

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Материаловедение, технологии и элементы организации производств  
высокотемпературных функциональных материалов»**

**Направление подготовки**

**15.04.02 Технологические машины и оборудование**

**Магистерская программа**

**«Современное технологическое оборудование переработки неметаллических  
материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена профессором кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров:

д.х.н., профессор

А.Л. Юрков

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров «13» июня 2025 г., протокол № 17.

Заведующий кафедрой ХТКиО

д.т.н., профессор

Н.А. Макаров

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **15.04.02 Технологические машины и оборудование** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Химической технологии керамики и огнеупоров** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Материаловедение, технологии и элементы организации производств высокотемпературных функциональных материалов»** относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии, а также аппаратного и технологического оформления процессов производства изделий из высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ).

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися знаний и компетенций в области теории и практики осуществления современных технологических процессов получения основных видов высокотемпературных функциональных материалов с учетом принципов энерго- и ресурсоэффективности.

### **Задачи дисциплины**

- формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области проектирования технологии высокотемпературных функциональных материалов и
- на основе этих знаний выработка системного подхода к реализации технологических процессов в указанной области материаловедения.

Дисциплина **«Материаловедение, технологии и элементы организации производств высокотемпературных функциональных материалов»** преподается в 4 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения: УК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1**

### **Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действия.	УК-1.1 Знает и осознанно реализует пути и инструменты управления проблемной ситуацией;

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Организационно-управленческий тип задач профессиональной деятельности</b>				
Организация и проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), связанных с созданием новых и совершенствованием существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	Технологические машины и оборудование химических производств, технологии материалов Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности и (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1. Способен самостоятельно организовывать проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), связанных с созданием новых и совершенствованием существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	ПК-1.2. Умеет разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н.  Профессиональный стандарт «25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018. № 573н; Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н.
		ПК-1.3 Владеет приемами анализа и теоретического обобщения научной и технической информации, современными методами, средствами и наилучшими практиками планирования, организации и проведения НИОКР	ПК-3.1 Знает современные методы анализа и прогнозирования, методы, средства и наилучшие практики внедрения и контроля реализации результатов НИОКР	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

**знать:**

- виды и причины влияния технологических факторов на свойства изделий из ВФМ;
- особенности организации технологического процесса при изготовлении изделий из ВФМ с заданными свойствами;
- способы осуществления энерго- и ресурсоэффективного осуществления технологических процессов получения основных видов ВФМ;
- особенности организации и управления производствами ВФМ и изделий из них.

**уметь:**

- 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;
- устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий;
- использовать знания основных физических теорий для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления;
- применять наилучшие доступные технологии при производстве высокотемпературных материалов.

**владеть:**

- методами оценки технологической обоснованности внедряемых решений и проектов;
  - методами расчета экономической эффективности внедряемых технологических решений и проектов;
- рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,41</b>	<b>51</b>	<b>38,25</b>
Лекции	0,94	34	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,59</b>	<b>93</b>	<b>69,75</b>
Контактная самостоятельная работа	<b>2,59</b>	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		93	69,75
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Свойства ВФМ	24	9	-	15
2.	Раздел 2. Технологии получения и переработки ВФМ	24	9	-	15
3.	Раздел 3. Производство изделий из ВФМ	24	9	-	15
4.	Раздел 4. Деловые игры.	72	7	17	48
	ИТОГО	144	34	17	93

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Свойства ВФМ**

Основные задачи материаловедения. Спецификация свойств ВФМ. Приемка материалов. Понятие о современных методах контроля вариативности свойств материалов ( $C_p$ ,  $C_{pk}$ ). Нормативные документы. Стандартизированные требования к материалам. Технические условия. Изменение свойств материалов в процессе службы.

Международные системы стандартов DIN, ISO, ASTM, BS, JIS, ГОСТ, стандарты Китая.

Структура реальных материалов. Плотность и пористость (виды пористости), поровая структура, размер пор, размер зерен. Газопроницаемость. Примеры структур.

Механические свойства (виды прочности, модуль упругости, твердость, микротвердость и механические свойства поверхности, износостойкость, энергия разрушения и трещиностойкость). Понятие о разрушении металлов, керамики и композитов (пластичных и упругих материалов). Диаграмма «напряжение – деформация». Типичные значения механических характеристик для разных видов ВФМ.

Термомеханические свойства (прочность при высоких температурах, деформация под нагрузкой, точка начала размягчения, дополнительная усадка, ползучесть (крип)). Понятие о разрушении материалов при высоких температурах. Обзор стандартных методов определения высокотемпературных свойств керамики и высокотемпературных материалов. Безопасная температура эксплуатации материалов. Выход из строя высокотемпературных ВФМ из-за превышения безопасной температуры (на примере огнеупоров).

Теплофизические свойства. Теплопроводность и теплоемкость. Теплопроводность, теории, динамические и статические методы измерений. Зависимость теплопроводности от температуры измерения. Различие значений теплопроводности при измерениях статическими и динамическими методами. Виды ВФМ с высокой и низкой теплопроводностью.

Термостойкость. Термическое расширение материалов (критерии термостойкости, методы испытаний термостойкости). Разрушение ВФМ в службе при термоциклировании и термоударах.

Электрические, магнитные и оптические свойства ВФМ. Электропроводность реальных материалов (проводники, полупроводники, диэлектрики). Зависимость электропроводности от температуры. Ионная электропроводность кристаллов. Электропроводность стекол. Полупроводники. Диэлектрическая проницаемость кристаллов и стекол. Диэлектрические потери. Классы диэлектриков. Электрическая прочность. Сегнетоэлектрики. Магнитная керамика – ферриты. Оптические свойства. Показатель преломления и дисперсия. Отражение света от границ фаз. Глушение и просвечиваемость. Поглощение света. Стекло. Монокристаллы. Прозрачная керамика.

Коррозионная стойкость материалов в агрессивных средах при высоких температурах. Влияние структуры ВФМ на коррозионную стойкость. Стойкость к окислению. Статические и динамические методы испытаний.

### **Раздел 2. Технологии получения и переработки ВФМ**

Получение порошков для производства ВФМ. Избыточная поверхностная энергия. Анализ порошков. Требования к порошкам для получения технической керамики, огнеупоров, углеродных изделий, покрытий, крупногабаритных изделий (углеродных материалов, бетонов). Нанопорошки. Микropорошки. Фракционирование. Очень кратко – помольное оборудование. Ситовые методы разделения порошков. Агломерирование порошков. Порошки для аддитивных технологий.

Виды компактирования заготовок из порошков ВФМ (прессование, вибропрессование, горячее вибропрессование, экструзия, холодная и горячая, изостатическое прессование, шликерное литье, термоластичное литье, вибролитье – преимущества и недостатки). Наполненные суспензии. Уравнения оптимальных

соотношений фракционных составов. Связующие. Компактирование крупногабаритных изделий. Использование нанопорошков. Компактирование нанопорошков. Технологические приемы (распылительная сушка). Использование прекурсоров. Использование добавок при распылительной сушке.

Спекание. Теории спекания. Спекание как термоактивированный процесс уплотнения за счет уменьшения избыточной поверхностной энергии. Термические процессы консолидации порошковых материалов, механизмы спекания (жидкофазное, твердофазное спекание). Уравнения и модели спекания. Анализ процессов спекания. Физические модели. Феноменологические модели. Применение моделей спекания для анализа процессов уплотнения

Получение плотных материалов методом спекания (без приложения давления) Усадки. Керамика, огнеупоры, углеродные материалы, стекло, порошковая металлургия. Проблемы спекания наноматериалов и методы их решения. Примеры реализации. Двойное шамотирование, распыление и пр.

Использование наноматериалов и волокон при производстве крупногабаритных и грубодисперсных изделий (огнеупоры, углерод). Распределение пор по размерам, в т.ч. в крупногабаритных изделиях.

Реакционное спекание и СВС процессы. Реакционное спекание в твердой фазе, с участием жидкой и газообразной фаз. Объемные эффекты при реакционном спекании на примере карбида кремния и нитрида кремния. СВС. Производство порошков, СВС-спекание, силовое СВС-компактирование, СВС-металлургия, СВС-сварка, СВС-покрытия. Микроволновое спекание.

Современные методы получения материалов из порошков, в т.ч. из нанопорошков (горячее прессование, горячее изостатическое прессование, искроплазменное спекание, микроволновое спекание, взрывное прессование, СВС-компактирование). Композиционные материалы. Аддитивные технологии. Металлы. Неметаллы. Композиты. Процессы при аддитивных технологиях. Порошки для аддитивных технологий. Шликеры (суспензии) для аддитивных технологий. Холодное спекание.

### **Раздел 3. Производство изделий из ВФМ**

Керамика. Традиционная керамика – фарфор. Оксидная и бескислородная керамика. Конструкционная керамика – оксид алюминия, диоксид циркония (частично стабилизированный диоксид циркония), карбид кремния. Нагревательные элементы. Керамика для электроники и приборостроения. Биокерамика. Керамические композиты – SiC/SiC.

Стекло. Строение, свойства, физическая химия процессов, теория Захариасена. элементы технологии. Стеклокристаллические материалы. Спекание стекла. Покрытия из стекла. Ситаллы. Поверхность стекла. Напряжения в стекле. Лазерные стекла.

Вязущие вещества. Физическая химия процессов. Цементы и бетоны. Высококонцентрированные вязущие суспензии (ВКВС). Высокотемпературные бетоны. Среднецементные, низкоцементные, ультранизкоцементные, бесцементные бетоны. Организация производства. Лаборатория, контроль свойств у производителя и потребителя.

Пористые и волокнистые теплоизоляционные материалы. Принципы создания теплоизоляционных материалов. Волокнистые материалы. Виды теплопроводности. Виды теплоизоляционных материалов. Безопасная температура эксплуатации.

Углеродные материалы. Крупногабаритные изделия для металлургии (аноды, катоды, электроды). Сырье, получение порошков, компактирование, термические процессы.

Углеродные волокна. Углеродные композиты.

Терморасширенный графит и графитовая фольга.

Керметы. Изделия порошковой металлургии.



Покрытия. Виды и методы нанесения покрытий. Элементы технологии покрытий. Покрытия из нанопорошков. Виды покрытий (тонкие, толстые, металлические, керамические). Способы нанесения покрытий (гальванические, химические, термонапыление, диффузионные и др.). Нанопокрытия. Контроль качества покрытий. Требования к материалам (на примере материалов для производства алюминия электролизом): изготовление материалов; поведение материалов при обжиге, пуске и службе электролизера; выход из строя. Взгляды на материал производителя материалов, проектанта электролизеров (конструктора) и специалиста по производству алюминия.

#### **Раздел 4. Свойства материалов. Взгляды на материалы производителя материалов, конструктора и специалиста по эксплуатации.**

##### **4.1 Деловые игры по организации производств ВФМ**

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	<b>Знать:</b>				
1	– виды и причины влияния технологических факторов на свойства изделий из ВФМ	+	+	+	+
2	– особенности организации технологического процесса при изготовлении изделий из ВФМ с заданными свойствами	+	+	+	+
3	– способы осуществления энерго- и ресурсоэффективного осуществления технологических процессов получения основных видов ВФМ	+	+	+	+
4	– особенности организации и управления производствами ВФМ и изделий из них				
	<b>Уметь:</b>				
5	– 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	+	+	+	+
6	– устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий	+	+	+	+
7	– использовать знания основных физических теорий для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	+	+	+	+
8	– применять наилучшие доступные технологии при производстве высокотемпературных материалов	+	+	+	+
	<b>Владеть:</b>				
9	– методами оценки технологической обоснованности внедряемых решений и проектов	+	+	+	+
10	– методами расчета экономической эффективности внедряемых технологических решений и проектов	+	+	+	+
11	– рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения:</i> <b>УК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1</b>					
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			

1	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действия.	УК-1.1. Знает и осознанно реализует пути и инструменты управления проблемной ситуацией;	+	+	+	+
2	ПК-1. Способен самостоятельно организовывать проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), связанных с созданием новых и совершенствованием существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	ПК-1.2. Умеет разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы ПК-1.3 Владеет приемами анализа и теоретического обобщения научной и технической информации, современными методами, средствами и наилучшими практиками планирования, организации и проведения НИОКР	+	+	+	+
3	ПК-3 Способен организовывать внедрение результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию новых и совершенствованию существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	ПК-3.1 Знает современные методы анализа и прогнозирования, методы, средства и наилучшие практики внедрения и контроля реализации результатов НИОКР	+	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
4	Организация производства порошков кокса, антрацита, графита, огнеупорной и беложгущейся глины, магнезита	17
	Организация производства порошков стекла Е, кварцевого стекла, карбида кремния, карбида бора.	
	Организация производства металлургического глинозема и порошка оксида алюминия для спекания керамики	
	Организация производства порошков для конструкционной керамики из частично стабилизированного диоксида циркония.	
	Организация производства порошков для керметов и изделий порошковой металлургии – железо, карбид вольфрама – кобальт.	
	Деловые игры «Взгляд на выпускаемый материал ученого, разработчика, конструктора агрегатов, потребителя (заказчика) «Анализ причин выхода из строя теплового агрегата»	
	Анализ причин остановки сталелитейного конвертора.	
	Анализ причин повышенного расхода углеродных электродов в сталелитейной электропечи.	
	Вертикально и горизонтально интегрированное производство оксида алюминия	
	<b>ИТОГО</b>	<b>17</b>

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «*Материаловедение, технологии и элементы организации производств высокотемпературных функциональных материалов*», не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

– ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ; а также ознакомление с сайтами компаний, специализирующихся на выпуске ВФМ по специализированным тематикам.

- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;

– подготовку к сдаче **зачета** по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение трех контрольных работ в форме устного опроса для контроля выполнения индивидуального задания в рамках подготовки бизнес-плана по выбранной теме и итогового контроля в форме зачета – защиты бизнес-плана в виде групповой презентации. Максимальная оценка по дисциплине 100 баллов.

### **8.1 Примерная тематика бизнес-плана**

1. Организация производства: порошков кокса, антрацита, графита, огнеупорной и беложгущейся глины, магнезита
2. Организация производства порошков: стекло Е, кварцевое стекло, карбид кремния, карбид бора.
3. Организация производства металлургического глинозема и порошка оксида алюминия для спекания керамики.
4. Организация производства порошков для зубных цемента.
5. Организация производства порошков для конструкционной керамики из частично стабилизированного диоксида циркония.
6. Организация производства порошков для керметов и изделий порошковой металлургии: железо, порошки WC-Co.
7. Организация производства порошков терморасширенного графита, вермикулита, перлита, микросфер из стекла, микросфер из оксида алюминия.
8. Организация производства традиционной керамики: а) фарфор; б) керамическая плитка; в) плитка – каменное литье; г) керамический кирпич.
9. Организация производства огнеупоров: а) шамот; б) глиноземистые формованные огнеупоры; в) неформованные огнеупоры.
10. Организация производства огнеупоров: а) периклазо-углеродистые; б) углеродистые; в) электроплавленные; г) карбидкремниевые.
11. Организация производства изделий из керамики технического назначения: а) корунд; б) карбид кремния; в) диоксид циркония.
12. Организация производства изделий из керамики специального назначения: а) космическая; б) карбидкремниевый композит для авиации; в) ударостойкая (броневая); г) прозрачная.
13. Организация производства электронагревателей: а) карбид кремния; б) дисилицид молибдена; в) хромит лантана; г) диоксид циркония и диоксид гафния.
14. Организация производства высокотеплопроводных материалов: нитриды бора и алюминия, оксид бериллия.
15. Организация производства изделий из керамики специального назначения: а) биокерамика б) сегнетоэлектрики (титанат бария); в) ферриты.
16. Организация производства керамики с применением аддитивных технологий. Электроплавленная керамика

17. Организация производства цемента: а) портланд-цемент; б) высокоглиноземистый цемент; в) бесклнкерный цемент.
18. Организация производства бетонов: а) огнеупорные бетоны; б) фасонные изделия из бетонов; в) композиты; г) аддитивные технологии.
19. Организация производства стекла: а) оконное стекло; б) тарное стекло; в) кварцевое стекло.
20. Организация производства стекол специального назначения: а) композиты; б) лазерные стекла; в) ударопрочные стекла; г) аддитивные технологии, ситаллы, рубиновое стекло.
21. Организация производства электродов для металлургии: а) аноды; б) катоды; в) электроды; г) доменные блоки; д) электроды для ИТ.
22. Организация производства теплоизоляционных материалов: а) диатомитовый кирпич, вермикулитовая плита; б) силикат кальция; в) волокнистые материалы (огнезащитные).
23. Организация производства волокнистых материалов и тканей из них: а) минеральное волокно (базальтовое, муллит-кремнеземистое, кварцевое); б) углеродное волокно; в) карбидкремниевое волокно.
24. Организация производства: а) керамический войлок; б) керамическая бумага; в) керамический шнур.
25. Организация производства: а) терморасширенный графит; б) графитовая фольга.
26. Организация производства высокотемпературных композитов: а) углерод-углеродные композиты; б) композиты карбид кремния-карбид кремния.
27. Организация производства ВФМ по технологии СВС: а) порошки нитрида бора, нитрида кремния, карбида кремния, диборида гафния; б)  $\text{Ni}_3\text{Al}$ ; в) силовое компактирование диборида титана; г) покрытия.
28. Организация производства изделий по технологии порошковой металлургии: а) железо, никель; б) карбид вольфрама – кобальт.
29. Организация производства изделий с покрытиями: а) шликерные (стекло); б) керамика; в) напыленные Thermal Spray (оксид алюминия), г) диффузионные (карбид кремния); д) покрытия для авиационных сплавов.

Деловые игры (семинары) на тему: «Взгляд на выпускаемый материал ученого, разработчика, конструктора оборудования, потребителя (заказчика)»

1. Анализ причин остановки сталелитейного конвертора. Причина (по легенде) – выход из строя периклазоуглеродистых огнеупоров. Участвуют представители металлургического комбината (коммерческий директор и инженер) и представители производителя огнеупоров (коммерческий директор и инженер)
2. Анализ причин повышенного расхода углеродных электродов в сталелитейной электропечи. Причина (по легенде) – повышенный расход электродов. Участвуют представители металлургического комбината (коммерческий директор и инженер) и представители производителя углеродных электродов (коммерческий директор и инженер).
3. Анализ причин преждевременного старения печи для обжига углеродных анодов для электролиза алюминия. Причина (по легенде) – искривление стенок секций печи. Участвуют представители металлургического комбината (коммерческий директор и инженер) и представители производителя огнеупоров печи (коммерческий директор и инженер) и проектант печи.
4. Анализ причин преждевременного отключения электролитической ванны для электролиза алюминия. Причина (по легенде) – износ (утонышение) бортовых стенок. Участвуют представители металлургического комбината (коммерческий директор и инженер), представители производителя карбидкремниевых огнеупоров

- бортовой футеровки (коммерческий директор и инженер) и проектант электролитической ванны.
5. Анализ причин преждевременного отключения электролитической ванны для электролиза алюминия. Причина (по легенде) – трещина в углеродном подовом блоке и протек алюминия. Участвуют представители металлургического комбината (коммерческий директор и инженер), представители производителя углеродных подовых блоков (коммерческий директор и инженер) и проектант электролитической ванны.
  6. Заказчик производит фарфор и покупает карбидкремниевые плиты размером 560×600×20 мм для установки товара в печь. Через 1 год эксплуатации из 500 плит осталось 100 относительно неповрежденных, 200 плит растрескались, 200 – изогнулись со стрелой прогиба 30 мм, т.е. помещать на них заготовки невозможно. Производитель – почти монополист, закупка аналогов за рубежом невозможна (санкции). Представители заказчика проводят встречу на производственной площадке производителя, просят увеличить срок эксплуатации плит до 3 лет, дают предложения по модернизации производства. Производитель выдвигает встречные предложения (у владельца предприятия имеются некоторые собственные финансовые средства, возможно привлечение заемных средств из Фонда развития промышленности). Итог – совместный протокол.
  7. Заказчик производит фарфор. К производителю плит приехал представитель завода по выпуску фарфора. Завод построен по немецкой технологии, оборудование также немецкое. На заводе туннельная печь, этажерка на вагонетку с плитами толщиной 10 мм, вероятно из другого материала, с большей прочностью. После 3 лет эксплуатации плиты стали выходить из строя, возможность дозакупки у производителя отсутствует (санкции). Заказчики просят наладить производство плит под их печь. Переговоры, протокол.
  8. Есть потребность в порошке карбида кремния (вариант – оксида алюминия). Одна команда предлагает концепцию вертикально интегрированного производства, другая команда – горизонтально интегрированного производства.
    - Вертикально интегрированное производство (с указанием цехов, участков цехов и основного оборудования (логистику между цехами описывать необязательно)): кварцевый песок + нефтяной кокс (процесс Ачесона), высокое потребление электроэнергии – синтез карбида кремния, дробление спека, помол Производство абразивного инструмента (отрезные и шлифовальные круги), огнеупоров (карбид кремния на связке из нитрида кремния для алюминиевых электролизеров, карбид кремния на оксидной связке для фарфористов), карбидкремниевых электронагревателей, дополнительное измельчение с фракционированием, производство рекристаллизованного карбида кремния, мокрое измельчение с получением порошков размером менее 1 мкм, спекание при 2200 °С в аргоне (конструкционная керамика), формование из нанопорошков заготовок методом горячего термопластичного литья, предварительное спекание в аргоне и последующее горячее изостатическое прессование лопаток газотурбинного двигателя самолетов.
    - Горизонтально интегрированное производство (с указанием цехов, участков цехов и основного оборудования): производство порошков карбида кремния (метод Ачесона), карбида бора (электроплавка), карбида титана (синтез из оксида титана и кокса, прямой синтез), карбида циркония и гафния (синтез из оксидов и кокса + прямой синтез из элементов), боридов титана, гафния и циркония (синтез из оксидов и кокса + прямой синтез из элементов), нитридов кремния, титана, циркония, алюминия (прямой синтез в азоте их элементов и оксидов + СВС). Порошки производятся для производителей абразивного инструмента, для производителей конструкционной керамики, для производителей резцов, изделий

порошковой металлургии, изделий для электронной промышленности, изделий космического назначения.

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы в форме устного опроса для контроля выполнения индивидуального задания в рамках подготовки бизнес-плана по выбранной теме. Максимальная оценка за контрольные работы 60 баллов.

### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

#### **Вопрос 1.1**

1. Опишите формы контроля свойств материалов. Выпускаемых на производстве (входной, выходной, независимый). Как они осуществляются. И для чего это надо?
2. Вариативность свойств материала. Индексы  $S_p$  и  $S_{pk}$

#### **Вопрос 1.2.**

1. Комплекс механических свойств ВФМ.
2. Термомеханические свойства ВФМ. Понятие о безопасной температуре эксплуатации материалов

### **Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

#### **Вопрос 2.1.**

1. Механические свойства материалов. В каких случаях при производстве материалов контролируют твердость? Трещиностойкость?
2. Электрические свойства материалов. Приведите примеры продукции, для которой надо контролировать электрические свойства.

#### **Вопрос 2.2.**

1. Понятие о спекании материалов. Механизмы спекания
2. Керамические материалы, получаемые методом горячего прессования и горячего изостатического прессования.

### **Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

#### **Вопрос 3.1.**

1. Химические методы получения порошков.
2. Компактирование порошков наноматериалов

#### **Вопрос 3.2.**

1. Спекание порошков керамических наноразмерных порошков
2. Реакционное спекание керамических материалов

## **8.3 Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачёт)**

Максимальное количество баллов за зачет – 40 баллов.

Презентация в виде группового доклада выполняется командой из 4-6 человек (руководитель проекта, технический директор (зам. по перспективному развитию – детальное описание технологии), главный инженер (подбор оборудования), маркетолог, зам. по работе с заказчиками, начальник лаборатории (ЦЗЛ)). Продолжительность защиты – 90 мин. (40 мин групповой доклад, 15-20 мин – вопросы, и 25-30 мин – обсуждение).



Остальные студенты выступают в роли заказчика ВФМ: задают вопросы и принимают бизнес-план.

Структура презентации:

1. Описание продукции (материала) – 10 мин.
2. Технологии (физико-химические основы основных процессов), сырье, перспективные технологии. Защита спецификации свойств, по которой планируется выпускать продукцию – 10 мин.
3. Оборудование по технологическим переделам – 10 мин.
4. Основные конкуренты – 5 мин.
5. Испытания. Организация лаборатории – 10 мин.
6. Организация производства – схема.

Содержание доклада и вопросы для обсуждения:

1. К какой отрасли промышленности относится производство, к какой – применение продукции.
2. Объем рынка продукции в нашей стране и мире
3. Заказчики (отрасли промышленности)
4. Маркетинговые решения. Возможность экспорта
5. Технологические решения (наличие технологий), подробное описание технологий и технологических переделов. Обоснование спецификаций (свойств) выпускаемых материалов. Проблемы и нюансы технологии.
5. Перспективы развития технологий. Улучшение свойств. Что нужно заказчикам и что реально можно улучшить.
6. Конкуренты (лидеры).
7. Оборудование для производства (по технологическим переделам).
8. Цикл жизни изделия (продукции).
9. По каким стандартам работаем? Тестирование. Выходной контроль. ЦЗЛ и исследовательский центр (технологическая лаборатория). Обоснование выбора оборудования. Разработка международных стандартов. Круглые столы. Методы прогнозирования срока службы материалов в изделиях.
10. Организация НИОКР по теме.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Андрианов Н.Т., Балкевич В.Л., Беляков А.В. и др. Химическая технология керамики: Учебное пособие для вузов. Под ред. И.Я. Гузмана. М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2012. 496 с.
2. Абрашнев А.С. и др. Технология стекла. Справочные материалы. Под ред. П.Д. Саркисова. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 647 с.
3. Таймасов Б.Т., Классен В.К. Химическая технология вяжущих материалов: Учебник. 2-е изд, доп. Белгород: Изд-во БГТУ. 2017. 448 с.

#### Б. Дополнительная литература

4. Оксидная керамика: спекание и ползучесть: Учебное пособие для вузов / В.С. Бакунов, А.В. Беляков, Е.С. Лукин, У.Ш. Шаяхметов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 583 с.
5. Захаров, А. И. Повышение энергетической и экологической эффективности производства керамических изделий. Технологические, технические и управленческие подходы. Вопросы стандартизации и сертификации: Учебное пособие / А. И. Захаров, М. А. Вартанян, Т. В. Гусева. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 139 с.
6. Экологические аспекты производства цемента / Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова, Е. Н. Потапова, С. П. Сивков. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2013. 148 с.
7. Классен В.К. Технология и оптимизация производства портландцемента. Белгород, 2011. 305 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

#### Журналы:

1. Стекло и керамика. ISSN 0131-9582.
2. Огнеупоры и техническая керамика. ISSN 0369-7290
3. Новые огнеупоры. ISSN 1689-4518
4. Строительные материалы. ISSN 1729-9209
5. Строительные материалы XXI века. ISSN 1729-9209.
6. Keramische Zietschrift. ISSN 0023-0561.
7. Ceramic Bulletin (Amer.Cer.Soc.). ISSN 0022-7812.
8. Ceramic Industries International. ISSN 0305-7623.
9. International Journal of Applied Ceramic Technology. ISSN (printed): 1546-542X. ISSN (electronic): 1744-7402.
10. Ceramics Technical. ISSN 1324-4175.
11. Glass and Ceramics. ISSN 0361-7610.
12. World Ceramics and Refractories. ISSN 0959-6127.
13. Ceramics Abstracts/World Ceramic Abstracts. ISSN 0883-2900.
14. Engineered Materials Abstracts, Ceramics. ISSN 0002-7812.
15. Ceramic Industries International. ISSN 0958-9899.
16. Ceramic Industry – the magazine for refractories, traditional & advanced ceramic manufacturers. ISSN 0009-0220.
17. Ceramic Engineering and Science Proceedings. ISSN 0196-6219.
18. Ceramics International. ISSN 0272-8842.

Интернет-ресурсы:

- [www.centerprioritet.ru/](http://www.centerprioritet.ru/) – СМЦ «Приоритет» – техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.nanometer.ru/> – «Нанометр» - нанотехнологическое сообщество
- <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> – «Нано Технологии»
- <http://www.nanonewsnet.ru/> – Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx/> – Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> – In Tech. Open Science
- [http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry\\_tech/silicate/](http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/) – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
- <http://www.rsl.ru/> – Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru/> – Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://window.edu.ru/> – Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc.chemistry.bsu.by/free-journals/> – ABC-Chemistry: Бесплатная научная химическая информация
- <http://new.fips.ru/registers-web/> – Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> – поисковая система по книгам
- <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)**

Для реализации рабочей программы используются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- комплекты образцов изделий из керамики;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым

дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Материаловедение, технологии и элементы организации производств высокотемпературных функциональных материалов» проводятся в форме лекция, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Аудитория для самостоятельной работы обучающихся, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

Кафедральная библиотека с ресурсами ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева по профилю дисциплины.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; интерактивная доска; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам керамических материалов и керамоматричных композитов; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния тугоплавких соединений; кафедральная библиотека электронных изданий.

### **11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения:**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование программного</b>	<b>Реквизиты договора</b>	<b>Количество лицензий</b>	<b>Срок окончания</b>
------------------	--------------------------------------	-------------------------------	----------------------------	---------------------------

	<b>продукта</b>	<b>поставки</b>		<b>действия лицензии</b>
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	5 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Управление проектами Project expert tutorial	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная
	Среда разработки Delphi	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-	1 лицензия для активации на рабочих	бессрочная

		164ЭА/2010 от 14.12.10	станциях	
	Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Global Optimization Toolbox Classroom new	Контракт № 143-	25 лицензий для активации на рабочих	бессрочная

	Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	164ЭА/2010 от 14.12.10	станциях	
	Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Microsoft Office Standard 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> </ul>	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию

				продукта)
	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование раздела	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Свойства ВФМ	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– виды и причины влияния технологических факторов на свойства изделий из ВФМ.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>



	<p>материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать знания основных физических теорий для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации.</li> </ul>	
Раздел 2. Технологии получения и переработки ВФМ	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– виды и причины влияния технологических факторов на свойства изделий из ВФМ;</li> <li>– особенности организации технологического процесса при изготовлении изделий из ВФМ с заданными свойствами;</li> <li>– способы осуществления энерго- и ресурсоэффективного осуществления технологических процессов получения основных видов ВФМ;</li> <li>– особенности организации и управления производствами ВФМ и изделий из них.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 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;</li> <li>– устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий;</li> <li>– использовать знания основных физических теорий для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления;</li> <li>– применять наилучшие доступные технологии при производстве высокотемпературных материалов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами оценки технологической</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>

	<p>обоснованности внедряемых решений и проектов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчета экономической эффективности внедряемых технологических решений и проектов;</li> <li>– рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации.</li> </ul>	
<p>Раздел 3. Производство изделий из ВФМ</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– виды и причины влияния технологических факторов на свойства изделий из ВФМ;</li> <li>– особенности организации технологического процесса при изготовлении изделий из ВФМ с заданными свойствами;</li> <li>– способы осуществления энерго- и ресурсоэффективного осуществления технологических процессов получения основных видов ВФМ;</li> <li>– особенности организации и управления производствами ВФМ и изделий из них.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 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;</li> <li>– устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий;</li> <li>– использовать знания основных физических теорий для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления;</li> <li>– применять наилучшие доступные технологии при производстве высокотемпературных материалов.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами оценки технологической обоснованности внедряемых решений и проектов;</li> <li>– методами расчета экономической эффективности внедряемых технологических решений и проектов;</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>

	– рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации.	
Раздел 4. Деловые игры.	<p><i>знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– виды и причины влияния технологических факторов на свойства изделий из ВФМ;</li> <li>– особенности организации технологического процесса при изготовлении изделий из ВФМ с заданными свойствами;</li> <li>– способы осуществления энерго- и ресурсоэффективного осуществления технологических процессов получения основных видов ВФМ;</li> <li>– особенности организации и управления производствами ВФМ и изделий из них.</li> </ul> <p><i>уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 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;</li> <li>– устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий;</li> <li>– использовать знания основных физических теорий для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления;</li> <li>– применять наилучшие доступные технологии при производстве высокотемпературных материалов.</li> </ul> <p><i>владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами оценки технологической обоснованности внедряемых решений и проектов;</li> <li>– методами расчета экономической эффективности внедряемых технологических решений и проектов;</li> <li>– рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации.</li> </ul>	

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Материаловедение, технологии и элементы организации производств  
высокотемпературных функциональных материалов»**

**основной образовательной программы**

15.04.02 Технологические машины и оборудование

Магистерская программа

«Современное технологическое оборудование переработки неметаллических материалов»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Современное аппаратное и технологическое оформление процессов  
изготовления изделий из высокотемпературных керамических материалов»**

**Направление подготовки  
15.04.02 Технологические машины и оборудование**

**Магистерская программа  
«Современное технологическое оборудование переработки  
неметаллических материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена доцентом кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров  
к.т.н, доцент

М.А. Вартанян

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров «13» июня 2025 г., протокол № 17.

Заведующий кафедрой ХТКиО

д.т.н., профессор

Н.А. Макаров

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **15.04.02 Технологические машины и оборудование** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Химической технологии керамики и огнеупоров** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Современное аппаратное и технологическое оформление процессов изготовления изделий из высокотемпературных керамических материалов»** относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в частности в области технологии высокотемпературных силикатных материалов.

**Цель дисциплины** – формирование углубленных знаний об особенностях аппаратного и технологического оформления современных процессов изготовления изделий из ВФМ и взаимосвязи эксплуатационных характеристик изделий с конструкцией технологического оборудования и параметрами производственного процесса.

**Задачи дисциплины** – научить студента алгоритму изучения машины, предназначенной для выполнения конкретной технологической операции, а также показать на примерах изучаемых агрегатов типовые способы реализации воздействия машины на обрабатываемый материал.

Дисциплина **«Современное аппаратное и технологическое оформление процессов изготовления изделий из высокотемпературных керамических материалов»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**: ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.2



**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>				
Организация и проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), связанных с созданием новых и совершенствованием существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	Технологические машины и оборудование химических производств, технологии материалов Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1 Способен самостоятельно организовывать проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), связанных с созданием новых и совершенствованием существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	ПК-1.1 Знает требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок ПК-1.2 Умеет разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н.
		ПК-2 Способен самостоятельно формировать коллектив исполнителей научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию новых и совершенствованию существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов и осуществлять руководство его деятельностью	ПК-2.1 Знает принципы организации труда при выполнении НИОКР ПК-2.2 Умеет выбирать и реализовывать и последовательно улучшает методы управления персоналом, занятым в проведении НИОКР ПК-2.3 Владеет приемами мониторинга и контроля действий и результатов подчиненных сотрудников, способствует повышению	

			профессиональной квалификации исполнителей	
Внедрение результатов научно- исследовательских и опытно- конструкторских работ (НИОКР) по созданию новых и совершенствованию существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов		ПК-3 Способен организовывать внедрение результатов научно- исследовательских и опытно- конструкторских работ (НИОКР) по созданию новых и совершенствованию существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	ПК-3.2 Умеет оформлять и осуществлять постановку на учет результатов НИОКР (патенты, научно-техническая документация) в соответствии с требованиями актуальной нормативной документации	Профессиональный стандарт «25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018. № 573н; Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно- исследовательским и опытно- конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок;
- принципы организации труда при выполнении НИОКР.

*Уметь:*

- разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы;
- выбирать и реализовывать и последовательно улучшает методы управления персоналом, занятым в проведении НИОКР;
- оформлять и осуществлять постановку на учет результатов НИОКР (патенты, научно-техническая документация) в соответствии с требованиями актуальной нормативной документации.

*Владеть:*

- приемами мониторинга и контроля действий и результатов подчиненных сотрудников, способствует повышению профессиональной квалификации исполнителей.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,4</b>	<b>51</b>	<b>38,25</b>
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,93	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,6</b>	<b>129</b>	<b>96,75</b>
Контактная самостоятельная работа	3,6	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		129	96,75
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	УП	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Академ. часов		
			Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основное и сопутствующее оборудование для получения измельченных компонентов формовочных масс.	23	3	5	15
2.	Раздел 2. Оборудование для смешивания и подготовки формовочных масс.	34	3	6	25
3.	Раздел 3. Оборудование для изготовления изделий способом пластического формования.	34	3	6	25
4.	Раздел 4. Оборудование для прессования изделий из порошкообразных масс.	34	3	6	25
5.	Раздел 5. Оборудование формования изделий методом литья.	34	3	6	25
6.	Раздел 6. Другие типы оборудования, применяемые в технологии ВФМ.	21	2	5	14
	<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>129</b>
	<b>Экзамен</b>	<b>36</b>			
	<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>			

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Основное и сопутствующее оборудование для получения измельченных компонентов формовочных масс.**

- 1.1. Задача получения измельченных порошков в производствах ВФМ в связи со специфическими требованиями к их дисперсности. Работа дробления и измельчения.
- 1.2. Основные типы дробильно-помольного оборудования, используемого в производствах ВФМ. Дробилки - щековые, конусные, молотковые, валковые (в том числе специализированные для грубого дробления глины), глинорезки, дезинтеграторы, помольные бегуны, среднеходовые мельницы, шаровые мельницы непрерывного и периодического действия, вибрационные мельницы, струйные мельницы, атриторы, планетарные мельницы. Принцип их работы, основные элементы конструкций и сравнительная технологическая оценка различных дробильно-помольных машин.
- 1.3. Особенности работы оборудования для тонкого и сверхтонкого измельчения.
- 1.4. Сравнительная оценка машин по пылевыделению при помоле и транспортировании порошков. Реализация мероприятий по охране труда и окружающей среды путем рационального выбора методов измельчения и оборудования. Современные тенденции в производстве дробильно-помольного оборудования.

### **Раздел 2. Оборудование для смешивания и подготовки формовочных масс.**

- 2.1. Задача стадии смешивания компонентов и введения временной технологической связки в зависимости от метода формования. Классификация процессов подготовки исходных масс для производства ВФМ и соответствующих видов смесительного оборудования.
- 2.2. Устройство и работа машин непрерывного действия для смешивания и увлажнения исходных масс. Лопастные смесители. Пароувлажнители.
- 2.3. Устройство и работа смесителей периодического действия для смешивания масс в производстве ВФМ: смесительные бегуны и другие машины подобного типа. Способы автоматизации управления работой смесителей периодического действия.
- 2.4. Сравнительная оценка смесителей применительно к пластичным и полусухим массам и тенденции совершенствования этого оборудования.
- 2.5. Шликерные мешалки периодического действия для подготовки исходных масс. Устройство, назначение и сравнительная оценка различных типов мешалок: горизонтальные и вертикальные, лопастные, пропеллерные.
- 2.6. Принципы устройства и схемы использования непрерывно-действующих машин для распускания глинистых компонентов. Тенденции совершенствования мешалок и машин для роспуска глин.
- 2.7. Основное оборудование, применяемое для обезвоживания исходных масс при шликерной подготовке суспензий, особенности режимов и кинетики фильтрования. Решения, обеспечивающие механизацию и автоматизацию работы фильтр-прессов. Влажность получаемых коржей и их дальнейшая переработка. Использование или очистка фильтратов для предотвращения загрязнения окружающей среды. Тенденции в совершенствовании оборудования для обезвоживания шликеров.
- 2.8. Особенности насосов, применяемых для закачки фильтр-прессов и транспорта шликеров; мембранные и червячные насосы. Тенденции в их совершенствовании.
- 2.9. Получение пресс-порошков из шликеров, применяемых для получения ВФМ. Основные типы и особенности конструкций распылительных сушил, и сушил в кипящем слое, применяемых в технологиях ВФМ. Грануляторы и их сравнение с распылительными сушилками.
- 2.10. Примеры компоновок дробильно-помольного оборудования и оборудования для подготовки формовочных масс. Массозаготовительные цехи.

### **Раздел 3. Оборудование для изготовления изделий способом пластического формования.**

3.1. Особенности пластического формования масс при получении заготовок (изделий) для получения ВФМ. Основные варианты процессов пластического формования: протяжка, штемпельное формование, раскатка в тела вращения. Применяемые для них типы оборудования.

3.2. Ленточные прессы и мялки. Устройства ленточных прессов с винтовыми лопастями и особенности их основных конструктивных элементов (корпус, загрузочно-питательное устройство, винтовые лопасти, головка, мундштук). Процессы, происходящие при формовании на ленточных прессах. Виды брака и способы их предотвращения.

3.3. Вакуумные ленточные прессы. Механизмы и эффективность вакуумирования. Водокольцевые и масляные вакуумные насосы. Основные типы конструкций вакуумных прессов и их сравнительная характеристика. Вакууммялки. Режимы вакуумирования и типы вакуумных насосов. Вертикальные прессы для формования канализационных труб. Особенности их устройства.

3.4. Элементы расчета ленточных прессов с винтовыми лопастями. Производительность прессов, давление прессования и потребляемая мощность. Основные сведения о прессах для пластического формования поршневого типа. Тенденции в совершенствовании оборудования для формования методом протяжки.

3.5. Требования, предъявляемые к машинам для нарезки сырца (заготовок) из бруса, выдавливаемого ленточным прессом. Основные типы резательных аппаратов. Устройство и кинематика работы однострунного резательного станка.

3.6. Принцип работы резательных устройств с фотоэлементом. Общие сведения об устройствах для автоматической садки нарезанного сырца. Примеры компоновок прессов для протяжки с предшествующим им оборудованием.

3.7. Оборудование для формования изделий тонкой керамики. Особенности процесса формования тел вращения раскаткой керамической массы. Влияние режима формования на строение и качество сформованных изделий. Дефекты и способы их устранения.

3.8. Основные виды машин для получения заготовок. Формование тонкостенных полых и плоских изделий (хозяйственный фарфор, фаянс) на ручных и механизированных станках.

3.9. Принцип устройства и основные конструктивные элементы полуавтоматов: управление всеми операциями формования с помощью распределительного вала. Различные варианты процесса формования: одностадийное и двухстадийное формование, формование шаблонами и роликами. Кинематические схемы наиболее характерных полуавтоматов. Тенденции в совершенствовании оборудования для формования методом раскатки.

3.10. Штемпельные прессы для пластического формования. Особенности процесса штемпельного формования изделий из пластичных масс. Основные типы прессов, применяемых для допрессовки заготовок (изделий) из ВФМ, формования черепицы. Их устройство и работа. Примеры компоновок прессов для штемпельного прессования с предшествующим оборудованием. Тенденции в совершенствовании оборудования для формования методом допрессовки.

3.11. Пути полной механизации процесса формования хозяйственного фарфора и фаянса с объединением пресса для протяжки, устройства для нарезания пластов, формующего агрегата и конвейерного сушила в единый агрегат - поточную линию. Примеры компоновок прессов для штемпельного прессования с предшествующим оборудованием.

### **Раздел 4. Оборудование для прессования изделий из порошкообразных масс.**

4.1. Особенности и варианты процесса прессования изделий из порошков. Способы регулирования давления и плотности. Требования к порошкам для полусухого прессования. Причины появления и пути устранения неравноплотности, перепрессовочных трещин и других дефектов прессовок. Основные варианты

применяемых режимов прессования (одностороннее и двухстороннее сжатие: использование плавающих форм, ступенчатые режимы прессования).

4.2. Классификация прессов по источникам создания прессующего усилия, по типам прессующих и перемещающих механизмов, по режимам прессования. Револьверные и роторные прессы.

4.3. Механические прессы. Принцип действия и достоинства коленорычажного механизма. Конструкция и работа типичных коленорычажных прессов для прессования заготовок (изделий) из ВФМ. Механизмы для засыпки массы и выталкивания изделий. Устройства для гидравлического регулирования давления на механических прессах.

4.4. Принцип действия и основные элементы конструкции фрикционных прессов. Специфические особенности процесса прессования на этих прессах. Способы автоматизации фрикционных прессов. Винтовые прессы с дугостаторным приводом.

4.5. Гидравлические прессы. Особенности и основные области применения гидравлических прессов в технологиях ВФМ. Основные типы гидравлических прессов, применяемых в производстве заготовок (изделий) из ВФМ. Оборудование гидравлической схемы прессов: насосы, аккумуляторы, преобразователи давления, золотники, клапаны. Автоматизация управления гидравлическими прессами (рассматривается на примере одного из прессов).

4.6. Основные особенности и методы прессования изделий сложной формы. Некоторые конструктивные решения пресс-форм, кернов и пуансонов, обеспечивающих выравнивание коэффициентов сжатия. Гидростатическое и квазиизостатическое прессование. Вибропрессование. Газостатическое прессование.

4.7. Современные тенденции совершенствования прессов для полусухого прессования. Пресс-формы для прессования керамических плиток: зеркальные, с передачей, гидростатические штампы. Примеры компоновок прессов для полусухого прессования и предшествующего оборудования.

## **Раздел 5. Оборудование формования изделий методом литья.**

5.1. Особенности процесса литья керамических шликеров в пористые формы. Требования к шли и пористым формам. Классификация методов литья, применяемых в керамической технологии. Оборудование литейных цехов для производства санитарно-строительной керамики. Мешалки, насосы, шликеропроводы, устройства для вакуумирования шликеров. Переход от литейных конвейеров к механизированным литейным стандам.

5.2. Устройство и работа карусельной машины для отливки тонкостенных полых изделий методом сливного литья.

5.3. Оборудование для горячего литья изделий из термопластичных шликеров. Типичные конструкции литейных машин и режимы их работы.

5.4. Способы изготовления тонких керамических пленок, а также керамической фанеры.

5.5. Особенности литья под давлением. Оборудование для литья изделий под давлением.

5.6. Компоновочные решения по размещению оборудования при формовании методом литья. Тенденции совершенствования оборудования для литья керамических изделий.

## **Раздел 6. Другие типы оборудования, применяемые в технологии ВФМ.**

6.1. Оборудование для обработки резанием (обточки) заготовок изоляторов. Мокрый и сухой способы глазурирования. Оборудование для глазурирования изделий методами окунания, полива, пульверизации, электростатическим, одновременным прессованием плиточного слоя и глазури. Устройство глазуровочного конвейера для плиток.

6.2. Роторные и роторно-конвейерные линии и возможности их использования в технологии керамики в сравнении с роботизированными комплексами.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6
	<b>Знать:</b>						
1	– требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок	+	+	+	+	+	+
2	– принципы организации труда при выполнении НИОКР	+	+	+	+	+	+
	<b>Уметь:</b>						
3	– разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы	+	+	+	+	+	+
4	– выбирать и реализовывать и последовательно улучшает методы управления персоналом, занятым в проведении НИОКР	+	+	+	+	+	+
5	– оформлять и осуществлять постановку на учет результатов НИОКР (патенты, научно-техническая документация) в соответствии с требованиями актуальной нормативной документации	+	+	+	+	+	+
	<b>Владеть:</b>						
6	– приемами мониторинга и контроля действий и результатов подчиненных сотрудников, способствует повышению профессиональной квалификации исполнителей	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения:</i> <b>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.2</b>							
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>	+	+	+	+	+



7	ПК-1 Способен самостоятельно организовывать проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), связанных с созданием новых и совершенствованием существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	ПК-1.1 Знает требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок ПК-1.2 Умеет разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы	+	+	+	+	+	+
8	ПК-2 Способен самостоятельно формировать коллектив исполнителей научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию новых и совершенствованию существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов и осуществлять руководство его деятельностью	ПК-2.1 Знает принципы организации труда при выполнении НИОКР ПК-2.2 Умеет выбирать и реализовывать и последовательно улучшает методы управления персоналом, занятым в проведении НИОКР ПК-2.3 Владеет приемами мониторинга и контроля действий и результатов подчиненных сотрудников, способствует повышению профессиональной квалификации исполнителей	+	+	+	+	+	+
9	ПК-3 Способен организовывать внедрение результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию новых и совершенствованию существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	ПК-3.2 Умеет оформлять и осуществлять постановку на учет результатов НИОКР (патенты, научно-техническая документация) в соответствии с требованиями актуальной нормативной документации	+	+	+	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Основные типы дробильно-помольного оборудования, используемого в производствах ВФМ.	2
2	Раздел 1	Особенности работы оборудования для тонкого и сверхтонкого измельчения	3
3	Раздел 2	Шликерные мешалки периодического действия для подготовки исходных масс	3
4	Раздел 2	Устройство и работа машин непрерывного действия для смешивания и увлажнения исходных масс	3
5	Раздел 3	Особенности пластического формования масс при получении заготовок (изделий) для получения ВФМ	3
6	Раздел 3	Формование тонкостенных полых и плоских изделий (хозяйственный фарфор, фаянс) на ручных и механизированных станках	3
7	Раздел 4	Требования к порошкам для полусухого прессования.	3
8	Раздел 4	Пресс-формы для прессования керамических плиток: зеркальные, с передачей, гидростатические штампы.	3
9	Раздел 5	Устройство и работа карусельной машины для отливки тонкостенных полых изделий методом сливного литья.	3
10	Раздел 5	Оборудование для горячего литья изделий из термопластичных шликеров. Типичные конструкции литейных машин и режимы их работы.	3
11	Раздел 6	Роторные и роторно-конвейерные линии и возможности их использования в технологии керамики в сравнении с роботизированными комплексами.	2
12	Раздел 6	Мокрый и сухой способы глазурования. Оборудование для глазурования изделий методами окунания, полива, пульверизации, электростатическим, одновременным прессованием плиточного слоя и глазури.	3

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **экзамена** (1 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение 3 контрольных работ (максимальная оценка 20 баллов за каждую), и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

Реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по разделам 1-2, 3-4 и 5-6). Максимальная оценка за контрольные работы (1 семестр) составляет 20 баллов за каждую.

**Разделы 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 1 и 2 вопросы по 7 баллов, 3 вопрос оценивается в 6 баллов.**

#### **Вопрос 1.1.**

1. Объясните понятие цены потребления оборудования. Какую долю от нее составляет отпускная цена?
2. Как рассчитывается производительность непрерывно работающего оборудования? Годовая производительность.
3. Перечислите технические параметры, учитываемые при оценке
4. Назовите экономические параметры, учитываемые при оценке конкурентоспособности оборудования.
5. Как рассчитать производительность агрегата периодического действия? Годовая производительность.
6. Виды организационных параметров (условия продажи), применяемые при оценке конкурентоспособности агрегата.
7. Назовите параметры надежности, учитываемые при оценке конкурентоспособности.
8. Что входит в нормативные параметры при оценке конкурентоспособности.
9. Единичный и групповой показатели. Вычисление показателя конкурентоспособности.
10. Параметры назначения при оценке конкурентоспособности?
11. Эстетические параметры при оценке конкурентоспособности машины.
12. Эргономические параметры при оценке конкурентоспособности.
13. Организационные параметры.
14. Структура цены потребления.
15. Как вычисляют единичные параметры? В чем особенность вычисления группового показателя для нормативных параметров?
16. Метод экспертных оценок при выборе оборудования.

17. Производительность для машин непрерывного и периодического действия.
18. Долговечность машин.
19. Безотказность машины.
20. Назовите достоинства и недостатки молотковых дробилок и молотковых мельниц.
21. Чем отличаются дробилки от мельниц?
22. Объясните. Что такое угол захвата? Приведите примерные углы захвата известных Вам дробилок.
23. Сравните между собой щековые дробилки с простым и сложным движением щеки. Как их различить на чертежах?
24. Машины для грубого измельчения глины.
25. В чем преимущества и недостатки щековых и конусных дробилок с вибрацией рабочих органов?
26. Как определить, конусная дробилка с подвижным валом или с неподвижной осью?
27. Особенности конструкций конусных дробилок для среднего и мелкого дробления.
28. Особенности конструкции конусных дробилок для грубого помола.
29. Виброконусные дробилки. Достоинства и недостатки.
30. Перечислите типы известных вам валковых дробилок.
31. Каково соотношение диаметров валков и размеров кусков поступающего материала в валковых дробилках с гладкими и с рифлеными валками?
32. Какие дробилки используют для выделения камней из глины?
33. Перечислите достоинства и недостатки ножевых глинорезок.
34. Глинорыхлители.
35. Бегуны. Типы конструкций, достоинства и недостатки, допустимая скорость вращения чаши.
36. Как определить, в бегунах вращается чаша или нет?
37. Перечислите основные недостатки известных Вам дробилок для среднего и мелкого дробления.
38. Какие из типов дробилок имеют разновидности для крупного, среднего и мелкого дробления?
39. Перечислите типы оборудования для измельчения, использующие в качестве способа измельчения изгиб.
40. Назовите различия между молотковыми дробилками и молотковыми мельницами. Укажите массу молотков и их скорость.
41. Валковые, роликово-маятниковые и шаровые-кольцевые мельницы.
42. Критическая скорость мельницы.
43. Водопадный режим в мельницах и его применение.
44. Укажите способы, позволяющие реализовать на практике различные режимы помола в шаровой мельнице.
45. Как обычно используют формулу В.В. Товарова:  $Q = 0,001 Q_{уд} \cdot k_p \cdot k_s \cdot 6.75 \cdot V \cdot \eta_p$  (т/ч)?
46. Перечислите все известные Вам способы и машины тонкого помола материала.
47. Какие типы шаровых мельниц наиболее эффективны для получения сверхтонкого продукта? Поясните.
48. Назовите достоинства и недостатки шаровых и вибрационных мельниц.
49. Каков максимальный объем вибромельниц и размер шаров? Почему?
50. Достоинства и недостатки молотковой шахтной мельницы.
51. С помощью каких механизмов создают вибрацию в вибромельницах? Какой тип вибромельниц оказывает меньшую нагрузку на фундамент?
52. Атриторы, достоинства и недостатки.
53. Укажите размеры частиц, получаемых при тонком помоле. Чем отличаются эксцентриковые вибромельницы от инерционных?

54. Почему и чем (какой величиной) ограничена скорость вращения шаровой мельницы.

### Вопрос 1.2.

1. Трубные мельницы. Достоинства и недостатки.
2. Как и в каких мельницах получают порошки грубых и средних размеров?
3. Сравните дезинтегратор и центробежную мельницу.
4. Схема получения порошка из пластичной глины.
5. Пути совершенствования мельниц.
6. Колосниковые грохоты. Области применения.
7. Назовите оборудование для сепарации совместимое с дробилками.
8. Укажите достоинства и недостатки различных способов рассева материалов.
9. Сита и решета. Коэффициент полезного действия грохотов.
10. Системы сит и взаимный пересчет размеров сит.
11. Бурат.
12. Принципы разделения на ситах.
13. Вибрационные грохоты. Достоинства и недостатки.
14. Какие параметры газовой среды входят в формулу для определения скорости витания частицы при воздушной сепарации?
15. Назовите оборудование для сепарации, совместимое с шаровыми мельницами.
16. Циркуляционный и проходной сепараторы. Достоинства и недостатки.
17. Сепаратор с внешними осадительными устройствами. Достоинства и недостатки.
18. Назовите достоинства и недостатки проходных и циркуляционных сепараторов. Сравните их между собой.
19. Сравните гидроциклон и вертикальный классификатор.
20. Перечислите известное Вам оборудование для гидравлической сепарации.
21. Гидроциклоны. Достоинства и недостатки.
22. Вертикальный классификатор. Достоинства и недостатки.
23. Сравните эффективность и области применения циклонов, тканевых фильтров и электрофильтров.
24. Сравните циклоны и вихревые пылеуловители.
25. Укажите характеристики простых и батарейных циклонов.
26. Достоинства и недостатки вихревых пылеуловителей. В чем основное отличие ВПУ от ВЗП.
27. Укажите характеристики простых и батарейных циклонов.
28. Достоинства и недостатки комбинированного зернистого фильтра.
29. Достоинства и недостатки мокрого пылеулавливания.
30. Скрубберы.
31. Динамические газопромыватели, достоинства и недостатки.
32. Пенные пылеулавливатели. Достоинства и недостатки.
33. Турбулентные газопромыватели. Достоинства и недостатки.
34. Сравните сухое и мокрое пылеулавливание.
35. Циклон с водяной пленкой.
36. Принцип действия, достоинства и недостатки пылеуловителей ударно-инерционного типа.
37. Электромагнитный барабан.
38. Магнитная сепарация электромагнитами и сильными постоянными магнитами. Достоинства и недостатки.
39. Перечислите известные Вам типы транспортеров.
40. Ленточные транспортеры. Производительность.
41. Скребковые и ковшевые транспортеры. Области применения.
42. Элеваторы. Области применения.

43. Оборудование для замены или перемещения оборудования в цехе.
44. Назовите разновидности, а также достоинства и недостатки пневмотранспорта.  
Достоинства и недостатки пневмотранспорта.
45. Контейнерный пневмотранспорт.
46. Перечислите типы транспортеров, используемых на керамических заводах.
47. Как осуществляют поворот вагонеток или их перемещение на параллельный путь?
48. Виды транспортеров.
49. Виды транспортеров для подачи материала под углом и вертикально.
50. Пластинчатый и ящичный питатели.
51. Цепной питатель.
52. Лотковый питатель.
53. Барабанный и секторный питатели.
54. Цилиндрический и тарельчатый питатели.
55. Лопастной питатель.

### Вопрос 1.3.

1. Для каких материалов можно использовать винтовые дозаторы?
2. Режим подачи материала в автоматические весы.
3. Достоинства и недостатки объемного и весового дозирования.
4. Укажите путь масс (элементы конструкции) в двухвальном смесителе с протирающей решеткой.
5. Сколько воды можно ввести с паром в глинистую массу в смесителе и почему? Как вводят дополнительную воду?
6. Укажите путь глины (элементы конструкции, через которые она проходит) в глинозапаснике.
7. Как подают пар и воду в двухвальных лопастных смесителях?
8. Укажите путь массы (элементы конструкции) в глинорастирателе.
9. Укажите путь массы (элементы конструкции) в глинозапаснике?
10. Двухвальный прямоточный и противоточный смесители.
11. Глинорастиратель. Путь массы (элементы конструкции, через которые она проходит).
12. Глинозапасник. Путь массы (элементы конструкции, через которые она проходит).
13. Укажите и объясните порядок смешивания шихты, содержащей шамот и глиняный порошок. Выберите агрегаты для этого процесса.
14. Смесители фирмы Eirich.
15. Сравните смесительные бегуны со скоросмесителем при приготовлении массы для шамотных огнеупоров.
16. Режимы смешивания и гранулирования в смесителе фирмы Eirich.
17. Достоинства и недостатки горизонтального лопастного смесителя.
18. Почему для смешивания шликеров редко используют барботаж?
19. Какие задачи выполняют шликерные мешалки в керамическом производстве?  
Укажите соотношение диаметра винта пропеллерной мешалки к размеру (диаметру) бассейна.
20. Объясните, почему бассейн для пропеллерной мешалки выполняется в форме многогранника, переходящего в усеченную пирамиду, а не в виде цилиндра?
21. Достоинства пропеллерных мешалок.
22. В каких случаях используют в качестве смесителя шаровые мельницы?
23. Общие элементы конструкций у машин для непрерывного распускания глин.
24. Комбинированная дробилка и Мельница-мешалка Сладкова
25. Какие способы обезвоживания керамических масс Вы знаете? Сравните их по энергетическим затратам.
26. Почему для керамических масс обычно не применяют вакуум-фильтры?

27. Назовите достоинства и недостатки рамного и камерного фильтр-прессов. Как распределяется влага по сечению коржа?
28. Как изменяют давление шликера в фильтр-прессах и почему?
29. Какие принципы закладывали конструкторы при создании автоматических фильтр-прессов?
30. Почему толщина коржа в фильтр-прессе составляет 20-30 мм?
31. Мембранный фильтр-пресс.
32. Как можно приготовить пластичную массу со строго определенной влажностью?
33. Достоинства и недостатки червячного насоса.
34. Почему для перекачки шликеров применяют специальные насосы? Назовите их.
35. Поршневые насосы с керамическими поршнями и цилиндрами.
36. Почему для керамических шликеров используют мембранные насосы?
37. Пневматические мембранные насосы для перекачки шликера?
38. Почему меняется со временем службы влажность массы, получаемая в фильтр-прессах?
39. Укажите путь массы на технологической схеме РС НИИСТРОЙКИ.
40. Общие элементы конструкций в различных БРС.
41. Укажите влажность масс до и после распылительной сушилки.
42. Почему в БРС влажность гранул разного размера выравнивается в процессе сушки?
43. Почему после распылительной сушилки порошки имеют стабильный размер и влажность?
44. Сравните достоинства и недостатки БРС и сушилок в кипящем слое.
45. Сушилки кипящего слоя Glatt.
46. Преимущества и недостатки применения грануляторов вместо РС.
47. Основные отличия гранул после БРС и гранулятора.
48. Какие материалы подаются в гранулятор Vomm? До какой влажности сначала увлажняется масса и до какой сушится?
49. В чем преимущества сушки шликера в сушилке кипящего слоя по сравнению с РС?
50. Достоинства и недостатки грануляторов.

**Раздел 3-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 1 и 2 вопросы по 7 баллов, 3 вопрос оценивается в 6 баллов.**

### **Вопрос 2.1.**

1. Сравните между собой поршневые и шнековые прессы для пластического формования.
2. Сравните основные узлы загрузки ленточного прессы.
3. Сравните конструкции шнеков ленточных прессов и выжимных лопастей.
4. Нарисуйте кривую распределения давления массы по зонам ленточного прессы и меры уменьшения давления в мундштуке.
5. Каким образом и почему желательно изменить длину и конусность головки прессы и мундштука при переходе от менее пластичной к более пластичной массе.
6. Сравните виды воздуха в пластичной массе и процесс его удаления из пластичной массы. Чем опасен слишком высокий вакуум.
7. Сравните водокольцевой и масляный вакуумные насосы.
8. Перечислите виды брака, возникающие при формировании на вакуумном ленточном прессе.
9. Формула объемной производительности винтового прессы. Коэффициент потерь и способы их частичного устранения.
10. Как формируют раструб и трубу в трубном прессе. Как компенсируют массу выходящего из вертикального прессы трубы.

11. Какие 3 системы имеются в резательных станках, разрезающих выходящий из мундштука брус и как ими управляют? Как работает фрикцион?
12. Достоинства формования роликовым шаблоном. Зачем металлический ролик нагревают, а тефлоновый нет?
13. Назовите операции, которые выполняет полуавтомат АСФ-07. Зачем валы вращают с помощью червячной передачи? Как соотносятся скорости вращения ролика и шпинделя.
14. Принцип работы Мальтийского механизма. В каких машинах его применяют?
15. Перечислите операции, выполняемые на линии «Сервис» при формовании чашек.
16. Виды брака при раскатке. Причины брака и способы их устранения.
17. Куда удаляют избытки массы при прессовании на прессе Самарина? Как выталкивают заготовку из формы?
18. Почему для формования пластических масс часто применяют эксцентриковый механизм, а не колено-рычажный?
19. Перечислите позиции, на которые попадает масса при прессовании на прессе для штамповки черепицы. Почему тарелки формуют не раскаткой, а допрессовкой?
20. Как отличить кирпич, отпрессованный допрессовкой, от кирпича, отформованного протяжкой? Какой будет прочнее и почему?
21. Принцип работы коленорычажного механизма. Как передается в них усилие (элементы конструкции)? Как создают паузы при прессовании?
22. Отличие прессы ПК-630 от прессы СМ-1085. Как регулируют число ударов на коленорычажном прессе?
23. Какую роль играет трехзвенный коленорычажный механизм в СМ-301? Дайте развернутый ответ.
24. Как осуществляют двухстороннее прессование на ПК-630 и СМ-1085? Как это делают на других прессах.
25. Какие функции выполняет каретка на прессе СМ-301?
26. Зачем нужна система гидравлического регулирования давления в коленорычажных прессах? Принимает она участие в выталкивании заготовки?
27. Как образуются паузы при прессовании на коленорычажных прессах с системой гидравлического регулирования давления?
28. Нарисуйте график изменения давления от времени на прессе КРП-125. Что перемещает каретку и как выталкивают заготовку из матрицы?
29. Сравните фрикционный пресс фрикционных прессов и пресс с дугостаторным двигателем.
30. Чем регулируют плотность прессовки на фрикционных прессах и в прессах с дугостаторным двигателем? Какие преимущества могла дать последняя конструкция?
31. Назовите траекторию (элементы конструкции) передачи усилия во фрикционных прессах для деталей небольшой высоты и большой высоты.
32. Назовите достоинства и недостатки гидравлических прессов с гидроцилиндрами поршневого и плунжерного типов. Области их применения.
33. Обоснуйте преимущества двухступенчатого прессования на гидравлических прессах?
34. Как устроен мультипликатор и когда его применяют?
35. Достоинства и недостатки гидравлических прессов с вращающимся столом.
36. Храповой механизм поворота стола.
37. Преобразование поступательного движения цилиндра во вращательное в гидравлическом прессе с вращающимся столом.
38. Сравните зеркальные пресс-формы, пресс-формы с передачей и гидростатические пресс-формы для прессования плиток.
39. Достоинства и недостатки вибрационного прессования. Почему давление обычно не превышает 30 МПа?



40. Сравните гидростатическое прессование по «мокрому методу» и по «сухому методу» и квазиизостатическое прессование
41. Сравните горячее прессование горячее изостатическое прессование.
42. Достоинства и недостатки.
43. Как готовят заготовку для использования в газостате?
44. Назовите методы и способы литья из водных шликеров. В чем их отличия, недостатки, достоинства?
45. Объясните, почему при формовании методом раскатки и литья заготовки сохраняют форму тела вращения после сушки и обжига?
46. . Назовите достоинства и недостатки полимерных, металлических и керамических форм для литья.
47. Сравните основные достоинства и недостатки одноэтажных и двухэтажных конвейеров, а также ручных, механизированных станков.
48. Как удаляют избыток шликера на конвейерах для водного литья?
49. С помощью чего синхронизируется работа узлов СКВ-2 и где расположен механизм по отношению к столу? Дайте развернутый ответ.
50. Составьте структурно-технологическую схему формования методом горячего литья.
51. Перечислите требования к горячим шликерам. Зачем при горячем литье применяют ПАВ? Как уменьшить расход связки:

## **Вопрос 2.2.**

1. Какие самые основные виды дефектов возможны при горячем литье? С чем они связаны?
2. Почему перешли от однобачковых машин к двухбачковым? Когда выгодно применять однобачковые машины?
3. Опишите траекторию массы (элементы конструкции) при формовании керамической фанеры на линии «НИИСтройкерамика».
4. Опишите изготовление керамической фанеры на электрофоретической машине. Как удаляют водород и кислород при формовании?
5. Перечислите методы изготовления керамической фанеры. Почему она не вытеснила плитку?
6. Получение керамической фанеры прессованием. Способ реализации, достоинства и недостатки.
7. В чем суть рапельного метода изготовления керамических пленок?
8. Почему пластическим методом нельзя изготовить пленки тоньше 1 мм? Изготовление керамических пленок методом каландрирования.
9. Сравните рапельный метод и метод каландрирования для изготовления керамических пленок.
10. Перечислите требования к массе для обточки изоляторов. Формула для усилия резания при обточке изоляторов.
11. Проблемы и способы закрепления заготовки на станке для обточки изоляторов.
12. Перечислите, из каких материалов делают электро-изоляторы. Какова их стоимость и срок службы?
13. Особенности прессов для формования заготовок линейных изоляторов (для высоковольтных линий).
14. Что делают со стружками при обточке изоляторов?
15. Какие основные виды дефектов возможны при формовании изоляторов на токарных станках? С чем они связаны?
16. В чем достоинства петлевых резцов?
17. Какие способы мокрого глазурирования (шликер) Вы знаете?
18. Достоинства и недостатки различных методов мокрого глазурирования.

19. Назовите способы сухого глазурирования.
20. Достоинства и недостатки различных методов сухого глазурирования.
21. Достоинства и недостатки сухих и мокрых методов глазурирования.
22. Электростатические методы глазурирования.
23. Тенденции совершенствования методов глазурирования.
24. Основные методы нанесения рисунков на керамические заготовки.
25. Почему мельницы называют аэрофол и гидрофол. Сравните их между собой.
26. Какие дополнительные факторы, влияющие на измельчение, наблюдают в мельнице гидрофол по сравнению с аэрофолом?
27. Почему мельницы аэрофол и гидрофол называют мельницами самоизмельчения. Что делают при появлении плохо измельчаемых частиц и почему это работает?
28. Чем отличаются загрузка и выгрузка материалов в мельницах аэрофол и гидрофол? В чем их различие?
29. При какой влажности исходного сырья обычно работает мельница аэрофол? Можно ли ее повышать?
30. Какую из мельниц (аэрофол или гидрофол) применяют для сушки материала и как это происходит?
31. Какие узлы мельниц аэрофол и гидрофол в первую очередь изнашиваются и почему?
32. К какому классу мельниц относят аэрофол и гидрофол
33. Меры по контролю размера выходящих частиц порошка из мельницы аэрофол и гидрофол.
34. Барабанные мельницы HOROMIL. В чем ее специфика по сравнению с другими мельницами.
35. Сравните мельницу HOROMIL с трубными мельницами.
36. Сравните мельницу HOROMIL со среднеходовыми мельницами.
37. Какие механизмы измельчения используют в мельнице HOROMIL и в чем их преимущество? Перечислите другие механизмы измельчения хрупких материалов.
38. Какие машины применяют методы измельчения, похожие на применяемые в мельнице HOROMI?
39. Барабан мельницы мельница HOROMI вращается со сверхкритической для шаровых мельниц скоростью (30 – 35 мин-1). Почему при этом происходит измельчение?
40. Толщина слоя материала, попадающего под вращающийся валок в мельнице HOROMI. Почему этот слой неоднороден и как это сказывается на износе вала?
41. Почему измельчающий барабан мельницы HOROMI изнашивается относительно мало?
42. Объясните, почему барабан мельницы HOROMI и валки роллер-прессе относительно мало изнашиваются?
43. Перспективы и проблемы применения высокоэнергетических мельниц эффективного измельчения на примере вибромельниц в технологиях вяжущих материалов.
44. Перспективы и проблемы применения высокоэнергетических мельниц эффективного измельчения на примере струйных мельниц в технологиях вяжущих материалов.
45. Перспективы и проблемы применения высокоэнергетических мельниц эффективного измельчения на примере планетарных мельниц в технологиях вяжущих материалов.
46. Перспективы и проблемы применения высокоэнергетических мельниц эффективного измельчения на примере дезинтеграторов и центробежных мельниц в технологиях вяжущих материалов.

47. Перспективы и проблемы применения мельниц для получения наночастиц в технологии вяжущих материалов.
48. Производительность высокоэнергетических мельниц и мельниц для наночастиц и как это сказывается на возможности их применения в производстве цемента.
49. Может ли способствовать повышению химической активности наночастицы в технологии цемента.
50. Сравните центробежный насос для перекачивания шлама с пневмокамерным насосом.
51. Как решают проблему износа узлов рабочей камеры в центробежном насосе?

### **Вопрос 2.3.**

1. Сравните пневмокамерный насос для перекачивания шлама с нагнетательным пневмотранспортом.
2. Как решают проблему износа узлов рабочей камеры в пневмокамерном насосе?
3. Пневмовинтовой насос для перекачивания шлама.
4. Как решают проблему износа узлов рабочей камеры в пневмовинтовом насосе?
5. Сравните центробежный и пневмокамерный насосы для перекачивания шлама.
6. Сравните центробежный и пневмовинтовой насосы для перекачивания шлама.
7. Сравните пневмокамерный и пневмовинтовой насосы для перекачивания шлама.
8. Применение вибропитателей, ковшовых питателей шлама, автоматический реактивных питателей шлама. Почему их не применяют в технологиях керамики и стекла?
9. Сравните валковый и колосниковый грохоты.
10. Усреднительные склады (после мокрого помола). Их достоинства и недостатки.
11. Ленточный питатель весового дозирования. Сравните весовое и объемное дозирование.
12. Роторный дозатор-питатель PFISTER. Его отличие от других питателей.
13. Виды скребковых транспортеров.
14. Сравните скребковые транспортеры с ковшевыми.
15. Сравните между собой пневмокамерный насос и центробежный насос.
16. Сравните между собой пневмокамерный насос и эрлифт в цементной промышленности.
17. Сравните между собой эрлифт и центробежный насос.
18. Рабочие органы насосы для абразивных шламов будут быстро изнашиваться. Как меры вы предложите, чтобы замедлить этот процесс.
19. Сравните дуговой грохот и вибрационный грохоты для отсева сырьевых шламов.
20. Сравните вибрационный питатель с тарельчатым питателем.
21. Сравните между собой статический V-сепаратор и центробежный динамический сепаратор с тангенциальным потоком воздуха (типа O-SEPA и типа Sерах).
22. Сравните между собой усреднительный гомогенизационный силос сырьевой муки с центральной усреднительной камерой и с регулируемыми донными клапанами.
23. Сравните комбинированные, статические и динамические сепараторы.
24. Сравните гибридные фильтры (комбинацию электрофильтра и рукавного фильтра) и обычные фильтры. Почему редко делают гибридные дробилки и мельницы?
25. Комбинированные сепараторы. Комбинация статического и динамического сепараторов, размещенных в одном корпусе. Достоинства и недостатки.
26. Обеспыливание технологических газов осуществляют, как правило, в несколько этапов. Достоинства и недостатки такой схемы.
27. Сравните склады, отличающиеся по форме штабеля (с прямыми последовательно или параллельно расположенными штабелями).
28. Сравните открытые и закрытые склады в технологии вяжущих материалов.

29. Использование драглайн-экскаватора на складе. Какие еще машины используют на закрытых складах.
30. Шатровые склады для цементной промышленности. Их достоинства и недостатки
31. Усреднительные склады (после мокрого помола).
32. Почему в промышленности вяжущих материалов применяют барботаж, а технологии керамики его применяют очень редко. Дайте развернутый ответ.
33. Вертикальные и горизонтальные шламбассейны. Их назначение в технологии вяжущих материалов.
34. Как перемешивают шлам в вертикальных шламбассейнах?
35. Для каких целей применяют вертикальные шламбассейны в технологии вяжущих материалов. Почему сразу не используют горизонтальные шламбассейны?
36. Как проводят загрузку и разгрузку шламбассейнов.
37. Форма горизонтальных шламбассейнов. Как проводят в них гомогенизацию шлама.
38. Усреднительные гомогенизационные силоса при сухом способе производства. Как и почему проводят гомогенизацию.
39. Как подают материал в усреднительные гомогенизационные силоса при сухом способе производства.
40. Как и почему регулируют давление в аспирационных коробках в гомогенизационных силосах?
41. Почему аспирационные коробки применяют при относительно небольших объемах перемешиваемой смеси?
42. Почему при большом объеме смешиваемой смеси применяют конструкцию с центральной усреднительной камерой? Принцип ее работы.
43. Сравните усреднительные гомогенизационные силоса для небольшого и большого объема перемешиваемой смеси.
44. Клинкерный склад силосного типа. Назначение и принцип работы.
45. Клинкерный склад шатрового типа. Назначение и принцип работы.
46. Сравните клинкерные склады силосного и шатрового типа.
47. Силосный склад для хранения некондиционного клинкера. Куда его применяют?
48. Не портит ли добавка некондиционного клинкера к марочному цементу его свойства.
49. Цементные силоса. Назначение, конструкции.
50. Цементные силоса. Меры для предохранения цемента от схватывания.
51. Многобункерные цементные силоса. Их достоинства и недостатки.
52. Цементные силоса, идентичные по своей конструкции силосам сырьевой муки с центральной усреднительной камерой. Их достоинства и недостатки.
53. Многокамерные цементные силосы. Достоинства и недостатки такой схемы.
54. Цементные силоса, идентичные по своей конструкции силосам сырьевой муки с центральной усреднительной камерой. Их достоинства и недостатки.
55. Многокамерные цементные силосы. Достоинства и недостатки такой схемы.

**Раздел 5-6. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов каждый.**

**Вопрос 3.1.**

1. Какое оборудование входит в технологическую схему дозирочно-смесительного отделения с применением контейнеров для технологии стекла. Какие участки в него входит. Что выходит из этого участка.
2. Сравните между собой барабанный и экструзионный грануляторы сырьевой шихты для стекловарения.
3. Сравните между собой барабанный и тарельчатый грануляторы сырьевой шихты для стекловарения.
4. Сравните между собой тарельчатый и экструзионный грануляторы сырьевой шихты для стекловарения.
5. Какие причины могут вызывать дефект в стекле, называемый «Камни шихтные, от огнеупоров»? Какие причины могут вызывать дефект в стекле, называемый «Продукты кристаллизации»?
6. Какие причины могут вызывать дефект в стекле, называемый «свиль или шпирь»?
7. Какие причины могут вызывать дефект в стекле, называемый «пузырь»?
8. Назовите способы набора капли стекломассы для формующих машин. Их достоинства и недостатки.
9. Как происходит процесс формирования капли стекла в питателе при движении плунжера. Что дает изменение режимов его перемещения?
10. Сравните схемы горизонтального и вертикального вытягивания трубки из стекла.
11. Сравните лодочный и безлодочный способы вертикального вытягивания трубок из стекла.
12. Чем отличаются способы изготовления непрерывного и штапельного волокна из стекла.
13. Последовательность операций при ручном и механизированном прямом прессовании изделий из стекла.
14. Чем отличается прямое и косвенное прессование изделий из стекла?
15. Чем отличается механизированное выдувание от пресс-выдувания изделий из стекла?
16. С какой скоростью вращают форму при формировании изделий из стекла при центробежном формировании? Чем объясняется различие в этих скоростях?
17. Чем отличается метод выдувания при центробежном формировании изделий из стекла от других методов? Как это влияет на качество выпускаемой продукции?
18. Классификация форм для изготовления полых стеклянных изделий (по характеру производства, по способу формирования, по конструкции, по материалу).
19. Схема воздушной закалки стеклянной посуды.
20. В чем суть ионного обмена и как его используют в упрочнении стекла.
21. Схемы расположения выработочных каналов систем вытягивания стекла.
22. Устройство для электрохимического окрашивания ленты стекла.
23. Технологическая схема производства плоских и гнутых закаленных стекол.
24. Установка для закаливания плоских стекол на твердых опорах.
25. Схема процесса изготовления триплекса.
26. Схема однокамерных и двухкамерных стеклопакетов.
27. Стеклянные блоки и их применение.
28. Схема механизированной линии для производства стеклянных блоков.
29. Схема устройства для формирования стеклопрофилита швеллерного сечения.
30. Схема устройства для формирования двухшовного коробчатого стеклопрофилита.
31. Схема производства коврово-мозаичной плитки способом непрерывного проката.

32. Способы подачи стекломассы на прокатную машину для производства коврово-мозаичной плитки.
33. Прокатные машины для изготовления плит стекломрамора.
34. Многослойные панели с использованием стемалита. Области применения.
35. Пеностекло. Вспенивания стекла.
36. Схема изготовления бутылки на автоматах R-7 и ВВ-7.
37. Схемы изготовления стеклянной тары на секционных автоматах двойным выдуванием.
38. Схемы изготовления стеклянной тары на секционных автоматах прессовыдувным способом.
39. Сравните, чем отличаются схемы изготовления стеклянной тары на секционных автоматах двойным выдуванием и прессовыдувным способом.
40. Дефекты при формовании стеклянной тары и их причины.
41. Повышение эксплуатационной надежности стеклянной посуды.
42. Схемы установки для нанесения оксидно-металлических покрытий на стеклянную тару.
43. Схема двухпоточной линии для контроля качества стеклянной тары.
44. Линия для упаковки изделий в пакеты из термоусадочной пленки.
45. Схема автоматизированной технологической линии по производству стеклянной тары.
46. Термос и его устройство.
47. Операции термической обработки термосных колб по способу (1).
48. Операции термической обработки термосных колб по способу (2).
49. Чем отличаются два способа термической обработки термосных колб.
50. Схема технологических линий производства термосов по способу (1).

### Вопрос 3.2.

1. Последовательность операций при ручном изготовлении изделий на ножке.
2. Последовательность ручного получения цветного наклада методом воронки.
3. Схемы процесса прессования на 12-позиционном прессе и технологической линии для изготовления закаленных прессованных изделий.
4. Схема технологического процесса изготовления прессовыдувных изделий.
5. Схема изготовления изделий по способу напрессовки ножки и виды вырабатываемых изделий.
6. Схемы изготовления изделий на ножке (а), технологической линии.
7. Чем отличается способ напрессовки ножки от способа изготовления изделий на ножке?
8. Схема линии предварительной обработки стаканов.
9. Технологическая схема химического полирования изделий из свинцового хрусталя.
10. Автомат АСШ для формования шариков из стекла.
11. Схема установки для выработки непрерывного стеклянного волокна (двухстадийный способ).
12. Схема установки для получения волокна одностадийным способом.
13. Чем отличается способ получения непрерывного стеклянного волокна двухстадийным методом от получения волокна одностадийным методом?
14. Схема получения полого стеклянного волокна.
15. Чем отличается способ получения непрерывного стеклянного волокна двухстадийным методом от получения полого волокна?
16. Чем отличается способ получения непрерывного стеклянного волокна одностадийным методом от получения полого волокна?
17. Схема штабикового способа получения непрерывного стеклянного волокна.

18. В чем отличие получения штабикового способа получения непрерывного стеклянного волокна от других способов получения непрерывных волокон?
19. Двойной тигель для вытягивания волокна из многокомпонентных стекол.
20. Способы получения штапельного стеклянного волокна.
21. Какие способы получения штапельного стекловолокна вы знаете? Где применяют штапельные волокна?
22. Какой из способов получения штапельного стекловолокна вы бы выбрали для его производства и почему?
23. Сравните центробежные методы получения штапельного стекловолокна и методы его получения раздувом газа.
24. Сравните центробежные методы получения штапельного стекловолокна и его получение центробежно-фильерно-дутьевым способом.
25. Сравните методы получения штапельного стекловолокна центробежно-фильерно-дутьевым способом и способ получения штапельированной пряжи из непрерывного волокна.
26. Схема производства стеклофанерных шпонов (композиционный материал).
27. Технологическая линия для непрерывного производства стеклопластиков.
28. Условия прохождения светового луча вдоль волокна при их использовании в качестве световодов.
29. Классификация и области применения стеклянных труб и стержней.
30. Схемы горизонтального вытягивания трубок: с лотковым и фильерным питателем.
31. Схема вертикального вытягивания стеклянных труб вниз.
32. Схема безлодочного вертикального вытягивания толстостенных стеклянных труб вверх.
33. Схема вальцевания толстостенных стеклянных труб.
34. Схемы стеклодувных горелок.
35. Схема процесса формования колб ламп накаливания на карусельной машине с вакуумным питанием.
36. Схема формования колб электроламп на конвейерной ленточной машине.
37. Виды стеклянных изоляторов.
38. Преломляющие светотехнические изделия из стекла.
39. Установки для получения стеклянных микрошариков (СМШ) с вертикальным направлением газового потока.
40. Установки для получения стеклянных микрошариков (СМШ) с горизонтальным (Б) направлением газового потока.
41. Чем отличаются установки для получения стеклянных микрошариков (СМШ) с вертикальным и горизонтальным направлением газового потока.
42. Установка для наплавления прозрачного кварцевого стекла газопламенным способом.
43. Стекловаренный горшок для варки оптического стекла.
44. Установка для непрерывной варки стекла в платиновых сосудах.
45. Технологическая схема эмалирования стальных изделий.
46. Схема установки для нанесения покрытий способом электрофореза.
47. Схема остеклования стальных труб расплавом стекла центробежным способом.
48. Схема получения лигой микропроволоки в стеклянной изоляции.
49. Схема установки для получения покрытий электротермическим испарением и конденсацией паров в вакууме.
50. Схема вакуумной установки катодного распыления.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен).**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-6 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 14 баллов, вопрос 2 – 13 баллов, вопрос 3 – 13 баллов.

#### Вопрос 4.1

1. Как рассчитывается производительность непрерывно работающего оборудования? Годовая производительность.
2. Виды организационных параметров (условия продажи), применяемые при оценке конкурентоспособности агрегата.
3. Организационные параметры.
4. Эргономические параметры при оценке конкурентоспособности.
5. Объясните. Что такое угол захвата? Приведите примерные углы захвата известных Вам дробилок.
6. Как определить, конусная дробилка с подвижным валом или с неподвижной осью?
7. Виброконусные дробилки. Достоинства и недостатки.
8. В чем преимущества и недостатки щековых и конусных дробилок с вибрацией рабочих органов?
9. Какие дробилки используют для выделения камней из глины? Принцип их работы.
10. Сравните глинорыхлитель с ножевыми глинорезками.
11. Если у вас есть прижимной механизм, вращается чаша бегунов или нет? Достоинства и недостатки прижимного механизма.
12. Дробилки, которые можно использовать для грубого измельчения карьерной глины. Поясните, почему.
13. Перечислите основные недостатки известных Вам дробилок для среднего и мелкого дробления.
14. Сравните работу дезинтегратора и центробежной мельницы. Какой материал получается в них после измельчения высушенной глины?
15. Центробежно-ударные мельницы. Отличие от центробежно-ударных дробилок. Принцип самофутеровки.
16. С помощью каких механизмов создают вибрацию в вибромельницах? Какой тип вибромельниц оказывает меньшую нагрузку на фундамент?
17. Какие мельницы применяют для получения нанопорошков. Каким образом происходит в них измельчение материала.
18. Укажите достоинства и недостатки различных способов рассева материалов.
19. Какие параметры газовой среды входят в формулу для определения скорости витания частицы при воздушной сепарации?
20. Сравните скрубберы для улавливания пылевидных частиц с пенными пылеулавливателями.
21. Сравните турбулентные газопромыватели с пылеулавливателями ударно-инерционного типа. Достоинства и недостатки.
22. Магнитная сепарация электромагнитами и сильными постоянными магнитами из сплава Nd-Fe-B или SmCo. Достоинства и недостатки постоянных магнитов.
23. Сравните ленточные и трубчатые ленточные конвейеры.
24. Сравните ленточные конвейеры и вибрационные конвейеры.
25. Сравните скребковые и ковшевые конвейеры. Области применения.
26. Элеваторы. Области применения. Почему их применяют чаще, чем другие транспортеры.
27. Комбинированный пневмотранспорт, когда всасывание материала происходит за счет создания вакуума, а перемещение на большое расстояние за счет приложения внешнего давления.
28. Как осуществляют поворот вагонеток или их перемещение на параллельный путь?



29. Сравните сепаратор с внешними осадительными устройствами с проходным сепаратором.
30. Сравните эффективность и области применения циклонов, тканевых фильтров и электрофильтров.
31. Сравните динамические газопромыватели и пылеулавители ударно-инерционного типа.
32. Сравните пенные пылеулавители и пылеулавители ударно-инерционного типа.
33. Сравните турбулентные газопромыватели с пылеулавителями ударно-инерционного типа.
34. Сравните динамические пылеулавители и турбулентные пылеулавители.
35. Достоинства и недостатки объемного и весового дозирования.
36. Сколько воды можно ввести с паром в глинистую массу в смесителе и почему? Как вводят дополнительную воду?
37. Укажите и объясните порядок смешивания шихты, содержащей шамот и глиняный порошок. Выберите агрегат для этого процесса.
38. Почему для смешивания шликеров в керамической промышленности редко используют барботаж?
39. В каких случаях используют в качестве смесителя шаровые мельницы?
40. Сравните комбинированную дробилку и мельницу-мешалка Сладкова
41. Общие элементы конструкций у машин для непрерывного распускания глин.
42. Как изменяют давление шликера в фильтр-прессах и почему?
43. Почему толщина коржа в фильтр-прессе составляет 20-30 мм?
44. Как можно приготовить пластичную массу со строго определенной влажностью?
45. Почему для перекачки шликеров применяют специальные насосы? Назовите их и причину их применения.
46. Общие элементы конструкций в различных БРС.
47. Почему после распылительной сушки порошки имеют стабильный размер и влажность?
48. Сравните достоинства и недостатки БРС и сушилок в кипящем слое.
49. Основные отличия гранул после БРС и гранулятора.
50. Какие материалы подаются в гранулятор Vomm? До какой влажности сначала увлажняется масса и до какой сушится?
51. В чем преимущества сушки шликера в сушилке кипящего слоя по сравнению с РС?

#### **Вопрос 4.2**

1. Сравните между собой поршневые и шнековые прессы для пластического формования.
2. Сравните конструкции шнеков ленточных прессов и выжимных лопастей.
3. Каким образом и почему желательно изменить длину и конусность головки прессы и мундштука при переходе от менее пластичной к более пластичной массе.
4. Формула объемной производительности винтового прессы. Коэффициент потерь и способы их частичного устранения.
5. Какие 3 системы имеются в резательных станках, разрезающих выходящий из мундштука брус и как ими управляют? Как работает фрикцион?
6. Принцип работы Мальтийского механизма. В каких машинах его применяют?
7. Почему для формования пластических масс часто применяют эксцентриковый механизм, а не колено-рычажный?
8. Перечислите позиции, на которые попадает масса при прессовании на прессе для штамповки черепицы. Почему тарелки формируют не раскаткой, а допрессовкой?
9. Отличие прессы ПК-630 от прессы СМ-1085. Как регулируют число ударов на коленорычажном прессе?

10. Какую роль играет трехзвенный коленорычажный механизм в СМ-301? Дайте развернутый ответ.
11. Зачем нужна система гидравлического регулирования давления в коленорычажных прессах? Принимает она участие в выталкивании заготовки?
12. Сравните фрикционный пресс фрикционных прессов и пресс с дугостаторным двигателем.
13. Обоснуйте преимущества двухступенчатого прессования на гидравлических прессах?
14. Сравните зеркальные пресс-формы, пресс-формы с передачей и гидростатические пресс-формы для прессования плиток.
15. Сравните горячее прессование горячее изостатическое прессование. Достоинства и недостатки.
16. Объясните, почему при формовании методом раскатки и литья заготовки сохраняют форму тела вращения после сушки и обжига?
17. Перечислите требования к горячим шликерам. Зачем при горячем литье применяют ПАВ? Как уменьшить расход связки?
18. Какие самые основные виды дефектов возможны при горячем литье? С чем они связаны?
19. Опишите изготовление керамической фанеры на электрофоретической машине. Как удаляют водород и кислород при формовании?
20. Почему пластическим методом нельзя изготовить пленки тоньше 1 мм? Изготовление керамических пленок методом каландрирования.
21. Проблемы и способы закрепления заготовки на станке для обточки изоляторов.
22. Особенности прессов для формования заготовок линейных изоляторов (для высоковольтных линий).
23. Какие способы мокрого глазурирования (шликер) Вы знаете? Опишите их.
24. Достоинства и недостатки сухих и мокрых методов глазурирования.
25. Электростатические методы глазурирования.
26. Какие дополнительные факторы, влияющие на измельчение, наблюдают в мельнице гидрофол по сравнению с аэрофолом.
27. Чем отличаются загрузка и выгрузка материалов в мельницах аэрофол и гидрофол? В чем их различие?
28. Меры по контролю размера выходящих частиц порошка из мельницы аэрофол и гидрофол.
29. Барабанные мельницы HOROMIL. В чем ее специфика по сравнению с другими мельницами.
30. Объясните, почему барабан мельницы HOROMI и валки роллер-прессы относительно мало изнашиваются?
31. Перспективы и проблемы применения высокоэнергетических мельниц эффективного измельчения на примере вибромельниц в технологиях вяжущих материалов.
32. Перспективы и проблемы применения высокоэнергетических мельниц эффективного измельчения на примере струйных мельниц в технологиях вяжущих материалов.
33. Сравните центробежный насос для перекачивания шлама с пневмокамерным насосом.
34. Как решают проблему износа узлов рабочей камеры в центробежном насосе?
35. Сравните пневмокамерный насос для перекачивания шлама с нагнетательным пневмотранспортом.
36. Как решают проблему износа узлов рабочей камеры в пневмовинтовом насосе?
37. Сравните валковый и колосниковый грохоты.

38. Ленточный питатель весового дозирования. Сравните весовое и объемное дозирование.
39. Сравните между собой пневмокамерный насос и центробежный насос.
40. Сравните между собой статический V-сепаратор и центробежный динамический сепаратор с тангенциальным потоком воздуха (типа O-SEPA и типа Sepax).
41. Комбинированные сепараторы. Комбинация статического и динамического сепараторов, размещенных в одном корпусе. Достоинства и недостатки.
42. Использование драглайн-экскаватора на складе. Какие еще машины используют на закрытых складах.
43. Как перемешивают шлам в вертикальных шламбассейнах?
44. Сравните клинкерные склады силосного и шатрового типа.
45. Форма горизонтальных шламбассейнов. Как проводят в них гомогенизацию шлама.
46. Как подают материал в усреднительные гомогенизационные силоса при сухом способе производства.
47. Цементные силоса. Назначение, конструкции.
48. Цементные силоса. Меры для предохранения цемента от схватывания.
49. Цементные силоса, идентичные по своей конструкции силосам сырьевой муки с центральной усреднительной камерой. Их достоинства и недостатки.
50. Многокамерные цементные силосы. Достоинства и недостатки такой схемы.
51. Цементные силоса, идентичные по своей конструкции силосам сырьевой муки с центральной усреднительной камерой. Их достоинства и недостатки.

### Вопрос 4.3

1. Какое оборудование входит в технологическую схему дозирочно-смесительного отделения с применением контейнеров для технологии стекла. Какие участки в него входит. Что выходит из этого участка.
2. Сравните между собой барабанный и тарельчатый грануляторы сырьевой шихты для стекловарения.
3. Какие причины могут вызывать дефект в стекле, называемый «Камни шихтные, от огнеупоров»? Какие причины могут вызывать дефект в стекле, называемый «Продукты кристаллизации»?
4. Назовите способы набора капли стекломассы для формующих машин. Их достоинства и недостатки.
5. Как происходит процесс формирования капли стекла в питателе при движении плунжера. Что дает изменение режимов его перемещения?
6. Сравните лодочный и безлодочный способы вертикального вытягивания трубок из стекла.
7. Последовательность операций при ручном и механизированном прямом прессовании изделий из стекла.
8. Чем отличается механизированное выдувание от пресс-выдувания изделий из стекла?
9. Чем отличается метод выдувания при центробежном формировании изделий из стекла от других методов? Как это влияет на качество выпускаемой продукции?
10. Схема воздушной закалки стеклянной посуды.
11. Схемы расположения выработочных каналов систем вытягивания стекла.
12. Технологическая схема производства плоских и гнутых закаленных стекол.
13. Схема процесса изготовления триплекса.
14. Стеклянные блоки и их применение.
15. Схема устройства для формирования стеклопрофилита швеллерного сечения.
16. Схема производства коврово-мозаичной плитки способом непрерывного проката.
17. Прокатные машины для изготовления плит стекломрамора.
18. Схема изготовления бутылки на автоматах R-7 и BB-7.

19. Схемы изготовления стеклянной тары на секционных автоматах двойным выдуванием.
20. Сравните, чем отличаются схемы изготовления стеклянной тары на секционных автоматах двойным выдуванием и прессовыдувным способом.
21. Повышение эксплуатационной надежности стеклянной посуды.
22. Схема двухпоточной линии для контроля качества стеклянной тары.
23. Схема автоматизированной технологической линии по производству стеклянной тары.
24. Операции термической обработки термосных колб по способу (1).
25. Чем отличаются два способа термической обработки термосных колб.
26. Последовательность ручного получения цветного наклада методом воронки.
27. Схема технологического процесса изготовления прессовыдувных изделий.
28. Схемы изготовления изделий на ножке (а), технологической линии.
29. Схема линии предварительной обработки стаканов.
30. Автомат АСШ для формования шариков из стекла.
31. Схема установки для получения волокна одностадийным способом.
32. Схема получения полого стеклянного волокна.
33. Чем отличается способ получения непрерывного стеклянного волокна одностадийным методом от получения полого волокна?
34. В чем отличие получения штабикового способа получения непрерывного стеклянного волокна от других способов получения непрерывных волокон?
35. Способы получения штапельного стеклянного волокна.
36. Какой из способов получения штапельного стекловолокна вы бы выбрали для его производства и почему?
- 37.
38. Сравните центробежные методы получения штапельного стекловолокна и его получение центробежно-фильерно-дутьевым способом.
39. Схема производства стеклофанерных шпонов (композиционный материал).
40. Условия прохождения светового луча вдоль волокна при их использовании в качестве световодов.
41. Схемы горизонтального вытягивания трубок: с лотковым и фильерным питателем.
42. Схема безлодочного вертикального вытягивания толстостенных стеклянных труб вверх.
43. Схемы стеклодувных горелок.
44. Схема формования колб электроламп на конвейерной ленточной машине.
45. Преломляющие светотехнические изделия из стекла.
46. Установки для получения стеклянных микрошариков (СМШ) с горизонтальным (Б) направлением газового потока.
47. Установка для наплавления прозрачного кварцевого стекла газопламенным способом.
48. Установка для непрерывной варки стекла в платиновых *сосудах*.
49. Технологическая схема эмалирования стальных изделий.
50. Схема остеклования стальных труб расплавом стекла центробежным способом.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (1 семестр).

*Экзамен по дисциплине «Современное аппаратное и технологическое оформление процессов изготовления изделий из высокотемпературных керамических*

**материалов»** проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-6 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

<p align="center"><i>«Утверждаю»</i></p> <p align="center">Зав. каф. ХТКиО</p> <p align="center">_____ Н.А. Макаров (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p align="center">«__» _____ 20__ г.</p>	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра химической технологии керамики и огнеупоров</b>
	<b>15.04.02 Технологические машины и оборудование</b>
	<b>Магистерская программа – «Современное технологическое оборудование переработки неметаллических материалов»</b>
<b>Современное аппаратное и технологическое оформление процессов изготовления изделий из высокотемпературных керамических материалов</b>	
<b>Билет № 1</b>	
1. В каких случаях используют в качестве смесителя шаровые мельницы? 2. Как перемешивают шлам в вертикальных шламбассейнах? 3. Чем отличается способ получения непрерывного стеклянного волокна одностадийным методом от получения полого волокна?	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1 Рекомендуемая литература

#### А) Основная литература:

1. Физическая химия спекания: учеб. пособие / Н.А. Макаров, Д.В. Харитонов, Д.О. Лемешев. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2019. 190 с.

#### Б) Дополнительная литература:

1. Ковтуненко П.В. Физическая химия твердого тела. Кристаллы с дефектами. М.: Высшая школа, 1993. 352 с.
2. Оксидная керамика: спекание и ползучесть: учеб. Пособие / В.С. Бакунов, А.В. Беляков, Е.С. Лукин, У.Ш. Шаяхметов; под ред. В.С. Бакунова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 584 с.
3. Гегузин Я.Е. Живой кристалл. М.: Наука, 1981. 194 с.

#### В) Учебно-методические пособия и указания по изучению дисциплины:

1. Беляков А.В. Методы получения неорганических неметаллических наночастиц: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003. 80 с.
2. Власов А.С. Конструкционная керамика. М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. 70 с.
3. Гузман И.Я. Реакционное спекание и его использование в технологии керамики и огнеупоров. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1996. 55 с.
4. Лукин Е.С. Теоретические основы получения и технология оптически прозрачной керамики. М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1981. 36 с.
5. Скидан Б.С., Поляк Б.И. Керамические диэлектрики. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1983. 77 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- 

Научно-технические журналы:

1. Стекло и керамика. ISSN 0131-9582.
2. Огнеупоры и техническая керамика. ISSN 0369-7290
3. Новые огнеупоры. ISSN 1689-4518
4. Строительные материалы. ISSN 1729-9209
5. Строительные материалы XXI века. ISSN 1729-9209.
6. Keramische Zietschrift. ISSN 0023-0561.
7. Ceramic Bulletin (Amer.Cer.Soc.). ISSN 0022-7812.
8. Ceramic Industries International. ISSN 0305-7623.
9. International Journal of Applied Ceramic Technology. ISSN (printed): 1546-542X. ISSN (electronic): 1744-7402.
10. Ceramics Technical. ISSN 1324-4175.
11. Glass and Ceramics. ISSN 0361-7610.
12. World Ceramics and Refractories. ISSN 0959-6127.
13. Ceramics Abstracts/World Ceramic Abstracts. ISSN 0883-2900.
14. Engineered Materials Abstracts, Ceramics. ISSN 0002-7812.
15. Ceramic Industries International. ISSN 0958-9899.
16. Ceramic Industry – the magazine for refractories, traditional & advanced ceramic manufacturers. ISSN 0009-0220.
17. Ceramic Engineering and Science Proceedings. ISSN 0196-6219.

18. Ceramics International. ISSN 0272-8842.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- [www.centerprioritet.ru/](http://www.centerprioritet.ru/) – СМЦ «Приоритет» – техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.nanometer.ru/> – «Нанометр» - нанотехнологическое сообщество
- <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> – «Нано Технологии»
- <http://www.nanonewsnet.ru/> – Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx/> – Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> – In Tech. Open Science
- [http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry\\_tech/silicate/](http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/) – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
- <http://www.rsl.ru/> – Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru/> – Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://window.edu.ru/> – Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc.chemistry.bsu.by/free-journals/> – ABC-Chemistry: Бесплатная научная химическая информация
- <http://new.fips.ru/registers-web/> – Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> – поисковая система по книгам

<https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- комплекты образцов изделий из керамики;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС)

Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Современное аппаратное и технологическое оформление процессов изготовления изделий из высокотемпературных керамических материалов» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.

Лаборатория (печной зал), оснащенная высокотемпературным оборудованием для синтеза и термической обработки керамических материалов.

Аудитория для самостоятельной работы обучающихся, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

Кафедральная библиотека с ресурсами ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева по профилю дисциплины.

Технологическое оборудование для обработки, подготовки и определения технологических свойств сырьевых материалов (шаровая мельница, лабораторная планетарная мельница, наборы сит для отсева порошков, сушильный шкаф, весы технические и аналитические, ступки для измельчения и смешивания порошков, разрывная машина).

Высокотемпературное оборудование (высокотемпературные электрические печи с карбидкремниевыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима, электрическая лабораторная муфельная печь с автоматическим регулятором температуры, высокотемпературные электрические печи с хромит-лантановыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима).

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; интерактивная доска; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**



Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам керамических материалов и керамоматричных композитов; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния тугоплавких соединений; кафедральная библиотека электронных изданий.

#### **11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения:**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование программного продукта</b>	<b>Реквизиты договора поставки</b>	<b>Количество лицензий</b>	<b>Срок окончания действия лицензии</b>
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	5 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Управление проектами Project expert tutorial	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная
	Среда разработки Delphi	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143-	1 лицензия для активации на рабочих	бессрочная

		164ЭА/2010 от 14.12.10	станциях	
	Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143- 164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	System Identification Toolbox Classroom new	Контракт № 143-	25 лицензий для активации на рабочих	бессрочная

	Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	164ЭА/2010 от 14.12.10	станциях	
	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
	WINHOME 10 Russian OLV NL Each	Контракт № 28-	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

	AcademicEdition	35ЭА/2020 от 26.05.2020	станциях	
	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
	Антиплагиат.VУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p><b>Раздел 1.</b> Основное и сопутствующее оборудование для получения измельченных компонентов формовочных масс.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок;</li> <li>- принципы организации труда при выполнении НИОКР.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы;</li> <li>- выбирать и реализовывать и последовательно улучшает методы управления персоналом, занятым в проведении НИОКР;</li> <li>- оформлять и осуществлять постановку на учет результатов НИОКР (патенты, научно-техническая документация) в соответствии с требованиями актуальной нормативной документации.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами мониторинга и контроля действий и результатов подчиненных сотрудников, способствует повышению профессиональной квалификации исполнителей.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр)</p> <p>Оценка за <b>экзамен</b></p>
<p><b>Раздел 2.</b> Оборудование для смешивания и подготовки формовочных масс.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок;</li> <li>- принципы организации труда при выполнении НИОКР.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы;</li> <li>- выбирать и реализовывать и последовательно улучшает методы управления персоналом, занятым в проведении НИОКР;</li> <li>- оформлять и осуществлять постановку на учет результатов НИОКР (патенты, научно-техническая документация) в соответствии с требованиями актуальной нормативной документации.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами мониторинга и контроля действий и результатов подчиненных сотрудников, способствует повышению профессиональной квалификации исполнителей.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр)</p> <p>Оценка за <b>экзамен</b></p>

<p><b>Раздел 3.</b> Оборудование для изготовления изделий способом пластического формования.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок;</li> <li>- принципы организации труда при выполнении НИОКР.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы;</li> <li>- выбирать и реализовывать и последовательно улучшает методы управления персоналом, занятым в проведении НИОКР;</li> <li>- оформлять и осуществлять постановку на учет результатов НИОКР (патенты, научно-техническая документация) в соответствии с требованиями актуальной нормативной документации.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами мониторинга и контроля действий и результатов подчиненных сотрудников, способствует повышению профессиональной квалификации исполнителей.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр)</p> <p>Оценка за <b>экзамен</b></p>
<p><b>Раздел 4.</b> Оборудование для прессования изделий из порошкообразных масс.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок;</li> <li>- принципы организации труда при выполнении НИОКР.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы;</li> <li>- выбирать и реализовывать и последовательно улучшает методы управления персоналом, занятым в проведении НИОКР;</li> <li>- оформлять и осуществлять постановку на учет результатов НИОКР (патенты, научно-техническая документация) в соответствии с требованиями актуальной нормативной документации.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами мониторинга и контроля действий и результатов подчиненных сотрудников, способствует повышению профессиональной квалификации исполнителей.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр)</p> <p>Оценка за <b>экзамен</b></p>
<p><b>Раздел 5.</b> <b>Оборудование формования изделий методом литья.</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок;</li> <li>- принципы организации труда при выполнении НИОКР.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы;</li> <li>- выбирать и реализовывать и последовательно</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №3 (1 семестр)</p> <p>Оценка за <b>экзамен</b></p>

	<p>улучшает методы управления персоналом, занятым в проведении НИОКР;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оформлять и осуществлять постановку на учет результатов НИОКР (патенты, научно-техническая документация) в соответствии с требованиями актуальной нормативной документации.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами мониторинга и контроля действий и результатов подчиненных сотрудников, способствует повышению профессиональной квалификации исполнителей.</li> </ul>	
<p><b>Раздел 6. Другие типы оборудования, применяемые в технологии ВФМ.</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок;</li> <li>- принципы организации труда при выполнении НИОКР.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы;</li> <li>- выбирать и реализовывать и последовательно улучшает методы управления персоналом, занятым в проведении НИОКР;</li> <li>- оформлять и осуществлять постановку на учет результатов НИОКР (патенты, научно-техническая документация) в соответствии с требованиями актуальной нормативной документации.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами мониторинга и контроля действий и результатов подчиненных сотрудников, способствует повышению профессиональной квалификации исполнителей.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №3 (1 семестр)</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i></p>

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).



**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Современное аппаратурное и технологическое оформление процессов изготовления  
изделий из высокотемпературных керамических материалов»**

**основной образовательной программы**

15.04.02 Технологические машины и оборудование

Магистерская программа  
«Современное технологическое оборудование переработки неметаллических материалов»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Технологические и инженерные расчёты при изготовлении изделий из  
высокотемпературных керамических материалов»**

**Направление подготовки  
15.04.02 Технологические машины и оборудование**

**Магистерская программа  
«Современное технологическое оборудование переработки  
неметаллических материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена доцентом кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров  
к.т.н, доцент М.А. Вартанян

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров «13» июня 2025 г., протокол № 17.

Заведующий кафедрой ХТКиО

д.т.н., профессор

Н.А. Макаров

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **15.04.02 Технологические машины и оборудование** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Химической технологии керамики и огнеупоров** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Технологические и инженерные расчёты при изготовлении изделий из высокотемпературных керамических материалов»** относится к части Блока 1. Дисциплины, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин по выбору. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области технологии высокотемпературных силикатных материалов.

**Цель дисциплины** – научить студентов методам расчета при изготовлении изделий из высокотемпературных керамических материалов.

**Задачи дисциплины** – формирование базовых представлений о конструкции современного оборудования для производства высокотемпературных керамических материалов; развитие навыков выбора и применения расчетов при изготовлении изделий из высокотемпературных керамических материалов.

Дисциплина **«Технологические и инженерные расчёты при изготовлении изделий из высокотемпературных керамических материалов»** преподаётся во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**: ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Организационно-управленческий тип задач профессиональной деятельности</b>				
Организация и проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), связанных с созданием новых и совершенствованием существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	Технологические машины и оборудование химических производств, технологии материалов Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1 Способен самостоятельно организовывать проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), связанных с созданием новых и совершенствованием существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	ПК-1.1 Знает требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок ПК-1.2 Умеет разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы ПК-1.3 Владеет приемами анализа и теоретического обобщения научной и технической информации, современными методами, средствами и наилучшими практиками планирования, организации и проведения НИОКР	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – б).
Внедрение результатов научно-исследовательских и		ПК-3 Способен организовывать внедрение	ПК-3.1 Знает современные методы анализа и прогнозирования, методы, средства и наилучшие	Профессиональный стандарт «25.053 Специалист по разработке неметаллических

<p>опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию новых и совершенствованию существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов</p>		<p>результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию новых и совершенствованию существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов</p>	<p>практики внедрения и контроля реализации результатов НИОКР</p>	<p>композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018. № 573н; Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н.</p>
--	--	---	---	---

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок;
- современные методы анализа и прогнозирования, методы, средства и наилучшие практики внедрения и контроля реализации результатов НИОКР.

*Уметь:*

- разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы.

*Владеть:*

- приемами анализа и теоретического обобщения научной и технической информации, современными методами, средствами и наилучшими практиками планирования, организации и проведения НИОКР.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6,0</b>	<b>216</b>	<b>162</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,88</b>	<b>68</b>	<b>51</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,94</i>	<i>34</i>	<i>25,5</i>
Лекции	0,94	34	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,94</i>	<i>34</i>	<i>25,5</i>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3,12</b>	<b>112</b>	<b>84</b>
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,12	112	84
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	<i>1</i>	<i>0,4</i>	<i>0,3</i>
Подготовка к экзамену		<i>35,6</i>	<i>26,7</i>
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Основные положения механики твердых тел. Общие элементы оборудования для оборудования для производства высокотемпературных функциональных керамических материалов</b>	<b>60</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>36</b>
1.1	Введение. Прессовое оборудование.	20	4	4	-	4	4	-	-	12
1.2	Основные положения механики твердых тел.	20	4	4	-	4	4	-	-	12
1.3	Общие элементы оборудования для производства высокотемпературных функциональных керамических материалов	20	4	4		4	4			12
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Экструзионное оборудование. Валковое оборудование. Оборудование для литья под давлением</b>	<b>60</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>36</b>
2.1	Экструдеры для керамических масс. Расчет материального цилиндра одношнекового экструдера. Расчет шнеков.	20	4	4	-	4	4	-	-	12
2.2	Вальцы и кalandры. Расчет распорного усилия и мощности привода валков.	20	4	4	-	4	4	-	-	12



2.3	Расчет деталей узлов пластикации и впрыска.	20	4	4		4	4			12
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Прочие виды оборудования. Формующий инструмент</b>	<b>60</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>40</b>
3.1	Механические параметры процесса центробежного формования. Механические параметры процесса ротационного формования.	20	4	4	-	4	4	-	-	12
3.2	Расчет вакуумных и воздушных ресиверов для термоформовочных машин.	20	4	4	-	4	4	-	-	12
3.3	Расчет пресс-форм.	20	2	2	-	2	2			16
	<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>112</b>
	<b>Экзамен</b>	<b>36</b>								
	<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>								

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Основные положения механики твердых тел. Общие элементы оборудования для оборудования для производства высокотемпературных функциональных керамических материалов**

1.1. Введение. Прессовое оборудование. Задачи и содержание курса «Технологические и инженерные расчёты при изготовлении изделий из высокотемпературных керамических материалов». Конструкции основных типов прессов. Виды приводов и их описания. Механические прессы. Механические прессовые машины: винтовые, коленчатопрычажные, эксцентриковые, ротационные. Гидромеханические прессы. Гидравлические прессы. Рабочие характеристики. Параметры пресса, определяемые размерами изделия и пресс-формой. Конструкция и узлы деталей пресса: цилиндры втулка, плунжеры, станина, колонна пресса.

1.2. Основные положения механики твердых тел. Теории прочности. Стадии разрушения композиционных материалов. Теория Гриффитса. Теория Орована. Стадии разрушения композиционных материалов. Уравнение расчёта прочности материала с трещиной. Процесс роста трещины. Теория Ленга для описания разрушения материалов. Стадии разрушения композиционных материалов. Прочность при осевом растяжении. минимальное количество волокна. Коэффициент реализации прочности волокна. Поперечное растрескивание. Деформационная совместимость. Прочность при сжатии.

1.3. Общие элементы оборудования для производства высокотемпературных функциональных керамических материалов. Соединения болтовые, сварные, шпоночные, фланцевые. Соединений разъемные и неразъемные. Основной тип разъемных соединений – резьбовые соединения, выполняемые с помощью крепежных деталей: винты, шпильки, гайки, шайбы, резьба, резьбовое соединение труб. Неразъемные соединения: сварные, паяные, заклепочные и клеевые соединения.

### **Раздел 2. Экструзионное оборудование. Валковое оборудование. Оборудование для литья под давлением**

2.1. Экструдеры для керамических масс. Экструдеры для керамических масс: шнековые, бесшнековые (дисковые) и комбинированные. Шнеки с переменной глубиной спирального канала. Основные технико-экономические характеристики одношнековых экструдеров. Зонность шнеков, учитывающая свойства полимерных материалов. Конструктивные параметры шнеков, рекомендуемые для полимерных материалов и изделий. Расчет материального цилиндра одношнекового экструдера. Расчет шнеков. Расчет производительности одношнековых экструдеров.

2.2. Вальцы и кalandры. Расчет распорного усилия и мощности привода валков. Определение технологических и энергосиловых параметров процесса переработки термопластов на валковой установке. Симметричный процесс вальцевания. Вальцевание полимерного материала с фрикцией. Определение распорного усилия между валками, полезной мощностью привода валковой установки, производительности при непрерывном процессе вальцевания.

2.3. Расчет деталей узлов пластикации и впрыска. Объем впрыска за один цикл, давление литья, скорость впрыска, пластикационная производительность, площадь литья, усилие запирания формы, расстояние между колоннами прессовой части, максимальное и минимальное расстояние между плитами, ход подвижной плиты. Расчёт объема впрыска за один цикл. Производительность литьевого оборудования. Время цикла литья. Производительность узла пластикации. Номинальное давление литья. Необходимое усилие запирания (смыкания) формы. Наибольшая высота оформляющих плит литьевой формы.

### **Раздел 3. Прочие виды оборудования. Формующий инструмент**

3.1. Механические параметры процесса центробежного формования. Механические параметры процесса ротационного формования. Усилия, необходимые для равномерного распределения полимера по стенкам формы (барабана) и для уплотнения полимерной массы. Расчетная схема процесса центробежного формования. Расчёт центробежной силы.

Получение толстостенных труб большого диаметра из полиамидов, полиэфиров. Выбор частоты вращения формы в зависимости от скорости нарастания вязкости расплава. Машины для ротационного и центробежного формования. Машины типа «gok & roll» для получения длинномерных изделий. Выбор способа изготовления и материала формы.

3.2. Расчет вакуумных и воздушных ресиверов для термоформовочных машин. Выбор термопластавтомата для изготовления конкретного изделия путем сравнения технических характеристик нескольких марок. Объем отливки, наибольшая площадь отливки, пластикационная производительность, быстроходность машины, время впрыска, удельное давление литья, усилие смыкания формы, расстояние между плитами и ход подвижной плиты, расстояние между колоннами в свету. Свойства термопластов и их влияние на процесс термоформования. Абсорбция влаги. Фрикционное поведение (трение) материала при термоформовании. Уменьшение размеров и усадка термопластов. Ориентация. Статический заряд термопластичных формуемых материалов. Поведение термопластов при нагревании. Влияние времени нагрева. Расширение и провисание. Интервал температур формования. Вытяжка термопластичного материала. Оформление деталей изделия. Поведение термопластов при охлаждении. Последовательность процесса термоформования.

3.3. Расчет пресс-форм. Особенности и варианты процесса прессования изделий из порошков. Способы регулирования давления и плотности. Требования к порошкам для полусухого прессования. Причины появления и пути устранения неравноплотности, перепрессовочных трещин и других дефектов прессовок. Основные варианты применяемых режимов прессования (одностороннее и двухстороннее сжатие: использование плавающих форм, ступенчатые режимы прессования). Классификация прессов по источникам создания прессующего усилия, по типам прессующих и перемещающих механизмов, по режимам прессования. Револьверные и роторные прессы. Пресс-формы для прессования керамических плиток: зеркальные, с передачей, гидростатические штампы. Примеры компоновок прессов для полусухого прессования и предшествующего оборудования.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	<b>Знать:</b>				
1	- требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок	+	+	+	
2	- современные методы анализа и прогнозирования, методы, средства и наилучшие практики внедрения и контроля реализации результатов НИОКР	+	+	+	
	<b>Уметь:</b>				
3	разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы	+	+	+	
	<b>Владеть:</b>				
4	- приемами анализа и теоретического обобщения научной и технической информации, современными методами, средствами и наилучшими практиками планирования, организации и проведения НИОКР	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения:</i> <b>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1</b>					
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
5	ПК-1 Способен самостоятельно организовывать проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), связанных с созданием новых и совершенствованием существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	ПК-1.1 Знает требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок ПК-1.2 Умеет разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы ПК-1.3 Владеет приемами анализа и теоретического обобщения научной и технической информации, современными методами, средствами и наилучшими практиками планирования, организации и проведения НИОКР	+	+	+

6	ПК-3 Способен организовывать внедрение результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию новых и совершенствованию существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	ПК-3.1 Знает современные методы анализа и прогнозирования, методы, средства и наилучшие практики внедрения и контроля реализации результатов НИОКР	+	+	+
---	---	--	---	---	---

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1	<b>Практическое занятие 1.</b> Прессы гидравлического типа. Гидравлические прессы для переработки резины и реактопластов: вертикальные, горизонтальные, угловые. Гидравлические цилиндры одноплунжерные и многоплунжерные. Станины пресса колонного и рамного типом. Цилиндр выдавливания: цилиндр для выемки изделия из формы.	2
2		<b>Практическое занятие 2.</b> Принцип работы гидравлического пресса. Закон Паскаля. Механизм действия гидравлического пресса. Параметры пресса, определяемые размерами изделия и пресс-формой. Гидроцилиндры: плунжерные (в корпусе цилиндра размещается плунжер) и поршневые. Материал изготовления гидравлических цилиндров	2
3	1.2	<b>Практическое занятие 3.</b> Модуль упругости и режимы эксплуатации композиционного материала. Верхняя и нижняя границы модуля упругости. уравнение Уравнения Хилпа и Энштейна для модуля упругости - условия применения. Модуль упругости и режимы эксплуатации композиционного материала. Упругие характеристики многослойных композитов при плоском напряжённом состоянии.	2
4		<b>Практическое занятие 4.</b> Ортогонально армированный материал. Перекрёстно армированные материалы. Квази-изотропные материалы. Изгиб многослойных композиционных материалов. Концентраторы и дефекты в композитах. Кромочные эффекты.	2
5	1.3	<b>Практическое занятие 5.</b> Основные крепежные резьбы. Профиль метрической резьбы общего назначения. Основные геометрические параметры метрической резьбы. Диаметры и шаги метрической резьбы крепежных изделий.	2
6		<b>Практическое занятие 6.</b> Механические свойства резьбовых деталей. Маркировка классов прочности резьбовых деталей. Распределение зазоров в резьбовых соединениях. Резьбовые соединения с болтами, устанавливаемыми в отверстиях без зазора	2
7	2.1	<b>Практическое занятие 7.</b> Конструкция одношнекового экструдера. Расчет геометрии шнека и частоты его вращения. Рекомендации по выбору глубины винтового канала, в зависимости от свойств перерабатываемого сырья. Глубина винтового канала шнеков для переработки пластических масс: в зоне питания (загрузки), в зоне пластикации (сжатия).	2

8		<b>Практическое занятие 8.</b> Влияние частоты вращения шнека на производительность шнековых машин. Критическая частота вращения шнека в зоне загрузки шнековой машины. Рабочая частота вращения шнека. Оценка значений механического и температурного напряжений и сравнении их суммы с напряжением, допускаемым для марки стали.	2
9	2.2	<b>Практическое занятие 9.</b> Производительность вальцов периодического действия. Производительность вальцов непрерывного действия. Схемы обогрева и охлаждения валков. Трехвалковый каландр с треугольным расположением валков. Конструкция валков с периферийными отверстиями. Устройство для фиксации и быстрой смены профильного валка.	2
10		<b>Практическое занятие 10.</b> Кинематическая схема каландра с приводными и фрикционными зубчатыми колесами. Производительность каландра. Деформация валков без нагрузки и при нагрузке под действием распорных усилий. Деформация бомбированных валков без нагрузки и при нагрузке.	2
11	2.3	<b>Практическое занятие 11.</b> Расчёт количества тепла, необходимого для нагрева цилиндра, червяка, изоляции, материала, потери тепла в окружающую среду. Тепло пластикации, выделяемое за счет трения.	2
12		<b>Практическое занятие 12.</b> Определение мощности электронагревателей в пусковом и установившемся периодах. Определение предела прочности при растяжении для марки стали материального цилиндра. Определение толщины стенки цилиндра. Проверка на прочность толщины стенки.	2
13	3.1	<b>Практическое занятие 13.</b> Конструктивное оформление машин для ротационного формования. Вращения форм от двигателей: клиноременные, цепные и фрикционным. Изменение частоты вращения формы: через систему шкивов и зубчатых колес, с помощью вариаторов электродвигателя.	2
14		<b>Практическое занятие 14.</b> Выбор конструкции камер горения и подачи горячего воздуха. Выбор конструкции камеры нагрева форм. Аппаратурное оформление ротационного формования в зависимости от типа изделия и объемов производства.	2
15	3.2	<b>Практическое занятие 15.</b> Позитивное и негативное формование. Конечное давление формования. Площадь формования, площадь вытяжки, зажимной фланец. Поперечное сечение выпускных отверстий, просверленные отверстия, щели, щелевые выпускные отверстия.	2

16		<b>Практическое занятие 16.</b> Поднутрения и закладные элементы в инструменте. Предварительный раздув, предварительное всасывание, отвод воздуха, компенсатор давления, поддув. Метки, следы охлаждения, задиры, складки. Термоформирующий инструмент. Коэффициент формования и вытяжки. Расчет толщины стенки термоформованных изделий. Усадка и деформация термоформованных изделий.	2
17	3.3	<b>Практическое занятие 17.</b> RTM формование эпоксипластиков. Оптимизация технологии подготовки преформ. Оснастка для формования методом RTM. Моделирование процесса трансфера связующего в PAM-RTM. Система каналов для подвода связующего. Подготовка преформы. Применение по FIBERSIM для подготовки субпреформ. Схема укладки слоев преформы. Подготовка субпреформ плетением. Усиление нагруженных зон конструкции поперечным армированием (прошивкой). Подготовка преформ (плетение, направленная укладка волокна, прошивка); методы формования (infusion, RTM); программное обеспечение (FiberSIM, PAM-RTM).	2
<b>Итого</b>			<b>34</b>

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (2 семестр).

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), подготовки доклада (максимальная оценка 20 балла) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.



1. Технологические процессы производства пластмассовых изделий на базе экструзии.
2. Основные характеристики экструдеров.
3. Сущность процесса экструзии: принцип работы загрузки и закономерности движения полимера в зоне загрузки; сжатие и движение полимера в зоне плавления, закономерности течения расплава в зоне дозирования.
4. Изготовление труб, основные технологические параметры, применяемые экструзионные машины, режимы экструзии различных полимеров.
5. Применяемые конструкции формующих головок.
6. Способы выравнивания скорости течения расплава в формующих головках.
7. Способы калибровки труб: сжатым воздухом, вакуумом. Охлаждение и контроль качества. Изготовление пленок, разновидность методов (рукавный метод и щелевой). Их преимущества и недостатки, технологические параметры. Конструкции применяемых головок.
8. Способы охлаждения пленки. Влияние различных факторов на качество пленки.
9. Ориентация пленки.
10. Изготовление полых выдувных изделий.
11. Изготовление деталей литьем под давлением. Сущность литья под давлением термопластов. Основные стадии процесса.
12. Интрузия, инжекционное прессование. Дозирование материала, плавление.
13. Термический КПД. Цикл формования при литье.
14. Влияние давления и времени выдержки под давлением на процесс и качество деталей.
15. Особенности литья под давлением. Значение размеров литниковой системы, режимы заполнения формы.
16. Охлаждение формы, влияние скорости охлаждения на структуру полимера в изделии.
17. Остаточные напряжения, возникающие при литье под давлением. Приемы для частичного снятия напряжений.
18. Прессование термореактивных материалов. Процессы, происходящие при прессовании. Способы прессования. Подготовка прессматериалов: таблетирование, предварительный подогрев.
19. Различные способы нагрева, суть высококачественного нагрева. Факторы, обуславливающие его применение.
20. Компрессионное (прямое) прессование. Стадии процесса. Подпрессовки и их значение. Цикл формования, режимы прессования.
21. Влияние основных факторов на процесс прессования.
22. Влияние температуры прессования на время заполнения формы пресс-материалом и на качество изделия. Диаграмма распределения давления в формах.
23. Виды брака, причины брака, устранение брака.
24. Преимущества и недостатки компрессионного метода прессования.
25. Литьевое прессование. Особенности литьевого прессования и область применения.
26. Выбор технологических параметров литьевого прессования: температуры, давления, времени отверждения.
27. Пути повышения производительности прессования – прессование на прессах с постоянной оснасткой, роторных линиях, автоматических прессах.
28. Использование отходов реактопластов.
29. Переработка реактопластов методом литья под давлением. Особенности технологического процесса и его особенности. Впрыск материала. Выдержка под давлением и при отверждении.
30. Формование изделий из листов. Сущность процесса формования.

31. Классификация в зависимости от способа создания давления: механическое, пневмоформование, вакуумформование; по методу формования и по применяемому формирующему инструменту.
32. Технология формования. Нагревание. Максимальная кратность вытяжки. Зависимость качества изделия от температуры формования.
33. Разнотолщинность изделий и методы ее уменьшения
34. Основные методы: штампование, пневмоформование и его разновидность, вакуумформование, комбинированное формование.
35. Переработка полимеров на валковых машинах.
36. Основы переработки полимеров вальцеванием и каландрованием, область применения.
37. Течение расплавов полимеров в зазоре между валками.
38. Получение пленок и листов каландрованием.

Максимальное количество баллов за подготовку доклада – 15 баллов.

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (одна контрольная работа к разделу 1, одна контрольная работа к разделу 2 и одна контрольная работа к разделу 3). Максимальная оценка за контрольные работы 1, 2 и 3 (2 семестр) составляет по 15 баллов за каждую. 15 баллов отводятся на доклад.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, 1 вопрос – 7 баллов, 2 вопрос – 8 баллов.**

### **Вопросы к контрольной работе № 1**

#### **Вопрос 1.1.**

1. Влияние содержания наполнителя на прочность КМ при сжатии.
2. Влияние содержания наполнителя на прочность КМ при осевом разрушении.
3. Расчёт деформации композиционного материала.
4. Нижняя и верхняя граница модуля упругости КМ.
5. Принципы теории Гриффитса. Критерий Гриффитса.
6. Процесс роста трещины и энергия разрушения. Теория Ленга.
7. Теория Орована. Что такое вязкость разрушения?
8. Методы определения трещиностойкости и способы её повышения.
9. Степень наполнения КМ резаными волокнами и длина волокна.
10. Дисперсия прочности волокон.
11. Коэффициент реализации прочности волокна.
12. Критическое объёмное содержание волокна в КМ и его связь с деформационно-прочностными характеристиками КМ.
13. Условие критической длины волокна. Факторы, влияющие на критическую длину волокна.
14. Виды технологических напряжений, возникающих в конструкциях из композитов, их влияние на искажение геометрических параметров изделия и его функциональные показатели.
15. Физико-механические причины возникновения структурных, усадочных, термических напряжений.

#### **Вопрос 1.2.**

1. Почему момент затяжки контргайки должен быть больше, чем момент затяжки основной гайки?
2. Какими способами стопорят резьбовые соединения?
3. Что является недостатком стопорения пружинными шайбами?

4. Каково основное достоинство стопорения резьбовой детали дополнительным трением?
5. Для каких резьбовых изделий предусмотрены символы маркировки классов прочности по системе циферблата?
6. Как определяют расчётную площадь поперечного сечения резьбы болтов, винтов и шпилек?
7. По каким опасным сечениям рассчитывают прочность болтов, устанавливаемых в отверстиях с зазором и без зазора?
8. Как определяют эквивалентное напряжение в болте, установленном с затяжкой?
9. Что называется коэффициентом основной нагрузки?
10. Какую часть длины учитывают при определении податливости болта, винта и шпильки?
11. В какой форме определяют податливость деталей?
12. Какие факторы учитывают при выборе допускаемых напряжений растяжения для болтов, винтов и шпилек?
13. Какова наименьшая длина запаса резьбы и выхода конца болта из гайки?
14. Для какой цели предусмотрен цилиндрический выступ на конце болтов для отверстий из-под развёртки?
15. Каково наибольшее предельное значение коэффициента полезного действия самотормозящейся резьбы при завинчивании?

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, 1 вопрос – 7 баллов, 2 вопрос – 8 баллов.**

#### **Вопросы к контрольной работе № 2**

##### **Вопрос 2.1.**

1. Для чего применяют дросселирующие решетки?
2. Назначение экструзионных головок.
3. Назовите основные участки экструзионной головки.
4. Какие бывают головки по направлению выхода расплава?
5. Какие существуют головки по конфигурации формующей щели?
6. Как разделяют головки по давлению расплава?
7. Назовите основные признаки классификации экструзионных головок.
8. Варианты кольцевых головок.
9. Перечислите способы борьбы с линиями спаев в кольцевых головках.
10. Какие бывают опорные системы дорнодержателей?
11. Области использования головок с ситчатой корзиной.
12. В каких случаях применяют конструкции головок со спиральным распределителем?
13. Каковы преимущества использования радиального распределителя расплава в экструзионных головках?
14. Как регулируют толщину стенок трубчатых заготовок для объемных изделий?

##### **Вопрос 2.2.**

1. В каких случаях применяют аккумуляторные головки?
2. Области применения и варианты конструкций щелевых головок.
3. Назовите разновидности конструкции профильных головок.
4. Профильные головки с постепенным изменением сечения. Требования к конструкции.
5. Какие участки имеют головки с постепенным изменением сечения?
6. Дайте классификацию валкового оборудования.
7. Опишите конструкцию вальцов применяемых при переработке отходов полимеров

8. Опишите конструкцию отборочно-гранулирующих устройств применяемых при переработке отходов полимеров.
9. Для каких целей устанавливают предохранительную шайбу?
10. Какие конструкции аварийных устройств Вы знаете?
11. Опишите технологию изготовления валков вальцов.
12. Какие параметры вальцов варьируются в процессе переработки отходов?
13. Назовите факторы, оказывающие влияние на физико-механические свойства гранулята.
14. Какие бывают модифицирующие добавки и на что они влияют?

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, 1 вопрос – 7 баллов, 2 вопрос – 8 баллов.**

**Вопросы к контрольной работе № 3**

**Вопрос 3.1.**

1. Назначение и классификация литьевых машин.
2. Каковы конструктивные особенности литьевых машин для переработки отходов термопластов?
3. Каковы особенности привода литьевых машин?
4. Принцип действия установки вертикальной литьевой.
5. Какие параметры литьевого оборудования варьируются в процессе переработки ПКМ?
6. Назовите факторы, оказывающие влияние на физико-механические свойства получаемого материала. От каких параметров зависит мощность, затрачиваемая на процесс переработки ПКМ?
7. Что такое «препрег»? Какие технологические методы могут быть использованы при производстве препрегов из терморезактивных и термопластичных связующих?
8. Какие технологические методы могут быть использованы при производстве деталей из ПКМ, содержащих тканые наполнители?
9. Какие технологические методы могут быть использованы при производстве деталей из ПКМ, содержащих непрерывные волокна?
10. Какие технологические методы могут быть использованы при производстве деталей из ПКМ, содержащих рубленые волокна?
11. Опишите последовательность операций технологического процесса получения деталей из ПКМ методом контактного формования из препрегов.
12. Укажите основные достоинства и недостатки технологии контактного формования из препрегов.
13. Опишите последовательность операций технологического процесса получения деталей из ПКМ методом вакуумной инфузии.
14. Укажите основные достоинства и недостатки технологии вакуумной инфузии при производстве деталей из ПКМ.
15. Укажите последовательность операций технологического процесса получения деталей из ПКМ методом пропитки пленочным связующим. Укажите достоинства и недостатки данной технологии.
16. Укажите последовательность операций технологического процесса получения деталей из ПКМ методом пултрузии. Укажите достоинства и недостатки данной технологии.
17. Опишите последовательность операций технологического процесса получения деталей из ПКМ методом намотки.
18. Укажите основные недостатки технологии намотки.

**Вопрос 3.2.**

1. Опишите последовательность операций технологического процесса получения деталей из ПКМ методом пропитки под давлением (RTM-технология). Укажите достоинства и недостатки данной технологии.
2. В чем отличие стандартной технологии пропитки под давлением (RTM-технология) от облегченной (light) версии?
3. Укажите последовательность операций технологического процесса получения деталей из ПКМ методом напыления рубленого волокна. Укажите достоинства и недостатки данной технологии.
4. Позитивное формование с механической предварительной вытяжкой
5. Позитивное формование с предварительным раздувом
6. Позитивное формование с предварительным раздувом и соплами для обдува углов
7. Позитивное формование с помощью предварительного раздува до пластины и предварительное формование с помощью раздува с механическим ограничением раздува по высоте
8. Позитивное формование в колоколообразную форму путем предварительного раздува или всасывания
9. Позитивное формование с помощью предварительного всасывания в пневмокамеру
10. Негативное формование без предварительной вытяжки
11. Негативное формование с помощью механической предварительной вытяжки
12. Негативное формование с предварительным формованием путем раздува и инверсии на пуансоне
13. Специальные процессы при негативном формовании (Воспроизведение структуры поверхности формующего инструмента. Термоформование полусфер, например, половинок глобуса)
14. Позитивно-негативное формование, включая предварительный раздув и инверсию на вспомогательном пуансоне
15. Позитивно-негативное формование конструкции изделий с различными коэффициентами вытяжки
16. Ламинирование воздухонепроницаемыми материалами
17. Ламинирование воздухопроницаемыми материалами
18. Облицовка вспененных ПС-контейнеров

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен)**

Максимальное количество баллов на экзамене – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 15 баллов.

#### **Вопрос 1**

1. Назначение и классификация червячных машин.
2. Каковы конструктивные особенности червячных прессов для переработки отходов термопластов?
3. Какие основные рабочие зоны можно выделить по длине червяка и какие процессы в них происходят при переработке отходов термопластов?
4. Назовите основные геометрические характеристики червяка, и как они влияют на производительность червячного пресса?
5. Каковы особенности привода червячных прессов?
6. Как влияет формующий инструмент на производительность червячных прессов?
7. Какие параметры экструзионного оборудования варьируются в процессе переработки отходов?
8. Какие факторы влияют на физико-механические свойства получаемого изделия из вторичного полимерного материала?
9. Как определяется коэффициент геометрической формы формующего инструмента?

10. От каких параметров зависит мощность, затрачиваемая на процесс переработки отходов?
11. Какие трудности возникают при переработке отходов термопластов экструзионным способом?
12. В каких случаях целесообразно применять резьбу с мелким шагом?
13. Как обозначаются классы прочности болтов, винтов, шпилек и гаек из углеродистых и легированных сталей? Что характеризуют числа в обозначении класса прочности болта, например, класс прочности 4.8?
14. Что указывает число в обозначении класса прочности гайки, например, класс прочности 8?
15. Как выбирают класс прочности гаек?
16. По каким условиям определяют требуемую силу затяжки при установке болтов с зазором и без зазора?

## **Вопрос 2**

1. Какими методами контролируют силу затяжки болтов?
2. Термоформование прозрачных формованных изделий сложной формы, требующих очень высокой местной вытяжки
3. Термоформование с помощью свободного отсоса или раздува
4. Сочетание механического формования с независимым раздувом
5. Термоформование с применением каркасного инструмента
6. Термоформование при низких температурах формования
7. Термоформование изделий с элементами абсолютно прозрачных смотровых панелей
8. Процесс формования сдвоенных листов
9. Двухкамерный метод (формование с обратным контуром)
10. Термоформование воздухопроницаемых материалов с использованием резинового полотна
11. Термоформование листов с двойными стенками
12. Термоформование двух листов, один из которых помещен над другим
13. Компрессионное формование — пленочные шарниры, штампы с датой, швы
14. Запрессовка закладных деталей
15. Термоформование армированных длинноволокнистым наполнителем термопластов путем механического формования между формой и контрформой
16. Термоформование армированных длинным волокном термопластов — предварительное формование путем механической предварительной вытяжки и формования сжатым воздухом

## **Вопрос 3**

1. Формующий/вырубной инструмент со сдвиговой обрезкой
2. Комбинированный инструмент для формования и вырубки для получения бескромочных формованных изделий
3. Эtiquетирование в формующем инструменте (эtiquетирование в форме, In Mould Labeling, IML)
4. Требования к нагреванию материалов на термоформовочных машинах для листов
5. Нагревание формуемых материалов на автоматических термоформерах с рулонной загрузкой
6. Радиационный нагрев в листовых линиях
7. Радиационный нагрев для автоматических термоформовочных машин с рулонной загрузкой
8. Технологические напряжения, вызванные геометрическими особенностями конструкции детали, схемой армирования, последующей механической обработкой композитной конструкции.

9. Напряжения, вызванные параметрами процесса формования, конструкцией оснастки, неравномерностью температурных полей в оснастке и автоклаве.
10. Уравнение Энштейна, От чего зависит коэффициент Энштейна?
11. Уравнение Аррениуса и уравнение Муни.
12. Методы определения остаточных напряжений в КМ.
13. Чем вызваны остаточные напряжения в КМ? Результат действия остаточных напряжений.
14. Что такое относительная прочность КМ? Влияние степени наполнения на относительную прочность.
15. Локализация пластического течения при разрушении наполненных термопластов на примере ПП.
16. Локализация пластического течения при разрушении наполненных термопластов на примере ПЭ.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена.

**Экзамен** по дисциплине «*Технологические и инженерные расчёты при изготовлении изделий из высокотемпературных керамических материалов*» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 учебной программы дисциплины. Экзаменационный билет состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 10 баллов, второй – 15 баллов, третий вопросы – 15 баллов.

Пример экзаменационного билета:

<p>«Утверждаю»</p> <p>Зав. каф. ХТКиО</p> <p>_____ Н.А. Макаров (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра химической технологии керамики и огнеупоров</b>
	<b>15.04.02 Технологические машины и оборудование</b>
	<b>Магистерская программа – «Современное технологическое оборудование переработки неметаллических материалов»</b>
<p><b>Технологические и инженерные расчёты при изготовлении изделий из высокотемпературных керамических материалов</b></p>	
<p align="center"><b>Билет № 1</b></p> <p>1. Каковы конструктивные особенности червячных прессов для переработки отходов термопластов?</p> <p>2. По каким условиям определяют потребную силу затяжки при установке болтов с зазором и без зазора?</p> <p>3. Локализация пластического течения при разрушении наполненных термопластов на примере ПЭ.</p>	



## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А) Основная литература:

1. Физическая химия спекания: учеб. пособие / Н.А. Макаров, Д.В. Харитонов, Д.О. Лемешев. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2019. 190 с.

#### Б) Дополнительная литература:

1. Ковтуненко П.В. Физическая химия твердого тела. Кристаллы с дефектами. М.: Высшая школа, 1993. 352 с.
2. Оксидная керамика: спекание и ползучесть: учеб. Пособие / В.С. Бакунов, А.В. Беляков, Е.С. Лукин, У.Ш. Шаяхметов; под ред. В.С. Бакунова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 584 с.
3. Гегузин Я.Е. Живой кристалл. М.: Наука, 1981. 194 с.

#### В) Учебно-методические пособия и указания по изучению дисциплины:

1. Беляков А.В. Методы получения неорганических неметаллических наночастиц: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003. 80 с.
2. Власов А.С. Конструкционная керамика. М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. 70 с.
3. Гузман И.Я. Реакционное спекание и его использование в технологии керамики и огнеупоров. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1996. 55 с.
4. Лукин Е.С. Теоретические основы получения и технология оптически прозрачной керамики. М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1981. 36 с.
5. Скидан Б.С., Поляк Б.И. Керамические диэлектрики. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1983. 77 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- 

#### Научно-технические журналы:

1. Стекло и керамика. ISSN 0131-9582.
2. Огнеупоры и техническая керамика. ISSN 0369-7290
3. Новые огнеупоры. ISSN 1689-4518
4. Строительные материалы. ISSN 1729-9209
5. Строительные материалы XXI века. ISSN 1729-9209.
6. Keramische Zietschrift. ISSN 0023-0561.
7. Ceramic Bulletin (Amer.Cer.Soc.). ISSN 0022-7812.
8. Ceramic Industries International. ISSN 0305-7623.
9. International Journal of Applied Ceramic Technology. ISSN (printed): 1546-542X. ISSN (electronic): 1744-7402.
10. Ceramics Technical. ISSN 1324-4175.
11. Glass and Ceramics. ISSN 0361-7610.
12. World Ceramics and Refractories. ISSN 0959-6127.
13. Ceramics Abstracts/World Ceramic Abstracts. ISSN 0883-2900.
14. Engineered Materials Abstracts, Ceramics. ISSN 0002-7812.
15. Ceramic Industries International. ISSN 0958-9899.
16. Ceramic Industry – the magazine for refractories, traditional & advanced ceramic manufacturers. ISSN 0009-0220.
17. Ceramic Engineering and Science Proceedings. ISSN 0196-6219.

18. Ceramics International. ISSN 0272-8842.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- [www.centerprioritet.ru/](http://www.centerprioritet.ru/) – СМЦ «Приоритет» – техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.nanometer.ru/> – «Нанометр» - нанотехнологическое сообщество
- <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> – «Нано Технологии»
- <http://www.nanonewsnet.ru/> – Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx/> – Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> – In Tech. Open Science
- [http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry\\_tech/silicate/](http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/) – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
- <http://www.rsl.ru/> – Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru/> – Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://window.edu.ru/> – Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc.chemistry.bsu.by/free-journals/> – ABC-Chemistry: Бесплатная научная химическая информация
- <http://new.fips.ru/registers-web/> – Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> – поисковая система по книгам
- <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- комплекты образцов изделий из керамики;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая

содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы. Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов. Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Технологические и инженерные расчёты при изготовлении изделий из высокотемпературных керамических материалов»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью. Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентации к лекциям; наборы образцов термопластов и реактопластов, композиционных материалов на их основе и демонстрационных изделий из них; наглядные материалы по технологии переработки полимеров.

### 11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проектор; экран; WEB-камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к лекционным курсам.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекций; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде, сборники технологических схем получения полимеров, справочные материалы в печатном и электронном виде по свойствам и технологиям получения полимерных материалов и изделий.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

1.	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	5 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Управление проектами Project expert tutorial	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
1.	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
1.	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная
1.	Среда разработки Delphi	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная

1.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49	Контракт № 143-	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

	Concurrent Licenses (per License)	164ЭА/2010 от 14.12.10		
1.	Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word • Excel • Power Point • Outlook	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
1.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую

				версию продукта)
1.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
1.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
1.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
1.	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1.	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
1.	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
1.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1. Основные положения механики твердых тел. Общие элементы оборудования для производства высокотемпературных функциональных керамических материалов</b>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок;</li> <li>- современные методы анализа и прогнозирования, методы, средства и наилучшие практики внедрения и контроля реализации результатов НИОКР.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами анализа и теоретического обобщения научной и технической информации, современными методами, средствами и наилучшими практиками планирования, организации и проведения НИОКР.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр). Оценка за доклад.</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i> (2 семестр)</p>
<b>Раздел 2. Экструзионное оборудование. Валковое оборудование. Оборудование для литья под давлением</b>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок;</li> <li>- современные методы анализа и прогнозирования, методы, средства и наилучшие практики внедрения и контроля реализации результатов НИОКР.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами анализа и теоретического обобщения научной и технической информации, современными методами, средствами и наилучшими практиками планирования, организации и проведения НИОКР.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр). Оценка за доклад.</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i> (2 семестр)</p>



<p><b>Раздел 3. Прочие виды оборудования. Формующий инструмент</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования актуальной нормативной документации, современную научную и техническую информацию по тематике проводимых исследований и разработок;</li> <li>- современные методы анализа и прогнозирования, методы, средства и наилучшие практики внедрения и контроля реализации результатов НИОКР.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать планы, методические программы проведения НИОКР и(или) их элементы.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами анализа и теоретического обобщения научной и технической информации, современными методами, средствами и наилучшими практиками планирования, организации и проведения НИОКР.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр). Оценка за доклад.</p> <p>Оценка за <i>экзамен</i> (2 семестр)</p>
--	--	---

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Технологические и инженерные расчёты при изготовлении изделий из**  
**высокотемпературных керамических материалов»**

основной образовательной программы  
15.04.02 Технологические машины и оборудование  
магистерская программа  
«Современное технологическое оборудование переработки неметаллических материалов»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Современные проблемы регулирования свойств изделий из  
высокотемпературных керамических материалов»**

**Направление подготовки  
15.04.02 Технологические машины и оборудование**

**Магистерская программа  
«Современное технологическое оборудование переработки  
неметаллических материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена доцентом кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров  
к.т.н, доцент М.А. Вартанян

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров «13» июня 2025 г., протокол № 17.

Заведующий кафедрой ХТКиО

д.т.н., профессор

Н.А. Макаров

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **15.04.02 Технологические машины и оборудование**, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Химической технологии керамики и огнеупоров** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Современные проблемы регулирования свойств изделий из высокотемпературных керамических материалов»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины «Дисциплины по выбору» учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в частности в области технологии высокотемпературных силикатных материалов.

**Цель дисциплины** – анализ закономерностей уплотнения индивидуальных твердых тел различной природы и процессов, базируясь на основах физики спекания; анализ феноменологических представлений о спекании макроскопических твердых тел; изучение методов исследования кинетики спекания порошковых систем; ознакомление с особенностями выбора температурно-временных режимов обжига с точки зрения современных представлений; ознакомление с современными представлениями о прочности функциональных керамических материалов; выявление основных проблем высокотемпературной прочности керамических материалов; анализ современных научных достижений и перспективных направлений работ в области высокотемпературных функциональных материалов.

**Задачи дисциплины** – формирование у обучающихся фундаментальной материаловедческой базы и системных углубленных знаний в области физикохимии высокотемпературных функциональных керамических материалов и на основе этих знаний выработка системного подхода к постановке, выполнению и анализу результатов научных исследований в указанной области материаловедения.

Дисциплина **«Современные проблемы регулирования свойств изделий из высокотемпературных керамических материалов»** преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**: ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.3

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Организационно-управленческий тип задач профессиональной деятельности</b>				
Организация и проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), связанных с созданием новых и совершенствованием существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	Технологические машины и оборудование химических производств, технологии материалов Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности и (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-2 Способен самостоятельно формировать коллектив исполнителей научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию новых и совершенствованию существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов и осуществлять руководство его деятельностью	ПК-2.1 Знает принципы организации труда при выполнении НИОКР ПК-2.2 Умеет выбирать и реализовывать и последовательно улучшает методы управления персоналом, занятым в проведении НИОКР ПК-2.3 Владеет приемами мониторинга и контроля действий и результатов подчиненных сотрудников, способствует повышению профессиональной квалификации исполнителей	Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Профессиональный стандарт «25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018. № 573н; Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н.
		ПК-3 Способен организовывать внедрение результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию новых и совершенствованию существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	ПК-3.3 Владеет приемами анализа и обобщения результатов экспериментов и наблюдений, контроля их валидности, научной достоверности и экономической целесообразности	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- методы прогнозирования работоспособности материала в заданных условиях эксплуатации;
- современные методы исследования закономерностей спекания керамических материалов, заготовок и деталей, методы высокотемпературного упрочнения керамики;
- современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;
- условия использования данных, содержащихся в научных публикациях;
- методологию составления аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критику по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;
- современные методы управления составом, структурой и свойствами керамических материалов;
- возможности традиционных и современных технологий спекания и упрочнения, а также области их применения.

*Уметь:*

- использовать закономерности, отражающие зависимости физико-механических свойств современных материалов от химического состава, структурного состояния и видов термической обработки;
- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных видов высокотемпературных функциональных материалов и их технологий;
- собирать данные для составления обзора по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;
- рассчитывать кинетические закономерности процессов высокотемпературного упрочнения (спекания) керамических материалов;
- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых высокотемпературных функциональных материалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- применять теоретические знания по современным и перспективным видам высокотемпературных функциональных материалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

*Владеть:*

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам материаловедения высокотемпературных функциональных материалов;
- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии высокотемпературных функциональных материалов, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;
- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области высокотемпературных функциональных материалов.



### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>8</b>	<b>288</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,9</b>	<b>68</b>	<b>51</b>
Лекции	0,95	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	0,95	34	25,5
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5,1</b>	<b>184</b>	<b>138</b>
Контактная самостоятельная работа	5,1	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		184	138
<b>Вид контроля:</b>			
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
<b>Вид итогового контроля:</b>	<b>Экзамен</b>		

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	Лаб. работы	Сам. работа
	Раздел 1. Введение	23	4	-	19
	Раздел 2. Физическая химия спекания	75	10	10	55
	Раздел 3. Термопрочность и крип материалов на основе тугоплавких соединений	77	10	12	55
	Раздел 4. Технологии современных и перспективных высокотемпературных функциональных материалов	77	10	12	55
	<b>ИТОГО</b>	<b>252</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>184</b>
	Экзамен	36			
	<b>ИТОГО</b>	<b>288</b>			

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Введение**

Краткие сведения по истории развития науки о спекании, физической химии и феноменологии спекания, прочности и термopрочности высокотемпературных материалов, крипоустойчивости материалов. Подходы Френкеля и Пинеса к спеканию тугоплавких твердых тел. Характеристика современных и перспективных высокотемпературных функциональных материалов.

### **Раздел 2. Физическая химия спекания**

#### **2.1 Механизмы припекания твердых тел.**

Припекание твердых тел, контактирующих в точке и по плоскости. Геометрия контактной области. Основное кинетическое уравнение припекания. Механизмы вязкого течения, поверхностной самодиффузии, объемной самодиффузии, переноса вещества через газовую фазу. Припекание при наличии внешнего усилия. Влияние геометрии частиц на процесс припекания. Закономерности припекания частиц произвольной формы. Припекание взаимно-нерастворимых твердых тел. Эффекты Френкеля и Киркендалла. Припекание взаимно-растворимых твердых тел. Процесс припекания с участием жидкой фазы. Влияние газовой фазы на припекание разнородных материалов. Роль жидкой и газовой фаз в процессах формирования структуры и обеспечения заданных свойств керамического материала.

#### **2.2. Механизмы залечивания пор**

Механизмы залечивания изолированных пор: вязкое течение и диффузионное растворение. Влияние границ кристаллов и дислокаций на залечивание поры. Залечивание изолированной поры под влиянием внешнего усилия. Ансамбль пор в реальном кристаллическом теле. Коалесценция пор. Рекристаллизация. Движущая сила рекристаллизации. Кинетика роста кристаллов. Влияние рекристаллизации на свойства керамических материалов. Способы предотвращения рекристаллизации.

#### **2.3. Спекание активных порошков. Спекрующие добавки**

Понятие об активности порошков к спеканию. Особенности спекания ультрадисперсных порошков. Закономерности процесса спекания порошковых систем на начальных и заключительных стадиях. Влияние внешнего воздействия на уплотнение порошковых систем. Особенности спекания многокомпонентных (двухкомпонентных) порошковых систем. Роль точечных дефектов и дислокаций в процессе спекания с точки зрения физической химии твердого тела. Классификация спекающих добавок по виду взаимодействия с тугоплавким компонентом (по Лукину). Механизмы действия добавок различных подгрупп. Влияние добавок различных групп на структуру и физико-химические свойства керамических материалов.

#### **2.4. Феноменологические подходы к уплотнению твердых тел**

Феноменологический подход к процессу уплотнения при спекании. Понятие о феноменологически элементарном процессе. Изменение объема пор в процессе спекания. Уравнение Ивенсена, константы уравнения и их физико-химический смысл. Достоинства и недостатки феноменологических методов описания процесса спекания.

### **Раздел 3. Термopрочность и крип материалов на основе тугоплавких соединений**

#### **3.1. Температура хрупко-вязкого перехода и эффективная поверхностная энергия**

Температура хрупко-вязкого перехода в тугоплавких соединениях. Схема Иоффе-Давиденкова. Напряжение роста трещин. Энергетический и силовой подходы при распространении трещины. Их достоинства и недостатки. Истинная и эффективная поверхностная энергия. Составляющие эффективной поверхностной энергии. Микропластичность. Влияние пористости, размера зерна, температуры, длины трещины, примесей на эффективную поверхностную энергию. Первое уравнение Гилмана.

#### **3.2. Механизмы зарождения и распространения трещин при высокой температуре**

Зарождение и распространение трещин. Механизмы зарождения трещины. Распространение трещин. Докритическая и закритическая стадии. Влияние различных факторов на распространение трещины. Второе уравнение Гилмана. Взаимодействие трещины с пораами, границами зерен и включениями. Статистические теории прочности Вейбулла, Френкеля, Конторовой. Иные статистические теории прочности.

### 3.3. Влияние факторов на термopочность тугоплавких соединений

Влияние температуры, пористости, размера зерна на механическую прочность. Уравнения Бальшина, Пинеса-Сухинина, Рышкевича, Кнудсена, Хассельмана, Вейла, Харвея. Немонотонность изменения прочности в зависимости от размера зерна по Полубояринову. Изменение прочности в области гомогенности. Зависимость механической прочности от вида и содержания добавок. Влияние поверхностных процессов на прочность твердых тел. Эффекты Иоффе и Ребиндера.

### 3.4. Пороговые и непороговые механизмы ползучести

Крип. Пороговые и непороговые механизмы ползучести. Источники Франка-Рида. Влияние химического состава, температуры, длительности нагружения, размера зерна, пористости, добавок на крипоустойчивость. Ползучесть по Набарро, Херрингу, Лифшицу, Коблу, Сверхпластичность. Релаксация напряжений и упругое последствие.

## **Раздел 4. Технологии современных и перспективных высокотемпературных функциональных материалов**

### 4.1. Технологии бескислородных материалов

Бескислородные материалы на основе карбидов, нитридов, боридов, силицидов. Контролируемые технологические параметры, точки контроля. Значения параметров и допустимые величины отклонений. Способы совершенствования технологий. Перспективные технологии высокотемпературных бескислородных материалов.

### 4.2. Технологии оксидных материалов

Оксидные керамические материалы. Контролируемые технологические параметры, точки контроля. Значения параметров и допустимые величины отклонений. Способы совершенствования технологий. Перспективные технологии высокотемпературных бескислородных материалов.

### 4.3. Методы исследования кинетики спекания

Основное уравнение кинетики спекания. Кажущаяся энергия активации спекания. Константа скорости спекания. Формально-кинетическая модель процесса спекания. Диффузионные модели. Модели зародышеобразования. Изотермические методы исследования процесса спекания. Неизотермические методы исследования процесса спекания: дифференциальный и интегральный методы.

### 4.4. Выбор температурно-временных режимов обжига изделий различного назначения

Факторы, определяющие режим обжига изделий. Выбор температурно-временного режима обжига. Влияние формы и размеров изделий, а также физико-химических свойств материала и фазового состава, синтезируемого в процессе обжига, на его режим. Оценка допустимых скоростей нагрева и охлаждения полуфабриката. Современные подходы к расчету температурно-временных режимов обжига на основе общей объемной модели спекающейся порошковой системы.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	<b>Знать:</b>				
1	- методы прогнозирования работоспособности материала в заданных условиях эксплуатации	+	+	+	+
2	- современные методы исследования закономерностей спекания керамических материалов, заготовок и деталей, методы высокотемпературного упрочнения керамики	+	+	+	
3	- современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов			+	+
4	- условия использования данных, содержащихся в научных публикациях	+	+	+	+
5	- методологию составления аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критику по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов				+
6	современные методы управления составом, структурой и свойствами керамических материалов	+	+		+
7	- возможности традиционных и современных технологий спекания и упрочнения, а также области их применения	+	+	+	+
	<b>Уметь:</b>				
8	- использовать закономерности, отражающие зависимости физико-механических свойств современных материалов от химического состава, структурного состояния и видов термической обработки	+	+	+	+
9	- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных видов высокотемпературных функциональных материалов и их технологий				+
10	- собирать данные для составления обзора по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов				+
11	- рассчитывать кинетические закономерности процессов высокотемпературного упрочнения (спекания) керамических материалов	+	+		
12	- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых высокотемпературных функциональных материалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения				+
13	- применять теоретические знания по современным и перспективным видам высокотемпературных функциональных материалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях	+	+	+	+
	<b>Владеть:</b>				

14	- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам материаловедения высокотемпературных функциональных материалов	+	+	+	+
15	- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии высокотемпературных функциональных материалов, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения	+	+	+	+
16	- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области высокотемпературных функциональных материалов	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции</b> и <b>индикаторы их достижения:</b>					
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
17	ПК-2 Способен самостоятельно формировать коллектив исполнителей научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию новых и совершенствованию существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов и осуществлять руководство его деятельностью	ПК-2.1 Знает принципы организации труда при выполнении НИОКР	+	+	+
18		ПК-2.2 Умеет выбирать и реализовывать и последовательно улучшает методы управления персоналом, занятым в проведении НИОКР			
19		ПК-2.3 Владеет приемами мониторинга и контроля действий и результатов подчиненных сотрудников, способствует повышению профессиональной квалификации исполнителей			
20	ПК-3 Способен организовывать внедрение результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию новых и совершенствованию существующих технологических машин и оборудования переработки неметаллических материалов	ПК-3.3 Владеет приемами анализа и обобщения результатов экспериментов и наблюдений, контроля их валидности, научной достоверности и экономической целесообразности	+	+	+
21					
22					

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

### 6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Современные проблемы регулирования свойств изделий из высокотемпературных керамических материалов*», а также дает знания о ...

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет \_\_ балла (максимально по \_ балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1		Наименование лабораторной работы	
2		Наименование лабораторной работы	
3		Наименование лабораторной работы	
4		Наименование лабораторной работы	
5		Наименование лабораторной работы	
6		Наименование лабораторной работы	
7		Наименование лабораторной работы	
8		Наименование лабораторной работы	
9		Наименование лабораторной работы	
10		Наименование лабораторной работы	

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает: **(ПРИМЕР)**

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **экзамена** (3 семестр) и лабораторного практикума (3 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 20 балла) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

*Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.*

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольную работу 1 (3 семестр) составляет 10 баллов. Максимальная оценка за контрольные работы 2-3 (3 семестр) составляет 15 баллов за каждую.

**Раздел 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

#### Вариант 1

1. Рассчитайте силу, действующую на две сферические частицы корунда диаметром 5 мкм при условии, что пространство между ними заполнено алюмосиликатным расплавом с поверхностным натяжением 370 мН/м. Зазор между частицами составляет 3 мкм, смачивание полное,  $\varphi=28^\circ$ .
2. Установите время, в течение которого перешеек между припекающимися стеклянными шариками размером 15 мкм достигнет 1/4 их первоначального радиуса. Поверхностное натяжение составляет 300 , вязкость при температуре 850 °С –  $7,0 \cdot 10^5$  пз

#### Вариант 2

1. В результате обжига корундового образца размером 40×4×6 мм в его поверхностном слое образовалась “корка” толщиной 250 мкм. Образец содержит равновеликие поры размером 12 мкм, общая пористость составляет 10 %. После отжига этого образца в течение 100 ч при 1900 °С в беспористой области наблюдаются поры размером 1 мкм. Оцените количество пор в беспористой области.
2. Рассчитайте скорость сближения пор размером 1,5 мкм за счет механизма объемной диффузии, находящихся в поле собственных напряжений при температуре 1700 °С на расстоянии 3 мкм друг от друга. Поверхностное натяжение составляет 650 мН/м,  $D_0 = 10^{-8} \frac{\text{см}^2}{\text{с}}$ ,  $\Omega = 10^{-22} \text{ см}^3$ . Оцените, как изменится скорость сближения пор с увеличением их размера до 2 мкм. Объясните полученный результат.

#### Вариант 3

1. Установите величину максимальной усадки при припекании стеклянных шариков размером 12 мкм. Поверхностное натяжение составляет 370  $\frac{\text{дин}}{\text{см}}$ , вязкость при температуре 800 °С –  $5,5 \cdot 10^6$  пз. Как изменится величина усадки при условии, что поверхностное натяжение возрастет на 30 %? Объясните полученный ответ.
2. Рассчитайте время, в течение которого изолированная пора радиусом 4 мкм, внутри которой вакуум, находясь в изотропной ньютоновской среде с вязкостью



22 Па·с, сократит свой размер в два раза. Внешнее давление составляет 2 ат., поверхностное натяжение среды – 420 мДж/м<sup>2</sup>.

#### Вариант 4

1. Установите время, в течение которого при 1930 К перешеек между сапфировыми шариками размером 7 мкм, припекающимися по механизму объемной диффузии, достигнет половины их первоначального радиуса. Поверхностное натяжение составляет  $580 \frac{\text{мДж}}{\text{м}^2}$ , атомный объем –  $10^{-23} \text{ см}^3$ , объемный коэффициент диффузии –  $8 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{с}$ . Граница между частицами является стоком вакансий.
2. Пористость сырца, содержащего 30 мол. % Si и 70 мол. % C, составляет 34 %. Обжиг проводят в среде паров кремния. Оцените пористость и изменение массы изделия.

#### Вариант 5

1. Пористость сырца, содержащего 20 мол. % Si и 80 мол. % C, составляет 34 %. Обжиг проводят в среде паров кремния. Оцените возможную пористость и изменение массы изделия.
2. Вещество A приведено в контакт с веществом B. Объемный коэффициент самодиффузии вещества A составляет  $10^{-6} \text{ см}^2/\text{с}$ , вещества B –  $10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$ . Установите, со стороны какого компонента через 10 ч от начала припекания около границы раздела образуется пористость. Рассчитайте, какое количество пор теоретически может образоваться, если известно, что первоначальное положение границы в указанный промежуток времени не изменилось; диаметр равновеликих пор составляет 1 мкм, массовые доли компонентов A и B относятся как 2:3; молярные массы – 92 и 144 г/моль, соответственно.

### Раздел 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.

#### Вариант 1

1. Установите, каковой должна быть равновесная концентрация вакансий при температуре 1700 °С при условии, что поры размером 3 мкм с течением времени не укрупняются и не исчезают. Справочные данные: поверхностное натяжение составляет 700 мДж/м<sup>2</sup>, атомный объем –  $10^{-23} \text{ см}^3$ , абсолютное пересыщение вакансиями –  $10^{-3}$ .
2. Рассчитайте величину пористости заготовок кремния, необходимую для получения плотносспекшегося нитрида кремния (общая пористость менее 10 %), при условии, что реакция происходит полностью.

#### Вариант 2

1. Рассчитайте скорость перемещения поры как единого целого в поле градиента напряжений, вызванных единичной дислокацией, находящейся на расстоянии  $r \cdot 10^{-4} \text{ см}$  от поры при условии, что

$$D_s \delta_s = 10^{-13} \frac{\text{см}^3}{\text{с}}, \Omega = 10^{-22} \text{ см}^3, R = 10^{-5} \text{ см}, G = 7 \cdot 10^{12} \frac{\text{дин}}{\text{см}^2},$$

длина вектора Бюргерса –  $2 \cdot 10^{-7} \text{ см}$ .

Постройте зависимость скорости перемещения поры от величины  $r$ , при условии, что  $r \in [10^{-8}, 10^{-2}] \text{ см}$ . Температура – 1355 °С.

2. Установите, каковой должна быть равновесная концентрация вакансий при температуре 1650 К при условии, что поры размером 5 мкм с течением времени не укрупняются и не исчезают. Справочные данные: поверхностное натяжение составляет 430 мДж/м<sup>2</sup>, атомный объем – 10<sup>-23</sup> см<sup>3</sup>, абсолютное пересыщение вакансиями – 10<sup>-5</sup>.

### Вариант 3

1. Рассчитайте скорость сближения пор размером 1,5 мкм за счет механизма объемной диффузии, находящихся в поле собственных напряжений при температуре 1700 °С на расстоянии 3 мкм друг от друга. Поверхностное натяжение составляет 650 мН/м,  $D_0 = 10^{-8} \frac{\text{см}^2}{\text{с}}$ ,  $\Omega = 10^{-22} \text{ см}^3$ . Оцените, как изменится скорость сближения пор с увеличением их размера до 2 мкм. Объясните полученный результат.
2. Рассчитайте время, в течение которого изолированная пора радиусом 5 мкм, внутри которой вакуум, находясь в изотропной ньютоновской среде с вязкостью 1 Па·с, полностью залечится. Внешнее давление составляет 1 ат., поверхностное натяжение среды – 500 мН/м. Как изменится время залечивания, если давление возрастет до 10 ат. Объясните полученный результат.

### Вариант 4

1. Рассчитайте время, в течение которого изолированная пора радиусом 5 мкм, внутри которой вакуум, находясь в изотропной ньютоновской среде с вязкостью 7 Па·с, полностью залечится. Внешнее давление составляет 2,5 ат., поверхностное натяжение среды – 350 мН/м.
2. Рассчитайте скорость перемещения поры как единого целого в поле градиента напряжений при условии, что

$$D_s \delta_s = 10^{-11} \frac{\text{см}^3}{\text{с}}, \Omega = 10^{-23} \text{ см}^3, kT = 2 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}, R = 10^{-5} \text{ см}, \nabla \sigma = 10^{11} \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$$

Как изменится скорость процесса при температуре 1600 °С? Объясните полученный результат.  $D_{S_0} = 10^{-5} \frac{\text{см}^2}{\text{с}}, E_{\text{акт}} = 270 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$ .

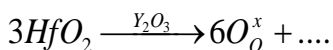
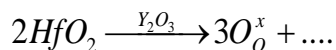
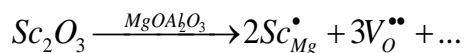
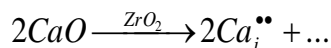
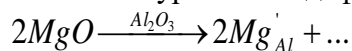
### Вариант 5

1. Рассчитайте время, в течение которого изолированная пора радиусом 5 мкм, внутри которой вакуум, находясь в изотропной ньютоновской среде с вязкостью 11 Па·с, сократит свой размер в три раза. Внешнее давление составляет 1 ат., поверхностное натяжение среды – 450 мН/м. Как изменится время, необходимое для достижения той же степени спекания, если вязкость уменьшится до 6 Па·с? Объясните полученный результат.
2. В результате обжига корундовой керамики образовались кристаллы размером 100 мкм. В центральной части каждого из кристаллов наблюдаются поры размером ~1 мкм. Установите, приведет ли высокотемпературный обжиг к уплотнению образца, если  $\alpha = 500 \frac{\text{мН}}{\text{м}}, \Omega = 10^{-22} \text{ см}^3, kT = 10^{-20} \text{ Дж}$ , относительное пересыщение решетки вакансиями – 10<sup>-4</sup>, внешнее давление – атмосферное.

**Раздел 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

### Вариант 1

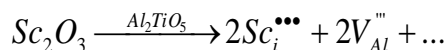
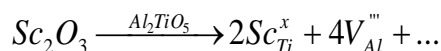
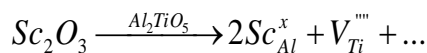
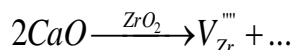
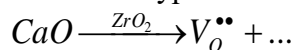
1. Закончите уравнения дефектообразования:



2. Рассчитайте величину пористости заготовок кремния, необходимую для получения плотносспекшего нитрида кремния (общая пористость менее 10 %), при условии, что реакция происходит полностью.

### Вариант 2

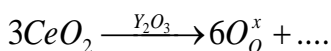
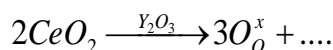
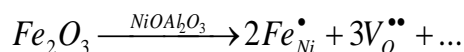
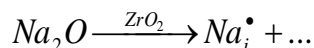
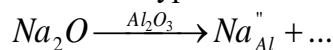
1. Закончите уравнения дефектообразования:



2. Определите изменения массы и объема, происходящие при азотировании заготовок кремния при 1440 К, если взаимодействие протекает полностью.

### Вариант 3

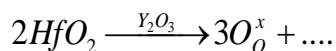
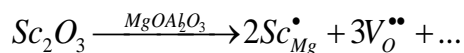
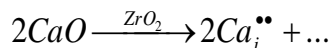
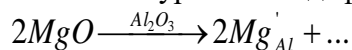
1. Закончите уравнения дефектообразования:

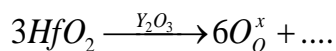


2. В результате обжига корундовой керамики образовались кристаллы размером 100 мкм. В центральной части каждого из кристаллов наблюдаются поры размером ~1 мкм. Установите, приведет ли высокотемпературный обжиг к уплотнению образца, если  $\alpha = 500 \frac{мН}{м}$ ,  $\Omega = 10^{-22} см^3$ ,  $kT = 10^{-20} Дж$ , относительное пересыщение решетки вакансиями –  $10^{-4}$ , внешнее давление – атмосферное.

### Вариант 4

1. Закончите уравнения дефектообразования:

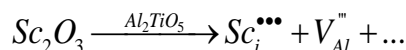
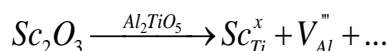
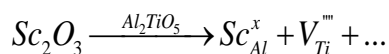
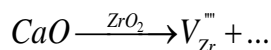
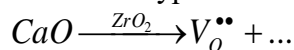




2. Рассчитайте величину пористости заготовок кремния, необходимую для получения плотноспекшегося нитрида кремния (общая пористость менее 10 %), при условии, что реакция происходит полностью.

#### Вариант 5

1. Рассчитайте максимально возможное уменьшение свободной энергии внешнего и внутреннего спекания при 1850 °С (поверхностное натяжение – 650 мДж/м²). Исходное количество пор в образце – 10<sup>5</sup>, результат коалесценции – единичная сферическая пора. Установите, какой процесс термодинамически предпочтителен. R<sub>0</sub> = 7 мкм.
2. Закончите уравнения дефектообразования. Расставьте коэффициенты.



**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

#### Вариант 1

1. Диаграмма Иоффе-Давиденкова и следствия из нее.
2. Температура хрупко-вязкого перехода в тугоплавких соединениях. Физический смысл. Примеры.

#### Вариант 2

1. Эффективная поверхностная энергия, ее составляющие.
2. Условия распространения трещин: энергетический и силовой подходы.

#### Вариант 3

1. Напряжение роста трещин. Уравнение Гриффитса.
2. Эффективная поверхностная энергия. Влияние факторов.

#### Вариант 4

1. Изменение эффективной поверхностной энергии с температурой. Примеры.
2. Понятие о микропластической деформации. Первое уравнение Гилмана.

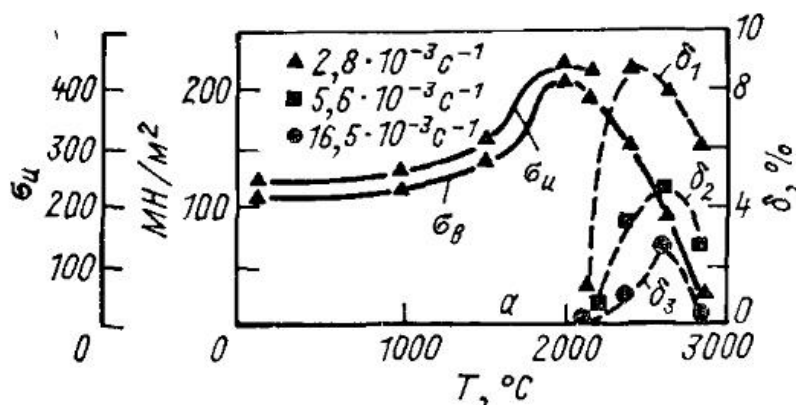
#### Вариант 5

1. Механизмы зарождения трещины.
2. Зарождение трещин у границ. Разориентация границ.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса.**

#### Вариант 1

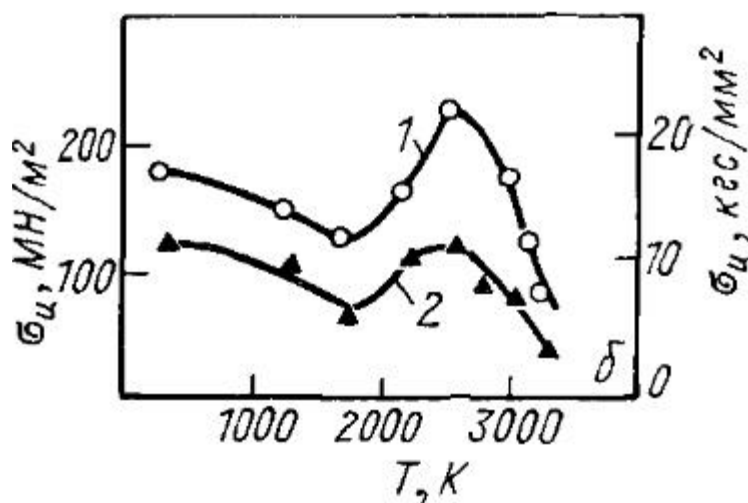
1. На рисунке представлена зависимость прочности керамики из карбида циркония от температуры. Установили все возможные причины повышения прочности с температурой.



2. Для материала с пористостью 40 % прочность на сжатие составляет 300 МПа. Коэффициент ослабления напряжений – 1,0. Оцените теоретическую прочность материала по Бальшину и Пинесу-Сухинину. Сравните полученные величины, объясните причины различия.

### Вариант 2

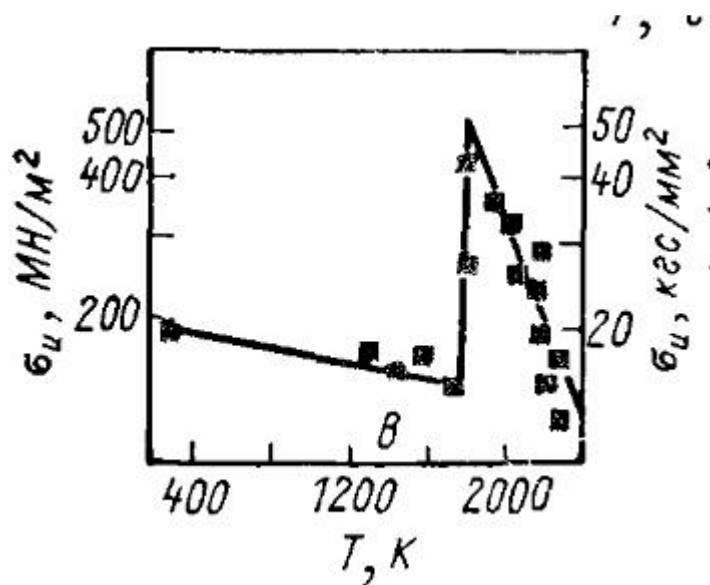
1. На рисунке представлен график зависимости механической прочности от температуры и способа формования. Объясните все возможные изменения, представленные на графике.



2. Для материала с пористостью 30 % прочность на сжатие составляет 400 МПа. Коэффициент уравнения Хассельмана – 0,7. Оцените теоретическую прочность материала по Бальшину и Хассельману. Сравните полученные величины, объясните причины различия.

### Вариант 3

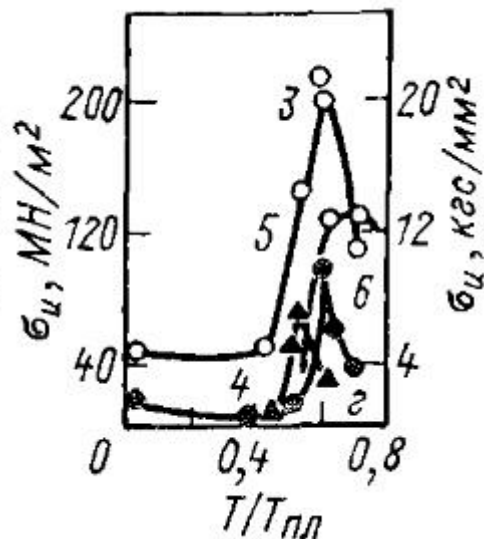
1. На рисунке представлен график зависимости механической прочности от температуры для горячепрессованных образцов карбида титана. Объясните все возможные изменения, представленные на графике.



2. Для материала с пористостью 45 % прочность на сжатие составляет 450 МПа. Коэффициент уравнения Харвея – 0,6. Оцените теоретическую прочность материала по Бальшину и Харвею. Сравните полученные величины, объясните причины различия.

#### Вариант 4

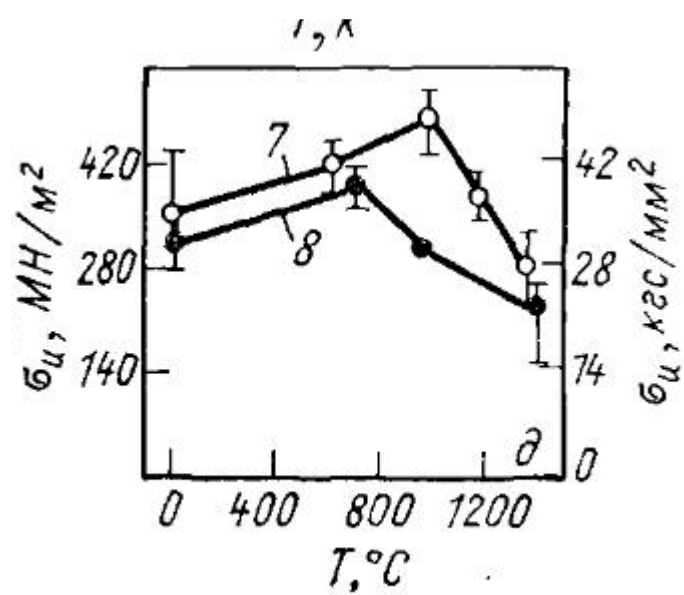
1. На рисунке представлен график зависимости механической прочности от гомологической температуры для карбидов молибдена (3), вольфрама (4), ниобия (5). Объясните все возможные изменения, представленные на графике.



2. Для материала с пористостью 15 % прочность на сжатие составляет 200 МПа. Коэффициент уравнения Вейла – 0,7. Оцените теоретическую прочность материала по Бальшину и Вейлу. Сравните полученные величины, объясните причины различия.

#### Вариант 5

1. На рисунке представлен график зависимости механической прочности от температуры для боридов гафния (7), циркония (8). Объясните все возможные изменения, представленные на графике.



2. Для материала с пористостью 40 % прочность на сжатие составляет 300 МПа. Коэффициент ослабления напряжений изменяется от 0,5 до 1,0. Оцените теоретическую прочность Пинесу-Сухинину. Сравните полученные величины, объясните причины изменения теоретической прочности.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

**Вариант 1**

1. Дислокации. Взаимодействие дислокаций
2. Ядро дислокаций. Напряжение Пайерлса. Расщепление дислокаций

**Вариант 2**

1. Границы зерен. Структура границ зерен.
2. Феноменологический анализ ползучести.

**Вариант 3**

1. Термодинамический анализ ползучести.
2. Ползучесть. Механизм термоактивируемого движения дислокаций.

**Вариант 4**

1. Ползучесть, контролируемая скольжением.
2. Уравнение Бейли – Орована.

**Вариант 5**

1. Модель ползучести Виртмана.
2. Степенная ползучесть.

**Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

**Вариант 1**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве тиглей из карбида кремния, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

**Вариант 2**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве подложек из нитрида алюминия, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

**Вариант 3**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве тиглей из нитрида кремния, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.



#### **Вариант 4**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве подложек из карбида титана, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

#### **Вариант 5**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве подложек из карбида титана, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

**Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

#### **Вариант 1**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве тиглей из оксида алюминия, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

#### **Вариант 2**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве подложек из оксида алюминия, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

#### **Вариант 3**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве тиглей из диоксида циркония, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

#### **Вариант 4**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве подложек из диоксида титана, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

#### **Вариант 5**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве чехлов из оксида алюминия, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

**Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

#### **Вариант 1**

1. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Формально-кинетическое описание процесса спекания.

2. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Диффузионные модели.

#### **Вариант 2**

1. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Модели зародышеобразования.
2. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: интегральный и дифференциальный методы неизотермической кинетики.

#### **Вариант 3**

1. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: изотермические методы.
2. Достоинства и недостатки различных методов исследования кинетики спекания.

#### **Вариант 4**

1. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Модель Ерофеева-Колмогорова.
2. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: интегральный метод неизотермической кинетики.

#### **Вариант 5**

1. Модели Яндера и анти-Яндера.
2. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: интегральный метод неизотермической кинетики.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен).**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.  
1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Возможные механизмы припекания твердых тел, контактирующих «в точке».
2. Основное кинетическое уравнение спекания. Движущая сила процесса спекания.
3. Закон размеров и его применение для анализа кинетики спекания.
4. Схемы залечивания изолированной поры в твердом теле.  $\gamma$ -фактор и его физический смысл.
5. Залечивание изолированной поры в однородной изотропной среде: механизмы диффузионно-вязкого течения и диффузионного растворения.
6. Роль границ зерен и дислокаций в залечивании изолированной поры.
7. Стадии процесса усадки при спекании однокомпонентных порошковых прессовок.
8. Понятие об активности к спеканию с точки зрения физической химии спекания. Количественные оценки.
9. Понятие об активности к спеканию с позиции физики спекания. Соотношение между процессами поверхностной и объемной диффузии для активных порошков.  $\square$ -фактор.
10. Влияние гравитационных и остаточных напряжений на процесс спекания.
11. Активированное спекание. Принципы активирования.
12. Феноменологический подход к описанию процессов спекания. Признаки феноменологически элементарных процессов. Достоинства и недостатки физического и феноменологического подхода к описанию процесса спекания.

13. Понятие об активности к спеканию с точки зрения феноменологии спекания. Количественные оценки.
14. Основные положения феноменологического подхода к исследованию закономерностей спекания. Уравнение Ивенсена в дифференциальной и интегральной формах. Физический смысл констант уравнения Ивенсена.
15. Перемещение поры как единого целого: возможные механизмы.
16. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Формально-кинетическое описание процесса спекания.
17. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Диффузионные модели.
18. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Модели зародышеобразования.
19. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: интегральный и дифференциальный методы неизотермической кинетики.
20. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: изотермические методы.
21. Достоинства и недостатки различных методов исследования кинетики спекания.
22. Принципы формирования беспористой структуры материалов.
23. Классификация добавок, влияющих на процесс спекания оксидной керамики
24. (по Лукину).
25. Классификация добавок, образующих жидкую фазу.
26. Особенности рекристаллизации в чистых оксидах.
27. Особенности рекристаллизации в системах, образующих твердые растворы.
28. Рекристаллизация: движущая сила, энергия активации. Влияние примесей на процесс роста кристаллов.
29. Рекристаллизация. Модели ограничения роста кристаллов за счет введения добавок.
30. Схемы дефектообразования по Креггеру. Примеры уравнений дефектообразования.
31. Классификация добавок, образующих жидкую фазу в обжиге.
32. Требования, предъявляемые к добавкам, образующим жидкую фазу в обжиге (добавкам эвтектического состава).
33. Свойства расплава, позволяющие регулировать процесс спекания с участием жидкой фазы.
34. Отличительные особенности физического и феноменологического подхода к анализу кинетики спекания.
35. Особенности процесса спекания с участием эвтектических добавок.
36. Спекание с участием жидкой фазы: стадии процесса, их математическое описание.
37. Залечивание изолированной поры в изотропной среде под влиянием значительных внешних давлений.
38. Понятие о коалесценции. Движущая сила процесса. Коалесценция при наличии стоков вакансий.
39. Ансамбль пор в реальном твердом теле. Термодинамическая целесообразность внутреннего и внешнего спекания.
40. Коалесценция пор в ансамбле. Стадии процесса.
41. Критический размер пор. Коалесценция за счет прямого столкновения пор.
42. Эффект расширения локализованной пористой области. Физико-химическая природа и условия возникновения эффекта.
43. Спекание двухкомпонентных смесей: конфигурационная и диффузионная составляющие усадки.
44. Усадка смешения. Положительные и отрицательные отклонения от аддитивности при спекании двухкомпонентных смесей.
45. Возможные схемы взаимодействия между твердым телом, жидкостью и газом.

Схемы, относящиеся к процессу реакционного спекания. Примеры реакций.

46. Реакционное спекание. Объемный эффект реакции по Гузмону.
47. Показатели, описывающие процесс реакционного спекания.
48. Диаграммы Гузмана – Поляка. Основные выводы, из них следующие.
49. Факторы, определяющие режим обжига изделий.
50. Принципы создания ресурсоэффективных и ресурсосберегающих технологий оксидной керамики.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр).

**Экзамен** по дисциплине «*Современные проблемы регулирования свойств изделий из высокотемпературных керамических материалов*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **вид контроля из УП**:

<p>«Утверждаю» Зав. каф. ХТКиО _____ 20__ г. Н.А. Макаров _____ г.</p>	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Химической технологии керамики и огнеупоров</b>
	<b>15.04.02 Технологические машины и оборудование</b> Магистерская программа – «Современное технологическое оборудование переработки неметаллических материалов»
	<b>Современные проблемы регулирования свойств изделий из высокотемпературных керамических материалов</b>
<b>Билет № 1</b>	
1. Реакционное спекание. Объемный эффект реакции по Гузмону. 2. Показатели, описывающие процесс реакционного спекания.	

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1 Рекомендуемая литература

#### А) Основная литература:

1. Физическая химия спекания: учеб. пособие / Н.А. Макаров, Д.В. Харитонов, Д.О. Лемешев. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2019. 190 с.
2. Прочность и термопрочность тугоплавких соединений: учеб. пособие / М.О. Сенина, Д.И. Вершинин, Д.О. Лемешев, Н.А. Макаров. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019. 134 с.

#### Б) Дополнительная литература:

1. Ковтуненко П.В. Физическая химия твердого тела. Кристаллы с дефектами. М.: Высшая школа, 1993. 352 с.
2. Оксидная керамика: спекание и ползучесть: учеб. Пособие / В.С. Бакунов, А.В. Беляков, Е.С. Лукин, У.Ш. Шаяхметов; под ред. В.С. Бакунова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 584 с.
3. Гегузин Я.Е. Живой кристалл. М.: Наука, 1981. 194 с.

#### В) Учебно-методические пособия и указания по изучению дисциплины:

1. Беляков А.В. Методы получения неорганических неметаллических наночастиц: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003. 80 с.
2. Власов А.С. Конструкционная керамика. М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. 70 с.
3. Гузман И.Я. Реакционное спекание и его использование в технологии керамики и огнеупоров. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1996. 55 с.
4. Лукин Е.С. Теоретические основы получения и технология оптически прозрачной керамики. М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1981. 36 с.
5. Скидан Б.С., Поляк Б.И. Керамические диэлектрики. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1983. 77 с.

### 9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

#### Журналы:

1. Стекло и керамика. ISSN 0131-9582.
2. Огнеупоры и техническая керамика. ISSN 0369-7290
3. Новые огнеупоры. ISSN 1689-4518
4. Строительные материалы. ISSN 1729-9209
5. Строительные материалы XXI века. ISSN 1729-9209.
6. Keramische Zietschrift. ISSN 0023-0561.
7. Ceramic Bulletin (Amer.Cer.Soc.). ISSN 0022-7812.
8. Ceramic Industries International. ISSN 0305-7623.
9. International Journal of Applied Ceramic Technology. ISSN (printed): 1546-542X. ISSN (electronic): 1744-7402.
10. Ceramics Technical. ISSN 1324-4175.
11. Glass and Ceramics. ISSN 0361-7610.
12. World Ceramics and Refractories. ISSN 0959-6127.
13. Ceramics Abstracts/World Ceramic Abstracts. ISSN 0883-2900.
14. Engineered Materials Abstracts, Ceramics. ISSN 0002-7812.
15. Ceramic Industries International. ISSN 0958-9899.

16. Ceramic Industry – the magazine for refractories, traditional & advanced ceramic manufacturers. ISSN 0009-0220.
17. Ceramic Engineering and Science Proceedings. ISSN 0196-6219.
18. Ceramics International. ISSN 0272-8842.

Интернет-ресурсы:

- [www.centerprioritet.ru/](http://www.centerprioritet.ru/) – СМЦ «Приоритет» – техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.nanometer.ru/> – «Нанометр» - нанотехнологическое сообщество
- <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> – «Нано Технологии»
- <http://www.nanonewsnet.ru/> – Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx/> – Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> – In Tech. Open Science
- [http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry\\_tech/silicate/](http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/) – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
- <http://www.rsl.ru/> – Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru/> – Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://window.edu.ru/> – Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc.chemistry.bsu.by/free-journals/> – ABC-Chemistry: Бесплатная научная химическая информация
- <http://new.fips.ru/registers-web/> – Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> – поисковая система по книгам
- <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека

### **9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы используются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- комплекты образцов изделий из керамики;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные

периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Современные проблемы регулирования свойств изделий из высокотемпературных керамических материалов»* проводятся в форме лекций, лабораторного практикума и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.

Лаборатория (печной зал), оснащенная высокотемпературным оборудованием для синтеза и термической обработки керамических материалов.

Аудитория для самостоятельной работы обучающихся, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

Кафедральная библиотека с ресурсами ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева по профилю дисциплины.

Технологическое оборудование для обработки, подготовки и определения технологических свойств сырьевых материалов (шаровая мельница, лабораторная планетарная мельница, наборы сит для отсева порошков, сушильный шкаф, весы технические и аналитические, ступки для измельчения и смешивания порошков, разрывная машина).

Высокотемпературное оборудование (высокотемпературные электрические печи с карбидкремниевыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима, электрическая лабораторная муфельная печь с автоматическим регулятором температуры, высокотемпературные электрические печи с хромит-лантановыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима).

### **11.2 Учебно-наглядные пособия:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

### **11.3 Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; интерактивная доска; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### **11.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам керамических материалов и керамоматричных композитов; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния тугоплавких соединений; кафедральная библиотека электронных изданий.

#### **11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения:**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование программного продукта</b>	<b>Реквизиты договора поставки</b>	<b>Количество лицензий</b>	<b>Срок окончания действия лицензии</b>
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2	CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	5 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3	Управление проектами Project expert tutorial	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
4	Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users	Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
5	SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Сетевая лицензия на 200 пользователей	бессрочная
6	Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест	бессрочная
7	Среда разработки Delphi	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная



8	Среда разработки C++ Builder	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
9	Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
1	Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
1	OriginPro 8.1 Department Wide License	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
1	Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
1	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
1	Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	1 лицензия для активации на рабочих станциях	бессрочная
	MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	3 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
16.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
17.	Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

	Licenses (per License)			
	Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
2	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт № 72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
3	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
3	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: • Word	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> </ul>			правом перехода на обновлённую версию продукта)
34.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
3	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
3	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
38.	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
39.	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
40.	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
41.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1. Введение.</b>  <b>Раздел 2. Физическая химия спекания</b>	<i>Знает:</i> - методы прогнозирования работоспособности материала в заданных условиях эксплуатации; - современные методы исследования закономерностей спекания керамических материалов, заготовок и деталей, методы высокотемпературного упрочнения керамики; - современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов; - условия использования данных, содержащихся в научных публикациях; - методологию составления аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критику по	Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр)  Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр)  Оценка за

	<p>материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы управления составом, структурой и свойствами керамических материалов;</li> <li>- возможности традиционных и современных технологий спекания и упрочнения, а также области их применения.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать закономерности, отражающие зависимости физико-механических свойств современных материалов от химического состава, структурного состояния и видов термической обработки;</li> <li>- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных видов высокотемпературных функциональных материалов и их технологий;</li> <li>- собирать данные для составления обзора по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> <li>- рассчитывать кинетические закономерности процессов высокотемпературного упрочнения (спекания) керамических материалов;</li> <li>- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых высокотемпературных функциональных материалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</li> <li>- применять теоретические знания по современным и перспективным видам высокотемпературных функциональных материалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам материаловедения высокотемпературных функциональных материалов;</li> <li>- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии высокотемпературных функциональных материалов, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;</li> <li>- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области высокотемпературных функциональных материалов.</li> </ul>	<p>контрольную работу №3 (3 семестр)</p> <p>Оценка экзамен (3 семестр)</p>
<p><b>Раздел 3.</b> Термопрочность и крип материалов на основе тугоплавких соединений</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы прогнозирования работоспособности материала в заданных условиях эксплуатации;</li> <li>- современные методы исследования закономерностей спекания керамических материалов, заготовок и деталей, методы высокотемпературного упрочнения керамики;</li> <li>- современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> <li>- условия использования данных, содержащихся в научных публикациях;</li> <li>- методологию составления аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критику по материаловедению и технологии современных и</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр)</p> <p>Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр)</p> <p>Оценка за контрольную</p>

	<p>перспективных материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы управления составом, структурой и свойствами керамических материалов;</li> <li>- возможности традиционных и современных технологий спекания и упрочнения, а также области их применения.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать закономерности, отражающие зависимости физико-механических свойств современных материалов от химического состава, структурного состояния и видов термической обработки;</li> <li>- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных видов высокотемпературных функциональных материалов и их технологий;</li> <li>- собирать данные для составления обзора по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> <li>- рассчитывать кинетические закономерности процессов высокотемпературного упрочнения (спекания) керамических материалов;</li> <li>- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых высокотемпературных функциональных материалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</li> <li>- применять теоретические знания по современным и перспективным видам высокотемпературных функциональных материалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам материаловедения высокотемпературных функциональных материалов;</li> <li>- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии высокотемпературных функциональных материалов, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;</li> <li>- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области высокотемпературных функциональных материалов.</li> </ul>	<p>работу №3 (3 семестр)</p> <p>Оценка экзамен (3 семестр)</p>
<p><b>Раздел 4. Технологии современных и перспективных высокотемпературных функциональных материалов</b></p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы прогнозирования работоспособности материала в заданных условиях эксплуатации;</li> <li>- современные методы исследования закономерностей спекания керамических материалов, заготовок и деталей, методы высокотемпературного упрочнения керамики;</li> <li>- современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> <li>- условия использования данных, содержащихся в научных публикациях;</li> <li>- методологию составления аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критику по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр)</p> <p>Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр)</p> <p>Оценка за контрольную работу №3 (3 семестр)</p>

	<p>- современные методы управления составом, структурой и свойствами керамических материалов;</p> <p>- возможности традиционных и современных технологий спекания и упрочнения, а также области их применения.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать закономерности, отражающие зависимости физико-механических свойств современных материалов от химического состава, структурного состояния и видов термической обработки;</li> <li>- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных видов высокотемпературных функциональных материалов и их технологий;</li> <li>- собирать данные для составления обзора по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> <li>- рассчитывать кинетические закономерности процессов высокотемпературного упрочнения (спекания) керамических материалов;</li> <li>- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых высокотемпературных функциональных материалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</li> <li>- применять теоретические знания по современным и перспективным видам высокотемпературных функциональных материалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам материаловедения высокотемпературных функциональных материалов;</li> <li>- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии высокотемпературных функциональных материалов, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;</li> <li>- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области высокотемпературных функциональных материалов.</li> </ul>	<p>семестр)</p> <p>Оценка экзамен (3 семестр)</p>
--	--	---

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Современные проблемы регулирования свойств изделий из высокотемпературных**  
**керамических материалов»**

**основной образовательной программы**  
15.04.02 Технологические машины и оборудование  
Магистерская программа  
«Современное технологическое оборудование переработки неметаллических материалов»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.



РХТУ им. Д.И. Менделеева  
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Лемешев Дмитрий Олегович  
Проректор по учебной работе,  
Ректорат

Подписан: 20:01:2026 20:44:55