

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.09.2023 17:39:25  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ

Врио проректора по учебной  
и методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский

« 26 » января 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ФАЗООБРАЗОВАНИЕ ПРИ ТВЕРДЕНИИ КРЕМНЕЗЕМСОДЕРЖАЩИХ**  
**И СИЛИКАТНЫХ ВЯЖУЩИХ СИСТЕМ**

Направление подготовки

**18.04.01 Химическая технология**

Направленность программы магистратуры

**Химическая технология композиционных и наноматериалов для современной техники**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **Химии веществ и материалов**

Кафедра **Химической технологии тугоплавких неметаллических  
и силикатных материалов**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Профессор		Профессор Брыков А. С.

Рабочая программа дисциплины «Фазообразование при твердении кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем» обсуждена на заседании кафедры химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов  
протокол от 19 января 2021 № 4

Заведующий кафедрой

И. Б. Пантелеев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов  
протокол от 21 января 2021 № 5

Председатель

С. Г. Изотова

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		М. В. Рутто
Директор библиотеки		Т. Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно- методического управления		Т. И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С. Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины .....	5
4. Содержание дисциплины .....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	6
4.2. Занятия лекционного типа.....	6
4.3. Занятия семинарского типа .....	7
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	7
4.3.2. Лабораторные работы .....	7
4.4. Самостоятельная работа обучающихся .....	8
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	8
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	8
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	9
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	11
10.1. Информационные технологии .....	11
10.2. Программное обеспечение .....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	11
Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Фазообразование при твердении кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем».	12

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-1</b> Способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских, технологических и проектных задач</p>	<p><b>ПК-1.3</b> Применение на практике знаний свойств химических элементов, соединений и сухих строительных смесей на их основе</p>	<p><b>Знать:</b> физико-химические основы фазообразования при твердении кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем (ЗН-1);</p> <p><b>Уметь:</b> определять набор свойств кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем для службы в определённых условиях (У-1);</p> <p><b>Владеть:</b> методикой поиска решения научно-исследовательских и технологических задач при соблюдении основных условий эксплуатации кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем (Н-1).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Фазообразование при твердении кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 3 образовательной программы магистратуры и является факультативной. Перечень дисциплин, необходимых для изучения дисциплины «Фазообразование при твердении кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем»: физика, математика, информатика, общая и неорганическая химия, органическая химия. Дисциплина продолжает общетехническую подготовку специалистов, создающую теоретическую базу для профильных дисциплин.

Изучается на первом курсе, во втором семестре.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>2/ 72</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>30</b>
занятия лекционного типа	10
занятия семинарского типа, в т.ч.	20
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	–
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	20 (10)
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	–
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>42</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	–
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП , зачет, экзамен)	<b>Зачет</b>

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Фазовый состав портландцементного клинкера	3	0	6	14	ПК-1	ПК-1.3
2	Химические превращения при взаимодействии цемента с водой	4	0	6	14	ПК-1	ПК-1.3
3	Микроструктура цементного камня и методы ее изучения	3	0	8	14	ПК-1	ПК-1.3

##### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Фазовый состав портландцементного клинкера Гидратационная и гидравлическая активность клинкерных фаз. Превращения алюмосодержащих фаз цемента при его гидратации и роль гипса	2	Л
2	Химические превращения при взаимодействии цемента с водой. Структура и морфология С-S-N-геля. Термохимия процесса гидратации.	2	Л, ЛВ
2	Кинетика гидратации. Развитие микроструктуры продуктов гидратации. Физические модели структуры С-S-N геля.	2	Л, ПЛ
3	Пористость портландцементного камня. Образование капиллярных пор при высоких значениях водоцементного отношения в цементном тесте. Условия гидратации цемента, не сопровождаемой образованием капиллярных пор. Гидратация портландцемента при низких водоцементных соотношениях. Зависимость максимально возможной степени гидратации от величины в/ц и условий твердения цементного теста. Расчет капиллярной пористости цементного камня по водоцементному отношению и степени гидратации. Капиллярная пористость и проницаемость цементного камня.	2	Л, ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Влияние водоцементного соотношения на микроструктуру продукта гидратации. Зависимость прочности цементного камня от пористости. Аутогенная усадка. Усадка высыхания. Значение поровой структуры цементного камня для портландцементных бетонов.	2	Л, ЛВ

### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

Практические занятия не предусмотрены

#### 4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Гидратация портландцемента. Расчет параметров гидратации портландцемента – максимально возможной степени гидратации и капиллярной пористости.	4	2	
2	Химические добавки в цементный камень. Влияние химических добавок на кинетику гидратации портландцемента. Добавки-ускорители и замедлители схватывания и твердения.	4	2	
3	Активные минеральные добавки. Влияние активных минеральных добавок на кинетику гидратации, состав продуктов гидратации и свойства цементного камня.	4	2	
3	Усадка и расширение цементного камня. Виды усадочных деформаций цементного камня и их значение в практических задачах.	4	2	
3	Физико-химические методы изучения процесса гидратации и структуры образуемых продуктов. Методы определения степени гидратации портландцемента и состава продуктов гидратации.	4	2	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	История развития представлений о гидратационном твердении	6	Устный или письменный опрос
1	Модульные характеристики клинкера. Коэффициент насыщения, силикатный и глиноземистый модули.	6	Устный или письменный опрос
2	Массоперенос и его роль при твердении цементного камня	6	Устный или письменный опрос
2	Влияние щелочных оксидов на процессы гидратационного твердения	6	Устный или письменный опрос
2	Индукционные процессы в твердеющем камне	6	Устный или письменный опрос
3	Пластифицирование цементных паст как способ регулирования плотности и макроструктуры цементного камня.	6	Устный или письменный опрос
3	Структурные модели геля C-S-H.	6	Устный или письменный опрос

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения заданных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) теоретического характера.

При сдаче зачета обучающийся получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1
1. Химические и физико-химические процессы, лежащие в основе применения активных минеральных добавок
2. Алюминатная фаза клинкера и ее влияние на свойства клинкеров и цементов

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачет».

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) Печатные издания**

1. Брыков, А.С. Химия силикатных и кремнеземсодержащих вяжущих материалов : Учебное пособие / А. С. Брыков. Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии строительных и специальных вяжущих веществ. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2011. - 146 с.
2. Брыков А.С. Гидратация портландцемента : Учебное пособие / А. С. Брыков ; СПбГТИ(ТУ). Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии строительных и специальных вяжущих веществ. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2008. - 29 с.
3. Брыков А.С. Процессы химической коррозии в портландцементных бетонах : учебное пособие / А. С. Брыков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2016. - 200 с. - ISBN 978-5-902983-19-4
4. Брыков А.С. Вяжущие системы щелочной гидратации : Учебное пособие / А. С. Брыков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии строительных и специальных вяжущих веществ. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2011. - 29 с.
5. Брыков, А. С. Физико-химические методы управления структурой и свойствами цементного камня : учебное пособие / А. С. Брыков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 31 с.

### **б) электронные издания**

6. Брыков, А.С. Гидратация портландцемента : Учебное пособие / А. С. Брыков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии строительных и специальных вяжущих веществ. - Электрон. текстовые дан. – СПбГТИ(ТУ), 2008. - 29 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
7. Брыков, А.С. Процессы химической коррозии в портландцементных бетонах : учебное пособие / А. С. Брыков ; СПбГТИ(ТУ). Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. - Электрон. текстовые дан. – СПбГТИ(ТУ), 2016. - 200 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Брыков, А.С. Вяжущие системы щелочной гидратации : Учебное пособие / А. С. Брыков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии строительных и специальных вяжущих веществ. - Электрон. текстовые дан. – СПбГТИ(ТУ), 2011. - 29 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
9. Брыков, А.С. Физико-химические методы управления структурой и свойствами цементного камня : учебное пособие / А. С. Брыков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. - Электрон. текстовые дан. – СПбГТИ(ТУ), 2014. - 31 с. : ил. - Библиогр.: с. 30. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы - [media.technolog.edu.ru](http://media.technolog.edu.ru)
2. ЭБ "Библиотех" СПбГТИ(ТУ) (доступ к сайту библиотеки);
3. Информационно-справочные поисковые системы и БД в сети Интернет

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

1. СТО СПбГТИ (ТУ) 039-2013. КСУКДВ. Магистратура. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).– Введ. с 2013-01-01.– СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.– 29 с.
2. СТП СПбГТИ 040-02. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).– Введ. с 01.07.2002.– СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2002.– 7 с.
3. СТО СПбГТИ(ТУ) 020-2011. Виды учебных занятий. Лабораторные работы. Общие требования к организации и проведению занятий./ СПбГТИ(ТУ).– Введ. с 01.07.2011.– СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011.– 21 с.
4. СТП СПбГТИ 048-2009. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).– Введ. с 01.01.2010.– СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.– 6 с.
5. СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).– Введ. с 01.06.2015. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.– 45 с.

В ходе лекционных занятий магистранту необходимо готовить конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Провести проверку терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

Аудиторная часть курса должна сопровождаться интенсивной самостоятельной работой магистрантов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет по всем разделам дисциплины. Планирование времени для изучения дисциплины необходимо осуществлять на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо в рамках внеаудиторной самостоятельной работы регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в разделе 7 настоящей программы. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения

следующих разделов учебной дисциплины. Для расширения и углубления знаний по учебной дисциплине необходимо активно использовать информационные ресурсы сети Интернет.

Для работы на лабораторных занятиях необходимы: проработка рабочей программы, уделив особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины, и конспектирование источников, а также изучение конспекта лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и просмотр рекомендуемой литературы.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **10.1. Информационные технологии**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;  
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение**

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft Word)

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы**

Реализация программы учебной дисциплины не предполагает наличия специализированного учебного кабинета при условии соответствия учебных кабинетов санитарным нормам, а его оборудования – изложенным ниже требованиям:

1. Учебная аудитория на 25 и более мест
2. Персональный компьютер
3. Мультимедиа-проектор
4. Стационарный или переносной проекционный экран
5. Комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории, оснащенной соответствующим оборудованием для проведения профильных занятий.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Фазообразование при твердении кремнеземсодержащих  
и силикатных вяжущих систем»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских, технологических и проектных задач	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-1.3</b> Применение на практике знаний свойств химических элементов, соединений и сухих строительных смесей на их основе	<b>Знает</b> физико-химические основы фазообразования при твердении кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-10 к зачету	Перечисляет с подсказками наиболее общие физико-химические основы фазообразования при твердении кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем	Перечисляет физико-химические основы фазообразования при твердении кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем, но допускает ошибки	Уверенно знает физико-химические основы фазообразования при твердении кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем
	<b>Умеет</b> определять набор свойств кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем для службы в определённых условиях (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 11-25 к зачету	Называет основные, наиболее важные свойства кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем для службы в определённых условиях	Перечисляет свойства кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем для службы в определённых условиях и имеет представление о методах их определения	Самостоятельно перечисляет все требуемые свойства кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем для службы в определённых условиях и владеет методиками их определения
	<b>Владеет</b> методикой поиска решения научно-исследовательских и технологических задач при соблюдении основных условий эксплуатации кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем (Н-1)		Имеет базовые навыки поиска решения научно-исследовательских и технологических задач при соблюдении основных условий эксплуатации кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем	Применяет методики поиска решения научно-исследовательских и технологических задач при соблюдении основных условий эксплуатации кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем, но допускает ошибки	Уверенно владеет методиками поиска решения научно-исследовательских и технологических задач при соблюдении основных условий эксплуатации кремнеземсодержащих и силикатных вяжущих систем

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у обучающегося по компетенции ПК-1:**

1. Диаграмма фазовых равновесий в системе CaO-SiO<sub>2</sub>
2. Соединение C<sub>3</sub>S и алитовая фаза портландцемента
3. Соединение C<sub>2</sub>S и белитовая фаза портландцементных клинкеров
4. Диаграмма фазовых равновесий в системе CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Гидравлическая активность соединений в системе CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
5. Алуминатная фаза клинкера и ее влияние на свойства клинкеров и цементов
6. Фазовые равновесия в системе CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Алюмоферритная составляющая портландцементного клинкера
7. Второстепенные фазы портландцементных клинкеров. Влияние на свойства цементов
8. Роль MgO и CaO при твердении портландцемента
9. Процессы на твердофазной стадии спекания портландцементных клинкеров. Моделирование твердофазных реакций (уравнение Яндера)
10. Фазовые равновесия в высокоосновной части систем CaO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и CaO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Роль жидкой фазы в образовании портландцементного клинкера
11. Коэффициент насыщения и модульные характеристики портландцементных клинкеров. Влияние на свойства сырьевых шихт и цементов. Оптимальный состав портландцементных клинкеров
12. Гидравлическая и гидратационная активность клинкерных минералов и цементов
13. Химизм взаимодействия воды и основных фаз портландцементного клинкера. C-S-H-гель и другие продукты гидратации
14. Влияние гипса на гидратацию портландцемента. Химизм процесса
15. Основные этапы (периоды) гидратации C<sub>3</sub>S и портландцемента. Механизмы образования и морфология продуктов гидратации
16. Механизмы возникновения индукционного периода. Возникновение индукционного периода с позиций теории образования зародышей новой фазы
17. Классификация минеральных и химических добавок к портландцементу
18. Химические и физико-химические процессы, лежащие в основе применения активных минеральных добавок
19. Химические и физико-химические процессы, лежащие в основе применения пластифицирующих, замедляющих и других добавок
20. Вещества, ускоряющие гидратацию портландцемента. Влияние величины pH на процесс гидратации
21. Спектральные методы анализа состава и структуры цементного камня. Возможности атомной и молекулярной спектроскопии
22. Дифракционные методы анализа состава и структуры цементного камня. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ.
23. Спектроскопия ЯМР в исследовании силикатных и алюмосиликатных материалов. Принцип и возможности метода.
24. Электронная микроскопия, ее возможности электронной микроскопии в исследовании цементных материалов.
25. Лазерно-гранулометрический анализ в установлении дисперсности частиц цементных материалов

При сдаче зачета обучающийся получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки обучающегося к устному ответу - до 30 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Шкала оценивания на зачете – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.