

A STUDY OF BLAST FURNACE HEARTH THERMAL MODE TAKING INTO ACCOUNT TUYERE ZONE BLACKNESS

The paper deals with the processes of heating iron and slag in the blast furnace tuyere zone. Also the paper provides the methods for estimating the degree of blackness taking into account the conditions of blast technologies operation.

Keywords: temperature of iron, burning temperature, degree of blackness, pulverized coal.

УДК 669.162.252

В.А. КРАВЕЦ*(д-р техн.наук, доц.), **В.А. ТЕМНОХУД****(канд.техн.наук, доц.), **Ю.В. НАСАНОВА***

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, **Донецкий национальный технический университет, Донецк

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАФИТСОДЕРЖАЩЕЙ ПЫЛИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ

При переливах чугуна в доменных и сталеплавильных цехах, десульфурации чугуна и в ходе некоторых других технологических процессов выделяется графитсодержащая пыль, которая может быть ценным сырьём для получения материалов, используемых в авиационной, космической и электротехнической промышленности. В связи с этим проведены исследования свойств этой пыли и состава включений.

Ключевые слова: чугун, капельки металла, графит, пыль, бурый дым, гетерогенные включения, спектральный анализ, экспериментальное исследование.

Проблема и постановка задачи

При переливах расплава чугуна выделяется значительное количество пыли – около 0,05 % от массы переливаемого металла. Выделяющаяся пыль загрязняет окружающую среду и ухудшает санитарное состояние рабочих мест [1].

Переливы чугуна являются необходимым звеном технологии в чёрной металлургии. Каждая порция металла на пути от домны до сталеплавильного агрегата переливается 4 раза: при выпуске чугуна из доменной печи, при заливке в миксер, при сливе из миксера и при заливке в конвертер или мартен. При использовании миксерных чугуновозов число переливов сокращается до 3, но на Украине такая технология применяется только на Алчевском металлургическом комбинате [2].

Выделяющаяся пыль состоит из двух основных компонентов: на 10-20% из крупнодисперсной графитной пыли, которую легко уловить обычными циклонами, и на 75-85% из мелкодисперсного бурого дыма.

Графитная спель выделяется из свободного графита, образующегося в объёме металла из растворённого углерода при охлаждении чугуна, вследствие снижения растворимости углерода в расплаве. Частички графита имеют плоскую форму и состоят из сросшихся гексагональных пластин.

Графитсодержащая крупнодисперсная фракция пыли содержит в основном оксиды железа и углерод. Графитная спель с содержанием углерода более 20 % является ценным сырьём, поэтому её целесообразно улавливать из общего потока выбросов и утилизировать.

Доля графита составляет обычно около 30% от массы крупнодисперсной фракции, улавливаемой циклонами. Графит является ценным компонентом, который широко применяется в промышленности. В настоящее время графит либо добывают из графитовой руды, либо получают при пиролизе каменного угля. Оба метода экономически дороги и экологически вредны.

Между тем, ресурсы графитового сырья в чёрной металлургии Украины таковы, что при сборе и утилизации всех графитсодержащих отходов можно полностью обеспечить потребности, как Украины, так и России. В странах СНГ в настоящее время накоплено более 4,0 млн. т графитсодержащих металлургических отходов, на 80% состоящих из отходов миксерных отделений и отделений десульфурации. В связи с этим практический интерес представляет вопрос о свойствах графитсодержащей пыли, методах её обогащения и утилизации.

Методика и результаты исследований

Исследовалась графитсодержащая пыль, уловленная циклоном в миксерном отделении ККЦ МК «Азовсталь». Металлические частицы, присутствующие в крупнодисперсной фракции в виде механической примеси, были отделены магнитом. Ситовый состав графитной спели после отделения брызг металла приведён в табл. 1. Из табл.1 видно, что пластины графитной спели сосредоточены в крупных фракциях и полностью отсутствуют во фракциях менее 63 мкм.

Таблица 1 – Ситовый состав графитной пыли.

Фракция, мм	Менее 0,05	0,05÷0,063	0,063÷0,071	0,071÷0,1	0,1÷0,125	0,125÷0,18
% по массе	Нет	Нет	0,28	7,82	10,54	24,49
Фракция, мм	0,18÷0,315	0,315÷0,4	0,4÷1,0	1,0÷1,6	1,6÷2,5	Более 2,5
% по массе	30,27	12,4	13,27	1,02	0,27	Нет

На рис.1 показана частица спели, снятая с ребра. Видно, что частица состоит из нескольких слоёв кристаллического графита, между которыми имеются вкрапления металла. Толщина отдельных слоёв графита составляет 0,6-0,8 мкм, край пластины расщеплён. Оценка плотности распределения вкраплений железа показала, что они гуще расположены в местах не-

ровностей рельефа на поверхности пластин (поры, щели, выступы на стыке кристаллов и т.д.).

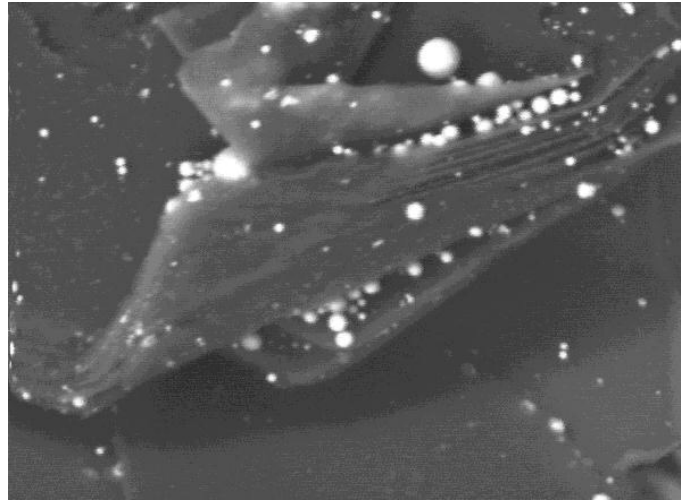


Рисунок 1 – Вид с ребра частички графитной спели. РЭМ. Контраст в отражённых электронах. Увеличение: $\times 1500$ раз. Горизонтальный размер снимка соответствует размеру 90 мкм.

Включения в структуру графита исследовались с помощью электронного микроскопа. На рис.2 и рис.3 показаны фотографии включений на поверхности графитовой пластины. Прямоугольниками на фотографии выделены участки, на которых был выполнен спектральный анализ включений. В табл.2 и 3 приведены результаты спектрального анализа.

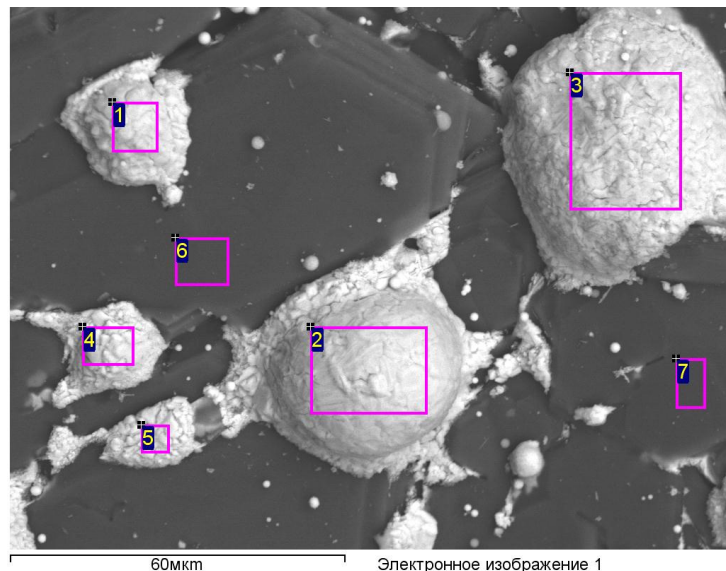


Рисунок 2 – Вид включений на поверхности частицы графита.

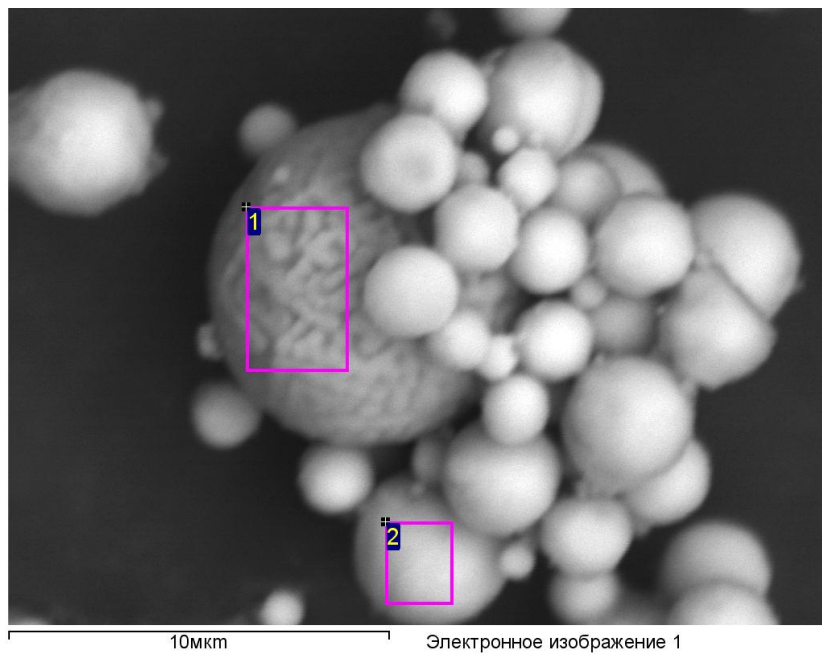


Рисунок 3 – Включения на поверхности частички графита.

Таблица 2 – Содержание элементов, % по числу атомов (к рис.2).

Номер участка	C	O	Fe	Остальные компоненты
1	19,53	20,65	59,60	0,22
2	13,12	26,85	59,84	0,19
3	12,19	28,02	59,37	0,42
4	22,63	10,43	66,09	0,85
5	62,47	9,22	27,19	1,12
6	81,79	15,25	2,96	0
7	52,13	27,96	19,22	0,69

Таблица 3 – Содержание элементов, % по числу атомов (к рис.3).

Номер участка	C	O	Fe	Al	Si	Mn
1	11,49	40,62	37,22	0,02	6,05	4,60
2	23,21	20,86	55,21	0,12	0,07	0,54

Как видно из фотографий, включения на поверхности графита принадлежат к двум основным типам:

- большинство включений имеют сферическую форму, сравнительно гладкую поверхность и состоят из железа (более 55%), кислорода и углерода, на фотографиях эти частицы имеют белый цвет;
- меньшая часть включений имеют сферическую форму с поверхностью, покрытой извилинами и имеют в своём составе значительное

количество кремния и марганца, на фотографиях они имеют более тёмный цвет.

Спектральный анализ участков, не имеющих видимых включений, показал, что они состоят из углерода (52-82%) с примесью железа и кислорода.

Более тёмные частицы, покрытые извилинами, вероятно, образуются в результате взаимодействия с пластинками графита капель расплавленного шлака.

Более детально были рассмотрены относительно гладкие сферические включения. Получена зависимость процентного содержания углерода и железа от диаметра гладких сферических включений, которая представлена на рис. 4 и 5.

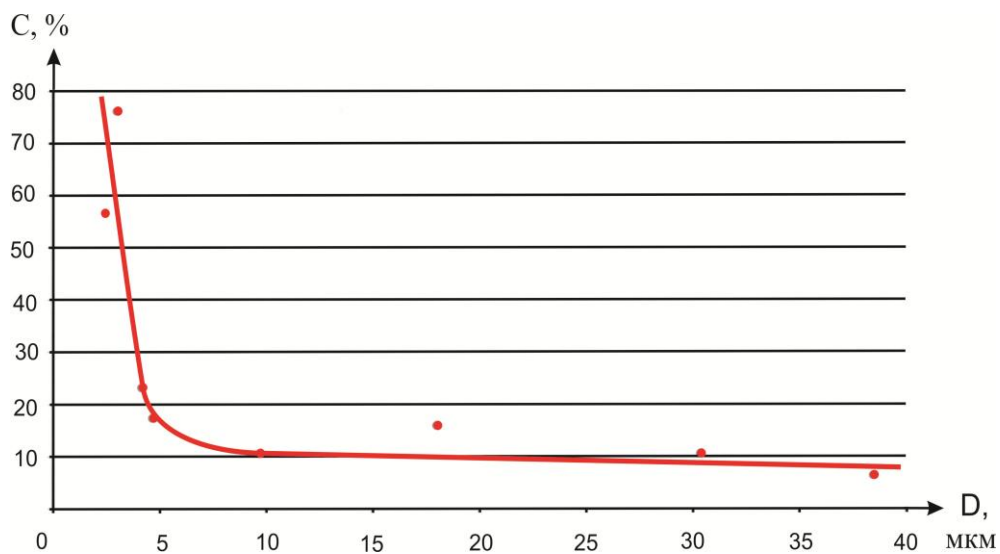


Рисунок 4 – Зависимость содержания углерода от диаметра включений.

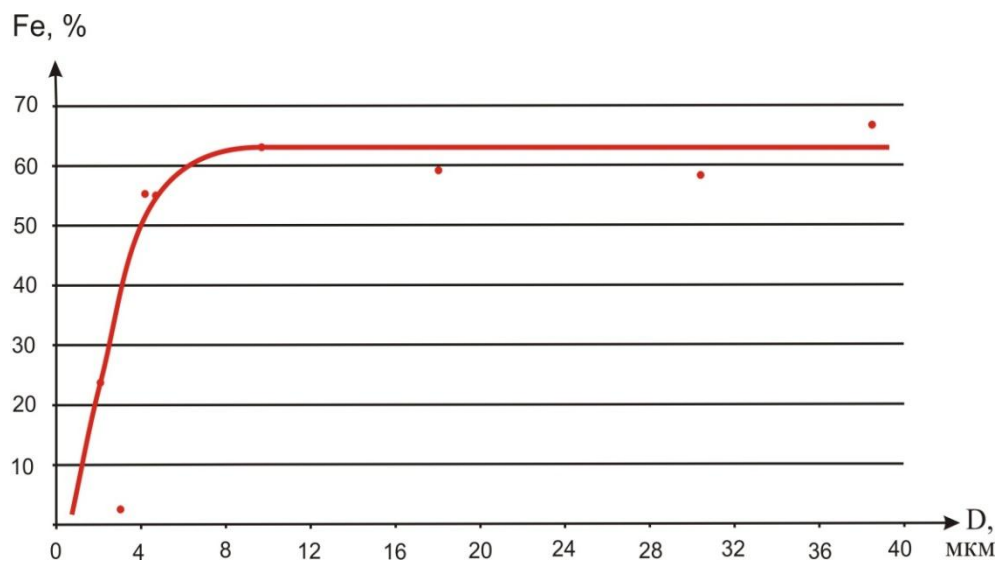


Рисунок 5 – Зависимость содержания железа от диаметра включений

Как видно из рис. 4 и 5, с увеличением диаметра включений растёт доля железа и падает доля углерода, при этом частицы крупнее 10 мкм имеют примерно одинаковый состав.

Выводы

На основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы и предположения.

Графитсодержащая пыль выделяется при выполнении некоторых технологических операций в чёрной металлургии. Она может быть легко уловлена циклонами и отделена от механических примесей металла путём магнитной сепарации.

Графитная пыль представляют собой плоские частицы, состоящие из сросшихся пластин кристаллического графита характерной гексагональной формы. На поверхности графитовых пластин имеются включения сферической формы, в состав которых входят железо, кислород и углерод.

Основная масса включений представляет собой гладкие сферические частицы, имеющие на фотографиях белый цвет. Основным компонентом этих частиц является железо. Можно предположить, что эти частицы образуются в результате конденсации на поверхности графитовых пластин паров железа. В месте контакта с графитовой основой этих частиц образуются соединения типа карбида железа, а в месте контакта с атмосферой – оксиды железа. При этом доля углерода тем выше, чем больше удельная поверхность контакта с поверхностью графита, чем объясняется зависимость химического состава от размера включения.

Часть включений представляет собой тёмные сферические частицы с поверхностью, покрытой извилинами. Высокое содержание в таких включениях кремния и марганца позволяет предположить, что это капли шлака.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравец В.А. Подавление бурого дыма при переливах чугуна: монография / В.А. Кравец. – Донецк: УкрНТЭК, 2002. – 186 с.
2. Экологические аспекты технического перевооружения ОАО «Алчевский металлургический комбинат» / А.С. Хобта, Н.А. Антонов, Е.К. Николаева, В.В. Рогулин // Сборник научных трудов Луганского национального аграрного университета. – 2008. – №81. – С. 109-113.
3. Термографенит из дисперсных железграфитовых отходов металлургии / Ю.П. Пустовалов, В.А. Маслов, И.В. Сагиров, Н.Х. Соляник // Вестник Приазовского государственного технического университета. – 2005. – Вып. №15. – С. 213-216.
4. Трофимова Л.А. Разработка технологии высокотемпературной переработки дисперсных железграфитовых отходов металлургического производства: автореферат дисс. на соискание степени к.т.н. 05.16.02. «Металлургия чёрных металлов» / Л.А. Трофимова; ПГТУ. – Мариуполь, 2007. – 22 с.
5. Исследование графитсодержащей пыли литейного двора доменной печи №4 металлургического комбината им. Ильича и разработка методов её обогащения /

В.А. Кравец, И.Ю. Мотрошилов, А.Г. Горохов и др. // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2007. – Вип. 2(64). – С. 42-47.

Надійшла до редакції 19.09.2012

Рецензент канд. техн. наук, доц. В.В. Кочура

В.А. Кравець *, В.А. Темнохуд **, Ю.В. Насанова *

*Донбаська національна академія будівництва й архітектури, Макіївка,

**Донецький національний технічний університет, Донецьк

ДОСЛІДЖЕННЯ ГРАФІТОВМІСНОГО ПИЛУ МЕТАЛУРГІЙНИХ ЗАВОДІВ

При переливах чавуну в доменних і сталеплавильних цехах, десульфурації чавуну й у ході деяких інших технологічних процесів виділяється графітовмісний пил, який може бути кошовною сировиною для одержання матеріалів, що використовуються в авіаційній, космічній і електротехнічній промисловості. У зв'язку із цим проведені дослідження властивостей цього пилу й складу включень.

Ключові слова: чавун, крапельки металу, графіт, пил, бурий дим, гетерогенні включення, спектральний аналіз, експериментальне дослідження.

V.A. Kravets *, V.A. Temnokhud **, Y.V. Nasanova *

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeyevka

**Donetsk National Technical University, Donetsk

CARBON-CONTAINING DUST OF METALLURGICAL PLANTS

The process of cast-iron treatment in blast furnace and steel-melting departments, cast iron desulfurization and some other technological processes lead to graphite-containing dust emission. This dust can be used to obtain materials for aviation, space and electrotechnical industries. In this connection the properties of this dust are discussed.

Keywords: cast iron, metal drops, graphite, dust, brown smoke, spectral analysis, experimental investigation.

УДК 621.74.047

А.Н. СМІРНОВ*(д-р техн.наук, проф.),

С.В. КУБЕРСКИЙ**(канд.техн.наук, доц.),

А.В. ГОЛОВЧАНСКИЙ**(аспірант), **В.А. ГОЛОВАТЫЙ***(аспірант)

* Донецкий национальный технический университет, Донецк,

**Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ФОРМИРОВАНИЯ СЛЕДОВ КАЧЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ

В работе проведен анализ основных механизмов формирования следов качания, а также подповерхностных «гребешков» в непрерывнолитых заготовках. Такие дефекты могут приводить к появлению поперечных трещин на поверхности заготовок, значительно ухудшая их качество. Установлено, что наиболее эффективным направлением, способствующим повышению качества поверхности непрерывнолитых заготовок, мо-