

**ТЕМПЕРАТУРА ЗАЙМАННЯ ВУГІЛЛЯ. ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ТА
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ**

© Ю.В. Ніколайчук¹

ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», 84166, м. Слов'янськ Донецької обл., вул. Генерала Батюка, 19, Україна

*Д.В. Мірошниченко²

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2, Україна

І.В. Шульга³, Ю.С. Кафтан⁴, Н.А. Десна⁵

Державне підприємство «Український державний науково-дослідний вуглеміжній інститут (УХІН)», 61023, м. Харків, вул. Весніна, 7, Україна

Є.І. Котляров⁶

Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України, , 61166, м. Харків, пер. Інженерний, 1а, Україна

¹ Ніколайчук Юрій Володимирович, ст. викладач кафедри загальнотехнічних дисциплін, промислових технологій та безпеки життедіяльності, e-mail: nik.yurij@ukr.net

² Мірошниченко Денис Вікторович, доктор техн. наук, с.н.с., завідувач кафедри технологій переробки нафти, газу та твердого палива, e-mail: dymir79@gmail.com

³ Шульга Ігор Володимирович, канд. техн. наук, доц., завідувач коксовим відділом, e-mail: kot@ukhin.org.ua

⁴ Кафтан Юрій Степанович, канд. техн. наук, с.н.с., провідний наук. співр. вугільного відділу (ВВ), e-mail: yo@ukhin.org.ua

⁵ Десна Наталія Анатоліївна, канд. техн. наук, в.о. заступника завідувача ВВ, e-mail: desnana@ukr.net

⁶ Котляров Євген Іванович, канд. економ. наук, доц., ст. наук. співр., e-mail: ekotlarov@i.ua

При складанні вугільної шихти для коксування необхідна повна інформація щодо фактичної марочної приналежності та технологічних властивостей усіх вугільних концентратів, які до неї входять, що дозволяє заздалегідь оцінювати очікувану якість коксу. За допомогою основних методів оцінки властивостей вугілля, що них має у своєму розпорядженні більшість центральних лабораторій коксохімічних підприємств України (технічний, пластометричний і петрографічний аналіз) неможливо оперативно встановити фактичну марочну приналежність конкретної щойно отриманої партії вугільного концентрату.

Видається перспективним використовувати для експрес-оцінки марочної приналежності вугілля, що надходить на коксохімічні підприємства України, температуру їх займання (t_{38}).

* Автор для листування

Встановлено, що показник температури зайнання неокисненого вугілля (t_{38}), який визначається згідно ДСТУ 7611:2014 «Вугілля кам'яне. Метод визначення окиснення та ступеня окислення», при його використанні для контролю марочної належності вугільних концентратів, котрі надходять на підприємство, дозволяє своєчасно виявити невідповідність фактичної марочної належності вугілля заявленій марці, провести першочерговий комплекс досліджень властивостей цього вугілля та, з урахуванням отриманих даних, прийняти заходи щодо підтримки заданого марочного складу й властивостей вугільної шихти, а також стабілізації якості отриманого з неї доменного коксу.

Розраховано, що економічний ефект від використання температури зайнання для контролю марочного складу та якості вугільних концентратів, що надходять на підприємство, складатиметься з запобігання шкоді від непередбачених змін показників якості шихти для коксування, які впливають на вихід і якість валового та доменного коксу.

Ключові слова: вугілля, температура зайнання неокисненого вугілля, математичні рівняння, властивості вугілля

DOI: 10.31081/1681-309X-2018-0-3-19-29

Головна мета коксохімічного виробництва – забезпечення доменного процесу коксом з заданими споживчими властивостями. Однією з основних умов її виконання є сталість якісних характеристик вугільних концентратів, з яких виробляється домений кокс.

Сировинна база більшості українських коксохімічних заводів складається з різних марок як українського, так і імпортного вугілля; залучення останнього до коксування дає можливість досягти істотного зниження сірчиності вугільної шихти, а також отримати кокс з необхідними значеннями CRI та CSR [1–5].

При складанні вугільної шихти для коксування необхідна повна інформація щодо фактичної марочної принадлежності та технологічних властивостей усіх вугільних концентратів, які до неї входять. Це дозволяє розраховувати основні технологічні показники якості шихти і по ним оцінювати очікувану якість коксу. В той же час більшість центральних лабораторій коксохімічних підприємств України мають у своєму розпорядженні три основні методи оцінки властивостей вугілля: технічний (W^a , A^d , S_t^d , V^{daf}), пластометричний (x, y) і петрографічний (R_o , V_t , S_v , I, L, Σ OK, рефлексограм вітриніту) аналізи. Однак за їх допомогою неможливо оперативно встановити фактичну марочну принадлежність конкретної партії вугільного концентрату.

Виходячи з викладеного, представляє інтерес використання для експрес-оцінки марочної принадлежності вугілля, що надходить на коксохімічні підприємства України, температуру його зайнання (t_{38}), яка визначається при оцінці окиснення вугілля відповідно до ДСТУ 7611:2014 «Вугілля кам'яне. Метод визначення окиснення і ступеня окислення» [6]. Детальна інформація про зв'язок температури зайнання вугілля з показниками його якості, а також питання адитивності викладені в роботах [7–9].

На двох коксохімічних підприємствах України відповідно до ДСТУ 4096–2002 [10] був проведений відбір вугільних концентратів, що входять в сировинну базу цих підприємств. У відібраних вугільних пробах після їх підсушування й подрібнення визначена температура зайнання (t_{38}), яка потім була порівняна з температурами зайнання коксівного вугілля різних марок згідно ДСТУ 3472: 2015 «Вугілля буре та антрацит. Класифікація» [11], які наведені раніше в роботі [7]. Результати зіставлення наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Зіставлення фактичних і табличних значень $t_{\text{з}}$

Постачальник	Марка за посвідченням	Температура зайнання, $t_{\text{з}}$, °C	
		табличне значення	фактичне значення
Коксохімічне виробництво № 1			
Розріз «Талдинський західний»	Г	353–371	356,9
ЗФ «Тайбінська»	Г	353–371	370,2
ЦЗФ «Щедрухінська»	Г	353–371	357,9
Rocklick	Ж	371–397	375,0
Wellmore	Ж	371–397	380,0
ЗФ «Північна»	К	385–418	395,2
ЦЗФ «Свято-Варваринська»	К	385–418	388,8
Tech Premium	К+КП	385–418	392,7
ЦЗФ «Березовська»	КП	385–418	392,3
Pocahontas	ПС	403–432	387,2
Коксохімічне виробництво № 2			
ЦЗФ «Щедрухінська»	Г	353–371	366,9
ЗАТ «Талтек»	Г	353–371	359,4
ЦЗФ «Усковська»	ГЖ	366–378	367,5
ТОВ «Промвугіллясервіс»	ГЖП	364–378	365,9
Wellmore	Ж	371–389	380,5
Carter Roag	Ж	371–389	402,9
ЦЗФ «Кузнецька»	Ж	371–389	373,3
ЦЗФ «Свято-Варваринська»	К	385–418	400,1
ЗФ «Північна»	К	385–418	403,6
Tech Premium	К+КП	385–418	398,8
ЗФ «Бачатська»	КП	385–418	396,8
Pocahontas	ПС	403–432	411,6

Аналізуючи дані, наведені в табл. 1, можна зробити висновок щодо практично повної відповідності фактичних і табличних значень температур зайнання ($t_{\text{з}}$) майже всіх вугільних проб. Сумнів у відповідності заявленої марочної приналежності фактично отриманий якості викликали проби вугілля Pocahontas (марка ПС), відібрана на КХВ №1, і проба вугілля CarterRoag (марка Ж), відібрана на КХВ №2. У першому випадку фактична величина $t_{\text{з}}$ (387,2 °C) виявилася нижчою від табличного значення (403 °C); у другому випадку $t_{\text{з}}$ (402,9 °C)

перевищувала максимальне табличне значення (389 °C).

Для підтвердження або спростування висловлених сумнівів було виконано комплексний аналіз показників якості відібраних проб. Зокрема, були визначені показники технічного (A^d , S^d , V^{daf}), пластометричного (x, y), петрографічного (R_o , V_t , S_v , I, L, ΣOK , рефлексограм вітриніту) і елементного (C^{daf} , H^{daf} , N^{daf} , S^d , O^{daf}) аналізів, а також окиснення (Δt). За даними елементного аналізу були розраховані структурні параметри δ і

Соф [7]. Результати проведених досліджень проби вугілля Pocahontas (КХВ №1) та CarterRoag (КХВ №2) за комплексом показників якості не наведені в табл. 2–4. Аналізуючи дані, наведені в табл. 2–4, можна зробити висновок про те, що відповідають заявленій марочної принадлежності.

Таблиця 2

Технологічні властивості вугільних концентратів КХВ №1 і 2

Постачальник	Марка	Технічний аналіз, %		Пластометричні показники, мм		Показник окиснення, °C	Температура займання, °C	
		A ^d	S ^d _t	V ^{daf}	x	y	Δt	t _{3B}
Коксохімічне виробництво № 1								
Розріз «Талдинський західний»	Г	8,5	0,44	37,0	33	10	4	460,9
ЗФ «Тайбінська»	Г	9,0	0,50	34,1	30	10	3	374,8
ЦЗФ «Шедрухінська»	Г	7,5	0,53	38,2	32	10	1	362,0
Rocklick	Ж	7,5	0,98	34,2	17	24	2	377,6
Wellmore	Ж	8,0	1,10	32,6	14	22	2	380,6
ЗФ «Північна»	К	9,4	0,64	23,9	21	18	2	400,0
ЦЗФ «Свято-Варваринська»	К	9,1	0,73	26,2	14	13	2	394,5
Teck Premium	K+KO	8,6	0,56	26,2	18	14	5	393,7
ЦЗФ «Березовска»	КО	5,1	0,40	24,2	30	9	5	397,0
Pocahontas	ОС	7,5	1,00	26,4	17	23	6	393,0
Коксохімічне виробництво № 2								
ЦЗФ «Шедрухінська»	Г	7,9	0,53	37,1	42	10	1	366,9
ЗАТ «Талтек»	Г	10,1	0,51	37,7	31	10	5	359,4
ЦЗФ «Усковська»	ГЖ	8,0	0,42	37,4	30	16	3	367,5
ТОВ «Промвугіллясервіс»	ГЖП	7,7	0,58	37,0	34	11	5	365,9
Wellmore	Ж	7,1	1,19	32,8	33	19	5	380,5
CarterRoag	Ж	8,6	0,73	24,6	16	17	5	402,9
ЦЗФ «Кузнецька»	Ж	9,1	0,64	35,5	27	22	1	373,3
ЦЗФ «Свято-Варваринська»	К	8,9	0,74	27,1	15	15	6	400,1
ЗФ «Північна»	К	9,4	0,62	22,6	21	16	3	403,6
Teck Premium	K+KP	9,0	0,60	26,7	20	15	5	398,8
ЗФ «Бачатська»	КП	6,4	0,46	24,1	29	10	6	396,8
Pocahontas	ПС	7,3	0,79	17,4	9	12	6	411,6

Таблиця 3

Петрографічна характеристика вугільних концентратів КХВ №1 і 2

Постачальник	Марка	Петрографічний склад (без мінеральних домішок), %						Середній показник відбиття вітриніту, %	Стадії метаморфізму вітриніту, %					
		Vt	Sv	I	L	ΣOK	R _o		ДГ ⁺ Г	ГЖП +ГЖ	Ж	К	ПС	П
		Коксохімічне виробництво № 1												
Розріз «Талдинський західний»	Г	69	0	29	2	29		100	0	0	0	0	0	0
ЗФ «Тайбінська»	Г	66	0	31	3	31	0,72	100	0	0	0	0	0	0
ЦЗФ «Щедрухінська»	Г	74	0	24	2	24	0,69	100	0	0	0	0	0	0
Rocklick	Ж	69	0	26	5	26	0,97	0	20	80	0	0	0	0
Wellmore	Ж	73	0	24	3	24	0,99	0	11	89	0	0	0	0
ЗФ «Північна»	К	48	0	52	0	52	1,16	0	0	63	37	0	0	0
ЦЗФ «Свято-Варваринська»	К	83	1	14	2	15	1,20	0	0	48	52	0	0	0
Teck Premium	K+KO	70	0	29	1	29	1,09		6	80	14	0	0	0
ЦЗФ «Березовська»	KO	37	1	62	0	63	1,05		11	83	6	0	0	0
Pocahontas	ОС	80	0	18	2	18	1,14	5	18	41	19	17	0	0
Коксохімічне виробництво № 2														
ЦЗФ «Щедрухінська»	Г	70	2	27	1	29	0,69	89	8	8	0	0	0	0
ЗАТ «Талтек»	Г	79	0	19	2	19	0,65	96	4	0	0	0	0	0
ЦЗФ «Усковська»	ГЖ	89	0	9	2	9	0,75	85	15	0	0	0	0	0
ТОВ «Промвугіллясервіс»	ГЖП	81	1	17	1	18	0,70	91	4	5	0	0	0	0
Wellmore	Ж	81	0	17	2	17	0,96	0	30	70	0	0	0	0
CarterRoag	Ж	81	0	17	2	17	1,25	0	5	44	22	27	2	2
ЦЗФ «Кузнецька»	Ж	89	0	10	1	10	0,87	32	38	30	0	0	0	0
ЦЗФ «Свято-Варваринська»	К	86	0	12	2	12	1,20	0	0	50	50	0	0	0
ЗФ «Північна»	К	62	2	36	0	38	1,22	0	0	47	53	0	0	0
Teck Premium	K+КП	71	2	26	1	28	1,09	0	0	86	14	0	0	0
ЗФ «Бачатська»	КП	49	2	49	0	51	1,02	0	17	70	13	0	0	0
Pocahontas	ПС	81	0	19	0	19	1,54	0	0	0	42	54	4	4

Таблиця 4

Елементний склад вугільних концентратів КХВ №1 і 2

Постачальник	Марка	Елементний склад, %						Структурні параметри
		C ^{daf}	H ^{daf}	N ^{daf}	S _t ^d	O _d ^{daf}	δ	
Коксохімічне виробництво № 1								
Розріз «Талдинський західний»	Г	81,51	5,25	2,29	0,44	10,51	8,50	14,99
ЗФ «Тайбінська»	Г	84,32	5,39	2,30	0,50	7,49	8,83	18,28
ЦЗФ «Щедрухінська»	Г	83,10	5,77	2,40	0,53	8,20	8,25	16,72
Rocklick	Ж	86,10	7,70	1,68	0,98	3,54	6,77	21,06
Wellmore	Ж	86,94	6,15	1,66	1,10	4,15	8,46	22,63
ЗФ «Північна»	К	89,56	5,04	2,00	0,64	2,76	10,03	29,17
ЦЗФ «Свято-Варваринська»	К	87,52	5,45	1,65	0,73	4,65	9,25	23,84
Teck Premium	К+КО	88,20	4,96	1,36	0,56	4,92	9,84	25,41
ЦЗФ «Березовська»	КО	84,14	4,85	2,30	0,40	8,31	9,34	18,04
Pocahontas	ОС	87,80	5,03	1,52	1,00	4,65	9,71	24,47
Коксохімічне виробництво № 2								
ЦЗФ «Щедрухінська»	Г	79,76	5,60	2,40	0,53	11,71	7,86	13,40
ЗАТ «Талтек»	Г	83,02	5,52	2,32	0,51	8,63	8,48	16,62
ЦЗФ «Усковська»	ГЖ	83,80	5,78	2,77	0,42	7,23	8,38	17,59
ТОВ «Промвугіллясервіс»	ГЖП	83,17	5,64	2,36	0,58	8,28	8,39	16,80
Wellmore	Ж	87,04	5,54	1,55	1,19	4,68	9,08	22,83
CarterRoag	Ж	86,87	5,57	1,45	0,73	6,11	9,01	22,49
ЦЗФ «Кузнецька»	Ж	85,74	5,80	2,55	0,64	5,27	8,67	20,44
ЦЗФ «Свято-Варваринська»	К	87,50	5,43	1,63	0,74	4,70	9,27	23,80
ЗФ «Північна»	К	89,33	5,10	2,12	0,62	2,83	9,94	28,47
Teck Premium	К+КП	88,40	5,16	1,50	0,60	4,34	9,68	25,91
ЗФ «Бачатська»	КП	88,95	4,95	2,22	0,46	3,42	10,03	27,37
Pocahontas	ПС	91,54	4,88	1,38	0,79	1,41	10,48	36,79

Зокрема, у випадку з вугіллям Pocahontas про це свідчать низьке для цієї марки значення середнього довільного показника відбиття вітриніту (1,14 %), присутність у рефлексограмі вітриніту складових, що відповідають таким стадіям метаморфізму, як «ДГ» + «Г», «ГЖП + ГЖ» і «Ж», а також занижene значен-

ня вмісту вуглецю (87,8 %), не характерне для вугілля цього постачальника.

Аналогічна ситуація спостерігається з вугіллям CarterRoag (КХВ №2). Проба цього вугілля характеризується заниженим значенням виходу летких речовин (24,6 %), підвищеним значенням показника відбиття вітриніту (1,25 %), а також рефлексограмою витрині-

ту, что не відповідає її реальним значенням для марки «Ж». Зокрема, в ній спостерігаються вкраплення вугілля високої стадії метаморфізму («ПС» і «П»), яке відсутнє у звичайній виробничій практиці. Можна констатувати,

що відбулося засмічення вугілля Pocahontas менш метаморфізованим вугіллям (імовірно, марки «Ж»), а CarterRoag, навпаки, більш метаморфізованим вугіллям (імовірно, марки «ПС»).

Таблиця 5
Показники якості проб вугілля CarterRoag і Pocahontas

Постачальник	Марка	Проба	V^{daf} , %	у, мм	R_o , %	Рефлектограма вітриніту					
						0,50-0,79	0,80-0,99	0,90-1,19	1,20-1,49	1,50-1,69	1,70-2,59
CarterRoag	Ж	Досл.	24,6	17	1,25	1	4	44	22	27	2
		1	32,1	20	1,00	7	7	86	0	0	0
		2	32,3	21	1,02	5	5	90	0	0	0
		3	32,4	20	1,01	4	6	90	0	0	0
		4	32,3	20	0,99	5	6	89	0	0	0
		5	32,0	19	0,99	2	10	88	0	0	0
Pocahontas	ПС	Досл.	26,4	23	1,14	5	18	41	19	16	1
		1	18,3	12	1,60	0	0	0	12	76	12
		2	17,7	12	1,57	0	0	0	22	70	8
		3	17,8	13	1,57	0	0	0	22	69	9
		4	16,6	14	1,58	0	0	0	28	58	14
		5	18,3	12	1,51	0	0	0	49	48	3

Для наочності вищевикладених тверджень, у табл. 5 наведені деякі показники якості досліджених і «класичних» проб вугілля CarterRoag і Pocahontas, які надходять останнім часом на коксохімічні підприємства України.

Виходячи з наведених в табл. 5 даних, можна прийти до висновку, що виконаний нами попередній аналіз повністю підтверджився: досліджені проби вугілля CarterRoag і Pocahontas є нехарактерними представниками цих постачальників і не можуть використовуватися у вугільних шихтах відповідно як марка «Ж» і марка «ПС».

Таким чином, використання показника температури зайнання (t_{3B}), що визначається згідно ДСТУ 7611:2014 для контролю марочного складу і якості вугільних концентратів,

дозволяє своєчасно вказати постачальникам на невідповідність фактичного складу концентратів зазначенім маркам і своєчасно ж ужити заходів щодо підтримання заданого марочного складу вугільної шихти. В кінцевому рахунку, це сприяє стабілізації якості виробленого коксу та дозволяє запобігти економічному збитку від позапланової зміни марочного складу шихти.

Оцінку запобігання шкоді визначали виходячи з позапланової зміни показників якості шихти для коксування, які впливають на вихід і якість валового і доменного коксу.

Коксохімічне виробництво № 1. Позапланова зміна якості шихти обумовлюється зміною виходу летких речовин на сухий беззоль-

ний стан вугілля Pocahontas (26,4 %) в порівнянні з контрактними рівнем (17,7 %).

Зміну виходу валового коксу пропонується оцінювати за формулою:

$$\Delta B = (V_{\phi}^{daf} - V_{k}^{daf}) \times d \times K, \quad (1),$$

де V_{ϕ}^{daf} и V_{k}^{daf} – вихід летких речовин на сухий беззольний стан вугілля Pocahontas, відповідно фактично і за контрактом, %;

d – частка вугілля Pocahontas у шихті, частки одиниці;

K – коефіцієнт, що враховує зміну виходу валового коксу (%) при зміні виходу летких речовин на сухий беззольний стан на 1 %.

Для подальших розрахунків частка вугілля Pocahontas в шихті приймається на рівні 0,1, а значення коефіцієнта K приймається рівним 0,7 [12].

При контрактному виході летких речовин на сухий беззольний стан вугілля Pocahontas 17,7 % і при фактичному рівні цього показника 26,4 % (табл. 2) зміна виходу валового коксу складе:

$$\Delta B = (26,4 - 17,7) \times 0,1 \times 0,7 = 0,6 \% \quad (2).$$

У розрахунку на 4 тис. т вугілля (приблизна маса вугілля в одному залізничному маршруті) втрати обсягу виробництва валового коксу складуть 240 т. У грошовому еквіваленті, приймаючи середньозважену вартість твердих продуктів коксування на рівні 330 доларів США, збиток у розрахунку на один залізничний маршрут вугілля складе 79,2 тис. доларів США.

Насправді відвернений збиток буде трохи нижче, оскільки зі зменшенням виходу валового коксу пропорційно збільшується вихід коксового газу і хімічних продуктів коксування. Але відсутність ринку збути для товарних ресурсів коксового газу на коксохімічному виробництві № 1 і незначне збільшення обсягів виробництва кам'яновугільної смоли і сирого бензолу (експертно – відповідно на 40 і 1 т) дозволяють в даній економічній оцінці знен-

хтувати їх впливом на суму економічного збитку.

Коксохімічне виробництво № 2. У разі невідповідності фактичних показників якості вугілля CarterRoag контрактному рівню на економічні показники впливає зниження спікливості шихти (за показником товщини пластичного шару).

Зміна товщини пластичного шару шихти при відхиленні цього показника по вугіллю CarterRoag можна оцінити за формулою:

$$\Delta Y = (Y_{\phi} - Y_k) \times d, \quad (3),$$

де: Y_{ϕ} , Y_k – товщина пластичного шару, відповідно фактична і за контрактом, мм;

d – частка вугілля CarterRoag в шихті, частки одиниці.

При частці в шихті вугілля CarterRoag 10 % і товщині пластичного шару за умовами контракту 20 мм і фактично 17 мм зміна товщини пластичного шару складе:

$$(17 - 20) \times 0,1 = 0,3 \text{ мм} \quad (4).$$

В цьому випадку така зміна якості шихти CarterRoag (зниження товщини пластичного шару з 15,4 до 15,1 мм) істотно не вплине на вихід і якість доменного коксу.

У той же час, така зміна спікливості шихти зажадає зміни технологічного режиму коксування (кінцевої температури і періоду коксування). Це пов'язано зі зміною кількості коксової газу, що витрачається на обігрів коксової печі.

На підставі виконаних досліджень можна сформулювати такі основні висновки:

1. Встановлено, що використання показника температури зайнання неокисненого вугілля (t_{zB}), що визначається за ДСТУ 7611:2014 «Вугілля кам'яне. Метод визначення окиснення і ступеня окиснення», дозволяє своєчасно виявити невідповідність фактичної марочної принадлежності вугілля задекларованій марці, провести першочерговий комплекс дослі-

джені властивостей цього вугілля і, з урахуванням отриманих даних, вжити заходів щодо підтримання заданого марочного складу і властивостей вугільної шихти, а також стабілізації якості виробленого доменного коксу.

2. Розраховано, що економічний ефект від використання температури зайнання для контролю марочного складу і якості вугільних концентратів буде складатися з запобігання шкоді від позапланової зміни показників якості шихти для коксування, які впливають на вихід і якість валового і доменного коксу.

Бібліографічний список

1. Попов Е.С. Угольная сырьевая база коксохимического производства ООО «МЕТИНВЕСТХОЛДИНГ». Состояние и перспективы развития / Е.С. Попов, В.И. Гаврилюк, Е.Т. Ковалев, И.Д. Дроздник, Н.Б. Бидоленко // Углехимический журнал. – 2017. – № 1. – С. 3–10.

2. Кошкаров Д.А. Оптимизация составов угольных шихт в условиях ЧАО «Евраз Южнококс» / Д.А. Кошкаров, Е.Л. Соловьев, И.Д. Дроздник, Д.В. Мирошниченко // Углехимический журнал – 2017. – № 3. – С. 8–14.

3. Ulanovskij M.L. Improvement in CSR of coke at Dafasco / M.L. Ulanovskij, D.V. Miroshnichenko // Koks i khimiya. – 2005. – № 12. – P. 46–50.

4. Tregubov D.G. Methods of decrease in sulfur content in coke (review) / D.G. Tregubov, D.V. Miroshnichenko // Koks i khimiya. – 2005. – № 6. – P. 21–28.

5. Miroshnichenko D.V. Reactivity of coke: methods of measuring and influence factors /

D.V. Miroshnichenko, M.L. Ulanovskij // Koks i khimiya. – 2004. – № 5. – P. 21–31.

6. ДСТУ 7611:2014 Уголь каменный. Метод определения окисленности и степени окисленности. – Киев: ГП «УкрНДНЦ», 2016. – 8 с.

7. Miroshnichenko D.V. Ignition temperature of coal. 1. Influence of coal's composition, structure and properties / D.V. Miroshnichenko, Yu.S. Kaftan, N.A. Desna, V.N. Nazarov, Yu.V. Nikolaichuk // Coke and Chemistry. – 2016. – Vol. 59 (8). – P. 277–282. DOI: 10.3103/S1068364X16080044

8. Miroshnichenko D.V. Ignition temperature of coal. 2. Binary coal mixtures / D.V. Miroshnichenko, I.V. Shulga, Y.S. Kaftan, N.A. Desna, Nikolaichuk Yu.V. // Coke and Chemistry. – 2017. – Vol. 60(6). – P. 219–225. DOI: 10.3103/S1068364X17060059

9. Miroshnichenko D.V. Ignition temperature of coal. 3. Multicomponent coal mixtures / D.V. Miroshnichenko, I.V. Shulga, Y.S. Kaftan, N.A. Desna, Y.V. Nikolaichuk // Coke and Chemistry. – 2017. – Vol. – 60 (6). – P. 343–347. DOI: 10.3103/S1068364X17090046

10. ДСТУ 4096–2002 Методы отбора и подготовки проб к лабораторным испытаниям. – Киев: Держстандарт України, 2002. – 35 с.

11. ДСТУ 3472:2015 Угли бурые, каменные и антрацит. Классификация. – Киев: ГП «УкрНДНЦ», 2015. – 4 с.

12. Справочник коксохимика. Том 6 – Экономика и организация коксохимического производства / [под. ред. А.М. Приступы, Е.И. Комлярова, В.А. Корниловой]. – Харьков: ИД «Инжек», 2010. – 320 с.

Рукопис надійшов до редакції 01.05.2018

IGNITION TEMPERATURE OF COAL. PRACTICAL USE AND ECONOMIC EFFICIENCY

© Yu.V. Nicolaichuk (SHEI "DDPU"), D.V. Miroshnichenko, Doctor of Technical Sciences (NTU "KhPI"), I.V. Shulga, PhD in technical sciences, Yu.S. Kaftan, PhD in technical sciences, N.A. Desna, PhD in technical sciences SE "UKHIN"), E.I. Kotliarov, PhD in economical sciences (RCIPD of NAS of Ukraine)

When composing coal blends for coking, it is necessary to have full information on the actual brand and technological properties of all coal concentrates that are included in it, and this allows us to estimate the expected quality of coke. With the help of the basic methods for assessing the properties of coal which is available to most central laboratories of Ukrainian coke-chemical plants (technical, plastometric and petrographic analysis), it is impossible to quickly establish the actual brand identity of a particular carbon batch of the newly received batch.

It seems promising to use for the express evaluation of the brand identity of coal supplied to coking enterprises of Ukraine, the temperature of its ignition (tzv).

It has been established that the index of ignition temperature of unoxidized coal (tzv), which is determined according to DSTU 7611: 2014 "Coal is stone. The method of determination of oxidation and degree of oxidation", when used to control the vintage of coal concentrates supplied to the enterprise, allows us to timely identify the mismatch of the actual brand identity of the coal of the declared mark, to carry out a priority complex of studies on the properties of this coal and, taking into account the data obtained, to take measures on maintaining the specified brand composition and properties of coal charge, as well as stabilizing the quality of the blast furnace coke obtained from it.

It has been estimated that the economic effect of using the ignition temperature to control the brand composition and the quality of coal concentrates supplied to the plant will consist of preventing harm from unanticipated changes in the quality characteristics of the charge for coking, affecting the yield and the quality of gross and blast furnace coke.

It has been found that the using of the ignition temperature index of unoxidized coal ($t_{ig.un}$), determined by DSTU 7611:2014 "Hard coal. Method for determination of oxidation and degree of oxidation", while using to control the brand identity of coal concentrates supplied to the plant, it is possible to identify in a timely manner the discrepancy between the actual branded coal belonging to the declared brand, to conduct the first complex research of the properties of this coal and, taking into account the received data, to take measures to maintain the specified brand composition and properties of coal charge, as well as stabilization of the quality of produced blast-furnace coke.

It has been estimated that the economic effect of using the ignition temperature to control the brand composition and quality of the coal concentrates supplied to the plant will consist of prevented damage from an unplanned change in the quality parameters of the coking charge that affect the yield and quality of gross and blast furnace coke.

Keywords: coal, ignition temperature of unoxidized coal, mathematical equations, coal properties.

ТЕМПЕРАТУРА ВОСПЛАМЕНЕНИЯ УГЛЯ. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

© Ю.В. Николайчук (ДВНЗ «ДГПУ»), Д.В. Мирошниченко, д.т.н. (НТУ «ХПИ»), И.В. Шульга, к.т.н., Ю.С. Кафтан, к.т.н., Н.А. Десна, к.т.н. (ГП «УХИН»), Е.И. Котляров, к.э.н. (НИЦ ИПР НАН Украины)

При составлении угольной шихты для коксования необходима полная информация о фактической марочной принадлежности и технологических свойствах всех угольных концентратов, которые в нее входят, что позволяет заранее оценивать ожидаемое качество кокса. С помощью основных методов оценки свойств угля, которыми располагает большинство центральных лабораторий коксохимических предприятий Украины (технический, пластометрический и петрографический анализ) невозможно оперативно установить фактическую марочную принадлежность конкретной только что полученной партии угольного концентрата.

Представляется перспективным использовать для экспресс-оценки марочной принадлежности угля, поступающего на коксохимические предприятия Украины, температуру их воспламенения (t_{38}).

Установлено, что показатель температуры воспламенения неокисленных углей (t_{38}), который определяется согласно ДСТУ 7611:2014 «Уголь каменный. Метод определения окисления и степени окисленности», при его использовании для контроля марочной принадлежности угольных концентратов, поступающих на предприятие, позволяет своевременно выявить несоответствие фактической марочной принадлежности угля заявленной марке, провести первоочередной комплекс исследований свойств этого угля и, с учетом полученных данных, принять меры по поддержанию заданного марочного состава и свойств угольной шихты, а также по стабилизации качества полученного из нее доменного кокса.

Рассчитано, что экономический эффект от использования температуры воспламенения для контроля марочного состава и качества угольных концентратов, поступающих на предприятие, будет слагаться из предотвращения вреда от не предвиденных изменений показателей качества шихты для коксования, влияющих на выход и качество валового и доменного кокса.

Ключевые слова: уголь, температура воспламенения неокисленных углей, математические уравнения, свойства угля.
