

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

**СОГЛАСОВАНО**  
Директор института заочного обучения  
М. Н. Нестеров  
« 16 » 04 2015 г.

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор института строительного  
материаловедения и техносферной  
безопасности  
В.И. Павлинко  
« 16 » апреля 2015

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ 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

заочная

**Институт:** Строительного материаловедения и техносферной безопасности

**Кафедра:** Технологии цемента и композиционных материалов

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень бакалавриата), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г., № 227.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель : к.т.н., доц. Головизнина Т. Е.      Головизнина Т. Е.  
(ученая степень и звание, подпись)      (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Технологии цемента и композиционных материалов  
(наименование кафедры)

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

« 14 » апреля 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » апреля 2015 г., протокол № 10

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » апреля 2015 г., протокол № 8

Председатель (Л. А. Порожнюк)  
(ученая степень и звание, подпись)      (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-1	Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основные требования регламента промышленных технологических процессов производства вяжущих материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> понимать и анализировать показания промышленных средств контроля производства вяжущих материалов.</p> <p><b>Владеть:</b> знаниями о контролируемых параметрах качества технологического процесса производства вяжущих материалов.</p>
2	ПК-2	Способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основные технологические параметры производства вяжущих и композиционных материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать и выявлять составляющие производственно-технологического процесса, требующие или позволяющие совершенствовать производство.</p> <p><b>Владеть:</b> приемами минимизации топливно-энергетических затрат и воздействия на окружающую среду производства вяжущих и композиционных материалов.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Физико-химические свойства сырьевых материалов и техногенных продуктов
2	Общая химическая технология
3	Физическая химия силикатов

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Технология производства цемента
2	Научно-исследовательская работа
3	Энергосбережение в производстве цемента

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	252
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	26	26
лекции	16	16
лабораторные	10	10
практические		
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	226	226
Курсовой проект		
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	154	154
Форма промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен

# 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
Вводное занятие (Установочное)					
	История возникновения и производства композиционных материалов на основе вяжущих веществ. Классификация вяжущих материалов. Основные признаки вяжущих веществ. Понятия: композиционные материалы (композиты), армирующие элементы, матрица. Классификация композиционных материалов, их преимущества, недостатки и особенности композитов на основе вяжущих материалов.	2			10
1. Воздушные вяжущие вещества и композиционные материалы на их основе.					
	Процессы, протекающие при термической обработке гипса. Условия образования, свойства модификаций гипса. Теории твердения гипсовых вяжущих. Ускорители и замедлители твердения. Использование гипсовых вяжущих для создания многокомпонентных композиционных материалов. Известковые вяжущие. Строительная известь. Условия диссоциации $\text{CaCO}_3$ , состав и свойства извести, недожог и пережог извести, особенности гидратации и твердения. Известково-кремниземистые композиционные вяжущие, состав и свойства известково-кремниземистых вяжущих. Гидротермальные условия синтеза прочности и регулирования свойств известково-кремниземистых изделий. Известь в составе композиционных материалов. Сырье для производства, два вида, основные реакции и условия синтеза магнезиальных вяжущих. Особенности твердения и затворители для магнезиальных вяжущих веществ. Свойства и применение магнезиальных вяжущих. Уникальная способность магнезиальных вяжущих служить матрицей в композиционных материалах.	2		2	24
2. Гидравлические вяжущие вещества и композиционные материалы на их основе.					
	Портландцемент. Общая характеристика состава. Определения портландцемент, портландцементный клинкер. Характеристика состава клинкера: химическая, модульная, фазовая.	4		2	36

	Клинкерные минералы, их модификации, условия стабильного существования фаз.				
3. Химическая технология производства цемента					
	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.	2		4	36
4. Гидратация цемента и твердение цементного камня и композиций на его основе					
	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 и композитов.	2		2	24
5. Потенциал энерго- ресурсосбережения при производстве композиционных материалов на основе вяжущих веществ.					
	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. Возможности использования промышленных и бытовых техногенных отходов в производстве вяжущих материалов в качестве сырьевых компонентов и альтернативного топлива.	2			12
6. Композиты с использованием вяжущих материалов					
	Особенности производства и твердения цементов с активными минеральными добавками. Шлакопортландцемент, пуццолановый цемент. Специальные (нормированные) цементы – быстротвердеющие, дорожные, тампонажные, сульфатостойкие, для производства асбестоцементных изделий. Алюминатные и сульфоалюминатные цементы. Расширяющиеся и напрягающиеся цементы и композиции.	2			12
	ВСЕГО	16		10	154

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Воздушные вяжущие вещества	Получение строительного гипса. Расчет выхода продукта. Оптимизация энергетических затрат.	2	12
2	Гидравлические вяжущие вещества.	Изучение микроструктуры цементного клинкера	2	12
3	Химическая технология производства цемента	Определение титра портландцементной сырьевой смеси. Влияние характеристик сырьевой смеси на энергозатраты при обжиге клинкера.	2	12
		Определение содержания свободной извести в клинкере	2	12
4	Гидратация цемента и твердение цементного камня	Определение содержания гипса в цементе. Влияние добавки гипса на сроки схватывания цементного теста.	2	12
ИТОГО:			10	60

## 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

#### Вопросы для текущего контроля

Раздел дисциплины – **Воздушные вяжущие вещества и композиционные материалы на их основе. 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 и композиционные материалы на их основе. 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.

**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 <sub>3</sub> *CaCO <sub>3</sub>	сырье для производства кау-	

	стического 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 <sup>0</sup> С из CaCO <sub>3</sub> получится	строительный гипс	
	известь-пушонка	
	известь-кипелка	
Температура обжига каустического доломита	до 400 <sup>0</sup> С	
	не выше 800 <sup>0</sup> С	
	1000-1100 <sup>0</sup> С	
Для получения изделий из магнезиальных вяжущих в качестве затворителя используют раствор	MgCl <sub>2</sub> *6H <sub>2</sub> O	
	NaCl	
	MgSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	
Рассчитайте ППП Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		

### Вопросы для проведения промежуточной аттестации.

1. Определение понятий вяжущие вещества и вяжущие свойства. Основные исторические этапы развития производства вяжущих материалов. Понятия: композиционные материалы (композиты), армирующие элементы, матрица. Классификация композиционных материалов, их преимущества, недостатки и особенности композитов на основе вяжущих материалов.
2. Потенциал энергоресурсосбережения при производстве композиционных вяжущих материалов. Понятия: композиционные материалы (композиты), армирующие элементы, матрица. Классификация композиционных материалов, их преимущества, недостатки и особенности композитов на основе вяжущих материалов.
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 Ле-Шателье и Байкова.
6. Строительно-технические свойства строительного гипса. Ускорители и замедлители схватывания строительного гипса. Композиты на основе гипсовых вяжущих.
7. Ангидритовый цемент и высокообжиговый гипс. Получение, свойства, применение.
8. Каустический магнезит. Производство, свойства, применение. Затворители для магнезиальных вяжущих веществ. Композиты на основе каустического магнезита. Уникальная способность магнезиальных вяжущих служить матрицей для композиционных материалов.
9. Каустический доломит. Получение, состав, свойства, применение. Затворители для магнезиальных вяжущих веществ. Композиты на основе каустического доломита. Уникальная способность магнезиальных вяжущих служить матрицей для композиционных материалов.
10. Виды извести и области применения. Процессы, протекающие при термической обработке карбоната кальция.
12. Влияние вида и количества примесей в карбонатной породе на вид и свойства продукта обжига. Оценка области применения карбонатной породы по гидравлическому модулю.
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.
14. Гашение извести. Аппараты применяемые для гашения извести. Факторы определяющие гашение извести. Три вида твердения воздушной извести.

15. Композиционные изделия на основе извести. Процессы твердения изделий на основе извести. Роль песка в известковых растворах. Гидросиликатное твердение извести.
16. Гидравлическая известь. Получение, состав, свойства, применение.
17. Романцемент. Получение, состав, свойства, применение.
18. Сырьевые материалы для производства портландцемента. Использование отходов других производств.
19. Портландцемент, портландцементный клинкер –определения. Характеристика портландцементного клинкера по химическому составу. Допустимое содержание примесей.
20. Портландцемент, портландцементный клинкер – определения. Модульные характеристики портландцементного клинкера, КН, их физическая интерпретация.
21. Фазовый состав портландцементного клинкера. Влияние каждой фазы на свойства цемента. Микроструктура клинкера.
22.  $C_3S$  (фаза алит). Состав, структура, полиморфные модификации, твердые растворы. Алит в составе клинкера.
23.  $C_2S$  (фаза белит). Состав, структура, полиморфные модификации, твердые растворы. Белит в составе клинкера.
24. Алюминатная и алюмоферритная фазы клинкера. Состав, структура, твердые растворы.
25. Способы приготовления цементной сырьевой смеси, их преимущества, недостатки и технико-экономические показатели.
26. Корректирование и гомогенизация состава портландцементной сырьевой смеси.
27. Термические превращения компонентов цементной сырьевой смеси:  $CaCO_3$ , глинистых минералов. Полиморфные превращения, изменение дисперсности при нагревании, термохимическая активация.
27. Температура материалов и газов по длине вращающейся печи при мокром способе производства.
29. Превращения материала по длине вращающейся печи при мокром способе производства цемента.
30. Процессы, протекающие при обжиге цементной сырьевой смеси без участия клинкерного расплава. Реакции в твердом состоянии.
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.
32. Процессы, протекающие при охлаждении клинкера. Влияние условий охлаждения на минералогический состав клинкера и стабильность его минералов.
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.
34. Реакции гидратации минералов-силикатов:  $C_3S$  и  $C_2S$ .
35. Реакции гидратации минералов-плавней:  $C_3A$  и  $C_4AF$ . Роль гипса при гидратации цемента.
36. Гидратация портландцемента. Особенности совместной гидратации клинкерных фаз.
37. Синтез прочности композиционных материалов на основе цемента: влияние фазового состава, дисперсности цемента, температуры, добавок, В/Ц отношения.
38. Механизм и периоды гидратации портландцемента.
39. Виды коррозии цементного камня. Методы борьбы с коррозией.
40. Химия и особенности технологии белого и декоративных цементов. Факторы, повышающие белизну цемента.
41. Композиты на основе цемента с активными минеральными добавками (АМД). Классификация АМД. Реакции пуццоланового типа твердения в композитах.
42. Композиты с использованием и на основе металлургических шлаков. Особенности состава, гидратации и твердения шлакопортландцемента. Модули основности и активности шлака.
43. Алюминатный цемент. Состав, основные минералы, особенности синтеза. Процессы гидратации и твердения; строительно-технические свойства алюминатного (глиноземистого)

цемента.

44. 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.

45. Композиты на основе и с использованием портландцемента. Специальные цементы. Особенности составов и способы управления свойствами.

46. Закономерности проявления вяжущих свойств.

### Типовые экзаменационные задачи:

1) Известно, что в составе клинкера:  $\text{SiO}_2 - 22\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 6\%$ ;  $\text{CaO} - 70\%$ .  $n = 2,2$ . Рассчитать фазовый состав, КН и  $r$  клинкера. Описать свойства и возможную область применения цемента из клинкера с такими характеристиками.

2) Известно, что в составе клинкера:  $\text{SiO}_2 - 23\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 3\%$ ;  $\text{CaO} - 65\%$ .  $p = 1,4$ . Рассчитать фазовый состав, КН и  $n$  клинкера. Описать свойства и возможную область применения цемента из клинкера с такими характеристиками.

3) Известно, что в составе клинкера:  $\text{SiO}_2 - 22\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 4\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 8\%$ .  $\text{КН} = 0,89$ . Рассчитать фазовый состав,  $n$  и  $r$  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. %							
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{SO}_3$	$\text{R}_2\text{O}$	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. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Учебным планом предусмотрена курсовая работа.

### Задачи курсового проектирования

Согласно учебному плану направления 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, по дисциплине «Химия вяжущих материалов» выполняется курсовая работа.

Курсовая работа должна соответствовать требованиям, предъявляемым к научной работе.

Тема курсовой работы «Энерго-ресурсосбережение в химической технологии вяжущих материалов».

Выполнение курсовой работы по дисциплине проводится с целью:

- развития способностей и умений самоорганизации и самоподготовки;
- систематизации, закрепления и применения теоретических знаний, полученных при изучении курса;
- формирования умений использования специальной, научно-технической, справочной и нормативно-технической литературы и документации;
- развития способностей обосновывать и осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом;
- совершенствования приемов минимизации сырьевых и топливно-энергетических затрат при производстве вяжущих материалов.

При выполнении курсовой работы 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.

При разработке курсовой работы студенты пользуются технической, справочной, учебно-методической и научной литературой, государственными и отраслевыми стандартами (ГОСТ и ОСТ), техническими условиями (ТУ), знакомятся с правилами оформления пояснительной записки.

### Организация работы

Руководство курсовой работой осуществляется преподавателями, назначенными кафедрой и обладающими методическим опытом и научной квалификацией.

В процессе работы студент получает у руководителя консультации, вносит по его указанию необходимые дополнения и исправления, соответствующим образом оформляет работу.

Студент является автором самостоятельной работы и отвечает за все принятые им решения.

Сроки представления выполненных работ устанавливаются кафедрой.

Курсовая работа перед сдачей на проверку должна быть подписана студентом с указанием даты написания. Работа подшивается в папку.

Готовая работа представляется преподавателю для проверки и принятия решения о допуске к защите. Если работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к ней, она допускается к защите. Об этом руководитель делает заключение на титульном листе курсовой работы.

В том случае, если работа подготовлена неудовлетворительно, ее возвращают студенту для соответствующей доработки. Студент обязан выполнить ее повторно в соответствии с рекомендациями, указанными руководителем, и представить на проверку вместе с предыдущей работой и замечаниями преподавателя.

Защита курсовой работы 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 проектирующей группы.

Защита состоит из доклада студента по выполненной работе продолжительностью 5...10 минут. Доклад иллюстрируется презентацией. Необходимо изложить: тему работы; исходные данные, содержание выполненной работы и полученные результаты. После доклада студент отвечает на вопросы, заданные присутствующими преподавателями и студентами.

По результатам защиты курсовая работа, согласно действующему в университете «Положению о промежуточной и итоговой аттестациях», оценивается дифференцированной отметкой по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка курсовой работы записывается в ведомость, составляемую в двух экземплярах, один из которых хранится в делах кафедры, другой представляется в дирекцию института. Положительная отметка записывается также в зачетную книжку за подписью руководителя курсовой работы. Защищенная работа сдается на кафедру.

В случае неудовлетворительной оценки студенту выдают новое задание для разработки. Студент, не представивший в установленный срок курсовую работу или не защитивший ее по неуважительной причине, считается имеющим академическую задолженность.

### Содержание курсовой работы

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки объемом до 40 страниц.

Курсовая работа должна включать титульный лист, задание, оглавление и содержать разделы, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Номер и содержание раздела пояснительной записки	Объем раздела, стр.
Введение	1-3
<b>1. Определение вида сырьевого материала</b>	1-3
<b>2. Обоснование вида вяжущего вещества</b> По химическому составу обосновать вид вяжущего вещества, которое можно изготовить из предложенного сырья.	до 7
<b>3. Разработка основ разделов технологического регламента производства</b> 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, 3.4. Нормы режимов технологии. Описание - физико-химических процессов, протекающих в производстве; - основных точек контроля технологического процесса; - значения контролируемых параметров технологического производства.	до 15
<b>4. Процессы и реакции синтеза вяжущего вещества</b> 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
<b>5. Свойства и область применения</b> На основе рассчитанного химического и минералогического составов описать строительно-технические свойства и область применения вяжущего материала.	1-2
<b>6. Выводы по работе</b>	1-2
Список использованной литературы	

Содержание пояснительной записки

### **Введение.**

В этом разделе отражается современное состояние промышленности производство вяжущих веществ; обосновывается необходимость расширения ассортимента и выпуск специальных видов минеральных вяжущих материалов.

**Минеральные вяжущие** – это тонко измельчённые минеральные порошки, образующие при смешивании с водой пластичную массу, которая с течением времени под влиянием физико-химических процессов переходит в камневидное состояние. Это свойство вяжущих используют для получения искусственных каменных материалов.

Различают две группы минеральных вяжущих: *воздушные*, которые после перемешивания с водой способны твердеть, сохранять и повышать свою прочность только на воздухе (гипсовые вяжущие, воздушная известь, магнезиальные вяжущие), и *гидравлические*, которые после затворения водой и предварительного твердения, способны сохранять и повышать свою прочность не только на воздухе, но и в воде. К гидравлическим вяжущим относятся цементы, гидравлическая известь, романцемент и композиции на их основе.

### **Определение вида сырьевого материала**

В разделе необходимо по заданному химическому составу определить вид сырья, описать предположительный минералогический состав, пороодообразующий минерал или вид техногенного отхода.

Сырьем называют вещество природного или техногенного происхождения, используемое для производства промышленной продукции.

Основное требование к сырьевым материалам заключается в том, что в сырье должны содержаться соединения, обеспечивающие химический состав вяжущего материала. Так же немаловажно, что бы в сырьевые компоненты не входили составляющие, оказывающие отрицательное влияние на технологический процесс производства вяжущего материала или на свойства готовой продукции.

Для получения минеральных вяжущих используют следующие природные и техногенные вещества.

Природный гипс – светлая, иногда окрашенная примесями в серые или желтоватые цвета горная порода. Реже применяют безводный гипс – ангидрит, а также гипсодержащие отходы химической промышленности – цитрогипс, фосфогипс.

При производстве извести используют горные породы, состоящие в основном из карбоната кальция. Цвет известковых пород зависит от примесей: чистые известняки обычно белого цвета, примеси окрашивают их в желтоватые, бурые, серые и даже чёрные тона.

Природные магнезиты и доломиты – основное сырьё для производства магнезиальных вяжущих.

Для получения портландцемента – основного гидравлического вяжущего – чаще всего используют кальциевые карбонатные породы, глины и корректирующие добавки (с которыми вводятся недостающие компоненты).

Шлаками называют побочные продукты, получаемые при плавке черных и цветных металлов, сжигании твердых видов топлива.

Шлаки металлургической промышленности по химическому составу отличаются от портландцементного клинкера лишь соотношением некоторых компонентов. Но, в зависимости от способа охлаждения могут обладать и не обладать латентной гидравлической активностью. Исходя из этого свойства, шлаки целесообразно использовать либо как сырьевой компонент, уже прошедший тепловую обработку либо как добавку к портландцементу, замещающую часть клинкера. Использование шлака в качестве компонента сырьевой смеси вызывает снижение расхода топлива, добавка шлака к готовому клинкеру дает еще более значительную экономию топлива, так как шлак не требует обжига, а поступает в помол после сушки. В итоге себестоимость шлакопортландцемента ниже, чем портландцемента.

Золы и шлаки, образовавшиеся в результате сжигания твердых видов топлива, применяются

в зависимости от химического состава, который в свою очередь зависит от состава сожженного топлива. Зола и шлаки с высоким содержанием оксида кальция обладают вяжущими свойствами и могут быть использованы для изготовления композиционных материалов. Зола с высоким содержанием оксида кремния можно использовать как кремнийсодержащую добавку к цементной сырьевой смеси или к вяжущей композиции. Высокое содержание  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$  позволяет применять золу, как альтернативу глинистому компоненту.

### **Обоснование вида вяжущего вещества**

Этот раздел курсовой работы требует творческого и даже креативного подхода. В разделе необходимо обосновать выбор вяжущего вещества, которое можно произвести из сырьевого материала заданного состава. Для определения вида вяжущего вещества, необходимо знать, прежде всего, химический состав готового продукта. Но, это не всегда является достаточным. Следует учитывать влияние всех химических составляющих сырьевого компонента, как на технологический процесс производства, так и на свойства готового вяжущего продукта.

Если считаете, что есть необходимость в добавках, следует пояснить принцип выбора сырьевого материала, а лучше техногенного отхода в качестве добавки, с указанием химического состава и ориентировочного количества добавок в процентах от основного сырья. Добавки не должны значительно удорожать продукт или усложнять технологическую схему производства. Можно обосновать потребность в новом виде вяжущего вещества, которое принципиально (теоретически) может быть произведено из заданного Вам сырья. В этом случае будет уместно доказать наличие вяжущих свойств у продукта.

Выбирая вид вяжущего материала, предлагаемого к производству, следует учитывать потребность в этом виде вяжущего, соответствие его свойств современным требованиям рынка, технологичность. Если из сырьевого материала можно произвести несколько видов вяжущих веществ, Вам придется обосновать свой выбор. Вы так же можете предложить к производству безобжиговые материалы или производство добавок, улучшающих или придающих новые свойства вяжущим композициям.

### **Принципиальная схема и технологические параметры производства**

Технологическая схема производства – это графическое изображение, а затем описание последовательности технологических операций (процессов) и соответствующих им аппаратов, необходимых для преобразования сырья в готовую продукцию.

Для понимания сути технологических процессов и их взаимосвязи, необходимо составить принципиальную технологическую схему двух видов.

**Схема №1. Операционная (постадийная) технологическая схема** в виде последовательных условных обозначений соединенных между собой операций (стадий) технологического процесса производства вяжущего материала - дробление, помол, сушка, обжиг, охлаждение и т.д.

**Схема № 2. Аппаратная технологическая схема.** Графическая технологическая схема в виде последовательных, схематических, условных изображений связанных между основных технологических агрегатов (без указания количества). На аппаратной схеме необходимо обозначить параметры технологического режима (давление, температура и т.п.) и места ввода в технологический процесс сырья, добавок, вспомогательных веществ, выхода из процесса готовой продукции, побочных продуктов и отходов производства.

Далее необходимо дать подробное описание принципиальной технологической схемы. В описании обязательна информация о физико-химической сути процессов, которые протекают в производстве.

Не стоит использовать устаревшие, хорошо известные схемы и оборудование. Курсовая работа не является официальным проектом, по которому будет построен завод. В работе студентам рекомендуется проявлять свои способности нестандартного мышления, применения смежных знаний в профессиональной области. Технологическую схему рекомендуется составить из новейшего оборудования, используя последние научные разработки, позволяющие применять



17*	0,23	0,32	0,35	36,09	0,01	51,24	0,08+*1,44 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10,24
18	46,89	26,34	8,15	12,36	4,90	0,95	0,00	0,41
19	2,72	1,08	0,57	52,67	1,32	0,09	0	41,85
20	0,64	0	0,31	4,49	60,59	0	0	31,37
21	2,89	0,64	0,61	31,55	18,70	0,4	0	45,05
22	11,19	3,04	1,43	45,24	1,20	0,21	0,53	36,38
23	60,75	14,86	6,19	2,79	1,52	0,56	2,01	8,96
24	43,81	12,27	6,4	20,07	4,98	0,64	0	11,83
25	51,54	14,19	7,74	6,84	1,33	3,20	-	11,69

Пояснительная записка должна быть набрана на компьютере или написана на одной стороне листа бумаги грамотно, аккуратно, разборчиво и отличаться краткостью и ясностью изложения. В расчетной части должны быть приведены все формулы с указанием размерности в международной системе единиц. По тексту пояснительной записки в соответствующих местах необходимо делать ссылки на использованную литературу, таблицы, рисунки и формулы, которые должны иметь номера и названия.

Курсовая работа перед сдачей ее на кафедру должна быть подписана студентом с указанием даты написания. Работа брошюруется.

Готовая работа представляется преподавателю для проверки и принятия решения о допуске к защите. Работа должна быть проверена руководителем в семидневный срок после получения на проверку. Если работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к ней, она допускается к защите, если работа подготовлена неудовлетворительно, ее возвращают студенту для соответствующей доработки.

### **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.**

Не предусмотрено учебным планом.

### **5.4. Перечень контрольных работ.**

Не предусмотрено учебным планом.

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

1. Кудеярова Н.П. Вяжущие автоклавного твердения (учебное пособие) - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005.- 131 с. (Допущено УМО вузов РФ по образованию в области химической технологии и биотехнологии в качестве учебного пособия для студентов вузов по специальности 250800 «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» (2-е издание, дополненное и переработанное)).

2. Кудеярова Н.П. Вяжущие для строительных автоклавных материалов (учебное пособие) - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2006.- 143 с., 8,3 п.л. (Допущено Министерством образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности 290600 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» направления подготовки «Строительство»).

3. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. 307 с. (Рекомендовано ГОУ ВПО РХТУ им. Д.И. Менделеева в качестве учебного пособия)

4. Химия вяжущих материалов: методические указания к выполнению курсовой работы / В.Д. Барбанягрэ, Л.Б. Афанасьева. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 40 с.

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 – 198 с.

### 6.2. Перечень дополнительной литературы

1. В. К. Классен, И. Н. Борисов. Техногенные материалы в производстве цемента. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2008. – 126 с.

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

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

### 6.3. Перечень интернет ресурсов

1. **Сборник нормативных документов «СтройКонсультант» [www.snip.ru](http://www.snip.ru)** - Доступ осуществляется в зале электронных ресурсов НТБ (к.302).

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

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

### **3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [elibrary.ru](http://elibrary.ru)**

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

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

**Лекционные занятия** проводятся в специально оборудованных учебных аудиториях, 103 УК2, оснащенной мультимедийным комплексом и 212 УК2, оснащенной мультимедийным комплексом и 12 компьютерами.

**Лабораторные занятия** проводятся в специализированных учебных и научно-исследовательских лабораториях.

- 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 пробоподготовки 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

**Самостоятельная подготовка** студентов может проходить в зале курсового и дипломного проектирования в учебной аудитории 212 УК2, оснащенной 12 компьютерами; в библиотеке кафедры ТЦКМ 119-а УК2, в которой собраны периодические издания по специальности за 15 лет, учебники, учебные пособия, справочники, электронные пособия.

Для учебной и самостоятельной работы по дисциплине «Технология композиционных материалов» студенты используют информационное и программное обеспечение БГТУ им. В. Г. Шухова и кафедры Технологии цемента и композиционных материалов. Стандартным программным обеспечением: Microsoft Office, Adobe Photoshop, Corel Draw оснащены все компьютеры учебных и практических аудиторий кафедры ТЦКМ.

В распоряжении студентов специализированное программное обеспечение:

**Difwin** – программа для обработки результатов рентгенофазового анализа;

**Seavch-Match** – программа для расшифровки рентгенофазового анализа;

**ToniCal Trio** – программа для обработки результатов калориметрического анализа;

**Sihcta, ROCS** – программы для расчета цементных сырьевых смесей.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 1 заседания кафедры от «8» сентября 2016 г.

Заведующий кафедрой



Борисов И. Н.

Директор института



Павленко В.И.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.  
Протокол № 2 заседания кафедры от «7» сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой



Борисов И. Н.

Директор института



Павленко В.И.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «15» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой



Борисов И. Н.

Директор института



Павленко В.И.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

Протокол № 16 заседания кафедры от «07» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой



Борисов И. Н.

Директор института



Павленко В.И.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 17 заседания кафедры от «13» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой



Борисов И. Н.

Директор института



Павленко В.И.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины «Технология композиционных материалов»

Дисциплина относится к блоку дисциплин профессионального цикла (Б1. Б3.ВВ. 06) учебного плана и является неотъемлемой частью подготовки бакалавров по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль: «Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в химической технологии вяжущих материалов»

Кроме основного учебника студентам следует пользоваться дополнительной литературой и журналами «Строительные материалы», «Цемент и его применение», «Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова», «Техника и технология силикатных материалов», «ZEMENT - KALK – GIPS», «ZEMENT International» а также специализированными учебными пособиями. В них излагаются дополнительные сведения к теоретическому курсу и последние данные о современных достижениях науки и производства в промышленности строительных материалов в нашей стране и за рубежом. Новейшую информацию можно искать и в информационной сети, но относиться к таким материалам следует с осторожностью.

Каждый раздел курса посвящен группе сходных строительных материалов. После проработки соответствующего раздела рекомендуется самостоятельно обобщить материал по разделу. В случае возникновения вопросов и сомнений, следует уточнить по учебнику или другой литературе, проконсультироваться у ведущего преподавателя, так как последующие вопросы часто исходят из предыдущих ответов. В ходе прослушивания лекций студентам рекомендуется определения, формулы, схемы, расчеты излагать в письменном виде, что помогает усвоению и правильному изучению темы.

Изучение отдельных разделов дисциплины «Технология композиционных материалов», завершается выполнением контрольных или тестовых заданий. Задания предусмотрены не только для контроля и проверки знаний, но и для выявления тем, вызвавших затруднения у студентов и требующих дополнительных разъяснений.

Кроме теоретических знаний студент должен получать и практические навыки. Для этого предусмотрены лабораторные работы. Студент выполняет лабораторные работы самостоятельно, но под наблюдением инженера. С этой целью, по установленному расписанию, студенты приходят в лабораторию, для лучшего усвоения материала выполняют на одном занятии, как правило, не более одной лабораторной работы. Форму и характер учебных занятий в лаборатории уточняет преподаватель; посещение этих занятий обязательно. При проведении групповых занятий в лаборатории студенты используют пособия по лабораторному практикуму, однако, основные пояснения по выполнению работ они получают от преподавателя. При выполнении лабораторных работ студент предварительно тщательно изучает порядок и содержание выполняемой работы по методическим указаниям. К каждой лабораторной работе студент готовится самостоятельно и оформляет ее согласно требованиям, в личном лабораторном журнале. Допуск к работе студент получает у ведущего преподавателя. Выполнение лабораторной работы контролируется инженером. Отметку о выполнении работы ставит инженер в рабочий журнал студента. Каждая лабораторная работа защищается.

Студент, получивший зачеты по лабораторным работам и выполнивший успешно все контрольные задания, допускается к экзамену.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021 / 2022 учебный год.

Протокол № 19 заседания кафедры от « 14 » мая 2021 г.

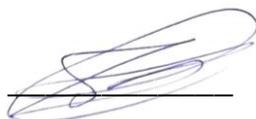
Заведующий кафедрой



---

И.Н. Борисов

Директор института



---

Р.Н. Ястребинский