

УГОЛЬНАЯ СЫРЬЕВАЯ БАЗА КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ»: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ© Е.С. Попов¹, В.И. Гаврилюк²

ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ», 87500, г. Мариуполь, Донецкой обл., ул. Лепорского, 1, Украина

Е.Т. Ковалев³, *И.Д. Дроздник⁴, Н.Б. Бидоленко⁵

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

¹ Попов Евгений Сергеевич, директор по технологиям и качеству Операционной дирекции ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ», e-mail: evgeniy.popov@metinvestholding.com² Гаврилюк Василий Иванович, главный эксперт по технологиям и качеству Операционной дирекции ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ», e-mail: vasiliy.gavrilyuk@metinvestholding.com³ Ковалев Евгений Тихонович, докт. техн. наук, проф., директор, e-mail: kovalov@ukhin.org.ua⁴ Дроздник Игорь Давидович, канд. техн. наук, с.н.с., зав. угольным отделом, e-mail: vo@ukhin.org.ua⁵ Бидоленко Наталья Борисовна, старший научный сотрудник угольного отдела, e-mail: vo@ukhin.org.ua

Приведен анализ состояния и перспективы развития угольной сырьевой базы коксования предприятий ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ». Обоснован ее межбассейновый характер для всего коксохимического производства Украины, как в настоящее время, так и в перспективе. Показано, что при сложности формирования и логистического обеспечения угольной сырьевой базы коксования, производимый предприятиями компании доменный кокс характеризуется хорошими качественными показателями и высокой механической и термомеханической прочностью.

Ключевые слова: уголь, кокс, межбассейновая сырьевая база, реакционная способность, пылеугольное топливо.

Коксохимический сектор компании включает четыре коксохимических завода (ЧАО «АКХЗ», ЧАО «ЗАПОРОЖКОКС», ПАО «ЕВРАЗ ДНЕПРОДЗЕРЖИНСКИЙ КХЗ», ЧАО «ЕНАКИЕВСКИЙ КОКСОХИМПРОМ») и коксохимическое производство ЧАО МК «АЗОВСТАЛЬ». Производимый этими предприятиями доменный кокс обеспечивает производство чугуна на входящих в компанию металлургических предприятиях ЧАО «МК им. Ильича», ЧАО «МК «АЗОВСТАЛЬ», ПАО «МК «ЗАПОРОЖСТАЛЬ» и ЧАО «ЕНАКИЕВСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД». Компания имеет собственные угольные активы украинских коксующихся углей (шахты и обогатительные фабрики ЧАО «КРАСНОДОНУГОЛЬ», марки Ж и К), а также американских углей (Wellmore, Carter Roag, марка Ж, и Pocaahontas, марка ОС). Таким образом, компания является интегрированной с собственными угольными, коксохимическими и металлургическими активами.

На формирование бассейновой и марочной структуры угольной сырьевой базы коксования компании влияет несколько факторов:

- необходимость производства кокса улучшенного качества в постоянно возрастающих количествах;
- недостаточность ресурсов украинских малосернистых низкоосновных коксующихся углей для обеспечения производства кокса требуемого качества;
- желательность использования собственных угольных активов (особенно углей ЧАО «КРАСНОДОНУГОЛЬ») в сырьевой базе производимого кокса;
- постоянные маркетинговые исследования по поиску и привлечению импортных коксующихся углей стран ближнего и дальнего зарубежья.

Необходимость производства кокса с низкой реакционной способностью и высокими механическими и термомеханическими свойствами продиктована внедрением технологии вдувания в доменные печи пылеугольного топлива (ПУТ). Данная технология наиболее эффективна при одновременном использовании малосернистого низкоосновного доменного кокса, что позволяет снизить расход последнего с уровня 500-550 до 350-450 кг/т чугуна.

* Автор для переписки

В этой связи ГП «УХИН» совместно с Металлургическим дивизионом ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ» были разработаны Технические условия, предусматривающие производство кокса двух марок: КДМ-1 (улуч-

шенного качества) и КДМ-2 (рядового качества) [1]. В табл. 1 приведены основные показатели норм качества для указанных марок кокса в данных технических условиях.

Таблица 1

Основные показатели норм качества кокса

Наименование показателей	Норма для марки	
	КДМ-1	КДМ-2
Зольность A^d (%), не более	11,4	11,4
Массовая доля общей серы S_t^d (%), не более	0,80	1,20
Массовая доля общей влаги W_t^i (%), не более	5,0	5,0
Выход летучих веществ V^{daf} (%), не более	0,8	0,8
Индекс реакционной способности кокса CRI (%), не более	34	40
Прочность кокса после реакции CSR (%), не менее	50	43
Показатель прочности M_{25} (%), не менее	88,5	88,0
Показатель прочности M_{10} (%), не менее	7,2	7,6
Массовая доля кусков размером (%), не более:		
	более 80 мм	10,0
менее 25 мм	3,0	4,0

Учитывая существенное снижение ресурсов украинских коксующихся углей, компания в содружестве со специалистами ГП «УХИН» провела маркетинговые и технологические исследования по привлечению импортных коксующихся углей ближнего и дальнего зарубежья [2-5]. В результате было установлено, что экспортные возможности России сосредоточены, в основном, в поставке углей газовой группы (марки Г, ГЖО) и ошающей группы (КО, КС, КСН).

Возможность поставки углей спекающей группы (марки Ж, КЖ, К) имеется только у стран дальнего зарубежья – США, Австралии, Канады.

Таким образом, современная сырьевая база коксования предприятий компании носит многобассейновый характер и включает в себя как украинские угли (в том числе и собственные активы ЧАО «КРАСНОДОНУГОЛЬ»), так и импортные угли ближнего и дальнего зарубежья.

В табл. 2 представлены бассейновый и марочный составы шихт коксохимического производства холдинга в 2016 г.

Из приведенных данных видно, что импортная составляющая угольной сырьевой базы коксования в 2016 г. достигла 60 % при практически равных долях российских (31,8%) и углей дальнего зарубежья (29,0 %). При этом основное долевое участие из углей дальнего зарубежья имеет поставка из США.

Характерной особенностью сырьевой базы коксования в 2016 г. являлась неравномерность поставок как

украинских, так и зарубежных углей, связанная с известными событиями на востоке Украины, а также с логистическими трудностями по доставке российских и т.н. «морских» (дальнего зарубежья) углей.

В табл. 3 представлены данные по бассейновому и марочному составу поступивших на коксование углей. Поставка украинских углей находилась в диапазоне 30,3-47,1 %. При этом долевое участие газовых углей не превышало 6,5 %, а их использование началось только во втором квартале.

Использование углей ЧАО «КРАСНОДОНУГОЛЬ», т.е. собственных украинских активов, находилось в диапазоне 4,2-16,2 %.

Колебание объема поставок российских углей составило 29,7-40,7 %.

Среднемесячное колебание поставок американских углей составило 10,8-26,0 %. В целом, долевое участие углей дальнего зарубежья находилось в диапазоне 16,1-42,8 %.

Следует отметить, что проведенными в ГП «УХИН» исследованиями было показано, что при наличии низкосернистых и низкоосновных импортных углей в объеме до 60 %, возможно использование до 17 % углей хорошо спекающихся марок Ж и К ЧАО «КРАСНОДОНУГОЛЬ» даже при получении доменного кокса улучшенного качества марки КДМ-1 [6]. Как видно из табл. 3, ни в одном месяце уровень поставки этих углей не достигал этой величины.

Таблица 2

Бассейновый и марочный составы шихт коксохимических предприятий
ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ» в 2016 г (%)

Завод	Украина					Россия							США			Канада				Австралия Польша + Чехия		ВСЕГО дальнее зарубежье
	Г	Ж	К	ОС	Итого	Г	ГЖО	ГЖ+Ж	Ж	К	КО	Итого	Ж	ОС	Итого	Ж	К	КО	Итого	КЖ	К	
ЧАО «Авдеевский КХЗ», УПЦ-1		6,7	36,1		42,8	22,8	6,6	0	0,1	0,2	2,0	31,6	9,7	8,6	18,3	0,6	3,8	0,2	4,6	2,4	0,3	25,6
ЧАО «Авдеевский КХЗ», УПЦ-2	4,0	8,6	23,1	0,4	36,1	14,3	9,4	1,0	4,0	2,0	4,6	35,3	12,7	7,6	20,3	0	4,9	0	4,9	2,9	0,5	28,6
КХП ЧАО «МК «АЗОВСТАЛЬ»	8,4	9,0	18,9		36,3	6,9	6,8	1,1	1,0	3,3	3,4	22,5	15,9	9,7	25,6	2,2	8,3		10,5	4,1	1,0	41,2
ЧАО «ЗАПОРОЖКОКС»	2,0	5,8	23,1		30,9	17,9	4,8	2,9	7,3	5,1	4,7	42,7	7,9	5,9	13,8	0,7	5,9	0,2	6,8	5,8		26,4
ПАО «ЕВРАЗ ДНЕПРОДЗЕРЖИНСКИЙ КХЗ»	4,4	6,6	18,1		29,2	15,3	5,0	3,7	5,9	5,4	2,8	38,1	10,3	8,2	18,5	2,9	6,1		9,0	5,2		32,7
ЧАО «ЕНАКИЕВСКИЙ КОКСОХИМПРОМ»	10,6	18,3	23,1	0,6	52,6	13,1	1,7	0,7	3,4		1,0	19,9	12,6	6,5	19,1	1,1	3,9		5,0	3,4		27,5
В среднем по ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ»	4,8	9,7	24,5	0,2	39,2	15,6	6,0	1,4	3,6	2,2	3,0	31,8	11,5	7,6	19,1	1,0	5,0	0	6,0	3,6	0,3	29,0

Собственные активы американских углей оказались недостаточными для получения кокса улучшенного качества, что объясняет дополнительное привлечение углей других компаний, а также привлечение австралийских и канадских углей, хотя и в меньших, чем американские, объемах. Так, австралийские угли поставлялись в январе-апреле и в сентябре-октябре (0,4-10,2 % в месяц), а канадские – одиннадцать месяцев (1,0-21,8 %).

Представляет определенный интерес сопоставить бассейновый и марочный составы шихт основных коксохимических предприятий других компаний, работающих в Украине (табл. 4)*. Так, ПАО «Ясиновский

КХЗ» и ЧАО «МАКЕЕВКОКС», входящие в ЧАО «Донецксталь-Металлургический завод», в своих шихтах, в основном, используют украинские угли, долевое участие которых достигает 67,6-74,0 %. Как правило, это группа спекающихся углей марок Ж и К, включающих собственные активы (концентрат марки К ОФ «Свято-Варваринская», полученный из рядовых углей ш/у «Покровское»), а также близлежащие угли шахт объединения ПП «МАКЕЕВУГОЛЬ» и шахты им. А.Ф. Засядько. В качестве импортной составляющей используются только российские угли газовой и отошающей групп.

* Здесь и далее данные по составам шихт, качеству продукции и другим показателям работы коксохимических предприятий Украины взяты из официальных

отчетов Украинской научно-промышленной ассоциации «Укркокс».

Таблица 3

Бассейновый и марочный состав поступивших на коксование углей в 2016 г (%)

Страна, марка	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
<i>Украина</i>	38,3	30,3	38,5	40,7	40,0	47,1	39,6	43,2	40,1	29,9	37,2	36,8
Г	-	-	-	5,4	2,9	5,0	6,5	5,2	4,9	4,2	2,9	2,9
Ж	14,3	5,4	12,0	11,7	14,5	16,8	10,2	13,9	11,6	12,0	4,0	12,6
К	23,4	24,2	26,4	23,6	22,6	25,3	22,9	24,1	23,6	13,7	16,5	21,3
ОС	0,6	0,7	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПАО «КРАСНОДОНУГОЛЬ»	10,1	4,2	9,1	10,5	9,8	16,2	10,2	10,6	10,6	10,8	13,8	12,6
Ж	7,0	2,2	5,2	7,0	8,5	11,4	5,6	9,5	7,5	7,7	9,8	8,6
К	3,1	2,0	3,9	3,5	1,3	4,8	4,6	1,1	3,2	3,1	4,0	4,0
<i>Россия</i>	33,4	32,1	40,7	34,9	37,5	36,8	33,5	37,6	35,7	27,3	32,0	29,7
Г+ДГ	22,2	21,5	18,7	13,2	13,2	13,3	11,0	12,4	15,5	13,2	17,4	14,2
ГЖО	5,6	5,5	7,2	8,4	10,0	8,6	8,4	9,2	4,2	4,3	5,8	6,5
ГЖ	-	-	1,4	-	-	-	-	-	2,9	-	-	-
ГЖ+Ж			0,7	3,3	2,8	1,8	0,7	2,1	1,2	0,5	-	
Ж	4,7	3,5	8,6	4,6	5,3	5,3	2,4	5,0	4,1	0,3	-	
К	0,9	1,6	2,4	1,8	4,0	3,0	4,4	3,2	3,4	3,4	3,4	4,0
КО			1,7	3,6	2,2	4,8	6,6	5,7	4,4	5,6	5,4	5,0
<i>Америка</i>	10,8	21,0	17,2	19,4	21,5	16,1	22,0	16,6	12,2	26,0	20,3	11,7
ВЛК	2,9	11,2	7,8	9,5	9,8	9,6	19,3	8,7	5,0	18,9	16,9	6,7
НЛК	7,9	9,8	9,4	9,9	11,7	6,5	2,7	7,9	7,2	7,1	3,4	5,0
<i>Канада</i>	9,6	6,4	2,2	4,6	1,0	-	4,9	1,5	1,5	7,8	9,2	21,8
Ж	-	-	-	-	-	-	-	-		2,3	0,3	0,4
К+КО	9,6	6,4	2,2	4,6	1,0	-	4,9	1,5	1,5	5,5	8,9	21,4
<i>Австралия (КЖ)</i>	7,9	10,2	1,4	0,4					8,2	7,1	-	-
<i>Польша</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,1	2,3	1,9	1,3	-
<i>Дальнее зарубежье</i>	28,3	37,6	20,8	24,4	22,5	16,1	26,9	19,2	24,2	42,8	30,8	33,6

Коксохимическое производство ПАО «МК «АЛЧЕВСКОКС», входящего в компанию «Индустриальный союз Донбасса», использует украинские угли в количестве 28,4 % общей сырьевой базы. Импортная составляющая базируется, в основном, на российских углях (63,4 %), а угли дальнего зарубежья составляют 8,2 %.

ПАО «ЕВРАЗ ЮЖКОКС» и ПАО «ЕВРАЗ ДМЗ» в своих шихтах, в основном, используют российские угли (до 90 %).

Коксохимическое производство ПАО «Арселор-Миттал Кривой Рог» в своей шихте использует 20,1 % украинских углей (в основном, марки К), собственные активы углей Казахстана (21,8% марок К+КЖ+ОС). Из углей дальнего зарубежья использовали 10 % американских и 13,1 % австралийских углей.

Таким образом, можно констатировать, что на украинских углях базируются шихты Ясиновского и Макеевского коксохимических заводов; на российских – заводов ПАО «ЕВРАЗ ЮЖКОКС» и ПАО «ЕВРАЗ ДМЗ», КХП ПАО «АЛЧЕВСКИЙ МК».

Таблица 4

Бассейновый и марочный составы шихт основных коксохимических предприятий Украины (%)

Завод	Украина					Россия							Казахстан	Польша+Чехия	США			Канада			Австралия	ИТОГО далее зарубежье		
	Г	Ж	К	ОС	КЖ	Г	КЖ	ГЖ	ГЖ+Ж	Ж	К	КО			Всего	Ж	ОС	Всего	Ж	К			КО	Всего
ПАО «Ясиновский КХЗ	-	23,4	49,5	1,1	74,0	7,8	-	1,3	-	0,1	19	14	26,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ЧАО «МАКЕЕВКОКС»	5,5	37,3	17,3	7,5	67,6	24,6	0,2	0,2	-	-	-	7,4	32,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
КХП ПАО «АЛЧЕВСКИЙ МК», 7-8 бат	-	11,1	16,4	0,9	28,4	3,0	-	28,7	-	9,5	-	22,2	63,4	-	-	0,5	1,1	1,6	-	4,7	-	4,7	1,9	8,2
ПАО «ЕВРАЗ ЮЖКОКС»	-	-	-	-	-	1,5	5,3	7,7	13,1	16,9	8,7	32,4	85,6	-	16,7	0,1	-	0,1	-	3,6	-	3,6	-	14,4
ПАО «ЕВРАЗ ДМЗ»	-	-	-	-	-	-	-	-	37,2	6,6	6,5	39,5	89,8	-	10,2	-	-	-	-	-	-	-	-	10,2
КХП ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог»	0,8	2,3	17,0	-	20,1	0,3	22,4	-	-	2,1	0,4	9,1	34,3	21,8	0,7	2,4	7,6	10,0	-	-	-	-	13,1	23,8
В среднем по ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ»	4,8	9,7	24,5	0,2	39,2	15,6	6,0	-	1,4	3,6	2,2	3,0	31,8	-	0,3	11,5	7,6	19,1	1,0	5,0	-	6,0	3,9	29,0

Составы шихт коксохимических предприятий ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ» можно считать более сбалансированными по долевному участию украинских, российских и т.н. «морских» углей.

В 2016 г. все коксохимические заводы холдинга выпускали кокс марки КДМ-1, который использовался в доменном производстве на металлургических предприятиях компании, где внедрена технология вдувания ПУТ в доменные печи – МК им. Ильича, МК «Запорожсталь», Енакиевский металлургический завод.

Кокс марки КДМ-2 выпускался коксохимическим производством МК «АЗОВСТАЛЬ», на котором внедрение технологии вдувания ПУТ начало осваиваться на доменной печи № 4 в конце года.

В табл. 5 представлены для сравнения качественная характеристика шихт основных заводов Украины в сопоставлении с усредненными данными коксохимических предприятий ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ». Анализируя данные табл. 5, можно констатировать, что самая высокая зольность характерна для шихты КХП ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», что объясняется существенным долевым участием высокозольных труднообогатимых углей Карагандинского бассейна Казахстана.

Самое низкое содержание серы имеют шихты предприятий группы ЕВРАЗ, базирующиеся на весьма малосернистых российских углях невысокой спекаемости. Этим же объясняется невысокая спекаемость их шихт.

Таблица 5

Качественная характеристика шихт основных коксохимических заводов Украины

Предприятие	Качественная характеристика, %					
	W_t^r	A^d	S_t^d	V^{daf}	у, мм	Класс 0-3 мм
ПАО «Ясиновский КХЗ»	9,9	7,4	0,80	28,6	14,3	84,0
ЧАО «МАКЕЕВКОКС»	10,3	8,0	1,22	31,5	14,8	82,5
КХП ПАО «АЛЧЕВСКИЙ МК», шихта УЩ-1, 7-8 бат	9,5	8,4	0,85	30,4	17,3	79,4
ПАО «ЕВРАЗ ЮЖКОКС»	9,1	8,0	0,50	28,7	14,4	82,0
ПАО «ЕВРАЗ ДМЗ»	8,4	8,7	0,42	26,5	14,3	80,1
КХП ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог»	8,6	8,8	0,73	29,9	17,0	80,6
В среднем по ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ»	9,0	8,2	0,84	30,3	16,0	79,6

Обращает на себя внимание уровень помола шихт: содержание класса менее 3 мм находится в рекомендованных пределах (80-82 %) практически на всех заводах.

Шихты предприятий холдинга имеют все качественные параметры, позволяющие производить доменный кокс требуемого качества при условии своевременной и комплектной поставки углей. В реальных условиях 2016 г. зачастую плановая поставка углей по разным причинам носила неудовлетворительный характер, что нашло своё отражение на уровне каче-

ственных показателей механической прочности кокса на отдельных заводах. В частности, ограничение возможности вывоза жирных углей ЧАО «КРАСНОДОНУГОЛЬ» на КХП ЧАО «МК «АЗОВСТАЛЬ» существенно ухудшило показатели M25 и M10 доменного кокса.

В табл. 6 представлена качественная характеристика доменного кокса, произведенного предприятиями ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ» в 2016 г.

Таблица 6

Качественная характеристика доменного кокса

Предприятие	Технический анализ, %			Механическая прочность, %		>80 мм	0-25 мм	CRI, %	CSR, %
	W_t^r	A^d	S_t^d	M25	M10				
ЧАО «Авдеевский КХЗ»	2,1	10,9	0,73	89,0	7,1	8,0	2,5	31,9	54,9
КХП ЧАО «МК «АЗОВСТАЛЬ»	4,0	11,2	0,75	86,6	8,0	6,7	3,8	32,9	51,7
ЧАО «ЗАПОРОЖКОКС»	3,4	11,0	0,65	88,2	7,2	6,1	4,2	31,8	53,1
ПАО «ЕВРАЗ ДНЕПРОДЗЕРЖИНСКИЙ КХЗ»	3,2	11,3	0,63	88,5	7,6	7,5	2,5	31,4	54,7
ЧАО «ЕНАКИЕВСКИЙ КОКСОХИМПРОМ»	3,2	11,2	0,83	88,5	7,1	10,7	3,0	35,0	49,6
В среднем по ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ»	2,9	11,0	0,72	88,3	7,4	7,6	3,1	32,3	53,5

В целом, качество доменного кокса в среднем по предприятиям компании находится на достаточно высоком уровне, что подтверждается сопоставительными данными, представленными в табл. 7. Анализируя представленные данные, можно констатировать, что качественная характеристика, механическая и горячая прочность доменного кокса, производимого предприятиями компании ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ», не уступают, а по механической прочности превосходят кокс других предприятий, несмотря на имевшиеся сложности с поставками коксующихся углей в рассматриваемый период.

Доменный кокс, выработанный предприятиями компании с приведенными в табл. 7 показателями качества, обеспечил возможность вдувания до 126 кг/т пылеугольного топлива. Использование кокса улучшенного качества на металлургических предприятиях холдинга, на которых внедрена технология вдувания ПУТ, позволило за последние 5 лет (2012-2016 гг.) снизить расход кокса на 37 кг/т чугуна. Освоение этой технологии на ЧАО «МК «АЗОВСТАЛЬ» и переход коксохимического производства комбината на производство кокса марки КДМ-1 позволит снизить расход кокса примерно еще на такую же величину.

Таблица 7

Качественная характеристика доменного кокса основных предприятий Украины

Предприятие	Технический анализ, %			Механическая прочность, %		>80 мм	0-25 мм	CRI, %	CSR, %
	W _t ^r	A ^d	S _t ^d	M25	M10				
ПАО «Ясиновский КХЗ	3,8	10,1	0,70	86,6 88,5 ¹	7,8 7,3 ²	9,9	2,4	35,0 28,0 ³	47,0 58,8 ⁴
ЧАО «МАКЕЕВКОКС»	4,5	10,8	0,99	86,9	7,9	7,6	3,9	36,0	46,0
КХП ПАО «АЛЧЕВСКИЙ МК», шихта УЩ-1 ⁵	4,3	11,1	0,84	86,9	7,3	6,9	3,5	28,8	50,9
ПАО «ЕВРАЗ ЮЖКОКС»	4,3	11,2	0,47	86,7	7,5	8,1	3,9	33,5	51,8
ПАО «ЕВРАЗ ДМЗ»	3,2	11,4	0,40	87,8	7,8	7,9	5,2	36,2	47,6
КХП ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог»	3,7	11,7	0,62	86,3	7,9	7,5	6,8	36,0	51,4
В среднем по ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ»	2,9	11,0	0,72	88,3	7,4	7,6	3,1	32,3	53,5

Из приведенных данных можно сделать следующие основные выводы:

1. Тенденция формирования сырьевой базы коксования с привлечением импортных углей характерна для всего коксохимического производства Украины. Это вызвано как отсутствием требуемого количества украинских коксующихся углей, так и существенным повышением требований к качеству доменного кокса.

2. Необходимость привлечения импортных углей ближнего и дальнего зарубежья в сырьевую базу коксования предприятий ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ» сохранится и в перспективе. При этом актуальным остается максимальное использование собственных украинских и зарубежных угольных активов.

3. Переход коксохимического производства ЧАО «МК «АЗОВСТАЛЬ» на выпуск доменного кокса марки КДМ-1 потребует привлечения дополнительного количества низкоосновных хорошо спекающихся импортных углей марок Ж, КЖ, К дальнего зарубежья.

4. Для обеспечения стабильности качественных показателей кокса на требуемом уровне необходимо особое внимание уделить своевременной и комплектной поставке планируемых для коксования углей.

Библиографический список

1. ТУ У 19.1-00190443-065:2015. Кокс доменный ООО «Метинвест Холдинг».
2. Дроздник И.Д. К вопросу получения низкорреакционного высокопрочного металлургического кокса / И.Д. Дроздник, В.Г. Гусак В.Г. / *Материалы VII международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании»*, Варна, 2011. – 2. – С. 83-86.
3. Гусак В.Г. Проблемы получения низкорреакционного высокопрочного доменного кокса на предприятиях компании «Метинвест» / В.Г. Гусак, Е.Т. Ковалев, И.Д. Дроздник / *Материалы научно-практической конференции «Коксовництво – 2011»*, 2011. – С. 42-43.
4. Гусак В.Г. Особенности формирования угольной сырьевой базы предприятий ООО «Метинвест Холдинг» и оптимизация технологии ее подготовки и коксования на ПАО «АКХЗ» / В.Г. Гусак, В.И. Гаврилюк, М.С. Магомедов [и др.] // *Кокс и химия*. – 2013. – № 11. – С. 17-21.
5. Гусак В.Г. К вопросу получения кокса улучшенного качества в условиях межбассейновой сырьевой базы ПАО «Запорожжкокс» / В.Г. Гусак, В.Н. Рубчевский, Г.М. Ткалич [и др.] // *Кокс и химия*. – 2014. – № 4. – С. 16-21.
6. Розробка складу шихт з максимальним використанням вугілля ПАТ «КРАСНОДОНВУГІЛЛЯ» для забезпечення потрібної якості коксу з метою розробки технологічної стратегії ПАТ «КРАСНОДОНВУГІЛЛЯ». – *Отчет ГП «УХИН»*. – № 241.2012. – 36 с.

Рукопись поступила в редакцию 12.01.2017

¹ При спецпоставках
² При спецпоставках
³ При спецпоставках
⁴ При спецпоставках
⁵ Кокс КЦ-2, бат. 7-8

COAL RAW BASE OF COKE-CHEMICAL PRODUCTION OF METINVEST HOLDING, LLC: SITUATION AND PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT

© Popov E.S., Gavrilyuk V.I. (METINVEST HOLDING, LLC), Kovalev E.T., Doctor of Technical Sciences, Drozdniuk I.D, PhD in technical sciences, Bidolenko N.B. (SE "UKHIN")

The analysis of a situation and perspectives of development of coal raw material base of coking of the enterprises of METINVEST HOLDING, LLC has been presented. Its inter-basin character for all coke-chemical productions of Ukraine has been justified, both now and in the future. It is shown that, given the complexity of the formation and logistic support of the coal coking feedstock, blast furnace coke produced by the company's enterprises, is characterized by good quality indicators and high mechanical and thermomechanical strength.

Keywords: coal, coke, inter-basin feedstock, reactivity, pulverized coal.

УДК 552.574: 66.094.7: 543.442.3

РЕОРГАНИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ ПРИ ИМПРЕГНИРОВАНИИ ГИДРОКСИДОМ КАЛИЯ

© В.А. Кучеренко¹, *Ю.В. Тамаркина², И.Б. Фролова³, М.И. Чернышова⁴, В.А. Саберова⁵

Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко НАН Украины, 02160, г. Киев, ул. Харьковское шоссе, 50, Украина

¹Кучеренко Владимир Александрович, докт. хим. наук, ст. науч. сотр., ведущий научный сотрудник отдела химии угля, e-mail: v.o.kucherenko@nas.gov.ua

²Тамаркина Юлия Владимировна, канд. хим. наук, ст. науч. сотр., старший научный сотрудник отдела химии угля, e-mail: tamarkina@nas.gov.ua

³Фролова Ирина Борисовна, канд. хим. наук, научный сотрудник отдела химии угля, e-mail: i.b.frolova@nas.gov.ua

⁴Чернышова Марина Ивановна, младший научный сотрудник отдела химии угля, e-mail: samoi_mi@mail.ru

⁵Саберова Виктория Александровна, ведущий инженер отдела химии угля, e-mail: saberova@nas.gov.ua

Исследованы изменения надмолекулярной структуры и парамагнитных свойств каменных углей ($C^{daf} = 80-92\%$) разной степени метаморфизма (СМ) при импрегнировании гидроксидом калия при соотношениях КОН/уголь $R_{KOH} \leq 15$ ммоль/г. На примере длиннопламенного угля ($C^{daf}=80\%$) установлено, что увеличение количества щелочи (до $R_{KOH}=10$ ммоль/г) вызывает рост межслоевого расстояния, числа полиареновых слоев, высоты и объема кристаллитов. Оценены изменения этих величин с возрастом СМ. Щелочная обработка вызывает увеличение (на 6-27 %) концентрации неспаренных электронов, что доказывает контакт КОН с радикалами на молекулярном уровне. Результаты интерпретированы в рамках модели интеркалирования КОН в уголь, вызывающего реорганизацию пространственного каркаса.

Ключевые слова: уголь, щелочное импрегнирование, изменение структуры.

Термолиз импрегнированных гидроксидами щелочных металлов (МОН) каменных углей, или щелочная активация, представляет собой перспективный метод получения нанопористых адсорбентов (НПА) с высококоразвитой удельной поверхностью (≥ 1500 м²/г). Основные области применения НПА: улавливание экотоксикантов, адсорбционное хранение природного газа, криоадсорбция водорода в устройствах водородной энергетики.

* Автор для переписки