

УДК 669.162.267.642:669.721:669.162.142.001.5

**С.И.Семькин, В.Ф.Поляков, Т.С.Голуб, С.А.Дудченко,  
В.В.Вакульчук, Е.В.Семькина**

**ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОВШЕВОЙ  
ДЕСУЛЬФУРАЦИИ ЧУГУНА ПОРОШКОВОЙ ИЗВЕШЬЮ И  
ГРАНУЛИРОВАННЫМ МАГНИЕМ ПРИ НАЛОЖЕНИИ НА РАСПЛАВ  
НИЗКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА**

*Институт черной металлургии НАН Украины*

В лабораторных условиях ИЧМ проведено исследование по оценке эффективности применения метода наложения низковольтного потенциала при внепечной обработке расплава чугуна порошкообразной известью и гранулированным магнием в потоке нейтрального газа. Электрический потенциал подвели к продувочной фурме. Показана возможность получения более высокой степени десульфурации чугуна и меньшего уровня снижения температуры расплава за счет применения низковольтного потенциала при сопоставимых условиях.

**Ключевые слова:** внепечная обработка чугуна, порошкообразная известь, гранулированный магний, метод наложения низковольтного потенциала

**Состояние вопроса и постановка задачи.** В Институте черной металлургии НАН Украины (ИЧМ) выполняются работы по развитию научно-технических основ использования метода наложения низковольтных потенциалов [1-2]. Приведенные ниже результаты получены при проведении в лабораторных условиях ИЧМ исследований по десульфурации жидкого чугуна в ковше путем вдувания в струе воздуха порошкообразной извести либо в струе азота чистого магния. В пользу целесообразности проведения таких исследований по применению низковольтных электрических потенциалов свидетельствует также общепризнанная теория ионного строения покровных шлаков, в том числе и формируемых при поступлении в чугун-ковш гранулированного магния.

**Целью данной работы** была оценка эффективности влияния маломощных электрических воздействий на процессы, протекающие при внепечной обработке чугуна, при реализации указанных выше способов.

Метод предполагает активизацию рафинировочных процессов при внепечной обработке чугуна газопорошковыми струями путем подвода низковольтного потенциала от источника постоянного тока к продувочному модулю.

**Методика исследования.** При разработке опытной установки и методики проведения лабораторных экспериментов базировались на опыте, накопленном в ИЧМ, по способу обработки чугунов [3-4]. Были подготовлены две установки, оборудованные системой наложения низковольтных потенциалов, отличающиеся тем, что одна из них предусматривала возможность подачи порошковой извести, а вторая -

гранулированного магния. Установки включали в себя блок подачи реагента в струе газа, блок воздействия электрическими потенциалами на расплав и ковш для обработки чугуна, но имели отличия по техническим параметрам и конструктивным особенностям, необходимым для реализации каждого конкретного способа. Удельная мощность воздействия низковольтным потенциалом 2,5-3,5 кВт/т чугуна. Включение тока начинали после погружения фурмы в расплав и заканчивали в момент окончания ввода реагента.

Расход извести составил 5,5–12,5 кг/т обрабатываемого металла. В качестве реагента использовали порошкообразную известь (фракция менее 0,1 мм составляла около 90 %). Материал для продувки получали путем помола кусковой извести следующего химического состава, (%): CaO: 75-80; SiO<sub>2</sub>: 2,1 – 3,5; MgO: 6 – 12; S: до 0,035; п.п.п. 3,5.

Расход гранулированного магния составил 0,80-0,82 кг/т обрабатываемого металла. В качестве реагента использовали магний марки МГП-99 с фракцией 0,35-1,45мм.

Перед началом продувки и после ее прекращения выполняли замер температуры металла и отбор проб чугуна для определения хим. состава.

Главным правилом проводимых экспериментов был принцип проведения парных опытов, при которых стремились поддерживать сопоставимые начальные и расходные параметры. Один из опытов был с подводом низковольтного потенциала к фурме и погружаемому контактному графитовому электроду (вариант 1), а второй – сравнительный, без электрических воздействий (вариант 2). Основные параметры проведенных опытов представлены в табл. 1-2.

Таблица 1. Усредненные показатели, полученные при обработке чугуна известью по опытным вариантам

№ п.п	Технологические показатели	Варианты исследований	
		№ 1	№ 2
1	Время обработки, мин	5	5
2	Начальное содержание [S] в чугуне, %	0,041	0,039
3	Конечное содержание [S] в чугуне, %	0,020	0,029
4	Степень десульфурации, %	<b>51,93</b>	26,70
5	Изменение температуры, °С/мин	<b>32,2</b>	38,5
6	Расход (CaO) извести на удаленную серу, кг/кг	<b>32,0</b>	66,2

В опытах с подводом низковольтного потенциала в случае применения в качестве реагента порошковой извести зафиксировано:

- значительное повышение степени десульфурации (на 94 %отн.) при увеличении скорости десульфурации (на 98 %отн.);
- значительное снижение расхода извести на удаленную серу (на 51,7 %отн.);
- снижение потерь температуры расплава в течении операции десульфурации, что обусловило снижение скорости охлаждения расплава (на 16,4 %отн.).

Таблица 2. Усредненные показатели, полученные при обработке чугуна гранулированным магнезиом по опытным вариантам

№ п.п	Технологические показатели	Варианты исследований	
		№ 1	№ 2
1	Время обработки, мин	4	3,9
2	Начальное содержание [S] в чугуне, %	0,077	0,074
3	Конечное содержание [S] в чугуне, %	0,039	0,043
4	Степень десульфурации, %	<b>52,2</b>	40,1
5	Изменение температуры, °С/мин	<b>37,7</b>	42,8
6	Расход магнезиом на удаленную серу, кг/кг	<b>2,20</b>	2,68
7	Содержание [Mg]ост. в чугуне, %	<b>0,0087</b>	0,0063
8	Степень усвоения магнезиом чугуном, %	<b>42,1</b>	30,5
9	Доля корольков в шлаке, %	<b>46,2</b>	56,4

При оценке воздействия электрического потенциала на процесс десульфурации чугуна гранулированным магнезиом установлены:

- увеличение степени десульфурации чугуна (на 30,2 %отн.) при более высокой интенсивности удаления серы (на 28,1 %отн.);
- снижение коэффициента расхода магнезиом на серу (на 17,9 %отн.) при более высокой степени усвоения магнезиом (на 38,1 %отн.);
- увеличения количества остаточного магнезиом в чугуне (на 38,0%отн.);
- снижение уровня тепловых потерь в период операции десульфурации, что отразилось в снижении скорости его охлаждения (на 11,9 %отн.);
- возможность снижения потерь металла при десульфурации за счет снижения содержания корольков в шлаке (на 18 %отн.), что, вероятно, связано с эффектом укрупнения фракционного состава.

**Заключение.** В результате проведения серии лабораторных исследований получены новые научные результаты:

Показано, что при подведении низковольтного потенциала к продувочному модулю существенно повышается реакционная способность используемых реагентов: извести и гранулированного магнезиом по отношению к сере и сокращается их расход на десульфурацию.

Виявлена принципіальна можливість зниження кількості металевої фази («корольков») в шлаку за рахунок електричного впливу.

Установлено, що електричний вплив при вивчених технологічних варіантах обробки чугуна призводить до зниженню рівня теплових втрат.

Отримані в роботі технологічні результати свідчать про доцільність продовження досліджень в промислових умовах, кінцевою метою яких є створення високопродуктивних методів електричного впливу на етапі випеченої обробки чугуна.

1. *Дослідження* конвертерного процесу при впливі електричних потенціалів / С.І.Семькін, В.В.Смоктій, В.Ф.Поляков, Ю.Н.Борисов, А.Д.Зражевський, Л.М.Учитель // *Вісник вузів. ЧМ.* – 1992. – № 10. – С.6-8.
2. *Опыт* розвитку і освоєння технології застосування низьковольтних потенціалів при конвертерній плавці в умовах 60-т конвертерів ПАО «Євраз-ДМЗ ім. Петровського» / В.Ф.Поляков, С.І.Семькін, А.Д.Зражевський, В.І.Пишида, Г.В.Бергеман, А.С.Заспенко, С.Н.Кравец, С.М.Онацький, Д.П.Васильєв // *Новини науки Придніпров'я. Інженерні дисципліни.* – 2012. – №3-4. – С.48-52.
3. *Воронова Н.А.* Десульфурізація чугуна магнієм. – М.:Металлургія, 1980. – 239 с.
4. *Створення* сучасних процесів випеченої десульфурізації чугуна магнієм / А.Ф.Шевченко, В.І.Большаков, Б.В.Двоскін [і др.] // *Металургічна і горнорудна промисловість.* – 2001. – № 1. – С.20–23

*Стаття рекомендована до друку  
канд.техн.наук В.П.Пиптюком*

***С.І.Семькін, В.Ф.Поляков, Т.С.Голуб, С.О.Дудченко, В.В.Вакульчук,  
О.В.Семькіна***

**Дослідження процесу ковшової десульфурізації чавуну при накладанні на розплав низьковольтного електричного потенціалу**

У лабораторних умовах ІЧМ проведено дослідження з оцінки ефективності застосування методу накладання низьковольтного потенціалу при позапічній обробці розплаву чавуну порошкоподібним вапном і гранульованим магнієм в потоці нейтрального газу. Електричний потенціал підводили до продувочної фурми. Показано можливість одержання більш високого ступеня десульфурізації чавуну і меншого рівня зниження температури розплаву за рахунок застосування низьковольтного потенціалу у порівняльних умовах.

**Ключові слова:** позапічна обробка чавуну, порошкоподібні вапно, гранульований магній, метод накладання низьковольтного потенціалу

*S.I.Semykin, V.F.Polyakov, T.S.Golub, S.A.Dudchenko,  
V.V.Vakulchuk, E.V.Semykina*

**Laboratory research process ladle desulphurization powder lime and granulated magnesium when applied to melt the low-voltage electrical potential**

In the laboratory, conducted a study to assess the efficacy of the method of superposition of low-voltage potential at furnace processing molten iron powdered lime and granulated magnesium in the flow of the neutral gas. The electric potential was adjusted to purge the lance. The possibility of obtaining a higher degree of desulphurization and lower level of reduction of the melt temperature by applying a low voltage potential shows under comparable conditions.

**Keywords: furnace processing iron, lime powder, granular magnesium, method of applying a low voltage potential**