

УДК 669.76

К. Куглин\*, В.О. Синельников\*, Р.Д. Куземко\*\*

AGH «Научно-технический университет», г. Краков, Польша\*

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь\*\*

### ПРИЛИПАНИЕ ШЛАКА К СТЕНКАМ КИСЛОРОДНОГО КОНВЕРТЕРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА РАЗБРЫЗГИВАНИЯ ШЛАКА

Результаты моделирования представлены в виде графиков, показывающие изменение значения силы адгезии в зависимости от начального радиуса частицы шлака  $r_2$ , для разных значений угла смачивания  $\theta$ . Расчеты были проведены при: различных высотах шлака в кислородном конвертере  $H = 1$  и  $7$  метров, плотности шлака  $3000 \text{ кг/м}^3$ , а также толщине стенки кислородного конвертера  $0,1 \text{ м}$ . На рисунках 1 – 2 представлены результаты моделирования изменения силы адгезии  $F_{адг}$  в зависимости от радиуса  $r_2$  при различных значениях угла смачивания  $\theta = 20, 30, 40, 50^\circ$ .

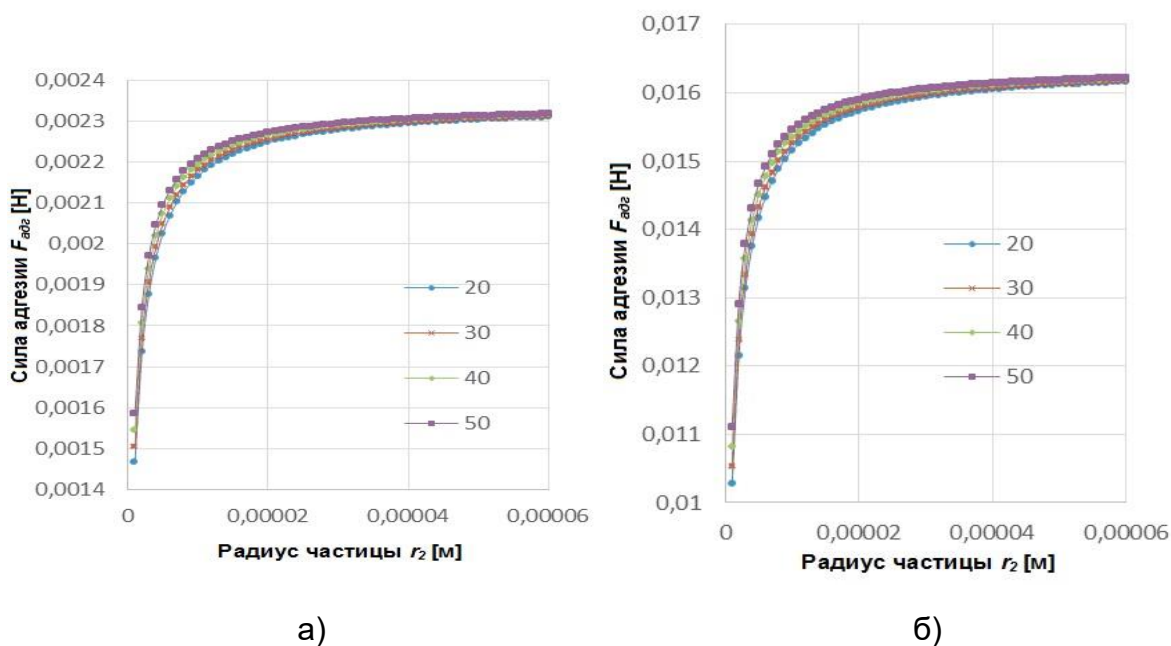


Рисунок. Зависимости силы адгезии  $F_{адг}$  от радиуса частицы шлака для высоты разбрызгиваемого шлака в конвертере  $H = 1$  (а) и  $7$  (б) метров соответственно

Вычисления иллюстрируют, как радиус шейки и величина силы адгезии стремятся к постоянным значениям, при том, что радиус частицы растет при фиксированной величине второго радиуса.

Самопроизвольный процесс протекания адгезии, который продемонстрирован в работах различных ученых [1 – 4], был изучен авторами этой работы применитель-

но к случаю фильтрации жидкой стали (в соотношении неметаллические включения жидкая сталь – керамика фильтра), было установлено то, что адгезия возможна в случае отрицательных значений функции угла смачивания  $B$ , определяемой формулой:

$$B = \left[ \left( \frac{4 \cdot (1 - \cos \theta_{S-CM})}{(2 + \cos \theta_{S-CM})} \right)^2 \cdot \frac{(2 - \cos \theta_{S-CM} - \cos^2 \theta_{S-CM})}{(1 - \cos \theta_{S-CM})} - 4 \right] < 0$$

Расчет по формуле представлен в таблице.

Таблица 1. Вычисление значений функции угла смачивания  $B$ , при размера угла  $\Theta = 20 - 50^\circ$

Угол $\Theta$	$B$
20	-3,89
30	-3,74
40	-3,54
50	-3,29

Расчеты показали, что наименьшее значение функции  $B$ , достигается при угле смачивания  $\Theta = 20^\circ$ . Также было установлено, что чем более отрицательный результат значения функции  $B$ , тем большая вероятность прилипания шлака к огнеупорной футеровке конвертера. Большое влияние на адгезию шлака с огнеупорной футеровкой конвертера оказывает химический состав разбрызгиваемого шлака, также влияющий на межфазное натяжение и смачивание.

### Список литературы

1. Mazanek, T. Podstawy teoretyczne metalurgii zelaza / T. Mazanek, K. Mamro. – Wydawnictwo Śląskie. – Katowice: Metalurgia, 1969. – 351 p.
2. Kawecka-Cebula, E. Filtration of nonmetallic inclusions in steel / E. Kawecka-Cebula, Z. Kalicka, J. Wypatrowicz // Archives of Metallurgy and Materials. – 2006. – Vol. 51, № 2. – P. 113-149.
3. Sasai, K. Mechanism of Alumina Adhesion to Continuous Caster Nozzle with Re-oxidation of Molten Steel / K. Sasai, Y. Mizukami // ISIJ International. – 2001. – Vol. 41, № 11. – P. 1331-1339.

4. Raiber, K. Experimental Studies on  $Al_2O_3$  Inclusion Removal from Steel Melts Using Ceramic Filters / K. Raiber, P. Hammerschmidt, D. Janke // ISIJ International. – 1995. – Vol. 35, № 4. – P. 380-388.

5. Д. Калиш, В.О. Синельников, К. Куглин, Исследование физико-химических свойства шлака при его разбрызгивании на футеровку кислородного конвертера // Москва, Новые огнеупоры. – 2017. – №3. – С.78-83

УДК: 669.15-194:546.171.1

**Кулик В.В.<sup>1</sup>, Шипицин С.Я.<sup>2</sup>, Осташ О.П.<sup>3</sup>, Віра В.В.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Національний університет "Львівська політехніка", м Львів

<sup>2</sup>Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ;

<sup>3</sup>Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів)

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ДИСПЕРСІЙНОГО НІТРИДНОГО ЗМІЦНЕННЯ КОЛІСНОЇ СТАЛІ**

Встановлено, що підвищуючи вміст ванадію і азоту за зростання параметра  $[V:N]$  і зниження вмісту вуглецю сталь після нормалізації і відпуску має вищі границю текучості, циклічну в'язкість руйнування, ударну в'язкість за кімнатної та низької температур за практично незмінної границі міцності. Сталь з оптимальним параметром  $[V:N]$  забезпечує високий опір пошкоженості поверхні кочення модельного колеса, але дещо низький опір її зношуванню.

Нове покоління залізничних коліс разом з підвищеною твердістю обода повинно володіти високим опором утворенню тріщин на поверхні кочення. Вказані властивості забезпечує створення в структурі дрібних часточок нітридів і карбонітридів, що гальмують процес рекристалізації. Для отримання дисперсних часток нітриду і карбонітриду необхідно забезпечити їх виділення з пересиченого твердого розчину при зменшенні температури процесу гарячої прокатки і наступного охолодження. При цьому вказані фази повинні повністю розчинитися при нагріві заготовки перед катанням.