

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

ОПИСАНИЕ¹

дополнительной профессиональной программы повышения квалификации
(далее - программа)
«Применение инновационных технологий в производстве и эксплуатации огнеупорных
материалов и изделий для металлургических процессов»

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

знать:

- основные параметры и принципы описания микроструктуры огнеупорных материалов;
- термомеханические, теплофизические, термические свойства огнеупоров;
- устройство, технические возможности, предельно допустимые значения параметров исправной футеровки металлоконструкций печей, ванн и агрегатов металлургического производства (для следующих трудовых функций: А/01.6)
- требования к физико-химическим свойствам сырья для производства огнеупорных материалов;
- влияние параметров технологии на основные физико-технические свойства огнеупорных материалов;
- основные принципы применения огнеупорных материалов в высокотемпературных агрегатах;
- технологию производства продукции предприятия (для следующих должностей: инженер-технолог (технолог);

уметь:

- проводить оценку качества огнеупорных материалов и изделий;
- проводить мероприятия по повышению надежности и сроков эксплуатации футеровок;

владеть навыками:

- сопоставительного анализа современного ассортимента огнеупорных материалов для черной металлургии с привязкой к реальным условиям эксплуатации высокотемпературного агрегата;

¹ 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

№ темы	Содержание занятия	Объем, час
1	Раздел 1. Введение	8
1.1	Общие сведения о технологии производства огнеупоров	2
1.2	Огнеупорное сырьё, химический состав, методы первичной обработки и обогащения	2
1.3	Основные технологические операции в производстве формованных и неформованных огнеупорных материалов	2
1.4	Влияние фракционного состава шихты на кажущуюся плотность и пористость огнеупорных материалов. Правила подбора фракционного состава	2
2	Раздел 2. Классификация и свойства огнеупоров	18
2.1	Классификация огнеупоров по химико-минеральному составу, пористости, огнеупорности и другим признакам: - огнеупоры для коксохимического производства; - огнеупоры для доменного производства; - огнеупоры для сталеплавильного производства; -огнеупоры для обжига извести и доломита во вращающихся печах, тепловые потери через многослойную (2-хслойную) футеровку вращающейся печи; - огнеупоры для водородной металлургии и в технологии прямого восстановления железа	6
2.2	Структура огнеупорных материалов, понятие о фазовом составе, параметры и принципы описания микроструктуры материалов. Пористость открытая, кажущаяся плотность, средний размер пор (ртутная порометрия), газопроницаемость.	2
2.3	Механические свойства огнеупорных материалов: предел прочности при сжатии на холоду, предел прочности при изгибе на холоду и при высокой температуре. Истирание огнеупорных материалов	2
2.4	Экспериментальные методы изучения микроструктуры материалов, основы металлографической стереометрии	2
2.5	Высокотемпературные свойства огнеупорных материалов: температурный интервал плавления, огнеупорность, температура начала деформации под нагрузкой, крип.	2
2.6	Теплофизические свойства огнеупорных материалов: КЛТР, теплоёмкость, теплопроводность, термостойкость.	2
2.7	Теплоизоляционные материалы, технологические методы получения пористых структур.	2
3	Раздел 3. Взаимодействие огнеупоров с реагентами	12
3.1	Двухкомпонентные и трёхкомпонентные диаграммы состояния огнеупорных оксидных систем. Виды диаграмм состояния. Понятие об области первичной кристаллизации фаз, равновесном и неравновесном фазовом составе. Ансамбли взаимно сосуществующих фаз, методика определения субсолидусного равновесного фазового состава. Приблизительные методы определения (расчёта) температур ликвидуса на примере двухкомпонентных оксидных систем. Шестикомпонентная система $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$, как основа для огнеупорных и шлаковых систем	6

3.2	Характеристика шлаков сталеплавильного производства. Физико-химические критерии взаимодействия огнеупоров со шлаковыми и металлическими расплавами. Смачивание и растекание. Капиллярная пропитка.	4
3.3	Растворение твердых веществ в расплавах. Виды коррозии огнеупоров. Взаимодействие огнеупоров с газами. Устойчивость огнеупоров в вакууме. Зонаобразование в огнеупоре в процессе эксплуатации.	2
4	Раздел 4. Новые технологии применения и эксплуатация огнеупоров в основных металлургических агрегатах	10
4.1	Служба огнеупоров в доменном производстве: в футеровке домны, в желобах и лётчных масс	2
4.2	Служба огнеупоров в футеровке чугунозаливочных ковшей.	2
4.3	Служба огнеупоров в футеровке кислородного конвертера. Зонирование футеровки (пример) конвертера. Применение методики моделирования субсолидусного фазового состава в рамках многокомпонентных оксидных систем для управления шлаковым режимом кислородно-конверторной плавки	2
4.4	Служба огнеупоров в футеровке сталеразливочных ковшей. Зонирование футеровки сталеразливочного ковша.	2
4.5	Служба огнеупоров в промежуточном ковше при непрерывном литье заготовок.	2
5	Раздел 5. Повышение надежности и сроков эксплуатации конструкций, выполненных огнеупорными материалами и изделиями	4
5.1	Мероприятия по повышению надежности и сроков эксплуатации огнеупорных футеровок.	4
Всего		52

2. Содержание практических занятий

№ темы	Содержание занятия	Объем, час
2	Раздел 2. Классификация и свойства огнеупоров	2
2.1	- Огнеупоры для обжига извести и доломита во вращающихся печах, тепловые потери через многослойную (2-хслойную) футеровку вращающейся печи;	2
3	Раздел 3. Взаимодействие огнеупоров с реагентами	2
3.1	- Шестикомпонентная система $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$, как основа для огнеупорных и шлаковых систем	2
4	Раздел 4. Новые технологии применения и эксплуатация огнеупоров в основных металлургических агрегатах	2
4.3	Применение методики моделирования субсолидусного фазового состава в рамках многокомпонентных оксидных систем для управления шлаковым режимом кислородно-конверторной плавки	2
Всего		6

3. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ, ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Формы контроля и аттестации, оценочные материалы по учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям), практикам, стажировкам, разделам, темам

Промежуточная аттестация и текущий контроль в программе не предусмотрены.

2. Оценка качества освоения программы

Итоговая аттестация проводится в форме зачета в виде устного ответа по основным темам программы.

3. Вопросы к итоговой аттестации по освоению программы

Раздел 1. Введение

1. Огнеупорность, какие материалы относятся к огнеупорам?
2. Огнеупоры в структуре себестоимости стали.
3. Магнезиальное огнеупорное сырьё.
4. Алумосиликатное огнеупорное сырьё.
5. Процессы, происходящие при спекании огнеупорных материалов.
6. Плотность и пористость огнеупорных материалов.
7. Разновидности периклазовых порошков, характерные примеси.

Раздел 2. Классификация и свойства огнеупоров

1. Классификация по температуре огнеупорности.
2. Классификация огнеупорных материалов по пористости.
3. Теплопроводность огнеупоров, влияние пористости.
4. Определение механической прочности огнеупорных материалов.
5. Влияние КЛТР и теплопроводности на термостойкость огнеупоров.
6. Методы получения пористых структур огнеупорных материалов.

Раздел 3. Взаимодействие огнеупоров с реагентами

1. Понятие солидуса и ликвидуса на диаграммах плавкости огнеупорных систем.
2. Характеристика основности металлургических шлаков.
3. Применение правила рычага на двухкомпонентных диаграммах состояния.
4. Применение правила рычага на трёхкомпонентных диаграммах состояния.
5. Ансамбли взаимно сосуществующих фаз в многокомпонентных оксидных системах.
6. Механизм шлаковой коррозии периклазоуглеродистого огнеупора.

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

1. Факторы разрушения огнеупорной футеровки кислородного конвертера.
2. Огнеупорные материалы в футеровке кислородного конвертера.
3. Огнеупорные материалы в футеровке сталеразливочного ковша.
4. Огнеупорные материалы в футеровке промежуточного ковша.
5. Процессы десульфурации чугуна.

Раздел 5. Повышение надежности и сроков эксплуатации конструкций, выполненных огнеупорными материалами и изделиям

1. Полусухое торкретирование футеровки кислородного конвертера.
2. Факельное торкретирование футеровки кислородного конвертера.
3. Подварка футеровки кислородного конвертера.

4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

1. Учебно-методическое обеспечение программы

4.1.1. Печатные издания:

1 Суворов, С.А. Термические нагрузки и термостойкость высокотемпературных материалов: учебное пособие / С. А. Суворов, В. Н. Фищев, Н. В. Арбузова – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 40 с.

2 Кашеев, И. Д. Свойства и применение огнеупоров. Справочное издание / И. Д. Кашеев. – Москва : Теплотехника, 2004. – 352с.

3 Кашеев, И. Д. Неформованные огнеупоры / И. Д. Кашеев, М. Г. Ладыгичев, В. Л. Гусовский. – 2-е изд. – Москва : Теплотехник, 2004 – 447 с. – ISBN 5-98457-009-2.

4.1.2. Электронные издания:

1 Chistyakova, T.; Novozhilova, I.; Kozlov, V.; Shevchik, A. Resource and Energy Saving Control of the Steelmaking Converter Pro-cess, Taking into Account Waste Recycling. Energies 2023, 16, 1302. <https://doi.org/10.3390/en16031302>

2 Суворов, С. А. Научные принципы технологии огнеупоров : Учебное пособие / С. А. Суворов, В. В. Козлов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химической технологии высокотемпературных материалов. – Текст : электронный. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2009. – 177 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 07.04.2025). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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. – Текст : электронный. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2013. – 133 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 07.04.2025). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4 Электронный учебный курс для повышения квалификации специалистов металлургических предприятий в области технологий производства и эксплуатации наноструктурных огнеупорных материалов металлургического назначения : методические рекомендации для преподавателей / Т. Б. Чистякова, В. Н. Фищев, В. В. Козлов, И. В. Новожилова, Р. В. Макарук. – Текст : электронный. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 87 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 07.04.2025). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5 Электронный учебный курс для повышения квалификации специалистов металлургических предприятий в области технологий производства и эксплуатации наноструктурных огнеупорных материалов металлургического назначения : методические рекомендации для слушателей / Т. Б. Чистякова, В. Н. Фищев, В. В. Козлов, И. В. Новожилова, Р. В. Макарук. – Текст : электронный. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 73 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 07.04.2025). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6 Электронный учебный курс для повышения квалификации специалистов металлургических предприятий в области технологий производства и эксплуатации наноструктурных огнеупорных материалов металлургического назначения : Руководство по установке и настройке электронного учебного курса в системе дистанционного обучения / Т. Б. Чистякова, В. Н. Фищев, В. В. Козлов, И. В. Новожилова, Р. В. Макарук. – Текст : электронный. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 51 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная

библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 07.04.2025). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4.1.3. Интернет-источники:

Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям – Режим доступа: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/activity/NDT/actualizationdirectory2022> (дата обращения: 07.04.2025).

4.2 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, оснащенная персональными компьютерами	Практические занятия	Персональные компьютеры с выходом в Интернет и в локальную сеть СПбГТИ(ТУ), мультимедийный проектор, экран, доска. Количество рабочих мест зависит от количества слушателей программы

4.3. Кадровые условия реализации программы

Программа реализуется квалифицированными специалистами в области технологии огнеупорных материалов и компьютерного моделирования высокотемпературных процессов.

5. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Дополнительные сведения по программе «Применение инновационных технологий в производстве и эксплуатации огнеупорных материалов и изделий для металлургических процессов»:

Сведения о разработке: впервые; новая редакция; с изменениями и/или дополнениями	—	с изменениями. Решение ученого совета СПбГТИ(ТУ) (протокол № 07 от 29.08.2025)
Программа одобрена на заседании	—	кафедры химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов «11» июня 2025 года, протокол № 6; кафедры систем автоматизированного проектирования и управления «23» мая 2025 года, протокол №9
Соотнесение программы к укрупненной группе направлений подготовки (код, наименование)	—	18.00.00 Химические технологии
Соотнесение программы к направлению подготовки (специальности) высшего образования (бакалавриата, специалитета, магистратуры, аспирантуры) или СПО (код, наименование)	—	18.03.01 Химическая технология
Организация, по инициативе которой осуществляется дополнительное профессиональное образование	—	СПбГТИ(ТУ)