

УДК 669.162

УНИКАЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ТЕРМОДИФФУЗИИ ЭЛЕМЕНТОВ В ЖИДКОМ ЧУГУНЕ

Скребцов А.М., д.т.н., профессор кафедры теории металлургических процессов и литейного производства

Терзи В.В., аспирант кафедры теории металлургических процессов

и литейного производства (v_i_t_o_ch_k_a@mail.ru)

Проценко Д.Н., аспирант кафедры теории металлургических процессов и литейного производства

Приазовский государственный технический университет

(87500, Украина, Донецкая обл., г. Мариуполь, ул. Университетская, 7)

Аннотация. Приведены температуры расплава и содержание элементов (С, Si, Mn, S, P) на различных уровнях доменной печи. Уникальность этого эксперимента заключается в том, что, в отличие от лабораторных установок, в естественных условиях доменной печи наблюдается идеальная теплоизоляция жидкого расплава со всех сторон и термодиффузия элементов (С, Si, Mn, S, P) в вертикальном направлении. По этим экспериментальным данным вычислили теплоту термодиффузии элементов расплава чугуна и показали, что углерод, кремний, марганец и фосфор, как в жидком, так и в твердом металле, премещаются в сторону более горячей части системы, а сера, наоборот, – в более холодную. Этот вывод может быть использован при описании существующих и создании новых процессов десульфурации металла.

Ключевые слова: диффузия, термодиффузия, теплота, элементы чугуна.

DOI: 10.17073/0368-0797-2015-10-785-786

Известно, что если в теле (твердом или жидком) есть градиенты температуры и концентраций каких-либо элементов, то диффузия выравнивает концентрации, а термодиффузия (эффект Сорэ) создает их [1]. При длительном процессе наступает равновесие этих явлений, по параметрам которого вычисляют теплоту термодиффузии Q^* . При $Q^* > 0$ частицы вещества перемещаются в холодную часть пространства, а при $Q^* < 0$ – в горячую.

Как известно, при плавке чугуна в доменной печи расплав скапливается в ее нижней части (горне) [2]. Его выпускают из агрегата через отверстие (летку) в футеровке печи, расположенное на внешней окружности горна. В центре печи чугун постепенно вымывает огнеупоры и образует яму в форме конуса, заполненную расплавом металла. По данным практики работы доменных печей разных заводов в яме содержится 200 – 400 и даже 1000 т металла [2].

На Магнитогорском металлургическом комбинате одна из доменных печей без больших ремонтов работала в период 1945 – 1958 гг., т.е. около 13 лет [3]. После этого при капитальном ремонте из нее выпустили 800 т жидкого чугуна и 30 т шлака. Глубина жидкого расплава составила 3,55 м. Авторам работы [3] удалось измерить температуру, отобрать пробы металла и выполнить их химические анализы на содержание элементов (Si, Mn, С, S, P) на 20-ти уровнях расплава (расстояние между соседними уровнями 0,18 м). В работе [4] описана специфика подобных ремонтов.

Для нахождения теплоты термодиффузии элементов жидкого чугуна в соответствии с теорией этого явле-

ния [1] построили зависимость между логарифмическими концентрациями ($\ln c$) и обратной температурой ($1/T$, где T – температура, К). Опытные точки хорошо укладывались на прямые линии, при обработке которых получили следующие результаты:

Элемент	Si	Mn	C	S	P
Q^* , кДж/моль	-64,6	-53,5	-6,2	+74,2	-7,9

В работе К.Ф. Стародубова и В.Н. Свечникова обнаружили, что в стенках работавших чугунных изложниц распределение элементов такое же, как в жидком металле ямы горна доменной печи. В процессе термодиффузии сера перемещается в сторону к более холодной части системы, т.е. наружной стенке изложницы, а остальные элементы (С, Si, Mn, P) – к более горячей, т.е. внутренней стенке.

Выводы. Найдено аномальное поведение серы при термодиффузии элементов в сплавах на основе железа по сравнению с другими элементами (С, Si, Mn, P). Этот вывод может быть использован при описании существующих и создании новых процессов десульфурации металла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузьменко П.П. Электроперенос, термперенос и диффузия в металлах. – Киев: Вища школа, 1983. – 152 с.
2. Доменное производство / А.Н. Похвиснев, В.С. Абрамов, Н.И. Красавцев, Н.К. Леонидов. – М.: Металлургиздат, 1951. – 708 с.

3. Лепихин Л.А., Манаенко И.П. Состояние лещади после выдувки одной из доменных печей Магнитогорского металлургического комбината. – В кн.: Сталь. – М.: Металлургиздат, 1961. С. 41 – 48.

4. Металлургия чугуна / Е.Ф. Вегман, Б.Н. Геребин, А.Н. Офиснев и др. – М.: Академкнига, 2004. – 774 с.

Поступила 10 марта 2015 г.

IZVESTIYA VUZOV. CHERNAYA METALLURGIYA = IZVESTIYA. FERROUS METALLURGY. 2015. Vol. 58. No. 10, pp. 785–786.

UNIQUE EXPERIMENT ON THERMAL DIFFUSION OF ELEMENTS IN LIQUID CAST IRON

A.M. Skrebtsov, *Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Chair “Theory of Metallurgical Processes and Foundry”*

V.V. Terzi, *Postgraduate of the Chair “Theory of Metallurgical Processes and Foundry”* (v_i_t_o_ch_k_a@mail.ru)

D.N. Protsenko, *Postgraduate of the Chair “Theory of Metallurgical Processes and Foundry”*

Azov State Technical University (7, Universitetskaya str., Mariupol, Donetsk Region, 87500, Ukraine)

Abstract. The melt temperatures and the maintenance of elements (C, Si, Mn, S, P) are given in various levels of a blast furnace. Uniqueness of this experiment is that, unlike laboratory installations, the real conditions of a blast furnace created ideal thermal insulation of liquid melt on all directions and thermal diffusions of elements (C, Si, Mn, S, P) in the vertical direction. From these experimental data the authors have calculated thermodiffusion heat of cast iron melt elements and have shown that carbon, silicon, manganese and phosphorus, both in the liquid and solid metal, move towards the hotter parts of the system, and sulfur, conversely, towards the colder. This conclusion can be used at the description of existing and creation of new processes of metal desulfuration.

Keywords: diffusion, thermal diffusion, heat, cast iron elements.

DOI: 10.17073/0368-0797-2015-10-785-786

REFERENCES

1. Kuz'menko P.P. *Elektroperenos, termoperenos i diffuziya v metallakh* [Electromigration, thermal transfer and diffusion in metals]. Kiev: Vishcha shkola, 1983. 152 p. (In Russ.).
2. Pokhvisnev A.N., Abramov V.S., Krasavtsev N.I., Leonidov N.K. *Domennoe proizvodstvo* [Blast furnaces production]. Moscow: Metallurgizdat, 1951. 708 p. (In Russ.).
3. Lepikhin L.A., Manaenko I.P. Hearth condition after blowing down of one of the blast furnaces at the Magnitogorsk Metallurgical Plant. In: *Stal'* [Steel]. Moscow: Metallurgizdat, 1961, pp. 41–48. (In Russ.).
4. Vegman E.F., Gerebin B.N., Ofisnev A.N., Yusfin Yu.S., Kurunov I.F., Paren'kov A.E., Chernousov P.I. *Metallurgiya chuguna* [Cast iron metallurgy]. Moscow: Akademkniga, 2004. 774 p. (In Russ.).

Received March 10, 2015