



In the Institute of ferrous metallurgy of the National Academy of Sciences of the Ukraine there is developed the new technology, provided for application of electric energy of low capacity, which allows to use more fully the potential capabilities of melting processes and out-of-furnace processing of metal. There is established the essential improvement of converter melting indices as regards of resource economy, heightening of tank heat content, lowering of sulfur, phosphorus, nitrogen, oxygen content in melt, and also improvement of ecological indices of the process. There is shown the possibility of increase of degree of metal refining from detrimental impurities at dipper processing.

С. И. СЕМЫКИН, В. Ф. ПОЛЯКОВ, Е. В. СЕМЫКИНА, ИЧМ НАН Украины,
А. Д. ЗРАЖЕВСКИЙ, В. И. ПИЩИДА, С. Н. КРАВЕЦ, ОАО ДМЗ им. Петровского,
С. С. БРОДСКИЙ, Л. М. УЧИТЕЛЬ, ДМК им. Дзержинского

УДК 669.184.04: 669.162.2: 669.046.516.004.7

ТЕХНОЛОГИЯ КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКИ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ВАННУ

В Институте черной металлургии Национальной академии наук Украины в течение ряда лет проводили исследования, посвященные изучению и созданию новых технических и технологических решений по комплексному применению электрической энергии малой мощности на различных этапах металлургического передела. Исследовано использование электрических воздействий при выплавке металла в конвертере и при обработке стали в ковше. Экспериментами, выполненными в лабораторных условиях ИЧМ на конвертерах емкостью 0,3 и 1,5 т, показана принципиальная возможность осуществления процессов с наложением на расплав электрического потенциала при конвертировании металла и его обработке в ковше. При этом установлено, что воздействие электрического потенциала сопровождается повышением теплосодержания ванны благодаря увеличению степени дожигания CO до CO₂, более интенсивным развитием рафинировочных процессов, снижением уровня выбросов и выносов, что предопределяет рост выхода годного.

Последующие исследования, проведенные в промышленных условиях на 250-тонных конвертерах ДМК им. Дзержинского (около 2500 плавок), а также результаты внедрения с применением электрических воздействий на 60-тонных конвертерах завода им. Петровского (более 35 тыс. плавок) подтвердили возможность получения выявленных в лабораторных условиях эффектов, а также позволили обнаружить ряд новых.

В отличие от использования электрической энергии в классической электрометаллургии в предлагаемой технологии маломощные электрические воздействия выступают не в роли традиционного теплового источника, а в качестве своеобразного катализатора, более полно раскры-

вающего внутренний потенциал процессов. Достаточно высокая проводимость металлического и шлакового расплавов и ионная структура последнего, определяющая наличие двойного электрического слоя по границам взаимодействующих фаз, послужили основой для разработки целенаправленного управляющего воздействия электрической энергией на обменные, тепловые и гидродинамические процессы, полноту протекания окислительно-восстановительных реакций, реализация которого в условиях рационального режима электрического воздействия (вид и полярность тока, удельная мощность и т. д.) способствует экономии материальных и энергетических ресурсов и улучшает экологические показатели.

Технология наиболее глубоко изучена при выплавке металла в конвертерах с верхней подачей кислорода, однако в принципе ее использование возможно как при донной продувке, так и при комбинированной подаче технологических газов.

В настоящее время разработаны и освоены электрические системы для выполнения ряда конкретных задач, узлы электроизоляции технологического оборудования, характеризующиеся простотой исполнения, надежностью и безопасностью в эксплуатации.

Результаты исследований показали, что новая технология обеспечивает комплексное улучшение основных показателей выплавки металла в конвертерах.

Энергетический эффект проявляется в повышении теплосодержания ванны, что выражается в увеличении температуры металла на выпуске для лабораторных конвертеров на 30–60 °С и для промышленных — на 15–30 °С (удельная электрическая мощность соответственно 2–3 и 0,1–0,5 кВт/т металла).

Важно отметить, что для всех конвертеров достигнутое повышение температуры ванны в 6–8 раз выше, чем возможное ее увеличение при 100%-ном переходе подаваемой энергии в тепловую. Подтверждением энергетического эффекта

является увеличение степени дожигания CO до CO₂ на 6–12 абс. %. Характерные диаграммы изменения процентного содержания CO₂ в отходящих из горловины дымовых газов лабораторного и промышленного конвертеров показаны на рис. 1.

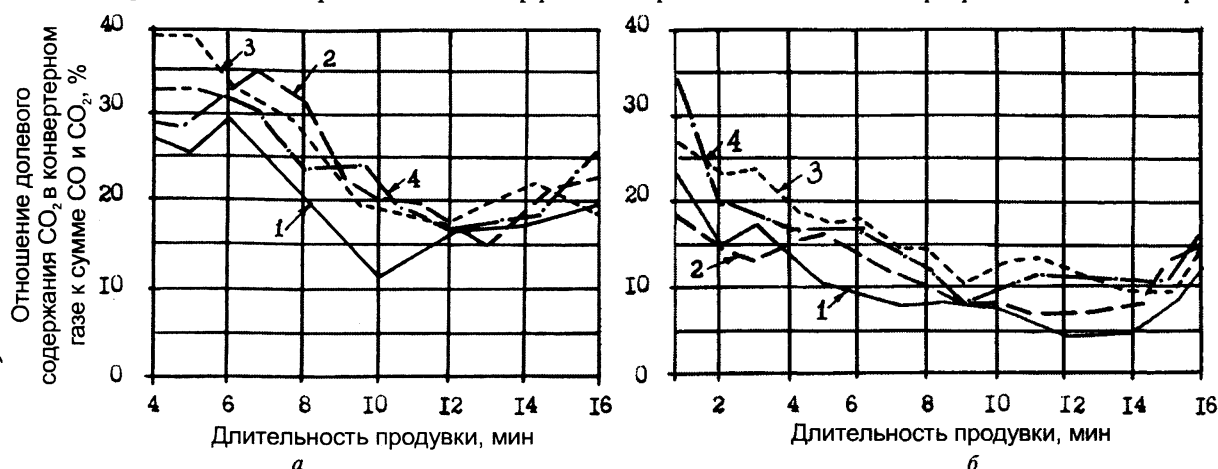


Рис. 1. Изменение содержания оксида углерода на выходе из горловины конвертера по ходу опытных плавов в лабораторных (а) и промышленных (б) условиях: 1 – сравнительные плавки; 2 – ток отрицательной полярности; 3 – ток положительной полярности; 4 – переменный ток

Ресурсосберегающий эффект заключается в увеличении выхода жидкой стали, снижении доли жидкого чугуна, повышении остаточного марганца в стали. На практике на плавках с электрическими воздействиями получаемая экономия чугуна варьируется от 4,7 до 8,1 кг/т при одновременном увеличении в большей или меньшей мере количества присаживаемой извести на 3,5–4,2 кг/т и не сопровождается ухудшением других важных показателей процесса выплавки стали. Одним из примеров устойчивого влияния разрабатываемого способа на отчетные цеховые показатели может служить влияние объемов внедрения на заводе им. Петровского нового метода на значение удельного расхода чугуна. Отклонения значений удельного расхода чугуна по конвертерам в ККЦ от норматива в зависимости от количества плавов с электрическими воздействиями за период с 1994 по 2000 гг. приведен на рис. 2.

Технологический эффект проявляется в активизации ионно-обменных процессов, что позволяет повысить качество выплавляемого металла

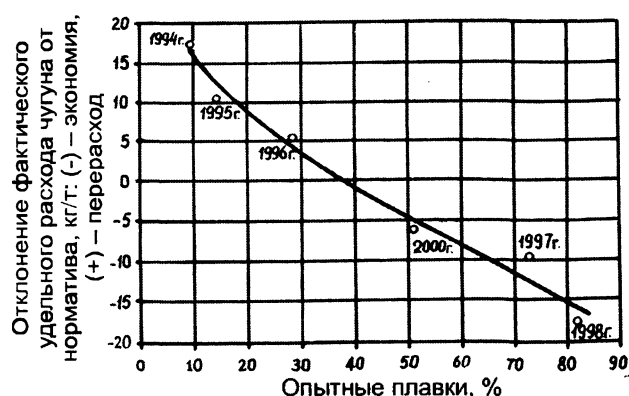


Рис. 2. Отклонение цехового удельного расхода жидкого чугуна от норматива в зависимости от количества плавов с электрическими воздействиями

по содержанию в нем серы и фосфора. При этом, что очень важно, при определенных режимах воздействия можно получать металл с достаточно низким содержанием вредных газов, таких, как азот, кислород. Результаты исследований по содержанию в металле азота приведены на рис. 3.

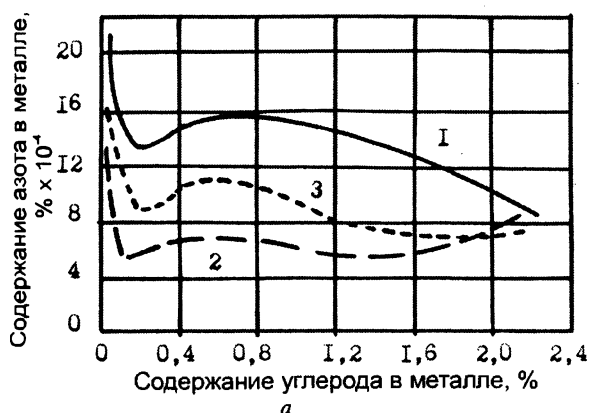


Рис. 3. Содержание азота в металле по опытным вариантам в лабораторных (а) и заводских (б) конвертерах: 1 – без потенциала; полярность потенциала по фурме: 2 – отрицательная; 3 – положительная

В результате повышены механические свойства готового металла — ударная вязкость и его пластичность.

Экологический эффект выражается в снижении запыленности выходящих из конвертера газов в 1,6–2,2 раза и резком уменьшении количества выбросов шлака и металла из конвертера.

Дополнительный эффект выражается в уменьшении интенсивности заметалливания ствола продувочной фурмы, что приводит к увеличению срока ее работы до замены по этой причине (при работе на низкомарганцовистом чугуна в условиях ДМК им. Дзержинского ресурс фурмы повышается в 1,8–2,5 раза), а также в возможности использования фиксируемых электрических параметров для определения уровня размещения металлического лома и поверхности жидкой ванны и в последующем для создания нового метода контроля и управления конвертерным процессом.

Технология конвертерной плавки с наложением электрического потенциала может быть применена в действующих и тем более в новых цехах, поскольку оборудование является малогабаритным и хорошо вписывается в существующие условия. При этом необходимость в серьезных капитальных вложениях практически отсутствует.

Затраты на электрическую энергию и техническое обслуживание системы и оборудования во время эксплуатации составляют примерно 0,01–

0,02 дол. США на 1 т выплавляемого металла. Срок окупаемости материальных затрат, необходимых на осуществление нового способа конвертирования, составляет 4–6 мес.

Исследования, выполненные в лабораторных условиях и на комбинате им. Дзержинского, свидетельствуют об эффективности электрического воздействия на расплав путем наложения электрического потенциала также и при внепечной обработке стали при продувке ее нейтральными газами. Установлено, что благодаря указанному воздействию потери тепла в процессе обработки металла в ковше снижаются на 20–40 отн. % по сравнению с обычной технологией, предусматривающей только подачу нейтрального газа (в промышленных условиях скорость снижения температуры составила соответственно 2,5–3,0 и 4,5–5,0 °С/мин). Несмотря на малую удельную мощность электрического воздействия (0,1–0,4 КВА/т обрабатываемого металла), что связано как с большой массой металла в ковше (250 т), так и с использованием в качестве источника тока обычного сварочного трансформатора (ВМГ-5000), увеличение степени десульфурации в ковше составило 14–16 отн. %, а фосфора — 16–18 отн. %. При этом отмечена тенденция к существенному улучшению этих показателей при отсечке шлака на выпуске и наводке нового шлака рационального состава.