

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.09.2023 17:39:23  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ  
Врио проректора по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 26 » января 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**СЛУЖБА ОГНЕУПОРНЫХ ФУТЕРОВОК И КОНСТРУКЦИЙ**

Направление подготовки  
**18.04.01 Химическая технология**

Направленность программы магистратуры  
**Химическая технология композиционных и наноматериалов для современной тех-  
ники**

Квалификация  
**Магистр**  
Форма обучения  
**Очная**

**Факультет химии веществ и материалов**  
**Кафедра химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных мате-  
риалов**

Санкт-Петербург  
2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Козлов В.В.

Рабочая программа дисциплины «Служба огнеупорных футеровок и конструкций» обсуждена на заседании кафедры химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Протокол от «19» января 2021 № 4

Заведующий кафедрой

И.Б. Пантелеев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов

Протокол от «21» января 2021 № 5

Председатель

С.В. Изотова

СОГЛАСОВАНО

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

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Занятия лекционного типа .....	07
4.3. Занятия семинарского типа .....	08
4.3.1. Лабораторные работы .....	08
4.4. Самостоятельная работа .....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	12
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	12
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	14
10.2. Программное обеспечение .....	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....	14
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	15
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации ...	16

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-1</b> Способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских, технологических и проектных задач.	ПК-1.5 Применение на практике знаний свойств химических элементов, соединений и огнеупорных футеровок и конструкций на их основе	<b>Знать:</b> физико-химические основы процессов, используемых при получении огнеупорных футеровок и конструкций (ЗН-1) <b>Уметь:</b> определять набор свойств огнеупорных футеровок и конструкций для службы в определённых условиях (У-1) <b>Владеть:</b> методикой поиска решения научно-исследовательских и технологических задач при соблюдении основных условий эксплуатации огнеупорных футеровок и конструкций (Н-1)
<b>ПК-3</b> Способен к анализу новых технологий и разработке рекомендаций по составу и способам обработки материалов с целью достижения требуемого набора физико-механических и эксплуатационных свойств.	ПК-3.4 Разработка на основе анализа инновационных технологий производства огнеупорных футеровок и конструкций с требуемым набором физико-механических и эксплуатационных свойств	<b>Знать:</b> современные инновационные технологии огнеупорных футеровок и конструкций (ЗН-2) <b>Уметь:</b> разработать рекомендации по составу и технологии огнеупорных футеровок и конструкций (У-2) <b>Владеть:</b> методами подбора состава и обработки огнеупорных футеровок и конструкций для обеспечения требуемого уровня физико-механических и эксплуатационных свойств (Н-2)

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Служба огнеупорных футеровок и конструкций» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 образовательной программы магистратуры (Б1.В.06). Изучается на 2 курсе, в 3 семестре.

Перечень дисциплин, необходимых для изучения дисциплины «Служба огнеупорных футеровок и конструкций»: физика, математика, общая и неорганическая химия, органическая химия, теоретические основы силикатных технологий, силикатные материалы и их основные свойства. Дисциплина является профильной и продолжает общетеоретическую и технологическую подготовку магистрантов.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академических часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>6/216</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>112</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	72
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	72 (36)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>104</b>
<b>Формы текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе, КР, КП)	<b>доклад</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (зачет, экзамен)	<b>Зачёт</b>

#### 4. Содержание дисциплины

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Поведение огнеупорных изделий и материалов в условиях воздействия механических, химических и термических факторов нагружения. Номенклатура, ассортимент и функциональное назначения различных видов огнеупоров	12		18	26	ПК-1	ПК-1.5
2	Физико-химические и физико-технические характеристики высокотемпературных процессов, реализуемых в тепловых агрегатах.	12		18	26	ПК-1	ПК-1.5
3	Применение и эксплуатация огнеупоров в тепловых агрегатах и конструкциях ведущих отраслей промышленности. Расчет и оптимизация надежности огнеупорных конструкций и футеровок.	12		20	26	ПК-3	ПК-3.4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
4	Разработка мероприятий по увеличению ресурса эксплуатации огнеупорных футеровок и конструкций; технико-экономическая оценка эффективности применения огнеупоров в ведущих отраслях промышленного производства.			16	26	ПК-3	ПК-3.4

#### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Принципы проектирования огнеупорных футеровок. Основные виды футеровок. Элементы конструкций футеровок. Температура контактного взаимодействия различных огнеупоров.	12	Л, ЛВ
2	Взаимодействие огнеупоров с газовыми средами. Устойчивость огнеупоров в переменных газовых средах. Растворение огнеупоров в расплавах. Механизм растворения. Влияние свойств расплава и параметров среды на растворение. Эрозия огнеупоров твердыми, жидкими и газообразными средами. Термическое воздействие на огнеупор температуры, колебаний температуры, градиента температуры.	12	Л, ЛВ
3	Основы доменного процесса получения чугуна. Схема футеровки доменной печи. Температурные условия службы огнеупоров. Факторы, воздействующие на элементы футеровки. Процессы износа огнеупоров под дей-	12	Л, ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>ствием механических, термических и химических факторов. Термические напряжения в кладке, причины их возникновения. Требования к огнеупорам. Образование гарнисажа, и его роль в процессе износа огнеупоров. Градиентный способ увеличения сроков эксплуатации футеровки. Основные направления увеличения сроков эксплуатации элементов футеровки доменной печи.</p> <p>Конвертерный способ получения стали. Химические реакции конвертерных процессов. Устройство и футеровка конвертера. Обжиг футеровки конвертера и образование углеродистой связки. Условия службы и причины износа огнеупоров в кислородном конвертере. Требования к огнеупорам. Влияние металлургических факторов на износ огнеупоров. Способы повышения стойкости футеровки конвертеров и снижения удельных расходов огнеупоров.</p>		

### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1 Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	В том числе на практическую подготовку	
1	<p><u>Выбор высокотемпературных материалов в соответствии с условиями эксплуатации.</u></p> <p>Подбор высокотемпературных материалов (с обоснованием) по химико-минеральному составу, пористости, механическим и термо-механическим свойствам, в зависимости от действующих факторов нагружения в условиях эксплуатации.</p>	18	10	

№ раздела дис- циплины	Наименование темы и краткое содержание заня- тия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	В том числе на практическую подготовку	
2	<u>Процессы износа высоко- температурных материалов.</u> Механические и физико- химические процессы, приводящие к износу ог- неупорных футеровок в условиях эксплуатации различных металлургиче- ских агрегатов.	18	10	
3	<u>Расчет и оптимизация надежности огнеупорных конструкций и футеровок.</u> Методы повышения хими- ческой стойкости, термо- стойкости, механической устойчивости высокотем- пературных материалов.	20	8	
4	<u>Горячие и холодные ре- монты огнеупорных фута- ровок и конструкций.</u> Материалы и методы го- рячих и холодных ремон- тов, восстановление огне- упорных футеровок и кон- струкций.	16	8	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Выбор огнеупорных материалов и изде- лий. Конструкция кирпичной кладки. Выбор мертеля и определение толщины шва. Ком- пенсация термического расширения. Примене- ние температурно-компенсационных швов. За- висимость между температурой и напряжения- ми кирпичной кладки, прочность огнеупорной кладки. Устойчивость конструкций, сложенных изделиями. Конструкции из огнеупорных бето- нов, набивных масс, отлитые футеровки. Теп-	26	Устный или письменный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	лоизоляционные кладки, слои.		
2	<p>Термические напряжения. Статические и динамические нагрузки. Обобщенные диаграммы и пределы ползучести огнеупорных изделий. Механическое разрушение огнеупоров. Усталостное разрушение огнеупоров.</p> <p>Изменение структуры огнеупоров в условиях градиента температуры. Зональность. Коалесценция и миграция пор.</p> <p>Структурные изменения огнеупоров при длительном воздействии высоких температур. Рекристаллизация. Изменение химического и фазового составов. Изменение свойств огнеупоров при старении.</p>	26	Устный или письменный опрос
3	<p>Внепечное рафинирование металла. Вакуумирование стали. Футеровка агрегатов вакуумирования стали. Свойства огнеупоров, используемых для футеровки. Служба и процессы износа огнеупоров.</p> <p>Сталеразливочные ковши. Условия службы огнеупоров при непрерывной разливке стали и различных способах рафинирования стали. Кирпичная кладка, монолитная и дифференцированная футеровки. Влияние условий службы на скорость износа огнеупорной футеровки. Мероприятия и способы повышения ресурса эксплуатации футеровок.</p> <p>Промежуточные разливочные ковши. Футеровка. Огнеупорные материалы для рабочего слоя футеровки. Условия службы и причины износа. Мероприятия по замедлению скорости износа футеровки.</p> <p>Непрерывное литье заготовок и сифонная разливка стали. Огнеупоры для устройств и приспособлений транспортирования и регулирования расхода расплава стали. Условия службы и причины износа.</p> <p>Новые и перспективные огнеупоры для переработки и разливки стали.</p> <p>Технологические процессы получения алюминия и его сплавов. Тепловые агрегаты для производства и переработки. Физико-химические взаимодействия и процессы износа огнеупоров. Требования к огнеупорам.</p> <p>Способы получения портландцементного клинкера. Огнеупорная футеровка цементных</p>	26	Устный или письменный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	<p>вращающихся печей. Требования к огнеупорам. Процессы, приводящие к износу огнеупоров в футеровке. Формирование защитной обмазки. Торкретирование футеровки. Влияние технологических факторов на стойкость футеровки. Перспективы увеличения сроков эксплуатации футеровок цементных вращающихся печей.</p> <p>Стекловаренные печи. Выбор огнеупоров для кладки стекловаренных печей. Эксплуатационные свойства огнеупоров для стекловаренных печей. Поверхностная и вертикальная ячеистая коррозия огнеупоров в контакте со стекломассой.</p> <p>Варка стекол оптического качества. Требования к огнеупорам для варки стекол оптического качества.</p> <p>Химические и нефтехимические производства. Основные типы тепловых агрегатов и реализуемых процессов. Огнеупорные футеровки. Требования к огнеупорам. Причины разрушения футеровок при эксплуатации.</p>		
4	<p>Кладка элементов футеровки штучными изделиями. Выполнение футеровки бетонированием. Выполнение футеровки набивными массами. Кладка блоками, сегментами. Отлитые футеровки. Торкретные работы и футеровки.</p> <p>Холодное и горячее торкретирование, набор гарнисажного слоя подваркой, охлаждением и созданием температурного градиента. Межремонтное обслуживание огнеупорных футеровок. Разборка изношенных участков, замена элементов футеровки. Нормативно-техническая документация.</p>	26	Устный или письменный опрос

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

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачёта.

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

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

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

Пример варианта заданий на экзамене:

### Вариант № 1

1. Классификация огнеупоров по определяющему минеральному составу.
2. Стадии твердофазного спекания.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

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

### **а) печатные издания:**

1. Кашеев, И.Д. Химическая технология огнеупоров: учебное пособие для студентов вузов / И.Д. Кашеев, К.К. Стрелов, П.С. Мамыкин – Москва : Интермет Инжиниринг, 2007. – 747 с. ISBN 978-5-89594-146-1

2. Суворов С.А. Технология огнеупоров [Текст]: учебное пособие / С.А. Суворов, Т.М. Сараева, В.В. Козлов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии высокотемпературных материалов. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2012. – 149 с.

3. Суворов, С.А. Процессы разрушения, оптимизация свойств и выбор высокотемпературных наноструктурированных материалов: Учебное пособие / С.А. Суворов, В.В. Козлов, Н.В. Арбузова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии высокотемпературных материалов. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 133 с.

4. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учебное пособие для вузов / А.П. Зубехин, С.П. Голованова, Е.А. Яценко [и др.]. – Москва: Картэк, 2010 – 307 с. ISBN 978-5-9901582-2-1

5. Пантелеев, И. Б. Теоретические основы технологии керамики [Текст]: учебное пособие / И. Б. Пантелеев, Л. В. Козловский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии тонкой технической керамики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 114 с.

**б) электронные издания:**

1. Орданьян, С.С. Проектирование состава, структуры и свойств керамических конструкционных наноматериалов: учебное пособие / С.С. Орданьян, А.Е. Кравчик; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии тонкой технической керамики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 84 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 19.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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

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

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

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

1. СТО СПбГТИ (ТУ) 039-2013. КСУКДВ. Магистратура. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).– Введ. с 2013-01-01.– СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.– 29 с.
2. СТП СПбГТИ 040-02. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).– Введ. с 01.07.2002.– СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2002.– 7 с.
3. СТО СПбГТИ(ТУ) 020-2011. Виды учебных занятий. Лабораторные работы. Общие требования к организации и проведению занятий./ СПбГТИ(ТУ).– Введ. с 01.07.2011.– СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011.– 21 с.
4. СТП СПбГТИ 048-2009. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).– Введ. с 01.01.2010.– СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.– 6 с.
5. СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).– Введ. с 01.06.2015. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.– 45 с.
6. СТП СПбГТИ(ТУ) 018-02. Виды учебных занятий. Практические и семинарские занятия. Общие требования к организации и проведению. / СПбГТИ(ТУ). – Введ. с 01.09.2002. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2002. – 6 с.

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

Аудиторная часть курса должна сопровождаться интенсивной самостоятельной работой магистрантов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет по всем разделам дисциплины. Планирование времени для изучения дисциплины необходимо осуществлять на весь период

обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо в рамках внеаудиторной самостоятельной работы регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в разделе 7 настоящей программы. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения следующих разделов учебной дисциплины. Для расширения и углубления знаний по учебной дисциплине необходимо активно использовать информационные ресурсы сети Интернет.

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

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

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

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

### **10.2. Программное обеспечение.**

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

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

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

1. Учебная аудитория на 25 и более мест
2. Персональный компьютер.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.
5. Комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине.

Лабораторные занятия проводятся в учебном кабинете, отвечающем санитарным нормам, а его оборудование – следующим требованиям:

1. Учебная аудитория на 25 и более мест
2. Персональные компьютеры для обучающихся.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.

Для проведения лабораторных работ используется следующее оборудование:

1. Анализатор размера частиц;
2. Дилатометр кварцевый ДКВ-4,
3. Гидравлические пресса с усилием 10 и 50 т.;
4. Установка для определения модуля Юнга, коэффициента Пуассона и скорости распространения звука в материале «Звук-130»;
5. Весы электронные аналитические, электронные технические;
6. Весы механические;
7. Лабораторные печи с карбидкремниевыми и дисилицидмолибденовыми нагревателями с рабочей температурой до 1600<sup>0</sup>С;
8. Сушильные шкафы;
9. Установка для определения температуры начала деформации под нагрузкой;
10. Установка вакуумирования;
11. Лабораторная посуда: колбы, мерные цилиндры, чаши, тигли.

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

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

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Служба огнеупорных футеровок и конструкций»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	<b>Способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских, технологических и проектных задач.</b>	промежуточный
ПК-3	<b>Способен к анализу новых технологий и разработке рекомендаций по составу и способам обработки материалов с целью достижения требуемого набора физико-механических и эксплуатационных свойств.</b>	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.5 Применение на практике знаний свойств химических элементов, соединений и огнеупорных футеровок и конструкций на их основе	<b>Перечисляет</b> физико-химические основы процессов, используемых при получении огнеупорных футеровок и конструкций (ЗН-1)	Ответы на вопросы № 1 - 5 к зачёту	Имеет представление о структуре потребления огнеупорных материалов, их классификации, об основах технологии высокотемпературных материалов.	Правильно рассказывает о структуре потребления огнеупорных материалов, их классификации по основным признакам, демонстрирует знания об основных технологических переделах при производстве высокотемпературных материалов.	В полной мере рассказывает о структуре потребления огнеупорных материалов в отраслях промышленности, классификации огнеупоров по основным и дополнительным признакам, демонстрирует знания об основных технологических переделах при производстве высокотемпературных материалов.
	<b>Объясняет</b> набор свойств огнеупорных футеровок и конструкций для службы в определённых условиях (У-1)	Ответы на вопросы № 6 - 25 к зачёту	Имеет представление об основных типах огнеупорных материалов и их свойствах.	Правильно рассказывает об основных типах огнеупорных материалов и их свойствах, области эксплуатации и высокотемпературной совместимости.	В полной мере рассказывает об основных типах и группах огнеупорных материалов и их физико-химических и технических свойствах, области эксплуатации и высоко-

					котемпературной совместимости.
	<b>Демонстрирует</b> методику поиска решения научно-исследовательских и технологических задач при соблюдении основных условий эксплуатации огнеупорных футеровок и конструкций (Н-1)	Ответы на вопросы № 26 - 40 к зачёту	Имеет представление о взаимодействии основных типов огнеупорных материалов с расплавами металлов и шлаков, газовыми средами.	Правильно рассказывает о взаимодействии основных типов огнеупорных материалов с расплавами металлов и шлаков, о влиянии температуры на шлакоустойчивость огнеупоров, о взаимодействии огнеупоров с газовыми средами.	В полной мере рассказывает о взаимодействии основных типов огнеупорных материалов с расплавами металлов и шлаков, о влиянии температуры, вакуума и других технологических параметров на шлакоустойчивость огнеупоров, о взаимодействии огнеупоров с газовыми средами.
ПК-3.4 Разработка на основе анализа инновационных технологий производства огнеупорных футеровок и конструкций с требуемым набором физико-механических и эксплуатационных свойств	<b>Перечисляет</b> современные инновационные технологии огнеупорных футеровок и конструкций (ЗН-2)	Ответы на вопросы № 41 - 53 к зачёту	Имеет представление о процессах эксплуатации огнеупорных материалов в агрегатах черной металлургии.	Правильно рассказывает о процессах эксплуатации огнеупорных материалов в агрегатах черной металлургии, влиянии технологических параметров на ресурс огнеупорных футеровок.	В полной мере рассказывает о процессах эксплуатации огнеупорных материалов в агрегатах черной металлургии, причинах повышенного износа огнеупоров, влиянии технологических параметров на ресурс огнеупорных футеровок.

	<p><b>Объясняет</b> разработку рекомендации по составу и технологии огнеупорных футеровок и конструкций (У-2)</p>	<p>Ответы на вопросы № 54 - 62 к зачёту</p>	<p>Имеет представление о проведении лабораторных испытаний огнеупорных материалов.</p>	<p>Правильно рассказывает о проведении лабораторных испытаний огнеупорных материалов, о научных и инженерных методах исследования огнеупорных материалов и изделий.</p>	<p>В полной мере рассказывает о проведении лабораторных испытаний огнеупорных материалов и изделий. В полной мере рассказывает о научных и инженерных методах исследования огнеупорных материалов и изделий в условиях воздействия механических, химических и термических факторов.</p>
	<p><b>Демонстрирует</b> методы подбора состава и обработки огнеупорных футеровок и конструкций для обеспечения требуемого уровня физико-механических и эксплуатационных свойств (Н-2)</p>	<p>Ответы на вопросы № 63 - 68 к зачёту</p>	<p>Имеет представление о принципах подбора огнеупорных материалов для футеровок высокотемпературных агрегатов.</p>	<p>Правильно рассказывает о принципах и методах подбора огнеупорных материалов для футеровок высокотемпературных агрегатов, методах повышения ресурса огнеупорных футеровок металлургических агрегатов.</p>	<p>Уверенно решает задачи по подбору огнеупорных материалов для футеровок высокотемпературных агрегатов, в полной мере разбирается в методах повышения ресурса огнеупорных футеровок металлургических агрегатов и применяемых ремонтных материалах.</p>

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

#### а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1:

1. Структура потребления огнеупорной продукции.
2. Главные процессы износа огнеупоров
3. Классификация огнеупоров по химическому признаку.
4. Классификация огнеупоров по определяющему минеральному составу.
5. Теплоизоляционные огнеупоры. Требования к ним.
6. Динасовые огнеупоры.
7. Шамотные огнеупоры.
8. Муллитокремнеземистые огнеупоры
9. Муллитовые огнеупоры
10. Муллитокорундовые огнеупоры
11. Корундовые огнеупоры
12. Периклазовые огнеупоры.
13. Периклазоизвестковые огнеупоры
14. Известковопериклазовые огнеупоры.
15. Периклазошпинелидные огнеупоры.
16. Форстеритовые огнеупоры.
17. Бадделеитокорундовые огнеупоры.
18. Цирконовые огнеупоры.
19. Углеродистые огнеупоры.
20. Карбидкремниевые огнеупоры.
21. Безобжиговые огнеупоры.
22. Огнеупорные волокнистые теплоизоляционные материалы.
23. Классификация огнеупоров по способам изготовления.
24. Теплоизоляционные изделия.
25. Теплоизоляционные засыпки.
26. Взаимодействие огнеупоров с твердыми и жидкими реагентами.
27. Растворение огнеупоров в оксидных расплавах.
28. Взаимодействие огнеупоров с расплавами металлов.
29. Воздействие на огнеупор температуры, колебаний температуры, градиента температур
30. Эрозия огнеупоров твердыми, жидкими и газообразными средами.
31. Термические напряжения. Воздействие статических и динамических нагрузок на огнеупоры.
32. Выбор огнеупорных материалов и изделий для выполнения футеровок.
33. Температуры совместимости различных огнеупоров.
34. Усталостное разрушение огнеупоров.
35. Изменение структуры огнеупоров в условиях градиента температуры.
36. Изменения структуры огнеупора при длительном воздействии высоких температур.
37. Изменение свойств огнеупоров при старении.
38. Зависимость между температурой и напряжениями футеровки.
39. Ползучесть огнеупорных изделий.
40. Устойчивость огнеупоров в газовых средах.

#### б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-3:

41. Основы доменного процесса получения чугуна.
42. Процессы износа огнеупоров в футеровке доменной печи.
43. Основные направления увеличения сроков эксплуатации футеровки доменной печи.

44. Конверторный способ получения стали: влияние металлургических факторов на износ огнеупоров.
45. Воздухонагреватель. Огнеупоры для кладки воздухонагревателей и причины их износа.
46. Набор гарнисажного слоя подваркой, охлаждением изношенного участка.
47. Свод мартеновской печи. Причины износа.
48. Футеровки агрегатов вакуумирования стали
49. Сталеразливочные ковши. Влияние условий службы на износ огнеупорной футеровки.
50. Промежуточные ковши. Условия службы и причины износа.
51. Теплоизоляционные кладки и слои.
52. Непрерывное литье заготовок. Служба огнеупоров в устройствах регулирования расхода стали (стаканы, пробки).
53. Бесстопорная разливка. Огнеупоры для шиберных затворов. Причины износа
54. Методы увеличения устойчивости огнеупоров по отношению к воздействию ре-агентов.
55. Виды огнеупоров.
56. Выбор мертеля и толщина строительного шва.
57. Компенсация термического расширения футеровки.
58. Влияние формы огнеупорных изделий на их функциональные свойства.
59. Старение огнеупоров. Влияние на свойства огнеупоров
60. Виды ремонта футеровок тепловых агрегатов.
61. Выполнение футеровок бетонированием.
62. Выполнение футеровок набивными массами.
63. Торкретирование холодное и горячее.
64. Огнеупорные набивные массы.
65. Огнеупорные бетоны.
66. Массы для торкретирования.
67. Мертели.
68. Составление задания и требований на разработку эффективных огнеупоров и футеровок

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

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

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

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