



The stages of modernization of the main aggregates of steel complex are given. The results of implementation of advanced manufacturing sciences of melting intensification at blast steel furnaces of RUP «BMZ» in 2004–2009 are shown.

А. С. ЗАЯН, С. В. ТЕРЛЕЦКИЙ, РУП «БМЗ»

УДК 669.

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПЛАВКЕ СТАЛИ В ВЫСОКОМОЩНЫХ КРУПНОТОННАЖНЫХ ДСП РУП «БЕЛОРУССКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

К концу 90-х годов техническому руководству и специалистам сталеплавильного производства завода стало ясно, что дальнейшее наращивание производительности и снижение энергоемкости на действующем оборудовании электросталеплавильных цехов невозможно без кардинальных изменений в оснащении дуговых печей. Наряду с совершенствованием конструктивных элементов ДСП, систем их компьютеризации и отдельных звеньев технологической цепи приоритетным становится освоение прогрессивных энергосберегающих технологий высокоскоростного плавления.

В основе современной концепции развития электросталеплавильного производства лежат принципы энергосберегающего и экологически чистого производства электростали. Концепция современной дуговой сталеплавильной печи предполагает применение следующих технологий и оборудования: утилизации тепла отходящих печных газов для предварительного подогрева лома; печного трансформатора «сверхвысокой» удельной электрической мощности; топливно-кислородных горелок для ввода альтернативных источников энергии; «кислородных технологий» интенсификации плавки для обезуглероживания ванны, вспенивания шлака, дожигания технологических газов; синхронизации мощности подвода электрической энергии и химической энергии экзотермических реакций.

Изучение теоретических материалов и опыта передовых предприятий черной металлургии позволило определить два основных направления модернизации сталеплавильного комплекса РУП «БМЗ».

1. Увеличение номинальной мощности печного трансформатора. Помимо роста производительности и сокращения токового времени плавки, повы-

шение энергонасыщенности печи позволяет снизить удельный расход электроэнергии. Теоретически ввод 1 МВт дополнительной активной мощности приводит к снижению энергопотребления на 2,2 кВт·ч/т [1].

2. Применение современных «кислородных технологий» интенсификации плавки, позволяющих наряду с ростом производительности ДСП и повышением ее теплового КПД диверсифицировать структуру энергопотребления путем частичного замещения технологической электроэнергии на тепловую энергию сгорания дешевых видов природного топлива и экзотермических реакций окисления примесей шихты кислородом дутья. Теоретически ввод 1 кг кислорода приводит к снижению энергопотребления на 3,5 кВт·ч/т [2].

Исходя из намеченных планов развития, в начале нового тысячелетия начата планомерная и масштабная работа по модернизации основных агрегатов сталеплавильного комплекса. Ниже приведены основные этапы модернизации и результаты их проведения.

2004 г. – замена печного трансформатора на ДСП-2.

Вместо проектного с номинальной мощностью 75 МВА (мегавольт-ампер) установлен новый печной трансформатор номинальной мощностью 95 МВА производства фирмы TAMINI (Италия).

Достигнуты следующие результаты: увеличение производительности агрегата – на 12,5%; снижение удельного расхода электроэнергии – на 5,4%; сокращение времени плавки – на 13%; снижение удельного расхода электродов – на 16,8%.

2005 г. – ДСП-1,2 оборудованы системой управления электродами производства фирмы SIEMENS с оптимизацией процесса на базе нейронной сети 3MP2001-Simelt-AC-NEC; на ДСП-2

к печному трансформатору подключен дроссель (реактор) дополнительной индуктивности. Оборудование трансформатора ДСП-2 последовательным реактором мощностью 21,5 МВА позволило снизить мерцание в подводящих сетях, стабилизировать ток и реактивную мощность вторичной цепи и, как следствие, повысить устойчивость горения дуги. Улучшение качества потребляемой электроэнергии в результате этих мероприятий позволило достичь следующих результатов: роста производительности агрегата – на 5,5%; снижения удельного расхода электроэнергии – на 3,9%; сокращения длительности плавки – на 4,3%; снижения удельного расхода электродов – на 14,6%.

2006 г. – замена печного трансформатора ДСП-1 мощностью 75 МВА на новый печной трансформатор номинальной мощностью 95 МВА производства фирмы TAMINI (Италия) позволила достичь следующих результатов: увеличение производительности агрегата – на 15,4%; снижение удельного расхода электроэнергии – на 1,3%; сокращение времени плавки – на 12,8%; снижение удельного расхода электродов – на 13,1%.

2007 г. – установка на ДСП-2 модульной системы интенсификации процесса плавки «DANARC».

Поставщиком оборудования путем проведения открытых тендерных торгов была выбрана итальянская фирма-производитель металлургического оборудования DANIELI. Контракт предусматривал установку на каждой из дуговых сталеплавильных печей № 2 и 3 комплекта оборудования для интенсификации плавки «DANARC» производства фирмы MORE srl, Gemona del Friuli (Udine), Италия.

Модульная система «DANARC» объединяет в одном агрегате все функции по подводу тепловой энергии; формированию вспененного шлака; обезуглероживанию жидкой ванны.

В состав системы, установленной на дуговых сталеплавильных печах РУП «БМЗ», входят по четыре модуля кислород/природный газ «OXYGEN-JET» и три модуля углерод/кислород «CARBON-JET» (рис. 1).

Принцип работы модулей заключается в максимальном использовании тепловой энергии, поступающей от сгорания природного газа, экзотермических реакций окисления кислородом дутья примесей шихты и сгорания вдуваемого углеродсодержащего материала для интенсификации плавления металлошихты и нагрева жидкой ванны. Это достигается гибким режимом работы модулей, учитывающим особенности теплопередачи на разных этапах плавки.

На начальном этапе плавки все модули работают в режиме газокислородной горелки с номи-

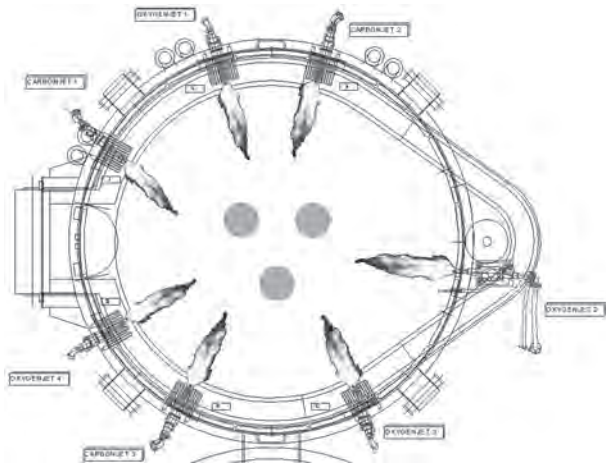


Рис. 1. Схема расположения модулей «DANARC» в корпусе ДСП-100

нальным расходом газа 660 $\text{нм}^3/\text{ч}$ каждая при суммарном пиковом расходе 16 100 $\text{нм}^3/\text{ч}$. После прогрева шихты модули переходят на работу в режиме кислородной фурмы с номинальным расходом кислорода по 4180 $\text{нм}^3/\text{ч}$ каждая при суммарном пиковом расходе 84 000 $\text{нм}^3/\text{ч}$. Модули углерод/кислород в этом режиме совмещают продувку жидкой ванны кислородом и инъекцию углеродсодержащего материала с расходом 3-40 кг/мин.

Модульная система «DANARC» по сравнению с традиционным оборудованием обладает следующими преимуществами:

- вдуваемый угольный порошок полностью сжигается в струе кислорода;
- обеспечивается эффективная передача тепловой энергии ванне;
- стационарное расположение модулей в каркасе ДСП отличается отсутствием движущихся механизмов;
- минимальная потребность в техобслуживании при эксплуатации в условиях высоких температур и агрессивных сред.

После внедрения на ДСП-2 модульной системы интенсификации процесса плавки «DANARC» получены следующие результаты: увеличение производительности агрегата – на 17,3%; снижение удельного расхода электроэнергии – на 7,3%; сокращение времени плавки – на 16,1%; снижение удельного расхода электродов – на 39,4%; снижение удельного расхода природного газа – на 14,8%.

2008 г. – в конце года совместно со специалистами DANIELI завершены пусконаладочные работы по внедрению аналогичного оборудования на ДСП-3 и ее выводу на проектный режим.

Достигнутые результаты: увеличение производительности агрегата – на 3,44%; снижение удельного расхода электроэнергии – на 4,0%; сокраще-

ние времени плавки – на 3,2%; снижение удельного расхода электродов – на 26,1%; снижение удельного расхода природного газа – на 33%.

Внедрение современной кислородной технологии интенсификации плавки на ДСП-2, 3 позволило диверсифицировать структуру энергопотребления сталеплавильных агрегатов: снизить расход наиболее дорогих энергоносителей – электроэнергии и природного газа за счет увеличения расхода кислорода собственного производства и дешевого природного топлива – угля.

В результате внедрения перечисленных выше инновационных мероприятий на РУП «БМЗ» с 2004 по 2009 г. неуклонно повышалась производительность сталеплавильных агрегатов при сни-

жении энергоемкости продукции. Годовой объем производства жидкой стали вырос в рекордном для БМЗ 2008 г. на 698,3 тыс. т (38,5%) по сравнению с 2004 г. (рис. 2).

В минувшем году на годовом объеме производства сказалось влияние мирового кризиса. Несмотря на этот фактор, отрицательно отразившийся на загрузке сталеплавильных агрегатов и соответственно на их технико-экономические показатели, в 2009 г. достигнуто снижение энергоемкости 1 т жидкой стали на 43,5 кВт·ч (9,5%) по отношению к показателям 2004 г., в том числе на 10,9 кВт·ч (2,4%) к уровню 2008 г. (рис. 3).

Помимо повышения производительности сталеплавильных агрегатов и сокращения энергоем-

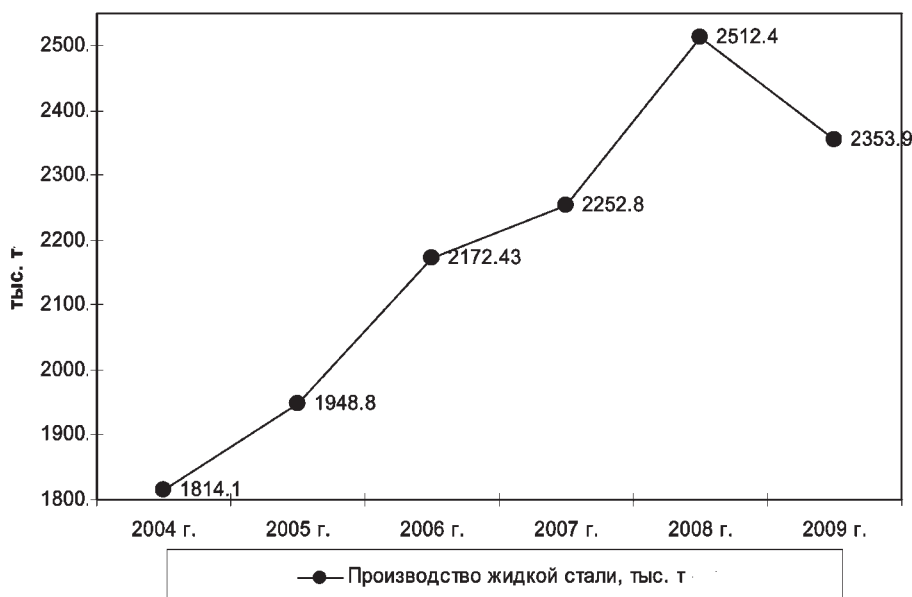


Рис. 2. Динамика изменения годового производства стали в 2004–2009 гг.

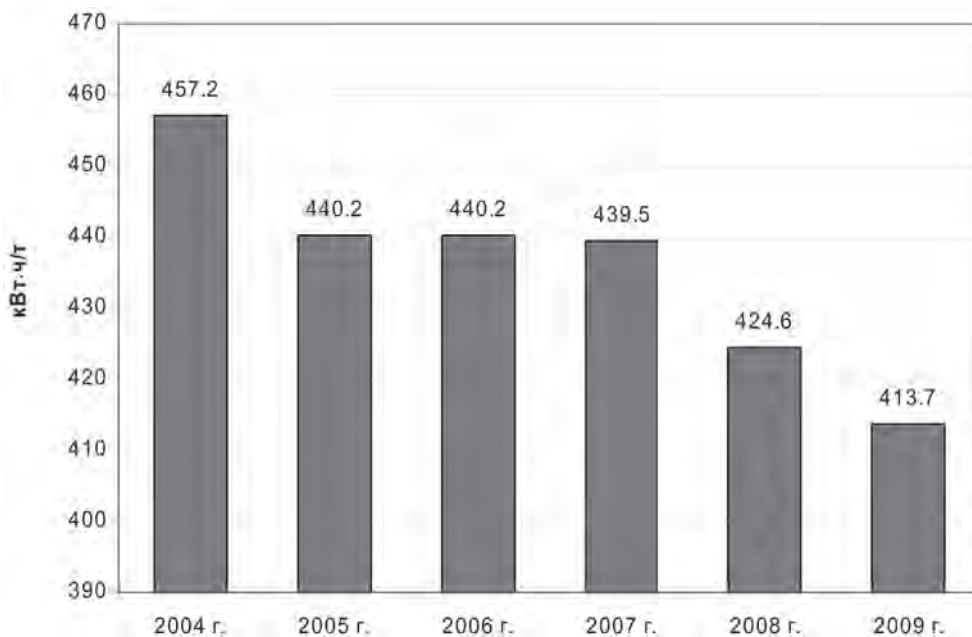


Рис. 3. Динамика изменения удельного расхода электроэнергии на выплавку 1 т стали в 2004–2009 гг.

кости стали, проведенная модернизация оборудования и внедрение инновационных технологий позволила уменьшить удельные расходы дорогостоящих электродов на 35 % – с 2,94 кг/т в 2004 г. до 1,90 кг/т в 2009 г.

Выводы

Внедрение передовых технологий интенсификации плавки на дуговых сталеплавильных печах

РУП «БМЗ» в 2004–2009 гг. способствовало достижению следующих результатов:

- резкому повышению производительности агрегатов (на 38,5%);
- снижению удельного расхода электроэнергии (на 9,5%);
- снижению удельного расхода электродов (на 35%).

Литература

1. Энергосбережение при электроплавке // Материалы Российско-Германского семинара, 21–30.04.1996 г. Национальный комитет по электротехнологии, семинар по электроплавке и электропечам. АО «ВНИИЭТО».
2. Л о п у х о в Г. А. Применение кислорода в дуговых сталеплавильных печах // Электromеталлургия. 2005. № 3. С. 2–27.