

Е.В. Синегин¹, Б.М. Бойченко¹, К.Ф. Чмырков², К.Г. Низяев¹

¹Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск;

²ПАО «ЕВРАЗ ДМЗ им. Петровского»

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОФИЛЯ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА КОНВЕРТЕРОВ МАЛОЙ ЁМКОСТИ

Оптимизация и автоматизация производства являются неотъемлемой частью модернизации технологических процессов всех отраслей промышленности, повышения их эффективности и производительности. Современный уровень развития вычислительной техники позволяет в автоматическом или полуавтоматическом режиме контролировать сложные динамические системы комплексных технологических процессов, к которым, в частности, относится и выплавка стали в кислородных конвертерах. Применение алгоритмов (статистических или динамических) контроля конвертерной плавки позволяет производить расчёт шихтовки плавки и рекомендовать режим её проведения для получения стали с заданным содержанием углерода и температурой.

Применяемые алгоритмы, несмотря на всю их сложность, не позволяют учитывать существенные изменения условий плавки, вызванные неизбежным разрушением футеровки. Ранее авторами [1] уже была разработана модель изменения глубины ванны конвертера по ходу кампании. Описанием изменений геометрического профиля рабочего пространства конвертера, влияющего на потери металла с выносами и выбросами, тепловой и массовый баланс процесса, является величина удельного объема конвертера. По данным [2] оптимальное значение этого параметра составляет 0,8...1,0 м³/т. Однако для конвертеров малой ёмкости эта величина может существенно отличаться от оптимальной.

Для оценки изменения удельного объема конвертера был проведен анализ динамики разгара футеровки различных производителей по ходу 8 кампаний конвертеров №1,2,3 ПАО «ЕВРАЗ-ДМЗ ИМ. ПЕТРОВСКОГО» садкой 66 т. Стойкость футеровки составляла 1730-3266 плавов. Замеры размеров рабочего пространства футеровки производили при планово-профилактических ремонтах 4-7 раз за кампанию. Результаты анализа представлены на рис. 1а. По результатам замера остаточной толщины футеровки в программе *Microsoft Excel* создан профиль футеровки конвертера (см. рис.1б).

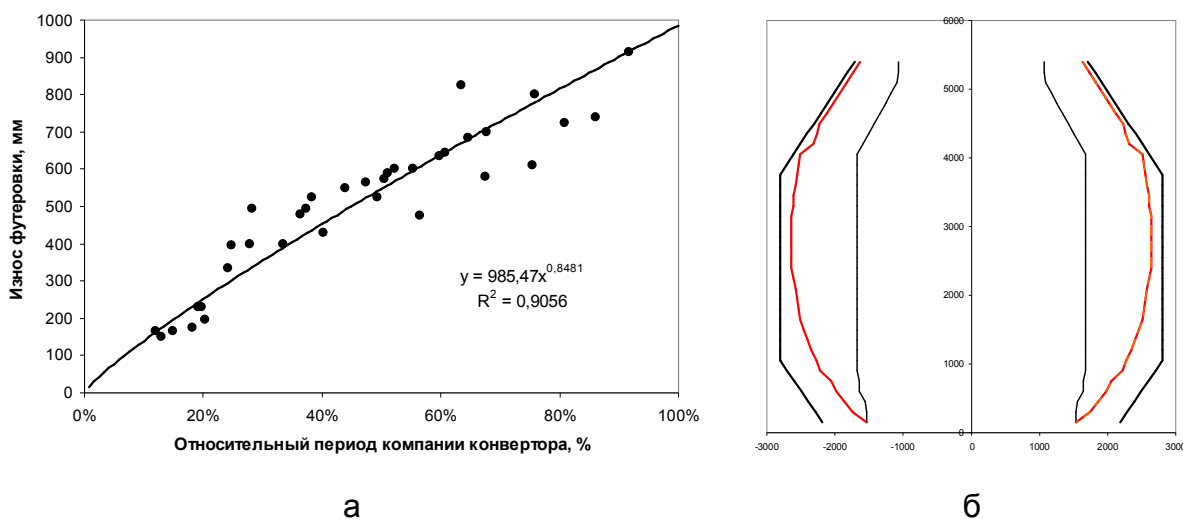


Рис. 1 Динамика разгара футеровки конвертера в ходе кампании (а) и виртуальный профиль рабочего пространства конвертера (б)

Установлено, что объем рабочего пространства конвертера увеличивается более чем в 1,5 раза от 48 до 82 м³, а удельный объем соответственно с 0,73 до 1,24 м³/т. Изменение удельного объема конвертера при этом носит линейный характер и с высокой точностью описывается зависимостью

$$V_{y\partial} = (50,22\tau + 42,60)G^{-1}, \text{ м}^3/\text{т}, R^2 = 0,9998,$$

где τ – относительная длительность эксплуатации конвертера, % от плановой (или средней по цеху) длительности кампании конвертера.

Полученная модель может применяться для расчёта шихтовки плавки и контроля её проведения при помощи программ-советчиков оператора конвертера наряду с другими параметрами, существенно изменяющимися в течение кампании конвертера, такими как тепловые потери конвертера, глубина ванны и т.д.

Литература

1. А.С. Заспенко, К.Г. Низяев, Л.С. Молчанов, Б.М. Бойченко, А.Н. Стоянов, Е.В. Синегин. Математическая модель изменения глубины ванны в процессе эксплуатации кислородных конвертеров малой ёмкости // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск №3 (98). – Дніпропетровськ, 2015. – 150 с.

2. В.П. Григорьев, Ю.М. Нечкин, А.В. Егоров, Л.Е. Никольский. Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства / [Учеб. для ВУЗов]. – М.: МИСИС, 1995. – 512 с.