

ВУГІЛЛЯ ЛЮБЕЛЬСЬКОГО РОДОВИЩА ДІЛЯНОК 1-2 ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ – ВИСОКОЯКІСНА СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МЕТАЛУРГІЙНОГО КОКСУ© Я.М. Гумен¹, У.Й. Алексейчик²*ДП «Сі-Сі-Ай-Любеля», 80300, м. Жовква Львівської обл., вул. Воїнів УПА, 7Г, Україна*І.Д., Дроздник³, *Ю.С. Кафтан⁴, Н.Б. Бідоленко⁵*Державне підприємство «Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут (УХІН)», 61023 м. Харків, ул. Весніна, 7, Україна*¹ Гумен Ярослав Миколайович, директор, e-mail: lubelya@mail.lviv.ua² Алексейчик Уляна Йосипівна, головний геолог, e-mail: lubelya@mail.lviv.ua³ Дроздник Ігорь Давидович, канд. техн. наук, с.н.с., зав. вугільним відділом, e-mail: yo@ukhin.org.ua⁴ Кафтан Юрій Степанович, канд. техн. наук, с.н.с., провідний науковий співробітник вугільного відділу, e-mail: yo@ukhin.org.ua⁵ Бідоленко Наталія Борисівна, старший науковий співробітник вугільного відділу, e-mail: yo@ukhin.org.ua

Розглянуто перспективи розвитку та використання вугілля Любелівського родовища ділянок Любелівські 1, 2, 3 Західної України. Приведені проектні проробки щодо будівництва шахти та збагачувальної фабрики. Наведені характеристики якості та технологічних властивостей вугілля, яке віднесено до марок Ж і К.

Ключеві слова: вугілля, вугільні пласти, технологічні властивості, петрографічні характеристики, порівняльна характеристика, характеристика мінеральної складової.

Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн експлуатується з початку 50-х років минулого століття. У Нововолинському геолого-промисловому районі було збудовано 10 шахт. В даний час експлуатується дві, а одна – № 10 «Нововолинська» – майже 30 років перебуває в стадії будівництва. У Червоноградському геолого-промисловому районі було збудовано 12 шахт, в даний час закриті 5 шахт і найближчим часом підлягають закриттю ще 3 у зв'язку з виснаженням запасів. Шахти видобувають високозольне енергетичне вугілля, яке використовується в якості сировини на регіональних теплових електростанціях.

Альтернативою затухання діяльності басейну є будівництво нових шахт на розвіданих запасах вугілля. Особливо перспективним є Любелівське родовище.

Любелівське родовище кам'яного вугілля (див. рис.) відкрито на початку 70-х років минулого століття. Воно знаходиться в південній частині басейну і приурочено до південно-західного геолого-промислового району. Відрізняється від інших родовищ басейну більшою глибиною залягання промислових пластів, більш високим ступенем метаморфізму вугілля і кращою якістю вугілля. Якість вугілля родовища покращується у напрямку з півночі на південь і дозволяє віднести його до найбільш дефіцитних марок коксівного вугілля.

Родовище розбито на 5 ділянок, на трьох із них – «Любелівська» № 1, № 2 та № 3 – завершені геологорозвідувальні роботи і запаси затверджені в ДКЗ України. Шахта «Любелівська» № 1-2 включає дві ділянки – «Любелівська» № 1 та № 2 (блоки № 1 і № 2), розташовані в південній частині родовища, а в центральній частині родовища – ділянка шахти «Любелівська» № 3. Балансові запаси шахти «Любелівська» № 1-2 складають 153 млн. т чистого вугілля. Балансові запаси вугілля шахти «Любелівська» № 3 затверджені в кількості 124 млн. т. Геологорозвідувальні роботи на родовищі були проведені Львівською геологорозвідувальною експедицією в 1977-2008 рр. і ДП «Сі-Сі-Ай-Любеля» в 2013-2016 рр [1].

Вивчення якісних показників вугільних пластів на ділянках Любелівського родовища проводилися по ядерному матеріалу в лабораторіях Львівської ГРЕ, Артемівській лабораторії Донецького регіонального державного геологічного підприємства, лабораторії Східного регіонального державного геологічного підприємства, м. Луганськ.

* Автор для кореспонденції

Оцінка збагачуваності виконувалася в лабораторії «Луганськвуглезбагачення», придатність вугілля для коксування вивчалася в Державному підприємстві «Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут (УХІН)», який також надав сертифікати по вугільних пробах згідно міжнародних стандартів.



План Любельського родовища кам'яного вугілля

Аналіз вугільних проб, отриманих із свердловин, в період 2013-2016 рр. виконувався в сертифікованих лабораторіях ІІ «СЖС Україна» (м. Одеса), в лабораторії Головного інституту гірничої справи та в центрі по оцінці якості твердого палива, (м. Катовіце, Польща).

Для промислового освоєння на блоці № 1 шахти «Любельська» № 1-2 прийняті пласти p_7^1 та p_7 з середньою потужністю 1,51 м та 1,63 м, на блоці № 2 – пласти p_7^B , p_7^1 , p_7 з середньою потужністю 1,02 м, 1,15 м, 1,34 м. На полі шахти «Любельська» № 3 промислове значення мають пласти: b_1 , p_9 , p_8^B , p_7^B , p_7 , середня потужність пластів відповідно становить 1,23, 0,79 м, 0,85 м, 0,95 м, 1,29 м. Вугільні пласти відносяться до витриманих і відносно-витриманих по потужності та характеризуються пологим заляганням.

Проект «Будівництво шахти «Любельська» № 1-2 Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну України» був розроблений профільним інститутом «Луганськдідпрошахт» у 2008 році. Цим проектом передбачено будівництво в Жовківському районі Львівської області підземної вугільної шахти виробничою потужністю 5,2 млн. т за рядовим вугіллям і 4,2 млн. т за коксівним концентратом. Проект успішно пройшов комплексну державну експертизу і отримав позитивні висновки.

ДП «Сі-Сі-Ай-Любеля», як надкористувач (спеціальний дозвіл на користування надрами від 12.04.2006

р. № 3826), отримав всі дозвольні документи та погодження від державних структур і розпочав підготовчі роботи до початку проходки стволів: зняття та складування родючого шару ґрунту, вертикальне планування території, будівництво дренажної системи, будівництво під'їзних і технологічної автодоріг, технологічних ставків тощо. Для будівництва об'єктів поверхні шахти та інженерної інфраструктури розроблені проекти відводу та укладені договори оренди земельних ділянок загальною площею 268,41 га. З метою приведення положень Проекту до міжнародних вимог у 2008-2009 рр. на замовлення ДП «Сі-Сі-Ай-Любеля» консалтингова компанія Wardell Armstrong (Великобританія) виконала незалежну оцінку вугільних ресурсів з використанням методу тривимірного геологічного моделювання по полю шахти «Любельська» № 1-2 відповідно до вимог кодексу JORC і розробила Банківське Техніко-економічне обґрунтування (БТЕО) шахти «Любельська» № 1-2.

В той же час останні досягнення у світовій видобувній промисловості дозволили визначити, що потенціал майбутньої шахти може бути набагато вищий, ніж було передбачено раніше. Це спонукало керівництво компанії провести дослідження для визначення додаткових можливостей з метою поліпшення техніко-економічних показників проекту. Ці дослідження в 2010-2012 роках були доручені технічним консультантам: Інституту Економіки Мінеральних Ресурсів і Енергетики Польської Академії Наук (ИЕМРЕ ПАН), ІМС – Montan Consulting GmbH (ІМС, Німеччина) і Capital Equipment & Trading Corporation (СЕТСО, США), Хефейському дослідному та проектному інституту вугільної промисловості (Китай) та ін. Проведені дослідження доводять можливість інтенсифікації виробництва за рахунок застосування високопродуктивного обладнання, збільшення навантажень на очисний вибій і оптимізації схеми відробки шахтного поля. В результаті було встановлено, що виробнича потужність шахти може бути збільшена до 8 млн. т.

На підставі вищезазначених матеріалів ДП «Південдіпрошахт» у 2016 р. виконав коригування проекту, де виробнича потужність складає 8,0 млн. т за рядовим вугіллям і 6,3 млн. т за коксівним концентратом. На даний час завершується державна експертиза відкоригованого проекту.

Зокрема передбачається, що видобуток вугілля буде проводитись за допомогою автоматизованих струтових комплексів компанії Caterpillar (США), що дозволить довести середньодобовий видобуток вугілля з однієї лави до 6-14 тис. т (в залежності від потужності пласта). Досвід застосування такого обладнання є в сусідній Польщі на шахті Богданка, яка працює в однакових гірничо-геологічних умовах з шахтою «Любельська», і

де середньодобовий видобуток з лави висотою 1,5 м складає 15-16 тис. т.

Видобуте вугілля буде збагачуватися на власній збагачувальній фабриці. Проект фабрики розроблений американською компанією SETCO, що має великий досвід в розробці технологій збагачення. Автоматичне налаштування параметрів процесу збагачення і постійний оперативний контроль дозволять виробляти концентрат високої якості, на рівні кращого коксівного вугілля на світовому ринку. Товарна продукція – коксівний вугільний концентрат найбільш дефіцитних марок К і Ж за українською класифікацією, або коксівне вугілля класу НСС «Premium Low Vol» за міжнародною класифікацією – матиме зольність 4-6 % і вміст сірки до 1 %.

Проектна потужність фабрики по збагаченню рядового вугілля становить 9 млн. т/рік. Фабрика буде екологічно чистою, оскільки працює за замкнутою водо-

шламовою схемою і не передбачає застосування термічної сушки – зневоднення шламів відбуватиметься механічним способом за допомогою стрічкових прес-фільтрів. Не передбачається і застосування флотажії, де використовуються хімічні речовини.

Що стосується охорони довкілля, то проект розроблений відповідно до міжнародних вимог для вугільної промисловості в області екології, здоров'я і безпеки. Передбачені проектом методи захисту максимально зменшують викиди в атмосферу, забруднення ґрунтів і ґрунтових вод шкідливими речовинами.

У табл. 1 наведено порівняння основних техніко-економічних показників шахти «Любельська», ш/у «Покровське» і шахти «Bogdanka» (Польща). Дані щодо Шахтоуправління «Покровське» наведені тому, що воно займає лідуєче положення у виробництві коксівного вугілля на Україні.

Таблиця 1

Порівняння основних техніко-економічних показників шахти «Любельська», ш/у «Покровське» і шахти «Bogdanka» (Польща)

Показники	Одиниці вимірювання	Bogdanka енергетичне вугілля (2016 р.)	Ш/у «Покровське» коксівне вугілля (2013 р.)	«Любельська» коксівне вугілля (усереднені за 2020-2027 рр.) ¹⁾
Гірничо-геологічні умови:				
Потужність пластів	м	1,4-3,2	0,6-2,7	1,0-1,85
Глибина залягання пластів	м	920-960	915-1400	690-960
Кут залягання пластів	град.	0-5	2-23	0-7
Газоносність: <5м ³ /т – I категорія, >15м ³ /т – надкатегорійна	м ³ /т	до 5	10-30	до 1
Викидонебезпечність		безпечна	небезпечна	безпечна
Температура вміщуючих порід (> 28 °С потрібне кондиціонування повітря)	°С	29-31	24-45	24-27
Експлуатаційна зольність вугілля	%	до 35	до 39,6	до 21
Кількість видобутого рядового вугілля	млн.т/рік	12,0	8,6	8,0
Відсоток виходу концентрату	%	62,8	55-57	77,1-81,7
Собівартість товарної продукції	дол./т	34,8	84,31	26,60

¹⁾2020 рік – перший повний рік операційної діяльності шахти «Любельська».

Як видно з табл. 1, шахта «Любельська» має кращі виробничі показники і значно нижчу собівартість вугілля при роботі в більш сприятливих гірничо-геологічних умовах. Таким чином, шахта «Любельська» матиме значно нижчі витрати виробництва на тунну товарної продукції в порівнянні з іншими шахтами при роботі в більш сприятливих гірничо-геологічних умовах.

Шахта «Любельська» постачатиме на ринок коксівний концентрат вищої якості. Властивості збагаченого вугілля шахти «Любельська» відповідають властивостям кращих марок коксівного вугілля, представлених на світовому ринку, які використовуються для виробництва високоякісного металургійного коксу.

Нижче наводяться усереднені дані з якості вугільних пластів, пропонованих до розробки на ділянках Любельські № 1 і № 2 (табл. 2 і 3). У цих же таблицях

для порівняння наводяться дані про якість рівнометаморфизованного вугілля Донбасу і далекого зарубіжжя [2].

Наведені дані показують, що досліджені проби вугілля пластів n_7 ; n_7^1 ділянки Любельська № 1 за технологічними властивостями, петрографічними характеристиками і елементним складом відносяться до вугілля марки К у відповідності з ДСТУ 3472:2015. Встановлена марочна приналежність підтверджена результатами дослідних коксувань шихт, виконаних в ДП «УХІН» на лабораторній п'ятикілограмовій печі конструкції УХІНу, в яких проводилася заміна типового донецького вугілля марки К на вугілля ділянки Любельська № 1.

Вугілля ділянки Любельська № 2 за всім комплексом вивчених властивостей займає проміжне положення між вугіллям марок К і Ж. За показником відбиття вітриніту, високим рівнем спікливості і спікливою здатністю вони близькі до жирного вугілля, а по виходу легких речовин, елементному складу та теплоті згоряння – до коксівного вугілля. В класифікації країн-членів СНД ГОСТ 25543-88 це вугілля відносять до марки КЖ. Дослідні коксування показали, що вони рівноцінні в шихті при заміні як донецького жирного, так і коксівного вугілля.

Аналоги вугілля, що розглядається, є не тільки в Донецькому басейні, а також серед американського і австралійського вугілля, що постачається в сировинну базу коксохімічних заводів України.

Оцінка марочної приналежності вугілля проводиться тільки у країнах СНД. У більшості вуглевидобувних країн, що постачають на світовий ринок коксівне вугілля, в сертифікатах якості, як правило, наводяться показники технічного аналізу, елементний і петрографічний склад, середній довільний показник відбиття вітриніту і його рефлектограма, а також комплекс показників, що характеризують пластично-в'язкі властивості вугілля. Значений комплекс показників є обов'язковим. У зв'язку з цим порівняльний аналіз показників якості вугілля ділянок Любельські № 1 і № 2, а також вугілля України та зарубіжного вугілля, проводиться з урахуванням обов'язкового набору параметрів, наведених у сертифікатах якості.

В якості аналогів вугілля ділянок Любельські № 1 та № 2 було прийнято вугілля інших родовищ і країн, близьких за стадією метаморфізму, що характеризується показником відбиття вітриніту. Як видно з даних табл. 2, аналогами вугілля ділянки Любельська № 1 є вугілля однієї шахти Донецького басейну, двох американських шахт і однієї австралійської шахти.

Аналіз наведених в табл. 2 даних показує, що за вмістом сірки вугілля ділянки Любельська № 1 близьке до

малосірчистого американського і австралійського вугілля. Вугілля Донецького басейну характеризуються помітно більшим вмістом сірки. Елементний склад розглянутого вугілля близький, що обумовлено близькістю його стадій метаморфізму, яка характеризується показником відбиття вітриніту.

У вугілля ділянки Любельська № 1 у вітриніті найбільш широко (75-90 %) представлені складові, що мають показник відбиття в межах 1,21-1,39 %. Слід зазначити, що саме ця група складових вітриніту визначає високу коксівність розглянутого вугілля.

Все вугілля, властивості якого наведені у табл. 2 має товщину пластичного шару, що змінюється в межах від 17 до 22 мм, яка для вугілля даної стадії метаморфізму свідчить про його здатність в процесі термічної деструкції утворювати значну кількість термостійких рідко-рухомих продуктів. Останнє, в свою чергу, визначає можливість цього вугілля приймати максимальну кількість піснуватих присадок, забезпечуючи при цьому отримання міцного коксу, що підтверджується значеннями типу коксу за Грей-Кінгом.

Розглянуте вугілля утворює в процесі нагріву пластично-в'язку масу, яка характеризується оптимальною плинністю, що визначається методом Гізелера. Це забезпечує її відносно невисоку газопроникність і, відповідно, помітне спучування, зафіксоване методами Одібера-Арну і вільного спучування.

Достатня кількість термостійких рідкорухомих продуктів і їх оптимальна в'язкість забезпечують високий внутрішньопластичний тиск, що розвивається цим вугіллям при нагріванні. Це, в свою чергу, покращує контактну взаємодію деструкуючих зерен вугілля і забезпечує високу щільність і міцність тіла напівкоксу і коксу.

Таким чином, проведений порівняльний аналіз складу та властивостей вугілля пластів n_7 і n_7^1 ділянки Любельська № 1 і аналогічного за стадією метаморфізму вугілля Донецького басейну, а також Америки (США) і Австралії показав, що вугілля ділянки Любельська № 1 за технологічною цінністю не поступається кращим зразкам коксівного вугілля України, США та Австралії. У вуглевидобувних країнах ближнього зарубіжжя (Польща, Росія) таке вугілля взагалі не представлено в ресурсах для коксування.

В табл. 3 наведені дані про властивості вугілля, аналогічного за показником відбиття вітриніту вугіллям пластів n_7 , n_7^1 і n_7^B ділянки Любельська № 2. Аналогі зазначених пластів вугілля є в Донецькому басейні, США та Австралії. Все вугілля, зазначене в табл. 3, видобувається на діючих вуглевидобувних підприємствах і використовуються для коксування.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика складу і властивостей вугілля ділянки Любельська № 1,
донецького і зарубіжного вугілля

Найменування показника властивостей	Одиниця вимірювання	Індекс показника	Найменування вугілля						
			Ділянка Любельська № 1		Україна, Донбас	Америка		Австралія	
			пл. п-1	пл. п-7	шахта Суходільська Східна	штат Пенсільванія	штат Західна Вірджинія	Квінсленд шахта Peak Downs	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Технічний аналіз:	%								
1.1. Волога аналітична		W ^a	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	1,0	
1.2. Зольність		A ^d	5,1	4,3	8,2	7,0	6,4	9,8	
1.3. Вихід легких речовин		V ^{daf}	24,6	24,4	24,5	25,8	25,0	22,9	
1.4. Вміст загальної сірки		S _t ^d	0,98	0,76	1,19	1,00	0,75	0,61	
1.5. Нелеткий вуглець		FC ^d	71,6	72,4	69,3	69,0	70,2	69,5	
2. Елементний склад:	%								
вуглець		C ^{daf}	90,2	89,7	88,8	88,7	90,9	89,1	
водень		H ^{daf}	5,1	5,1	5,4	4,7	4,7	4,9	
азот		N ^{daf}	1,4	1,3	1,7	1,1	1,5	2,0	
сірка		S _t ^d	0,98	0,76	1,2	1,0	0,7	0,7	
кисень		O _d ^{daf}	2,3	3,1	2,9	4,5	2,2	3,3	
3. Петрографічний склад чистого вугілля:	%								
вітриніт		Vt	73	64	92	88	71	72	
семівітриніт		Sv	2	3	1	3	6	9	
інертиніт		I	25	33	7	9	23	19	
ліптиніт		L	0	0	0	0	0	0	
4. Середній довільний показник відбиття вітриніту	%	R _o	1,30	1,32	1,32	1,31	1,31	1,32	
5. Товщина пластичного шару	мм	y	17	17	20	22	21	17	
6. Індекс вільного спучування	ед.	FSI	8 1/2	8	9	9	9	8 1/2	
7. Тип коксу за Грей-Кінгом		GK	>G ₈	>G ₈	>G ₈	>G ₈	>G ₈	G ₇	
8. Ділатометричні показники за Одібером-Арну:									
стиснення	%	a	25	25	25	29	26	25	
розширення	%	b	90	68	157	175	150	80	
температура початку пластичного стану	°C	t _t	385	390	390	391	393	400	
температура максимального стиснення	°C	t _п	440	445	425	416	438	435	
температура максимального розширення	°C	t _ш	485	485	475	468	493	480	
9. Показники плинності в пластичному стані за Гізелером:									
максимальна плинність	поділок шкали/хв	F _{max}	1720	1650	1440	2000	1500	1350	
температура початку пластичного стану	°C	t ₁	375	380	400	396	397	420	
температура максимальної плинності	°C	t _{max}	455	455	465	457	471	470	
температура твердіння	°C	t ₃	495	500	495	488	509	500	

Таблиця 3

Порівняльна характеристика складу і властивостей вугілля ділянки Любельська № 2, донецького і зарубіжного вугілля

Найменування показника властивостей	Одиниця вимірювання	Індекс показника	Найменування вугілля					
			Ділянка Любельська № 2,			Україна, Донбас	Америка штат Західна Вірджинія	Австралія Квінсленд шахта Goonyella
			пл. п ₇	пл. п ₇ ¹	пл. п ₇ ³			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Технічний аналіз:	%							
1.1. Волога аналітична		W ⁿ	1,0	1,0	1,1	1,2	0,9	1,0
1.2. Зольність		A ^d	5,4	6,5	5,9	5,3	8,5	9,0
1.3. Вихід легких речовин		V ^{dat}	25,9	25,5	25,9	25,7	25,9	26,3
1.4. Вміст загальної сірки		S _t ^d	0,62	1,10	1,20	2,54	0,79	0,56
1.5. Нелеткий вуглець		FC ^d	70,1	69,7	69,7	70,4	67,8	67,0
2. Елементний склад:	%							
вуглець		C ^{dat}	89,6	89,20	88,7	88,7	90,1	88,9
водень		H ^{daf}	5,2	5,0	5,3	5,2	5,0	5,0
азот		N ^{dat}	1,7	1,5	1,5	1,0	1,7	1,9
сірка		S _t ^d	0,6	1,1	1,2	2,5	0,8	0,6
кисень		O _d ^{dat}	2,9	3,2	3,3	2,6	2,4	3,6
3. Петрографічний склад чистого вугілля:	%							
вітриніт		Vt	67	69	68	94	65	66
семівітриніт		Sv	1	0	1	0	9	7
інертиніт		I	28	26	26	6	22	26
ліптиніт		L	4	5	5	0	4	1
4. Середній довільний показник відбиття вітриніту	%	R _o	1,16	1,17	1,14	1,19	1,17	1,15
5. Товщина пластичного шару	мм	y	22	23	22	20	23	19
6. Індекс вільного спучування	ед.	FSI	9	8 1/2	9	9	8	8
7. Тип коксу за Грей-Кінгом		GK	>G ₈	>G ₈	G ₈	>G ₈	>G ₈	G ₈
8. Ділатометричні показники за Одібєром-Арну:								
стиснення	%	a	23	25	27	33	29	26
розширення	%	b	185	180	182	179	205	160
температура початку пластичного стану	°C	t _I	390	385	390	395	364	375
температура максимального стиснення	°C	t _{II}	430	435	430	435	415	425
температура максимального розширення	°C	t _{III}	490	490	485	475	477	470
9. Показники плинності в пластичному стані за Гізєлером:								
максимальна плинність	поділок шкали/хв	F _{max}	3500	3550	3450	2500	5200	1150
температура початку пластичного стану	°C	t ₁	370	370	375	400	387	405
температура максимальної плинності	°C	t _{max}	450	455	455	460	454	455
температура твердіння	°C	t ₃	495	490	490	495	498	495

Як видно з наведених даних, порівнюване вугілля має близькі значення показників виходу летких речовин і середнього довольного показника відбиття вітриніту, що свідчить про близькість стадій метаморфізму. Достить близьке воно й за елементним складом. За вмістом сірки вугілля Донецького басейну різко відрізняється від іншого вугілля. Для нього характерне високе значення цього показника. Вугілля Донецького басейну також різко відрізняється за петрографічним складом від іншого вугілля. Так, вміст мацералів групи вітриніту становить у нього 94 %, в той час як для іншого вугілля воно знаходиться в межах 65-69 % за рахунок високого вмісту мацералів групи інертніту.

У вітриніті вугілля ділянки Любельська № 2 та його аналогів міститься підвищена кількість (75-87 %) скла-

дових з показником відбиття в межах від 1,0 до 1,19 %. Як відомо, саме ці складові вітриніту визначають спікливість вугілля. Чим вище їх кількість, тим, як правило, вище спікливість вугілля в цілому. Дійсно, дані про пластично-в'язкі властивості вугілля підтверджують це положення.

Все вугілля має високі значення товщини пластичного шару. Утворювана при нагріванні цього вугілля пластична маса характеризується високою плинністю, яка визначається методом Гізелера, що зумовлює її низьку газопроникність і, відповідно, високі значення спучування, що фіксуються методом Одібера-Арну і вільного спучування.

Таблиця 4

Хімічний склад золи, лужно-кислотне відношення і індекс основності вугілля ділянок Любельські № 1 і № 2

Найменування ділянки, пласта	Хімічний склад золи (окисли елементів), %								I _o	I _o
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃		
Любельська № 1										
пл. п ₇	41,10	28,76	8,73	1,26	8,06	0,91	0,97	8,25	0,285	1,93
пл. п ₇ ¹	40,23	29,39	8,73	1,26	8,06	0,91	1,05	7,70	0,287	1,63
Любельська № 2										
пл. п ₇ ^в	42,20	33,15	9,28	1,01	5,96	1,0	0,77	4,11	0,239	1,74
пл. п ₇ ¹	40,51	30,28	7,73	0,88	8,24	1,15	0,88	5,42	0,267	2,33
пл. п ₇ ^в	42,32	25,18	14,96	1,01	7,46	0,98	0,73	5,93	0,372	2,96

Велика кількість рідко-рухомих продуктів забезпечує хороше змочування інертних складових як органічної маси самого вугілля, так і присадок неспікливих або слабкоспікливих компонентів, сприяючи тим самим поліпшенню процесів їх взаємодії. Вугілля зазначеного типу дозволяє використовувати в шихті максимальну кількість присадного вугілля без погіршення показників міцності коксу, що підтверджується даними, отриманими за методом Грей-Кінга.

В табл. 4 наведені дані про хімічний склад золи вугілля ділянок Любельські № 1 і № 2. Тут же наводяться значення лужно-кислотного відношення I_o і основності вугілля I_o.

Лужно-кислотне відношення I_o розраховано за формулою:

$$I_o = \frac{Fe_2O_3 + CaO + MgO + Na_2O + K_2O}{SiO_2 + Al_2O_3} \quad (1)$$

де Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, SiO₂ і Al₂O₃ – оксиди відповідних металів, %. Основність вугілля визначається за наступною формулою:

$$I_o = \frac{A^d \cdot 100 \cdot I_o}{100 - V^{daf}} \quad (2)$$

де A^d – зольність, V^{daf} – вихід летких речовин.

Промислова практика показала, що величина індексу основності вугілля I_o має важливу роль при визначенні його технологічної цінності, так як визначає реакційну здатність і постреакційну міцність коксу, отриманого з цього вугілля. Бажано, щоб індекс основності вугілля не перевищував значення, рівного 2,5. Як видно з даних табл. 4, тільки вугілля пласта п₇^в ділянки Любельська № 2 перевищує вказане граничне значення. У всіх інших вугіллях індекс основності коливається в межах 1,63-2,33. Це, у комплексі з іншими параметрами, сприяє підвищенню технологічної цінності вугілля ділянок Любельські № 1 і № 2.

Висновки

1. Вугілля пластів п₇, п₇¹ і п₇^в шахти «Любельська» № 1-2 є цінним компонентом вугільної шихти, так як без вугілля такого типу неможливо забезпечити її раціональну компоновку, що задовольняє як вимогам існуючої технології коксування, так і сприяє виробництву високоякісного коксу.

2. Вугілля ділянок Любельські № 1 і № 2 має високу технологічну цінність, як сировина для коксування, і відповідає кращим світовим аналогам. Воно може мати

підвищений попит як на Україні, так і в європейських країнах, що імпортують вугілля для коксування.

2. Отчет № 263.2009 «Анализ и обобщение результатов исследования керновых проб поля шахты Любелянская № 1-2 с целью определения технологической ценности углей этой шахты, как сырья для коксования». – 47 с.

Бібліографічний список

1. Сайт ДП «Сі-Сі-Ай-Любеля» / [Електронний ресурс].
– Режим доступу: <http://www.lubelcoal.com>.

Рукопис надійшов до редакції 05.03.2017

COAL OF THE LUBEL 1-2 COALFIELD OF LVIV-VOLYN BASIN – THE HIGH-QUALITY RAW MATERIAL FOR PRODUCTION OF THE METALLURGICAL COKE

© Humen Yu.M., Alekseychuk U.Y. (SE “SI-SI-AY-Lyubelya”), Drozdnic I.D., PhD in technical sciences, Kaftan Yu.S., PhD in technical sciences, Bidolenko N.B. (SE “UKHIN”)

The perspectives of development and exploitation of the coals from 1, 2, 3 sections of the Lyubel coalfield in Western Ukraine have been given. The project elaboration for construction of the mine and washery has been described. The quality characteristics and technologic properties of these coals are typical for coking raw materials of high quality HCC «Premium Low Vol» according to the international classification.

Keywords: coal, coal beds, technological properties, petrographic characteristics, comparative characteristics, characteristics of the mineral components.

УДК 665.765

ДОСЛІДЖЕННЯ СИНТЕТИЧНОГО ЛАТЕКСУ ЯК РЕАГЕНТУ ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОЇ ФЛОКУЛЯЦІЇ ВУГІЛЛЯ МЕТОДОМ ІЧ-СПЕКТРОСКОПІЇ

© *В.С. Білецький¹, П.В. Сергєєв²

Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка, 36011, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24, Україна

¹Білецький Володимир Стефанович, докт. техн. наук, проф., зав. каф. обладнання нафтових та газових промислів, e-mail: biletsk@i.ua

²Сергєєв Павло Всеволодович, докт. техн. наук, проф., e-mail: kafedraongp@i.ua

Методом молекулярної ІЧ-спектроскопії виконано дослідження вугілля марок Г, Ж, К, ПС та латексів: полістирольного марки ПС-100; бутадієн-стирольних марок БС-50 та БС-30Ф; бутадієн-метакрилового марки СКД-1С. Встановлено, що факторами, які підвищують ефективність адгезійного зв'язку “вугілля-латекс”, є сили хімічної природи. Особливою умовою для агрегаційної активності латексу є наявність в його макромолекулі подвійних зв'язків С=С, що може бути покладено в основу критеріїв підбору латексних реагентів для процесу селективної флокуляції.

Ключові слова: ІЧ-спектроскопія, вугілля, латекс, адгезія, агрегаційна активність латексу.

Постановка та стан вивчення проблеми Механізація операцій з видобутку вугілля, погіршення гірничо-геологічних умов видобування вугілля на вітчизняних шахтах спричиняють суттєве зниження якості видобутого вугілля, зокрема, збільшення виходу дрібних та тонких класів. За даними [1] у рядовому вугіллі вміст класів менше 1 мм становить близько 20 %. Операції по транспортуванню та збагаченню вугілля є додатковим

* Автор для листування