

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЫПУСК 26

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
17 – 18 мая 2022 г.*

ЧАСТЬ I

Под общей редакцией профессора С.В. Коновалова

**Новокузнецк
2022**

ББК 74.48.288
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Коновалов С.В.,
д-р физ.-мат. наук, профессор Громов В.Е.,
д-р техн. наук, профессор Фрянов В.Н.,
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.,
д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.,
д-р техн. наук, доцент Фастыковский А.Р.,
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 17–18 мая 2022 г. Выпуск 26. Часть I. Естественные и технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет; под общ. ред. С.В. Коновалова – Новокузнецк; Издательский центр СибГИУ, 2022. – 419 с. : ил.

ISSN 2500-3364

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Первая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области естественных наук, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых; металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2022

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОРИСТЫХ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК <i>Лепихов В.С.</i>	257
ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ <i>Мурзин А.К., Кокорин В.С., Давыдыч Р.Е., Морозов М.А.</i>	261
ИССЛЕДОВАНИЯ СВАРОЧНОГО ФЛЮСА ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ ПП-НП-35В9Х3СФ <i>Михно А.Р., Шевченко Р.А., Жуков А.В.</i>	266
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ <i>Чумачков И.И., Михно А.Р.</i>	271
ВЛИЯНИЕ ВЫЛЕЖИВАНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ <i>Чумачков И.И., Михно А.Р.</i>	276
ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАПЛАВКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ ДЕТАЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ИЗНОСА <i>Казарян Л.А., Полегешко С.А., Бабин Н.С.</i>	280
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАПЛАВКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ <i>Полегешко С.А., Казарян Л.А.</i>	283
ИССЛЕДОВАНИЯ ТВЕРДОСТИ ОБРАЗЦОВ НА ПОДОШВУ И ГОЛОВКУ РЕЛЬСОВ Э90ХАФ ПО МЕТОДУ БРИННЕЛЯ ПОСЛЕ СВАРКИ НА КОНТАКТНОЙ СТЫКОВОЙ МАШИНЕ МСР – 63.01А <i>Азаренков И.А., Алимарданов П.Э.</i>	288
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТАКТНО-СТЫКОВОЙ СВАРКИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО- ТЕРМОУПРОЧНЕННЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ <i>Бабин Н.С. Полегешко С.А. Казарян Л.А.</i>	290
ДЕФЕКТЫ РЕЛЬСОВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ <i>Буркова А.А., Алимарданов П.Э., Азаренков И.А.</i>	293
АНАЛИЗ ТЕПЛОЙ РАБОТЫ КИСЛОРОДНОГО КОНВЕРТЕРА ПРИ ВЫПЛАВКЕ СТАЛИ <i>Дида Н.И., Рябинин А.С., Лопатина А.О., Чернова А.А.</i>	297
ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ ОБРАЗЦОВ С КОНЦЕНТРАТОРОМ НАПРЯЖЕНИЙ <i>Серегина А.А.</i>	301
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЛАЗМОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ДИБОРИДА ХРОМА <i>Лепихов В.С.</i>	304

- 20, 21, 24, 25 – трещины в головке;
- 50, 53, 55, 56, 59 – повреждения в шейке;
- 60, 64, 65, 66 – выколы подошвы, коррозионная усталость, поперечные изломы.

Выводы:

1. Проведена классификация дефектов рельсов и установлены причины их возникновения.
2. Выявлены часто встречающиеся дефекты и повреждения рельсов и причины их образования и развития.

Библиографический список

1. Кузнецов В.В., Лысюк В.С. Причины и механизм контактно-усталостных отказов рельсов Р65. Вестник ВНИИЖТ, 2000, №6.
2. Лысюк В.С., Бугаенко В.М. Повреждения рельсов и их диагностика. М. 2006.
3. Иванов П.С., Конов Ю.В., Зайцев Н.И., Филиппов А.И. Дефекты в рельсах, причины зарождения и развитие, классификация. Труды XVI Российского научно-технической конференции «Диагностика и неразрушающий контроль», С.Петербург. 2002.
4. Певзнер В.О. Природа дефектов в рельсах. Газета «Гудок» .2003.
5. Фришман М.А. Конструкция железнодорожного пути и его содержание. М. Транспорт. 1987.

УДК 669.184

**АНАЛИЗ ТЕПЛОЙ РАБОТЫ КИСЛОРОДНОГО КОНВЕРТЕРА
ПРИ ВЫПЛАВКЕ СТАЛИ**

**Дида Н.И., Рябинин А.С., Лопатина А.О., Чернова А.А.
Научный руководитель: Сафонов С.О.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: nikitadida@gmail.com , raybininas@mail.ru,
olegovvna@bk.ru, Idctm@mail.ru*

Проведен анализ тепловой работы конвертерных процессов, приведены тепловые эффекты реакций окисления элементов передельного чугуна, описано влияние насыпной массы металлолома на тепловую сторону процесса.

Ключевые слова: дутье, конвертер, окисление, металлолом, тепловой эффект, продукты окисления.

Традиционный конвертерный процесс предполагает поступление теплоты с жидким чугуном и окислением примесей металлошихты. Существуют технологии, использующие дополнительные источники теплоты, которые будут рассмотрены отдельно.

Тепловой эффект от окисления элементов, растворенным в железе кислородом, представлен в таблице 1.

Продукты окисления кремния и фосфора ошлаковываются оксидом кальция, а марганца и железа - кремнеземом, что сопровождается выделением дополнительного количества теплоты [1].

Возрастание температуры ванны при окислении 1 % элемента, учитывающее и потери теплоты, выделяющейся при окислении элементов, с дымовыми газами или использованием извести для ошлакования продуктов окисления, приведен для разных конвертерных процессов в таблице 2.

Таблица 1 - Тепловой эффект окисления элементов кислородом (кДж/кг)

Элемент	Без ошлакования		С ошлакованием	
	1200°С	1600°С	1200°С	1600°С
Si	26,0	25,4	30,7	27,9
Mn	6,4	6,3	6,9	6,6
Fe	4,1	4,0	4,5	4,2
C → Co	11,3	11,1	-	-
C → Co ₂	33,1	32,0	-	-
P	19,8	16,5	25,8	23,4

Принимая во внимание, что концентрация углерода в чугунах составляет 3,5 - 4,5 %, можно прийти к выводу о ведущей роли углерода в тепловом балансе основного конвертера с кислородным дутьем.

Для передельных чугунов имеет значение также влияние кремния, а для фосфористых - фосфора.

Обычно количество теплоты, выделяющейся при конвертерном процессе, больше, чем необходимо для нагрева ванны до заданной температуры. Поэтому для использования излишков теплоты в ванну вводят охладители - оборотный лом, железо прямого восстановления, железную руду, известняк. Их охлаждающая способность в снижении температуры ванны при добавлении 1 % материала от массы стали дана в таблице 3.

Таблица 2 - Увеличение температуры ванны при окислении 1 % элемента, °С

Элемент	Кислородное дутье, основной процесс	Воздушное дутье, кислый процесс	Воздушное дутье, основной процесс
Si	200	180	150
Mn	50	50	40
Fe	30	27	22
C	104	45	35
P	160	-	85

Удельная значимость составляющих статического теплового баланса, учитывающего в целом за плавку приход и расход теплоты, для различных конвертерных процессов приведена в таблице 4.

В основных процессах необходимость формирования шлака сопровождается увеличением на это расхода теплоты в 3-4 раза. В настоящее время в Японии разрабатывается технология конвертерного процесса, предпо-

лагающая проведение десульфурации и дефосфорации вне конвертера и отказ, в связи с этим, от формирования шлака.

Шихтовка конвертерной плавки, в частности выбор соотношения жидкого чугуна и металлолома, должна обеспечить в конце продувки необходимую температуру стали.

Не менее важным является динамический тепловой баланс, который предполагает согласование поступления и расходования теплоты по отдельным периодам плавки [2].

Таблица 3 - Охлаждающая способность материалов, °С/ 1 % от массы стали

Материал	Снижение температуры, °С
Стальной лом	9
Железная руда	40
Известняк	39
Известь	16

Таблица 4 - Составляющие теплового баланса конвертерных процессов, %

Составляющие балан-са	Верхнее кислород-ное дутье	Донное кис-лородное дутье	Донное воздуш-ное дутье, кислый процесс	Донное воздуш-ное дутье, основной процесс	Боковое воздуш-ное дутье, кислый процесс
Поступление теплоты					
1. Физическая теплота чугуна	50	50	46	39	32
2. Окисление примесей					
Потери теплоты	50	50	54	61	68
1. Физическая теплота стали					
Газа	66	66	61	52	39
Шлаков	20	18	7	21	5
2. Потери теплоты	10	12	28	24	43
	4	4	4	3	13

В начальный период продувки передельных чугунов основное поступление теплоты обеспечивает окисление кремния и температура изменяется по линии 1 (рисунок 1). Если металлолом низкой насыпной плотности и состоит из кусков металла небольшой толщины, то последние быстро прогреваются, а ванна значительно охлаждается (линия 2).

Наконец температуры, определяемой статическим тепловым балансом, это не сказывается, но практически вся продувка проходит при более низкой температуре. В связи с этим углерод начинает интенсивно окисляться позже, чем обычно, что приводит к повышенным затратам вдуваемого кислорода на окисление железа, повышает окисленность конвертерного шлака и опасность возникновения выбросов во второй половине продувки. Положе-

ние усложняется в связи с тем, что при низкой насыпной плотности лома он занимает значительную часть внутреннего пространства конвертеров. Это не позволяет оператору опустить фурму в номинальное положение после окончания начального периода из-за опасения прожечь наконечник каплями жидкого металла, разбрызгиваемого кислородными струями, ударяющимися о поверхность нагретого лома и вызывающими его горение [3].

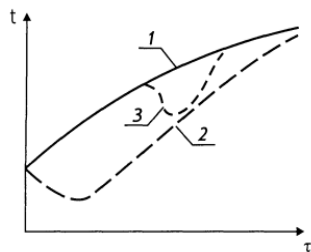


Рисунок 1 - Температурный режим продувки предельных чугунов

После начала интенсивного окисления углерода переокисленный шлак интенсивно пенится и начинаются его выбросы через горловину конвертера. Для прекращения выбросов приходится останавливать продувку и скачивать вспененный шлак, что сопровождается удлинением продувки на 5-7 мин. и потерями выхода годной жидкой стали в виде оксидов железа скачиваемого шлака и содержащихся в нем королек металла [4].

Уменьшить отрицательные последствия, вызванные использованием лома низкой насыпной плотности, можно, снизив удельную интенсивность продувки и уменьшив тем самым массу окислившегося железа до наступления интенсивного окисления углерода.

Структура тепловых балансов конвертерных плавок в зависимости от состава футеровки и состава продувочного газа меняется, при продувке чугуна воздухом статьи расхода тепла на шлак возрастают, а на физическое тепло стали снижаются.

Библиографический список

1. Анализ энергосберегающих технологий выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи / С.О. Сафонов // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2020. – С. 273 – 276.
2. Технологии интенсификации кислородно-конвертерного процесса / С.О. Сафонов // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2021. – С. 177-180.
3. Изучение влияния (положения, интенсивности) фурмы на параметры реакционной зоны / В.С. Фадеев, С.О. Сафонов // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2021. – С. 193-196.
4. Конвертерное производство стали. / Б.М. Бойченко - Днепропетровск: Металлургия, 2006. - 453 с.