

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУХВАННОГО СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО АГРЕГАТА**

**Демко И.И.**

**научный руководитель канд. техн. наук Шигин А.О.**

***Сибирский федеральный университет***

Двухванные печи являются относительно высокопроизводительными агрегатами, обеспечивающими в среднем на одну печь годовое производство стали более 1100 тыс.т. Наименьшую производительность (820—920 тыс.т/год) имеют печи МКЗ, наибольшую (1700 тыс.т/год) печь №35 ММК.

Продолжительность плавки колеблется от 4 ч 5 мин до 2 ч 50 мин; меньшее значение у печи № 35 ММК с максимальной производительностью. Часовая производительность двухванных печей также высокая, превышающая 200 т/ч на печи № 35 ММК и имеющая минимальное значение 115-120 т/ч у печей МКЗ.

Удельный расход условного топлива на технологию составляет у двухванных печей величину значительно меньшую, чем у лучших мартеновских печей и колеблется в пределах от 11 до 20 кг/т. Меньшее значение наблюдается у печи № 35 ММК, имеющей наибольшую интенсивность продувки ванны кислородом.

Одним из основных недостатков двухванных печей по сравнению с мартеновскими печами является повышенные удельные расходы чугуна и металлошихты

Увеличение интенсивности продувки ванны кислородом в мартеновских печах приводит к существенному увеличению расхода чугуна (до 744 кг/т), который еще больше возрастает у двухванных печей (до 750 кг/т). Увеличение удельного расхода чугуна сопровождается существенным снижением доли лома в шихте, которая у мартеновской печи с высокой интенсивностью продувки снижается до 36—37 % и еще более снижается у двухванных печей до 33 - 35 %, что приближается к значению для кислородно-конвертерного процесса (25 - 27 % лома в шихте). Такое изменение расхода чугуна естественно, так как при уменьшении продолжительности периодов плавления и доводки с ростом интенсивности продувки ванны уменьшается и продолжительность периодов завалки и прогрева (иначе не будет получена высокая производительность печи). Общее уменьшение продолжительности плавки приводит к уменьшению поступления тепла в ванну от топлива (средний уровень теплоотдачи от факела к ванне практически не зависит от интенсивности продувки ванны), что может быть компенсировано увеличением химической энергии шихты — процесс приближается к конвертерному (автогенному процессу, осуществляемому без подачи топлива). Это подтверждается существенным снижением удельного расхода условного топлива с ростом интенсивности продувки ванны кислородом, величина которого снижается у двухванных печей в среднем до 18—20 кг/т, составляя для отдельных печей еще меньшую величину (10 кг/т). Если рассматривать только двухванные печи, то установить зависимость удельного расхода чугуна от удельного расхода условного топлива или от удельного расхода кислорода по обобщенным данным не удалось. По удельному расходу чугуна (с учетом твердого) в 1989 г. лучшие результаты получены на печах КомМК (727 кг/т), затем следуют печи МККр; худшие результаты у печей МКЗ — 794 кг/т. Наибольшее количество лома в шихте (36 %) перерабатывается на двухвальной печи КомМК; примерно такие же результаты (35,2 % лома в шихте) у печей ОАО “Северсталь”. Худшие показатели - 31,3 % лома в шихте имеют печи МКЗ, несмотря на подачу топлива во время завалки и прогрева.

Главной причиной высокого удельного расхода /1/ чугуна в двухванных печах является низкая температура нагрева лома, обусловленная рядом причин, из которых наиболее существенными являются: малая продолжительность завалки и прогрета, необходимость использования тепла относительно низкотемпературных газов из продувочной камеры, сравнительно небольшая площадь пода и большая толщина слоя металлолома в ванне, применение маломощных горелок для подогрева лома, большие (40 000 м<sup>3</sup>/ч) подсосы холодного воздуха во время завалки через открытые окна и др. На ОАО "Северсталь" опробовались режимы формированного нагрева лома в холодной камере, отличительной особенностью которых являлось повышение максимальной тепловой нагрузки против обычной вдвое и рассредоточенная подача топлива через сводовые горелки и кислорода через поднятые продувочные фурмы. Регулирование теплового режима осуществлялось путем уменьшения подачи топлива и увеличения подачи кислорода в камере нагрева лома при интенсивном обезуглероживании ванны в смежной камере и увеличения расхода топлива и уменьшения расхода кислорода в этой камере при уменьшении скорости обезуглероживания. Применение такой технологии позволило повысить выход годного и снизить удельный расход чугуна.

Актуальны все мероприятия, направленные на устранение указанных недостатков. Снижение удельного расхода чугуна, может быть достигнуто в результате рационального использования тепла отходящих газов для предварительного подогрева лома. Уменьшение угара железа и, соответственно, повышение выхода жидкой стали может быть достигнуто в результате применения донной продувки сталеплавильной ванны инертным газом. В данном проекте рассматривается модернизация двухванного сталеплавильного агрегата с целью повышения его технико-экономических показателей. Основным направлением модернизации является повышение доли лома в металлической части шихты, путем установки агрегата для его предварительного подогрева теплом отходящих дымовых газов. Вторым направлением модернизации является повышение качества металла и производительности печи, путем внедрения скрытой донной продувки ванны нейтральным газом. В результате указанных мероприятий ожидается существенное улучшение техники производства, тепловой работы и, соответственно, технико-экономических показателей работы печи.

Донная продувка, как элемент технологии высшего уровня, решает проблемы интенсификации процесса и качества выплавляемой стали.

В АО "Лиенаяс металлургс" (Латвия) совместно с немецкой фирмой TECHNCOM Import Export GmbH и австрийской фирмой по производству огнеупоров Veitsch – Radex - Didier AG была освоена и внедрена новая технология кладки подины мартеновской печи, а также донной продувки ванны нейтральным газом.

При сокращении доли чугунной части в металлозавалке или при переходе на карбюраторный процесс (что актуально в современной экономической ситуации) затруднен процесс растворения шлакообразующих, возникают сложности с нагревом металла (в том числе неравномерное распределение температуры в объеме ванны), уменьшается эффективность десульфурации, возрастает загрязненность металла неметаллическими включениями.

Как известно, подовые процессы выплавки стали основаны на технологии перемешивания слоев металла в печи (кипении). Скорость процесса определяется скоростью его самой медленной кинетической части — в основном химических диффузионных реакций через шлаки и распределения температуры от горящих газов в жидкой ванне через шлак с помощью конвекции.

При перемешивании продувочными газами усиливается кинетика всех реакций в металле и шлаке с участием (CaO), [P], [S], (FeS), (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), [O], [C] и присутствующих в ломе элементов. Продувка газом способствует гомогенизации жидкой стали и, создавая

по возможности большое количество мелких пузырьков и тем самым вызывая эффект флотации, одновременно оказывает рафинирующее действие. Скорость обезуглероживания металла возрастает, так как реакция инициируется раньше. Температура плавки выравнивается по всему объему. Благодаря гомогенизирующему действию продувки достигаются не только кинематические, но и термодинамические эффекты. Вызванные в процессе диффузии различия в концентрации элементов устраняются и приближаются к металлургическому равновесию. Перемешивание способствует также выводу неметаллических включений в шлак.

Продувка инертным газом называется также Soft Bubbling – мягкое газирование. Этим делается упор на очищающее или рафинирующее свойство технологии, способствующее снижению содержания свободных газов H и N, так как пузырьки вдуваемого в расплав инертного газа служат зародышами для их выделения. Таким образом, содержание свободных газов снижается практически до термодинамического равновесия.

Донная продувка металла инертным газом способствует также коагуляции неметаллических включений с выводом их на поверхность и ассимиляцией их шлаком. Это отражается на чистоте металла и способствует существенному улучшению качества конечной продукции.

В результате донного перемешивания длительность плавки сокращается в среднем на 20 мин. В зависимости от организационных мероприятий, состава металлошихты, уменьшения простоев оборудования этот показатель может быть еще улучшен. Средняя масса плавки увеличивается до 2 т. Расход топлива (без учета трассы низкого давления и поправочного коэффициента) уменьшается до 30 у. ед./т стали. Продолжительность горячих простоев сокращается до 0,2 % (календарного времени). Удельный расход огнеупорных порошков уменьшается до 5 кг, в том числе заправочных материалов — 4,2 кг на 1 т стали /12/.

ДСА в современном исполнении имеет магнетитовую наварку подины и в некоторых случаях кладка разрушается, что особенно проявляется после остановки печи на холодный ремонт. Отдельные участки наварки превращаются в мелкодисперсный порошок. Из-за интенсивного разрушения подины приходится преждевременно останавливать печь на горячий, а иногда холодный ремонт пода. Это приводит к повышенному расходу магнетитового порошка, увеличивает трудоемкость, продолжительность и объемы текущих холодных ремонтов, сопровождается сокращением объемов производства и, как следствие, удорожанием себестоимости продукции. Простой при ремонтах пода достигают 2 % календарного времени, расход магнетитового порошка - 11 кг/т стали. Возможно избежать часть этих проблем с применением донной продувки и огнеупоров Ankerharth. При работе по такой технологии снимается часть тепловой нагрузки на под, так как скрытая лонная продувка способствует охлаждению нижних слоев подины и металлоконструкций, тем самым продлевая срок службы металлических элементов и огнеупорных материалов.

Благодаря перемешивающему свойству продувочного газа все химические реакции процесса будут смещены в сторону термодинамического равновесия. На практике это как правило вызывает снижение выгорания железа (меньшее содержание FeO в шлаке) и, соответственно, увеличение выхода жидкой стали.