

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

## ОПИСАНИЕ<sup>1</sup>

дополнительной профессиональной программы повышения квалификации  
(далее - программа)  
«Технологии производства и эксплуатации инновационных огнеупорных материалов и  
изделий для металлургических процессов»

### 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

#### **знать:**

- структуру огнеупоров;
- термомеханические, теплофизические, термические свойства огнеупоров;
- теорию и технологию технологических процессов технологии огнеупоров;
- требования к физико-химическим свойствам исходного сырья;
- виды дефектов огнеупорных масс;
- влияние качества обжига на физико-керамические свойства огнеупорной продукции;
- теорию, технологию и практику огнеупорной футеровки металлургических агрегатов и оборудования (для трудовой функции С/01.7);
- технические характеристики, конструктивные особенности и режимы работы оборудования предприятия, правила его эксплуатации (квалификационные требования для должности руководителей – главный металлург; для должности специалистов – инженер по наладке и испытаниям);
- основные понятия в области автоматизированных систем управления технологическими процессами;

#### **уметь:**

- принимать решения по корректировкам технологических процессов на основании анализа данных о технологических и производственных результатах деятельности подразделений огнеупорного цеха;
- определять визуально качество обожженных огнеупорных материалов и изделий;
- проводить мероприятия по повышению надежности и сроков эксплуатации футеровок;
- применять программное обеспечение при анализе стойкости футеровки металлургических агрегатов и оборудования и планировании объемов огнеупорных работ (для трудовой функции С/01.7);

#### **владеть навыками:**

- сопоставительного анализа современного ассортимента огнеупорных материалов для черной металлургии;
- проведения исследовательских модельных и экспериментальных работ в области огнеупорных материалов.

---

<sup>1</sup> Составлено на основании разделов 2, 5, 6, 7 утвержденной программы и установленного шаблона

## **2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ, ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ), РАЗДЕЛОВ, ТЕМ**

### **1. Темы и содержание лекций**

#### **Раздел 1. Введение – 2ч**

##### **1.1. Общие сведения о технологии производства огнеупоров.**

Общие представления о технологии огнеупорных материалов и изделий, основные технологические операции в технологии производства огнеупоров.

#### **Раздел 2. Классификация и свойства огнеупоров – 4ч**

##### **2.1. Классификация огнеупоров.**

Классификация огнеупоров по общим и специальным признакам, по химико-минеральному составу.

##### **2.2. Структура и свойства огнеупорных материалов.**

Фазовый состав и микроструктура огнеупорных материалов. Свойства огнеупоров: огнеупорность, термостойкость, теплопроводность, КЛТР, температура начала деформации под нагрузкой, предел прочности на холоду и при температуре эксплуатации.

#### **Раздел 3. Взаимодействие огнеупоров с реагентами – 4ч**

**3.1. Характеристика шлаков сталеплавильного производства. Физико-химические критерии взаимодействия огнеупоров со шлаковыми и металлическими расплавами. Смачивание и растекание. Капиллярная пропитка.**

Химический и фазовый состав шлаков сталеплавильного производства, процессы взаимодействия в системах типа шлак-огнеупор и металл-огнеупор.

**3.2. Растворение твердых веществ в расплавах. Виды коррозии огнеупоров. Взаимодействие огнеупоров с газами. Устойчивость огнеупоров в вакууме. Зонаобразование в огнеупоре в процессе эксплуатации.**

Процессы взаимодействия огнеупорных материалов с жидкими и газообразными реагентами; растворение твердых фаз в расплавах, шлаковая коррозия огнеупоров, зонаобразование и деградация огнеупорного материала рабочего слоя футеровки металлургического агрегата в процессе эксплуатации.

**Раздел 4. Новые технологии применения и эксплуатация огнеупоров в основных металлургических агрегатах – 4ч**

**4.1 Технические характеристики, конструктивные особенности и основные режимы работы металлургических агрегатов.**

Технические характеристики, конструктивные особенности и основные режимы работы металлургических агрегатов: кислородного конвертера, сталеразливочного ковша, промежуточного ковша при непрерывном литье заготовок.

**4.2 Технология и практика огнеупорной футеровки металлургических агрегатов и оборудования.**

Технология и практика огнеупорной футеровки металлургических агрегатов и оборудования: кислородного конвертера, сталеразливочного ковша, промежуточного ковша при непрерывном литье заготовок.

##### **4.3 Служба огнеупоров в футеровке кислородного конвертера.**

Выплавка стали в кислородном конвертере, огнеупорные материалы, применяемые в футеровке кислородного конвертера, факторы воздействия на огнеупорную футеровку кислородного конвертера, методы повышения ресурса огнеупорной футеровки кислородного конвертера.

##### **4.4 Служба огнеупоров в футеровке сталеразливочных ковшей.**

Обработка стали в сталеразливочном ковше, огнеупорные материалы, применяемые в футеровке сталеразливочного ковша, факторы воздействия на огнеупорную футеровку стальковша и методы повышения ее ресурса.

#### **4.5 Служба огнеупоров в промежуточном ковше при непрерывном литье заготовок.**

Процессы обработки стали в промежуточном ковше, огнеупорные материалы, применяемые в футеровке промковша, факторы воздействия на огнеупорную футеровку промковша и методы повышения ее ресурса.

#### **Раздел 5. Повышение надежности и сроков эксплуатации конструкций, выполненных огнеупорными материалами и изделиями – 4ч**

##### **5.1. Принципы проектирования объектов из огнеупорных материалов.**

Основные принципы подбора огнеупорных материалов для эксплуатации в условиях металлургических процессов; принципы химической совместимости огнеупорных материалов при температуре эксплуатации.

##### **5.2. Мероприятия по повышению надежности и сроков эксплуатации футеровок.**

Методы ухода за огнеупорной футеровкой металлургических агрегатов; контроль с помощью лазерного сканирования и горячие ремонты – полусухое и факельное торкретирование, подварка, нанесение шлакового гарнисажа и модификация шлакового режима.

#### **Раздел 6. ИТ-решения в области применения и эксплуатация огнеупоров в металлургических процессах – 4 ч**

##### **6.1. Контроль и управление технологическими параметрами конвертерной плавки на основе входных данных о составе шихты, требуемом составе и температуре металла, с условием минимизации расхода огнеупора.**

Материальный и тепловой баланс конвертерной плавки, методика расчета химического состава конвертерного шлака, определение растворимости MgO в конвертерном шлаке, методика оценки шлаковой коррозии огнеупорного материала футеровки кислородного конвертера.

##### **6.2. Проведение исследовательских модельных и экспериментальных работ в области огнеупорных материалов.**

#### **2. Содержание практических занятий**

№ темы	Содержание занятия	Объем, час
3.2.	Влияние химического состава и температуры на растворение огнеупорных фаз в шлаковых расплавах	4
4.3.	Влияние входных технологических параметров конвертерной плавки на оценочную величину шлаковой коррозии огнеупорных материалов	4
6.1.	Управление технологическими параметрами конвертерной плавки на основе входных технологических параметров	4
6.2.	Проведение модельных и экспериментальных работ в области огнеупорных материалов	4
Всего		16

### **3. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ, ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

#### **1. Оценка качества освоения программы**

Оценка качества освоения программы осуществляется в форме зачета в виде устного ответа по основным разделам и темам программы.

#### **2. Вопросы к итоговой аттестации по освоению программы**

##### **2.1. Раздел 1. Введение**

1. Основные технологические операции в производстве огнеупоров.
2. Полусухое прессование и пластическое формование.
3. Подбор фракционного состава и смешение шихты.

##### **2.2. Раздел 2. Классификация и свойства огнеупоров**

1. Классификация огнеупорных материалов по химическому составу.
2. Классификация огнеупорных материалов по огнеупорности и пористости.
3. Классификация огнеупорных материалов по специальным признакам.
4. Ползучесть огнеупоров.
5. КЛТР и термостойкость огнеупорных материалов.
6. Критерии термостойкости огнеупорных материалов.
7. Температура начала деформации огнеупорных материалов.
8. Предел прочности огнеупорных материалов на холоду и при температуре эксплуатации.

##### **2.3. Раздел 3. Взаимодействие огнеупоров с реагентами**

1. Типичные шлаки сталеплавильного производства.
2. Устойчивость огнеупоров в вакууме.
3. Общие принципы взаимодействия огнеупоров со шлаковыми расплавами.
4. Влияние температуры и химического состава шлака на растворимость в нем огнеупорных фаз.
5. Капиллярная пропитка пористых материалов.
6. Зонаобразование при взаимодействии конвертерного шлака с периклазоуглеродистым огнеупором.

##### **2.4. Раздел 4. Новые технологии применения и эксплуатация огнеупоров в основных металлургических агрегатах**

1. Кислородно-конвертерный процесс.
2. Процессы, проводимые в сталеразливочном ковше.
3. Эксплуатация промежуточного ковша.
4. Факторы воздействия на огнеупорную футеровку кислородного конвертера в процессе эксплуатации.
5. Факторы воздействия на огнеупорную футеровку сталеразливочного ковша в процессе эксплуатации.

##### **2.5. Раздел 5. Повышение надежности и сроков эксплуатации конструкций, выполненных огнеупорными материалами и изделиями**

1. Подварка огнеупорной футеровки кислородного конвертера.
2. Полусухое и факельное торкретирование.
3. Формирование шлакового гарнисажа на огнеупорной футеровке кислородного конвертера.
4. Влияние химического состава конвертерного шлака на шлаковую коррозию огнеупорной футеровки.
5. Влияние технологических параметров плавки на шлаковую коррозию огнеупорной футеровки кислородного конвертера.

## 4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

### 1. Учебно-методическое обеспечение программы

#### 1.1. Основная литература:

1. Кащеев, И.Д. Химическая технология огнеупоров: учебное пособие/ И.Д. Кащеев, К.К. Стрелов, П.С. Мамыкин – М.: Интермет Инжиниринг, 2007. – 752 с.
2. Суворов, С.А. Научные принципы технологии огнеупоров: учебное пособие/ С.А.Суворов, В.В. Козлов – СПб.: Изд. , 2009. – 177 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 - СПб.:СПбГТИ(ТУ), 2013. – 133 с.
4. Суворов, С.А. Термические нагрузки и термостойкость высокотемпературных материалов: учебное пособие/С.А.Суворов, В.Н. Фищев, Н.В.Арбузова - СПб.:СПбГТИ(ТУ), 2015. – 40 с.
5. Кащеев, И.Д. Свойства и применение огнеупоров. Справочное издание/И.Д. Кащеев.- М.: Теплотехника, 2004. – 352с.

#### 1.2. Вспомогательная литература

6. Огнеупорные материалы. Структура, свойства, испытания: Справочник/ Й. Алленштейн и др.; Под ред. Г. Роучка, Х. Вутнау. – М.: Интермет Инжиниринг, 2010. – 392 с.
7. Суворов, С.А. Расчетные методы определения фазового состава высокотемпературных систем: учебное пособие /С.А.Суворов, В.Н. Фищев, В.В. Козлов - СПб.:СПбГТИ(ТУ), 2015. – 37 с.
8. Научно-технический и производственный журнал «Новые огнеупоры».
9. Научно-технический и производственный журнал «Огнеупоры и техническая керамика».
10. Научно-технический и производственный журнал «Новости черной металлургии за рубежом»

### 2 Материально-техническое обеспечение программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория	лекции	Компьютер с выходом в Интернет и в локальную сеть СПбГТИ(ТУ), мультимедийный проектор, экран, доска
Аудитория	практические занятия	Компьютер с выходом в Интернет и в локальную сеть СПбГТИ(ТУ), мультимедийный проектор, экран, доска