

Список использованной литературы

1. Пархоменко В. Д. Плазмохимическая технология. Низкотемпературная плазма. Т. 4. / В. Д. Пархоменко, П. И. Сорока, Ю. И. Краснокутский. — Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1991. — 392 с.
2. Жуков М. Ф. Плазмохимическая переработка угля / М. Ф. Жуков, Р. А. Калинин, А. А. Левицкий, Л. С. Полак. — М.: Наука, 1990. — 200 с.
3. Нойвирт Р., Шустер Д. Современная технология коксования Углекимический журнал. — 2004. — № 3-4. — С. 31-39.
4. Литвиненко М. С. Получение ацетилена из коксового газа. Кокс и химия. — 1960. — № 2. — С. 34-39.
5. Ханин И. М., Обуховский Я. М., Юшин В. В., Яремчук В. А. Методы расчета материального и теплового баланса коксовых печей — М.: «Металлургия», 1972. — 160 с. — (2-е изд).

Надійшла до редколегії 30.01.2012

© Голубев А. В., Збыковский Е. И., Збыковский А. И., Дюбанов А. В., 2012

УДК 662.7:552.57

Л.Ф. Бутузова, Р.В. Маковский, И.В. Ветров, Г.Н. Бутузов (ДонНТУ)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕТРАДИЦИОННЫХ КОКСОВЫХ ШИХТ НА ОСНОВЕ УГЛЕЙ ДОНБАССА

В работе изучен состав, пластометрические и прочностные характеристики нетрадиционных коксовых шихт с повышенным содержанием слабоспекающихся и сернистых компонентов. Установлено, что высокосернистый жирный уголь может запечь до 50% слабоспекающегося газового угля. Предложены добавки органических веществ (отходов), повышающих эффективность процессов спекания и обессеривания при коксовании.

Ключевые слова: коксование, шихты, сернистые угли, добавки.

У роботі вивчений склад, пластометричні й міцнісні характеристики нетрадиційних коксових шихт із підвищеним вмістом слабо спікливих й сірчистих компонентів. Встановлено, що високосірчисте жирне вугілля може запекти до 50% газового вугілля. Запропоновано добавки органічних речовин (відходів), що підвищують ефективність процесів спікання й знесірчення при коксуванні.

Ключові слова: коксування, шихти, сірчисте вугілля, добавки.

Введение. Базовыми компонентами коксовой шихты являются наиболее дефицитные и дорогие угли марок Ж и К с низким содержанием серы. Именно эти угли являются источником жидких нелетучих продуктов, необходимых для образования пластической массы. Однако, на долю коксующихся углей приходится только 19% от общего количества балансовых запасов стран СНГ [1]. Это обстоятельство выдвигает в число первоочередных задач коксохимии задачу поиска путей расширения сырьевой базы коксования.

В странах с развитой коксохимией все больше внимания уделяется разработке новых процессов подготовки и коксования

шихт с повышенным содержанием слабоспекающихся и неспекающихся углей.

Несмотря на огромную важность этого вопроса, до настоящего времени не разработаны теоретические основы, позволяющие определять оптимальный состав угольных шихт в рамках конкретной сырьевой базы [2]. Это объясняется недостаточной изученностью механизма перехода углей в пластическое состояние и механизма взаимодействия отдельных компонентов шихты. Прогнозированию качества кокса по различным параметрам угольных шихт посвящено очень много исследований. Однако, до последнего времени выбор оптимальных вариан-

тов угольных шихт производится эмпирическим путем.

По данным УХИНа [2], для получения прочного металлургического кокса из донецких углей необходимо обеспечение оптимальной спекаемости угольной шихты, которое достигается при содержании в шихте углей марок Ж, К и ОС не менее 68, а газовых — не более 32%. Дальнейшее увеличение содержания газовых углей приводит к ухудшению качества кокса. Это положение хорошо проверено промышленной практикой, но только для малосернистых шихт. Особенности поведения шихт с участием сернистых углей практически не изучены.

Использование нетрадиционных шихт с высоким содержанием углей пониженной спекаемости и повышенной сернистости требует разработки специальных методов углеподготовки, в число которых входит метод включения в состав шихты органических добавок. Этот метод заслуживает внимания еще и потому, что не требует больших капитальных и эксплуатационных затрат и позволяет сохранить традиционный метод слоевого коксования. Как показали многочисленные исследования, технология коксования шихт со спекающими добавками позволяет рассматривать ее как возможную альтернативу брикетированию, трамбованию и термоподготовке шихт.

При этом исследователи основываются на существующих представлениях о том, что спекание угольных зерен возможно только при условии их прохождения через стадию пластического состояния при нагревании. Спекание смеси неспекающихся угольных зерен требует ввода в смесь органических соединений, образующих такое состояние.

Наилучшие условия спекания отдельных угольных зерен с получением прочного кокса заключаются в том, чтобы образовавшиеся жидкоподвижные нелетучие продукты (ЖНП) пластической массы максимально заполняли поверхности зерен и необходи-

мый объем промежутков между ними. ЖНП должны обладать высокой адгезией для образования пленки достаточной толщины с последующим ее слиянием с пленками соседних зерен [3].

Описаны два вида воздействий добавок на процесс спекания — это физическое, когда добавки выступают в роли пластификатора и увеличивают количество ЖНП, а так же физико-химическое, при котором, помимо пластифицирующего воздействия, добавка участвует в радикальных процессах, протекающие при термической деструкции.

Эти представления легли в основу существующих принципов подбора спекающих добавок, которые учитывают такие их характеристики, как наличие у добавки мезофазных свойств, широкого интервала пластичности, совпадающего с интервалом образования ЖНП, незначительного газовыделения [1].

Результаты воздействия органических веществ на процесс коксообразования проявляются различными путями [4]. Это может быть увеличение плотности угольной загрузки за счет обмасливания, улучшение спекаемости угля вследствие химического взаимодействия угля и спекающей добавки. Так, легкокипящие органические вещества, обладающие поверхностно-активными свойствами (керосин, соляровое масло и др.) способствуют увеличению насыпной плотности загрузки и в значительной мере пластификации. Вещества, температура кипения которых превышает 350°C, обычно проявляют себя как эффективные пластификаторы [5].

В ряде работ в качестве основного критерия оценки спекающей добавки предложен критерий «мезогенности», то есть способности добавки переходить при нагревании в жидкокристаллическое состояние (мезофазу), в котором проявляются ее оптическая анизотропия и высокая

адгезионная способность по отношению к углероду. Именно мезогенные спекающие добавки способны оказывать наибольшее воздействие на процесс коксования путем ее участие в мезофазных превращениях, в оформлении структуры кокса [6]. Было высказано мнение, что мезогенные спекающие добавки являются донорами водорода в условиях взаимодействия с пластической массой угольных композиций при нагреве [7, 8] и их действие идентично действию хорошо спекающихся углей марок К и Ж [9].

Немезогенные добавки, по-видимому, участвуют в процессе образования кокса как пластификаторы, а также посредством увеличения плотности угольной загрузки. Их применение рационально в тех случаях, когда необходимо решить проблему утилизации различных отходов.

Однако, не всегда улучшение спекаемости однозначно приводит к улучшению свойства кокса. Так, при добавлении каменноугольной смолы [10], мазута, антраценового масла [10, 11, 8] было обнаружено значительное увеличение толщины пластического слоя, однако анализы не показали положительного влияния этих добавок на качество кокса.

В работах [12–14] установлено, что использование каменноугольного пека и кубовых остатков бензольной колонны в количестве до 10% способствует значительному увеличению пластичности угля по методу Гизелера. При замене жирных углей углями марок Г и ОС совместно с пеками, несмотря на снижение выхода ЖНП и величины индекса вспучивания, прочность кокса возрастает [15].

В качестве добавок предлагается использовать продукты гидрокрекинга углей, содержащие конденсированные ароматические соединения [16], ароматические углеводороды без боковых метильных групп, которые кипят при температуре

выше 350°C [5], продукты переработки угля и нефти [3, 5].

В последние годы наблюдается возрастание интереса в изучении пластических масс как добавок к угольным шихтам для коксования. Это не только освобождает окружающую среду от отходов пластмасс и вредных продуктов их уничтожения, но и улучшает качество металлургического кокса и увеличивает выход продуктов коксования. К примеру, в процессе, разработанном Nippon Steel Corporation [18], угли и добавленные к ним пластмассы, в количестве 1%, коксуются в камере коксовой печи с образованием кокса, смолы, и коксового газа.

Однако, действие спекающих добавок на угли разной степени метаморфизма различно [19] и зависит от их состава [20–22], что усложняет прогнозируемость результатов. Недостаточная изученность механизма взаимодействия спекающих добавок с органической массой углей, а также отсутствие надежных научно обоснованных критериев их подбора являются главными факторами, тормозящими крупномасштабное применение спекающих добавок, хотя разработкой соответствующих технологий занимаются во всех странах с развитой коксохимической промышленностью, в том числе в Японии, Германии, США и др.

В литературе отсутствует описание влияния добавок на угли разного типа по восстановленности, а также не изучено их влияние на процесс коксования сернистых углей.

Целью настоящей работы является систематическое исследование коксов, полученных из нетрадиционных шихт с повышенным содержанием слабо спекающихся и сернистых углей Донбасса в присутствии добавок веществ, направленно влияющих на процесс термической деструкции.

Методика и результаты эксперимента

В качестве объектов исследования использовали угли Донецкого бассейна разных генетических типов

по восстановленности (тип **a** и **в**), отличающиеся по спекаемости. Характеристика исследуемых образцов представлена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика исследуемого угля

Шахта	Марка угля, пласт	Тип	Технический анализ, %				Элементный анализ, % daf		
			W ^a	A ^d	S _t ^d	V ^{dat}	C	H	O+N
Центральная	Г, k ₇	a	1,75	4,4	1,22	36,0	85,1	5,11	8,71
Засядько	Ж, l ₄	a	1,4	2,6	1,09	31,6	87,8	5,16	4,8
Засядько	Ж, k ₈	в	0,66	2,71	4,1	30,5	85,4	5,2	5,3

На их основе составлены шихты (Ж:Г = 70:30 и 50:50), включающие жирные угли типов «a» или «в». Шихты Ж:Г = 70:30 являются модельными т.е. маркой Ж заменяются все хорошо спекающиеся угли, а маркой Г – слабо спекающиеся компоненты. Шихта с соотношением компонентов Жв: Га = 50:50 не намного уступает шихте с пропорцией компонентов 70:30 по выходу жидких нелетучих продуктов, которые ответственны за процессы спекания [23]. Использование шихт с соотношением 50:50 позволит существенно расширить сырьевую базу коксования и снизить зависимость отечественной коксохимии от импортного угля.

Коксование осуществляли по стандартной методике в аппарате Сапожникова Л. М. (ГОСТ 1186-87).

Элементный и технический анализы образцов выполняли по ГОСТ №27314-91, 11022-95, 2401.1-95, 8606-93.

Для направленного воздействия на процесс спекания, были использованы следующие добавки к угольным шихтам:

➤ Динитрил азобисизомасляной кислоты (ДАК), который является эффективным инициатором процессов радикальной полимеризации [53];

➤ Каменноугольный пек, который является эффективным пластификатором угольной массы [12];

➤ Фенолы, как компоненты каменноугольной смолы;

➤ Отходы полиэтилентерефталата (ПЭТФ), как одного из широко распространенных пластиков, в состав молекулы которого входят ароматические циклы;

➤ Отходы пенополистирола (ППС), которые, так же как и ПЭТФ содержат в своей структуре ароматические фрагменты.

Основой для выбора используемых пластиков послужила близость температур их разложения к температурному интервалу начала процесса образования пластического слоя угольной шихты [18]. Температура начала разложения полистирола 340–350°C, для ПЭТФ она составляет 380–400°C, а температура начала образования пластического слоя лежит в пределах 290–380°C в зависимости от марки угля.

Введение добавок в шихты проводили следующими способами:

- каменноугольный пек, полиэтилентерефталат и пенополистирол предварительно измельчали до класса <1,5 мм и вводили в угольную шихту путем механического перемешивания;

- ДАК и фенолы предварительно растворяли в ацетоне, шихту пропитывали полученным раствором и выдерживали до полного испарения ацетона из загрузки.

В таблицах 2 и 3 представлены результаты сравнительной оценки качественных показателей коксов из шихт, содержащих восстановленные и слабовосстановленные угли марки Ж, а также из шихт с повышенным содержанием слабоспекающегося угля марки Г без использования доба-

вок. При анализе полученных результатов учитывался тот факт, что прочностные характеристики лабораторных коксов всегда ниже, чем промышленных, поэтому в качестве эталона сравнения использовали кокс, полученный из 2-х малосернистых углей (Жа:Га,70:30).

Таблица 2. Выход продуктов термоллиза и пластометрические характеристики шихт

Шихта	Твердый остаток, %	Толщина пластического слоя у, мм	Пластометрическая усадка х, мм	Выход ЖНП, %
Жа:Га,70:30	72,33	18,5	15	20,95
Жв:Га,70:30	73,20	20,0	20	26,52
Жв:Га,50:50	72,30	13	31	24,40

Таблица 3. Показатели прочности и сернистости кокса

Кокс из шихт	Индекс прочности П, Дж/дм ²	Истираемость И, %	Сопротивление дроблению Р, %	Общая сера S ^d _t , %
Жа:Га,70:30	78,16	24,0	51,6	0,81
Жв:Га,70:30	88,29	19,0	61,1	1,76
Жв:Га,50:50	-*	21,0	52,5	1,59

*в случае малопрочного кокса индекс П может оказаться искаженным

Из таблиц 2 и 3 видно, что коксование модельной шихты, составленной из малосернистых углей Жа и Га с соотношением компонентов 70:30, приводит к получению качественного лабораторного кокса, имеющего относительно высокие прочностные показатели и низкое содержание серы (0,81%). Выход кокса составляет 72,3%, толщина пластического слоя у = 18,5 мм.

Замена в модельной шихте слабовосстановленного жирного угля на восстановленный уголь существенным образом влияет на ход процессов спекания и коксообразования, а именно: происходит увеличение выхода кокса на 1% по сравнению с модельной шихтой; увеличивается толщина пластического слоя с 18,5 мм до 20 мм; улучшаются прочностные показатели кокса, но и возрастает содержание в нем серы.

Шихта с соотношением компонентов 50:50 показала такие результаты: выход кокса практически остал-

ся на уровне модельной шихты; толщина пластического слоя снизилась до у=13 мм; величина пластометрической усадки резко возросла до 31 мм по сравнению с 15 мм у исходной шихты. При этом значение показателя истираемости снизилось всего на 3%, а величина сопротивления дроблению возросла в сравнении с модельной шихтой, т.е. механическая прочность коксов снизилась незначительно. По-видимому, при увеличении в шихте содержания слабоспекающихся компонентов толщина пластического слоя изменяется неаддитивно и не является надежным критерием спекаемости. Аналогичные примеры описаны авторами каталога-справочника [1].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что использование восстановленного угля марки Ж позволяет увеличить толщину пластического слоя, выход и прочностные характеристики кокса. Кроме того, использование угля Жв позволяет

увеличить содержание слабоспекающегося газового угля в шихте без снижения выхода кокса, но приводит к некоторому уменьшению толщины пластического слоя до 13 мм, при рекомендованной для коксования величине $u = 14-17$ мм.

Как известно, [2] компенсировать снижение толщины пластическо-

го слоя и механической прочности коксов из шихт с высоким содержанием углей пониженной спекаемости возможно при использовании спекающих добавок.

В таблицах 4 и 5 представлены пластометрические и прочностные показатели коксов из шихт с добавками.

Таблица 4. Пластометрические показатели коксов из шихт с добавками

Шихта	Твердый остаток, %	Толщина пластического слоя u , мм	Пластометрическая усадка x , мм
Жв:Га,50:50	72,30	13	31
Жв:Га,50:50 +5%ДАК	69,20	15,5	37
Жв:Га,50:50 +5%пека	72,60	15,5	33
Жв:Га,50:50 +5%ППС	69,90	10	52
Жв:Га,50:50 +1%ППС	71,73	14,5	34
Жв:Га,50:50 +5%ПЭТФ	71,30	11,5	36
Жв:Га,50:50 +5%фенола	69,7	14	39

Таблица 5. Показатели прочности и сернистости коксов

Кокс из шихт	Индекс прочности P , Дж/дм ²	Истираемость I , %	Сопротивление дроблению R , %	Общая сера S_t^d , %
Жв:Га,50:50	67,3*	21,0	52,5	1,59
Жв:Га,50:50 +5%ДАК	66,8*	20,6	52,9	1,32
Жв:Га,50:50 +5%пека	72,6	19,4	56,1	1,38
Жв:Га,50:50 +5%ППС	64,5*	24,9	46,7	1,38
Жв:Га,50:50 +1%ППС	82,1	20,5	56,9	1,61
Жв:Га,50:50 +5%ПЭТФ	69,2*	22,6	50,4	1,61
Жв:Га,50:50 +5%фенола	69,6*	20,5	53,4	1,73

*в случае малопрочного кокса индекс P может оказаться искаженным

Из таблиц видно, что выбранные добавки оказывают различное влияние, как на пластометрические, так и на прочностные характеристики получаемых коксов.

Из таблицы 4 видно, что такие добавки, как ДАК, ППС и фенолы приводят к снижению выхода твердого остатка – кокса. Однако при добавлении всего 1% ППС и при использовании ПЭТФ наблюдается минимальное снижение выхода кокса. Добавление же каменноугольного пека приводит к увеличению выхода твердого остатка.

По влиянию на толщину пластического слоя можно выделить такие добавки как ДАК, пек, 1% ППС и фенолы, добавление которых привело к увеличению u до 14–15,5 мм, что

уже достаточно для промышленного коксования. Применение 5% ППС и ПЭТФ приводит к снижению толщины пластического слоя.

Исходя из прочностных показателей, представленных в таблице 5, можно сделать следующие выводы:

- применение 5% ППС приводит к снижению прочностных показателей;
- использование в качестве добавок ДАК и фенолов приводит к незначительному приросту прочностных показателей кокса;
- добавка пека и 1% ППС приводят к значительному росту прочностных показателей кокса относительно исходной шихты, значение которых сопоставимо с показателями для модельной шихты.

По изменению содержания общей серы в коксах можно сделать следующие выводы: добавки ДАК, каменноугольного пека и 5% ППС приводят к значительному обессериванию кокса. Величина S_t^d снижается от 1,59% в коксе без добавок до 1,32–1,38%. В то же время добавки 1% ППС и 5% ПЭТФ практически не влияют на сернистость, а добавка фенолов приводит к ее увеличению.

Наблюдаемое низкое значение всех пластометрических и прочностных показателей для шихт с 5% ППС и 5% ПЭТФ, и наблюдаемое значительное улучшение показателей для шихт с добавлением 1% ППС прекрасно согласуется с литературными данными. Так, авторами работы [24] было установлено, что повышение содержания полистирола и полиэтилентерефталата в шихте более 3–4% приводит к резкому снижению прочности кокса.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что добавки ПЭТФ и фенолы в целом не показали положительных результатов. Это объясняется наличием гетероатомов кислорода, способных к реакциям гетерополиконденсации, которые приводят к образованию 3-х мерных сетчатых структур, ингибирующих образование мезофазы.

Влияние ППС двояко, при добавлении 5% ППС происходит заметное обессеривание кокса, но снижается его прочность. С другой стороны, добавление 1% ППС приводит к значительному улучшению всех показателей, но при этом не наблюдается эффекта обессеривания.

Добавка каменноугольного пека приводит к увеличению толщины пластического слоя до рекомендованных величин для коксования, способствует улучшению всех прочностных показателей кокса до величин сопоставимых с показателями для

модельной шихты, способствует обессериванию кокса.

Можно предположить, что действие пека и ППС связано с наличием в них ароматических ядер с малым числом заместителей, которые легко превращаются в совместимые с мезофазой плоские фрагменты, способные к самопроизвольной взаимной ориентации.

Добавка ДАК приводит к значительному обессериванию шихты, увеличивает пластометрические показатели, а именно у, до рекомендованных величин для коксования, и показывает тенденцию к улучшению прочностных показателей. По-видимому, термический распад нестойкого инициатора радикальной полимеризации уже при низких температурах дает расширяющий эффект (за счет выделения азота) и приводит к образованию радикалов, вызывающих радикальную полимеризацию (сополимеризацию), что способствует образованию мезофазы.

Результаты элементного и технического анализов коксов представлены в таблице 6.

Из таблицы видно, что замена слабовосстановленного угля марки Ж из модельной шихты на восстановленный приводит к росту содержания серы и снижению содержания водорода в коксе. Для шихт с соотношением компонентов 50:50 видно, что введение добавок значительно снижает выход летучих веществ из кокса, увеличивает содержание углерода и снижает содержание водорода. Это говорит о том, что добавки способствуют более полному протеканию процесса термодеструкции и обуглероживания твердого остатка, что повышает качество кокса.

Для эффективной работы доменных печей металлургический кокс должен иметь высокие прочностные свойства и низкую реакционную способность.

Таблица 6. Элементный и технический анализ коксов

Кокс из шихт	Содержание, %					
	W ^A	A ^D	V ^{daf}	S _t ^d	C ^{daf}	H ^{daf}
Жа:Га 70/30	2,9	4,3	2,5	0,81	96,53	2,20
Жв:Га 70/30	2,4	4,6	2,2	1,76	96,40	2,05
Жв:Га 50/50	3,0	4,6	5,0	1,59	95,77	2,56
Жв:Га 50/50 +5% ДАК	3,2	5,1	2,1	1,32	96,21	1,96
Жв:Га 50/50 + 5% пека	2,1	4,7	1,61	1,38	96,55	1,70
Жв:Га 50/50 +5% ППС	3,5	4,8	2,0	1,38	96,53	1,55
Жв:Га 50/50 +1% ППС	2,3	5,0	1,4	1,61	96,82	1,34
Жв:Га 50/50 + 5% ПЭТФ	3,9	4,5	2,2	1,61	96,55	1,88
Жв:Га 50/50 +5% фенол.	2,9	5,3	2,2	1,73	96,92	1,62

В мировой практике качество доменного кокса оценивают по величине индекса реакционной способности кокса (CRI) и прочности остатка кокса после реакции (CSR), которые являются ключевыми для регулирования состава угольной шихты, теплового, газодинамического и дренажного режимов доменной плавки.

Авторами работы [25] предложены зависимости, позволяющие достаточно точно прогнозировать показатели CRI и CSR.

Для шихт с преобладающей долей донецких углей и соответственно $S_t^d \geq 1$ для расчета CRI рекомендовано использовать формулу 1:

$$CRI = 14,18 + 12,39S_t^d + 0,376 \cdot V^{daf}, \quad (1)$$

Показатель CSR рассчитывают по обобщенному уравнению 2:

$$CSR = 94,23 - 1,275 \cdot CRI, \quad (2)$$

Рассчитанные значения показателей CRI и CSR по формулам 1 и 2 по данным элементного анализа приведены в таблице 7.

Таблица 7. Показатели индекса реакционной способности и прочности кокса после реакции

Кокс из шихты	CRI, %	CSR, %
Жа:Га, 70:30	25,2	62,2
Жв:Га, 70:30	36,8	47,3
Жв:Га, 50:50	35,8	48,6
Жв:Га, 50:50 + 5% ДАК	31,3	54,3
Жв:Га, 50:50 + 5% пека	31,9	53,6
Жв:Га, 50:50 + 5% ППС	32,0	53,4
Жв:Га, 50:50 + 1% ППС	34,7	50,0
Жв:Га, 50:50 + 5% ПЭТФ	34,9	49,7
Жв:Га, 50:50 + 5% фенола	36,4	47,8

Из таблицы видно, что показатели CRI и CSR для модельной шихты имеют хорошие значения. Замена слабовосстановленного угля на восстановленный в этой шихте приводит к резкому ухудшению показателей. Влияние добавок на показатели CRI и CSR различно. Так использование в качестве добавок ДАК, каменноугольного пека и ППС приводит к улучшению показателей относительно ис-

ходной шихты без добавок. В случае с ДАК значение CRI составляет 31,3% в сравнении с исходной шихтой с 35,8%, а значение CSR возрастает до 54,3% в сравнении с исходными 48,6%. Добавление пека приводит к снижению CRI до 31,9%, а CSR растет до 53,6%.

Выводы

1. Показана возможность использования высокосернистого жир-

ного угля в качестве одного из компонентов коксовой шихты, который совместно с малосернистым газовым углем в количестве до 50 % позволяет сохранить высокую спекающую способность шихты.

2. Применение спекающих добавок к шихтам с высокой долей слабо спекающихся компонентов позволяет компенсировать снижение механической прочности кокса, а так же увеличивает количество ЖНП, что приводит к лучшему спеканию компонентов.

3. Значимым эффектом применения добавок является наблюдаемый процесс обессеривания коксов

при использовании ДАК, пека и пенополистирола.

4. Максимальная эффективность действия ДАК доказывает радикальный механизм процесса перехода углей в пластическое состояние.

5. Использование отходов коксохимических заводов и отходов пластмасс в обедненных угольных шихтах позволяет не только расширить сырьевую базу коксования, но и решает проблему их утилизации и улучшения экологической обстановки окружающей среды.

Список использованной литературы

1. Комплексная переработка углей и повышение эффективности их использования. Каталог-справочник / Под ред. В.М. Щадова / Сост. Г.С. Головин, А.С. Малолетнев. — М.: НТК «Трек», 2007. — 292 с.
2. Диденко В.Е. Технология приготовления угольных шихт для коксования / В.Е. Диденко. — К.: Вища школа. Головне видавництво, 1989. — 288 с.
3. Скляр М.Г. Современные проблемы коксования / М.Г. Скляр // Кокс и химия. — 1998 — № 5. — С. 11–17.
4. Тютюнников Ю.Б. Органические добавки в производстве кокса / Ю.Б. Тютюнников, Л.Г. Синцерова, Ю.И. Гречко и др. — К.: Техника, 1971. — 93 с.
5. Бычев А.С. Органические добавки и технологические свойства углей / А.С. Бычев // Кокс и химия. — 1985. — № 10. — С. 5–9.
6. Ольферт А.И. Спекающая способность мезогенных углеводородных веществ / А.И. Ольферт, Ю.А. Фесенко // Кокс и химия. — 1986. — № 12. — С. 11–15.
7. Ольферт А.И. Мезогенные нефтяные продукты в качестве спекающего компонента угольных композиций / А.И. Ольферт // Кокс и химия. — 1986. — № 3. — С. 7–12.
8. Ольферт А.И. Влияние углеводородных веществ на выход и свойства продуктов термической деструкции спекающихся углей / А.И. Ольферт // Кокс и химия. — 1986. — № 11. — С. 9–13.
9. Ольферт А.И. Микроструктура и свойства кокса / А.И. Ольферт // Кокс и химия. — 1984. — № 4. — С. 21–26.
10. Мельничук А.Ю. Исследование отходов коксохимического производства с целью использования их при коксовании углей / А.Ю. Мельничук, Н.В. Маркитан, Е.А. Войтковская // Кокс и химия. — 1986. — № 3. — С. 14–16.
11. Улановский М.Л. Использование спекающих добавок в шихте для коксования / М.Л. Улановский, Э.А. Штейнберг, И.Т. Селянко. Ин-т «Черметинформация». — М., 1987 (Обзор информ.) Сер. Коксохимическое производство. — Вып. 2. — 24 с.
12. Swietlik U. Modification of coking behaviour of coal blends by plasticizing additives / U. Swietlik, G. Gryglewicz, H. Machnikowska, J. Machnikowski // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. — 1999. — № 52. — P. 15–31.
13. Fernandez A.M. Evaluation of bituminous wastes as coal fluidity enhancers / A.M. Fernandez, C. Barriocanal, M.A. Diez, R. Alvarez // Fuel. — 2010. — V. 89. — № 11. — P. 3388–3393.
14. Fernandez A.M. Influence of additives of various origins on thermoplastic properties of coal / A.M. Fernandez, C. Barriocanal, M.A. Diez, R. Alvarez // Fuel. - 2009. - V.88. - № 12. - P. 2365–2372.
15. Картин Ю.С. Использование каменноугольных пеков в качестве компонентов угольных шихт / Ю.С. Картин, М.Л. Улановский, Ю.В. Дьяченко // Кокс и химия. — 1986. — №3. — С. 26–31.
16. Климовицкая А.Б. Угольные шихты для коксования и добавки к ним / А.Б. Климовицкая // Кокс и химия. — 1989. — № 6. — С. 9–11.

17. Русчев Д.Д. Органические добавки к угольным шихтам для повышения их насыпной плотности и улучшения качества кокса / Д.Д. Русчев, Г.К. Шопов, В.Р. Петрински // Кокс и химия. — 1988. — №7. — С. 24–26.
18. Kato K. Development of waste plastics recycling process using coke oven / K. Kato, K. Fukuda, H. Kondoh // Nippon Steel Technical Report. — 2006. — № 94. — P. 75–79.
19. Глущенко И.М. Улучшение качества кокса путем использования в шихте мезогенных спекающих добавок / И.М. Глущенко, В.Ж. Цвениашвили, А.И. Ольферт, Л.С. Наумов // Кокс и химия. — 1987. — №11. — С. 39–41.
20. Diez M.A. Feedstock recycling of plastic wastes/oil mixtures in cokemaking / M.A. Diez, R. Alvarez, S. Melendi, C. Barriocanal // Fuel. — 2009. — V. 88, № 10. — P. 1937–1944.
21. Melendi S. Relevance of the composition of municipal plastic wastes for metallurgical coke production / S. Melendi, M.A. Diez, R. Alvarez, C. Barriocanal // Fuel. — 2011. — V.90, № 4. — P. 1431–1438.
22. Melendi S. Plastic wastes, lube oils and carbochemical products as secondary feedstocks for blast-furnace coke production / S. Melendi, M.A. Diez, R. Alvarez, C. Barriocanal // Fuel Processing Technology. — 2011. — V. 92. — № 3. — P. 471–478.
23. Бутузова Л.Ф. Возможности использования нетрадиционных шихт при коксовании углей Донбасса / Л.Ф. Бутузова, Р.В. Маковский // Сб. трудов XIX международной научно-практической конференции «Казантип-Эко-2011». — Щелкино, 2011. — С. 248–253.
24. Zhou M. Estimate research on co-carbonization of blend coal with waste plastics / M. Zhou, L. Cai-hong, M. Lei // Procedia Earth and Planetary Science. — 2009. — № 1. — P. 807–813.
25. Улановский М.Л. Сера углей и ее влияние на качество и расход кокса в доменной печи / М.Л. Улановский, Д.В. Мирошниченко // Кокс и химия. — 2008. — № 2. — С. 24–30.

Надійшла до редколегії 30.01.2012

© Бутузова Л.Ф., Маковский Р.В.,
Ветров И.В., Бутузов Г.Н., 2012

УДК 552.574

Л.Ф. Бутузова, Р.В. Маковский, В.О. Кулакова, И.В. Ветров (Донецкий национальный технический университет)

ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ НЕТРАДИЦИОННЫХ УГОЛЬНЫХ ШИХТ ДОНБАССА ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ ДОБАВОК ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Впервые проведено систематическое комплексное изучение процессов термической и термохимической переработки шихт на основе сернистых углей Донбасса в условиях стандартного метода полукоксования. Изучено влияние химических добавок на выход и состав твердых, жидких и газообразных продуктов. Показаны возможности управления процессом термодеструкции шихт из разновосстановленных углей путем их предварительной химической обработки.

Ключевые слова: нетрадиционные шихты, сернистые угли, органические добавки, термохимическая деструкция.

Вперше проведено систематичне комплексне вивчення процесів термічної і термохімічної переробки шихт на основі сірчистого вугілля Донбасу в умовах стандартного методу напівкоксування. Вивчено вплив хімічних добавок на вихід і склад твердих, рідких та газоподібних продуктів. Виявлено можливості керування процесом термодеструкції шихт р різновідновленого вугілля шляхом їх попередньої хімічної обробки.

Ключові слова: нетрадиційні шихти, сірчисте вугілля, органічні добавки, термохімічна деструкція.

Угольная сырьевая база Украины характеризуется дефицитом хорошо спекающихся углей и преобладанием сернистых углей, не пригодных для коксования. В то же время эти низкокачественные

топлива (НКТ) могут быть сырьем для низкотемпературной переработки — полукоксования. Этот метод является промышленным процессом переработки твердых горючих ископаемых, который направлен на