

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 2 (2021)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано
Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация научных исследований по широкому спектру проблем в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства, химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/FUTF8491>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,344

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомолов Алексей Витальевич - к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна - к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Исаева КуралайСметкановна Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

***V. A. Chaikin, A. V. Chaikin**

Nosov G. I. Magnitogorsk State Technical University,
Russian Federation, Magnitogorsk

MATERIALS FOR STEEL DIFFUSION DEOXIDATION

The work carried out tests and implementation of a diffusion alumina-containing deoxidizer (RDA) for steels produced by LTD Metallurg SRD RAC according to TS 0826-003-47647304-2001.

The deoxidizer was used instead of traditional mixtures consisting of lime, FS65 ferrosilicon and fluorspar. RDA is a mixture of powders of carbon-, silicon- and aluminum-containing materials produced by physicochemical methods and had high dispersion.

With the use of RDA, 2,704.82 tons of billets were smelted, treated and poured. Carbonaceous material and FS65 were excluded from the diffusion deoxidation process. Fluorspar consumption was reduced by 50 %. The average consumption of RDA for this period was 0.41 kg / t (for comparison: the consumption of FS65 for diffusion deoxidation is 1 kg / t).

Keywords: steel, deoxidation, powder modifier, mixture, complex processing.

Introduction

One of the main trends for improving the quality of steel is processing with complex powder modifiers or ferroalloys, which provides grain refinement of steel, globalization of nonmetallic inclusions, exclusion of oxide lines or reduction of their size, cleaning grain boundaries, increasing plastic properties of metal, etc. [1–12].

In PB LLP «Casting» steel smelting is carried out in DSP-25N5 by a single-slag process with steel finishing at the automatic furnace. In the production of low-alloy steels (35GS, St3sp, St5sp, 70G and others), treatment is applied at the ladle-furnace unit, using various deoxidizers and modifiers (ferrosilicon, calcium silico, etc.), which do not have sufficient efficiency compared to with new modifiers offered by manufacturers in China, Russia and other countries [10–12].

Materials and methods

In this work, tests and implementation of a diffusion alumina-containing deoxidizer (RDA) for steels produced by LTD Metallurg SRD RAC according to TS 0826-003-47647304-2001 have been carried out. The acidizing agent was used instead of traditional mixtures consisting of lime, FS65 ferrosilicon and fluorspar. RDA is a mixture of powders of carbon-, silicon- and aluminum-containing materials. The main difference between powders is that they are produced by physicochemical means, and have a high dispersion, which gives the mixture new properties [13]. In addition, the mixture contains the optimal amount of surfactants, consisting of calcium-strontium carbonate,

potassium and sodium compounds, which give it fluidity and further activate it [14]. Dispersed and ultradispersed materials are increasingly used in industrial conditions to intensify processes [15]. The advantages of grinding materials can be seen in the example of calcium carbonate, which dissociates, additionally mixes and foams the slag, and increases its basicity. The interaction of calcium carbonate with slag occurs at the interface. When grinding a solid, its total surface increases with a constant total volume and mass. In other words, as the dispersion increases, the specific surface area of the system increases. Quantitative changes lead to the emergence of a new quality. From a physicochemical point of view, the most important consequence of an increase in dispersion is an increase in the specific reactivity of solids, which is often called activity.

The work evaluates the change in the process of reactivity of powders with different dispersion.

Two monodisperse CaCO_3 powders are considered, consisting of spherical particles with sizes r_1 and r_2 . Based on the fact that the molar volume V is M / d (and, assuming that all particles are spheres of the same radius), the number of particles contained in one mole of the considered powders is

$$n_1 = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi dr_1^3} \quad (1)$$

$$n_2 = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi dr_2^3}, \quad (2)$$

where M – molecular weight;
 d – density of the powder.

The total surface area of particles with radius r_1 and r_2 , as well as the corresponding free surface energy, is

$$S_1 = \frac{4\pi r_1^2 V}{\frac{4}{3}\pi r_1^3} = 3 \frac{V}{r_1} \quad (3)$$

$$F_1 = \frac{3\sigma V}{r_1} \quad (4)$$

$$S_2 = \frac{4\pi r_2^2 V}{\frac{4}{3}\pi r_2^3} = 3 \frac{V}{r_2} \quad (5)$$

$$F_2 = \frac{3\sigma V}{r_2} \quad (6)$$

where S_1 – surface area of particles with radius r_1 in volume V ;
 S_2 – surface area of particles with radius r_2 in volume V .

The different activity of powders is realized as the difference in the values of their free surface energy in the form of an isothermal difference in chemical potentials. Thus, based on one gram of a mole of solutions, we have:

$$\mu_1 - \mu_2 = \Delta\mu = \sigma (S_1 - S_2) = \sigma \left(\frac{3V}{r_1} - \frac{3V}{r_2} \right), \quad (7)$$

where μ – chemical potential of the components.

On the other hand, for the first powder, we can approximately write

$$\mu_1 = \mu_0 + RT \ln a_1, \quad (8)$$

where μ_0 – chemical potential of the components in its standard state;

R – universal gas constant;

T – temperature, K;

a – activity.

For another powder, we have:

$$\mu_2 = \mu_0 + RT \ln a_2, \quad (9)$$

then

$$\mu_1 - \mu_2 = \Delta\mu = RT \ln \frac{a_1}{a_2}. \quad (10)$$

Equating the right-hand sides of expressions (7) and (10), we gain:

$$RT \ln \frac{a_1}{a_2} = \sigma \left(\frac{3V}{r_1} - \frac{3V}{r_2} \right);$$

$$\ln \frac{a_1}{a_2} = \frac{3V\sigma}{RT} \left(\frac{3V}{r_1} - \frac{3V}{r_2} \right), \text{ or}$$

$$\ln \frac{a_1}{a_2} = \frac{3M\sigma}{RTd} \left(\frac{3V}{r_1} - \frac{3V}{r_2} \right). \quad (11)$$

During the dissociation of powders, the difference in the values of their free surface energy is realized in the form of isothermal work of dissociation. Thus, per gram of a mole of solutions, we have:

$$A_1 - A_2 = \Delta A = \sigma (S_1 - S_2) = \sigma \left(\frac{3V}{r_1} - \frac{3V}{r_2} \right). \quad (12)$$

On the other hand, for carbonate with a particle radius r_1 , we can approximately write

$$A_1 = A_0 + RT \ln K_{p1}. \quad (13)$$

For another carbonate with a particle radius r_2 we have:

$$A_2 = A_0 + RT \ln K_{p2}, \quad (14)$$

then

$$A_1 - A_2 = \Delta A = RT \ln \frac{K_{p1}}{K_{p2}}. \quad (15)$$

Equating the right-hand sides of expressions (12) and (15), we will have:

$$RT \ln \frac{K_{p1}}{K_{p2}} = \sigma \left(\frac{3V}{r_1} - \frac{3V}{r_2} \right);$$

$$\ln \frac{K_{p1}}{K_{p2}} = \frac{3V\sigma}{RT} \left(\frac{3V}{r_1} - \frac{3V}{r_2} \right),$$

или

$$\ln \frac{K_{p1}}{K_{p2}} = \frac{3M\sigma}{RTd} \left(\frac{3V}{r_1} - \frac{3V}{r_2} \right). \quad (16)$$

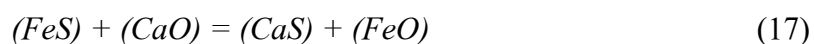
From equations (12 and 16) it follows that with a decrease in the size of particles of a solid, the activity of the system and the process of dissociation of carbonates are activated. In general, we can conclude: the greater the dispersion of the system, the higher its reactivity or physicochemical activity.

By means of similar calculations, one can draw a conclusion about the effect of dispersion on the reactivity or physicochemical activity of strontium carbonate, carbon, silicon, and, accordingly, on the kinetic characteristics of deoxidation reactions.

When RDA is fed to the slag, the dispersed components of the mixture contribute to the uniform distribution of the material over the surface of the slag in a short period of time. Calcium and strontium carbonates in the mixture instantly dissociate into CaO, SrO and CO₂. Ca and Sr oxides increase the basicity and sulphide-capacity of the slag,

CO₂ promotes the mixing of RDA with the slag. The compounds of sodium, potassium and aluminum oxides included in the RDA contribute to the liquefaction of the slag and make it reactive. In addition, the dispersed carbon-containing material additionally foams the slag due to the reaction of the reduction of oxides from the slag.

Foamed liquid slag shields arcs, promotes rapid heating of slag and metal [16]. Thus, ideal conditions are created for the further occurrence of reactions of reduction of oxides from slag with aluminum and silicon present in RDA, as well as desulfurization reactions:



Thus, the recovery period is shortened, and electricity is saved. Sulfides pass into slag according to the distribution law. The steel is found to have lower oxide and sulfur contents. Due to the decrease in non-metallic inclusions and oxide films in the steel, the liquidity of the melt increases.

90 experimental steel melts were carried out using RDA. A rational additive turned out to be 10 kg of the mixture (one packet). After the addition of RDA, intensive deoxidation and liquefaction of the slag occurred, accompanied by its foaming, as evidenced by the stabilization of arc combustion, which was characterized by a uniform and quiet hum. After the end of the reaction, the slag was visually fluid and reactive. Before the ladles were delivered to the continuous casting machine, slag samples were taken for analysis. Slag in the process of cooling crumbled into a white powder. This tendency was traced in all experimental heats.

Results and discussion

In the work, statistical processing of the chemical compositions of slags from experimental and ordinary heats was carried out. The results of the component compositions of slags obtained with the use of traditional mixtures for diffusional deoxidation of steel and with the use of RDA are shown in Table 1.

Table 1 – Results of statistical processing of chemical compositions of slags

Name	Average value	Minimum	Maximum	Dispersion, S ²	Aver. sq. deviation, S.	Coefficient of variations, %
FeO	1,358333	0,30000	3,00000	0,686288	0,828425	60,7
	1,91667	0,60000	4,40000	0,957879	0,978713	50,7
SiO ₂	24,90833	22,10000	26,70000	1,728106	1,314574	5,2
	27,29167	25,20000	29,50000	1,824470	1,350729	4,9
Al ₂ O ₃	1,88333	1,40000	2,20000	0,056061	0,236771	12,2
	1,48333	1,20000	1,70000	0,019697	0,140346	9,4
CaO	54,50833	51,70000	57,50000	4,395379	2,096516	3,8
	49,38333	46,00000	51,40000	2,617879	1,617986	3,2
MgO	5,65000	3,80000	6,70000	0,899091	0,948204	16,8
	7,70000	5,50000	11,90000	4,007273	2,001817	25,9
MnO	1,95000	0,80000	3,00000	0,520909	0,721740	36,9
	4,90833	2,10000	9,00000	4,368106	2,090001	42

Basicity	2,19167 1,81667	2,00000 1,70000	2,60000 2,00000	0,031742 0,008788	0,178164 0,093744	8,6
* the numerator indicates the results of heats using RDA deoxidizing mixtures, in the denominator - with traditional mixtures.						

As can be seen from the data in Table 1, the concentration of FeO in slags decreased by 29.3 %, MnO – by 60.2 %. Accordingly, the concentration of these oxides will decrease in the metal as well, which increases the mechanical properties of steels. It is important that the use of RDA promotes an increase in the basicity of slags, reduces the concentration of FeO. This has a positive effect on the process of melt desulfurization by reaction (15). This is confirmed by statistical processing of the sulfur content in steels. The amount of sulfur in the initial and final moments of steel processing was analyzed, the results obtained were compared with the data obtained during the statistical processing of ordinary heats. The processing results are presented in table 2.

Table 2 – The results of desulfurization of experimental and ordinary heats

Name	Average value	Minimum	Maximum	Dispersion, S ²	Aver. sq. deviation, S.	Coefficient of variations, %
Sulfur content before de-sulfuration, %	<u>0,0433*</u>	<u>0,031</u>	<u>0,063</u>	<u>0,0001</u>	<u>0,0071</u>	<u>16,48</u>
	0,0412	0,030	0,053	0,0000	0,0060	14,76
Sulfur content after desulfurization, %	<u>0,0251</u>	<u>0,009</u>	<u>0,041</u>	<u>0,0000</u>	<u>0,0063</u>	<u>15,33</u>
	0,0307	0,013	0,045	0,0000	0,0066	24,38
*the numerator indicates the results of heats with the use of deoxidizing mixtures of RDA, in the denominator - with traditional mixtures.						

From the data in Table 2 it can be seen that the average initial values of the sulfur content in the experimental heats are higher than in the ordinary ones. At the same time, the final concentration of sulfur, on the contrary, is higher in ordinary heats than in experimental ones. The minimum sulfur content in the experimental heats decreased to 0.009 %, and the maximum was practically equal to the upper control limit. The

coefficient of desulfurization also increased from 25.48 to 41.33 %. In addition, in experimental melts, desulfurization proceeds more stably.

Conclusions

Thus, we can confidently speak of an increase in the efficiency and stabilization of the removal of sulfur from steel. With the use of RDA, 2704.82 tons of billets were smelted, processed and poured. Carbonaceous material and FS65 were excluded from the diffusion deoxidation process. The consumption of fluorspar was reduced by 50 %. The average consumption of RDA for this period was 0.41 kg / t (for comparison: the consumption of FS65 for diffusion deoxidation is 1 kg / t).

Список использованных источников

1 **Поволоцкий, Д.Я., Кудрин В.А., Вишкарев А.Ф.** Внепечная обработка расплавов. – М. : МИСИС, 1995. – 256 с.

2 **Одесский, П. Д.** Микролегированные стали для северных и уникальных металлических конструкций / П.Д. Одесский, Л.А. Смирнов, Д.В. Кулик. Учебное пособие. – М. : Интернет инжиниринг, 2006. – 176 с.

3 **Ботников, С. А.** Влияние химического состава и технологии рафинирования низкоуглеродистой и среднеуглеродистой стали на параметры разлива сортовой МНЛЗ: автореф. ... канд. техн. наук. – Челябинск, 2009. – 23 с.

4 **Ахметов, А. Б., Толымбеков, М. Ж., Берг, А. А., Чекимбаев, А. Ф., Огурцов, Е. А., Камылина, Л. Н., Кусаинова, Г. Д.** Исследование природы неметаллических включений в слитках спокойных марок стали // Сб. научн. тр. ХМИ. – Алматы, 2002. – С. 801–804.

5 **Айзатулов, Р. С., Харлашин, П. С., Протопопов, Е. В., Назюта, Л. Ю.** Теоретические основы сталеплавильных процессов./ Подобщ.ред. Харлашина П. С. – М. : МИСИС, 2004. – 127–277 с.

6 **Toshihiko, E.** Optimizing Steelmaking System for Quality Steel Mass Production for Sustainable Future of Steel Industry // Steel research international. - Volume: 85. – Issue: 8. – P. 1274–1282. SpecialIssue: SI. – DOI: 10.1002/srin. 201300278. – Published: AUG 2014.

7 **Рябчиков, И. В.** Модификаторы и технологии внепечной обработки железоуглеродистых сплавов. – М. : Экомет, 2008. – 400 с.

8 **Голубцов, В. А.** Теория и практика введения добавок в сталь вне печи. – Челябинск. Б.и. 2006. – 423 с.

9 **Бегалиев, Р. А., Быков, П. О., Касимгаинов, А. Д.** Исследование влияния содержания углерода на степень усвоения ферросплавов при выплавке стали одношлаковым процессом в дуговой печи и дальнейшей обработкой на агрегате ковш-печь // Материалы международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XVI Сатпаевские чтения». Т. 14. – Павлодар : ПГУ имени С. Торайгырова, 2016. – С. 21–24.

10 **Скоробогатов, Ю. С., Быков, П. О., Алыбай, А. Ч., Бегалиев, Р. А.** Исследование процесса модифицирования стали барийсодержащими модификаторами

//Материалы международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XVI Сатпаевские чтения». 2 часть. – Павлодар : ПГУ имени С. Торайгырова, 2016. – С. 238–242.

11 **Чайкин, В. А., Чайкин, А. В., Каргинов, В. П. и др.** Дисперсная раскислительная смесь для диффузионного раскисления стали. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета. – 2008. – № 3. – С. 25–29.

12 **Чайкин, В. А.** Прогрессивные технологии с применением дисперсных модификаторов и рафинирующих смесей для внепечной обработки чугунов и сталей. – М. : Издательство МГОУ, 2012. – 274 с.

13 **Чайкин, В. А., Чайкин, А. В., Колколова, А. В. и др.** Совершенствование технологии выплавки сталей в ООО «Самарский завод технического литья» с применением дисперсных материалов // Тр. одиннадцатого съезда литейщиков России. – Екатеринбург (16–20 сентября 2013). – С. 78–83.

14 **Вдовин, К. Н., Феоктистов, Н. А., Пивоварова, К. Г. и др.** Флюсы для электрошлакового переплава конструкционных сталей. Электротехнология. – 2017. – № 4. – С. 13–19.

15 **Чайкин, В. А., Чайкин, А. В.** Применение диффузионных раскислительных и рафинирующих смесей при выплавке сталей и чугунов в электродуговых печах // Литейное производство сегодня и завтра: тр. международной научно-практической конференции / под ред. Косникова Г.А. – СПб. : Культ-информ.-пресс, 2014. – С. 161–164.

16 **Кожухов, А. А.** Оценка коэффициента использования тепла электрических дуг при плавке под вспененным шлаком в современных ДСП. Электротехнология. – 2015. – № 6. – С. 3–9.

References

1 **Povolockii, D. Ya., Kudrin, V. A., Vishkarev, A. F.** Vnepechnaya obrabotka rasplavov. – М. : MISIS, 1995. – 256 P.

2 **Odesskiy, P. D.** Mikrolegirovannye stali dlya severnyh i unikal'nyh metallicheskih konstrukcij / P. D. Odesskiy, L. A. Smirnov, D. V. Kulik. Uchebnoe posobie. – М. : Internet inzheniring, 2006. – 176 P.

3 **Botnikov, S. A.** Vliyanie himicheskogo sostava i tekhnologii rafinirovaniya nizkouglerodistoj i sredneuglerodistoj stali na parametry razlivki sortovoj MNLZ: avtoref. ... kand. tekhn. nauk. – CHelyabinsk, 2009. – 23 P.

4 **Ahmetov, A. B., Tolymbekov, M. Zh., Berg, A. A., Chekimbaev, A. F., Ogurcov, E. A., Kamylna, L. N., Kusainova, G. D.** Issledovanie prirody nemetallicheskih vklyuchenij v slitkah spo-kojnyh marok stali // Sb. nauchn. tr. HMI. – Almaty, 2002. – P. 801–804.

5 **Ajzatulov, R. S., Harlashin, P. S., Protopopov, E. V., Nazyuta, L. Yu.** Teoreticheskie osnovy staleplavil'nyh processov. / Podobshch.red. Harlashina P.S. – М. : MISIS, 2004. – 127–277 p.

6 **Toshihiko, E.** Optimizing Steelmaking System for Quality Steel Mass Production for Sustainable Future of Steel Industry // Steel research international. – Volume 85. – Issue 8. – P. 1274–1282. – Special Issue SI. – DOI: 10.1002/srin. 201300278. – Published: AUG 2014.

7 **Ryabchikov, I. V.** Modifikatory i tekhnologii vnepechnoj obrabotki zhelezouglerodistykh splavov. – M. : Ekomet, 2008. – 400 s.

8 **Golubcov, V. A.** Teoriya i praktika vvedeniya dobavok v stal' vne pechi. – Chelyabinsk. B.i. 2006. – 423 p.

9 **Begaliev, R. A., Bykov, P. O., Kasimgazinov, A. D.** Issledovanie vliyaniya sodержaniya ugleroda na stepen' usvoeniya ferrosplavov pri vyplavke stali odnoshlakovym processom v dugovoj pechi i dal'nejshej obrabotkoj na agregate kovshpech' // Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii molodyh uchenyh, magistrantov, studentov i shkol'nikov «XVI Satpaevskie chteniya». T.14. - Pavlodar : PGU imeni S. Torajgyrova, 2016. – P. 21–24.

10 **Skorobogatov, Yu. S., Bykov, P. O., Alybaj, A. Ch., Begaliev, R. A.** Issledovanie processa modifitsirovaniya stali barijsoder-zhashchimi modifikatorami // Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii molodyh uchenyh, magistrantov, studentov i shkol'nikov "XVI Satpaevskie chteniya". 2 chast'. – Pavlodar : PGU imeni S. Torajgyrova, 2016. – P. 238–242.

11 **Chaikin, V. A., Chaikin A.V., Karginov, V. P. i dr.** Dispersnaya raskislitel'naya smes' dlya diffuzionnogo raskisleniya stali. // Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo univer-siteta. – 2008. – № 3. – P. 25–29.

12 **Chaikin, V. A.** Progressivnye tekhnologii s primeneniem dispersnykh modifikatorov i rafiniruyushchih smesey dlya vnepechnoj obrabotki chugunov i stalej. – M. : Izdatel'stvo MGOU, 2012. – 274 p.

13 **Chaikin, V. A., Chaikin, A. V., Kolkolova, A. V. i dr.** Sovershenstvovanie tekhnologii vyplavki stalej v OOO «Samarskij za-vod tekhnicheskogo lit'ya» s primeneniem dispersnykh materialov // Tr. odinnadcatogo s'ezda litejshchikov Rossii. – Ekaterinburg (16–20 sentyabrya 2013). – P. 78–83.

14 **Vdovin, K. N., Feoktistov, N. A., Pivovarova, K. G. i dr.** Flyusy dlya elektroshlakovogo pereplava konstrukcionnykh stalej. Elektrometallurgiya. – 2017. – № 4. – P. 13–19.

15 **Chaikin, V. A., Chaikin, A. V.** Primenenie diffuzionnykh raskislitel'nykh i rafiniruyushchih smesey pri vyplavke stalej i chugunov v elektrodugovykh pechah // Litejnoe proizvodstvo segodnya i zavtra: tr. mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / pod red. Kosnikova G.A. SPb.: Kul't-inform.-press, 2014. – P. 161–164.

16 **Kozhuhov, A. A.** Ocenka koeffitsienta ispol'zovaniya tepla elektricheskikh dug pri plavke pod vspenennym shlakom v sovremennykh DSP. Elektrometallurgiya. – 2015. – № 6. – P. 3–9.

Material received on 15.06.21.

***В. А. Чайкин¹, А. В. Чайкин²**

^{1,2}Носов Г. И. атындағы Магнитогорск мемлекеттік техникалық университеті, Ресей Федерациясы, Магнитогорск қ.
Материал 15.06.21 баспаға түсті.

БОЛАТТЫ ДИФФУЗИЯЛЫҚ КЕСУГЕ АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАР

Жұмыста ТШ 0826-003-47647304-2001 бойынша «Металлург» ЖШҚ СРО РАЛ өндіретін болаттар үшін құрамында алюминий бар диффузионды тотықсыздандыргышты (РДА) сынау және енгізу жүргізілді.

Дезоксидтендіргіш әк, ферросилиций ФС65 және плавик шпатының дәстүрлі қоспаларының орнына қолданылды. РДА-бұл физика-химиялық жолмен алынған және жоғары дисперсиямен алынған көміртегі, кремний және алюминий ұстайтын материалдар ұнтақтарының қоспасы.

РДА пайдалану арқылы 2704,82 тонна дайындамалар балқытылды, өңделді және таратылды. Көміртекті материал және FS65 диффузиялық дезоксидтеу процесінен шығарылды. Плавикті шпаттың шығыны 50 % га азайды. Осы кезеңдегі РДА орташа шығыны 0,41 кг/т құрады (салыстыру үшін: диффузиялық дезоксидтеу үшін ФС65 шығыны 1 кг/т құрайды).

Кілтті сөздер: Болат, дезоксидтеу, ұнтақты модификатор, қоспа, кешенді өңдеу.

***В. А. Чайкин¹, А. В. Чайкин²**

^{1,2}Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова,
Российская Федерация, г. Магнитогорск.
Материал поступил в редакцию 15.06.21.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДИФФУЗИОННОГО РАСКИЛЕНИЯ СТАЛИ

В работе проведены испытания и внедрение раскислителя диффузионного алюминийсодержащего (РДА) для сталей, производимого ООО «Металлург» СРО РАЛ по ТУ 0826-003-47647304-2001.

Раскислитель применили взамен традиционных смесей, состоящих из извести, ферросилиция ФС65 и плавикового шпата. РДА представляет собой смесь порошков углерод-, кремний- и алюминийсодержащих материалов, полученных физико-химическим путем и обладающих высокой дисперсностью.

С использованием РДА было выплавлено, обработано и разлито 2704,82 тонн заготовок. Углеродсодержащий материал и ФС65 были исключены из процесса диффузионного раскисления. Расход плавикового шпата был уменьшен на 50 %. Средний расход РДА за данный период составил 0,41 кг/т (для сравнения: расход ФС65 для диффузионного раскисления составляет 1 кг/т).

Ключевые слова: сталь, раскисление, порошковый модификатор, смесь, комплексная обработка.

Теруге 15.06.21 ж. жіберілді. Басуға 29.06.21 ж. қол қойылды.
Электрондық баспа
3,99 Мб RAM
Шартты баспа табағы 13,9. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген З. С. Искакова
Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3809

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған
Торайғыров университеті
140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы
Торайғыров университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz
nitk.tou.edu.kz