

УДК 669.162.2

Купенко В.И., к.г.-м.н., доцент; Ярошевский С.Л., д.т.н., профессор;
Кочура В.В.; к.т.н., доцент (*Донецкий национальный технический университет*)

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА КОЛОШНИКОВОЙ ПЫЛИ И ШЛАМА
ГАЗООЧИСТКИ ДОМЕННОГО ПРИЗВОДСТВА**

Experience on Application of Microscopic Analysis for Investigation of BF dust
(gravitational dust and dust of hop pocket)

Investigation on gravitational dust and dust of hop pocket were fulfilled. By means of microscopic analysis the percentage of unconsumed fine coal in gravitational dust and dust of hop pocket may be indicators of consumed pulverized coal rate. Results of this investigation may be also useful in the area of recycling technology and ecological problems.

Проведено исследование состава шлама газоочистки и колошниковой пыли доменного производства. Предложено применение минераграфического анализа содержания частиц неиспользованного угля в шламе газоочистки и в колошниковой пыли для количественной оценки полноты сгорания пылеугольного топлива. Возможно также применение полученных данных для оценки эффективности повторного извлечения железа и улучшения экологической ситуации за счет утилизации накопленных шламов.

Проведено дослідження складу шламу очистки газу та колошникової пилу доменного виробництва. Запропоновано мінерографічний аналіз вмісту часточок вугілля, що не використано, в шламі очистки газу та в колошниковому пилу для оцінки

ступеня використання пиловугільного палива. Є можливим також використання отриманих даних для оцінки ефективності повторного вилучення заліза та для поліпшення екологічної ситуації за рахунок утилізації шламів, що накопичені.

В течение последних десятилетий на базе ДМЗ (ныне ПрАО «Донецксталь» - металлургический завод») под руководством проф. Ярошевского С.Л. ведутся работы по совершенствованию технологии доменной плавки с применением пылеугольного топлива (ПУТ) для замены существенной доли кокса менее дорогим и дефицитным углем [3]. Для контроля полноты сгорания ПУТ используются сложные и затратные методы непосредственного зондирования горна с отбором проб материала. Известны также методы косвенного определения полноты сгорания по анализу продуктов плавки.

На основе исследований, выполненных в 2004 году, нами предложено применение петрографического анализа содержания частиц неиспользованного угля в шламе газоочистки и в колошниковой пыли для количественной оценки полноты сгорания ПУТ. В 2010 г. китайские авторы Keng WU, Rucai DING, et al. опубликовали результаты исследований, полученные с применением аналогичной методики [1].

Петрографический анализ выполнен с применением методов рудной микроскопии и углепетрографии. Использовался рудный поляризационный микроскоп МИН-9 с микрофотометрическим устройством ФМЭ-1. Рудные, шлакообразующие и углеродсодержащие компоненты определялись по ряду оптических признаков (отражательная способность, цвет, двуотражение, эффекты поляризации, внутренние рефлексии), а также по микротвердости.

Изучено восемь брикетов, изготовленных из шлама газоочистки и колошниковой пыли. Для сравнения изготовлен брикет из угольной пыли

[2]. Размер частиц шлама газоочистки пыли, независимо от их состава, колеблется от долей микрон до 25 мкм. Частицы колошниковой пыли крупнее - до 50 мкм; небольшая часть достигает размеров 80 – 100 мкм.

Морфология частиц кокса определяется макро - и микропористостью. Размер пор соответственно колеблется от миллиметров- долей миллиметров до микрон. Почти полностью они сложены поликристаллическими агрегатами графита с размером частиц в первые микроны. Кокс содержит большое количество обломков аналогичного состава скрытокристаллической структуры с субмикроскопической зернистостью (выглядят изотропными), а также включения шлакообразующих компонентов и фрагментов с реликтовой клеточной структурой. Часть пустот покрыта корочками перекристаллизованного графита толщиной в сотые доли мм. Термическое воздействие приводит к графитизации частиц кокса с поверхности и образованию новых пор.

Частицы пылеугольного топлива сложены бесструктурным витринитом - однородным гелефицированным изотропным компонентом. Изредка встречается структурный витринит, содержащий остатки растительной структуры. Форма частиц - угловатая, с количеством сторон от трех до пяти и сравнительно ровными ограничениями. Поры отсутствуют. Отражательная способность R_0 зависит от марки угля (газовый: 7,3 – 8,8 %; тощий: 10,1 – 12,3 %)..

Существенное значение имеет сравнительно широкий диапазон значений R_0 при небольшом разрыве между марками угля. В процессе дегазации потеря летучих компонентов сопровождается изменением R_0 . Создается впечатление, что уголь марки Т при нагревании преобразуется по типу кокса, испытывая графитизацию с увеличением отражательной способности. На определенной стадии по оптическим свойствам он может приблизиться к коксу. При этом сохраняются отличия

от кокса по особенностям микроструктуры и морфологии. Такой уголь следует отнести к частично использованному.

Частично использованный уголь марки Г отличается пониженной по сравнению с исходным отражательной способностью. Возможно, на ранней стадии преобразования потеря летучих компонентов и термическая диссоциация ведут к формированию субмикроскопических пор, понижающих этот показатель. Подобное явление наблюдается на конечных стадиях преобразования кокса.

Рудные компоненты представлены магнетитом и гематитом. Магнетит чаще всего образует сростки неправильных зерен размером 30 мкм и менее. Включения магнетита в стеклообразных образованиях имеют вид правильных кристаллов, замещаемых гематитом. Гематит количественно преобладает над магнетитом.

Шлакообразующие компоненты представлены остаточным кварцем, карбонатами, а также силикатами. Последние образуют правильные кристаллы в массе силикатного стекла, образующего и самостоятельные частицы. Отражательная способность этих компонентов варьирует в зависимости от содержания железа.

Все перечисленные компоненты встречаются как в виде отдельных частиц, так и в виде плотных комочков, составляющих единый агрегат. Возможно, это осколки железорудных окатышей.

Определены объемные проценты указанных компонентов линейным методом. Измерения проводились с применением окуляра – микрометра. Брикет перемещался с помощью координатного препаратодителя, снабженного линейками с нониусами, так, чтобы измерение сечений зерен выполнялось по системе параллельных линий через 1мм. Сходимость результатов контролировалась измерениями на двух половинах брикетов.

Таблица 1

Содержание (объемн. %) рудных и шлакообразующих компонентов
в колошниковой пыли, 2004 г.

Компоненты	ДП - 2	ДП - 1
Кокс	68,5	71,6
Магнетит	3,6	2,9
Магнетит в стекле	6,8	8,8
Магнетит с гематитом	4,1	4,9
Стекло с включениями металла	8,3	6,8
Рекристаллизованные шлакообразующие компоненты	3,5	3,7
Уголь	0,8	-
Графит	1,3	-
Лимонит	0,6	0,5
Карбонаты	0,5	0,8

Таблица 2

Содержание компонентов (объемн. %) колошниковой пыли и шлама
газоочистки, 2011 г.

Материал	Кокс	Уголь	Оксиды железа	Шлакообр. компоненты
Колошниковая пыль	30,11	0,10	36,09	33,70
Шлам газоочистки	3,41	0,012	72,02	24,56

Доля неиспользованного угля рассчитана по уравнению:

$P = \frac{\text{объемные \% неиспользованного угля}}{\text{объемные \% неиспользованного угля} + \text{объемные \% частиц кокса}} * 100\%$. Результат составил :

$$P_1 = 0,012: (3,41 + 0,012) * 100\% = 0,35\% \text{ по шламу газоочистки}$$

$$P_2 = 0,10: (30,11 + 0,10) * 100\% = 0,33\% \text{ по колошниковой пыли}$$

Проведенные исследования говорят о достаточно полной степени газификации частиц угля при расходах 135 кг ПУТ и 400 кг кокса на тонну чугуна.

Возможно также применение полученных данных для оценки эффективности повторного извлечения железа и улучшения экологической ситуации за счет утилизации накопленных шламов.

Возможно также применение полученных данных для оценки эффективности повторного извлечения железа и улучшения экологической ситуации за счет утилизации накопленных шламов.

ЛИТЕРАТУРА

1. KengWU, Rucai DING, et al. Research on Unconsumed Fine Coke and Pulverized Coal of BF Dust under Different PCL Rates in BF at Capital Steel Co. // ISJU International, vol.50 (2010), No 3, pp. 390 – 395.

2. Кочура В.В., Ярошевский С.Л., Купенко В.И., и др. Определение степени сгорания пылеугольного топлива в доменной печи №2 ЗАО «Донецксталь» - металлургический завод // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Металургія. Випуск 12 (177) – Донецьк: ДонНТУ, 2010. – С. 56-65

3. Ярошевский С.Л. Выплавка чугуна с применением пылеугольного топлива // М: Металлургия, 1988. – 176 с.