

TEMPERATURE EFFECT ON THE PROCESS OF OBTAINING RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF PULVERIZED COAL FUEL FROM LOW-RANK COAL WITH HIGH SULPHUR CONTENT

© Shved M.Ie., Graduate student, Pysh'yev S.V., Doctor of Technical Sciences, Prysiashnyi Yu.V., PhD in technical sciences (NU «Lviv Politechnic»)

A low-rank coal desulphurization has been studied to obtain raw materials for the production of pulverized coal fuel.

The study has been fulfilled of the effect of temperature on the degree of sulfur removal and on the depth of the transformation of the coal organic mass. These parametres have an influence on, respectively, sulfur content on the one hand and on the ash and volatile yields of desulphurized coal on the other.

The optimum temperature limits have been founded at which the desulphurization is recommended.

Keywords: pulverized coal fuel, oxidative desulphurization, coal organic matter, sulphur, temperature.

УДК 66.092.89

ПОЛУЧЕНИЕ КОКСА УЛУЧШЕННОГО КАЧЕСТВА ИЗ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАСЫПНОЙ И ТРАМБОВАННОЙ ШИХТ

© * О.И. Зеленский¹

Государственное предприятие «Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИИ)» 61023, г. Харьков, ул. Веснина, 7, Украина

М.А. Соловьев²

ПАО «Алчевский металлургический комбинат», 93400, г. Северодонецк, Луганская обл., ул. Вилесова, 20А, Украина

¹Зеленский Олег Иванович, канд. техн. наук, зам. зав. коксовым отделом, e-mail: zelensky_ukhim@mail.ru

²Соловьев Михаил Алексеевич, канд. техн. наук, нач. техн. отдела коксо-химического производства, e-mail: msolovjev@akz.lg.ua

В статье приведены результаты исследований по улучшению качественных характеристик доменного кокса путем модификации насыпной и трамбованной шихт в промышленных условиях. Модификацию шихты осуществляли путем введения в нее тонкоизмельченных корундовых материалов.

Показано, что введение неспекающихся добавок в определенных концентрациях (0,25 %) позволяет воздействовать на процессы, протекающие на стадии пластического состояния для улучшения прочностных свойств кокса.

Ключевые слова: шихта, кокс, качество, присадки, электрокорунд, карборунд.

Для достижения необходимых показателей качества доменного кокса коксохимические заводы должны использовать высококачественный коксующийся уголь с определенным петрографическим, минеральным составом и очень низким содержанием серы. Большая часть коксующихся углей, добываемых в Украине, имеет значительное содержание серы и в среднем позволяет получать кокс с показателями CRI и CSR около 40 % [1, 2].

Отсюда возникает интерес к проблеме целенаправленного воздействия на процессы, протекающие на стадии пластического состояния углей при коксовании, обусловленный поисками путей регулирования качества кокса и расширения сырьевой базы коксования в условиях дефицита хорошо спекающихся углей. Одним из решений этой проблемы может послужить воздействие на свойства угольных шихт путем введения в них различных добавок [3].

* Автор для переписки

Известна эффективность использования наноматериалов в качестве объемно-модифицирующих присадок [4]. В результате их применения повышаются износостойкость, прочность, трещиностойкость и прочность на разрыв твердых материалов. В качестве таких модифицирующих добавок могут использоваться нанопорошки Al_2O_3 , SiC, TiN, TiCN, WC и др.

Целью данной статьи явилось исследование возможности повышения качественных показателей кокса с помощью объемно-модифицирующих присадок (кристаллические α -модификации оксида алюминия и карбида кремния), путем модифицирования его изотропных участков в анизотропные на стадии пластического состояния.

Исследования проводили в промышленных условиях КХП ПАО «АМК» (в 2013 г.) методом ящичных коксований на бат. № 7 (насыпная загрузка) и на бат. № 9-бис (трамбованная загрузка). Проведение ящичных коксований на двух разных батареях диктовалось необходимостью определения влияния способа загрузки, т.е. различных температурных условий и продолжительности коксования на качество кокса, полученного с добавлением различных присадок в исходную каменноугольную шихту.

Ящичные коксования на бат. № 7 проводили при обороте печей 18,0 ч., на бат. № 9-бис – 23,0 ч. Темпе-

ратуры в контрольных вертикалах бат. № 7 составляли, °С: м.с. – 1255, к.с. – 1285; бат. № 9-бис соответственно, 1350 и 1345. Средневзвешенная температура кокса составляла соответственно 1008 и 1063 °С.

Ящики с экспериментальной шихтой на бат. № 7 помещались в центр угольной загрузки, т.е. после спуска шихты из бункеров углезагрузочного вагона в 1-й и 3-й люки, ящики опускали во 2-й люк и догружали его шихтой из среднего бункера, затем производилось планирование верха угольной загрузки.

Загрузку ящиков в печи № 9-бис проводили по разработанной ранее методике – укладывали на «подушку» шихты в трамбовочной камере ТЗВМ на расстоянии ~ 1 м друг от друга. Далее закрывали дверь трамбовочной камеры и сверху ящиков выполняли подсыпку шихты слоем ~ 500 мм, после чего начинали трамбовать угольную загрузку.

После выдачи печи и тушения кокса ящики извлекали с коксовой рампы и при необходимости дотушивали водой.

В качестве экспериментальной шихты, т.е. шихты для внесения присадок, была отобрана производственная шихта завода.

Марочный состав и качественные показатели шихты для экспериментальных коксований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика шихты для экспериментальных коксований

| ЦОФ | Марка | % в шихте | R ₀ , % | Пластометрия, мм | | Технический анализ, % | | | I ₀ |
|----------------------------------|---------|-----------|--------------------|------------------|----|-----------------------|-----------------------------|------------------|----------------|
| | | | | X | Y | A ^d | S _t ^d | V ^{dat} | |
| Щедрухинская | Г | 13 | 0,68 | 60 | 12 | 6,9 | 0,64 | 32,8 | 1,75 |
| Beckley Low Volatile | – | 6 | 1,55 | 13 | 10 | 7,4 | 0,84 | 16,6 | 0,99 |
| Mountain Laurel | – | 27 | 0,89 | 43 | 23 | 7,9 | 0,99 | 32,4 | 3,16 |
| Комсомольская | Ж | 11 | 1,05 | 43 | 17 | 7,6 | 0,90 | 29,2 | |
| Киевская (ш. Засядько) | Ж | 15 | 1,08 | 16 | 31 | 7,6 | 1,58 | 27,5 | 4,19 |
| Краснолиманская | Ж | 7 | 0,89 | 42 | 19 | 7,7 | 2,24 | 31,3 | 5,22 |
| Березовская | К-КО-КС | 12 | 1,23 | 43 | 10 | 8,9 | 0,59 | 21,1 | 1,52 |
| Щедрухинская + Березовский р-з | ОС | 9 | 1,43 | 36 | 8 | 8,3 | 0,45 | 16,9 | 2,06 |
| ИТОГО | | 100 | – | – | – | – | – | – | – |
| Качественные показатели шихты, % | | | 1,04 | 39 | 18 | 7,8 | 1,01 | 27,6 | 2,50 |

В качестве присадок в шихту для улучшения качества кокса использовали кристаллические (α -модификация) порошки оксида алюминия (корунд) и карбидов кремния (карборунд) с разным уровнем измельчения. Присадки вносили в шихту в количестве 0,25-0,5 % (по массе) путем механического перемешивания

присадки с навеской шихты для ящичного коксования (для насыпной плотности – 4,5 кг; для трамбованной – 2,6 кг). В табл. 2 приведена нумерация проб с присадками – общая как для насыпной шихты (бат. № 7), так и для трамбованной (бат. № 9-бис).

Таблица 2

Характеристика объемно-модифицирующих присадок

| № пробы | Вид присадки | Количество присадки в пробе, % (по массе) | Крупность частиц присадки, мкм |
|---------|------------------------------------|---|--------------------------------|
| 1 | Эталонная шихта (без присадок) | – | – |
| 2 | SiC в/м* | 0,25 | 8-12 |
| 3 | SiC в/м | 0,5 | 8-12 |
| 4 | SiC | 0,25 | 125-150 |
| 5 | SiC | 0,5 | 125-150 |
| 6 | Al ₂ O ₃ в/м | 0,25 | 30-60 |
| 7 | Al ₂ O ₃ в/м | 0,5 | 30-60 |
| 8 | Al ₂ O ₃ | 0,25 | 40-80 |
| 9 | Al ₂ O ₃ | 0,5 | 40-80 |

* в/м – вибролотый

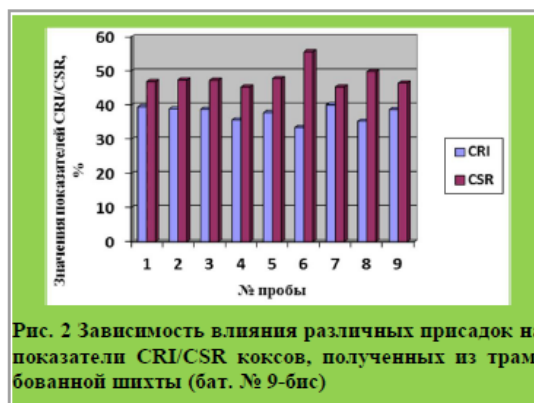
Таблица 3

Технический анализ экспериментальных коксов

| № пробы | Бат. № 7 | | | | Бат. № 9-бис | | | |
|---------|---------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|
| | W ^r _t , % | A ^a , % | V ^{dat} , % | S ^a _t , % | W ^r _t , % | A ^a , % | V ^{dat} , % | S ^a _t , % |
| 1 | 0,25 | 11,70 | 0,28 | 0,75 | 0,22 | 12,15 | 0,46 | 0,78 |
| 2 | 0,24 | 11,75 | 0,30 | 0,74 | 0,23 | 12,21 | 0,39 | 0,80 |
| 3 | 0,22 | 11,90 | 0,29 | 0,75 | 0,21 | 12,33 | 0,41 | 0,77 |
| 4 | 0,25 | 11,81 | 0,35 | 0,73 | 0,20 | 12,30 | 0,37 | 0,76 |
| 5 | 0,24 | 11,89 | 0,32 | 0,76 | 0,20 | 12,39 | 0,42 | 0,77 |
| 6 | 0,21 | 12,08 | 0,34 | 0,77 | 0,21 | 12,22 | 0,43 | 0,75 |
| 7 | 0,21 | 11,91 | 0,29 | 0,79 | 0,30 | 12,29 | 0,52 | 0,76 |
| 8 | 0,23 | 11,93 | 0,30 | 0,74 | 0,25 | 12,27 | 0,41 | 0,79 |
| 9 | 0,20 | 12,14 | 0,30 | 0,76 | 0,24 | 12,31 | 0,49 | 0,80 |

Технический анализ коксов, полученных ящичными коксованиями на бат. № 7 и № 9 бис, приведен в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что внесение в шихту до 0,5 % присадок не влияет на уровень зольности кокса.



Влияние присадок на качественные показатели реакционной способности (CRI) и послереакционной прочности (CSR) коксов, полученных из насыпной (бат. № 7) и трамбованной (бат. № 9-бис) шихты, представлено на рис. 1 и 2 соответственно. На данных рисунках показано изменение этих показателей относительно эталонного кокса № 1 (без присадок).

Из рис. 1 и 2 следует, что наиболее заметные результаты по улучшению показателей кокса CRI/CSR получены с помощью присадок № 2 (SiC в/м 0,25 %), № 8 (Al₂O₃ в/м 0,25 %) и № 10 (Al₂O₃ 0,25 %). Добавление остальных присадок показало либо незначительное ухудшение показателей CRI/CSR, либо колебания на

уровне показателей эталонного кокса в пределах погрешности их определения.

Улучшение показателей CRI/CSR кокса с присадками №№ 2, 8 и 10 подтверждается также некоторыми другими анализами физико-химических свойств кокса (структурной прочностью по Грязнову, реакционной способностью по ГОСТ 10089), как следует из данных табл. 4.

Такой показатель качества кокса, как удельное электросопротивление, оказался неинформативным, по-видимому, в связи с высокой электропроводностью самих присадок.

Таблица 4

Физико-химические показатели экспериментальных коксов

| № пробы | Бат. № 7 | | | Бат. № 9-бис | | |
|---------|--------------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| | Структурная прочность по Грязнову, % | Реакционная способность по ГОСТ 10089, см ³ /Г-с | Удельное электросопротивление, Ом·см | Структурная прочность по Грязнову, % | Реакционная способность по ГОСТ 10089, см ³ /Г-с | Удельное электросопротивление, Ом·см |
| 1 | 87,7 | 0,64 | 0,126 | 88,7 | 0,64 | 0,137 |
| 2 | 89,9 | 0,58 | 0,138 | 90,5 | 0,57 | 0,113 |
| 3 | 87,3 | 0,71 | 0,132 | 89,2 | 0,66 | 0,122 |
| 4 | 89,7 | 0,65 | 0,141 | 89,9 | 0,61 | 0,132 |
| 5 | 86,8 | 0,53 | 0,129 | 87,6 | 0,73 | 0,129 |
| 6 | 90,1 | 0,51 | 0,135 | 89,2 | 0,65 | 0,140 |
| 7 | 85,3 | 0,74 | 0,136 | 89,4 | 0,66 | 0,157 |
| 8 | 89,3 | 0,54 | 0,155 | 91,4 | 0,53 | 0,126 |
| 9 | 88,1 | 0,68 | 0,163 | 88,3 | 0,73 | 0,130 |
| 10 | 89,9 | 0,56 | 0,131 | 90,1 | 0,59 | 0,131 |
| 11 | 86,1 | 0,69 | 0,139 | 87,9 | 0,71 | 0,136 |

Выводы

1. Введение неспекающихся добавок в определенных концентрациях (0,25 %) позволяет воздействовать на процессы, протекающие на стадии пластического состояния для улучшения прочностных свойств кокса.

2. В результате проведенных экспериментов установлено, что внесение определенных видов объемно-модифицирующих присадок в шихту для коксования в количестве не более 0,25 % по массе, главным образом, влияет на увеличение показателей CRI/CSR кокса, а именно:

Для коксов, полученных из насыпной шихты (бат. № 7) достигнуто улучшение показателя CSR:

- на 5,2 % – присадка № 2 (SiC в/м 0,25 %);
- на 7,1 % – присадка № 8 (Al₂O₃ в/м 0,25 %);
- на 5,7 % – присадка № 10 (Al₂O₃ 0,25 %);

Для коксов из трамбованной шихты (бат. № 9-бис) получено увеличение показателя CSR:

- на 9,7 % – присадка № 8 (Al₂O₃ в/м 0,25 %);
- на 3,9 % – присадка № 10 (Al₂O₃ 0,25 %).

3. На наш взгляд, более рациональным способом внесения присадок в шихту, является установка питателя (по типу шнекового или др.), подающего дозированное количество присадки (0,25 %) на ленточный конвейер с шихтой. Питатель должен быть установлен на участке перед дробилкой окончательного дробления шихты (< 3 мм). В таком случае эта дробилка будет выполнять роль смесителя, т.к. одним из условий получения высококачественного кокса с помощью присадок является их равномерное распределение во всем объеме угольной шихты.

Библиографический список

1. Рыценко А.И. Влияние свойств углей на реакционную способность и послереакционную прочность кокса / А.И. Рыценко, И.В. Шульга, Д.В. Мирошниченко, В.М. Шмалько // УглеХимический журнал. – 2009. – № 5-6. – С. 17-22.

2. Давидзон О.Р. Наукове обґрунтування раціонального використання низько відновленого вугілля Донбасу для виробництва високоякісного коксу // Автореф. дис. ... канд. техн. наук 05.17.07. – Харків: УХІН, 2008. – 20 с.

3. Зеленский О.И. Современные направления использования неспекающихся добавок в производстве кок-

са / О.И. Зеленский // УглеХимический журнал. – 2013. – № 3. – С. 21-28.

4. Рыжонков Д.И. Наноматериалы / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзицури. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 365 с.

Рукопись поступила в редакцию 14.02.2017

THE OBTAINING OF IMPROVED QUALITY COKE FROM THE MODIFIED BULK AND TAMP COAL BLENDS

© Zelenskii O.I., PhD in technical sciences (SE «UKHIN»), Solovyov M.A., PhD in technical sciences (PJSC «Alchevsk Iron & Steel Works»)

The article presents the results of research to improve the quality characteristics of blast-furnace coke with the help of mineral additives to the bulk and tamp coal blends in industrial environments. The fine corundum powders has been used as the additives-modifiers.

It has been shown that the introduction of non-coking additives in certain concentrations (0,25 % of coking coal mass) can influence the processes occurring at the stage of the coal plastic state. This effect results to the improving of the strength properties of the coke.

Keywords: coal blend, coke quality, additives, corundum, carborundum.

УДК 662.74:661.522.2

О ТЕМПЕРАТУРЕ И ПРОДУКТАХ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ СУЛЬФАТА АММОНИЯ

© * Ф.Ф. Чешко¹, Л.П. Банников², Г.А. Власов³

Государственное предприятие «Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИИ)» 61023, г. Харьков, ул. Веснина, 7, Украина

¹ Чешко Федор Федорович, доктор техн. наук, с.н.с., ученый секретарь, e-mail: cheshko@ukhin.org.ua

² Банников Леонид Петрович, канд. техн. наук, зав. хим. отделом, e-mail: ukhinbarnikov@gmail.com

³ Власов Геннадий Александрович, доктор техн. наук, главн. научн. сотр. научно-технического отдела, e-mail: nto@ukhin.org.ua

В статье рассмотрены существующие представления о влиянии температуры на механизм разложения сульфата аммония. Использован универсальный метод минимизации функции от энергии Гиббса, позволяющий рассчитать равновесный состав предполагаемых компонентов разложения сульфата аммония для самопроизвольных процессов. Расчет был проведен на базе основных термодинамических свойств компонентов в изотермических условиях при фиксированных температурах. Сделан вывод, что образование коррозионно-активных серной кислоты и окислов серы термодинамически маловероятно при температурах ниже 480 °С.

Ключевые слова: сульфат аммония, термическое разложение, продукты, серная кислота, окислы серы, энергия Гиббса, термодинамическая вероятность.

Благодаря своему химическому составу, сульфат аммония вызывает интерес не только в качестве эффективного азотно-серного минерального удобрения, но и как химически-активная добавка, способная выступать

* Автор для корреспонденции