

Известно что, для решения проблемы уменьшения окисления металла существует три принципиально отличающихся технологических подхода:

- создание защитной атмосферы и использование радиационных труб;
- создание малоокислительной печной атмосферы путем понижения содержания воздуха в сварочной и томильной зонах (т.е. при высоких температурах металла) и подачи дополнительного количества воздуха в первые зоны печи для дожигания продуктов горения;
- разработка оптимальных температурных режимов работы печи.

Кроме того, необходимо точное соблюдение разработанного температурного режима в процессе эксплуатации, так как локальный перегрев металла и чрезмерная выдержка приводят к потерям металла.

### Литература

1. Темлянец Н.В. Повышение качества толстолистового проката на основе применения рациональных режимов нагрева стали в печах и деформационного окалиноудаления: диссертация... кандидата технических наук: 05.16.05, Новокузнецк, 2007
2. Кириллов Ю.А. Комплексное исследование окалинообразования на углеродистых и низколегированных сталях и оптимизация процессов нагрева при горячей пластической деформации: диссертация... кандидата технических наук: 05.02.01, 1998
3. Дистергефт И.М. Новый способ уменьшения угара, обезуглероживания и наводороживания металла при нагреве в пламенных печах // Сталь №1, 2008, С.86-93.
4. Кривандин В.А., Филимонов Ю.П. Теория металлургических процессов, М. 1986. – 361 с.

УДК 669

### Использование новых типов горелочных устройств в металлургических нагревательных печах

Магистрант Юрчак А.Н.

Научный руководитель – Корнеев С.В.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Нагревательные топливные печи, традиционно работающие на газообразном топливе, являются одним из крупнейших потребителей энергоресурсов. Между тем, цена природного газа растёт теми же темпами, или даже быстрее, чем цена на нефтепродукты. Затраты на потребляемый газ, как часть текущих затрат, вряд ли уменьшатся в будущем и могут существенно возрасти в дальнейшем. Кроме того, в настоящее время возрос интерес к новым конструктивным решениям газосжигающего оборудования, вследствие всё более строгих требований к выбросам в атмосферу. Оба фактора являются причиной для поиска путей существенного снижения потребления энергии в высокотемпературных процессах, и не только в производстве металла как наибольшего энергопотребителя, но и в других отраслях (производство стекла, керамики, в нефтехимической промышленности и др.)

Использование теплоты отходящих продуктов сгорания для подогрева поступающего в горелки воздуха является существенным резервом экономии топлива. Анализ показывает, что при подогреве воздуха в рекуператорах представляется возможным экономить около 40 % топлива, при подогреве воздуха в регенераторах — до 60 %.

Широко применяемые кирпичные регенераторы обеспечивают возвращение в печь с подогретым воздухом около 50% теплоты отходящих продуктов сгорания. Вместе с тем эти регенераторы громоздки, требуют значительных затрат на сооружение и эксплуатацию, а конструкции устройств для сжигания газа с подогретым в кирпичных регенераторах воздухом не обеспечивают качественного сжигания газа и эффективного теплообмена в рабочем пространстве печи.

Применяемые на печах промышленных предприятий Республики Беларусь рекуператоры не решают проблему эффективного использования теплоты отходящих продуктов сгорания. Керамические рекуператоры не обладают достаточной газоплотностью. Однако, за рубежом уже разработаны и проверены в промышленных условиях опытные образцы газоплотных керамических рекуператоров, разработаны конструкции высокоэффективных металлических рекуператоров, обладающих хорошей газоплотностью, с удачным решением вопросов компенсации температурных расширений. Применение специальных сталей обеспечивает срок эксплуатации таких рекуператоров более десяти лет при температуре отходящих продуктов сгорания до 1400 °С.

В последнее время за рубежом в промышленных теплотехнологиях получают широкое распространение регенеративные и рекуперативные горелки, разработка которых является наиболее крупным достижением за более чем столетний период в области использования теплоты высокотемпературных отходящих про-

дуктов сгорания промышленных печей. Такие горелки сочетают в себе теплообменник и горелочное устройство.

Регулирование работой подобных горелок происходит импульсно. При этом отсутствует необходимость в общем для печи рекуператоре или регенераторе и сопутствующих трубопроводах, существенно упрощается система дымоудаления, поскольку не нужны боровы.

Описанная горелочная техника позволяет добиться экономии газа на уровне 25-50% и существенного снижения выбросов вредных веществ. Децентрализованная рекуперация является решением для достижения максимальной производительности, снижения стоимости печного агрегата и уменьшения расходов на обслуживание. При используемом тактовом управлении гибкость, точность и скорость управления, а также однородность распределения тепла существенно лучше в сравнении с обычным методом управления.

Естественно, новые горелочные устройства более сложны и дороги в сравнении с традиционными. Однако, при росте цен на природный газ снижение потребления газа играет главную роль в текущих затратах, что оправдывает несколько большие первоначальные затраты. Окупаемость газогорелочного оборудования существенно зависит от интенсивности производства и находится в диапазоне от одного года до трёх лет.

Инвестиции в новые технологии энергосбережения, разработанные с учётом снижения содержания NOx и выбросов вредных газов, обеспечивают не только уменьшение затрат на топливо и снижение загрязнения окружающей среды, но также повышают производительность и качество продукции.

УДК 669

### **Изучение влияния добавочных материалов на футеровку основных сталеплавильных агрегатов и энергетическая целесообразность их использования**

Студент гр. 304114 Богук П.М.,  
ст. мастер УППСиМ РУП «БМЗ» Иванов А.В.  
Научный руководитель – Корнеев С.В.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Основными направлениями развития любого предприятия являются увеличение объемов производства и снижение себестоимости продукции. В условиях РУП «Белорусский металлургический завод» темпы роста производительности ДСП ограничиваются нехваткой основного шлакообразующего материала – извести (CaO). Для решения этой проблемы необходимо либо увеличить производственные мощности известково-обжигательного участка, что повлечет за собой огромные материальные затраты, либо найти более экономичный способ устранения дефицита извести.

Одной из самых проблемных зон в ДСП является район шлакового пояса. Разрушение футеровки в этой зоне требует периодической остановки печи для ее заправки, горячих ремонтов и т.д. Повышение стойкости футеровки ДСП-1,2,3 ЭСПЦ-1,2 осуществляется присадкой материалов, повышающих основность шлака.

В данной работе на основе экспериментально полученных данных проведен анализ эффективности использования в качестве таких материалов доломита сырого металлургического, доломита обожженного металлургического и порошка периклазоуглеродистого огнеупорного лома. В качестве критериев для сравнения приняты: способность того или иного материала выполнять возложенные на него функции и экономическая целесообразность его использования.

1) В связи с нехваткой извести возрастает объём использования магнийсодержащих материалов, в основном доломита сырого металлургического фракции 20 – 40 мм (как постоянно имеющегося в наличии). Присадка доломита сырого металлургического осуществляется в период плавления металлошихты. Доломит, растворяясь в образуемом шлаке, насыщает его оксидом магния, тем самым снижая агрессивное воздействие шлака на футеровку. Основные оксиды в количестве CaO > 50% и MgO > 18%, составляющие ядро указанного материала, позволяют компенсировать снижение удельного расхода извести пропорционально их содержанию. Однако увеличение удельного расхода сырого доломита приводит к росту удельного расхода электроэнергии, а следовательно, и длительности плавки под током, что объясняется тепловыми потерями ДСП на эндотермические реакции разложения его составляющих ( $MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$  и  $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ ). Присадка доломита сырого металлургического при работе на жидкой ванне, как правило, не осуществляется, так как его использование существенно замедляет конечные процессы в ДСП, а именно нагрев до требуемой технологической температуры.

2) Альтернативой применения сырого доломита является применение доломита обожженного металлургического с содержанием основных оксидов в количестве CaO > 50% и MgO > 28%, обжиг которого был проведён ранее при температуре 1000 – 1100 °С. Использование обожженного доломита, согласно производственным