

УДК 669.187

ВЛИЯНИЕ ВОДОРОДА НА ПРОЦЕСС ДЕСУЛЬФУРАЦИИ ЖЕЛЕЗА ПОРОШКООБРАЗНЫМ ФЛЮСОМ

Макаров М.А., младший научный сотрудник
Александров А.А., к.т.н., старший научный сотрудник (a.a.alexandrov@gmail.com)
Дашевский В.Я., д.т.н., зав. лабораторией

Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН
(119991, Россия, Москва, Ленинский пр., 49)

Аннотация. Исследован процесс десульфурации жидкого железа при обработке порошкообразным флюсом (20 % CaO – 60 % Al₂O₃ – 20 % CaF₂) с одновременной продувкой водородом. Присутствие водорода, растворенного в расплаве, оказывает положительное влияние на десульфурацию, поскольку раскисление жидкого металла водородом увеличивает полноту протекания процесса десульфурации. Десульфурацию жидкого железа шлакообразующей смесью и продувку расплава водородом следует проводить одновременно.

Ключевые слова: железо, десульфурация, порошкообразный флюс, водород.

DOI: 10.17073/0368-0797-2015-7-538-539

Для десульфурации металлического расплава порошкообразным флюсом используют метод вдувания порошков в жидкий металл. Вдувают (в струе аргона или азота) флюсы на базе извести и плавикового шпата или смеси, содержащие, кроме шлакообразующих, также металлический кальций (иногда магний). Опыт показал, что вдувание в металл порошкообразных реагентов является одним из эффективных способов повышения качества стали.

При циркуляционном вакуумировании в RH-установке для десульфурации жидкого металла используют различные способы введения десульфурующей смеси в камеру: вдувают порошкообразные материалы в нижнюю часть вакуум-камеры, на поверхность металла в вакуум-камере, через фурму или засыпают флюс в вакуум-камеру. Установлено, что содержание серы в стали снижается во времени с момента подачи на поверхность или вдувания в объем стали порошкообразного флюса, а конечное содержание серы зависит от массы флюса, его состава и расхода газа на перемешивание [1].

Экспериментально изучен процесс десульфурации жидкого железа порошкообразным флюсом (20 % CaO – 60 % Al₂O₃ – 20 % CaF₂) при одновременной продувке расплава водородом. Эксперименты проводили в высокочастотной индукционной печи. Шихта состояла из карбонильного железа (0,01 % C, содержание других компонентов <0,01 %) и сульфида железа (32 % S) в количестве, необходимом для получения в металле требуемого содержания серы. Шихту загружали в тигель из Al₂O₃, который помещали в плавильную камеру. Масса шихты составляла ~200 г. Используемые в экспериментах газы (аргон, водород) предварительно проходили очистку. Экспериментальная установка описана в работе [2].

Процесс десульфурации изучали по двум вариантам – без продувки и с продувкой расплава водородом при 1873 К.

Вариант № 1. Шихту расплавляли в атмосфере аргона. По расплавлению металла отбирали пробу. После этого вводили порошкообразный флюс на зеркало металла и выдерживали 10 мин.

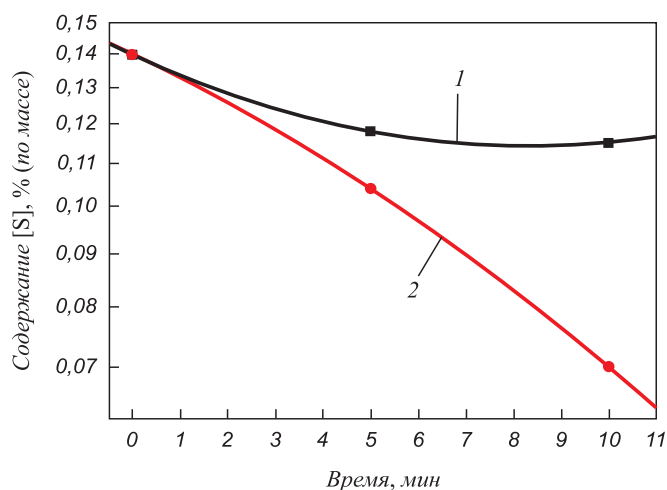
Вариант № 2. Шихту расплавляли в атмосфере аргона. По расплавлению металла отбирали пробу. После этого вводили порошкообразный флюс на зеркало металла. Выключали подачу аргона и с помощью фурмы, погруженной в расплав, продували водородом в течение 10 мин.

Пробы металла отбирали через каждые 5 мин и анализировали их на содержание серы. Результаты опытных плавов приведены в таблице и на рисунке.

**Зависимость содержания серы
от времени обработки расплава железа
порошкообразным флюсом
без продувки водородом (вариант 1)
и с продувкой водородом (вариант 2) при 1873 К**

**The dependence of the sulfur content from time of molten
iron processing with powdered flux by blowing with
(variant 1) and without hydrogen (variant 2) at 1873 K**

Номер варианта	Время, мин	[% S]
1	0	0,140
	5	0,118
	10	0,115
2	0	0,140
	5	0,104
	10	0,070



Изменение содержания серы в жидком металле после обработки порошкообразным флюсом:

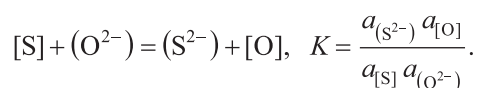
1 – без продувки водородом (вариант 1); 2 – с продувкой водородом (вариант 2)

Changes in the sulfur content in the molten metal after the treatment with powdered flux:

1 – blowing with hydrogen (variant 1); 2 – blowing without hydrogen

Водород, подаваемый вместе с порошкообразным флюсом, играет роль раскислителя, связывая растворенный в жидком железе кислород.

Удаление серы осуществляется при взаимодействии расплава со шлаком по реакции

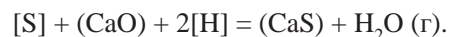


Десульфурация протекает тем полнее, чем больше активность кислорода в шлаке $a_{(O^{2-})}$ и чем меньше активность кислорода в металле $a_{[O]}$. При использовании оксида кальция в качестве десульфуратора при одно-

ременной продувке расплава водородом протекают реакции



суммарная реакция



Десульфурация протекает тем полнее, чем ниже концентрация кислорода в расплаве и чем выше активность CaO в шлаке. При обработке жидкого металла порошкообразным флюсом присутствие водорода, растворенного в расплаве, оказывает положительное влияние на процесс десульфурации, так как идет процесс раскисления жидкого металла. Поэтому перед десульфурацией металлического расплава порошкообразным флюсом и одновременно с ней необходимо раскислять металл водородом.

Выводы. Анализ полученных результатов позволяет заключить, что продувка металла водородом приводит не только к снижению концентрации кислорода в расплаве, но и способствует более глубокой десульфурации металла. Этот метод может быть рекомендован для использования при обработке металла в RH-вакууматоре с целью получения требуемых низких содержаний серы в металле.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лякишев Н.П., Шалимов А.Г. Развитие процессов циркуляционного вакуумирования // Национальная металлургия. 2003. № 3. С. 66–70.
2. Макаров М.А., Александров А.А., Дашевский В.Я. Исследование процесса глубокого обезуглероживания стали // Металлы. 2006. № 3. С. 1–5.

Поступила 27 апреля 2015 г.

IZVESTIYA VUZov. CHERNAYA METALLURGIYA = IZVESTIYA. FERROUS METALLURGY. 2015. Vol. 58. No. 7, pp. 538–539.

INFLUENCE OF HYDROGEN ON PROCESS OF IRON DESULFURIZATION BY POWDERED FLUX

Makarov M.A., Junior Researcher

Alexandrov A.A., Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher
(a.a.aleksandrov@gmail.com)

Dashevskii V.Ya., Dr. Sci. (Eng.), Head of the Laboratory

Institute of Metallurgy and Materials Science named after
A.A. Baykov, RAS (49, Leninskii ave., Moscow, 119991, Russia)

Abstract. The process of liquid iron desulfurization was investigated in the processing by powdered flux (20 % CaO – 60 % Al₂O₃ – 20 % CaF₂) with simultaneous hydrogen blowing. The presence of hydrogen, dissolved in the melt, has a positive effect on the desulfurization process, because the process of hydrogen deoxidation of liquid metal increases the completeness of desulfurization process. Desulfurization of liquid

iron by slag-forming mixture and hydrogen blowing of melt should be carried out simultaneously.

Keywords: iron, desulfurization, flux powder, hydrogen.

DOI: 10.17073/0368-0797-2015-7-538-539

REFERENCES

1. Lyakishev N.P., Shalimov A.G. Development of RH vacuum processes. *National'naya Metallurgiya*. 2003, no. 3, pp. 66–70. (In Russ.).
2. Makarov M.A., Aleksandrov A.A., Dashevskii V.Ya. Deep decarburization of steel. *Russian Metallurgy (Metally)*. 2006, no. 3, pp. 189–192.

Received April 27, 2015