

УДК 669.184.244.66:669.184.252.4

**С.И.Семыкин, Е.В.Семыкина, Т.С.Голуб, С.А.Дудченко,  
В.В.Вакульчук**

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЯ  
ИЗ КОНВЕРТЕРА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ НАЛОЖЕНИЯ  
НИЗКОВОЛЬТНОГО ПОТЕНЦИАЛА**

*Институт черной металлургии им. З.И.Некрасова НАН Украины*

В работе проанализирована динамика выделения пыли из промышленного конвертера при выплавке стали с продувкой кислородом сверху на сравнительных плавках и плавках с подводом низковольтного электрического потенциала к фурме. Исследование проведено по двум параметрам: количество пыли, аккумулируемой водой в газоочистке, и остаточное количество пыли в газе, поступающем по дымопроводу перед дымососом. Выполнена оценка эффективности электрических воздействий на уровень выноса пыли из конвертера.

**Ключевые слова:** конвертер, вынос пыли, низковольтный электрический потенциал

**Постановка задачи.** Известно, что во время кислородной продувки металла происходит интенсивное образование бурого дыма. Это приводит к сокращению длительности срока службы футеровки, к потерям выхода жидкой стали за счет уноса железа с дымовыми газами и загрязнению атмосферы над прилегающей к предприятию территорией. В связи с этим, актуальной является проблема снижения уровня выделяющейся из конвертеров пыли, что приобретает особое значение для предприятий, находящихся в черте города.

**Состояние вопроса и методика исследования.** В Институте черной металлургии им. З.И.Некрасова Академии наук Украины (ИЧМ) в течение ряда лет разрабатывается направление, основанное на использовании низковольтного электрического потенциала, позволяющее улучшить технологические показатели производства стали с обеспечением ряда эффектов по ресурсо- и энергосбережению [1-5]. Наряду с другими в лабораторных условиях (эксперименты проведены на 1,5-т конвертере ИЧМ [6]) установлен экологический эффект, который заключается в возможности снижения уровня выделяющейся из конвертера пыли при использовании электрических потенциалов. В связи с этим, в 2012 г. на ПАО «ЕВРАЗ-ДМЗ им. Петровского» выполнена работа, целью которой было исследование и оценка возможности снижения уровня пылевыведения из конвертера при использовании низковольтного потенциала (В работе от ПАО ЕВРАЗ-ДМЗ им. Петровского принимали участие: А.С.Заспенко, В.И.Пишида, С.М.Онацкий, Д.П.Васильев). Исследования выполнены на конвертере, оборудованном системой наложения низковольтных электрических потенциалов и дополнительно оснащенном необходимым оборудованием контроля пыли на газоочистке.

Была проведена серия экспериментов по двум вариантам: сравнительные плавки и плавки с подводом низковольтного электрического потенциала к фурме по принятому в ККЦ режиму его использования. В ходе проведения экспериментов с помощью разработанной системы сбора информации на ПК выполнялась непрерывная регистрация количества пыли, выделяющейся из конвертера, на двух участках: 1) в шламопроводе после газоочистки (контроль количества аккумулируемой водой пыли выполняли с помощью датчика проводимости) и 2) в дымопроводе перед дымососом (остаточное количество пыли после газоочистки контролировали с помощью датчика выброса пыли ДВП-02).

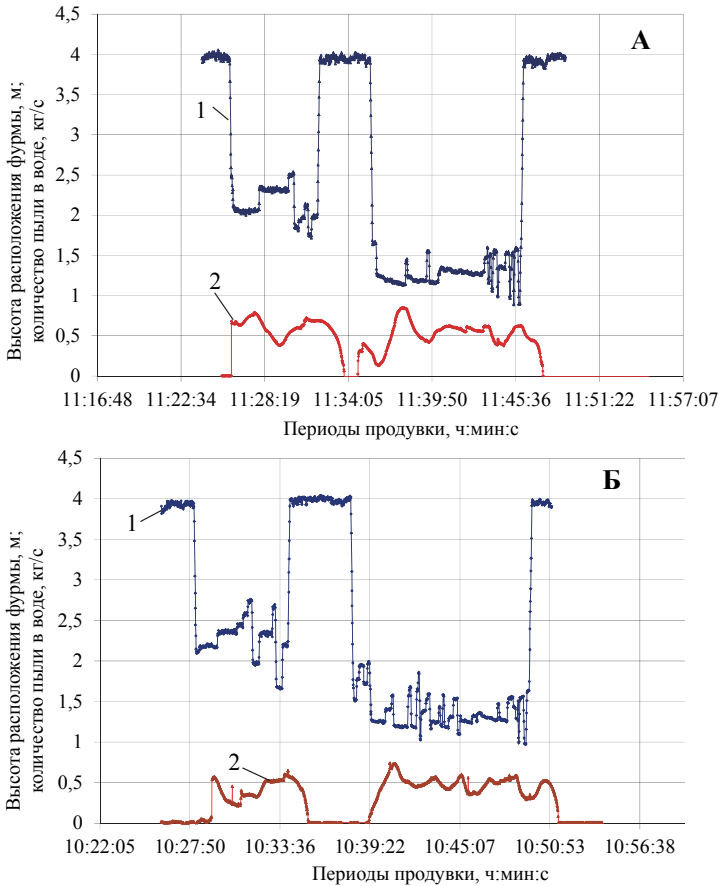


Рисунок 1 – Изменение по ходу продувки положения фурмы (1) и количества пыли в воде на выходе из газоочистки конвертера (2) на плавках: А - без электрических воздействий, Б - с электрическими воздействиями

Для получения сопоставимых результатов анализа массив опытных плавков был разделен на группы плавков, проведенных в одну смену (т.е. одним оператором), при выплавке одной марки стали как по обычной технологии, так и с наложением электрического потенциала.

Исследование динамики изменения уровня пыли было проведено по двум технологическим периодам продувки: до скачивания шлака (1-й период), после скачивания шлака (2-й период). В качестве примера на рис.1 показаны типичные диаграммы непрерывного измерения уровня пыли в воде на выходе из газоочистки конвертера (в шламоборнике) с разбивкой времени продувки на два периода на сопоставляемых плавках с электрическими воздействиями и без воздействий, а также изменение положения фурмы. Из рисунка видно, что количество поступающей в шламоборник пыли зависит от технологического варианта, а пик прохождения запаздывает на время, необходимое для достижения частицами пыли места, в котором производились измерения, причем количество пыли, поступающей в шламоборник на плавках с электрическими воздействиями меньше, чем на обычных плавках, в течение обоих периодов продувки.

В качестве примера в табл.1 приведены усредненные показатели уровня регистрируемой датчиком пыли в воде по двум периодам на плавках: № 794 и № 795, проведенных с электрическим потенциалом и без его применения.

Таблица 1 – Сопоставление усредненных по двум периодам продувки показателей уровня пыли в воде шламопровода на плавках, проведенных по обычной технологии, и с электрическими воздействиями.

Вариант опытной плавки	Средние значения за 1-й период		Средние значения за 2-й период	
	Н фурмы, м	К.пыли, кг/с	Н фурмы, м	К.пыли, кг/с
Без воздействий	2,16	0,609	1,29	0,565
С электрическими воздействиями	2,18	0,528	1,27	0,475

Н – усредненная высота расположения фурмы, К – количество пыли

Как видно из таблицы, на плавках с электрическими воздействиями отмечено снижение количества пыли в шламе на 13 % отн. и 16 % отн. соответственно периодам продувки плавки. Сопоставление в пределах массива опытных плавков с учетом длительности каждого периода продувки показало возможность снижения уровня пыли, аккумулированной водой после газоочистки, на плавках с электрическими воздействиями на величину порядка 10-20 % отн. На рис.2, в качестве примера, показаны диаграммы изменения уровня пыли в дымопроводе перед дымососом, зарегистрированного с помощью прибора ДВП – 02, на контрольных плавках № 794 и 795. Анализ полученных диаграмм изменения количества пыли по ходу продувки показал:

1) сдвиг начала регистрации пыли этим датчиком во времени по сравнению с началом продувки плавки (на графиках приведены так же диаграммы перемещения фурмы);

2) наличие остаточной пыли в трубопроводе в межпродувочные периоды (на графиках - после подъема фурмы), что вероятно, связано с существенными объемами труб дымопроводов и определяет затяжной характер эвакуации пыли из дымопровода после окончания продувки.

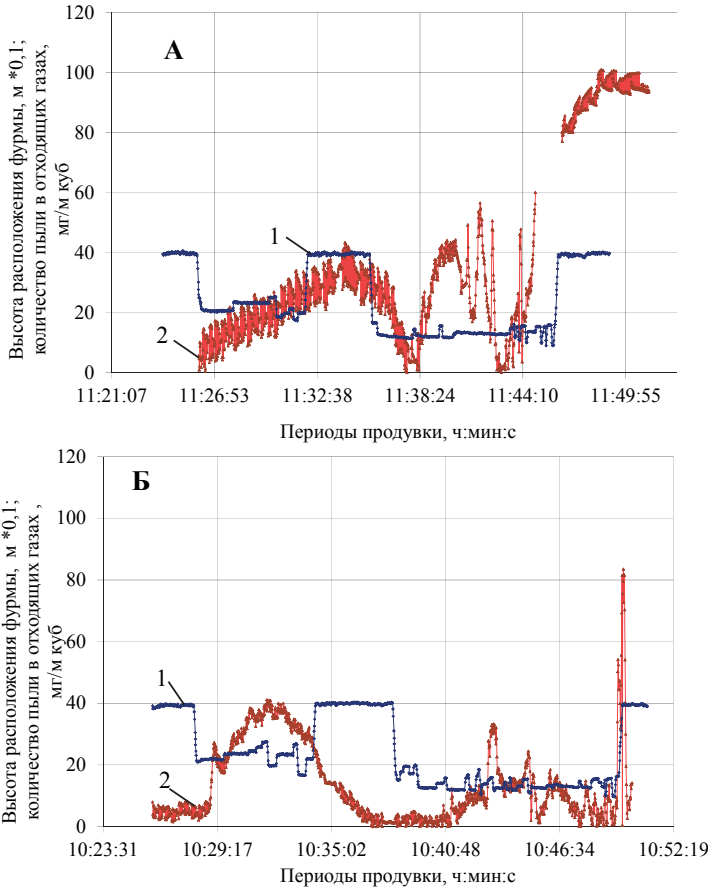


Рисунок 2 – Изменение по ходу продувки положения фурмы (1) и количества пыли (2) по показаниям датчика ДВП–02 конвертера № 3 на плавках: А - без электрических воздействий, Б - с электрическими воздействиями

Сопоставление диаграмм выделения пыли в дымопроводе на плавках по обычной технологии и с применением электрических воздействий также показало определенную тенденцию по снижению общего количества пыли. В качестве примера в табл.2 приведены результаты усредненных

показателей уровня регистрируемой датчиком пыли ДВП - 02 в дымопроводе конвертера № 3 по двум периодам. Из табл.2 и диаграмм видно, что количество пыли в дымопроводе перед дымососом (по показаниям датчика ДВП – 02) на плавке без воздействий заметно выше во втором периоде продувки (средневзвешенные величины 25,62 мг/м<sup>3</sup> против 18,96 мг/м<sup>3</sup>)

Таблица 2 – Сопоставление усредненных по периодам продувки показателей уровня пыли (по ДВП-02) в дымопроводе конвертера № 3

Номер плавки по футеровке	Среднее за 1-й период		Среднее за 2-й период	
	Н фурмы, м	К.пыли, мг/м <sup>3</sup>	Н фурмы, м	К.пыли, мг/м <sup>3</sup>
№ 795 (без поля)	2,16	24,29	1,29	25,62
№ 794 (с полем)	2,18	23,28	1,31	18,96

Н – усредненная высота расположения фурмы, К – количество пыли

**Заключение.** Проведенные промышленные исследования показали техническую осуществимость непрерывного измерения с помощью специальных датчиков, в том числе ДВП – 02, и регистрации на ПК уровня пыли, поступающей в шлам и в дымопровод газоочистки. Показана возможность снижения уровня выделения пыли на плавках с использованием электрических воздействий по принятым в цехе технологическим и электрическим режимам. Следует отметить, что для достижения максимально возможного для данной технологии эффекта снижения пыли необходимо продолжение исследований в плане определения максимально возможного уровня снижения пылевыведения за счет указанной технологии и разработки специальных технологических мероприятий и режимов электрических воздействий, позволяющих снизить пылевыведение без уменьшения получаемых ресурсосберегающих эффектов.

1. *Исследование конвертерного процесса при воздействии электрической энергии /С. И. Семькин, В. В. Смоктий, В. Ф. Поляков, и др. // Известия ВУЗов, Черная металлургия. – 1992. – № 10. – С. 6-8.*
2. *Технология конвертерной плавки с электрическим воздействием на ванну / С. И. Семькин, В. Ф. Поляков, Е. В. Семькина и др. // Материалы Международной научно-технической конференции БелОЛ и М «Литейное производство и металлургия 2002 – качество и эффективность (Беларусь, Минск), Литье и металлургия. – 2002. – № 4. – С. 175-177.*
3. *Ресурсо- и энергосберегающая технология конвертерной плавки с электрическими воздействиями / С. И. Семькин, В. Ф. Поляков, Е. В. Семькина и др. // Металл и литье Украины.– 2004.– № 11. – С.46-48.*
4. *Опыт применения электрического воздействия при конвертерной плавке / С. И. Семькин, В. Ф. Поляков, В. А. Шеремети др. // Сталь. – 2004. – № 6. – С.37-38.*

5. *Опыт* развития и освоения технологии применения низковольтных потенциалов при конвертерной плавке в условиях 60-т конвертеров ПАО «Евраз - ДМЗ им.Петровского / В. Ф. Поляков, С. И. Семькин, А. Д. Зражевский и др. // *Новости науки Приднепровья.*– 2012. – № 3-4. – С.48-52.
6. *Особенности* пылевыведения при выплавке металла в условиях наложения на ванну низковольтных электрических потенциалов / С. И. Семькин, В. Ф. Поляков, Е. В. Семькина, Т. С. Кияшко // *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: сб. научных трудов ИЧМ.* – 2010. – вып. 21. – С.149 – 154.

*Статья поступила в редакцию сборника 11.04.2017  
и прошла внутреннее и внешнее рецензирование*

***С.І.Семикін, Є.В.Семикіна, Т.С.Голуб, С.О.Дудченко, В.В.Вакульчук***

**Оцінка можливості зниження рівня пиловиділення з конвертеру при застосуванні технології накладення низковольтного потенціалу**

У роботі проаналізована динаміка виділення пилу з промислового конвертера при виплавці сталі з продуванням киснем зверху на порівняльних плавках і плавках з підведенням низковольтного електричного потенціалу до фурми. Дослідження проведено за двома параметрами: кількість пилу у воді, що акумулюється, в газоочищенні і залишкова кількість пилу в газі, що поступає по димопроводу перед димососом. Виконано оцінку ефективності електричних дій на рівень винесення пилу з конвертера.

**Ключові слова:** конвертерний процес, низковольтний електричний потенціал, винос пилу

***S.I.Semykin, E.V.Semykina, T.S.Golub, S.A.Dudchenko, V.V.Vakulchuk***

**Assess on the possibilities to reduce dust emissions from the converter with the use of low-voltage potential**

The paper analyzes the dynamics of dust emission from an industrial converter during the top blowing with oxygen. The comparison is made between the top blowing with oxygen at the conventional heats and the heats with the supply of low-voltage electrical potential to the lances. The study was conducted by the two parameters: the amount of dust accumulated in the water and the residual amount of the dust in the off-gas coming into the fume duct before the exhaust fan. The efficiency of the electric effects was evaluated in terms of their influence on dust removal from the steel-making unit.

**Keywords:** converter process, low-voltage electrical potential, dust generation