

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 15.09.2023 17:45:10
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« 25 » июня 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПЕЧИ И ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ

Направление подготовки

28.04.03 Наноматериалы

Направленность программы магистратуры
Наноматериалы для Промышленности 4.0

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **механический**

Кафедра **теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Богданов С.П.

Рабочая программа дисциплины «Электрические печи и плазмохимические реакторы»
обсуждена на заседании кафедры теоретических основ материаловедения
протокол от «06» июня 2019 № 8
Заведующий кафедрой

М.М.Сычев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета
протокол от «21» июня 2019 № 11

Председатель

А.Н.Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Наноматериалы»		М.М. Сычев
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины	06
4.3. Занятия лекционного типа	06
4.4. Занятия семинарского типа	07
4.4.1. Семинары, практические занятия	07
4.5. Самостоятельная работа обучающихся	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	09
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	09
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии	11
10.2. Программное обеспечение	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	11
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	12

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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)
<p>ОПК-7 Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области получения наноматериалов.</p>	<p>ОПК-7.1 Использование технической и справочной литературы, нормативных документов при выполнении работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов.</p>	<p>Знать: - основные типы высокотемпературных электрических печей и плазмохимических реакторов (ЗН-1);</p> <p>Уметь: - формулировать требования к высокотемпературному оборудованию для производства наноматериалов (У-1); - пользоваться справочной литературой и нормативными документами при выполнении работы при проектировании и эксплуатации электропечей (У-2).</p> <p>Владеть: - методами расчёта высокотемпературного оборудования для технологии наноматериалов (Н-1).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.О.09) и изучается на 2 курсе в 1 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов», «Технологии конструкционных материалов». Полученные в процессе изучения дисциплины «Электрические печи и плазмохимические реакторы» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	5/180
Контактная работа с преподавателем:	92
занятия лекционного типа	12
занятия семинарского типа, в т.ч.	68
семинары, практические занятия	68
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	12
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	88
Форма текущего контроля	-
Форма промежуточной аттестации	КП, Зачёт

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
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение. Элементы промышленной электротехники.	2	20		25	ОПК-7
2.	Электрические печи сопротивления.	4	20		13	ОПК-7
3.	Специальные печи и аппараты.	4	20		25	ОПК-7
4.	Плазмохимические реакторы.	2	8		25	ОПК-7

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ОПК-7.1	Введение. Элементы промышленной электротехники. Электрические печи сопротивления. Специальные печи и аппараты. Плазмохимические реакторы.

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Введение. Элементы промышленной электротехники. Электрооборудование электротермических производств. Цепи постоянного и переменного тока. Дуга постоянного тока. Дуга переменного тока. Силовое оборудование. Измерительная аппаратура. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).	2	Дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Электрические печи сопротивления. Классификация и маркировка печей сопротивления Установки косвенного нагрева. Материалы и конструкция нагревателей. Печи периодического действия. Печи непрерывного действия. Вакуумные печи сопротивления. Тепловой расчёт электрических печей сопротивления. Расчёт и конструирование нагревательных элементов.	4	
3	Специальные печи и аппараты. Печи со специальными атмосферами. Электropечи для нагрева в жидких средах. Установки сверхвысокого давления. Печи и установки электрошлакового переплава. Установки инфракрасного нагрева. Руднотермические и металлургические печи. Высокочастотный нагрев диэлектриков. Индукционный нагрев. Электронный нагрев.	4	Дискуссия
4	Плазмохимические реакторы. Классификация дуговых установок. Вакуумные дуговые печи. Плазмотроны. Применение плазмотронов. Виды разрядов используемых в плазмотронах. Требования, предъявляемые к плазмотронам. Конструкции дуговых плазмотронов.	2	

4.4. Занятия семинарского типа.

4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение. Элементы промышленной электротехники. Расчёт электрической мощности печи сопротивления. Определение $\cos\varphi$ и расчёт компенсатора. Защита электрических цепей. Погрешности измерения электрических параметров.	20	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Электрические печи сопротивления. Изучение конструкции камерных и шахтных печей сопротивления. Материалы и конструкция нагревателей. Теплоизоляционные материалы. Приборы для контроля температуры. Моделирование конструкции печи.	20	
3	Специальные печи и аппараты. Изучение конструкции СВЧ-печи. Изучение конструкции индукционной печи. Изучение конструкции ИК-установки. Установки горячего прессования. Работа с вакуумом и специальными атмосферами.	20	Дискуссия
4	Плазмохимические реакторы. Изучение конструкции дугового плазмотрона. Химические технологии, реализуемые в плазме. Производство наноматериалов в плазме.	8	Дискуссия

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Введение. Элементы промышленной электротехники. Рынок электроэнергии. Экология производства и потребления электроэнергии. Законодательное регулирование в области использования промышленных частот. Проблемы передачи энергии на расстояние.	25	Опрос
2	Электрические печи сопротивления. Новые теплоизоляционные материалы. Новые материалы для нагревателей. Компьютерное моделирование электрических печей и процессов в них.	13	Опрос
3	Специальные печи и аппараты. Вакуумно-компрессионные печи. Электрические печи для производства материалов для электроники. Лабораторные и аналитические высокотемпературные установки. Промышленные лазеры.	25	Опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	Плазмохимические реакторы. Технологические процессы в индукционной плазме. Технологические процессы в СВЧ-плазме. Применение тлеющего разряда. Производство металлических порошков для аддитивных технологий. Плазменные технологии производства керамических нанопорошков.	25	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: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсового проекта и сдачи зачёта.

К зачёту допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачёт предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются двумя вопросами из различных разделов дисциплины.

Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта заданий на зачёте:

<p>Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установки прямого нагрева сопротивлением. Электроды для нагрева в жидких средах. 2. Выбрать метод и устройство для измерения температуры в заданной установке.

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 «зачёт».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Электротермические процессы и реакторы: учебное пособие./ С.П. Богданов, К.Б. Козлов, В.А. Лавров, Э.Я. Соловейчик.- СПб.: Проспект Науки, 2009. – 423 с.

2. Лавров, Б.А. Теоретические основы химической технологии: учебное пособие / Б. А. Лавров; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. хим. технологии и катализа. - СПб. : [б. и.], 2015. - 136 с.

3. Суворов, С.А. Высокотемпературные электропечи косвенного нагрева для окислительных газовых сред: Учебное пособие / С. А. Суворов, А. П. Шевчик ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии высокотемператур. материалов. - СПб. : [б. и.], 2006. - 42 с.

б) электронные издания:

1. Богданов, С. П. Расчет печей сопротивления: методические указания / С. П. Богданов; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электротерм. и плазмохим. производств. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: [б. и.], 2006.

2. Богданов, С. П. Расчет дуговых сталеплавильных печей: Методические указания / С. П. Богданов; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электротерм. и плазмохим. производств. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: [б. и.], 2006.

3. Богданов, С.П. Расчет руднотермических печей: методические указания / С. П. Богданов; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электротерм. и плазмохим. производств. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: [б. и.], 2011. - 37 с.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ», «Профессия»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

www.consultant.ru - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

www.scopus.com - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство IOP (Великобритания);

www.oxfordjournals.org - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Электрические печи и плазмохимические реакторы» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

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

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

СТО СПбГТИ(ГУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

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

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

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

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

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

10.2. Программное обеспечение.

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,
- OpenOffice.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worldddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. <http://markmet.ru> – марочник сталей.

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

Для проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения практических занятий используют компьютерный класс с персональными компьютерами.

Для проведения мастер классов и демонстрации практической исследовательской работы используется следующее оборудование:

1. Комплекс электрических измерений наноструктур (RLC метр E7-20, вольтметр универсальный электрометрический В7Э-42, комплекс измерительный K505, источник калиброванных напряжений, электрометр Keithley, генератор сигналов низкочастотный ГЗ-123, мегомметр ПС-1, источник питания постоянного тока Б5-44);

2. Вакуумные сушильные шкафы SPT-200,

3. Электropечи лабораторные SNOL 6,7/1300, РЭМ 24/87, МП-2УМ и др. с рабочей температурой до 1600⁰С;

4. Термометры, термопары;

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 «Электрические печи и плазмохимические реакторы»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-7	Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области получения наноматериалов.	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)
ОПК-7.1 Использование технической и справочной литературы, нормативных документов при выполнении работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов.	Знать: - основные типы высокотемпературных электрических печей и плазмохимических реакторов (ЗН-1);	Ответы на вопросы №1-10 к зачёту.	Имеет представление о конструкции и принципах работы электрических печей и плазмохимических реакторов.	Знает назначение и принципы работы основных типов высокотемпературного оборудования в химических технологиях.	Знает особенности эксплуатации различных типов электрических печей и плазмохимических реакторов.
	Уметь: - формулировать требования к оборудованию для производства наноматериалов (У-1);	Ответы на вопросы №11-16 и задания №1-5 к зачёту	Имеет представление о технических, экономических и экологических возможностях различного высокотемпературного оборудования.	Способен выбрать и обосновать тип высокотемпературного реактора для заданного процесса.	Способен поставить задачу для проектирования высокотемпературного реактора под заданную технологию.
	Уметь: - пользоваться справочной литературой и нормативными документами при выполнении работы при проектировании и эксплуатации электропечей (У-2).	Ответы на вопросы №17-20 и задания №6, 7 к зачёту. Курсовой проект.	Имеет представление о справочной литературе и нормативных документах, необходимых для проектирования высокотемпературного оборудования.	Способен пользоваться справочной литературой и нормативными документами при эксплуатации электропечей.	Способен самостоятельно выполнять инженерные расчёты при проектировании электропечей с использованием справочной литературы и нормативных документов.

	<p>Владеть: - методами расчёта высокотемпературного оборудования для технологии наноматериалов (Н-1).</p>	<p>Курсовой проект</p>	<p>Имеет представление о методах и целях теплового расчёта футеровки и расчета электронагревателей печей сопротивления.</p>	<p>Имеет представление о теоретических основах расчета электрических печей сопротивления и программных продуктах для проектирования высокотемпературного оборудования.</p>	<p>Способен самостоятельно произвести расчёт футеровки и электронагревателей печи сопротивления для заданной технологии.</p>
--	--	------------------------	---	--	--

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта и курсового проекта. Для получения зачёта должен быть достигнут «пороговый» уровень сформированности компетенций.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-7:

Теоретический вопрос:

1. Электрические печи сопротивления. Печи периодического действия.
2. Электрические печи сопротивления. Печи непрерывного действия.
3. Установки прямого нагрева сопротивлением. Электроды для нагрева в жидких средах.
4. Руднотермические и металлургические печи.
5. Печи и установки электрошлакового переплава.
6. Установки сверхвысокого давления.
7. Дуговые печи и установки: типы, назначение, особенности работы.
8. Установки инфракрасного нагрева. Промышленные лазеры. Электронный нагрев.
9. Высокочастотный нагрев диэлектриков. Индукционный нагрев, прямой и косвенный.
10. Плазмотроны. Применение плазмотронов. Виды разрядов используемых в плазмотронах. Требования, предъявляемые к плазмотронам.
11. Материалы для футеровок печей. Выбор материала футеровки под заданный технологический процесс.
12. Материалы и конструкция нагревателей печей. Выбор материала нагревателя под заданный технологический процесс.
13. Вакуумные печи сопротивления. Влияние вакуума на технологические процессы.
14. Печи со специальными атмосферами: особенности конструкции и эксплуатации.
15. Горячее прессование. Порошковые материалы.
16. Плазмохимические реакторы. Получение наноматериалов в плазме.
17. Особенности работы установок в трёхфазных цепях переменного тока, $\cos\varphi$.
18. Защита электрических цепей.
19. Измерительная аппаратура. Погрешности измерения электрических параметров.
20. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).

Практическое задание:

1. Предложить материал для тигля, лодочки, реактора и т.п. для заданного процесса.
2. Предложить набор материалов для многослойной футеровки заданной установки.
3. Предложить способ нагрева реакционного пространства и материалы нагревательного устройства для заданного процесса.
4. Прочитать маркировку на шкале измерительного прибора.
5. Выбрать метод и устройство для измерения температуры в заданной установке.
6. Сформулировать требования техники безопасности, к помещению для заданного технологического процесса.
7. Сформулировать требования к средствам измерения для заданной электронагревательной установки.

4. Курсовой проект

Целью курсового проекта является, пользуясь нормативными данными и справочной литературой подобрать вариант высокотемпературной печи для производства заданного материала, произвести выбор и расчёт геометрии, теплоизоляции и нагревательных элементов печи заданной производительности. Оценить её эффективность. Задания для проектирования выбираются на основании тем НИР и выпускной квалификационной работы магистранта.

Примеры заданий для курсового проекта

Задание:

Спроектировать электрическую печь сопротивления.

Выбрать габариты рабочего пространства печи.

Выбрать материалы и конструкцию футеровки печи.

Произвести тепловой расчет печи.

Выбрать материалы и конструкцию нагревательных элементов печи.

Произвести расчёт электрических параметров печи.

Произвести расчёт срока службы нагревателей.

Оценить экономические затраты на термообработку в спроектированной печи.

Исходные даны:

Вариант 1.

Шахтная печь периодического действия для окислительного отжига, металлизированного корундового порошка.

Рабочая температура – 800⁰С;

Режим термообработки – подъём температуры от 20⁰С до 800⁰С произвольный, выдержка при 800⁰С 2 часа, остывание вне печи;

Загрузка – 10 кг корундового порошка в корундовом тигле.

Рабочая атмосфера – воздух.

Вариант 2.

Камерная печь периодического действия для отжига порошка люминофора ZnS:Cu.

Рабочая температура – 900⁰С;

Режим термообработки – подъём температуры от 20⁰С до 900⁰С произвольный, выдержка при 900⁰С 1 час, остывание с печью;

Загрузка – 0,2 кг порошка люминофора в 4 корундовых тиглях под слоем графита.

Рабочая атмосфера – воздух.

Вариант 3.

Туннельная печь непрерывного действия для спекания корундовой керамики.

Рабочая температура – 1350⁰С;

Режим термообработки – подъём температуры от 20⁰С до 1350⁰С со скоростью 100 град/час, выдержка при 1350⁰С 2 часа, остывание со скоростью 200 град/час;

Загрузка – 10 кг/час корундовых полуфабрикатов 60х60х8 на корундовых полках.

Рабочая атмосфера – воздух.

Вариант 4.

Камерная печь периодического действия для силицирования алмаза.

Рабочая температура – 1200⁰С;

Режим термообработки – подъём температуры от 20⁰С до 1200⁰С произвольный, выдержка при 1200⁰С 0,2 часа, остывание с печью;

Загрузка – 0,6 кг шихты из алмаза и кремния в графитовых формах.

Рабочая атмосфера – аргон.

Вариант 5.

Камерная печь периодического действия для металлизации порошков карбидов газотранспортным методом.

Рабочая температура – 900⁰С;

Режим термообработки – подъём температуры от 20⁰С до 900⁰С произвольный, выдержка при 900⁰С 2 часа, остывание вне печи;

Загрузка – два кварцевых реактора по 0,3 кг шихты порошка нано-WC с Со.

Рабочая атмосфера – вакуум/аргон.

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

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

Выполнение курсовой работы по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.