

*М. К. ДЖУНДИБАЕВ, В. А. КИМ, С. Х. КУДАРИНОВ,
Д. Г. БИВОЙНО, В. Г. РАЗДОБРЕЕВ, О. А. БОГОЯВЛЕНСКАЯ*

(Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Караганда, Казахстан)

ВЛИЯНИЕ РАСХОДА ВОЗДУХА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОГО КОКСОВАНИЯ ШУБАРКОЛЬСКОГО УГЛЯ

Аннотация. В работе представлены количественные зависимости технологических параметров процесса коксования от расхода воздуха. Приведены графики зависимости между технологическими параметрами процесса коксования и качественными характеристиками спецкокса.

Ключевые слова: термоокислительное коксование, спецкокс, скорость коксование, температура коксования.

Тірек сөздер: термототықтыра кокстуу, арнаулы кокс, кокстуу жылдамдығы, кокстуу температурасы.

Keywords: thermo-oxidative coking, special coke, speed coking, coking temperature.

В Казахстане особое место занимают угли Шубаркольского месторождения. Их малая зольность, возможность добычи открытым способом, мощность пластов, минимальное содержание серы и фосфора [1] послужили причиной изыскания экономически выгодных способов их переработки в дефицитные специальные виды кокса. Высокое содержание летучих веществ в шубаркольском угле позволяет проводить процесс его коксования без внешнего обогрева способом термоокислительного коксования. Термоокислительное коксование осуществляется путем частичной газификации летучих компонентов угля на воздушном дутье методом автотермии. Тепловая энергия, требуемая для пиролиза угольной массы, выделяется непосредственно в слое угольной загрузки за счет селективного горения летучих веществ, при этом количество твердого углерода сохраняется неизменным и подвода внешнего тепла не требуется.

Задачей исследования явилось изучение количественной взаимосвязи между управляющими параметрами процесса (расхода угля и воздуха, температуры коксования) и качественными характеристиками спецкокса.

Эксперименты по коксованию шубаркольского угля проводились на установке периодического действия – шахтной печи (рисунок 1), моделирующей процесс термоокислительного коксования на цепной колосниковой решетке с различным расходом воздуха.

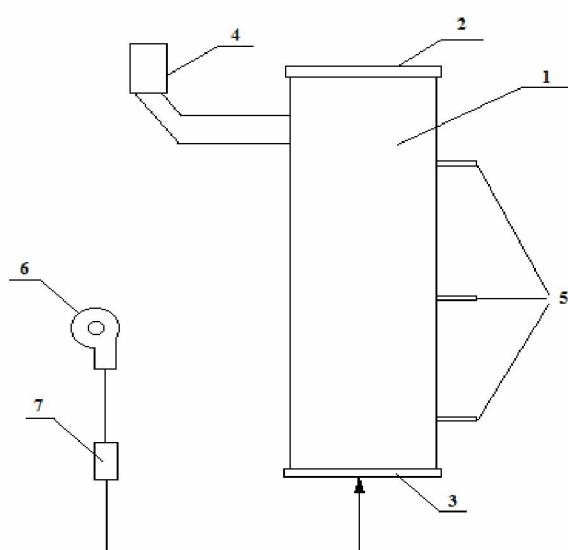


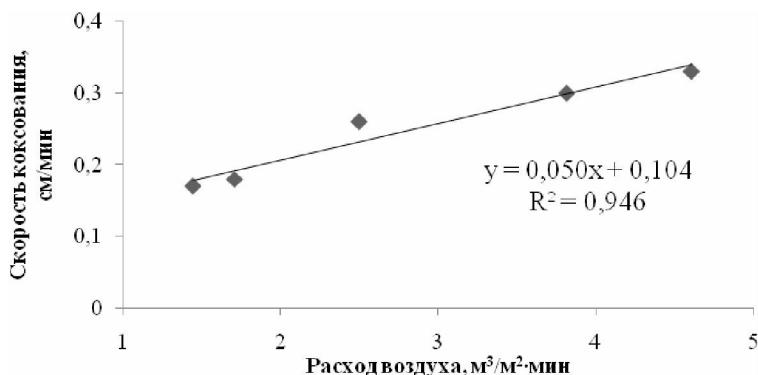
Рисунок 1 – Схема пилотной установки:
1 – шахтная печь; 2 – верхняя крышка;
3 – нижняя крышка; 4 – свеча; 5 – термопары;
6 – компрессор; 7 – расходомер

Объем печи составляет $0,030 \text{ м}^3$. В верхней части размещаются загрузочный люк и выпускной патрубок для отвода коксового газа. Средняя часть установки представляет собой цилиндр диаметром 220 мм и высотой 1000 мм, нижняя часть выполнена в виде усеченного конуса, в котором располагаются колосниковая решетка и тракт подачи воздушного дутья. Так как при термоокислительном коксование угля на цепной колосниковой решетке максимальная высота слоя 300 мм, приняли эту величину постоянной. При высоте слоя угля 300 мм разовая загрузка угля в установку составляет 7,5–8,5 кг.

Одним из главных управляющих параметров процесса термоокислительного коксования является расход воздуха. В проведенных экспериментах расход воздуха варьировался в диапазоне от 1,44 до $4,60 \text{ м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{мин})$. Исследования показали, что с увеличением расхода воздуха в указанном диапазоне скорость коксования возрастает от 0,17 до 0,33 см/мин.

Зависимость изменения скорости коксования от расхода воздуха приведена на рисунке 2.

Рисунок 2 –
Зависимость скорости
коксования от расхода воздуха



Увеличение скорости коксования объясняется ростом скорости взаимодействия горючих веществ с кислородом воздуха, уровень которого возрастает вместе с интенсивностью подачи воздуха на единицу площади поверхности слоя угольной загрузки.

В таблице приведены максимальные температуры в слое коксования при разном расходе воздуха. С увеличением расхода воздуха во фронте горения идет более интенсивное выделение летучих веществ углерода и их сгорание. Вследствие этого повышается количество тепловой энергии и соответственно температуры, способствующей расширению фронта горения летучих веществ углерода по высоте слоя. Максимальная температура в слое коксования достигается при наибольшем количестве тепла, выделившемся при сгорании летучих веществ в единицу времени.

Температура в слое коксования угля

Расход воздуха, $\text{м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{мин})$	1,44	1,71	2,50	3,81	4,60
Максимальная температура в слое, °C	636	720	861	890	936

Таким образом, в процессе термоокислительного коксования на цепной колосниковой решетке температурный режим напрямую связан с долей сжигания летучих компонентов углерода. Чем больше сгорает летучих компонентов углерода в единицу времени, тем выше температура в слое коксования, при этом остаточное содержание летучих компонентов в спецкоксе снижается.

На вопрос о рациональном содержании летучих веществ в восстановителе для электротермических производств нет однозначного ответа. Использование углеродистых восстановителей с высоким остаточным выходом летучих веществ имеет ряд технологических преимуществ: низкая электропроводность, плохая графитизируемость и повышенная реакционная способность. Однако, повышенный выход летучих веществ в восстановителе ухудшает работу печи, вызывая спекание колошника и снижение его газопроницаемости.

Образцы спецкокса, полученные при разных температурных режимах, были проанализированы на остаточное содержание летучих компонентов. Количественную взаимосвязь между остаточным содержанием летучих веществ в спецкоксе от температуры в слое коксования отражает зависимость, показанная на рисунке 3. С увеличением температуры в слое коксования от 636 до 936°C остаточное содержание летучих веществ снижается с 4,91 до 2,0 %.

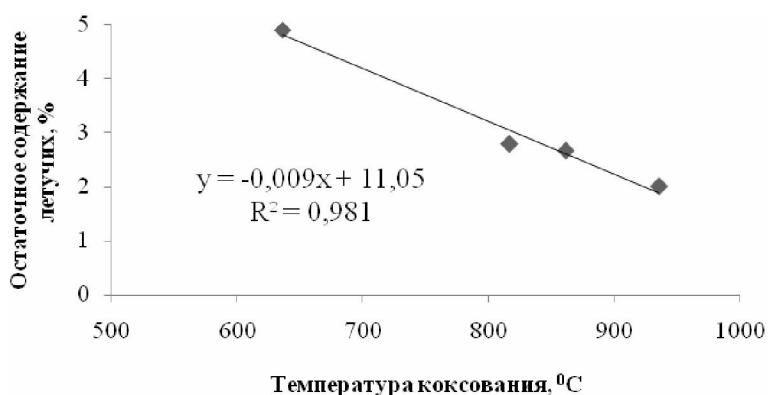


Рисунок 3 – Зависимость выхода летучих веществ спецкокса от температуры в слое коксования

От температуры в слое коксования также зависит один из важных показателей технологического процесса термоокислительного коксования угля – выход готового спецкокса (рисунок 4).

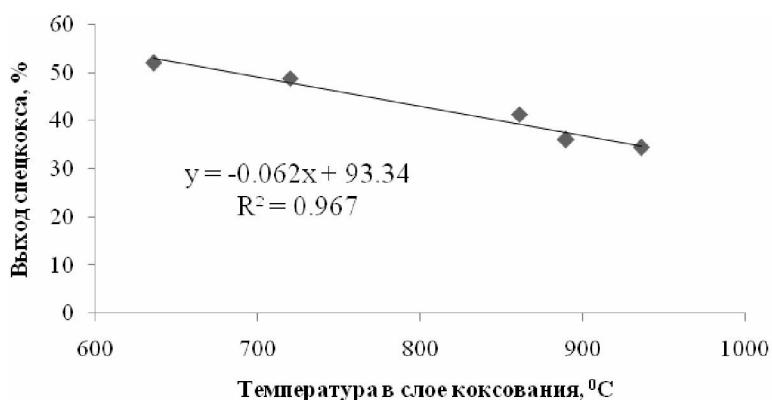


Рисунок 4 – Зависимость выхода готового спецкокса от температуры в слое коксования

Как показывает зависимость, представленная на рисунке 4, при низких температурах (636–720 °C) происходит частичная газификация угля с максимальным выходом твердого остатка (48,8–52%). При более высоких температурах (861–936°C) уменьшается остаточный выход летучих компонентов в спецкоксе и соответственно снижается выход готового спецкокса до 34,4%.

Проведен гранулометрический анализ спецкокса, полученного при разной скорости коксования. Графическая зависимость гранулометрического состава спецкокса от скорости коксования показана на рисунке 5.

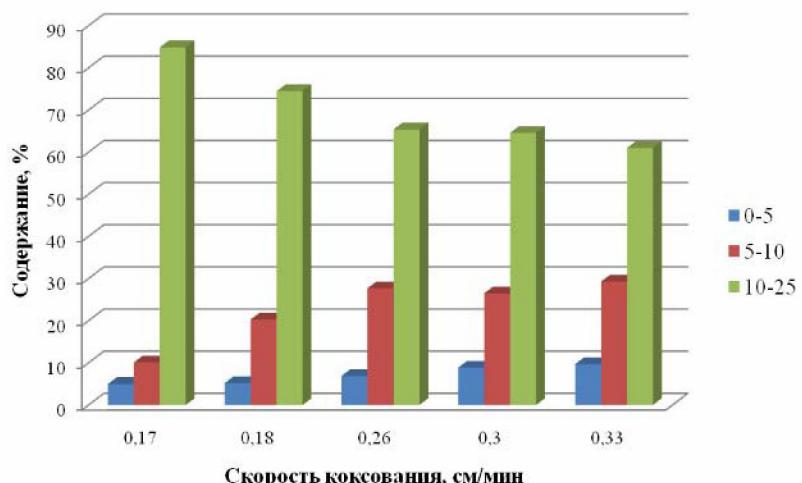


Рисунок 5 – Зависимость гранулометрического состава спецкокса от температуры коксования

Анализ гранулометрического состава спецкокса при разной скорости коксования показывает, что при коксовании исходного угля крупностью 5–40 мм в готовом спецкоксе полностью исчезают крупные куски (>25 мм), и появляется спецкокс класса менее 5 мм. С увеличением скорости коксования от 0,17 до 0,33 см/мин содержание спецкокса класса 0–5 мм повышается от 5 до 9,7 %. Это объясняется тем, что при термоокислительном коксовании длиннопламенного шубаркольского угля с повышением температуры увеличивается скорость выделения летучих компонентов, и в результате, идет процесс образования трещин в кусках угля. При небольшом физическом воздействии происходит разделение крупных кусков на более мелкие. Графическая интерпретация результатов гранулометрического анализа наглядно показывает превалирование класса 5–25 мм, причем большую часть составляет спецкокс класса 10–25 мм.

Таким образом, получены количественные зависимости технологических параметров процесса коксования от расхода воздуха. Установлено, что с увеличением расхода воздуха от 1,44 до 4,60 $\text{м}^3/\text{м}^2\cdot\text{мин}$: возрастают скорость коксования с 0,17 до 0,33 см/мин; повышается температура в слое коксования с 636 до 936°C; снижается содержание летучих веществ с 4,91 до 2,0 %; уменьшается выход готового спецкокса от 52,0 до 34,4 %; повышается содержание спецкокса класса 0–5 мм от 5 до 9,7 %.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ким В.А., Ульева Г.А., Степанюшкин А.В. Исследование изменения пористости и структуры тела спецкокса от скорости нагрева // «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях» 7-ая Юбилейная междунар. научно-технич. конф. – Алматы, 2010. – 245 с.
- 2 Мизин В.Г., Серов Г.В. Углеродистые восстановители для ферросплавов. – М.: Металлургия, 1976.
- 3 Нефедов Ю.А., Шапиро Ф.Л., Соколовский И.Б., Макаров Г.Н., Букарева О.Ф. Оценка структуры восстановителей, полученных в кольцевой печи из слабоспекающихся газовых углей // Кокс и химия. – 1987. – № 7. – С. 28-30.

REFERENCES

- 1 Kim V.A., Uleva G.A., Stenjushkin A.V. *Issledovanie izmenenija poristosti i struktury tela speckoksa ot skorosti nagreva*. Jenergetika, telekommunikacii i vysshee obrazovanie v sovremennyh uslovijah: 7-aja Jubilejnaja mezdunarodnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija. Almaty, **2010**. 245 s. (in Russ).
- 2 Mizin V.G., Serov G.V. *Uglerodistye vosstanoviteli dlja ferrosplavov*. M.: Metallurgija, **1976** (in Russ).
- 3 Nefedov Ju.A., Shapiro F.L., Sokolovskij I.B., Makarov G.N., Bukareva O.F. *Ocenka struktury vosstanovitelej, poluchennyh v kolcevoj pechi iz slabospekaushchihsgazovyh uglej*. Koks i himija. **1987**, N 7. S. 28-30 (in Russ).

Резюме

М. К. Жұндібаев, В. А. Ким, С. Х. Қударинов, Д. Г. Бивоин, В. Г. Раздобреев, О. А. Богоявленская

(Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қарағанды, Қазақстан)

ШҰБАРКӨЛ КӨМІРІН ТЕРМОТОТЫҚТАРА КОКСТЕУ ҮРДІСІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ АУА ШЫҒЫНЫНЫҢ ӘСЕРІ

Жұмыста кокстеу үрдісі технологиялық параметрлерінің ауа шығынынан сандық тәуелділіктері көрсетілген. Кокстеу үрдісінің технологиялық параметрлері мен арнайы кокстың сапалық мінездемелері арасындағы тәуелділік графиктері көлтірілген.

Тірек сөздер: термототықтара кокстеу, арнайы кокс, кокстеу жылдамдығы, кокстеу температурасы.

Summary

M. K. Dzhundibaev, V. A. Kim, S. H. Kudarinov, D. G. Bivoyno, V. G. Razdobreev, O. A. Bogoyavlenskaya

(Chemical and Metallurgical Institute after name ZhAbisheva» Karaganda, Kazakhstan)

INFLUENCE FLOW OF AIR ON TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF PROCESS THERMOOXIDIZING COKING SHUBARKOL COAL

This paper presents the quantitative dependences technological parameters of process coking on air flow. Shows graphs dependence between technological parameters of process coking and quality characteristics of special coke.

Keywords: thermo-oxidative coking, special coke, speed coking, coking temperature.

Поступила 01.04.2014г.