

**Е.В.Семькина, С.И.Семькин, В.Ф.Поляков**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЧИСТКИ ПРОДУВОЧНЫХ  
ФУРМ ОТ НАСТЫЛИ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНЫХ  
ПОТЕНЦИАЛОВ**

Целью работы является исследование возможности очистки корпуса продувочных фурм от ранее образовавшейся настыли путем применения низковольтных электрических потенциалов. В результате проведенных исследований установлена возможность очистки фурмы от настыли, в том числе в течение одной плавки, с помощью использования низковольтных электрических потенциалов в комплексе с улучшением основных технологических показателей по сравнению с технологией, принятой в цехе.

**плавка, продувочная фурма, настыль, очистка, низковольтные электрические потенциалы**

**Состояние вопроса.** Как известно, на производительность конвертеров существенное влияние оказывают простои в ходе кампании, связанные с ремонтом кислородных фурм. Одной из причин выхода из строя кислородных фурм (корпуса и наконечника) является образование настыли на их поверхности, особенно при переработке низкомарганцовистых чугунов. Следует отметить, что, например в условиях работы 160-т конвертеров металлургического комбината ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог», уже после 3–5 плавок на боковой поверхности фурмы образуется настыль, а к 8-й–10-й плавкам ее толщина достигает 150–250 мм по длине 3–4 м от торца наконечника фурмы. Статистический анализ причин и частоты выхода из строя продувочных фурм, выполненный сотрудниками Института черной металлургии во время проведения опытных плавок с применением низковольтных электрических потенциалов при выплавке стали в 160-т конвертерах этого предприятия, показал принципиальную возможность снижения частоты необходимости обрезки настыли с продувочных фурм и времени на ее очистку при использовании низковольтного электрического потенциала примерно в 1,5–2,0 раза по сравнению с обычными продувками [1].

**Изложение основных материалов исследования.** Исследования выполнены в последней четверти работы конвертера по футеровке (с 1426 по 1640 плавку). Примерный химический состав перерабатываемых в опытный период чугунов приведен в табл.1.

Таблица 1. Примерный химический состав чугунов, перерабатываемых в 160-т конвертерах в период проведения исследований.

Углерод (C), %	Кремний (Si), %	Марганец (Mn), %	Сера (S), %	Фосфор (P), %
4,2–4,7	0,54–0,97	0,24–0,46	0,018–0,042	0,056–0,070

Температура чугунов была в пределах 1320–1328<sup>0</sup>С, расход кислорода через фурму составлял 380–420 нм<sup>3</sup>/мин и определялся продуваемостью ванны и запасом давления кислорода в цеховой сети. Напряжение на источнике тока изменяли от 8 до 40 В. Сила тока на опытных плавках в зависимости от выбранного напряжения изменялась в пределах 250–1200 А. Для сравнения часть плавков проведена без использования электрических воздействий. Образование и разрыв настлы регистрировали с помощью фотосъемки. На фотографиях (рис.1,А–Г) продемонстрирован процесс очистки фурмы от настлы, образованной на плавках без электрических воздействий. На фото (рис.1,А) показан вид сформированной на фурме настлы в течение 3–х плавков без воздействий после очередной обрезки настлы на фурме. На фото (рис.1,Б) четко видно, что уже в начале применения определенного режима электрических воздействий произошло растрескивание настлы, а уже к концу первой плавки с электрическими воздействиями (рис.1,В) настль значительно уменьшилась в размерах, а к концу второй плавки с электрическими воздействиями произошло практически полное ее смывание (рис.1,Г).

Исследования показали, что для эффективной очистки фурмы от настлы путем применения специального режима электрических воздействий необходимым условием является погружение фурмы в шлак. В связи с этим, в конце кампании по футеровке полная очистка фурмы без дополнительных операций по наварке днища и торкретированию затруднительна в силу изменения конфигурации конвертера из-за износа футеровки и опускания сталеплавильной ванны. Однако следует отметить, что во время выполнения операции раздува шлака струями азота для ремонта футеровки происходит интенсивное образование настлы на фурме. На рис.2,А–Г представлен цикл формирования и очистки фурмы по периодам продувки плавки с электрическими воздействиями по специальному режиму с большей, чем на опытах, представленных на рис. 1 мощностью воздействия. На фото (рис.2,А) показана сформированная за время раздува шлака настль. Как видно из рис.2,Б (момент подъема фурмы для промежуточного скачивания шлака), в виду того, что во время наводки шлака преобладает период поверхностного обдува, сопровождающийся разбрызгиванием, настль распространилась вверх по корпусу фурмы, однако головка фурмы, которая к концу этого периода плавки была уже погружена в шлак начала очищаться. На рис.2,В видно, что к моменту функциональной повалки конвертера часть настлы осыпалось, а после додувки к моменту выпуска металла фурма практически от нее очистилась (рис.2,Г). Визуально к концу продувки плавки аналогично зафиксированной ситуации (см.рис.1,Б) наблюдалось растрескивание наросшей (сформированной в первой половине продувки) настлы и ее осыпание в конвертер при подъеме фурмы, то есть опыт показал, что можно очистить фурму уже за одну плавку.



А – на плавке №234798 без воздействий (3-я плавка после обрезки настывли с фурмы)



Б – после наложения низковольтных потенциалов на плавке №234799 без воздействий (начало 4-й плавки после обрезки настывли с фурмы)



В – Вид фурмы при работе опытной системы наложения низковольтных потенциалов на плавке № 234799 (конец 4-й плавки после обрезки настывли)



Г – Вид фурмы после плавки № 234800 с электрическими воздействиями (конец 5-й плавки после обрезки настывли)

Рис.1. Вид настывли на фурме – Очистка сформированной на корпусе продувочной фурмы настывли с помощью электрических потенциалов в течение двух плавков.



А – Вид фурмы перед плавкой № 234836 с электрическими воздействиями (5-я плавка после обрезки настыли)



Б – Вид фурмы во время плавки № 234836 после ошлакования футеровки азотом во время скачивания шлака (9-я минута продувки).



В – Вид фурмы на плавке №234836 с электрическими воздействиями на первой повалке конвертера



Г – Вид фурмы на плавке № 234836 с электрическими воздействиями после дудовки плавки

Рис.2. Образование настыли на продувочной фурме в период ошлаковывания футеровки азотом и удаление ее с помощью воздействия низковольтными электрическими потенциалами.

Анализ основных показателей опытных плавков выявил, что они не ухудшаются по сравнению с показателями, полученными при наложении низковольтного потенциала по другим режимам, однако в связи с тем, что увеличение мощности сопровождалось перегревом подводящих кабелей, для систематического использования опробованного способа очистки настывки за одну плавку требуется усиление токоподводов на данном предприятии.

**Выводы.** Таким образом, в результате проведенных исследований установлена возможность очистки фурмы от настывки, в том числе в течение одной плавки, с помощью использования низковольтных электрических потенциалов в комплексе с улучшением основных технологических показателей по сравнению с технологией, принятой в цехе. [1]

1. *Семыкин С.И.* Опыт использования низковольтных электрических потенциалов в условиях ККЦ металлургического комбината «Криворожсталь» / С.И. Семыкин, В.Ф.Поляков,
2. *Семыкина Е.В., Шеремет В.А., Кекух А.В., Троцкий С.В., Макаренко В.И./* Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии. Сб.трудов ИЧМ. – 2003.– вып.6.– С.129–136.

*Статья рекомендована к печати  
докт.техн.наук А.С.Вергуном.*

***О.В.Семикіна, С.І.Семикін, В.Ф.Поляков***

**Дослідження можливості очистки продувочних фурм від сформованого настиву шляхом використання низьковольтних потенціалів**

Метою роботи є дослідження можливості очищення корпусу продувочних фурм від раніше утвореного настиву шляхом застосування низьковольтних електричних потенціалів. В результаті проведених досліджень встановлено можливість очищення фурми від настиву, у тому числі впродовж однієї плавки, за допомогою використання низьковольтних електричних потенціалів в комплексі з покращенням основних технологічних показників у порівнянні з технологією, прийнятою в цеху.