

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 20:48:44
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

Рабочая программа дисциплины

**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ТУГОПЛАВКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ
И СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки
18.03.01 Химическая технология

Направленность образовательной программы
Химическая технология неорганических веществ

Профессиональный модуль
Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» обсуждена на заседании кафедры химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов
протокол от 25 мая 2017 г. № 11

Заведующий кафедрой

И.Б. Пантелеев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов
протокол от 15 июня 2017 г. № 9

Председатель

С.Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления		профессор А.А. Малыгин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		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.....	4
3. Объем дисциплины	5
4. Содержание дисциплины	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	5
4.3. Занятия семинарского типа	9
4.3.2. Лабораторные занятия	10
4.4. Самостоятельная работа обучающихся	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	12
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	13
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	14
10.1. Информационные технологии	14
10.2. Программное обеспечение	14
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	15
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	16

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

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

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-3	готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	<p>Знать: основные виды силикатных и алюмосиликатных структур, закономерности их формирования, физико-химические свойства.</p> <p>Уметь: использовать диаграммы состояния для расчета физико-химических и технологических процессов с участием ТНиСМ, а также для интерпретации получаемых результатов.</p> <p>Владеть: методами термодинамических расчетов для установления возможности протекания процессов с участием ТНиСМ, для оценки тепловых эффектов превращений</p>
ПК-16	способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Знать: основные закономерности твердофазных превращений и спекания с участием ТНиСМ</p> <p>Уметь: применять уравнения кинетики твердофазных процессов в конкретных прикладных задачах</p> <p>Владеть: методами физико-химического анализа для исследования физико-химических превращений с участием ТНиСМ</p>
ПК-19	готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	<p>Знать: методы изображения одно-, двух-, трех- и четырехкомпонентных систем</p> <p>Уметь: применять представления о формировании силикатных и алюмосиликатных структур с целью интерпретации результатов в исследовательских задачах</p> <p>Владеть: методами количественной оценки фазово-минералогического состава исследуемых систем</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.ДВ.01.02) и изучается на 3 и 4 курсах (2 сессия)

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» знания, умения и навыки могут быть использованы в

научно-исследовательской работе бакалавра и при выполнении выпускной квалификационной работы, в их профессиональной деятельности.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	10/360
Контактная работа с преподавателем:	48
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	12
лабораторные работы	24
курсовое проектирование (КР или КП)	КР
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа из них курсовой проект	280 40
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр 5
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	3 курс: зачет, экзамен (13), 4 курс: зачет, экзамен (13),

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Электронное строение и химия кремния	1	-	4	20	ОПК-3, ПК-16
2.	Структурные типы силикатов и алюмосиликатов	2	-	-	65	ОПК-3, ПК-16
3.	Фазовые равновесия и диаграммы состоя-	6	6	4	105	ОПК-3,

	ния					ПК-19
4.	Твердофазные реакции силикатообразования	2	4	-	30	ОПК-3, ПК-16
5.	Термохимия силикатов и приложения химической термодинамики к силикатам	1	-	-	-	ОПК-3, ПК-16
6.	Водорастворимые силикаты, силикатные растворы (жидкие стекла), их свойства и значение	1	-	4	-	ОПК-3, ПК-19
7.	Кремнезем в высокодисперсном состоянии. Виды высокодисперсных кремнезёмов, способы получения, свойства	1	2	4	25	ОПК-3, ПК-16
8.	Слоистые и каркасные силикаты	1	-	4	15	ОПК-3, ПК-16
9.	Кремнийорганические соединения	1	-	-	-	ОПК-3, ПК-16
10	Физические и физико-химические методы исследования элементного и фазового состава, структуры силикатов и алюмосиликатов.	2	-	4	20	ОПК-3, ПК-19

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Электронное строение и химия кремния</u> Электронное строение. Элементарный кремний, его свойства. Бинарные соединения кремния. Химическая связь Si-O и Si-O-Si, причины ее химической устойчивости.	1	
2	<u>Структурные типы силикатов и алюмосиликатов</u> Структура кристаллических силикатов - островные, цепочечные, ленточные, слоистые и каркасные силикаты. Химическая связь металлов в силикатах. Координационное состояние кремния и алюминия в силикатах и алюмосиликатах. Основные правила построения ионно-ковалентных структур. Применение правил Полинга к силикатным и алюмосиликатным структурам.	2	
3	<u>Фазовые равновесия и диаграммы состояния</u> Диаграмма состояния однокомпонентной системы с соединением, имеющим полиморфные модификации. Диаграмма состояния системы SiO ₂ . Характеристика полиморфных модификаций в системе SiO ₂ . Области стабильного и метастабильного существования полиморфов кремнезема. Диаграммы состояния Al ₂ O ₃ , MgO, ZrO ₂ . Метод изображения двухкомпонентных систем. Правила работы с диаграммами. Диаграмма состояний системы с одной эвтектикой. Диаграмма состояния системы с химическим соединением, плавящимся конгруэнтно, инконгруэнтно. Диаграмма состояний систем с полиморфными превращениями, образованием твердых растворов,	6	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>ликвацией.</p> <p>Двухкомпонентные системы $Al_2O_3-SiO_2$, $MgO-SiO_2$, $MgO-Al_2O_3$ – значение в технологии огнеупоров и керамики. Муллит - свойства, способы получения, промышленное значение. Строение и свойства силикатов магния. Алюмомагниева шпинель - Структура, свойства, техническое значение.</p> <p>Двухкомпонентные системы $CaO-SiO_2$ и $CaO-Al_2O_3$. Структура силикатов и алюминатов кальция и их свойства. Взаимодействие силикатов и алюминатов кальция с водой и образуемые продукты. Значение диаграммы в технологии порландских и алюминатных (глиноземистых и высокоглиноземистых) и цементов.</p> <p>Трехкомпонентные системы $MgO-SiO_2-Al_2O_3$, $CaO-MgO-SiO_2$, $Na_2O-CaO-SiO_2$, $K_2O-Al_2O_3-SiO_2$. Тройные соединения, их свойства, техническое значение в высокотемпературных процессах, в технологии стекла, огнеупоров, керамики.</p> <p>Тройные соединения в системе $CaO-SiO_2-Al_2O_3$. Их структура, свойства, техническое значение. Значение диаграммы в технологии порландского и алюминатного цементов. Области составов техногенных продуктов, лежащие в поле диаграммы.</p> <p>Четырехкомпонентные системы. Метод изображения, правила работы с диаграммами. Система $CaO-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3$, ее значение в технологии порландского цемента. Понятие коэффициента насыщения (КН). Вывод формулы КН на основании фазовой диаграммы. Фазы порландцементного клинкера. Их структура, свойства, взаимодействие с водой.</p>		
4	<p><u>Твердофазные реакции силикатообразования.</u></p> <p>Виды дефектов структуры. Точечные дефекты, их энергия образования и содержание в кристаллической структуре; влияние температуры.</p> <p>Твердофазные реакции силикатообразования. Диффузионный перенос вещества посредством точечных дефектов структуры как механизм твердофазных превращений. Виды диффузии. Влияние температуры на скорость диффузии.</p> <p>Кинетика твердофазных превращений. Образование продукта твердофазной реакции на границе раздела фаз.</p> <p>Физико-химические основы спекательных процессов. Движущая сила спекательных процессов. Твердофазное и жидкофазное спекание.</p> <p>Стадии твердофазного спекания. Механизмы переноса вещества при спекании. Причины развития</p>	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	усадочных процессов. Жидкофазное спекание. Роль жидкости в процессах спекания и химических превращениях, сопровождающих спекание. Явление смачивания и формула Лапласа.		
5	<u>Термохимия силикатов и приложения химической термодинамики к силикатам</u> Первый закон термодинамики. Закон Гесса. Теплоты образования соединений, плавления, кристаллизации, растворения, гидратации, полиморфных превращений. Второй закон термодинамики. Энергия Гиббса	1	
6	<u>Водорастворимые силикаты, силикатные растворы (жидкие стекла), их свойства и значение.</u> Диаграмма состояния $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$. Область стеклообразования в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$. Свойства стеклообразных силикатов натрия и калия, физико-химический процесс их растворения в воде и полимерное состояние силикат-ионов в водных растворах; процессы полимеризации и деполимеризации в силикатных растворах, факторы, влияющие на процессы полимеризации и деполимеризации. Характеристики силикатных растворов (жидких стекол) – силикатный модуль, концентрация, плотность, вязкость. Свойства и применение силикатных растворов; вяжущие и пленкообразующие свойства.	1	
7	<u>Кремнезем в высокодисперсном состоянии</u> Виды высокодисперсных кремнеземов, способы получения, свойства. Высокодисперсное состояние кремнезема, характеристики частиц кремнезема – плотность, дисперсность, удельная поверхность. Образование частиц кремнезема из газовой фазы – пирогенный кремнезем (аэросил), микрокремнезем. Их промышленное значение. Образование нанодисперсных частиц кремнезема и способы их агрегации в водных средах.	1	
8	<u>Слоистые и каркасные силикаты</u> Строение слоистых силикатов и алюмосиликатов. Классификация. Диоктаэдрические и триоктаэдрические структуры 1:1, 2:1. Образование двух- и трехслойных пакетов, стехиометрия. Основные представители, их физико-химические свойства. Глины. Их фазово-минералогический состав, свойства, техническое значение. Мономинеральные и полиминеральные глины. Минералы каолинит и монтмориллонит, их строение и состав. Свойства мономинеральных глин и их применения. Термическая деструкция каолинита. Значение	1	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>продуктов деструкции для техники и промышленности. Метакаолин – состав, свойства, применение.</p> <p>Гидрослюды. Структура, свойства, техническое значение. Вермикулит и его применение. Керамзит. Глауконит – структура, свойства, применение.</p> <p>Слюды - структура, свойства, техническое значение.</p> <p>Гидросиликаты магния – тальк и асбест. Структура, свойства, техническое значение.</p> <p>Природные и синтетические каркасные алюмосиликаты. Цеолиты. Особенности структуры каркасных силикатов и алюмосиликатов. Каркасные силикаты и алюмосиликаты, имеющие промышленное значение. Синтетические алюмосиликаты.</p>		
9	<p><u>Кремнийорганические соединения</u></p> <p>Силан, замещенные силаны. Алкилгалогенсиланы. Эфиры ортокремниевой кислоты. Полиорганосилоксаны. Кремнийорганические жидкости и смолы.</p>	1	
10	<p><u>Физические и физико-химические методы исследования элементного и фазового состава, структуры силикатов и алюмосиликатов.</u></p> <p>Спектральные методы анализа. Атомная и молекулярная спектроскопия. Дифракционные методы. Ядерно-магнитный резонанс. Электронная микроскопия. Лазерная гранулометрия</p>	2	

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<p><u>Фазовые равновесия.</u> Система. Параметры системы. Фаза. Независимые компоненты. Термодинамическое равновесие. Степени свободы. Правило фаз Гиббса. Общие сведения и диаграмма состояния.</p>	2	Групповая научная дискуссия
3	<p><u>Правила работы с диаграммами фазовых равновесий.</u> Метод изображения двухкомпонентных систем. Диаграмма состояний системы с одной эвтектикой. Диаграмма состояния системы с химическим соединением, плавящимся конгруэнтно, инконгруэнтно. Метод изображения трехкомпонентных систем.</p>	4	Групповая научная дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Основные типы диаграмм состояния трехкомпонентных систем. Диаграмма состояния с одной тройной эвтектикой. Диаграмма состояния системы с двойным (тройным) соединением, плавящимся конгруэнтно (инконгруэнтно).		
4	<u>Твердофазные реакции.</u> Уравнение Яндера и другие уравнения кинетики твердофазных реакций. Влияние отдельных факторов на скорость твердофазных реакций. Ступенчатость твердофазных реакций силикатообразования. Основные закономерности, влияющие на последовательность образования силикатов.	2	Групповая научная дискуссия
4	<u>Основы процесса спекания.</u> Значение формулы Томсона-Кельвина в объяснении самопроизвольного заполнения порового пространства веществом.	2	Групповая научная дискуссия
7	Агрегация нанодисперсных частиц кремнезема в водных средах - схема Айлера. Золи, гели, порошки кремнезема – условия их формирования, структура и свойства. Коллоидные растворы кремнезема, их получение, свойства, промышленное значение.	2	Групповая научная дискуссия

4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<u>Получение кремния и определение его плотности</u> (синтез кремния осуществляют восстановлением SiO ₂ порошком магния при нагреве; идентификация кремния осуществляется методом рентгеновской дифракции; определение плотности выполняется пикнометрическим методом).	4	
3	<u>Синтез двухкальциевого силиката и исследование продуктов его гидратации</u> (двухкальциевый силикат синтезируют высокотемпературным обжигом смеси тонкоизмельченных карбоната кальция и диоксида кремния; полученный материал и продукт его гидратации исследуют методами рентгеновской дифракции и электронной микроскопии)	4	
6	<u>Синтез растворимого стекла и исследование процесса его растворения</u> (получение натриево-силикатного низкомолекулярного стекла сплавлением соды и тонкомолотого кварца, измельчение продукта в порошок и определение кинетики его растворения титриметрическим методом).	4	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
7	<u>Синтез кремнегеля и исследование его сорбционных свойств</u> (синтез кремнегеля осуществляется кислотной нейтрализацией раствора силиката натрия, промывкой, сушкой и прокаливанием полученного продукта с последующим измельчением; подтверждение сорбционной способности кремнегеля по обесцвечиванию водного раствора красителя).	4	
8	<u>Получение метакаолина и исследование его пуццолановой активности</u> (получение метакаолина обжигом каолина и сравнение реакционной активности метакаолина и каолина по связыванию ионов кальция из насыщенного раствора $\text{Ca}(\text{OH})_2$; исследование влияния температуры и продолжительности обжига на активность метакаолина)	4	
10	<u>Термогравиметрический анализ в исследовании силикатных материалов</u> (исследование термических превращений каолина, монтмориллонита и вермикулита с помощью термогравиметрического и дифференциально-термического анализа; количественная обработка термограмм)	4	-

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Роль кремния, кремнийсодержащих соединений и силикатов в биосфере	20	Контрольная работа №1
2	Силикаты в стеклообразном состоянии. Особенности стеклообразного состояния. Условия стеклообразования. Разновидности стекол. Строение и свойства стекла. Значение стекла в технологии силикатных материалов	20	Контрольная работа №1
2	Расплавы силикатов. Плавление. Строение и свойства силикатных расплавов. Значение расплавов в технологии силикатных материалов.	15	Контрольная работа №1
2	Геологическое образование силикатных и алюмосиликатных минералов и горных пород; их нахождение в природе и виды в зависимости от происхождения. Роль процессов выветривания и метаморфизма в образовании силикатных и алюмосиликатных минералов и пород.	15	Контрольная работа №1
2	Электрофизические свойства силикатов, силикатных стекол и кристаллических диэлектриков	15	Контрольная работа №2
3	Образование силикатных и алюмосиликатных минералов в результате остывания магмы. Ряд Боуэна.	15	Контрольная работа №2
3	Образование минералов портландцементного	25	Контрольная работа №1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	клинкера в процессе спекания (клинкeroобразованиe). Последовательность физико-химических превращений при клинкeroобразовании.		
3	Гидравлические свойства высококальциевых силикатов. Процессы, лежащие в основе твердения и набора прочности портландского цемента. Образование кальцево-силикатного гидрогеля как продукта гидратации высокоосновных силикатов кальция, его морфология, состав, структура, свойства.	30	Контрольная работа №3
3	Алюмо- и кремнеземсодержащие техногенные материалы и промышленные отходы: золы, шлаки, шламы.	35	Контрольная работа №3
4	Процесс укрупнения частиц в процессе твердофазного и жидкофазного спекания. Механизмы переосаждения вещества. Зависимость давления насыщенного пара от размера частиц. Формула Томсона-Кельвина. Зависимость растворимости частиц от их размера. Формула Гиббса-Томсона-Оствальда.	30	Контрольная работа №4
7	Химия поверхности частиц кремнезема. Методы химического модифицирования кремнеземов. Гидрофильные и гидрофобные покрытия. Алюмосиликатные поверхности. Применение модифицированных кремнеземов в сорбции, катализе, хроматографии	25	Контрольная работа №4
8	Реологические свойства глинистых суспензий и других высокодисперсных кремнеземсодержащих и алюмосиликатных водных систем	15	Контрольная работа №5
10	Термогравиметрический и дифференциально-термический анализ в исследовании тугоплавких неметаллических и силикатных материалов	20	Контрольная работа №5

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: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и экзамена.

К сдаче зачетов и экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет и экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами по дисциплине.

При сдаче зачетов и экзаменов студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу составляет до 45 мин.

Пример варианта задания на зачете:

1. Гидросиликаты магния – тальк и асбест. Структура, свойства, техническое значение.
2. Образование минералов портландцементного клинкера в процессе спекания (клинкерообразование). Последовательность физико-химических превращений при клинкерообразовании.

Пример варианта билета на экзамене:

1. Двухкомпонентная система $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$. Структура алюминатов кальция, их свойства.
2. Водорастворимые силикаты, силикатные растворы (жидкие стекла), их свойства и значение.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

а) основная литература:

1. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов : учеб. пособие для вузов / А. П. Зубехин [и др.]. – М.: Картэк, 2010. –307 с.
2. Федоров, Н.Ф. Лабораторный практикум по физической химии силикатов: учеб. пособие: в 3ч. / Н.Ф.Федоров, СПбГТИ(ТУ) - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб., 2009 – 2010. Ч. 1: Состояние вещества. – 2009. – 219 с. Ч.2 Фазовые равновесия в силикатных и оксидных системах, Ч. 3. Физико-химические основы синтеза силикатов и оксидов. – 2010. – 91 с.
3. Суворов, С.А. Расчетные методы определения фазового состава высокотемпературных систем. Учебное пособие / С.А. Суворов, В.Н. Фищев, Н.В. Арбузова. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 37 с. (ЭБ)
4. Пантелеев, И. Б. Теоретические основы технологии керамики [Текст]: учебное пособие / И. Б. Пантелеев, Л. В. Козловский – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 114 с. (+ЭБ)
5. Орданьян, С.С. Проектирование состава, структуры и свойств керамических конструкционных наноматериалов: учебное пособие / С.С. Орданьян, А.Е. Кравчик. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 84 с. (ЭБ)
6. Теоретические основы управляемого спекания наноструктурных материалов : учебное пособие / С.С. Орданьян, И.Б. Пантелеев. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 33 с. (ЭБ)
7. Жабрев, В.А. Расчет свойств силикатных стекол. Учебное пособие / В.А. Жабрев, С.В. Чуппина. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 80 с. (ЭБ)
8. Брыков, А. С. Физико-химические методы управления структурой и свойствами цементного камня: учебное пособие / А.С. Брыков. – СПбГТИ(ТУ), 2014. – 31 с. (+ЭБ)
9. Журнал «Новые огнеупоры»

10. Журнал «Стекло и керамика»
11. Журнал «Огнеупоры и техническая керамика»
12. Журнал «Цемент и его применение»

б) дополнительная литература:

1. Рабухин, А.И. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных соединений / А.И. Рабухин, В. Г. Савельев. - М. : ИНФРА-М, 2004. - 303 с.
- Бобкова, Н.М. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учебник для вузов / Н. М. Бобкова. – Минск: Вышэйш. шк., 2007. – 301 с.
2. Поздняков, В. А. Физическое материаловедение наноструктурных материалов: Учебное пособие / В. А. Поздняков, 2007. – 423 с.
3. Русанов, А. И. Термодинамические основы механохимии / А. И. Русанов. – СПб.: Наука, 2006. – 221 с.

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

1. учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>
2. электронно-библиотечные системы:
«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
«Лань » <https://e.lanbook.com/books/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования; СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

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 электронной почты.

10.2. Программное обеспечение

Текстовые процессоры и программы подготовки презентации пакета Microsoft Office (Word, PowerPoint) или аналогичные программы;

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 30 посадочных мест и учебные лаборатории, оснащенные оборудованием и посудой, необходимыми для проведения лабораторных занятий.

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

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

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации**

по дисциплине «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»

1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ОПК-3	готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	промежуточный
ПК-16	способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	промежуточный
ПК-19	готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает электронное строение кремния и его химические свойства; Владеет методами получения элементарного кремния и его бинарных соединений	Правильные ответы на вопросы №1-3	ОПК-3
Освоение раздела №2	Знает структурную классификацию силикатов; владеет навыками идентификации природы и структуры силикатных и тугоплавких неметаллических материалов	Правильные ответы на вопросы №4-7	ОПК-3
Освоение раздела № 3	– знает учение о фазовых равновесиях и фазовые диаграммы состояния однокомпонентных и многокомпонентных систем;	Правильные ответы на вопросы №8-17	ОПК-3

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Умеет использовать фазовые диаграммы в расчетах технологических процессов с участием ТНиСМ	Правильные ответы на вопросы №52-54	ПК-19
Освоение раздела №4	– понимает сущность физико-химических процессов, происходящих в смесях оксидов и бескислородных соединений при различных температурах, процессы спекания	Правильные ответы на вопросы №18-20	ОПК-3
	– имеет представление о кинетических моделях твердофазных реакций, способах оценки параметров кинетических уравнений	Правильные ответы на вопросы №41,42	ПК-16
Освоение раздела № 5	Знает законы термодинамики и принципы термохимии; силикатов; умеет выполнить термодинамический расчет для химических процессов с участием ТНиСМ; оценить тепловые эффекты превращений	Правильные ответы на вопросы № 43,44	ПК-16
Освоение раздела № 6	Имеет представление о полимерном составе силикатных растворов, их свойствах, процессах их образования	Правильные ответы на вопросы №21-24	ОПК-3
	Владеет методами управления полимерным составом силикатных растворов применительно к практическим задачам	Правильные ответы на вопросы № 55,56	ПК-19
Освоение раздела № 7	Знает виды высокодисперсных кремнеземов, их физические характеристики, физико-химические свойства, процессы их образования.	Правильные ответы на вопросы №25-27	ОПК-3
Освоение раздела № 8	Имеет представление о слоистых и каркасных силикатах, об их видах, составе, структуре, свойствах.	Правильные ответы на вопросы №28,29	ОПК-3
	Способен выбрать определенный вид слоистого силиката (алюмосиликата) под конкретную прикладную задачу	Правильные ответы на вопросы №45-51	ПК-16
Освоение раздела № 9	Имеет представление о кремний-органических соединениях, их видах, способах получения,	Правильные ответы на вопросы №30-33	ОПК-3

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	свойствах, применении.		
Освоение раздела № 10	Способен применить нужные физико-химические методы в исследовании ТНМиСМ и корректно интерпретировать полученные результаты	Правильные ответы на вопросы №57-59	ПК-19

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ) 014-2011. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена, результат оценивается в баллах по шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации **а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-3:**

- 1 Кремний, его электронное строение, химические и физико-химические свойства.
- 2 Образование связей Si-O и Si-O-Si и причины их высокой устойчивости.
- 3 Важнейшие несиликатные соединения кремния – карбид, нитрид, силан, хлорпроизводные – их получение и свойства.
- 4 Виды кристаллических силикатных структур – островные, цепочечные, ленточные, слоистые и каркасные силикаты.
- 5 Представления об изоморфизме. Изоморфное замещение кремния алюминием при образовании алюмосиликатных структур.
- 6 Координационное состояние кремния и алюминия в силикатах и алюмосиликатах. Применение правил Полинга к силикатным и алюмосиликатным структурам.
- 7 Типы цепочечных и ленточных силикатных мотивов. Важнейшие представители цепочечных и ленточных силикатов.
- 8 Диаграмма состояния SiO₂. Полиморфизм кристаллического кремнезема.
- 9 Области стабильного и метастабильного существования полиморфов кремнезема. Особенности полиморфных переходов. Значение полиморфных модификаций кремнезема в технических приложениях.
- 10 Двухкомпонентная система Al₂O₃-SiO₂. Значение диаграммы в технологии керамики и огнеупоров. Муллит. Свойства, способы получения, промышленное значение.
- 11 Двухкомпонентная система MgO-SiO₂. Строение и свойства силикатов магния. Значение диаграммы в технологии огнеупоров и керамики.
- 12 Двухкомпонентная система MgO-Al₂O₃. Алюмомагниева шпинель. Структура, свойства, техническое значение. Значение диаграммы в технологии огнеупоров и керамики.
- 13 Двухкомпонентная система CaO-SiO₂. Структура силикатов кальция и их свойства. Значение диаграммы в технологии портландского цемента.
- 14 Двухкомпонентная система CaO-Al₂O₃. Структура алюминатов кальция, их свойства. Значение диаграммы в технологии алюминатных (глиноземистых и высокоглиноземистых) и портландских цементов.
- 15 Трехкомпонентная система MgO-SiO₂-Al₂O₃. Значение диаграммы в технологии огнеупоров и керамики. Тройные соединения в системе MgO-SiO₂-Al₂O₃. Их свойства, техническое значение.

- 16 Трехкомпонентная система CaO-MgO-SiO_2 . Тройные соединения в системе CaO-MgO-SiO_2 . Значение диаграммы в промышленности высокотемпературных процессов. Их свойства, техническое значение.
- 17 Трехкомпонентная система $\text{Na}_2\text{O-CaO-SiO}_2$. Тройные соединения в системе $\text{Na}_2\text{O-CaO-SiO}_2$. Значение диаграммы в технологии стекла. Их свойства, техническое значение.
- 18 Трехкомпонентная система $\text{K}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$. Значение диаграммы в технологии керамики.
- 19 Трехкомпонентная система $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$. Тройные соединения в системе $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$. Их структура, свойства, техническое значение. Значение диаграммы в технологии портландского и алюминатных цементов, керамики и огнеупоров.
- 20 Твердофазные реакции силикатообразования. Виды дефектов структуры.
- 21 Точечные дефекты, их энергия образования и содержание в кристаллической структуре; влияние температуры.
- 22 Диффузионный перенос вещества посредством точечных дефектов структуры как механизм твердофазных превращений. Виды диффузии. Влияние температуры на скорость диффузии.
- 23 Физико-химические основы спекательных процессов. Движущая сила спекательных процессов.
- 24 Твердофазное и жидкофазное спекание. Стадии твердофазного спекания.
- 25 Механизмы переноса вещества при спекании.
- 26 Значение формулы Томсона-Кельвина в объяснении самопроизвольного заполнения порового пространства веществом. Причины развития усадочных процессов.
- 27 Жидкофазное спекание. Роль жидкости в процессах спекания и химических превращениях, сопровождающих спекание. Явление смачивания и формула Лапласа.
- 28 Процесс укрупнения частиц в процессе твердофазного и жидкофазного спекания. Механизмы переосаждения вещества. Зависимость давления насыщенного пара от размера частиц. Формула Томсона-Кельвина.
- 29 Механизмы переосаждения вещества. Зависимость растворимости частиц от их размера. Формула Гиббса-Томсона-Оствальда.
- 30 Диаграмма состояния $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2$. Область стеклообразования в системе $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2$. Свойства стеклообразных силикатов натрия и калия.
- 31 Особенности растворения стеклообразных силикатов натрия и калия (водорастворимых стекол) в воде.
- 32 Силикатные растворы (жидкие стекла), их свойства и значение.
- 33 Полимерное состояние силикат-ионов в водных силикатных растворах.

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-16:

- 41 Кинетика твердофазных превращений. Образование продукта твердофазной реакции на границе раздела фаз. Уравнение Яндера и другие уравнения кинетики твердофазных реакций.
- 42 Ступенчатость твердофазных реакций силикатообразования. Основные закономерности, влияющие на последовательность образования силикатов.
- 43 Первый закон термодинамики. Закон Гесса. Расчет теплоты образования соединений, плавления, кристаллизации, растворения, гидратации, полиморфных превращений.
- 44 Второй закон термодинамики. Свободная энергия Гиббса.
- 45 Глины. Их фазово-минералогический состав, свойства, техническое значение. Мономинеральные и полиминеральные глины.
- 46 Минералы каолинит и монтмориллонит, их строение и состав. Свойства мономинеральных глин и их применения.
- 47 Термическая деструкция каолинита. Значение продуктов деструкции для техники и промышленности. Метакаолин – состав, свойства, применение.
- 48 Гидросиликаты магния – тальк и асбест. Структура, свойства, техническое значение.

- 49 Гидрослюды. Структура, свойства, техническое значение. Вермикулит и его применение. Керамзит. Глауконит – структура, свойства, применение.
- 50 Слюды - структура, свойства, техническое значение.
- 51 Особенности структуры каркасных силикатов и алюмосиликатов. Каркасные силикаты и алюмосиликаты, имеющие промышленное значение. Синтетические алюмосиликаты.

в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-19:

- 52 Области составов техногенных продуктов, лежащие в поле диаграммы $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ (золы, шлаки).
- 53 Четырехкомпонентная система $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Значение диаграммы в технологии портландского цемента. Понятие коэффициента насыщения (КН).
- 54 Образование минералов портландцементного клинкера в процессе спекания (клинкeroобразование). Последовательность физико-химических превращений при клинкeroобразовании.
- 55 Фазы портландцементного клинкера. Их структура, свойства, взаимодействие с водой.
- 56 Взаимодействие силикатов кальция с водой и образуемые продукты.
- 57 Взаимодействие алюминатов кальция с водой и образуемые продукты. Области применения алюминатных цементов.
- 58 Характеристики жидких стекол – силикатный модуль, концентрация, плотность, вязкость.
- 59 Процессы полимеризации и деполимеризации в жидких стеклах. Способы ускорения процессов полимеризации в жидких стеклах. Вяжущие свойства и пленкообразование.

3.2 Темы курсовых работ

1. Высокодисперсное состояние кремнезема. Формы высокодисперсного кремнезема. Характеристики частиц кремнезема – плотность, дисперсность, удельная поверхность.
2. Образование нанодисперсных частиц кремнезема и способы их агрегации в водных средах. Схема Айлера. Золи, гели, порошки кремнезема – условия их формирования, структура и свойства.
3. Образование частиц кремнезема из газовой фазы – пирогенный кремнезем (аэросил), микрокремнезем. Их промышленное значение.
4. Строение слоистых силикатов и алюмосиликатов.
5. Слоистые силикаты и алюмосиликаты. Основные представители, их физико-химические свойства.
6. Кремнийорганические соединения – строение, свойства, практическое значение и способы получения.
7. Полиорганосилоксаны, кремнийорганические жидкости и смолы
8. Спектральные методы анализа ТНисМ. Возможности атомной и молекулярной спектроскопии
9. Дифракционные методы анализа в технологии ТНисМ. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ.
10. Спектроскопия ЯМР в исследовании силикатных и алюмосиликатных материалов. Принцип и возможности метода.
11. Электронная микроскопия, ее возможности электронной микроскопии в исследовании ТНисМ.
12. Лазерно-гранулометрический анализ в установлении дисперсности частиц ТНисМ.

3.3. Примеры заданий для выполнения контрольных работ

Вариант 1

Задание 1

Определить структурный тип соединений: $\text{Al}_2\text{Be}_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$, $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики

Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении расплава.

Задание 3

С помощью фазовой диаграммы найти химический состав расплава, при равновесном охлаждении и кристаллизации которого образовались следующие фазы в количестве, масс%: $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 80, $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 20.

Вариант 2

Задание 1

Определить структурный тип соединений: $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$, $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики

Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

Определить фазовый состав охлажденного и закристаллизованного расплава, полученного плавлением смеси из $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (50 масс%) и $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (50 масс%).

Вариант 3

Задание 1

Определить структурный тип соединений: Mg_2SiO_4 , $\text{Ca}_2\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_7]$

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики

Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

С помощью фазовой диаграммы найти количественный фазовый состав охлажденного закристаллизованного расплава, имеющего следующий химический состав, масс%: CaO 55, SiO₂ 45.

Вариант 4

Задание 1

Определить структурный тип соединений: Mg₂Si₂O₆, KMg₃[AlSi₃O₁₀](OH)₂

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики

Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

Перевести химический состав в фазовый с помощью фазовой диаграммы, мол%: CaO 60, SiO₂ 40.

Вариант 5

Задание 1

Определить структурный тип соединений: Al₂[Si₄O₁₀](OH)₂, Mg₃[Si₂O₅](OH)₄

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики

Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

С помощью фазовой диаграммы найти химический состав расплава, при равновесном охлаждении и кристаллизации которого образовались следующие фазы в количестве, масс%: Mg₂SiO₄ 80, MgSiO₃ 20.

Вариант 6

Задание 1

Определить структурный тип соединений: NaAl₂[AlSi₃O₁₀](OH)₂, Mg₃[Si₄O₁₀](OH)₂

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики
Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

Определить фазовый состав охлажденного и закристаллизованного расплава, полученного плавлением смеси из MgO (60 масс%) и MgSiO₃ (40 масс%).

Вариант 7

Задание 1

Определить структурный тип соединений: NaAlSiO₄, Be₄[Si₂O₇](OH)₂

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики

Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

С помощью фазовой диаграммы найти количественный фазовый состав охлажденного закристаллизованного расплава, имеющего следующий химический состав, масс%: MgO 20, SiO₂ 80.

Вариант 8

Задание 1

Определить структурный тип соединений: Ca₂Mg₅[Si₄O₁₁]₂(OH)₂, Pb₃[Si₂O₇]

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики

Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

Перевести химический состав в фазовый с помощью фазовой диаграммы, мол%: MgO 60, SiO₂ 40.

Вариант 9

Задание 1

Определить структурный тип соединений: BaTi[Si₃O₉], Na₂[Al₂Si₃O₁₀]·2H₂O

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

- А Химический состав
- Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации
- В Путь кристаллизации
- Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики
- Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

С помощью фазовой диаграммы найти химический состав расплава, при равновесном охлаждении и кристаллизации которого образовались следующие фазы в количестве, масс%: $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ 80, $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 20.

Вариант 10

Задание 1

Определить структурный тип соединений: $\text{BaTi}[\text{Si}_3\text{O}_9]$, $(\text{Na}, \text{Ca}_2)[\text{Al}_5\text{Si}_5\text{O}_{20}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

- А Химический состав
- Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации
- В Путь кристаллизации
- Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики
- Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

Определить фазовый состав охлажденного и закристаллизованного расплава, полученного плавлением смеси из $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (60 масс%) и $\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ (50 масс%).

Вариант 11

Задание 1

Определить структурный тип соединений: $\text{KLi}_2\text{Al}[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, $(\text{Ca}, \text{K}_2)[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 4,5\text{H}_2\text{O}$

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

- А Химический состав
- Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации
- В Путь кристаллизации
- Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики
- Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

С помощью фазовой диаграммы найти количественный фазовый состав охлажденного закристаллизованного расплава, имеющего следующий химический состав, масс%: CaO 55, Al_2O_3 45.

Вариант 12

Задание 1

Определить структурный тип соединений: $\text{Ca}_6[\text{Si}_6\text{O}_{17}](\text{OH})_2$, $\text{CaAl}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}](\text{OH})_2$

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики

Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

Определить фазовый состав охлажденного и закристаллизованного расплава, полученного плавлением смеси из $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (50 масс%) и $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (50 масс%).

Вариант 13

Задание 1

Определить структурный тип соединений: CaMgSiO_4 , $\text{CaAl}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}](\text{OH})_2$

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики

Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

С помощью фазовой диаграммы найти химический состав расплава, при равновесном охлаждении и кристаллизации которого образовались следующие фазы в количестве, масс%: $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ 80, $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 20.

Вариант 14

Задание 1

Определить структурный тип соединений: ZrSiO_4 , $(\text{Mn},\text{Ca})_5[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики

Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

Перевести химический состав в фазовый с помощью фазовой диаграммы, мол%: CaO 60, Al₂O₃ 40.

Вариант 15

Задание 1

Определить структурный тип соединений: (Mg,Fe)₇Si₈O₂₂(OH)₂, Na₈(AlSiO₄)₆Cl₂

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики

Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

Определить фазовый состав охлажденного и закристаллизованного расплава, полученного плавлением смеси из 2Na₂O·SiO₂ (25 масс%) и Na₂O·2SiO₂ (75 масс%).

Вариант 16

Задание 1

Определить структурный тип соединений: NaCa₂[Al₅Si₁₃O₃₆] 17H₂O, Fe₂Mg₅Si₈O₂₂(OH)₂,

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики

Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

Определить фазовый состав охлажденного и закристаллизованного расплава, полученного плавлением смеси из Na₂O·SiO₂ (25 масс%) и SiO₂ (75 масс%).

Вариант 17

Задание 1

Определить структурный тип соединений: Na₈[Al₆Si₆O₂₄] SO₄, Fe₇Si₈O₂₂(OH)₂

Задание 2

Для расплава, обозначенного на диаграмме точкой, установить:

А Химический состав

Б Качественный и количественный фазовый состав после завершения кристаллизации

В Путь кристаллизации

Г Максимальное содержание жидкой фазы при температуре эвтектики или перитектики

Д Качественный и количественный фазовый состав системы при достижении заданной температуры при равновесном охлаждении.

Задание 3

С помощью фазовой диаграммы найти химический состав расплава, при равновесном охлаждении и кристаллизации которого образовались следующие фазы в количестве, масс%: $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 75 и $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ 25.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СПбГТИ(ТУ) 014-2011. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.