

Ключові слова: металургійний кокс, скіповий кокс, міцнісні показники, гаряча міцність коксу.

A.V. Yemchenko *, S.A. Medyantsev *, S.L. Yaroshevskiy **, A.V. Kuzin **

*CJSC "Donetsksteel"-Metallurgical Plant", Donetsk

**Donetsk National Technical University, Donetsk

STUDY OF THE STRENGTH PROPERTIES OF VARIOUS COKE SIZE CLASSES

Long experience in blast furnace melting showed that modern blast furnace technology with injection of large amounts of extra fuel in the furnace hearth, particularly pulverized coal fuel, cannot be fulfilled with the use of poor quality coke. Therefore, the question becomes relevant as for the quality of separate class of coke size, produced as skip coke. The selection of coke classes of 25-40, 40-60, 60-80 and >80 mm was fulfilled at chemical-recovery plants, the weight of individual classes of coke being >250 kg. Sieving of metallurgical coke by size classes was conducted in accordance with GOST 5954.1-91, identification of the mechanical strength of coke on M25 and M10 – according to DSTU 2206-93, identification of indicators of coke CSR and CRI – according to DSTU 4703:2006. The studies of the quality of separate classes of coke size for conditions of PJSC «Makeevka Coking Plant» are fulfilled. It is shown that the best indicators of CSR and CRI have coke classes of 60-80 and 40-60 mm. For example, the value of CSR for classes 60-80 and 40-60 mm is higher than for the class of 25-40 mm. As the coke size lowers the index value M25 of coke changes from 90.1 to 88.4%, and CRI – from 29.3 to 35.9%. However, because of the insufficient amount of the selected coke class of >80 mm for the research the results are unaccomplished. The studies of the quality of separate classes of coke size for conditions of PJSC «Yasinovka Coking Plant» are fulfilled. It is shown that in terms of CSR the best coke classes were 60-80 and 40-60 mm (54.6 and 53.5% respectively), the worst – 25-40 and >80 mm (50.1 and 48.5% respectively). The index value M25 of coke increases from 86.6 to 90.6% in the following order: 25-40, >80, 60-80 and 40-60 mm. The lowest index value of M10 was observed with coke class of >80 mm, and the maximum in the order it increases – with the coke class of 60-80, 25-40 and 40-60 mm. Optimal fractions to produce skip coke with the best possible rates, are classes of 40-60 and 60-80 mm.

Keywords: metallurgical coke, skip coke, strength indices, the hot strength of coke.

УДК 669.162.463.2:721.4

А.М. ЗБОРЩИК (д-р техн.наук, проф.), **Ю.Ю. КУЛИШ**

Донецкий национальный технический университет, Донецк

ВЛИЯНИЕ НИТРИДООБРАЗОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕСУЛЬФУРАТОРА ПРИ ИНЖЕКТИРОВАНИИ МАГНИЯ В ЧУГУН АЗОТОМ

Проанализированы результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния применяемого в качестве транспортирующего газа азота на эффективность использования магния для внедоменной десульфурации чугуна. Показано, что значительных потерь магния в результате взаимодействия с азотом не происходит. Это поз-

воляет с достаточной для практических целей точностью рассматривать азот как нейтральный по отношению к магнию газ.

Ключевые слова: чугун, внедоменная десульфурация, гранулированный магний, транспортирующий газ, азот.

Введение

Азот широко применяется в качестве транспортирующего газа для инжестрирования магния в металл при внедоменной десульфурации чугуна. Однако, в настоящее время в научно-технической литературе содержатся крайне противоречивые сведения о возможном его влиянии эффективность обработки [1-8]. Поэтому в настоящей работе ставилась задача уточнить характер влияния азота на эффективность использования десульфуратора.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований и их обсуждение

Возможность образования и устойчивого существования в чугуне нитридов магния при инжестрировании гранулированного магния в металл азотом наиболее полно проанализирована авторами работы [9], которые рассматривали термодинамические условия протекания следующих реакций (рис. 1).

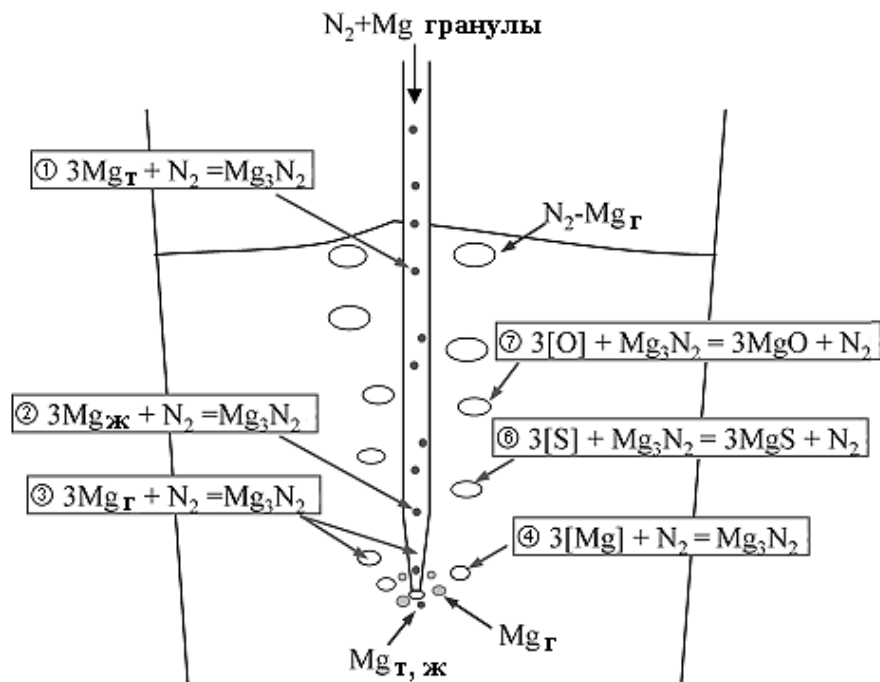


Рисунок 1 – Реакции, протекающие при инжестрировании гранулированного магния в чугун в потоке азота.

При движении двухфазного потока вдоль фурмы азот может взаимодействовать с твёрдым и жидким магнием по реакциям



$$\Delta G_1^0 = -460200 + 202,9T \text{ Дж/моль (298 – 922K);}$$



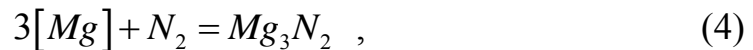
$$\Delta G_2^0 = -489440 + 232,6T \text{ Дж/моль (922 – 1362K).}$$

В нижней части фурмы возможно частичное испарение магния и протекание реакции



$$\Delta G_3^0 = -868200 + 510,8T \text{ Дж/моль (1372 – 1700K).}$$

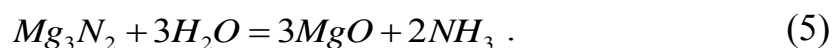
В объёме чугуна вблизи выходного отверстия фурмы происходит испарение магния и частичное растворение его в металле. Поэтому азот может взаимодействовать как с газообразным, так и с растворённым в чугуне магнием по реакции



$$\Delta G_4^0 = -810000 + 468,4T \text{ Дж/моль.}$$

С точки зрения термодинамики взаимодействие магния с азотом по реакциям (1) и (2) возможно. Однако, учитывая сравнительно низкие температуры, высокую скорость двухфазного потока в фурме, наличие на поверхности гранул магния защитного солевого покрытия и др., авторы работы [9] пришли к выводу, что эти реакции не получают существенного развития.

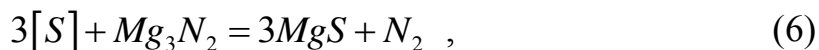
В непосредственной близости от выходного отверстия фурмы термодинамические и кинетические условия протекания реакций (3) и (4) весьма благоприятны. Экспериментальным подтверждением образования нитрида магния по реакции (3) могут служить данные работы [6], авторы которой в ходе лабораторного исследования десульфурации чугуна инжестированием магния в потоке азота наблюдали случаи закупоривания внутреннего канала фурмы. Рентгеноспектральный анализ вещества, которое закупоривало канал фурмы, показал наличие в его составе Mg_3N_2 , MgO , металлического магния и др. В промышленных условиях при вдувании магния в чугун через фурмы с испарительными камерами на внутренней поверхности камер обычно наблюдаются отложения, для удаления которых поверхность камеры опрыскивают водой. При этом ощущается характерный запах аммиака, образующегося по реакции



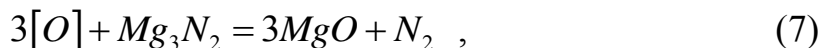
Образовавшиеся вблизи выходного отверстия фурмы нитриды магния выносятся из металла всплывающими пузырями газа или остаются в чугуне.

По мере всплывания пузырей давление в них понижается. Кроме того, в результате взаимодействия с примесями чугуна уменьшается содержание магния в газовой фазе. Поэтому в верхних горизонтах ковша реакции (3) и (4) могут протекать в направлении диссоциации нитрида магния.

В объёме чугуна и у поверхности всплывающих пузырей возможно протекание реакций



$$\Delta G_6^0 = -345840 - 1,94T \text{ Дж/моль};$$



$$\Delta G_7^0 = -978450 + 115,9T \text{ Дж/моль}.$$

Термодинамические условия протекания реакций (6) и (7) авторы работы [9] считают весьма благоприятными, так как, согласно выполненной ими оценке, в равновесии с нитридом магния при 1350°C содержание серы в чугуне не превышает 10⁻⁴%, а содержание кислорода на несколько порядков меньше фактической концентрации его в металле.

Результаты приведённого выше анализа свидетельствуют о том, что негативное влияние азота на эффективность десульфурации чугуна магнием становится возможным, если образовавшиеся вблизи выходного отверстия фурмы нитриды магния выносятся из металла или подвергаются термической диссоциации вблизи поверхности расплава, в результате чего образующийся при диссоциации нитридов газообразный магний не успевает взаимодействовать с примесями чугуна.

Для количественной оценки потерь магния при использовании в качестве транспортирующего газа азота необходимо сравнить эффективность десульфурации чугуна при инжектировании магния в металл азотом и аргоном. Если эти исследования проведены в ковшах разного тоннажа, а также при использовании существенно отличающихся режимов обработки, сравнение результатов возможно только при наличии математической модели, которая корректно отражает влияние параметров технологического процесса на результаты обработки.

В работе [10] показано, что изменение растворимости магния в чугуне и условий растворения его в обрабатываемом металле не оказывает существенного влияния на эффективность десульфурации. Это возможно только в случае, когда сера удаляется из чугуна, главным образом, в результате гетерогенной реакции у поверхности всплывающих в металле пузырей пара десульфуратора.

В работах [11,12] описана математическая модель десульфурации чугуна всплывающими пузырями парообразного магния и инертного газа. На примере приведённых авторами работы [7] результатов опытно-промышленного исследования десульфурации чугуна инжектированием порошкообразного магния в потоке азота показано, что эта модель позволяет с достаточной точностью прогнозировать влияние изменения концентрации серы в металле, температуры чугуна и параметров технологического процесса на эффективность обработки.

В табл. 1 представлены для сравнения результаты десульфурации чугуна инжектированием гранулированного магния в заливочные ковши ста-

леплавильных цехов в потоке аргона и азота на металлургических предприятиях Украины и Китая, опубликованные авторами работы [9] со ссылкой на работу [14].

Таблица 1 – Результаты десульфурации чугуна инжектированием гранулированного магния в потоке азота и аргона.

Технологические параметры	Китай	Украина
Транспортирующий газ	Азот	Аргон
Масса чугуна, т	200	300
Высота металла в ковше, м	3	4
Глубина ввода магния, м	2,9	3,8
Температура чугуна, °С	1350	1300
Расход газа, нм ³ /ч	130	100
Расход магния, кг/мин	9	10
Содержание серы в чугуне, %:		
начальное	0,027	0,025
конечное	0,007	0,007
Удельный расход магния, кг/т чугуна	0,25	0,21

Обработка при помощи указанной выше математической модели данных о десульфурации чугуна в 300-т ковше с использованием в качестве транспортирующего газа аргона показала, что они могут быть описаны с использованием численного значения коэффициента K , равного $0,113 \text{ м}^{-1}$. Найденное значение этого коэффициента было использовано для оценки результатов десульфурации чугуна в 200-т ковше с применением в качестве транспортирующего газа азота. При понижении содержания серы в чугуне от 0,027 до 0,007% среднее за время обработки расчётное значение степени использования магния на десульфурацию чугуна ($\bar{\eta}_S$) получено равным 0,657, что соответствует удельному расходу магния 0,231 кг/т. С учётом того, что указанная авторами работы [14] глубина ввода магния в металл в 200-т ковше представляется несколько завышенной, расчётная величина удельного расхода магния практически совпадает с приведённым в табл. 1 фактическим его значением.

Критически оценивая данные в табл. 1, необходимо отметить, что такие значения $\bar{\eta}_S$ могут быть получены только в отдельных случаях, когда эффективность обработки по ряду причин была наиболее высокой. Средние для большого массива ковшей значения $\bar{\eta}_S$ обычно значительно ниже.

Исследования десульфурации чугуна в крупных заливочных ковшах инжектированием гранулированного магния в потоке аргона выполнялись на опытно-промышленной установке в кислородно-конвертерном цехе (ККЦ) комбината «Азовсталь» [5,16]. Результаты исследования представлены на рис. 2 [15].

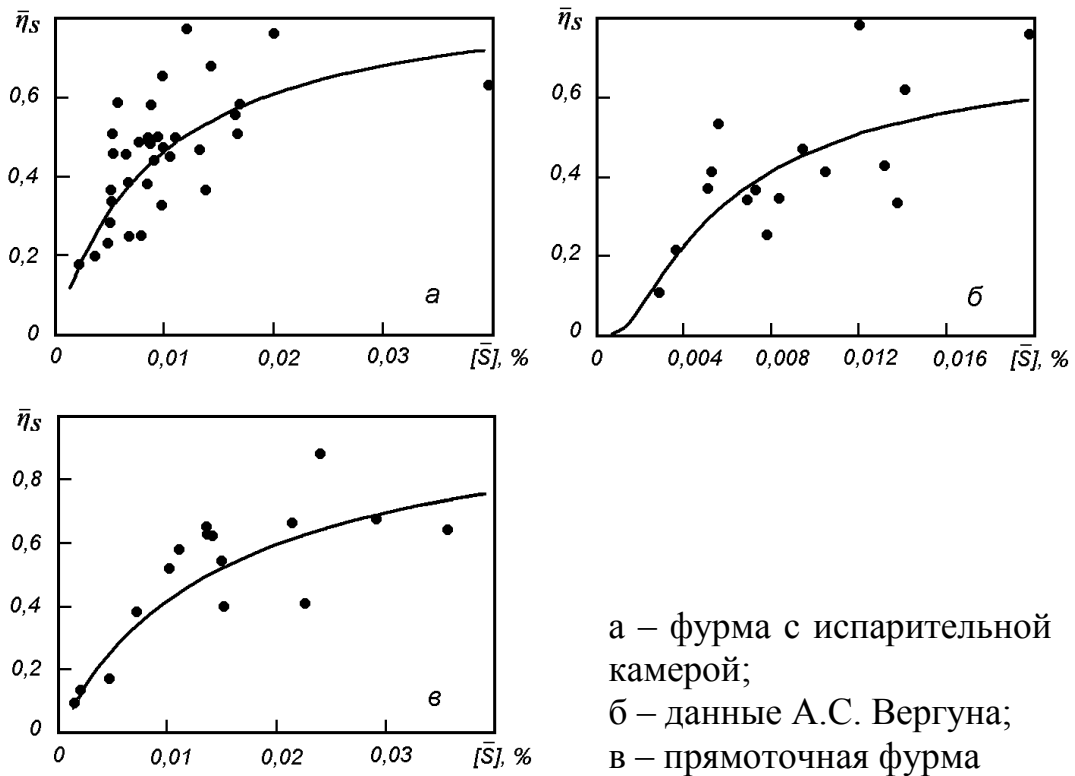


Рисунок 2 – Зависимость степени использования магния на десульфурацию чугуна от концентрации серы в металле при инжектировании магния в заливочные ковши в потоке аргона

На рис. 2, а, показаны результаты, полученные при подаче магния в металл через фурмы с испарительными камерами [5]. В этих экспериментах масса обрабатываемого чугуна изменялась от 245 до 295 т, в среднем составляя 264,8 т. Температура чугуна перед обработкой находилась в пределах 1260 – 1340°С, содержание серы – 0,004 – 0,045%. Удельный расход магния изменялся от 0,04 до 0,316 кг/т. Статистическая обработка результатов исследования показала, что в этих условиях зависимость $\bar{\eta}_s$ от среднего за время обработки содержания серы в металле ($[\bar{S}]$) описывает уравнение

$$\bar{\eta}_s = \left(1,13257 + \frac{0,0102292}{[\bar{S}]} \right)^{-1} \quad (8)$$

На рис. 2, б, показаны результаты аналогичного исследования, приведённые в работе А.С. Вергуна [16]. Исходя из этих данных, зависимость $\bar{\eta}_s$ от $[\bar{S}]$ может быть получена в виде

$$\bar{\eta}_s = \exp \left(-0,282335 - \frac{0,00480611}{[\bar{S}]} \right). \quad (9)$$

На рис. 2, в, показаны результаты, полученные при подаче магния в металл через прямоточные фурмы [5]. В этих экспериментах масса обрабатываемого чугуна изменялась от 232 до 311 т, в среднем составляя 292 т. Температура чугуна перед обработкой находилась в пределах 1255 – 1320°С, содержание серы – 0,002 – 0,046%. Удельный расход магния изменялся от 0,073 до 0,316 кг/т. Полученную по результатам этого исследования зависимость $\bar{\eta}_S$ от $[\bar{S}]$ описывает уравнение

$$\bar{\eta}_S = \left(0,971881 + 0,0144078 / [\bar{S}] \right)^{-1}. \quad (10)$$

Анализ данных на рис. 2 показывает, что средние значения $\bar{\eta}_S$ во всех рассмотренных случаях значительно ниже рассчитанных на основании данных табл. 1.

В настоящее время металлургические предприятия России и Украины освоили технологию десульфурации чугуна в крупных заливочных ковшах инжектированием гранулированного магния совместно с порошкообразной флюидизированной известью. Эффективность использования десульфураторов в этом процессе проанализирована авторами работ [17-19], в которых показано, что вдуваемая вместе с магнием в металл известь не оказывает существенного влияния на результаты обработки. Это позволяет провести непосредственное сравнение эффективности десульфурации чугуна в крупных заливочных ковшах при использовании в качестве транспортирующего газа аргона и азота.

При инжектировании магния и флюидизированной извести азотом в заливочные ковши кислородно-конвертерного цеха ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» масса обрабатываемого чугуна изменялась от 244 до 311 т, в среднем составляя 280,7 т. На основании результатов этого исследования зависимость $\bar{\eta}_S$ от $[\bar{S}]$ получена в виде

$$\bar{\eta}_S = -0,124837 + 4,22274 \sqrt{[\bar{S}]}. \quad (11)$$

При инжектировании магния и флюидизированной извести азотом в заливочные ковши ККЦ ПАО «Алчевский металлургический комбинат» масса обрабатываемого чугуна изменялась от 242 до 299 т, составляя в среднем 275 т. Для доставки чугуна в ККЦ ПАО «Алчевский металлургический комбинат» используются ковши миксерного типа, поэтому температура чугуна перед началом обработки была выше – 1350 – 1430°С. Для этих условий зависимость $\bar{\eta}_S$ от $[\bar{S}]$ описывается уравнением

$$\bar{\eta}_S = \exp \left(-0,315121 - 0,00804182 / [\bar{S}] \right). \quad (12)$$

При малых $[\bar{S}]$ рассчитанные по уравнениям (8) – (10) величины $\bar{\eta}_S$ значительно выше полученных по уравнениям (11) и (12). При высоких значениях $[\bar{S}]$ расчёты по уравнениям (8) – (12) дают практически одинаковые результаты. Такой характер зависимостей объясняется особенностями технологии получения низкосернистого чугуна в ККЦ комбината «Азовсталь» в ходе описанных выше исследований.

В то время проведения описанных выше исследований содержание серы на выпуске из доменных печей комбината «Азовсталь» изменялось от 0,03 до 0,12%. Поэтому для получения металла с особо низким содержанием серы требовалась двойная обработка чугуна магнием. Практически все количество чугуна подвергалось десульфурации в доменном цехе и поступало в миксерное отделение ККЦ с содержанием серы 0,005 – 0,03% [20]. Часть металла дополнительно обрабатывали в заливочных ковшах после удаления миксерного шлака.

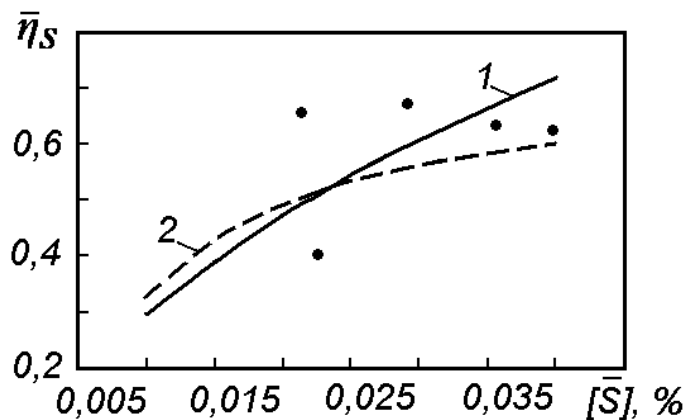
При переработке в ККЦ комбината «Азовсталь» чугуна, подвергнувшегося десульфурации магнием, концентрация растворенного в металле магния в миксерах и заливочных ковшах близка к равновесной с серой чугуна [21]. Поэтому при рафинировании в заливочных ковшах чугуна, предварительно прошедшего глубокую десульфурацию в доменном цехе, до начала обработки в металле уже имелось значительное количество магния. Это, безусловно, способствовало повышению эффективности использования магния на десульфурацию чугуна при обработке его в заливочных ковшах.

Этот вывод подтверждается анализом результатов десульфурации чугуна, приведённых на рис. 2. Согласно данным работы [21] при температуре 1300°C значительное увеличение концентрации магния в чугуне наблюдается при содержании серы менее 0,015%. При вводе магния в металл через фурмы с испарительными камерами (рис. 2, а, б) доли ковшей с исходным содержанием серы 0,004 – 0,015% составляли соответственно 64,7 и 68,7%. При подаче магния через прямоточные фурмы доля ковшей с исходным содержанием серы 0,002 – 0,015% была равной 31,2%. В результате этого при $[\bar{S}]$ менее 0,015% рассчитанные по уравнению (8) значения $\bar{\eta}_S$ получаются выше рассчитанных по уравнению (10) на 0,05 – 0,03. При $[\bar{S}]$, равных 0,020% и более, результаты расчётов по уравнениям (8) и (10) практически не отличаются.

Таким образом, высокая эффективность десульфурации чугуна при малых значениях $[\bar{S}]$ в заливочных ковшах ККЦ комбината «Азовсталь» объясняется, скорее всего, тем, что эта обработка проводилась после предварительной десульфурации чугуна магнием в чугуновозных ковшах [15].

С учётом этого из данных на рис. 2, а, в, были отобраны результаты обработки чугуна с исходным содержанием серы 0,033 – 0,047%, который не подвергался предварительной десульфурации в чугуновозных ковшах.

Как видно из рис. 3, при обработке этих ковшей эффективность использования магния на десульфурацию чугуна не отличалась от результатов, достигнутых при инжестировании магния в металл азотом.



1 – результаты расчёта по уравнению (11); 2 – результаты расчёта по уравнению (12)

Рисунок 3 – Результаты десульфурации чугуна в заливочных ковшах инжестированием магния азотом и аргоном

Выводы

Результаты описанного выше исследования дают основания утверждать, что при десульфурации чугуна инжестированием магния в металл в потоке азота значительных потерь магния не происходит. Это позволяет при выполнении технологических расчётов с достаточной для практических целей точностью рассматривать азот как нейтральный по отношению к магнию газ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вдувание в чугун порошкового магния в струе различных газов / Н.А. Воронова, П.И. Стовпченко, К.В. Шадрин, Ю.А. Лымарь // Интенсификация металлургических процессов вдуванием порошкообразных материалов: тр. респ. науч. конф., 15 – 17 декабря 1970 г. – М.: Металлургия, 1972. – С. 66–72.
2. Разработка и исследование технологического процесса внепечной обработки чугуна магнием, вводимым в металл в струе природного газа / Н.А. Воронова, Б.В. Двоскин, Д.В. Гулыга [и др.] // Сталь. – 1985. – № 2. – С. 13–15.
3. Двоскин Б.В. Разработка, исследование и внедрение технологического процесса внепечной обработки чугуна магнием, вводимым в металл в струе природного газа / Б.В. Двоскин, Д.В. Гулыга, Н.С. Харченко // Внепечная обработка металлических расплавов: сб. науч. тр. ; редкол.: В.И. Найдек (отв. ред.) и др. – К.: ИПЛ АН УССР, 1986. – С. 18–21.
4. Выбор оптимального процесса обработки чугуна магниесодержащими реагентами / А.Ф. Шевченко, Б.В. Двоскин, Н.Т. Ткач [и др.] // Труды четвертого конгресса сталеплавателей (Москва, 7 – 10 октября 1996 г.). – М.: ОАО «Черметинформация», 1997. – С. 229–232.

5. Шевченко А.Ф. Технология и оборудование десульфурации чугуна магнием в большегрузных ковшах / А.Ф. Шевченко, В.И. Большаков, А.М. Башмаков. – К.: Наукова думка, 2011. – 205 с.
6. Десульфурация при вдувании магния в чугун / К. Nakanishi, A. Ejima, T. Suzuki, F. Sudo // Тэцу то хаганэ, Tetsu-to-Hagane, Journal of Iron and Steel Institute Japan. – 1978. – V. 64. – № 9. – P. 1323–1332.
7. Зборщик А.М. Влияние скорости диссипации энергии на кинетику реакции десульфурации чугуна магнием / А.М. Зборщик // Металлы. – 1999. – № 4. – С. 19–20.
8. Зборщик А.М. Влияние азота на эффективность десульфурации чугуна магнием / А.М. Зборщик, П.Е. Власов, И.В. Черкашин // Известия вузов. Черная металлургия. – 1986. – № 6. – С. 15.
9. Sun H. Thermodynamic and Kinetic Analysis of Nitrogenization in Desulfurization of Hot Metal by Magnesium Injection / H. Sun, Y.-C. Liu, M.-J. Lu // Iron and Steel Institute Japan International. – 2009. – V. 49. – № 6. – P. 771–776.
10. Зборщик А.М. Влияние условий растворения магния в чугуне на эффективность десульфурации металла / А.М. Зборщик // Известия вузов. Черная металлургия. – 2010. – № 7. – С. 21–24.
11. Доменный чугун с шаровидным графитом для крупных отливок / А.М. Зборщик, В.А. Курганов, Ю.Б. Бычков [и др.] – М.: Машиностроение, 1995. – 128 с.
12. Зборщик А.М. О десульфурации чугуна инжестированием магния в струе природного газа / А.М. Зборщик, Н.Т. Лифенко // Известия АН СССР. Металлы. – 1990. – № 1. – С. 21–25.
13. Бигеев А.М. Металлургия стали: [учебник для вузов] / А.М. Бигеев. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Металлургия, 1988. – 480 с.
14. Niu L. Application Results of New Process for Hot Metal Desulphurization with Granular Magnesium / L. Niu, H. Zhuang // Research on Iron and Steel. – 2005. – V. 142. – № 1. – P. 52–54.
15. Зборщик А.М. Особенности кинетики десульфурации чугуна в заливочных ковшах комбината «Азовсталь» / А.М. Зборщик // Сталь. – 2005. – № 10. – С. 54–57.
16. Вергун А.С. Развитие теории и разработка ресурсо- и энергосберегающих технологий ковшевого рафинирования чугуна перед кислородно-конвертерной плавкой: дис. ... докт. техн. наук: 05.16.02 / Александр Сергеевич Вергун. – Днепропетровск, 2003. – 388 с.
17. Эффективность современных технологий внедоменной десульфурации чугуна / А.М. Зборщик, С.В. Куберский, К.Е. Писмарев [и др.] // Известия вузов. Черная металлургия. – 2009. – № 11. – С. 10–12.
18. Эффективность использования флюидизированной извести для десульфурации чугуна в 300-т заливочных ковшах / А.М. Зборщик, С.В. Куберский, Г.Я. Довгалюк, К.Е. Винник // Сталь. – 2011. – № 9. – С. 16–19.
19. Зборщик А.М. Эффективность использования реагентов в современных процессах внедоменной десульфурации чугуна / А.М. Зборщик, С.В. Куберский, Н.В. Косолап // Черная металлургия. Бюл. ин-та «Черметинформация». – 2011. – № 12. – С. 35–41.
20. Поживанов А.М. Опыт производства низкосернистых трубных сталей / А.М. Поживанов // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1992. – № 3. – С. 12–16.

21. Взаимосвязь концентраций серы и магния в чугунах при выпечном рафинировании / А.Ф. Шевченко, А.В. Зотов, Б.В. Двоскин [и др.] // Теория и практика металлургии. – 1999. – № 4. – С. 35–39.

Надійшла до редакції 31.05.2012

Рецензент д-р техн. наук, проф. О.М. Смірнов

О.М. Зборщик, Ю.Ю. Куліш

Донецький національний технічний університет, Донецьк

ВПЛИВ НІТРИДОУТВОРЕННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДЕСУЛЬФУРАТОРА ПРИ ІНЖЕКТУВАННІ МАГНІЮ У ЧАВУН АЗОТОМ

У статті проаналізовані результати теоретичних та експериментальних досліджень впливу застосовуваного як транспортувальний газ азоту на ефективність використання магнію для позадоменної десульфурзації чавуну. Показано, що значних втрат магнію в результаті взаємодії з азотом не відбувається. Це дозволяє при виконанні технологічних розрахунків з достатньою для практичних цілей точністю розглядати азот як нейтральний по відношенню до магнію газ.

Ключові слова: чавун, позадоменна десульфурация, гранульований магній, транспортувальний газ, азот.

A.M. Zborshchik, U.U. Kulish

Donetsk National Technical University, Donetsk

INFLUENCE OF NITROGENIZATION ON DESULFURIZER PERFORMANCE DURING MAGNESIUM INJECTION IN HOT METAL WITH NITROGEN

The results of theoretical and experimental investigations of the influence of nitrogen used as a transport gas on the efficiency of out-of-furnace hot metal desulphurization with magnesium have been analyzed. It has been shown that the reaction with nitrogen does not result in considerable magnesium losses. In technological calculations it allows regarding nitrogen as a gas neutral to magnesium.

Keywords: hot metal, out-of-furnace desulfurization, granulated magnesium, transport gas, nitrogen.

УДК 669.184

Б.О. АНТОНОВ, В.А. БАРАНОВСКИЙ,

Е.Н. ЛЕБЕДЕВ (канд. техн. наук, доц.)

Донецкий национальный технический университет, Донецк

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХСТАДИЙНОЙ ОТСЕЧКИ ШЛАКА В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ

Разработана и изготовлена физическая модель кислородного конвертера, позволяющая моделировать процесс выпуска стали и шлака. Проведены исследования по определению влияния вязкости шлака на его опережение потока стали во время наклона конвертера при выпуске. Подтверждено влияние межфазного натяжения поплавок –