



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



Л. Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Л. Н. ГУМИЛЕВА
GUMILYOV EURASIAN
NATIONAL UNIVERSITY



Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2015»
атты X Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
X Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2015»

PROCEEDINGS
of the X International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2015»

УДК 001:37.0
ББК72+74.04
Ғ 96

Ғ96

«Ғылым және білім – 2015» атты студенттер мен жас ғалымдардың X Халық. ғыл. конф. = X Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2015» = The X International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2015». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie-2015/>, 2015. – 7419 стр. қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-9965-31-695-1

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001:37.0
ББК 72+74.04

ISBN 978-9965-31-695-1

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2015

Пайдаланылган әдебиеттер

1. “Возобновляемые источники энергии” Дж.Твайделл А.Уэйр, перевод английского под редакцией В.А Коробкова. Москва Энергоатомиздат 1990. 73с.
2. “Жаңғыртылатын энергия көздері” Қойшиев Т.Қ.
3. <http://www.findpatent.ru/patent/211/2118700.html>
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Вемпогенератор>

УДК 621.1

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ РАБОТЫ ФУТЕРОВОК ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ И ФЕРРОСПЛАВНЫХ ПЕЧЕЙ

Ильясова Жан Аман Сапаргалиевна

Zhan_ilyassova@list.ru

Студент 4 курса специальности «Теплоэнергетика» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана,
Казахстан

Научный руководитель – PhD М.Г.Жумагулов

Современный пост–перестроечный этап развития промышленности нашей страны характерен своими тенденциями в направлении повышения мощностей производства и увеличения объемов выпуска конечной продукции. Подобные явления наблюдаются в различных отраслях индустрии, в том числе и в металлургии. В условиях, когда сталеплавильное и ферросплавное производство наращивает количества выплавляемой электростали, большое значение имеет дальнейшее повышение стойкости агрегатов, в частности элементов кладки дуговых печей.

На сегодняшний день увеличение срока службы огнеупорной футеровки ферро- и сталеплавильных агрегатов достигается двумя основными методами, а именно, строгим соблюдением условий технологического процесса подготовки печей к плавлению, непосредственно самого плавления, и улучшением условий эксплуатации футеровок.

К первому можно отнести различные технологии кладки печей, условия её сушки и разогрева по специальным графикам и диаграммам, учитывающим термо–прочностные свойства конкретных, применяемых в данном агрегате огнеупоров. На предприятиях периодически проводится систематический анализ топографии износа футеровок после службы, и выявляются наиболее изнашиваемые зоны [1]. Характер износа постоянно меняется в зависимости от изменения технологических параметров плавки. Улучшения стойкости наиболее изнашиваемых элементов (шлаковый пояс, сливная и загрузочные стороны и тд.) достигается изменением схемы кладки и защитой этих районов гарнисажем и более стойкими массами.

Ко второму методу относятся различные эксплуатационные решения. Существенным резервом повышения стойкости футеровок всех металлургических агрегатов является торкретирование. Торкрет- масса подаётся пневмотранспортным устройством на горячую поверхность рабочего слоя стен и днища с целью использования тепла нагретой стенки. Создается специализированное оборудование. Ведётся разработка торкрет–масс преимущественно на основе отходов различных производств применительно к конкретным металлургическим агрегатам. Современная технология дифференцированного торкретирования позволяет варьировать состав торкрет – покрытий, наносимых на различные зоны футеровки, изменяя их эксплуатационные свойства [2].

Обязательным условием надёжной работы печей является также образование на поверхности футеровки твердого, а далее пластического слоя из расплава, так называемого гарнисажа. Такой слой характеризуется абсолютной шлакоустойчивостью, поскольку по составу и свойствам он в точности совпадает с действующим на него расплавом [3]. Для образования гарнисажа добавляют ожелезненую известь, содержащую около 30 % железа и

около 20 % оксида магния, а также мягко обожженный доломит, вводимый в шлак [4]. В процессе наклона шлак растекается по сторонам, образуя слой гарнисажа. Введение мягкообоженного доломита увеличивает содержание MgO в шлаке на 1,5-2,5 %.

К мероприятиям, позволяющим значительно улучшить условия эксплуатации печей также можно отнести установку устройств ежедневного контроля и анализа всех параметров, влияющих на стойкость футеровок. Надежность системы охлаждения контролируется расходомером воды, приборами контроля давления воды, температуры воды на выходе из каждой секции и реле потока на каждом сливе [5]. При отклонении любого из контролируемых параметров от заданных значений срабатывает световая и звуковая сигнализация. В условиях резких колебаниях параметров вводятся коррективы.

Можно отметить также новый способ увеличения стойкости футеровки, – это подвод тока к электродам по закону синуса с режимом длины дуги меньше номинальной в период нисхождения синусоиды, и больше номинальной в период возрастания кривой [6]. Такие периодические явления позволяют футеровке восстанавливать свои прочностные свойства в полупериоды убывания тока. Способ пока не нашёл широкого применения в промышленности. Ведутся исследования.

Существенно продлить межремонтный период электродуговых сталеплавильных печей наряду с упомянутым выше торкретированием позволяет установка охлаждаемых футеровок или отдельных охлаждаемых элементов футеровок, что связано со стремлением продлить кампанию теплового агрегата при повышении интенсивности воздействия шлака на огнеупор при высоких температурах печного пространства, связанной с интенсификацией технологических процессов за счет повышения температур и активного перемешивания агрессивного расплава.

Искусственное охлаждение футеровки чаще всего осуществляют водой или пароводяной эмульсией. В отдельных случаях с этой целью используют сжатый воздух. Наиболее надежное охлаждение обеспечивается с помощью воды или пароводяной эмульсии (кипящая вода при испарительном охлаждении), поскольку при этом коэффициент теплоотдачи со стороны охлаждающей среды весьма велик [$10000-20000 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C})$ в отличие от $35-50 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C})$ характерных для воздуха], а температура металлической стенки практически совпадает с температурой охлаждающей среды. Однако в этом случае отводимый тепловой поток является наибольшим.

В стенах сверхмощных дуговых печей вместо огнеупорной кладки в верхней зоне используют водо - охлаждаемые элементы в соответствии с определенными требованиями (толщина стенки элемента 14-20 мм; расход воды на охлаждение 6-9 м³ на 1м² площади стенового элемента; исключение контакта элементов со шлаком и металлом; скорость истечения воды в элементах 2-6 м/с; шипы на поверхности должны предотвращать сползание огнеупорной подмазки и гарнисажа) [7]. Частичная замена кирпичной кладки стен металлическими панелями (кессонами) с водяным или пароиспарительным охлаждением приводит к некоторому увеличению расхода электроэнергии на плавку (до 10 кВт·ч/т, или 2%), снижению расхода огнеупоров на 50 % и повышению производительности дуговой печи на 25 %.

С установкой водоохлаждаемых панелей на ДСП-100 заменяется около 70 % кладки, что сокращает расход основных огнеупоров для футеровки стен. Использование водоохлаждаемых элементов снимает ограничения величины вводимой в печь мощности и температуры кладки; появляется возможность дальнейшей интенсификации технологических процессов: доплавление шихты при максимальной вводимой мощности, более интенсивное применение газокислородных горелок, кислорода, работа на длинных дугах, что уменьшает плотность тока и может снизить удельный расход электродов до 30 %.

Для современной высокоомощной дуговой печи замена кладки водо - охлаждаемыми элементами является необходимым условием снижения простоев на ремонтах и увеличения производительности.

Сравнительный статистический анализ скоростей удаления серы и фосфора на

плавках стали ШХ15 в печах с кирпичными и водо – охлаждаемыми элементами показал, что практически нет существенных различий в технологии ведения плавки стали этой марки [8]. Характер удаления и конечная концентрация серы и фосфора практически одинаковы. Однако выпуск металла из печи с водоохлаждением проводят на более высокой ступени напряжения, расход электроэнергии возрастает при сохранении уровня удельного расхода шлакообразующих материалов и раскислителей. Длительность плавки практически не изменяется, изменений угара металла и выхода годного не наблюдается.

Надежность и долговечность охлаждаемого элемента в значительной степени зависит от качества его изготовления (выбор материала, качество сварки при наличии таковой).

На всех плавильных печах, где используются водоохлаждаемые элементы, удельный расход электроэнергии возрастает. Однако с увеличением ёмкости и производительности плавильного агрегата дополнительные энергетические затраты, связанные с заменой кладки водоохлаждаемыми элементами, снижается. На Кузнецком металлургическом комбинате при проведении плавов в 100-т электропечи с водоохлаждаемыми панелями стен удельный расход электроэнергии возрос на 64,8 МДж/т [9]. Опыт показал, что заметное повышение расхода электроэнергии наблюдается в первое время после замены обычной кирпичной кладки, в дальнейшем эта величина снижается.

Тепловые потери, связанные с применением водоохлаждаемых конструкций, компенсируются введением дополнительного количества энергии. Однако в этом случае простое сравнение расхода электроэнергии непосредственно на выплавку стали без одновременного учета расхода энергии на производство огнеупоров и др. неправомерно. Потери тепла через кирпичную стенку меньше, чем через водо-охлаждаемую, особенно в начале; к концу кампании различие в величинах этих потерь уменьшается. Следовательно, при замене стенки через каждые 10-20 плавов не дожидаясь её износа тепловые потери и расход электроэнергии (без учета расхода электроэнергии на производство огнеупоров) будут сведены к минимуму, а достижение стойкости любого элемента кладки будет связано с повышением энергетических затрат на производство стали или ферросплавов.

Увеличение удельного расхода электроэнергии при замене чисто кирпичной кладки водоохлаждаемой панелью определяется из следующего выражения:

$$\Delta f = g_1 \cdot F_1 / L_1 - g_2 \cdot F_2 / L_2$$

где g_1, g_2 – мощность тепловых потерь соответственно через водоохлаждаемую и кирпичную стенку,

F_1, F_2 – площади,

L_1, L_2 – производительность печи.

Расчетным путем установлено, что увеличение оптической плотности печной атмосферы на 0,1- 0,15 путем интенсификации отопления электропечи или продувки ванны кислородом позволит снизить тепловую нагрузку на водоохлаждаемый элемент на 25- 35 %.

При замене кирпичной кладки водоохлаждаемой $\Delta f > 0$ в случае $L_1 = L_2$, так как потери через водоохлаждаемую стенку больше, чем через кирпичную. Но эксплуатация электропечи с водоохлаждаемыми элементами кладки требует увеличения производительности L_1 . Это связано со значительным увеличением мощности, дальнейшей интенсификацией отопления печи, применением кислорода для продувки ванны, порошкообразных материалов, выплавкой под одним шлаком, а также выносом операций восстановительного периода плавки из печи в ковш. Использование современных методов интенсификации в электропечах с водоохлаждаемыми участками кладки можно рассматривать в качестве одного из элементов энергосберегающей технологии.

На ряду с водоохлаждением стен активно внедряется кессонное охлаждение других элементов печи: свода и гнезда сталеразливочного стакана (с установкой в ковш кессона) [8, 9, 10].

Данные расчетов подтверждаются результатами эксплуатации на Кузнецком металлургическом комбинате 100-т печей с водоохлаждаемыми панелями стен и свода (более 3000 плавов). При замене кирпичных стен водоохлаждаемыми панелями удельный

расход электроэнергии увеличивается на 2 %; установка водо-охлаждаемого свода приводит к росту удельного расхода электроэнергии ещё на 1% при неизменной производительности печи. На рисунке 1 показана зависимость удельного расхода электроэнергии от производительности печи с кирпичной кладкой (1) и с водоохлаждаемыми стенами и сводом (2).

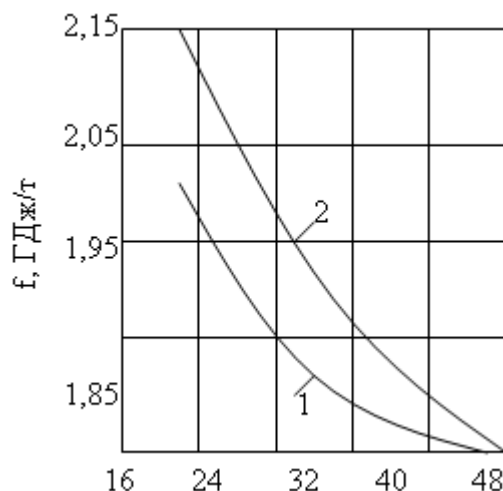


Рис. 1. Зависимость удельного расхода электроэнергии (f) от производительности (L) 100-т дуговой печи с кирпичной кладкой стен и свода (1) и с водоохлаждаемыми панелями стен и сводом (2).

С ростом производительности печи удельный расход электроэнергии в обоих случаях снижается при уменьшении разницы в энергетических затратах. Анализируя энергетическую целесообразность замены части огнеупорной кладки водоохлаждаемыми элементами, следует учитывать, что снижение расхода огнеупоров, электродов и уменьшение объема их транспортировки также должны оцениваться с учетом энергетических затрат.

Экономия электроэнергии в смежных отраслях перекрывает дополнительные энергозатраты, связанные с заменой кирпичных стен водоохлаждаемыми на 200 МДж/т.

Замена кладки дуговой плавильной печи водоохлаждаемыми конструкциями способствует снижению энергетических затрат на выплавку стали при дальнейшей интенсификации плавки, снижении тепловых нагрузок на охлаждаемую поверхность; в этом случае следует учитывать экономию энергетических ресурсов в смежных отраслях.

Опыт замены огнеупорной кладки охлаждаемыми элементами на печах различных ёмкости в течение длительной промышленной эксплуатации подтверждает энергетическую целесообразность такой замены.

Список использованных источников

1. Носов С.К., Бодяев Ю. А – Сталь, 1997, № 3, С. 24-26;
2. Кузнецов Г.И., Кортель А.А. – Сталь, 1995, № 4, С. 25-27;
3. Залкинд И. Я., Троянкин Ю.В. Огнеупоры и шлаки в металлургии. М., «Металлургиздат», 1964, 231 с.;
4. Кузнецов Г.И., Кортель А.А. – Сталь, 1993, № 2, С. 30-31;
5. Сосонкин О.М., Оржих М.Б. – Сталь, 1985, № 7, С. 32;
6. Воронов Г.А. , Белобородов В.М. – Сталь, 1991, № 10, С. 24-26;
7. Каблуковский А.Ф. Производство электростали и ферросплавов. М., «Металлургия», 2003, 305 с.;
8. Морозов А.С., Сосонкин О.М. – Сталь, 1991, № 10, С. 27-28;
9. Кудрин В.А., Сосонкин О.М. – Сталь, 1984, № 5, С. 25-27;
10. Стороженко А.С., Поляков В.Ф., Сахно В.А. – Сталь, 1991, № 8, С. 27-30.