

Робота над вдосконаленням процесів підвищення її зносостійкості та міцності тривають і по сьогоднішній день. Шукаються нові методи та проводяться нові дослідження для поглиблення знань та модернізації виробництва вогнетривкої промисловості.

Перелік використаних джерел

1. Шмиг Р. А., Боярчук В. М., Добрянський І. М., Барабаш В. М. Вогнетривкі матеріали. *Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури* / за заг. ред. Р. А. Шмига. Львів, 2010. С. 52.

2. Сігова В. І., Юскаєв В. Б., Будник А. Ф. Технологія і проектне рішення термічних цехів і дільниць : навч. посіб. Суми : Вид-во СумДУ, 2010. 318 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-9>

REFINING METAL IN A TUNDISH FROM NON-METALLIC INCLUSIONS WHEN BLOWING IT WITH ARGON

РАФІНУВАННЯ МЕТАЛУ У ПРОМІЖНОМУ КОВШІ МБРЗ ВІД НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ ПРИ ПРОДУВАННІ АРГОНОМ

Yefimova V.G.

PhD (Engineering), Associate Professor, LLC "Technical university "Metinvest polytechnic", Zaporizhzhia, Ukraine

Єфімова В.Г.

к.т.н., доцент, ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка», м. Запоріжжя, Україна

Головним показником, що дозволяє оцінити якість відливої продукції, є вміст неметалевих включень. При цьому слід врахувати той факт, що безпосередній відбір проб і дослідження зразків фізико-хімічної системи розплав сталі-шлак – неметалеві включення неможливо.

У процесі продування стали інертним газом бульбашки аргону захоплюють краплі металу з неметалевими включеннями, що містяться у них, а потім виносяться в шлакову фазу, де протікає процес адсорбції їх шлаком [1–3]. При цьому механізм і кількість видалених включень у даному випадку все ще недостатньо вивчені, а більшість дослідників в основному розглядає механізм захоплення металевих крапель у шлак і

висловлює припущення, що рушійною силою цього процесу є розрив металевої плівки на аргоновому пухирі.

Для визначення траєкторії руху одиначної краплі заліза, що переміщається у шлаковій фазі, було використано закон балістичного руху в координатній формі.

В результаті було визначено резидентний час перебування крапель металу у шлаковій фазі при різних витратах інертного газу та діаметрах пузиря аргону.

Результати розрахунків показали, що швидкість рафінування, а, отже, і вміст неметалевих включень знижується з часом і при досягненні резидентного часу 1,2 с стає постійною і становить 0,4%⁻¹.

Для перевірки теоретичних розрахунків було проведено порівняльні експерименти з використанням продувних фурм великої протяжності рис.1 шляхом розливання дослідно-промислових серій плавок.

Метою досліджень було визначення кількості та складу неметалевих включень у безперервнолитих слябах та готовому прокаті.

Після остаточної установки промківша МНЛЗ подачу аргону починали при досягненні рівня, що відповідає приблизно 40 т рідкого металу. Витрата аргону становила 5, 9, 12 і 15 л·мин⁻¹ при тиску 6 атм.

Промислові дослідження проводилися на сталі марки BVA на сляби перетином 200x1245 мм.

Оцінка неметалевих включень проводилася за ASTM EN 45-05 методом А.

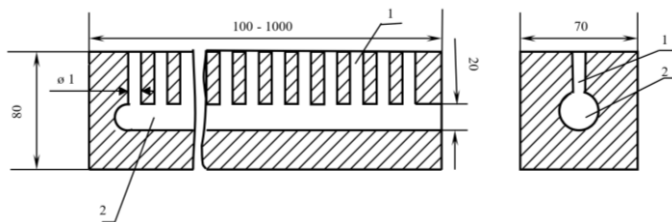


Рис. 1. Конструкція протяжної фурми: 1 – малий газовидільний канал; 2 – основний газорозподільний канал

Результати оцінки неметалевих включень наведені у Таблиці 1.

Дані промислових випробувань показали, що найкращі результати рафінування металу від неметалевих включень спостерігаються за витратами газу 10–12 л·мин⁻¹.

Таблиця 1

Результати оцінки неметалевих включень методом А

Витрати аргону л·хв ⁻¹	Бал неметалевих включень	Тип А		Тип В		Тип С		Тип D		Діаметр вкл., мкм
		тонкі	товсті	тонкі	товсті	тонкі	товсті	тонкі	товсті	
15	Средній бал	0,58	0,17	0,58	0	0	0	1,0	0	4,42
	Максимальний бал	1,0	1,0	2,5	0	0	0	1,0	0	5,08
13	Средній бал	1,75	0	1,08	0	0	0	1,0	0	3,06
	Максимальний бал	2,5	0	2,5	0	0	0	1,0	0	5,08
12	Средній бал	0,5	0	1,0	0	0	0	0,5	0	1,62
	Максимальний бал	0,5	0	1,5	0	0	0	0,5	0	4,08
10	Средній бал	0,5	0	0,33	0	0	0	0,5	0	1,7
	Максимальний бал	0,5	0	1,0	0	0	0	0,5	0	4,9
9	Средній бал	1,17	0,58	1,33	0,17	0	0	1,0	0,42	2,87
	Максимальний бал	1,5	2,0	2,0	0,33	0	0	1,0	1,5	4,9
5	Средній бал	1,83	0,08	0,67	0,19	0	0	1,0	1,17	1,86
	Максимальний бал	3,0	0,5	2,0	0,4	0	0	1,0	2,0	5,08

Результати роботи свідчать, що збільшення резидентного часу перебування краплі металу в фазі шлаку сприятливо позначається на процесі рафінування металу від неметалевих включень. При цьому його діапазон лежить в 0,1–0,6 с, а середня швидкість рафінування становить 0,27–0,30% мас·с⁻¹. Металографічні дослідження підтвердили, що найкращі результати рафінування досягаються при витраті газу в діапазоні 10–12 л·хв⁻¹.

Перелік використаних джерел

1. Huang J., Yuan Z., Shi S., Wang B., Liu C. Flow characteristics for two – strand tundish in continuous slab casting using PIV. *Metals*. 2019. № 9. P. 41–52.
2. Gushchin V. N. , Ul'yanov V. A. Improved tundish refining of steel in continuous-casting machines. *Steel in Translation*. 2017.Vol. 47. N 5. P. 320–324.
3. Smirnov, A.N., Efimova, V.G., Verzilov, A.P., Maksaev, E.N. Clogging of submersible nozzles in continuous slab-casting machines. *Steel in Translation*, 2014, Vol. 44 (11), P. 833–837.