

УДК 555.574:553.96

В. С. Савчук, О. О. Кузьменко

Національний гірничий університет

СКЛАД І ЯКІСТЬ ВУГІЛЛЯ БОГДАНІВСЬКОГО РОДОВИЩА ТА ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЙОГО РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Розглянуто загальну характеристику вугленосності продуктивних світ району. Проаналізовано та узагальнено матеріали з петрографічного складу та якості вугілля основних вугільних пластів. Визначено марочний склад та напрями раціонального використання вугілля.

Ключові слова: вугільний пласт, петрографія, хіміко-технологічні особливості, якість вугілля, марка вугілля, напрями використання.

Рассмотрена общая характеристика угленосности продуктивных свет района. Проанализированы и обобщены материалы по петрографическому составу и качеству угля основных угольных пластов. Определен марочный состав и направления рационального использования угля.

Ключевые слова: угольный пласт, петрография, химико-технологические особенности, качество угля, марка угля, направления использования.

General characteristic of productive coal formation of the field is considered. Materials on petrographic composition and coal quality of basic coal beds are analysed and generalised. The rank composition and the rational use directions of coal are defined.

Keywords: coal bed, petrography, chemical-technological features, coal quality, rank of coal, use directions.

Вступ. Відкриття нових родовищ вугілля на території України найближчим часом малоймовірно, тому основної уваги заслуговує раціональне використання вугілля, запаси якого вже підраховані. Особливо актуальним це питання є для вугілля Північної окраїни Донецького басейну, де зосереджені запаси вугілля понад 9 млрд. тонн. Для комплексного використання вугленосного потенціалу цієї площі необхідно провести вивчення складу та якості вугілля, визначити особливості петрогенетичних та хіміко-технологічних властивостей вугілля. На основі аналізу отриманих даних треба встановити марочний склад та обґрунтувати шляхи ефективного використання вугілля.

Постановка проблеми. Комплексними пошуками газових та вугільних родовищ, виконаними в 1959–1964 роках на півночі Великого Донбасу, встановлена нова значна площа вугленосних відкладів, яка за фаціальними та генетичними особливостями є продовженням вугленосної формації Донбасу [1–3]. Ця територія на північ від Кременських та Курахівських шахт у подальшому отримала назву Північний Донбас. За геологічними особливостями на території Північного Донбасу виділені Сватівська і Старобільська перспективні площі, Богданівське та Петровське родовища.

Результати досліджень по площах були викладені здебільшого у вигляді тез у незначній кількості публікацій [1–3]. Переважна частина даних отриманих у подальшому, не була узагальнена і проаналізована. Основні характеристики вугілля, що досліджуються, знаходяться в неопублікованих даних. Марочний склад вугілля визначений за класифікацією, яка діяла на той час.

Ціль роботи – надати всебічну характеристику складу та якості промисловим вугільним пластам Богданівського родовища, встановити їх марочний склад за діючими стандартами і визначити основні напрями його раціонального використання.

© В. С. Савчук, О. О. Кузьменко, 2010

Виклад основного матеріалу. Богданівське родовище розташовано в межах Північного Донбасу. У адміністративному відношенні це північна частина Луганської області. Межі площі на півночі та південному заході – проекція контуру заміщення вугільного пласта k_2'' пісковиком на денну поверхню, на південному сході – адміністративний кордон з Ростовською областю, а на північному сході – проекція виходу пласта k_2'' під відклади крейди. Загальний розмір площі, що оцінюється, 500 км².

У 1971 році проектним інститутом «Південгіпрошахт» було виконано «ГЕО виробки запасів вугілля ділянок Богданівського Верхнього №2, №4; №5, №7 та №6», внаслідок чого на площі родовища було виділено 5 ділянок – шахтних полів: Богданівська Верхня №2-4; Богданівська №6; Богданівська №5 – 7; Богданівська №3 та Богданівська №1. Ділянки перераховані у порядку проведення на них розвідувальних робіт.

Промислова вугленосність на всіх ділянках приурочена до світ C_2^3 та C_2^5 . У зв'язку з тим, що у відкладах середнього карбону нараховується до 30 вугільних пластів та прошарків. З них витриману та відносно витриману потужність по всій площі (від 0,6 до 3,0 м) зберігають пласти h_8 , k_2'' . Основним вугільним пластом є k_2'' . Вугленосна світа C_2^3 характеризується сумарною потужністю вугільних пачок 0,90 м і робочим коефіцієнтом вугленосності 0,43. Вугленосна світа C_2^5 – сумарною потужністю вугільних пачок 1,62 м і робочим коефіцієнтом вугленосності 0,82.

Основні відомості щодо вугленосності продуктивних світ середнього карбону цього району викладено в таблиці №1.

Таблиця №1

Відомості про вугленосність продуктивних світ C_2

Світа	Середня потужність світи, м	Кількість пластів		Індекси пластів, що оцінюються	Сумарна потужність вугільних пластів та прошарків, м		Коефіцієнт вугленосності, %	
		у світі	з них оцінюється		усіх пластів	які оцінювалися	загальний	робочий
Ділянка Богданівська Верхня №2-4								
C_2^5	204	8	2	k_2'', k_1^1	4,0	2,5	1,97	1,22
C_2^3	267	9	1	h_8	3,0	0,9	1,13	0,33
Ділянка Богданівська №6								
C_2^3	195	7	1	k_2''	3,64	2,4	1,9	1,32
Ділянка Богданівська №5 – 7								
C_2^5	221	7	1	k_2''	3,0	1,4	1,37	0,65
C_2^3	175	5	1	h_8	2,22	0,9	1,28	0,56
Ділянка Богданівська №3								
C_2^5	178	7	1	k_2''	2,34	0,89	1,33	0,50
C_2^3	210	8	1	h_8	2,59	0,96	1,25	0,46
Ділянка Богданівська №1								
C_2^5	170	5	1	k_2''	1,70	0,90	1,00	0,40
C_2^3	200	8	1	h_8	2,10	0,85	1,00	0,37

Пласти мають як складну, так і просту будову. Породні прошарки, що розділяють вугільні пачки, зазвичай малопотужні, представлені аргілітами та аргілітами вуглистами.

Пласт k_2^n є основним промисловим пластом на усіх ділянках родовища. Протягається по площі всього родовища. Глибина залягання пласта варіює від 170,9 м до 865,4 м і в середньому становить 468,3 м. Майже по всій площі характеризується робочою потужністю, що перевищує 0,80 м. Корисна потужність пласта коливається в широкому діапазоні – від 0,80 м до 3,35 м, переважає 1,40–1,80 м. У зміні потужності та будові вугільного пласта спостерігаються деякі закономірності. Найбільших значень потужності пласт досягає у західній (до 3,35 м), південно-західній та південно-східній частинах (2,2–2,5 м). У центральній частині площі, з півночі на південь, спостерігається зменшення потужності до 0,6–0,8 м. Будова пласта в основному проста. Складна будова характерна для західної частини ділянки, де з північного сходу на південний захід пласт розшаровується, кількість породних прошарків та їх потужність зростає, відбувається повне заміщення вугілля аргілітом вуглистим, аргілітом та пісковиком древнього русла. Прошарки сингенетичного та епігенетичного походження. Потужність породних прошарків коливається в межах 0,003–1,5 м, зазвичай становить 0,05–0,2 м. Кількість прошарків – до 4–6. Залягає пласт в основному в аргілітах та алевролітах, на північному сході площі зустрічається пісковик вапняк. Пласт відноситься до категорії витриманих.

Макроскопічно пласт складений, в основному напівблискучим тусклим вугіллям. Макроструктура вугілля густотонкосмугаста. По ендегенним тріщинам розповсюджені нальоти кальциту, подекуди спостерігаються лінзи фіозену.

Під мікроскопом вугілля переважно кларенове, на контакті з покрівлею та підшою відмічається дюрено-кларенове. Вітринізована речовина доброї збереженості. Представляє собою чергування однорідних вітревових смуг з волокноподібними ділянками. Місцями відмічено перидерму ботродендронів, рахіси птеридоспермів. Компоненти групи інертиніту переважають у верхній частині пласта та представлені такими мацералами, як фіозиніт, семіфіозиніт та мікриніт. Серед ліпоїдних компонентів характерні оболонки мікроспор, обривки тонкої та товстої кутикули, рідше товстостінні макроспори, часто з епіспоричним придатком. Мінеральні включення представлені поодинокими вкрапленнями піриту, дисперсного кварцу. У петрографічному складі пласта найбільшого поширення набуває мацеральна група вітриніту, кількість якої складає у середньому 76,7 %. Вміст групи семівітриніту незначний, і у середньому становить 1,28 %. Кількість мацералів груп інертиніту 9,8 % а ліптиніту 12,2 %. Сума пісних компонентів складає у середньому 10,7 %. За петрографічним складом вугілля пласта відноситься до класу гелітолітів і представлено зазвичай, ліпоїдо-фіозиніто-гелітовим типом, рідше – ліпоїдо-фіозиніто-гелітовим та фіозиніто-гелітовим. [4, 5]. За методикою І. В. Єрьоміна вугілля пласта відноситься до слабо відновленої групи [6]. За даними петрографічних досліджень вугілля пласта переважно належить до слабо відновленої групи.

Волога аналітична (W^a) змінюється від 1,0 % до 25,0 %, при середньому значенні 9,1 %. Вологоємність максимальна (W_{max}) по площі розповсюдження пласта варіює в межах 4,0 – 28,3 %, при середньому значенні 20,2 %.

Зольність вугільних пачок ($A_{вуг.п}^d$) змінюється в широкому діапазоні від 0,88 % до 50,7 %, складаючи в середньому 14,1 %. Вугілля відноситься до середньо зольного (54,4 %), зольного (25,7 %), малозольного (17 %) та високо зольного (2,9 %). Зольність з урахуванням засмічення ($A_{пл}^d$) коливається від 3,2 % до 75,9 %. Середнє значення дорівнює 17,3 %. Мінеральні домішки складають близько 7,6 %, представлені переважно, глинистими мінералами (3,1 %), сульфідами заліза (2,9 %), карбонатами (1,4 %) і невеликою кількістю кварцу (близько 0,2 %). Склад золи коливається у дуже широкому діапазоні і в значній мірі залежить від кількості золи. За складом зола ву-

Зілля відноситься до кремністого типу. У складі золи вугілля переважають наступні оксиди: SiO_2 (40,0 %), CaO (13,5 %), Fe_2O_3 (13,1 %), Al_2O_3 (12,2 %), SO_3 (11,5 %), MgO (1,8 %). Значення модуля А ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) становить 7,54. Значення кремнієвого модуля В ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) становить 0,34. Значення модуля С (CaO/MgO) у середньому дорівнює 9,1. Вапняковий модуль D ($\text{CaO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$) складає у середньому 1,41. Кислотний модуль М ($(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2)/(\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$) – 2,3, а модуль N ($(\text{CaO} + \text{MgO} - \text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$) дорівнює 0,05. Глиноземний модуль ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$) становить 1,12, силікатний модуль ($\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3)$) – 2,20. Середнє значення модуля Ca/Mg – 11,41. Вміст Na_2O коливається в межах 0,5 – 10,9 % і у середньому складає 4,3 %. За вмістом фосфору, який у середньому складає 0,01 %, вугілля відноситься до середньофосфористого. Температура плавлення золи вугілля (t_3) змінюється від 1120 до 1280 °С, у середньому складає 1193,3 °С. За середніми значеннями зола відноситься до легкоплавкої.

Сірчистість (S_1^d) вугілля пласта коливається від 0,7 % до 6,0 %, складаючи у середньому 2,1 %. У цілому, вугілля пласта змінюється від малосірчистого до багатосірчистого. Найбільш поширене середньосірчисте вугілля – близько 47,9 %. Частка малосірчистого становить 28,2 %. Майже в однокровій кількості групи сірчистого та багатосірчистого вугілля, відповідно 12,3 % та 11,7 %. Переважним різновидом сірки є сульфідна, кількість якої складає 52,1 %. Вміст органічної сірки дорівнює 45,7 %. Сульфатна сірка становить близько 2,2 %.

Вихід летких речовин (V^{daf} , %) по площі району коливається в широкому інтервалі значень, від 32,0 до 58,9 %, складаючи у середньому 42,9 %. Закономірної зміни цього показника по латералі не встановлено.

В елементному складі вугілля середній вміст вуглецю (C^{daf} , %) сягає 75,7 %. Кількість кисню (O^{daf} , %) по площі пласта варіює від 13,0 до 18,6 %, в середньому дорівнює 15,4 %, а кількість азоту (N^{daf} , %) – 1,2–1,9 %, у середньому – 1,54 %. Вміст водню (H^{daf} , %) коливається від 3,8 % до 5,9 %, в середньому складаючи 5,1 %.

Вища питома теплота згоряння вугілля (Q_s^{daf} , МДж/кг) коливається від 23,6 до 34,0 МДж/кг, у середньому 31,0 МДж/кг. Нижча питома теплота згоряння (Q_1^i , МДж/кг) коливається в межах від 16,2 до 25,7 МДж/кг, середнє значення 20,9 МДж/кг. Калорійний еквівалент складає 0,75.

За середнім значенням показника відбиття вітриніту (R_0), який становить 0,48 %, вугілля належить до 03 класу метаморфізму і знаходиться на O_3 стадії метаморфізму. За окремими значеннями цього показника ($R_0 > 0,50$ %), вугілля відноситься до 10 класу I стадії метаморфізму [7].

За класифікацією, яка діє у країнах СНД, вугілля пласта k_2^h відноситься до кам'яного, має кодові номери переважно 0414200. Воно належить до марки довгополум'яного (Д), підгрупи – довгополум'яного вітринітового [8].

Відповідно державного стандарту України вугілля кам'яне і відноситься до марки Д [9].

Згідно Міжнародної системи кодифікації [10] вугілля пласта k_2^h належить до середнього рангу (кам'яного вугілля) і характеризується наступним кодом – 04 0 03 0 42 14 20 31.

Пласт h_8 розповсюджений з робочою потужністю на площі майже всього родовища, за виключенням крайньої південної ділянки Богданівська №6. Контури робочої потужності пласта мають складну конфігурацію. Глибина залягання змінюється у широкому діапазоні значень від 170,0 м до 800,7 м, складаючи в середньому по району 626,9 м. Робоча потужність коливається в межах 0,60 – 2,25 м. Характерною особливістю пласта є наявність локальних зон розчеплення його на 2 та більше

пачки. Потужність породних прошарків в пласті змінюється в інтервалі 0,05–0,70 м, представлені аргілітами, аргілітами вуглистими. Зазвичай покрівлею пласта є аргіліти, рідше – пісковики та алевроліти. Підшовою є пісковики та алевроліти, рідше аргіліти. Пласт відносить до категорії невитриманих.

Макроскопічно пласт складений напівблiskuчим вугіллям. Макроструктура від густоштриховатої до тонко- середньосмугастої. По нашаруванню примазки фюзену.

Під мікроскопом вугілля кларенове та дюрено-кларенове. Вітринізована речовина доброї збереженості. Присутні у великій кількості корові тканини у вигляді перидерми сигілярій, тканини органів спороношення, уламків деревини. Фюзенізовані тканини представлені поодинокими лінзами фюзену, порожнини клітин виповнені кальцитом. Найбільш поширені включення мікриніту. Характерна піритна мінералізація. Серед ліпоїдних мацералів характерні смоляні тіла, обривки кутикул, мегаспори з товстими та скульптурними екзинами. У петрографічному складі пласта мацеральна група вітриніту складає у середньому 80,2 %, семівітриніту близько 1,0 %. Кількість мацералів груп інертиніту 7,7 %, а ліптиніту 11,1 %. Сума пісних компонентів дорівнює 8,4 %. За петрографічним складом вугілля пласта відноситься до класу гелітолітів і представлене зазвичай ліпоїдо-фюзиніто-гелітовим типом. За методикою І. В. Єрьоміна вугілля пласта відноситься до середньовідновленої групи. За петрографічними ознаками вугілля відноситься до слабо відновленої та відновленої групи.

Волога аналітична (W^a) змінюється від 3,4 до 15,4 %, і у середньому становить 8,0 %. Вологоємність максимальна (W_{\max}^a , %) по площі розповсюдження пласта коливається в межах 13,1 – 24,6 %, середнє значення – 17,5 %.

Зольність вугільних пачок ($A_{\text{вуг. п.}}^d$) коливається від 6,2 % до 22,0 %, за середнього значення 13,8 %. Вугілля здебільшого відноситься до середньо зольного (74,8 %), зольного (25 %), та малозольного (близько 4,2 %). Зольність з урахуванням засмічення ($A_{\text{пл}}^d$), при коливанні від 6,2 до 45,4 % у середньому становить 15,9 %. Склад золи змінюється у дуже широкому діапазоні і в значній мірі залежить від її кількості. У складі золи вугілля переважають наступні оксиди: SiO_2 (41,2 %), Al_2O_3 (21,3 %), Fe_2O_3 (19,3 %), CaO (5,7 %), SO_3 (5,6 %), MgO (1,3 %). Значення модуля А ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) становить 2,36. Кремнієвий модуль В ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) складає у середньому 0,59. Значення модуля С (CaO/MgO) у середньому дорівнює 5,45, вапнякового модуля D ($\text{CaO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$) – 0,39. Кислотний модуль М ($(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2)/(\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$) – 2,96, модуль N ($(\text{CaO} + \text{MgO} - \text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$) дорівнює – 0,42. Глиноземний модуль ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$) становить 1,6 %, силікатний модуль ($\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3)$) – 1,14. Середнє значення модуля Ca/Mg – 6,46. Вміст $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ варіює у межах 0,2 – 10,4 % і у середньому становить 5,7 %. За складом зола вугілля відноситься до кременистого типу. За вмістом фосфору, який у середньому складає 0,017 %, вугілля відноситься до середньофосфористого.

Сірчистість (S_r^d) вугілля пласта h_8 змінюється від 1,2 % до 6,1 %, складаючи у середньому 3,0 %. Вугілля майже у рівній кількості відноситься до груп багато сірчистого, сірчистого та середньо сірчистого (32,0, 31,0 та 31,0 % відповідно), мало сірчистого вугілля близько 6 %. Переважним різновидом сірки є сульфідна сірка, кількість якої сягає 67,0 % від вмісту загальної сірки. Кількість органічної сірки дорівнює 30,9 %. Сульфатна сірка у середньому складає 2,1 %.

Вихід летких речовин (V^{daf}) при середньому значенні у 43,7 % по площі району значно змінюється, від 32,0 % до 47,5 %. Закономірної зміни цього показника по латералі не встановлено.

В елементному складі вугілля вміст вуглецю (C^{daf}) коливається від 75,5 % до 80,5 %, складаючи у середньому 77,4 %. Кількість кисню (O^{daf}) по площі пласта змінюється незначно в інтервалі 12,6 – 13,9 %, у середньому становить 13,4 %, а кількість азоту (N^{daf}) у середньому – 3,9 %. Вміст водню (H^{daf}) варіює в межах 5,1 – 5,7 %, у середньому дорівнює 5,4 %.

Значення вищої питомої теплоти згоряння вугілля (Q_s^{daf} , МДж/кг) змінюється в межах 29,6 – 33,1 МДж/кг, складаючи у середньому 31,6 МДж/кг. Нижча питома теплота згоряння (Q_i^r , МДж/кг) коливається від 18,2 до 25,5 МДж/кг, при середньому значенні 22,0 МДж/кг. Калорійний еквівалент у середньому складає 0,72.

Вугілля слабо вуглефіковане. Показник відбиття вітриніту (R_o) при коливаннях у межах від 0,48 до 0,62 % становить у середньому 0,5 %. За значеннями цього показника вугілля належить до 10 класу метаморфізму і знаходиться на I стадії метаморфізму [6].

Вугілля не спікається і не коксується.

За класифікацією, яка діє в країнах СНД, воно відноситься до кам'яного, має родовий номер 0504200. Вугілля віднесено до марки Д, підгрупи – довгополум'яного вітринітового [7].

Відповідно державного стандарту України вугілля кам'яне і класифікується як вугілля марки Д [8].

Згідно Міжнародної системи кодифікації [9] вугілля пласта h_8 належить до середнього рангу (кам'яного вугілля) і характеризується наступним кодом – 05 0 03 0 42 13 30 31.

Висновки. За результатами узагальнення матеріалів з складу та якості вугілля встановлено наступне:

1. Вугілля за своїм походженням відноситься до групи гумолітів, які утворюються із залишків вищих рослин. За петрографічним складом згідно класифікації ВСЕГЕІ воно належить до класу гелітолітів, підкласу гелітів і представлено переважно ліпоїдо-фюзиніто-гелітовим типом.
2. За петрографічними властивостями вугілля пластів h_8 та k_2 належить здебільшого до слабо відновленої груп. За даними хіміко-технологічних властивостей вугілля пласта k_2 відноситься до слабо відновленої групи, а пласта h_8 – до середньо-відновленої групи.
3. Вугілля всіх пластів знаходиться на незначній, майже однаковій, стадії вуглефікації.
4. Згідно всіх діючих класифікацій, як вітчизняних так і закордонних, вугілля пластів h_8 та k_2 відноситься до кам'яного.
5. З урахуванням петрогенетичних і хіміко-технологічних властивостей вугілля основними напрямками їх використання є глибока термічна переробка, газифікація та водногенізація.
6. Подальші дослідження слід спрямувати на визначення стратиграфічних та літеральних закономірностей змін показників складу та якості вугілля.

Бібліографічні посилання

1. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР: В 12 т. – М., 1963. – Т. 1: Угольные бассейны и месторождения юга и европейской части СССР. – 1210 с.
2. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР: В 3 т. – М., 1979. – Т. 1: Угольные бассейны и месторождения европейской части СССР. – 628 с.
3. Белоконь В. Г. Новые месторождения каменных углей Северного Донбасса / В. Г. Белоконь // Уголь Украины. – 1974. – №2. – С. 1–4

4. Гинзбург А. И. Петрографические типы углей СССР / А. И. Гинзбург, Е. С. Коржиневская, И. Б. Волкова и др. – М., 1975. – 247 с.
5. Петрография углей СССР. Основы петрографии углей и методы углепетрографических исследований. – Л., 1982. – 191 с.
6. Еремин И. В. Марочный состав углей и их рациональное использование / И. В. Еремин, Т. М. Броновец. – М., 1994. – 254 с.
7. ГОСТ 21489-76. Угли бурые, каменные и антрациты: разделение на стадии метаморфизма и классы по отражательной способности витринита. – М., 1982. – 3 с.
8. ГОСТ 25543-82. Угли бурые, каменные и антрациты: Классификация по генетическим и технологическим параметрам. – М., 1983. – 19 с.
9. ДСТУ 3472-96. Вугілля буре, кам'яне та антрацит. Класифікація. – К., 1997. – 5 с.
10. Международная система кодификации углей среднего и высокого рангов. Издание ООН В продаже под № R.88.П.Е.16.

Надійшла до редколегії 29.03.10.