



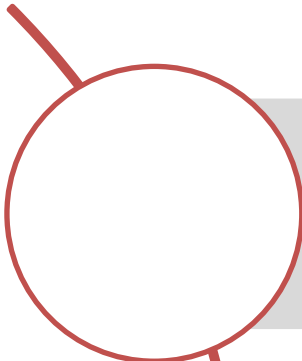
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический
институт (технический университет)»
СПбГТИ(ТУ)



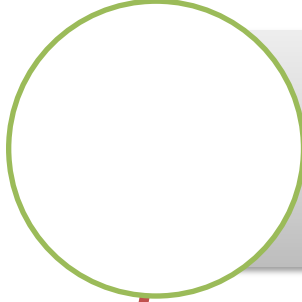
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ НАНОСТРУКТУРНЫХ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ



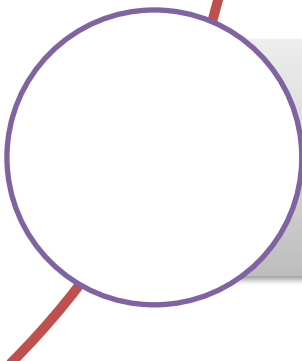
Профессиональные модули



Применение и эксплуатация огнеупоров в инновационных металлургических процессах (ПК-5 и ПК-6) – для инженеров-технологов по эксплуатации огнеупоров

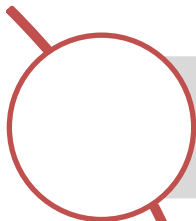


Использование технологий интеллектуального анализа производственных данных для управления качеством огнеупорной продукции в номинальном режиме производства и нештатных ситуациях (ПК-7 и ПК-8) – для управленческого производственного персонала



Информационные технологии в контроле качества огнеупорной продукции (ПК-7 и ПК-9) – для инженеров-исследователей в области испытаний и контроля свойств огнеупоров

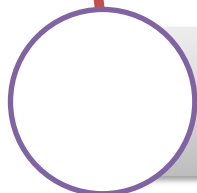
Профессиональные компетенции



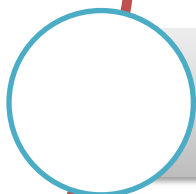
ПК 5. Осуществлять контроль и оптимизацию технологических параметров плавки на основе входных данных о составе шихты, требуемом составе и температуре металла, с условием минимизации расхода огнеупора



ПК 6. Оценивать безопасность технологического процесса конвертерной плавки



ПК 7. Оценивать безопасность эксплуатации огнеупорной футеровки КК на основе интеллектуального анализа результатов ее лазерного сканирования



ПК 8. Осуществлять контроль и управление процессами горячих ремонтов огнеупорной футеровки КК



ПК 9. Организовывать и осуществлять проведение исследовательских модельных и экспериментальных работ в области высокотемпературных и наномодифицированных огнеупорных материалов

Структура профессиональной компетенции ПК-5

Категория персонала: инженер-технолог по эксплуатации огнеупоров

Учебная дисциплина: «Контроль и оптимизация технологических параметров конвертерной плавки стали»

ПК	Опыт практической деятельности	Умения	Знания
ПК 5. Осуществлять контроль и оптимизацию технологических параметров плавки на основе входных данных о составе шихты, требуемом составе и температуре металла, с условием минимизации расхода огнеупора (базовая компетенция)	ОПД 9. Прогнозировать состав и количество формирующегося в конвертерной плавке шлака на основе входных данных о составе шихты, требуемом составе и температуре металла.	У 25. Рассчитывать массовые доли компонентов металлошихты с учетом степени ее окисления и загрязненности	З 55. Компоненты металлошихты и их характеристики
			З 56. Расчетные формулы и алгоритмы расчета массовых долей химических компонентов металлошихты
		У 26. Рассчитывать массовый состав компонентов неметаллической шихты с учетом реакций разложения соединений типа карбонатов, гидратов и т.д., а также пылеуноса	З 57. Компоненты, применяемые в неметаллической шихте конвертерной плавки, их характеристики и химический состав
			З 58. Расчетные формулы и алгоритмы расчета массовых долей химических компонентов неметаллической шихты
		У 27. Рассчитывать материальный баланс конвертерной плавки	З 59. Расчетные формулы и алгоритмы расчета количества и химического состава шлака, формирующегося в процессе конвертерной плавки
			З 60. Источники и механизм формирования шлака конвертерной плавки

Структура профессиональной компетенции ПК-5

Категория персонала: инженер-технолог по эксплуатации огнеупоров

Учебная дисциплина: «Контроль и оптимизация технологических параметров конвертерной плавки стали»

ПК	Опыт практической деятельности	Умения	Знания
<p>ПК 5. Осуществлять контроль и оптимизацию технологических параметров плавки на основе входных данных о составе шихты, требуемом составе и температуре металла, с условием минимизации расхода огнеупора (базовая компетенция)</p>	<p>ОПД 10. Определять влияние состава, количества и температуры шлака на расход огнеупора футеровки КК</p>	<p>У 28. Рассчитывать предельную растворимость огнеупорной фазы (MgO) в конвертерном шлаке заданного состава и температуры</p>	<p>З 61. Расчетные формулы и алгоритмы расчета предельной растворимости MgO в конвертерном шлаке</p>
			<p>З 62. Физико-химические механизмы шлаковой коррозии периклазоуглеродистого огнеупора рабочего слоя футеровки конвертера</p>
		<p>У 29. Оценивать количественную характеристику шлаковой коррозии (массу огнеупорного материала, переходящего в шлаковый расплав)</p>	<p>З 63. Процессы, происходящие на контакте фаз периклазоуглеродистого огнеупора с конвертерными шлаками различной основности и окисленности</p>
			<p>З 64. Влияние химического, фазового состава и структуры на шлакоустойчивость периклазоуглеродистого огнеупора</p>
			<p>З 65. Влияние пористости и размера пор на шлакоустойчивость периклазоуглеродистого огнеупора</p>
	<p>З 66. Расчетные формулы и алгоритмы расчета массопереноса огнеупорной фазы в шлаковый расплав</p>		

Структура профессиональной компетенции ПК-5

Категория персонала: инженер-технолог по эксплуатации огнеупоров

Учебная дисциплина: «Контроль и оптимизация технологических параметров конвертерной плавки стали»

ПК	Опыт практической деятельности	Умения	Знания
ПК 5. Осуществлять контроль и оптимизацию технологических параметров плавки на основе входных данных о составе шихты, требуемом составе и температуре металла, с условием минимизации расхода огнеупора (базовая компетенция)	ОПД 11. Оптимизировать состав конвертерного шлака с целью минимизации расхода огнеупора	У 30. Рассчитывать количество шлакообразующих материалов, необходимое для эффективной нейтрализации шлака конвертерной плавки	З 67. Типы шлакообразующих материалов (флюсов), применяемых для корректировки состава конвертерного шлака
			З 68. Параметры, определяющие скорости растворения флюсов в конвертерном шлаке
			З 69. Рабочие формулы оценки вязкости конвертерного шлака
			З 70. Методику и рабочие формулы для оценки охлаждения конвертерной плавки при применении шлакообразующих материалов

Структура профессиональной компетенции ПК-6

Категория персонала: инженер-технолог по эксплуатации огнеупоров

Учебная дисциплина: «Безопасность технологического процесса конвертерной плавки»

Профессиональная компетенция	Опыт практической деятельности	Умения	Знания
ПК 6. Оценивать безопасность технологического процесса конвертерной плавки (вариативная компетенция)	ОПД 12. Определять соответствие входных технологических параметров критериям безопасности ведения конвертерной плавки	У 31. Рассчитывать тепловой баланс конвертерной плавки	З 71. Расчетные формулы и алгоритмы расчета теплового баланса конвертерной плавки
		У 32. Определять количество и свойства формирующегося конвертерного шлака	З 60. Источники и механизм формирования шлака конвертерной плавки З 72. Влияние технологических параметров конвертерной плавки на свойства шлака
		У 33. Определять соответствие текущих параметров конвертерной плавки критериям безопасности	З 73. Критерии безопасности ведения конвертерного процесса
		У 34. Оценивать безопасность применяемых в конвертерной плавке компонентов неметаллической шихты с точки зрения содержания недопустимых веществ	З 57. Компоненты, применяемые в неметаллической шихте конвертерной плавки, их характеристики и химический состав З 74. Предельно допустимое содержание соединений водорода (в т.ч. влаги) для компонентов неметаллической шихты конвертерной плавки

Структура профессиональной компетенции ПК-7

Категория персонала: **управленческий производственный персонал** (мастер цеха, начальник цеха)

Учебная дисциплина: **«Интеллектуальный анализ результатов лазерного сканирования состояния огнеупорной футеровки кислородного конвертера»**

Профессиональная компетенция	Опыт практической деятельности	Умения	Знания
ПК 7. Оценивать безопасность эксплуатации огнеупорной футеровки КК на основе интеллектуального анализа результатов ее лазерного сканирования (базовая компетенция)	ОПД 13. Оценивать на основании данных сканограмм соответствие текущего состояния футеровки КК критериям безопасности ее эксплуатации	У 35. Создавать и вести БД сканограмм футеровки КК	З 75. Методику формирования и ведения БД результатов лазерного сканирования огнеупорной футеровки КК
		У 36. С помощью программного комплекса расшифровывать и анализировать данные результатов лазерного сканирования футеровки КК	З 76. Методику расшифровки сканограмм огнеупорной футеровки КК и определения основных параметров ее износа, расчетные формулы критериев безопасности эксплуатации футеровки КК
		У 37. С помощью программного комплекса проводить интеллектуальный анализ сканограммы текущего состояния футеровки КК	З 77. Методику локализации и оценки площади и объема мест повышенного локального износа, а также общего износа огнеупорной футеровки КК
			З 78. Влияние термомеханических свойств огнеупоров футеровки КК на критерии безопасности ее эксплуатации
	ОПД 14. Оценивать динамику развития локального износа огнеупорной футеровки КК	У 38. С помощью программного комплекса проводить интеллектуальный анализ набора сканограмм за текущую кампанию футеровки КК	З 79. Методику интеллектуального анализа сканограмм за текущую кампанию футеровки КК,
			З 80. Факторы, определяющие износ и неравномерность износа огнеупорной футеровки КК
		У 39. Прогнозировать динамику дальнейшего износа характерных участков огнеупорной футеровки КК	З 81. Характерные участки огнеупорной футеровки КК, подвергающиеся общим и локальным факторам износа

Структура профессиональной компетенции ПК-8

Категория персонала: **управленческий производственный персонал** (мастер цеха, начальник цеха)

Учебная дисциплина: «**Контроль и управление процессами горячих ремонтов огнеупорной футеровки кислородного конвертера**»

Профессиональная компетенция	Опыт практической деятельности	Умения	Знания
ПК 8. Осуществлять контроль и управление процессами горячих ремонтов огнеупорной футеровки КК (вариативная компетенция)	ОПД 15. Определять текущую необходимость, оптимальный график и расход ремонтных материалов для проведения горячих ремонтов футеровки КК	У 40. Определять расход материалов для модификации конечного конвертерного шлака для нанесения на огнеупорную футеровку КК гарнисажного слоя	З 83. Методика проведения операции нанесения на огнеупорную футеровку КК гарнисажного слоя
			З 84. Материалы, применяемые для модификации конечного конвертерного шлака, для нанесения на огнеупорную футеровку КК гарнисажного слоя и их рабочие характеристики
		У 41. Определять расход ремонтных материалов для проведения операций полусухого и факельного торкретирования огнеупорной футеровки КК	З 85. Методика проведения операций полусухого и факельного торкретирования огнеупорной футеровки КК
			З 86. Материалы, применяемые для проведения операций полусухого и факельного торкретирования, и их рабочие характеристики
		У 42. Определять расход ремонтных материалов для проведения операций подварки огнеупорной футеровки КК	З 87. Методика проведения операции подварки огнеупорной футеровки КК
			З 88. Материалы, применяемые для проведения операций подварки, и их рабочие характеристики
	У 43. Составлять график проведения горячих ремонтов огнеупорной футеровки КК	З 89. Методику планирования операций горячего ремонта огнеупорной футеровки КК	

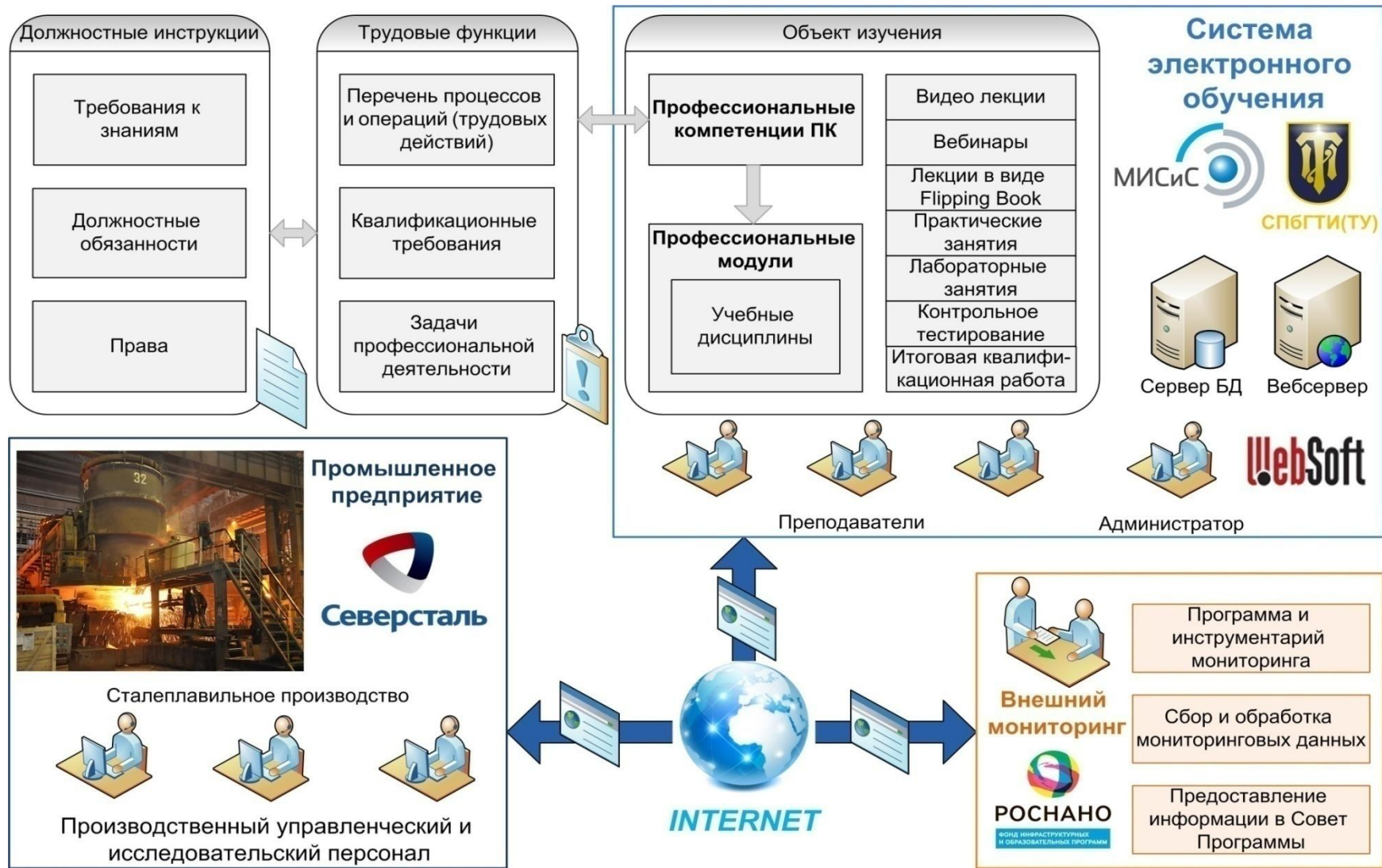
Структура профессиональной компетенции ПК-9

Категория персонала: инженер-исследователь в области испытаний и контроля свойств огнеупоров

Учебная дисциплина: «Модельные и экспериментальные исследования в области наномодифицированных огнеупорных материалов»

ПК	Опыт практической деятельности	Умения	Знания
ПК 9. Организовывать и осуществлять проведение исследований модельных и экспериментальных работ в области высокотемпературных и наномодифицированных огнеупорных материалов (базовая компетенция)	ОПД 18. С помощью прикладных математических методов прогнозировать свойства и поведение при эксплуатации высокотемпературных и наномодифицированных огнеупорных материалов	У 51. Прогнозировать температуру деформации под нагрузкой высокотемпературных материалов	З 99. Физико-химические и структурные параметры, определяющие температуру начала деформации под нагрузкой высокотемпературных материалов
		У 52. Рассчитывать к.т.р. много-фазных высокотемпературных материалов	З 100. Модели расчета к.т.р. многофазных высокотемпературных материалов
		У 53. Рассчитывать теплопроводность многофазных высокотемпературных материалов	З 101. Модели расчета теплопроводности многофазных высокотемпературных материалов
		У 54. Прогнозировать термостойкость высокотемпературных материалов	З 102. Критерии термостойкости высокотемпературных материалов
		У 55. Прогнозировать механическую прочность многофазных высокотемпературных материалов	З 103. Модели прогноза механической прочности многофазных высокотемпературных материалов
	ОПД 19. Планировать экспериментальную работу, обобщать и обрабатывать результаты модельных и экспериментальных исследований, с применением математических методов и программных комплексов	У 56. Планировать проведение экспериментального исследования	З 104. Порядок организация экспериментального исследования
			З 105. Наиболее распространенные методы* математического планирования эксперимента, их возможности и ограничения.
		У 57. С помощью программного комплекса обрабатывать, математически формализовать и визуализировать результаты исследования	З 106. Методики и алгоритмы обработки экспериментальных данных, представления и визуализации результата исследования

ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА



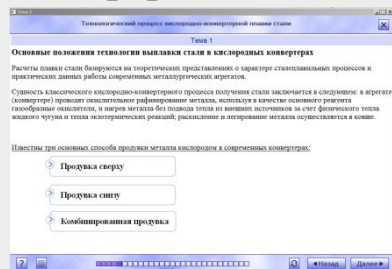
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тип слайда

Решаемая задача

Реализация

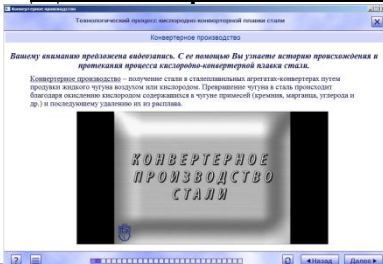
Информационные



Наглядное представление теоретической информации в рамках выбранной предметной области

Разработка слайдов, содержащих текстовую информацию, иллюстрации, таблицы

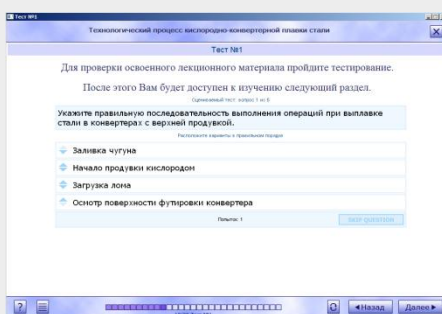
Демонстрационные



Наглядное представление выполнения конкретных работ или течения процессов

Разработка анимированных демонстраций видео-демонстрации

Контрольные



Самоконтроль и контроль приобретённых знаний, умений и навыков посредством тестирования или выполнения оцениваемых практических работ и упражнений

Разработка оцениваемых тестов и упражнений для самоконтроля и контроля полученных знаний



Обучающая система для изучения и исследования технологического процесса кислородно-конвертерной плавки стали

НАЧАТЬ ОБУЧЕНИЕ

Добро пожаловать!

Представленный курс посвящен изучению технологического процесса кислородно-конверторной плавки стали.

Для успешного освоения курса Вам необходимо:

- ✓ *изучить лекционные материалы;*
- ✓ *пройти тест после каждой изученной темы лекционного материала;*
- ✓ *по завершении курса выполнить контрольное тестирование.*

УСПЕХОВ В ОСВОЕНИИ!



Оглавление

✓ [О курсе](#)

[Конвертерное производство](#)

[Введение](#)

→ **Без названия**

[Тема 1](#)

[Технология выплавки стали в конвертерах с верхней продувкой](#)

[Технология выплавки стали в конвертерах с донным дутьем](#)

[Технология плавки стали в конвертерах с комбинированным дутьем](#)

[Особенности проведения расчета кислородно-конвертерной плавки](#)

[Тест №1](#)

[Без названия](#)

[Выполнение расчета плавки стали в конвертере](#)

[Определение параметров плавки в конце продувки](#)

[Тест №2](#)

[Определение расхода лома на плавку](#)

[Тест №3](#)

[Расчет окисления примесей металлической шихты](#)

[Тест №4](#)

[Расчет количества и состава шлака](#)

[Тест №5](#)

[Расчет расхода дутья](#)

[Тест №6](#)

[Расчет выхода жидкой стали перед раскислением и составление материального](#)

[Тест №7](#)

[Составление теплового баланса плавки и определение температуры металла](#)

азвания

лород

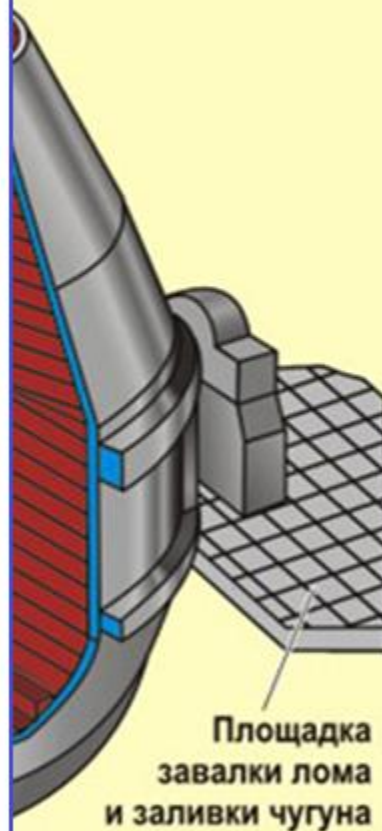
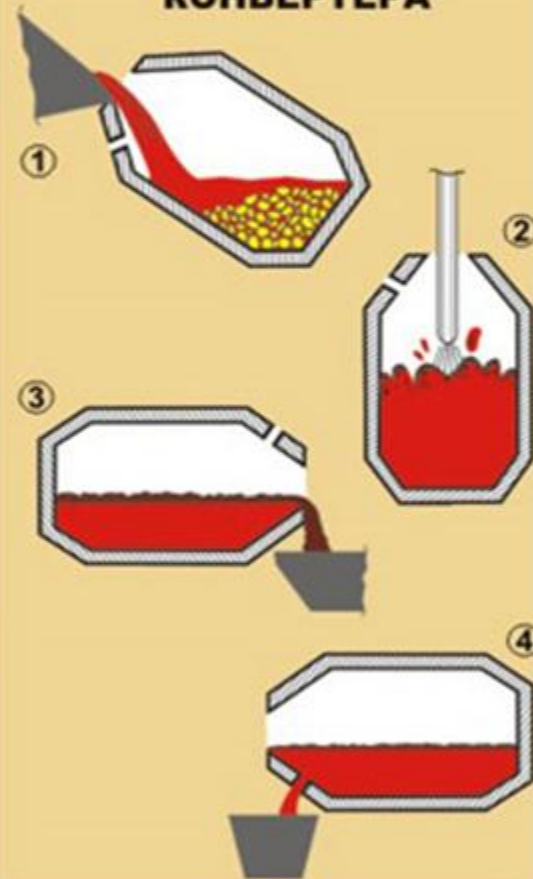


СХЕМА РАБОТЫ КОНВЕРТЕРА



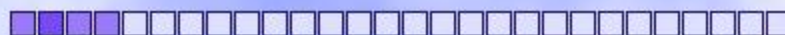
◀ Prev

Далее ▶

Конвертерное производство

Вашему вниманию предложена видеозапись. С ее помощью Вы узнаете историю происхождения и протекания процесса кислородно-конвертерной плавки стали.

Конвертерное производство - получение стали в сталеплавильных агрегатах-конвертерах путем продувки жидкого чугуна воздухом или кислородом. Превращение чугуна в сталь происходит благодаря окислению кислородом содержащихся в чугуне примесей (кремния, марганца, углерода и др.) и последующему удалению их из расплава.

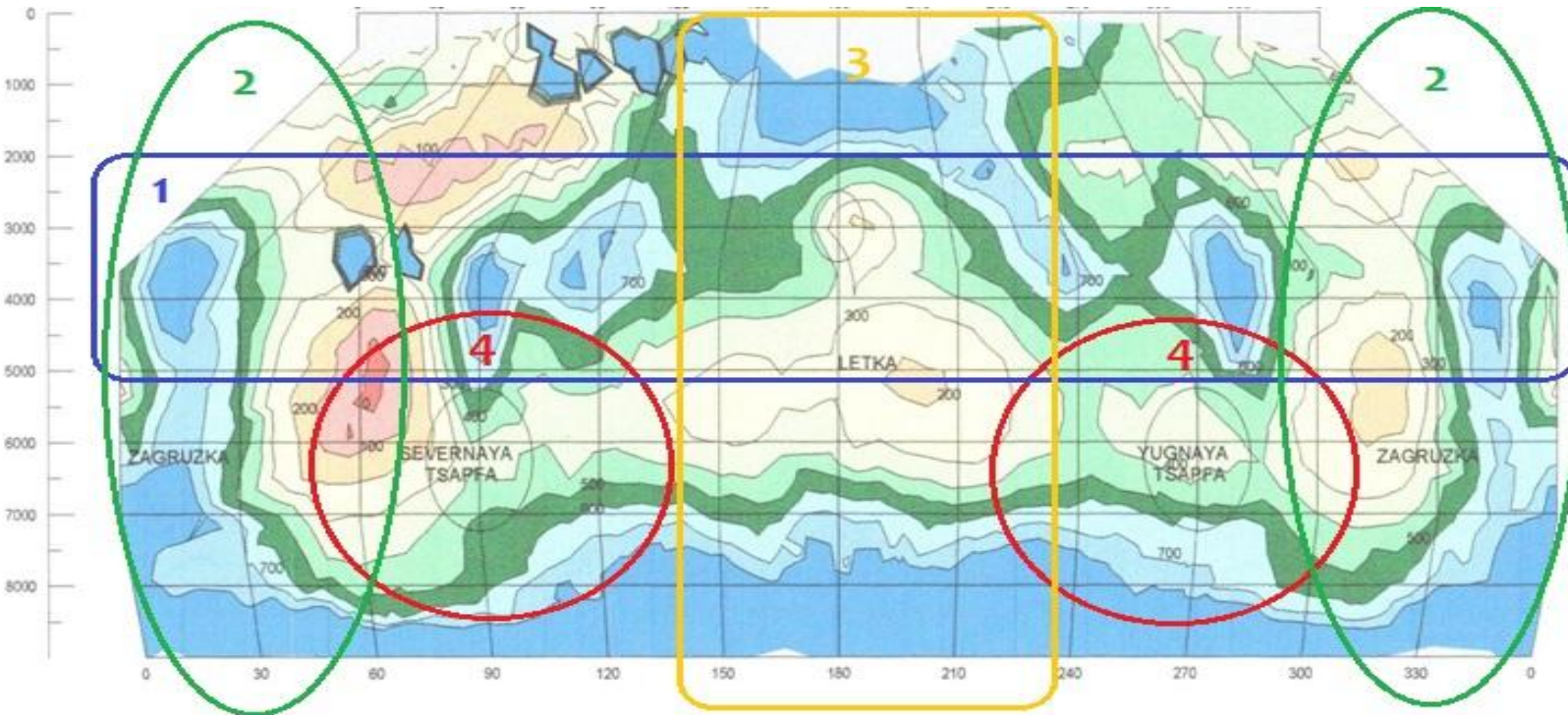
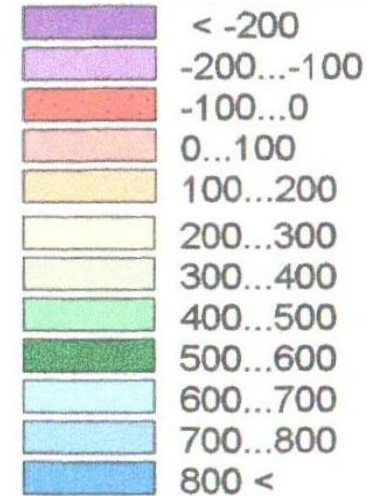


Результаты лазерного сканирования футеровки конвертера

Дата сканирования: 11.08.2004 Время сканирования: 11:54

Номер сканограммы: №9

Толщина слоя:



Износу футеровки особо подвержены:

1 – Зона шлакового пояса; **2** – Зона загрузки; **3** – Зона слива; **4** – Зоны цапф

Информационное описание сканограммы

X – вектор входных параметров системы:

D – дата сканирования футеровки;

Sec – название сектора;

V – вектор варьируемых параметров:

C – цветовая характеристика;

n – процентное соотношение цветов;

Y – вектор выходных параметров:

I – степень износа слоя огнеупора печи;

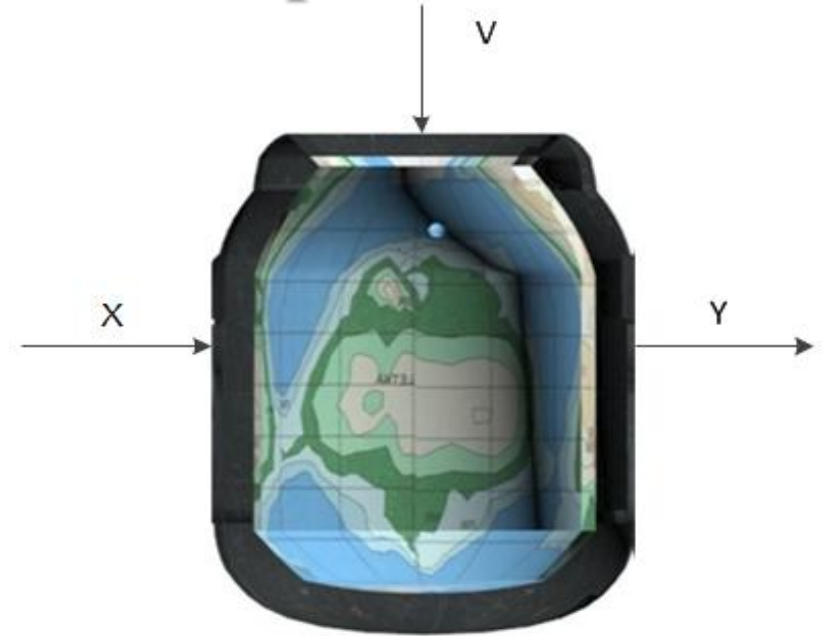
R – вид ремонта слоя футеровки печи;

T – толщина слоя футеровки;

S – состояние слоя футеровки;

Ns – номер сканограммы;

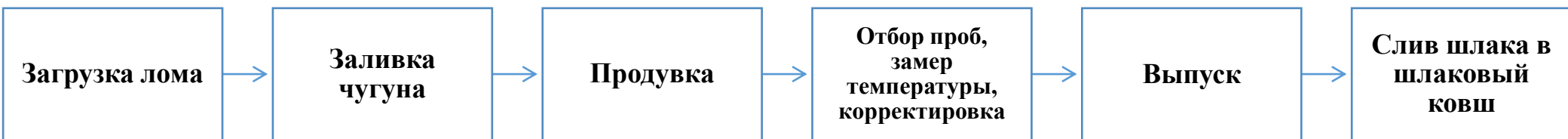
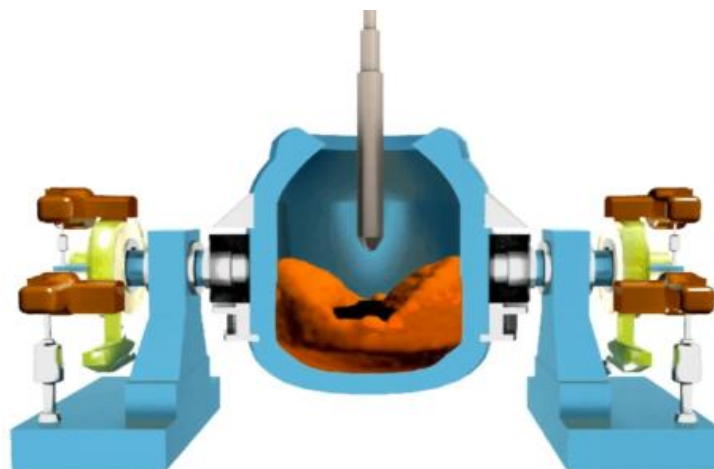
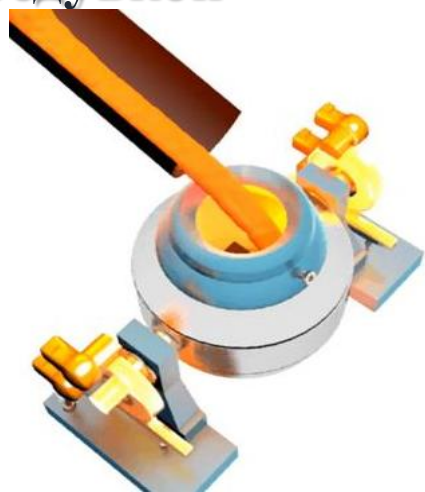
Ts – время сканирования футеровки;



Факторы, влияющие на интенсивность износа и стойкость футеровки:

- ✓ свойства использованных огнеупоров (S_v)
- ✓ состав сталей (S_t)
- ✓ масса расплава шлаков (m_r)
- ✓ способ конечной обработки (i_n)
- ✓ основность воздействующих шлаков (S_h)
- ✓ температура расплавов (τ_r)
- ✓ длительность пребывания расплава в ковше (t_r)

Основные этапы выплавки стали в конвертерах с верхней кислородной продувкой

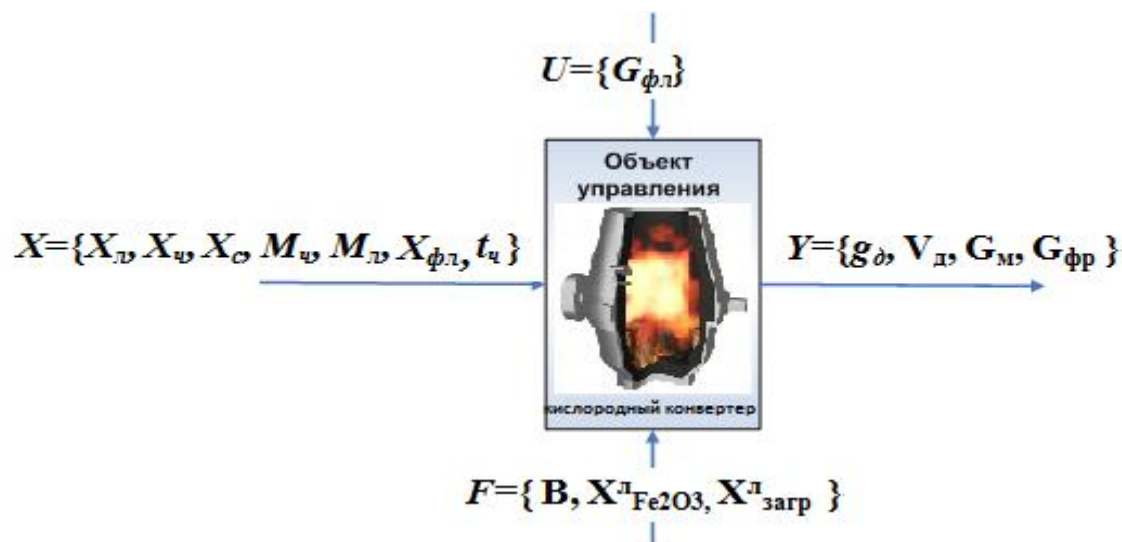


Современные шлакообразующие материалы, применяемые в конвертерной плавке:

Химический состав шлакообразующих материалов (флюсов)

	CaO	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	Al ₂ O ₃	CaCO ₃	MgCO ₃
Известь	95	3	1	0	0	0	0	1	0
Боксит	5	10	5	0	10	0	70	0	0
Доломит	32	3	22	0	0	0	0	26	17
ФОМ	11	2	78	0	7	0	0	2	0

Формализованное описание процесса кислородно-конвертерной выплавки стали как объекта управления



Формализованное описание объекта управления включает в себя следующие векторы:

$X = \{X_{л}, X_{ч}, X_{с}, M_{ч}, M_{л}, t_{ч}\}$, – вектор входных переменных

$X_{л}$ – химический состав лома,

$X_{ч}$ – химический состав чугуна,

$X_{с}$ – химический состав целевой стали,

$M_{ч}$ – масса чугуна [т],

$M_{л}$ – масса стали [т],

$t_{ч}$ – температура чугуна [т]

$X_{фл}$ – хим. Состав флюсов

$U = \{G_{фл}, X_{фл}\}$ – вектор управляющих воздействий

$G_{фл}$ – расход флюсов [т],

$Y = \{g_{д}, V_{д}, G_{м}, G_{фр}\}$ – вектор выходных переменных

$g_{д}$ – расход кислородного дутья, кг,

$V_{д}$ – объем дутья, м³/т,

$G_{м}$ – выход жидкого металла [т],

$G_{фр}$ – расход ферросплавов [т]

$F = \{B, X_{Fe_2O_3}^л, X_{загр}^л\}$ – возмущающие воздействия

B – основность шлака,

$X_{Fe_2O_3}^л$ – загрязнение лома ржавчиной [%],

$X_{загр}^л$ – загрязнение лома посторонними материалами [%]


Классификация подходов к проектированию БД



Моделирование данных

Критерий	Описание
Структурная достоверность	Соответствие способу определения и организации информации на данном предприятии
Простота	Удобство изучения модели как профессионалами в области разработки информационных систем, так и обычными пользователями
Выразительность	Способность представлять различия между данными, связи между данными и ограничения
Отсутствие избыточности	Исключение излишней информации, т.е. любая часть данных должна быть представлена только один раз
Способность к совместному использованию	Отсутствие принадлежности к какому-то особому приложению и, следовательно, возможность использования модели во многих приложениях и технологиях
Расширяемость	Способность развиваться и включать новые требования с минимальным воздействием на работу уже существующих приложений
Целостность	Согласованность со способом использования и управления информацией внутри предприятия
Схематическое представление	Возможность представления модели с помощью наглядных схематических обозначений

Тестирование программного комплекса

Выбор исходных данных	Вывод даты, номера, время сканирования	Ввод текущих параметров	Выбор процентного соотношения сектора, %	Вывод результата	Оценка степени износа
D-дата, Sec- название сектора	28.01.2004 Ns=№1 Ts=15.30 	C-цвет фиолетовый	n=от 20 до 100	Толщина слоя(T)= -200 Необходимость ремонта(S)- (R)торкретирован ие	I=Высокая

Интерактивная модель кислородного конвертера


Программный комплекс для анализа сканов кривых кислородного конвертера

Поиск | Информация | Сканирование

Секторы:
 Зона загрузки
 Зона слива
 Южная цапфа
 Северная цапфа
 Шлаковый пояс
 Все секторы

Дата: 11.08.2004 Время: 8:17:00
 Найти Номер: 20

Изменить высоту Изменить ширину



Преобладающий цвет:
 синий
 фиолетовый
 лиловый
 красный
 розовый
 оранжевый
 желтый
 светло-желтый
 светло-зеленый
 зеленый
 светло-голубой
 голубой

Процентное соотношение:
 < 10 %
 < %
 < %
 < %
 < %
 < %
 < %
 < 20 %
 < 30 %
 < 10 %
 < %
 < 10 %

Толщина слоя футеровки:
 больше 800
 от 300 до 400
 от 400 до 500
 от 500 до 600
 от 700 до 800

Показать толщину слоя
 Показать результат

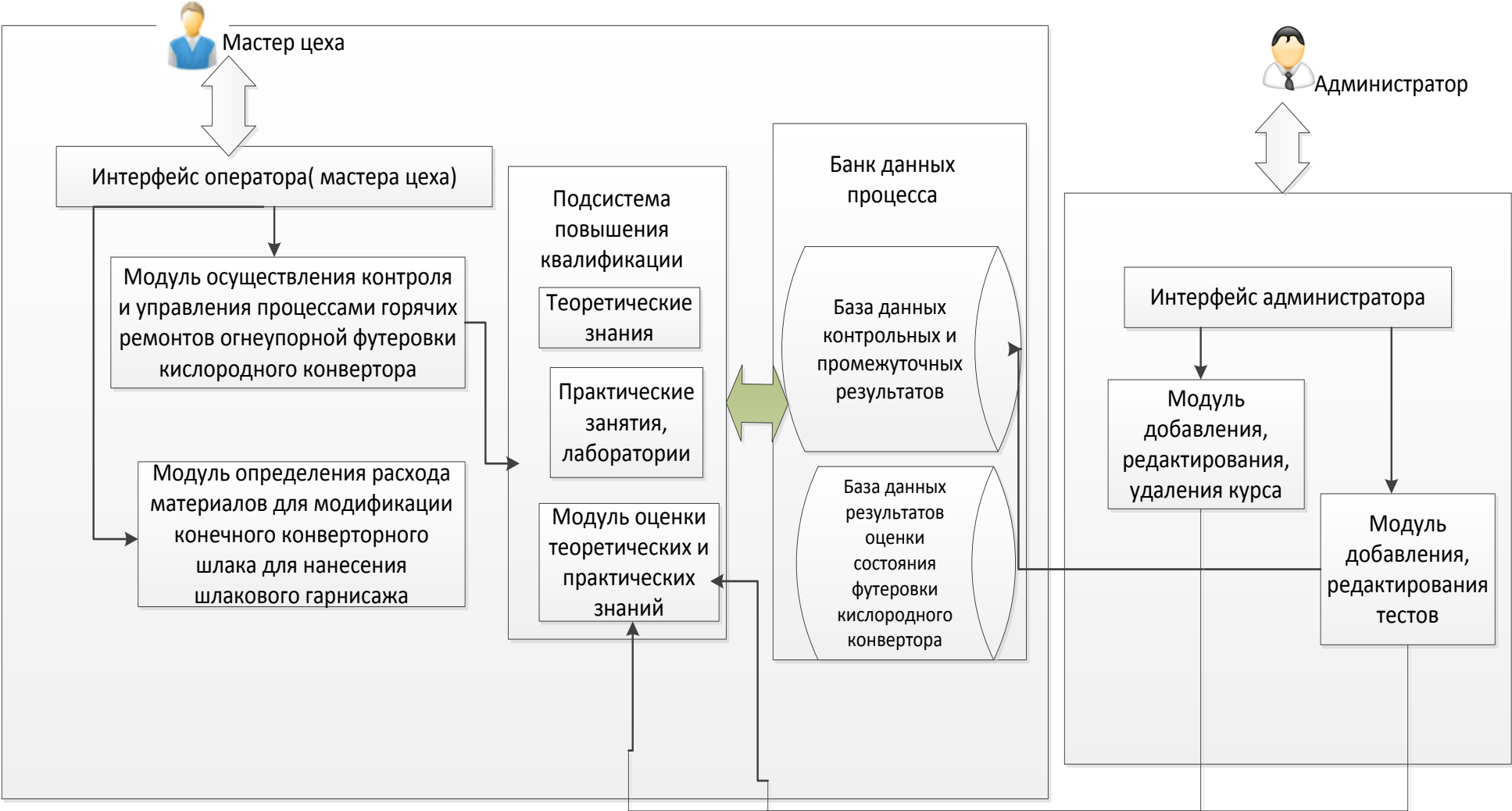
Степень износа слоя футеровки - низкая
 Состояние - ремонт не требуется
 Вид ремонта -



Интеллектуальная подсистема для управления кислородно-конвертерной печью в производстве стали



Функциональная структура учебно-исследовательского комплекса для управления процессами горячих ремонтов футеровки кислородного конвертера





Оглавление

Помощь

Калькулятор

О курсе

Комментарий

Содержание модуля

Методика проведения операции нанесения на огнеупорную футеровку КК гарнисажного слоя

Методика проведения операций полусухого и факельного торкретирования огнеупорной футеровки КК

Методика проведения операции подварки огнеупорной футеровки КК

Методика планирования операций горячего ремонта огнеупорной футеровки КК

Материалы, применяемые для модификации конечного конверторного шлака, для нанесения на огнеупорную футеровку КК гарнисажного слоя и их рабочие характеристики

Материалы, применяемые для проведения операций полусухого и факельного торкретирования, и их рабочие характеристики

Материалы, применяемые для проведения операций подварки, и их рабочие характеристики

График проведения горячих ремонтов огнеупорной футеровки КК

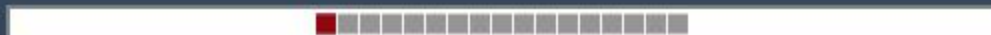
Определение расхода материалов для модификации конечного конверторного шлака для нанесения на огнеупорную футеровку КК гарнисажного слоя

Определение расхода ремонтных материалов для проведения полусухого и факельного торкретирования огнеупорной футеровки КК

Определение расхода ремонтных материалов для проведения операций подварки огнеупорной футеровки КК



Здравствуйте!
Вас приветствует обучающий модуль для управления процессами горячих ремонтов огнеупорной футеровки КК. На данном слайде представлено содержание модуля!
Приятного обучения!

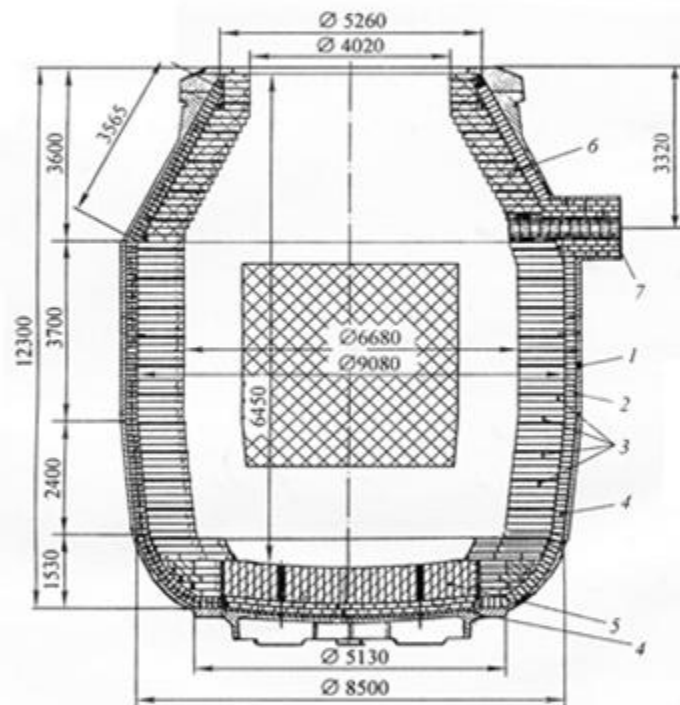


← назад

далее ▶



Структура футеровки кислородного конвертера



По геометрическому строению

- ванна
- дно
- нижняя конусная часть
- цилиндрическая часть
- верхний конус
- горловина
- сталевыпускной узел (летка)

Обозначения: 1 – кожух; 2 – асбест; 3 изделия марки ПУСК; 4 – изделия марки П или ХП; 5 – изделия марки ПУСК; 6 – изделия марки ПУПК; 7 – леточные блоки марок ПЛК, ПУПЛ и ПУПЛБ

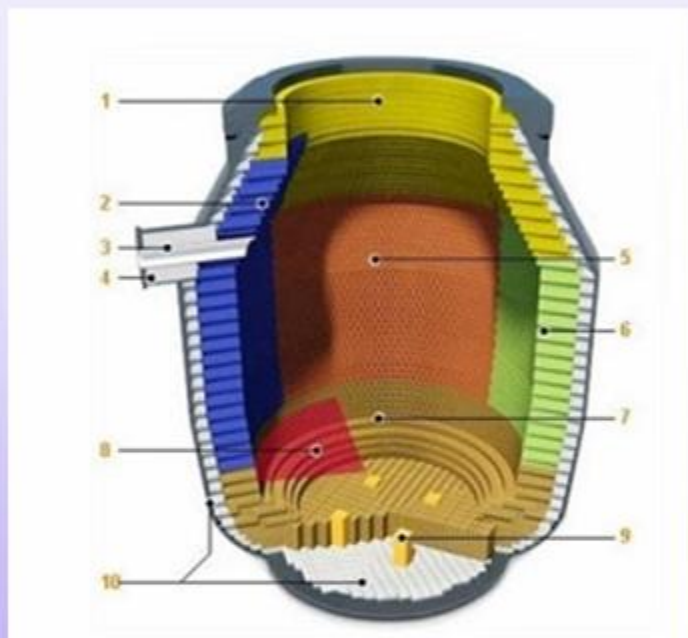


Рисунок 1- Конструкция зональной кладки конвертора

1 – горловина; 2 – сливная зона; 3 – леточный блок; 4 – гнездовой блок; 5 – цапфенная зона; 6 – загрузочная зона; 7 – днище и ванна; 8 – слой металла; 9 – продувочный узел; 10 – арматурный слой;

Последнее десятилетие характеризуется значительным повышением стойкости огнеупорной футеровки конвертеров и сталковшей за счет применения комбинированной гармонизированной схемы (рис.1), в которой учитываются особенности износа отдельных зон, в том числе подверженных повышенной эрозии.

При этом выбор оптимальной системы ухода за футеровкой в течение кампании формируется из соображений снижения удельных затрат (на 1 т стали) и технологических требований .

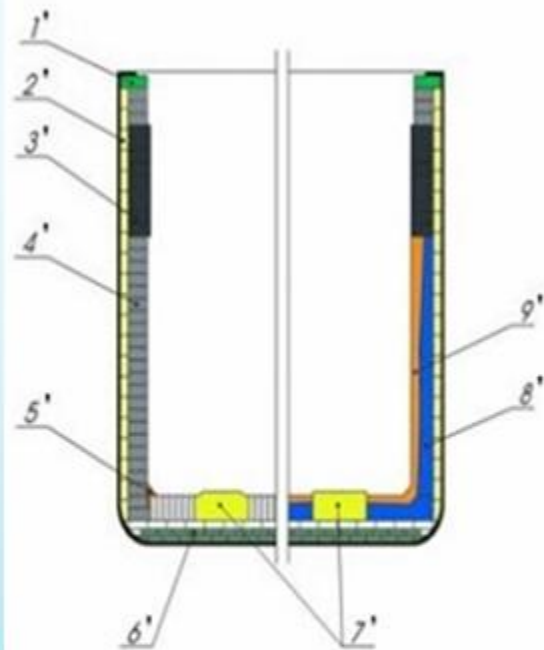


Рисунок 2- Конструкция зональной кладки стальной ковша

1' – фиксирующий футеровку огнеупор; 2' – арматурный слой; 3' – шлаковый пояс; 4' – рабочая футеровка стен (кирпич); 5' – набивная масса; 6' – выравнивающая кладка; 7' – бойные блоки; 8' – наливной слой стен и днища; 9' – наливной бетон для ремонта футеровки

Химическому, эрозионному воздействию шлака подвергается практически вся внутренняя поверхность огнеупорной кладки конвертера в период интенсивного обезуглероживания и формирования газо-шлако-металлической эмульсии.



Рисунок 3- Схема раздувки шлака

Одной из наиболее эффективных и относительно малозатратных технологий по снижению скорости износа огнеупорной кладки, является раздувка подготовленного конечного шлака азотом (рис. 3).

Для эффективной технологии раздувки шлак необходимо модифицировать специальными магниезиальными материалами повышающими его вязкость и придающими необходимые физические свойства. Ввод флюса осуществляется, как правило, до подачи азота и/или на первых секундах раздувки, одновременно либо порционно.

Вся операция раздува шлака азотом занимает не более 3-4 мин.

Образование гарнисажного слоя на поверхности огнеупорной футеровки конвертера происходит за счет затвердевания шлаковой суспензии, образующейся при модификации магниезиальными материалами конечного конвертерного шлака, оставленного после выпуска плавки, во время ее раздува струями азота высокого давления.

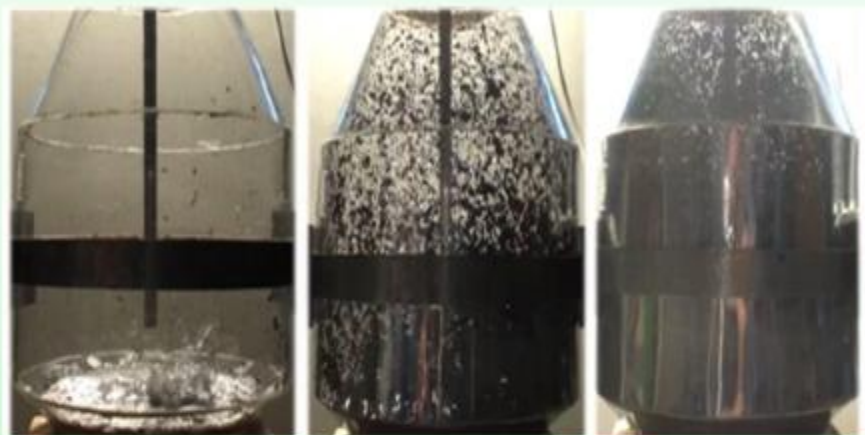


Рисунок 4 – Кинограмма динамики набрызгивания гарнисажного покрытия (физическое моделирование – сплав Вуда)

Гарнисажное покрытие, как правило «уплотняется» от цилиндрической части к нижнему конусу, т.е. защищены наиболее изнашиваемые зоны кладки – «слив», «завалка», «цапфы». Такая динамика наглядно продемонстрирована с помощью физического моделирования на модели конвертера (рис. 4).

В качестве шлака, воздухом высокого давления раздувался сплав Вуда.

В реальных же условиях затвердевание (потеря подвижности) шлака и образование гарнисажа происходит, когда объемная доля кристаллизующихся в нем твердых фаз переходит через рубеж, необходимый для их перколяции, образуя твердый каркас в объеме шлакового расплава.

Тестирование учебно-исследовательского комплекса для управления процессами горячих ремонтов футеровки КК

Программный комплекс для определения расхода материалов для модификации конечного конвертерного шлака для нанесения шлакового гарнисажа:

Исходные данные		Выходные данные	
Масса шлака $m_{\text{шлак}}$	4000 кг	Масса угля m_c	100 кг
Процентное содержание оксида железа в шлаке	30 %	Масса ФОМа	250 кг
Процентное содержание оксида магния в шлаке	10 %		

Определение расхода материалов для модификации конечного конвертерного шлака для нанесения шла...

масса шлака (кг)

процентное содержание оксида магния в составе шлака %

процентное содержание оксида железа в составе шлака %

оптимальное процентное содержание оксида железа для нанесения гарнисажного слоя (15-20 %) 15

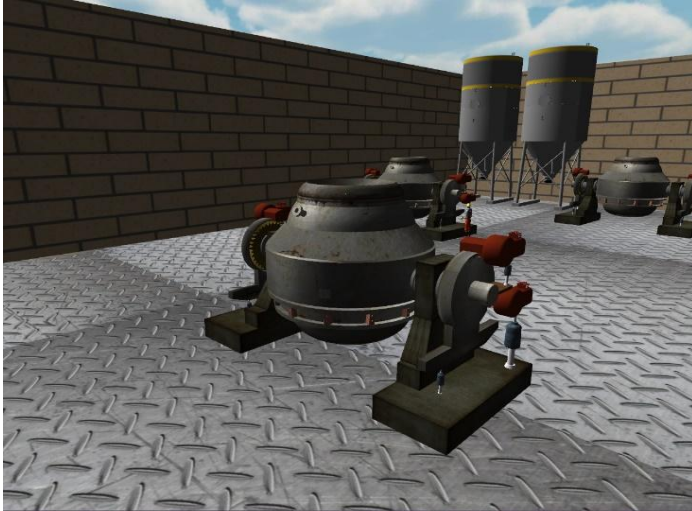
оптимальное процентное содержание оксида магния для нанесения гарнисажного слоя (15-18 %) 15

масса угля С (кг)

масса ФОМа (кг)

Тестирование программного комплекса для оценки безопасности технологического процесса конвертерной плавки

Интерактивная модель кислородного конвертера



Симуляция процесса

