

*Дудко Ольга Николаевна*

студентка

*Молодориц Людмила Ивановна*

студентка

*Нелюбина Анастасия Дмитриевна*

студентка

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный  
университет» (НИУ)

г. Челябинск, Челябинская область

## **УПРАВЛЕНИЕ ГАЗО-ДУТЬЕВЫМ РЕЖИМОМ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ**

***Аннотация:** в данной статье описывается газо-дутьевой режим доменной печи, рассматривается влияние изменений в составе и свойствах дутья на производительность доменной печи. Даются также рекомендации для восстановления нормального режима в случае его нарушения.*

***Ключевые слова:** газо-дутьевой режим, доменная печь, доменное производство, производительность, производительность доменной печи, металлургия.*

В настоящее время активно развивается и совершенствуется промышленность путем повышения производительности труда. С целью нахождения оптимальных режимов, исследуются влияния различных факторов на протекание технологического процесса. В качестве примера технологического процесса в металлургической отрасли можно привести процесс доменной плавки, одним из главных воздействий на который является выбор газо-дутьевого режима.

Начнем с описания процессов, протекающих в печи во время плавки.

В горн доменной печи через фурмы подаётся дутьё, состоящее в основном из кислорода. Другие содержащиеся в воздухе газы не оказывают существенного воздействия на протекание химических процессов в печи. Под действием дутья кокс сгорает. Поскольку кокс состоит в основном из углерода, а непосредственно

у фурм количество дутья превышает потребность для сжигания (окисления) кусков кокса, происходящий при этом химический процесс можно описать реакцией [1]:



то есть происходит полное сжигание кокса. Однако по мере распространения струи в глубь доменной печи концентрация кислорода, который расходуется на процесс горения, уменьшается. В результате этого окисление углерода становится неполным и происходит по реакциям:



На некотором расстоянии от обреза фурмы свободный кислород исчезает полностью и находится только в химически связанном виде. Ту зону, в которой происходит горение углерода, принято называть окислительной. Размеры окислительной зоны зависят от физических свойств горючего, количества и давления дутья, температуры его нагрева и содержания в нём кислорода.

При этом самая высокая температура наблюдается у границы окислительной зоны (до 2000°C). Однако, по мере удаления от фурм (как вглубь, так и вниз и вверх) она постепенно падает.

Влажность дутья поддерживают на постоянном уровне независимо от атмосферных условий. Для каждого режима работы доменной печи существует оптимальное значение влажности дутья. Излишне большое содержание влаги в дутье сопровождается затратой большого количества тепла на её разложение и может ухудшить протекание доменного процесса [2]. Но с другой стороны при разложении влаги образуется газ-восстановитель  $H_2$ , что несомненно является положительным эффектом. При разложении влаги так же происходит обогащение дутья кислородом. Но из-за затраты тепла на разложение происходит охлаждение зоны горения, замедление процесса горения кокса и увеличение окислительной зоны. Поэтому в случае увлажнения дутья необходимо повышать температуру его нагрева из расчёта 9°C на каждый дополнительно вносимый дутьём грамм влаги. Применение увлажнённого дутья сопровождается улучшением

хода печи, увеличением производительности на 7–10% и небольшим уменьшением расхода кокса.

Количество влаги, находящейся в дутье напрямую зависит от температуры кокса. При нагреве дутья в доменную печь поступает дополнительное количество тепла, что благоприятно сказывается на протекании физико-химических процессов: протекание процессов горения ускоряется. В связи с этим нагрев дутья позволяет получить значительную экономию кокса. Поэтому количество тепла, которое можно получить от сжигания сэкономленного горючего, больше количества тепла, затрачиваемого на нагрев дутья, то есть выгоднее поддерживать температуру дутья на наивысшем уровне. Однако при использовании нагретого дутья уменьшается окислительная зона, а температура в очаге горения повышается, происходит концентрация жара в горне [3]. Температура по высоте печи понижается, а зона шлакообразования смещается в направлении горна. В результате смещения температурных уровней и зоны шлакообразования в направлении горна создаются условия, из-за которых возникает тугой ход и подвисания [4]. Существует оптимальная температура нагрева дутья, которая даёт наибольшую экономию кокса и в то же время не приводит к расстройству хода печи. Экономия кокса при повышении нагрева дутья тем больше, чем хуже использовалось тепло в печи до этого.

В обычном дутье содержится 21%  $O_2$  по объёму. При увеличении содержания кислорода в дутье горение топлива будет происходить интенсивнее, при этом температура в зоне горения повысится. Печь за один и тот же промежуток времени при обогащении кислородом дутья проплавляет большее количество шихтовых материалов, повышается её производительность.

Казалось бы, что чем больше кислорода в дутье, тем печь будет работать лучше. Но не следует забывать, что кислород сам не вносит добавочного тепла и при значительном увеличении кислорода в дутье, уменьшается содержание азота, который выполняет роль переносчика тепла по всему столбу шихтовых материалов. При очень большом обогащении дутья кислородом количество азота

может оказаться недостаточным для того, чтобы он сам смог накапливать передавать шихте требуемое количество тепла. Как следствие, температура печи снизится. Шихтовые материалы не успеют подогреться и окажутся неподготовленными для участия в физико-химических процессах [5].

К сожалению, в некоторых случаях возможно нарушение дутьевого режима печи, что ведет к её похолоданию.

Дутьевой режим печи при нормальном её ходе соответствует количеству и физико-химическому составу проплавляемых материалов и кокса. При вдувании в печь чрезмерного количества воздуха происходит интенсивное горение кокса, что сопровождается быстрым сходом шихтовых материалов. В результате продолжительность пребывания руды в печи оказывается недостаточной, и руда приходит в горн неподготовленной: происходит похолодание печи [5].

Похолодание печи возможно также вследствие понижения температуры дутья. Это уменьшит приход тепла в печь с дутьём, а так как количество кокса останется прежним, то тепла от его сжигания в этом случае может оказаться недостаточным и печь похолодает.

Для восстановления нормального хода печи в обоих случаях следует также уменьшить количество дутья и повысить его температуру; во втором случае следует также уменьшить количество загружаемой шихты.

Итак, на производительность и качество доменной плавки влияют такие параметры газо-дутьевого режима, как содержание кислорода и азота, влажность и температура дутья, при оптимальном выборе которых можно добиться повышения производительности процесса плавки в печи.

### ***Список литературы***

1. Бондаренко А.И. О регулировании газового потока в доменной печи изменением параметров воздушных фурм / А.И. Бондаренко, М.Я. Остроухов // Сталь. – 1972. – №7. – С. 587–689.
2. Жеребин Б.Н. Практика ведения доменной печи: Учебное пособие / Б.Н. Жеребин. – М.: Metallurgy, 1980. – 248 с.

3. Коганов В.Ю. Автоматизация управления металлургическими процессами / В.Ю. Коганов, О.М. Блинов. – М.: Металлургия, 1990. – 280 с.

4. Рамм А.Н. Современный доменный процесс: Учебное пособие / А.Н. Рамм. – М.: Металлургия, 1980. – 304 с.

5. Товаровский И.Г. Совершенствование и оптимизация параметров доменного процесса: Учебное пособие / И.Г. Товаровский. – М.: Металлургия, 1987. – 192 с.