад иллюстрируется презентацией.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-1 Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых 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-1.1. Проводит поиск, обработку и анализ специализированной литературы и внедрение полученных знаний в технологический процесс производства цемента.	<i>Экзамен, зачет, выполнение и защита РГЗ, защита лабораторных работ, контрольные работы, тестовый контроль</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)
Компетенция ПК-1 <u>Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции.</u>		
	Вводное занятие	1. Определение понятий вяжущие вещества и вяжущие свойства. 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 двуводного гипса. 4. Классификация гипсовых вяжущих. Производство строительного (низкообжигового) гипса. Пример технологической схемы производства строительного гипса. 5. Твердение строительного гипса. Три классических периода гидратации гипсовых вяжущих. 6. Строительно-технические свойства строительного (низкообжигового) гипса. Особенности затворения и твердения гипсовых вяжущих материалов. 7. Классификация гипсовых вяжущих. Высокообжиговый гипс. Получение, свойства, применение. 8. Каустический магнезит. Сырье, реакция и условия синтеза, свойства, применение, затворители магнезиальных вяжущих веществ.

		<p>9. Каустический доломит. Сырье, реакция и условия синтеза, свойства, применение, затворители магниезальных вяжущих веществ.</p> <p>10. Виды извести и области применения. Процессы, протекающие при термической обработке карбоната кальция.</p> <p>11. Влияние вида и количества примесей в карбонатной породе на вид и свойства продукта обжига. Оценка области применения карбонатного сырья по гидравлическому модулю.</p> <p>12. Влияние природных свойств, химического и фракционного состава сырья и режима обжига на качество воздушной извести. Виды брака при обжиге воздушной извести.</p> <p>13. Гашение извести – химическая реакция, процессы, сопровождающие реакцию гашения извести.</p> <p>14. Три вида твердения воздушной извести – реакции и условия их протекания.</p> <p>15. Гидросиликатное твердение извести. Реакция твердения. Понятие основности гидросиликатов кальция. Две функции оксида кремния в изделиях, полученных в результате гидросиликатного твердения извести.</p>
2	Гидравлические вяжущие вещества	<p>16. Гидравлическая известь. Сырье, условия синтеза, состав, свойства, применение.</p> <p>17. Романцемент. Сырье, условия синтеза, 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. Содержание фаз в клинкере. Влияние каждой фазы на свойства цемента.</p> <p>22. C_3S (фаза алит). Состав, условия синтеза. Влияние алита на строительно-технические свойства портландцемента.</p> <p>23. C_2S (фаза белит). Состав, полиморфные модификации, условия синтеза. Влияние белита на строительно-технические свойства портландцемента.</p> <p>24. Алюминатная и алюмоферритная фазы клинкера. Состав, условия синтеза. Влияние промежуточной фазы на синтез клинкера и строительно-технические свойства портландцемента.</p> <p>25. Способы приготовления цементной сырьевой смеси, сравнительные преимущества, недостатки и технико-экономические показатели.</p> <p>26. Задачи и способы корректирования и гомогенизации состава портландцементной сырьевой смеси.</p> <p>27. Температура материалов и газов по длине вращающейся печи при мокром способе производства.</p> <p>29. Изменение химического и фазового состава материала в процессе синтеза портландцементного клинкера (по длине вращающейся печи).</p> <p>30. Процессы, протекающие при обжиге цементной сырьевой смеси без участия клинкерного расплава. Реакции в твердом состо-</p>

		<p>янии.</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>
4	Гидратация цемента и твердение цементного камня	<p>33. Реакции гидратации минералов-силикатов: C_3S и C_2S.</p> <p>34. Реакции гидратации минералов-плавней: C_3A и C_4AF. Роль гипса при гидратации цемента.</p> <p>35. Гидратация портландцемента. Особенности совместной гидратации клинкерных фаз.</p> <p>36. Периоды гидратации портландцемента.</p>
5	Управление свойствами вяжущих материалов. Потенциал энерго-ресурсосбережения при производстве вяжущих материалов.	<p>37. Влияние технологических факторов: химического состава сырьевой смеси, дисперсности сырьевых компонентов, режима обжига на процессы синтеза портландцементного клинкера</p> <p>38. Управление свойствами цементного камня. Влияние: фазового состава, дисперсности цемента, температуры формирования и эксплуатации, добавок, В/Ц на качество и свойства изделий.</p> <p>39. Специальные цементы. Особенности составов и способы управления свойствами.</p> <p>40. Виды и причины коррозии цементного камня. Методы борьбы с коррозией.</p> <p>2. Потенциал энергоресурсосбережения при производстве вяжущих материалов.</p>
6	Композиционные и специальные цементы	<p>41. Активные минеральные добавки в портландцементе, их классификация. Реакции пуццоланового типа твердения.</p> <p>42. Активные минеральные добавки в портландцементе, их классификация. Особенности состава, гидратации и твердения шлакопортландцемента. Модули основности и активности шлака.</p> <p>43. Алюминатный цемент. Состав, основные минералы, особенности синтеза. Строительно-технические свойства алюминатного (глиноземистого) цемента.</p> <p>43. Сульфоалюминатный цемент. Состав, основные минералы, особенности синтеза. Строительно-технические свойства сульфоалюминатного цемента.</p> <p>44. Расширяющиеся и напрягающие цементы. Реакции, вызывающие расширение цементного камня, управление этим процессом.</p> <p>39. Специальные цементы. Особенности составов и способы управления свойствами.</p>

Типовые задачи для экзамена

Компетенция ПК-1 Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции.

- 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

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

Лабораторные работы. После проверки правильности выполнения и оформления отчёта проводится устная защита лабораторных работ. Каждый студент отвечает на контрольные вопросы, делает выводы по полученным результатам, анализирует их и дает оценку качества сырья или продукта и технологические рекомендации по ведению процесса.

Контрольные работы выполняются после завершения изучения подразделов дисциплины, с целью: установить уровень усвоения материала, выявить необходимость дополнительных разъяснений, выдать индивидуальные рекомендации студентам.

Тестовое задание выдаётся на контроль остаточных знаний после завершения изучения второго раздела дисциплины с целью определить достаточность базы знаний студентов для дальнейшего изучения дисциплины.

Вопросы контрольных работ для текущего контроля в семестре

<p>Компетенция ПК-1Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции.</p>

Раздел дисциплины – Воздушные вяжущие вещества. 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 – Воздушные вяжущие вещества. Известковые вяжущие вещества.

Задание:

1. Заполните пустые ячейки таблицы *

Содержание примесей, %	Название породы	Получаемый продукт
Глинистые примеси		
< 6% ($m > 9$)	известняк, мел	воздушная известь
от 6 до 20% ($m = 1,7 - 9$)	мергелистый известняк	гидравлическая известь
> 25% ($m < 1,7$)	мергель	романцемент
Примесь $MgCO_3$		
до 5	известняк	маломагнезиальная воздушная известь
5-20	доломитизированный известняк	магнезиальная известь
25-45	доломит	доломитовая известь, каустический доломит

*В контрольной работе из таблицы удаляется текст – по одной ячейке из каждой строки.

Студент заполняет пустые ячейки.

Компетенция ПК-1 Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции.

Вопросы:

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

12. Карбонатное твердение извести.
13. Гидросиликатное твердение извести.

Компетенция ПК-1 Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции.

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 взаимодействие, 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 магнезиальных вяжущих в качестве затворителя используют раствор	MgCl ₂ *6H ₂ O	
	NaCl	
	MgSO ₄ *7H ₂ O	
Рассчитайте ППП Al ₂ O ₃		

Раздел дисциплины - Химическая технология производства цемента.

Контрольная задача.

Рассчитать количество расплава, которое образуется при обжиге сырьевой смеси заданного со-

става, масс %, при температурах 1350 и 1450 °С. Дать технологические рекомендации.
Состав сырьевой смеси, масс%.*

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	R ₂ O	SO ₃	ППП
14,02	3,47	2,89	42,85	0,78	0,28	0,60	35,10

*Пример состава, задается индивидуально каждому студенту.

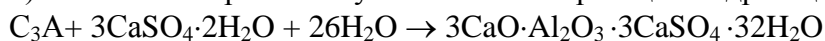
Раздел дисциплины - Гидратация цемента и твердение цементного камня.

Контрольная задача.

Рассчитать необходимое количество добавки гипсового камня к клинкеру по содержанию: С₃А в клинкере – XX% (задаётся индивидуальное значение); SO₃ в гипсовом камне – XXX% (задаётся индивидуальное значение).

Расчёт провести

1) по стехиометрическому соотношению реакции гидратации



2) по эмпирической формуле, приняв содержание

Na₂O = 0,3%; K₂O = 0,4%.

Сравнить полученные результаты, сделать вывод.

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
Компетенция ПК-1Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции. ПК-1.1	
Знания	Знание данных из специализированной литературы о химических реакциях и процессах, протекающих с сырьевыми материалами при получении вяжущих веществ путём термической обработки.
Умения	Умения проводить поиск данных в специализированной литературе и открытых информационных источниках, анализировать и применять знания для получения вяжущих веществ требуемого качества.
Навыки	Навыки повышения качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.

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

Промежуточная аттестация в форме зачёта

Компетенция ПК-1Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые ре-

зультаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание данных из специализированной литературы о химических реакциях и процессах, протекающих с сырьевыми материалами при получении вяжущих веществ путём термической обработки.	Не знает химических реакций и процессов, протекающих с сырьевыми материалами при получении вяжущих веществ путём термической обработки.	Знает химические реакции и процессы, протекающие с сырьевыми материалами при получении вяжущих веществ путём термической обработки.
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 возможно 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 проводить поиск данных в специализированной литературе и открытых информационных источниках, анализировать и применять знания для получения вяжущих веществ требуемого качества.	Не умеет проводить поиск данных в специализированной литературе и открытых информационных источниках, анализировать и применять знания для получения вяжущих веществ требуемого качества.	Умеет проводить поиск данных в специализированной литературе и открытых информационных источниках, анализировать и применять знания для получения вяжущих веществ требуемого качества.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Навыки повышения качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.	Не владеет навыками повышения качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.	Владеет навыками повышения качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.

Промежуточная аттестация в форме экзамена

Компетенция ПК-1 Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание данных из специализированной литературы о химических реакциях и процессах, протекающих с сырьевыми материалами при получении вяжущих веществ путём термической обработки.	Не знает химических реакций и процессов, протекающих с сырьевыми материалами при получении вяжущих веществ путём термической обработки.	Знает основные химические реакции и процессы, протекающие с сырьевыми материалами при получении вяжущих веществ путём термической обработки, но допускает неточность формулировок.	Знает химические реакции и процессы, протекающие с сырьевыми материалами при получении вяжущих веществ путём термической обработки	Знает химические реакции и процессы, протекающие с сырьевыми материалами при получении вяжущих веществ путём термической обработки, может самостоятельно и грамотно выбрать технологическое решение.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими 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
Умение проводить поиск данных в специализированной литературе и открытых информационных источниках, анализировать и применять знания для получения вяжущих веществ требуемого качества.	Не умеет проводить поиск данных в специализированной литературе и открытых информационных источниках, анализировать и применять знания для получения вяжущих веществ требуемого качества.	Умеет проводить поиск данных в специализированной литературе и открытых информационных источниках, анализировать и применять знания для получения вяжущих веществ требуемого качества, допуская неточности.	Умеет проводить поиск данных в специализированной литературе и открытых информационных источниках, анализировать и применять знания для получения вяжущих веществ требуемого качества.	Умеет проводить поиск данных в специализированной литературе и открытых информационных источниках, анализировать и применять знания для получения вяжущих веществ требуемого качества, самостоятельно выбирает состав вяжущего материала и условия для получения изделий с необходимыми свойствами.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки повышения качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.	Не владеет навыками повышения качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.	Владеет навыками повышения качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов без обоснования взаимосвязи между качеством продукции и технологическими решениями.	Владеет навыками повышения качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов.	Владеет навыками повышения качества продукции и совершенствования технологического процесса получения вяжущих материалов., способен самостоятельно выбрать оптимальное технологическое решения, обеспечивающее необходимое качество.
Может установить взаимосвязь между технологическими параметрами и качеством строительных вяжущих материалов.	Не может определить связь параметров производства с качеством строительных вяжущих материалов.	Может связать отдельные параметры производства с показателями качества строительных вяжущих материалов.	Определяет взаимосвязь между технологическими параметрами и качеством вяжущего материала.	Определяет взаимосвязь между технологическими параметрами и качеством вяжущего материала и может, изменяя параметры управлять качеством.

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.	Специализированная мебель, мультимедийный комплекс с предустановленным лицензионным программным обеспечением.
2.	Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	<ul style="list-style-type: none"> - Лаборатория обжига и физико-механических испытаний, оснащенная оборудованием: электропечь Thermoceramics; электропечь камерная СНОЛ - 2 шт; электрошкаф сушильный СНОЛ - 2 шт; вакуумсушильный шкаф ГЗВ; прессовое оборудование. - Лаборатория микроскопических исследований, оснащенная оборудованием: Микроскоп Carl Zeiss Jena NU2; система пробоподготовки Minitom; микроскоп стереоскопический МБС-10; поляризационно-интерференционный микроскоп BIOLAR PI. - Помольное отделение, оснащенное оборудованием: прибор для определения тонкости помола цемента СММ; механическое сито; щековая дробилка; мельница 2-х камерная МБЛ. - Лаборатория химических анализов, 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	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633.

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
	Plus 2016	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 [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.tmvt.ru/help/help-tsement.html>

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

2. Электронный читальный зал

<https://elib.bstu.ru/>

<https://elibrary.ru>

<http://ntb.bstu.ru/>