

УДК 669.162.261.3

С.А. Воденников, зав. кафедрой, д.т.н., профессор

С.А. Гаврилко, профессор, к.т.н.

Г.А. Громак, ассистент

Н.В. Личконенко, ст. преподаватель

Ю.В. Мосейко, ст. преподаватель

В.П. Падалка, доцент

А.Ю. Воляр, магистр

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОГО ДАВЛЕНИЯ ГАЗА НА КОЛОШНИКЕ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ

Запорожская государственная инженерная академия

Подано результати дослідження впливу підвищеного тиску газу на колошнику на головні техніко-економічні показники роботи доменних печей. Наведено дані, що характеризують взаємозв'язок терміну служби завантажувальних пристроїв і тиску газу на колошнику.

Представлены результаты исследования влияния повышенного давления газа на колошнике на основные технико-экономические показатели работы доменных печей. Приведены данные, характеризующие взаимосвязь срока службы загрузочных устройств и давления газа на колошнике.

Введение. Повышенное давление газа в рабочем пространстве доменной печи является одним из интенсификаторов процесса плавки в ней, так как позволяет повысить производительность печи и снизить удельный расход кокса [1,2].

Анализ достижений. Повышение давления газа на колошнике доменной печи достигается введением дополнительного сопротивления на пути движения газа по вы-ходу из доменной печи. Вследствие повышения подпора газов перед дополнительным сопротивлением возрастает давление газов не только на колошнике, но и во всем объеме печи, что вызывает необходимость увеличения давления дутья в печь. Повышение давления газа в фурменной зоне печи без изменения массового количества дутья уменьшает его объем, в соответствии с чем понижается скорость газа и перепад давления газов между горном и колошником печи $\Delta P_{общ}$. Авторы работы [3] расчетным путем показали уменьшение перепада давлений газа в печи при повышении давления газа на колошнике: при повышении давления газа на колошнике от 110 до 250 кПа перепад давлений газа $\Delta P_{общ}$ снижается от 120 до 70 кПа.

Если принять, что при обычном давлении газа на колошнике печи (110 кПа) общий перепад давления достигает критического значения (120 кПа), превышение которого вызывает нарушение схода шихты и их «подвисание», то понижение перепада давлений при переходе печи на работу при повышенном давлении газов в ее рабочем пространстве позволяет увеличить объем газа путем повышения массового количества дутья до достижения критического перепада давлений.

Таким образом, при повышении давления газов в рабочем пространстве доменной печи увеличивается количество дутья, то есть повышается производительность печи; снижается расход кокса за счет увеличения доли косвенного восстановления (так как уменьшается скорость движения газа в печи); значительно сокращается вынос колошниковой пыли вследствие понижения скорости и подъемной силы газов в верхней части печи.

Как видно из изложенного, повышенное давление газов оказывает решающее воздействие на газодинамику доменного процесса, которая в современных условиях и лимитирует производительность доменных печей. Величина давления газов в рабочем пространстве печи оценивается значением давления газов на колошнике, при этом эффективность повышения давления газов в зависимости от условий работы печи и величины давления разная.

Опыт работы доменных печей при повышенном давлении газов на колошнике свидетельствует о целесообразности дальнейшего повышения давления газов [4-6]. Недостатком применения повышенного давления является понижение стойкости загрузочных устройств и потери большого количества энергии, затраченной на повышение давления дутья, с колошниковым газом [7].

Задача работы – обобщение производственных данных о влиянии повышенного давления газа на колошнике на технико-экономические показатели доменного процесса в современных условиях.

Основная часть исследований.

Взаимосвязь полезного объема доменной печи и давления газа на колошнике. В настоящее время на предприятиях черной металлургии Украины выводят из эксплуатации доменные печи малого объема, а на оставшихся печах проводят капитальные ремонты, связанные с модернизацией и увеличением полезного объема. Увеличение полезного объема доменных печей позволяет получить прирост производства чугуна, увеличить производительность труда, максимально механизировать и автоматизировать производственные процессы и снизить удельные капитальные расходы на каждую тонну чугуна и себестоимость продукции. Интерес представляет изучение взаимосвязи между давлением газа на колошнике и полезным объемом доменных печей.

Во время проведения указанных исследований обрабатывали данные 23 печей разного полезного объема (от 1513 до 5580 м³) шести предприятий стран СНГ: ОАО «Металлургический комбинат «Запорожсталь», ОАО «Металлургический комбинат «Азовсталь», ОАО «Металлургический комбинат «Криворожсталь», ОАО «Металлургический комбинат имени Ильича», ОАО «Череповецкий металлургический комбинат» и ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат». График, построенный по этим данным, приведен на рис. 1.

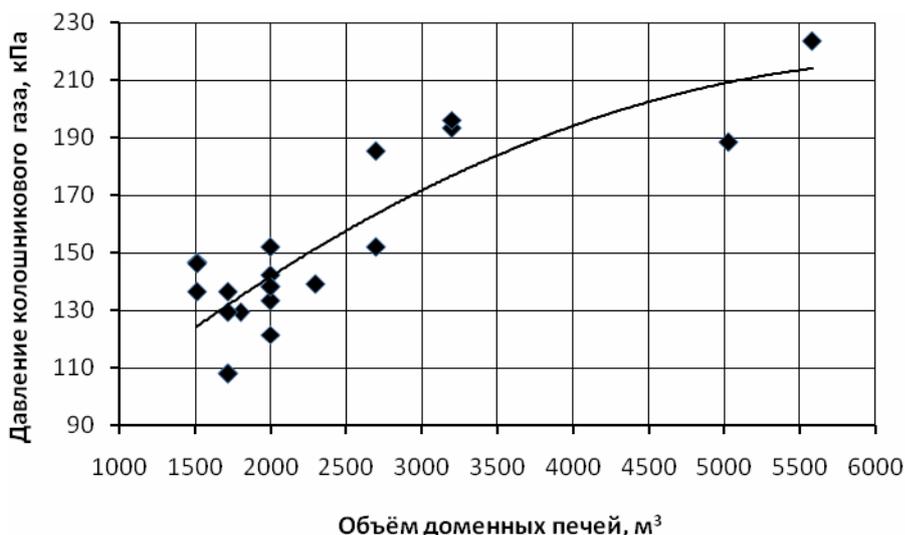


Рисунок 1 – Взаимосвязь давления колошникового газа и объема печи

На графике видна четкая зависимость: чем больше объем доменных печей (x), тем при более высоком давлении газа на колошнике (y) они имеют возможность работать:

$$y = 0,05x + 58,98 ; R^2 = 0,71. \quad (1)$$

Влияние давления газа на колошнике на производительность доменной печи. Величина избыточного давления газа на колошнике определяется технологическими требованиями и конструктивными особенностями засыпных аппаратов. Зависимость производительности (y) доменных печей № 2 и № 4 ОАО «Металлургический комбинат «Запорожсталь» полезным объемом 1513 м³ от давления газов на колошнике (x) представлена на рис. 2 и имеет вид:

$$y = 0,044x^2 + 7,596x + 310,6 ; R^2 = 0,739. \quad (2)$$

Установлено, что при увеличении давления газа на колошнике производительность доменной печи повышается. Доля повышенного давления в увеличении производительности печи составляет 1,0 % на каждые 10 кПа в диапазоне 100...200 кПа [8].

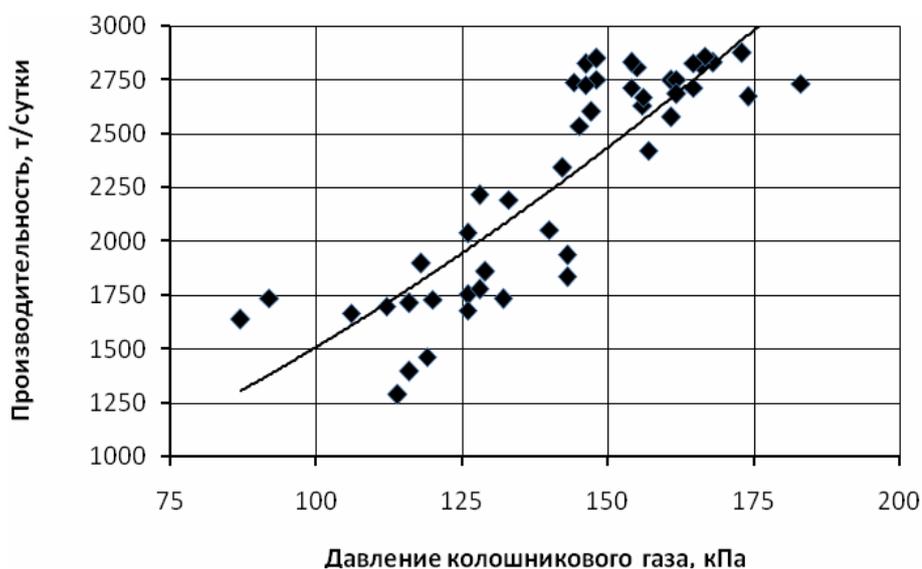


Рисунок 2 – Зависимость производительности доменных печей от давления газа на колошнике

Влияние давления газа на колошнике на расход кокса. При повышении давления колошникового газа увеличивается длительность контакта газа с шихтой. Это приводит к увеличению степени использования тепловой и химической энергии газа. На рис. 3 приведена зависимость удельного расхода кокса (y) от давления газа на колошнике (x) двух выше рассмотренных доменных печей ОАО «Металлургический комбинат «Запорожсталь», которые имеют одинаковый полезный объем и работают в одинаковых сырьевых и дутьевых условиях:

$$y = -0,003x^2 - 0,595x + 685,1 ; R^2 = 0,744. \quad (3)$$

Видно, что повышение давления газа на колошнике способствует снижению удельного расхода кокса. В общем снижении удельного расхода кокса доля влияния повышения давления колошникового газа составляет 0,2 % на каждые 10 кПа в диапазоне 100...200 кПа [8].

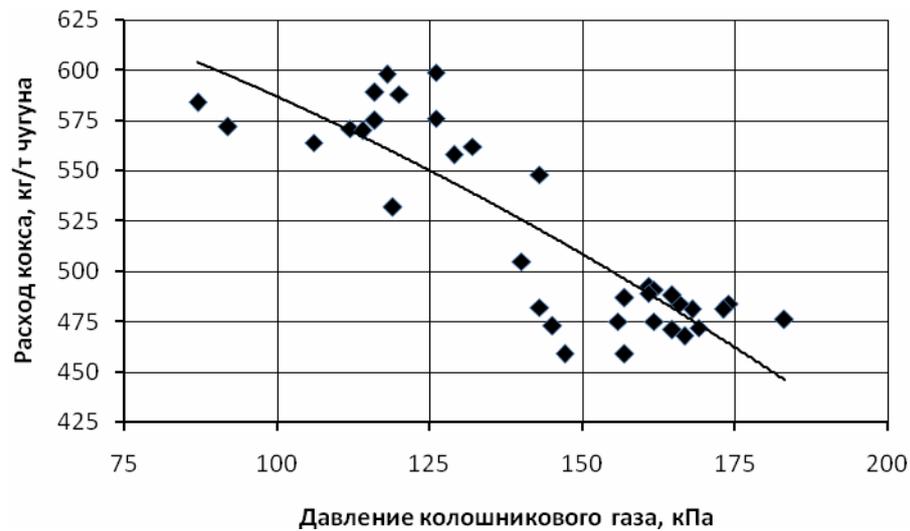


Рисунок 3 – Влияние давления колошникового газа на расход кокса

Влияние длительности эксплуатации доменной печи на стойкость засыпного аппарата. Известно, что пыль, выносимая из доменной печи, оказывает непрерывное абразивное воздействие на контактные поверхности большого и малого конусов загрузочного устройства тем самым ускоряет их выход из строя.

На рис. 4 показано снижение давления газа на колошнике (y) по мере длительности эксплуатации доменных печей (x), которое описывается зависимостью:

$$y = -0,14x^2 - 555,34x - 548,79; R^2 = 0,87. \quad (4)$$

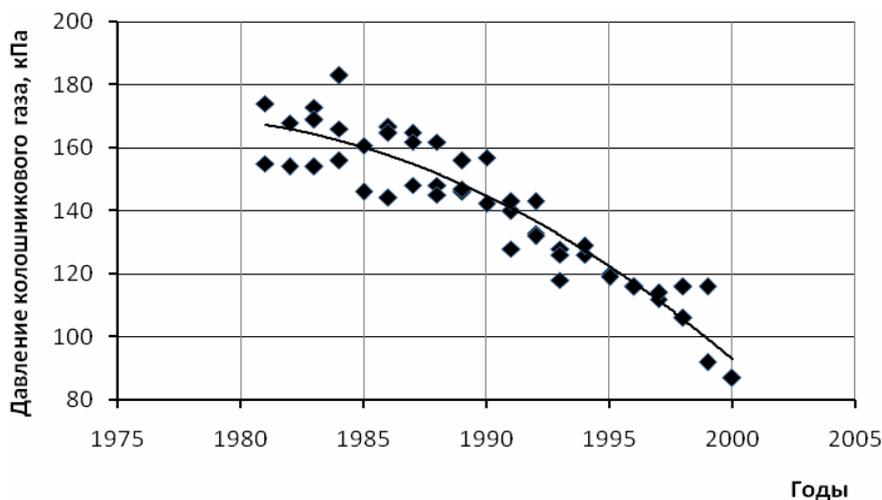


Рисунок 4 – Изменение давления газа на колошнике в процессе эксплуатации доменных печей

Установлено, что, чем дольше находится доменная печь в эксплуатации, тем быстрее изнашиваются контактные поверхности конусов загрузочного устройства, и приходится снижать давление газа на колошнике.

Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Большой объем доменной печи позволяет увеличить давление газа на колошнике за счет совершенствования загрузочных устройств.
2. Повышение давления газа на колошнике способствует увеличению производительности доменной печи и снижению удельного расхода кокса.

3. Наряду с указанным положительным влиянием повышенного давления колошникового газа на показатели доменной плавки, следует отметить в качестве недостатка уменьшение срока службы загрузочных устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щедрин В. М. Теория доменной плавки под давлением / В. М. Щедрин. – М.: Metallurgizdat, 1962. – 454 с.
2. Рамм А. Н. Современный доменный процесс / А. Н. Рамм. – М.: Metallurgiya, 1980. – 304 с.
3. Ефименко Г. Г. Metallurgiya чугуна / Г. Г. Ефименко, А. А. Гиммельфарб, В. Е. Левченко. – Киев: Вища школа, 1988. – 352 с.
4. Крячко Г. Ю. О проблемах в использовании некоторых средств интенсификации доменного процесса / Г. Ю. Крячко // Metallургическая и горнорудная промышленность. – 2003. – № 4. – С.6-9.
5. Товаровский И. Г. Доменная плавка / И. Г. Товаровский. – Днепропетровск: Пороги, 2003. – 596 с.
6. Сперкоч И. Е. Резервы интенсификации доменного процесса / И. Е. Сперкоч, И. Ф. Курунов // Metallург. – 2005. – № 2. – С.33-37.
7. Сторожик Д. А. Изготовление и эксплуатация загрузочных устройств доменных печей / Д. А. Сторожик, М. А. Тылкин, В. М. Гребенник. – М.: Metallurgiya, 1973. – 319 с.
8. ТИ 226-Д-06-2006. Технологическая инструкция. Ведение доменной печи. Запорожье: ОАО «Запорожсталь». – 2006. – 110 с.

Стаття надійшла до редакції 16.11.2010 р.
Рецензент, проф. Г.П. Кагановський