

Н. Ф. Анищенко, А. М. Зборщик\*, В. П. Стец, М. В. Рыжов, И. Н. Шаповал,  
Б. П. Крикунов\*\*, В. П. Ивлев\*\*, А. Б. Гринишин\*\*

ЧАО «НПП «Техмет», Донецк

\*ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», Донецк

\*\*ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод», Донецк

## Десульфурация чугуна на литейных дворах доменных печей ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод»

Проанализированы результаты опытно-промышленных исследований десульфурации чугуна на литейных дворах доменных печей ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод» в процессе выпуска плавки в 100-тонные чугуновозные ковши. Десульфурацию чугуна вели с использованием предварительно переплавленной легкоплавкой шлакообразующей смеси ИРС-2, которую при помощи механического дозатора подавали на поверхность металла в чугунном желобе непосредственно за скимерной плитой. Приведены зависимости степени десульфурации чугуна от удельного расхода смеси, содержания серы в металле на выпуске из печи, основности печного шлака, режима подачи десульфуратора.

**Ключевые слова:** чугун, внедоменная десульфурация, предварительно переплавленная шлакообразующая смесь, ИРС-2

Работа доменных печей (ДП) на шлаках пониженной основности позволяет уменьшить себестоимость чугуна за счет снижения удельных расходов кокса, известняка и увеличения производительности печи, что является актуальной задачей для ДП филиала «Металлургический комплекс» ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод». Однако при работе печей на коксе, полученном из высокосернистых углей Донбасса, по мере понижения основности печного шлака содержание серы в чугуне быстро увеличивается и возрастает доля чугуна, который нуждается во внедоменной десульфурации.

В связи с этим в 2011-2012 гг. выполнены опытно-промышленные исследования, направленные на адаптацию к условиям доменного цеха предприятия технологии десульфурации чугуна рафинирующей смесью ИРС-2, которая ранее была опробована при десульфурации металла во время выпуска в 140-тонные чугуновозные ковши на литейных дворах ДП металлургических комбинатов им. Ильича [1, 2] и «Азовсталь» [3, 4].

На первом этапе работы ставилась задача – изучить эффективность использования рафинирующей смеси для десульфурации чугуна при выпуске плавки в 100-тонные чугуновозные ковши. Требовалось также определить расходы смеси, которые обеспечивают получение степени десульфурации чугуна не менее 20 %, оценить затраты на десульфурацию металла и экономическую целесообразность работы ДП ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод» на шлаках пониженной основности с десульфурацией чугуна смесью ИРС-2 на литейных дворах печей.

Установлено [5, 6], что при выпуске плавки в чистые чугуновозные ковши зависимость степени десульфурации чугуна от удельного расхода рафинирующей смеси описывается уравнением

$$(S_H - S_K)/S_H = 0,0519879 + 0,178624 \cdot \ln q, \quad (1)$$

где  $S_H$  и  $S_K$  – начальное и конечное содержание серы в металле, %;  $q$  – расход ИРС-2, кг/т чугуна.

Результаты расчета по уравнению (1) сопоставлены с экспериментальными данными на рис. 1.

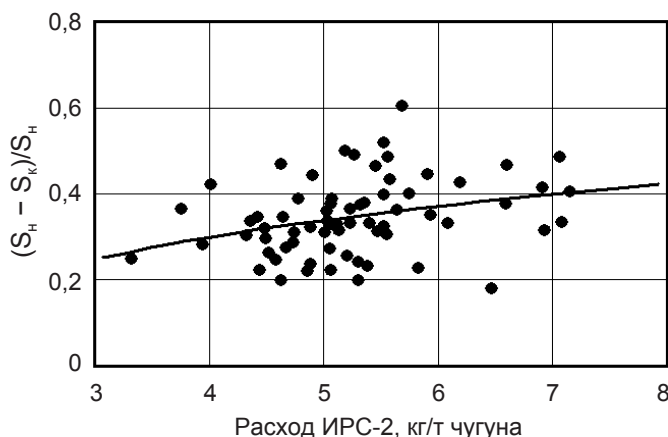


Рис. 1. Зависимость степени десульфурации чугуна от удельного расхода рафинирующей смеси

Согласно протоколу статистической обработки экспериментальных данных для получения степени десульфурации металла не менее 0,2 с вероятностью 90 % расход рафинирующей смеси должен составлять 5,2 кг/т чугуна. Для получения той же степени десульфурации чугуна с вероятностью 95 % расход рафинирующей смеси потребуется увеличить до 6 кг/т.

Влияние содержания серы в чугуне на выпуск из ДП на эффективность десульфурации металла изучали путем сравнения результатов десульфурации чугуна с исходным содержанием серы (%) – 0,024-0,060 (средняя – 0,045) и 0,062-0,095 (средняя – 0,071). Для первого массива данных зависимость степени десульфурации чугуна от

расхода рафинирующей смеси описывается уравнением

$$(S_H - S_K)/S_H = 0,498401 - 0,757950/q. \quad (2)$$

Для второго массива данных аналогичную зависимость описывает уравнение

$$(S_H - S_K)/S_H = 0,123906 + 0,0405215q. \quad (3)$$

Сравнение результатов расчета по уравнениям (2) и (3) с экспериментальными данными показано на рис. 2. Из рисунка видно, что изменение содержания серы в чугуне на выпуске из ДП не оказывает существенного влияния на эффективность десульфурации металла.

При этом анализ результатов десульфурации чугуна, выплавленного под шлаками основностью 1,18-1,23 (средняя – 1,21) и 1,12-1,17 (средняя – 1,15) не позволил установить заметного влияния изменения основности печного шлака на результаты обработки, что свидетельствует о достаточно полном отделении его от металла по ходу выпуска плавки.

По результатам этого этапа работы проведена сравнительная оценка затрат на выплавку чугуна при работе ДП № 2 объемом 1033 м<sup>3</sup> на шлаках основностью 1,2 и на шлаках основностью 1,14 с последующей десульфурацией металла смесью ИРС-2 по ходу выпуска плавки [5, 6]. Результаты анализа показали, что работа ДП ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод» на шлаках пониженной основности с последующей десульфурацией чугуна на литейных дворах экономически оправдана.

Для продолжения работы были спроектированы и изготовлены питатели производительностью до 5 т/ч, предназначенные для механизированной подачи рафинирующей смеси на поверхность металла в чугунном желобе [6]. Расходные бункера питателей емкостью 2 м<sup>3</sup> заполняются 1-2 раза в смену и вмещают 2,7-2,8 т смеси ИРС-2 фракцией 0-10 мм. Выдача смеси из бункеров осуществляется дозаторами, шнеки которых имеют наружный диаметр 270 мм и шаг 240 мм. Шнеки приводятся во вращение при помощи электродвигателей мощностью 1,5 кВт.

В июле-августе 2012 г. проведены опытно-промышленные исследования, в ходе которых было проанализировано влияние режимов механизированной подачи ИРС-2 на эффективность десульфурации металла. Установлено, что наиболее высокие значения степени десульфурации чугуна достигаются при быстрой выдаче всего количества десульфуратора в начальном периоде наполнения ковша (рис. 3). Это способствует быстрому формированию ковшевого шлака высокой основности в период, когда мощность перемешивания его с металлом наиболее высока.

В связи с этим для десульфурации чугуна на литейных дво-

рах ДП ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод» рекомендована технология, которая предусматривает обработку его рафинирующей смесью ИРС-2 основностью не менее четырех с расходом 5,0-5,5 кг/т. Смесь подается на поверхность металла в чугунном желобе непосредственно за скиммерной плитой. Подачу смеси целесообразно начинать после слива в ковш 5-7 т чугуна и заканчивать в течение 5-8 мин.

При выпуске в ковш 60-80 т металла и отсутствии в подаваемых под обработку ковшах остатков чугуна и большого количества шлака предыдущих наливов

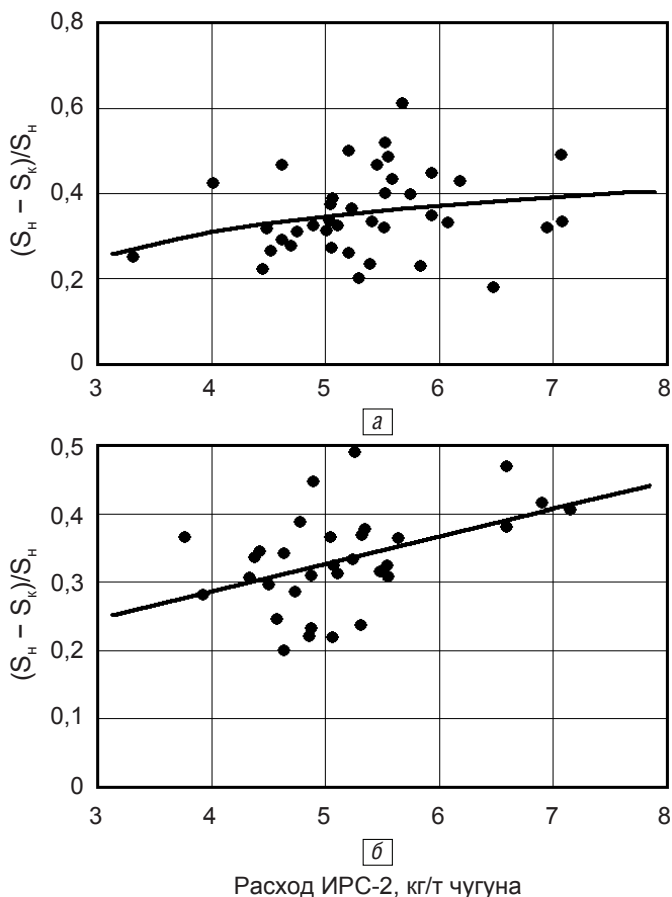


Рис. 2. Зависимость степени десульфурации металла от расхода рафинирующей смеси при обработке чугуна с содержанием серы, %: 0,024-0,060 (а) и 0,062-0,095 (б)

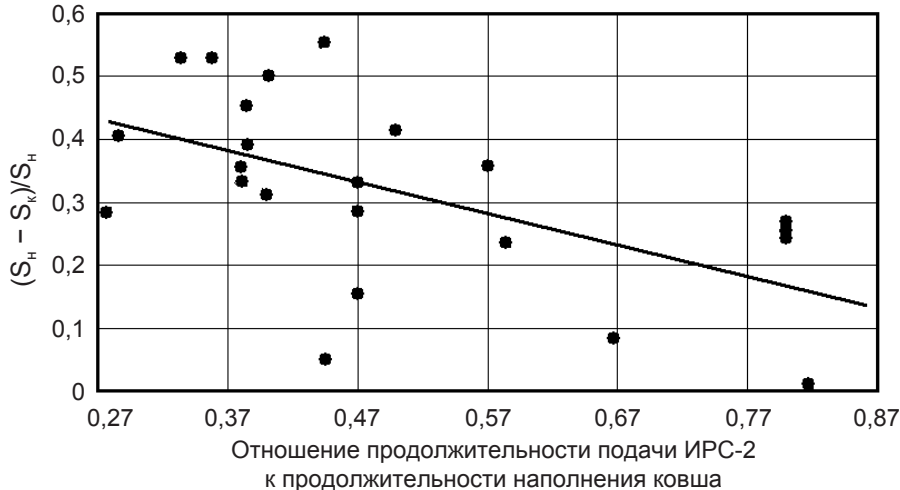


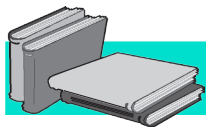
Рис. 3. Зависимость степени десульфурации чугуна от отношения продолжительности подачи ИРС-2 к продолжительности наполнения ковша

такая технология обеспечивает получение степени десульфурации чугуна 26-55 %.

При этом решающее влияние на результаты обработки оказывает чистота подаваемых под выпуск ковшей. При обработке металла в чистых чугуновозных ковшах степень десульфурации чугуна в ходе проведенного исследования изменялась в пределах

31,3-55,6 %. При наличии в ковшах остатков чугуна и большого количества ковшевого шлака степень десульфурации металла уменьшалась до 0-28,6 %.

Изменение концентрации серы в чугуне на выпуске из ДП и основности печного шлака существенно не влияют на эффективность десульфурации металла.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Использование смеси ИРС-2 для десульфурации чугуна в доменном цехе ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича» / А. М. Зборщик, Н. В. Косолап, Э. Н. Шебаниц и др. // Металл и литье Украины. – 2006. – № 6. – С. 20-22.
2. Внедоменная десульфурация чугуна в ОАО «ММК им. Ильича» / Е. А. Царицын, В. В. Климанчук, А. М. Зборщик и др. // Сталь. – 2007. – № 1. – С. 14-16.
3. Влияние основности ковшевого шлака на изменение содержания серы в чугуне в ковшах. / А. М. Зборщик, Н. Ф. Анищенко, В. П. Стец и др. // Металл и литье Украины. – 2010. – № 12. – С. 14-17.
4. Использование смеси ИРС-2 для производства низкосернистого чугуна для кислородно-конвертерного цеха ОАО «Металлургический комбинат «Азовсталь». / А. М. Зборщик, Н. Ф. Анищенко, В. П. Стец и др. // Труды XI конгресса сталеплавателей (г. Нижний Тагил, 3-8 октября 2010 г.). – М.: ОАО «Черметинформация», 2011. – С. 161-166.
5. Исследование десульфурации чугуна рафинирующей смесью ИРС-2 при выпуске в 100-тонные ковши. / Б. П. Крикунов, В. П. Ивлев, В. Е. Попов и др. // Металл и литье Украины. – 2011. – № 9-10. – С. 21-24.
6. Эффективность использования смеси ИРС-2 для десульфурации чугуна на литейных дворах доменных печей ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод. / С. А. Иванов, Д. В. Горин, А. Б. Гринишин и др. // Инновационные технологии внепечной металлургии чугуна и стали: Сб. науч. тр. под ред. проф. Дюдкина Д. А., проф. Смирнова А. Н. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – С. 29-37.

### Анотація

Аніщенко М. Ф., Зборщик О. М., Стець В. П., Рижов М. В., Шаповал І. М., Крикунов Б. П., Івлєв В. П., Гринишин А. Б.

Десульфурация чавуну на ливарних дворах доменних печей  
ПрАТ «Донецксталь» – металургійний завод»

Проаналізовано результати дослідно-промислових досліджень десульфуратії чавуну на ливарних дворах доменних печей ПрАТ «Донецксталь» – металургійний завод» під час випуску плавки у 100-т чавуновозні ковші. Десульфуратію чавуну вели з використанням попередньо переплавленої легкоплавкої шлакоутворювальної суміші ИРС-2, яку за допомогою механічного дозатора подавали на поверхню металу у чавунному жолобі безпосередньо за скімерною плитою. Наведено залежності ступеня десульфуратії чавуну від питомої витрати суміші, вмісту сірки в металі на випуску з печі, основності пічного шлаку, режиму подачі десульфуратора.

### Ключові слова

чавун, позадоменна десульфуратія, попередньо переплавлена шлакоутворювальна суміш, ИРС-2

### Summary

Anishchenko N. F., Zborshchik A. M., Stets V. P., Ryzhov M. V., Shapoval I. N., Krikunov B. P., Ivlev V. P., Grinishin A. B.

Hot metal desulphurization at blast furnace cast houses of «Donetssteel» – metallurgical plant» PJSC

The results of industrial researches of hot metal desulphurization at blast furnace cast houses of «Donetssteel» – metallurgical plant» PJSC during tapping of heat in 100-t iron ladles have been analyzed. Hot metal desulphurization was carried out with premelted slag-making mixture IRS-2 of low melting temperature, which was loaded on the metal surface in iron runner behind the skimmer with the help of mechanical feeder. Dependences of hot metal desulphurization rate on the specific mixture consumption, sulphur content in iron when tapping from blast furnace, blast furnace slag basicity and desulphurizer loading conditions are given.

### Keywords

hot metal, out-of-furnace desulphurization, premelted slag-making mixture, IRS-2

Поступила 11.12.12