

УДК 669

В.В.Вихарев (5 курс, каф. СиС), В.Н.Андронов, д.т.н., проф.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАГРЕВА ДУТЬЯ ПРИ РАБОТЕ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ НА КОМБИНИРОВАННОМ ДУТЬЕ

Нагрев дутья, предложенный Д. Нельсоном в 1828 году и впервые осуществленный им на шотландском заводе Клайд (до 149°C в 1829 году и до 316°C в 1831 году), явился одним из важнейших усовершенствований доменного процесса за всю историю его существования. Нагрев дутья обусловил сильное понижение расхода горючего при выплавке чугуна и значительное увеличение производительности доменных печей. За истекшие полтора столетия температура дутья неизменно возрастала, но темпы ее роста были неравномерны и неодинаковы в различных странах и металлургических районах, так как находились в зависимости от менявшихся условий доменной плавки и ее технологии.

Нагрев дутья позволил более чем в два раза сократить удельный расход кокса. На современных доменных печах температура дутья достигла 1200-1350°C, а доля тепла дутья в зоне горения углерода кокса превысила 40%. Нагрев дутья – это не простая замена тепла, развиваемого при горении углерода кокса в печи, теплом дутья: доменная печь, работающая с нагретым дутьем, расходует существенно меньше тепла (не топлива, а именно тепла!). Следовательно, нагретое дутье повышает коэффициент использования топлива в печи, гармонизирует соотношение теплоемкостей потоков в противотоке шихты и газа. Последнее связано с более резким, чем сокращение расхода кокса сокращением расхода дутья и выхода горнового газа. Дело в том, что сокращение расхода сгорающего у фурм углерода кокса на 1 кг понижает расход дутья на 5,7 кг, а выход фурменного газа – на 6,7 кг. В связи с этим масса шихтовых материалов уменьшается незначительно (кроме кокса шихта содержит руду, флюс и добавки), а выход печных газов – весьма существенно.

Исторически же технология плавки на коксе (без вдувания каких-либо добавок в горн печей) эволюционировала в направлении постепенного снижения расхода кокса, и к середине текущего столетия четко обозначился дефицит газообразного восстановления, когда идеальный ход плавки стал термодинамически невозможен. Таким образом, так и не достигнув идеального хода плавки ( $r_d \rightarrow 0$ ), доменщики переориентировались на другой идеал ( $r_d \rightarrow r_{d \min}$ ), и здесь они добились успеха.

Для современной плавки характерно повышение  $r_d$  при росте температуры дутья, поэтому “ретроспективный” расчет для низких (вплоть до 0°C, а точнее – до 100-200°C – именно такую минимальную температуру имеет “холодное” дутье из-за высокой его компрессии) температур дутья дает картину, ничего общего не имеющую с историей освоения нагретого дутья.