

О.О. Кузьменко

## СКЛАД І ЯКІСТЬ ВУГІЛЛЯ ПЕТРОВСЬКОГО РОДОВИЩА ПІВНІЧНОДОНБАСЬКОГО ВУГЛЕНОСНОГО РАЙОНУ ТА ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

Е.А. Kuzmenko

## COMPOSITION AND QUALITY OF COAL OF THE PETROVSKY DEPOSIT OF THE NORTH DONBASS CARBONIFEROUS AREA AND THE BASIC DIRECTIONS OF ITS USE

Розглянуто загальну характеристику промислової вугленосності продуктивних світ ділянок Петровського родовища. Проаналізовано та узагальнено матеріали з петрографічного складу. Надано короткий опис та кількісну оцінку вмісту мацеральних груп у вугіллі. Досліджено основні технологічні показники якості вугілля основних вугільних пластів та вивчено його елементний склад. Визначено марочний склад вугілля району згідно діючих класифікацій, як вітчизняних, так і закордонних. Запропоновано напрями раціонального використання вугілля району.

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

**Вступ.** В умовах проблеми сучасного стану забезпечення країни вітчизняними енергоносіями особливого значення набуває пошук нових альтернативних джерел енергоресурсів, зокрема залучення у паливно-енергетичний баланс вугілля, що раніше не знайшло відповідних напрямів використання. Однією з головних задач, яка вирішується при розвідці родовищ, є визначення петрогенетичних та хіміко-технологічних властивостей вугілля, встановлення з їх допомогою марочного складу та обґрунтування шляхів ефективного використання вугілля.

**Постановка проблеми.** Більш ніж півстоліття тому пошуковими роботами на півночі Донецького басейну була виявлена значна вугленосна площа. У результаті її дослідження було встановлено, що за фаціальними та генетичними особливостями вона є продовженням вугленосної формації Донбасу та характеризується високим потенціалом енергетичного вугілля [1-4]. Наприкінці 70-х – початку 80-х років передбачалося розпочати освоєння цієї площі, але через ряд факторів роботи були призупинені. Сьогодні, враховуючи зростаючий дефіцит палива в Україні, постійне погіршення гірничо-геологічних умов діючих шахт та їх стан, проблема освоєння регіону Північного вугленосного Донбасу стає актуальною. За геологічними особливостями на території Північного Донбасу виділені Сватівська і Старобільська перспективні площі, Богданівське та Петровське родовища.

Основні петрографічні дослідження вугілля регіону проводилися науково-дослідною групою лабораторії „Луганськгеологія“ на чолі з А.М. Лаптевою наприкінці 60-х – на початку 70-х років ХХ сторіччя. Також роботи по вивченню петрографічного складу вугілля району виконувались С.В. Савчуком та М.А. Грінвальд (Дніпропетровський гірничий інститут), Н.В. Осіповою та Н.А. Рябовою (Старобільська геологорозвідувальна експедиція). Якість вугілля досліджувалась провідними спеціалістами Інституту го-

рючих копалин (ІГК), Дніпропетровським хіміко-технологічним інститутом (ДХТІ), Дніпропетровським гірничим інститутом (ДГІ), Всесоюзним теплотехнічним інститутом (ВТІ), Інститутом геології та розвідки горючих копалин, Донецьким вугільним інститутом (ДонВУГІ), а також силами тресту „Луганськгеологія“.

Результати досліджень по площах були в незначному об'ємі висвітлені у відкритому друку [1-9]. Основні характеристики вугілля залишилися в неопублікованих матеріалах, що були отримані при проведенні геологорозвідувальних робіт за останні 40 років. Сьогодні в Національному гірничому університеті згідно плану Міносвіти України виконується науководослідна робота по визначенню напрямів використання вугілля північних окраїн Донецького басейну. Дана стаття містить результати узагальнення даних зі складу та якості вугілля Петровського родовища. Автор висловлює подяку керівнику Старобільської геологорозвідувальної експедиції В.С. Козлову за можливість використання фондів матеріалів експедиції.

**Ціль роботи** – надати всебічну характеристику складу та якості промислових вугільних пластів Петровського родовища, встановити їх марочний склад за діючими стандартами і визначити основні напрями їх раціонального використання.

**Виклад основного матеріалу.** Петровське родовище кам'яного вугілля охоплює площу середнього карбону на лівобережжі р. Сіверський Донець Північного Донбасу. В адміністративному відношенні воно розташоване в центральній-східній частині Луганської області на території Станично-Луганського та східної частини Новоайдарського районів. Родовище безпосередньо примикає до північної промислової межі м. Луганська. Південний кордон родовища проходить по ізогіпсі -800 м пласта  $k_2^H$ , північний кордон визначається розмивом пласта  $k_2^H$ , що відокремлює його смугою 4–5 км від Богданівського родовища кам'яного вугілля, а далі на захід – проекцією лінії

виходу пласта  $l_7$  на поверхню карбону. На заході родовище межує зі Старобільською площею, східною межею родовища є кордон із Ростовською обл. Загальний розмір площі, що оцінюється, 815 км<sup>2</sup>.

Родовище поділене на 7 ділянок-шахтних полів: Петровське №1,2,3,4,5,6 та 7.

Промислова вугленосність на всіх ділянках приурочена до світ  $C_2^5 - C_2^7$ . У цілому у відкладах середнього карбону нараховується до 55 вугільних пластів та прошарків. Промисловий інтерес представляють 4 пласта:  $m_3, l_7, l_2^1, k_2^H$ . Основним робочим пластом усього родовища є вугільний пласт  $k_2^H$ . Вугільні пласти  $m_3, l_7, l_2^1$  досягають кондиційної потужності (0,6 м) на більшій частині площі або на окремих частинах різних ділянок. Вугленосна світа  $C_2^5$  характеризується сумарною потужністю вугільних пачок 1,37 м і робочим коефіцієнтом вугленосності 0,54. Вугленосна світа  $C_2^6$  – сумарною потужністю вугільних пачок 1,08 м і робочим коефіцієнтом вугленосності 0,75. Вугленосна світа  $C_2^7$  – сумарною потужністю вугільних пачок 0,74 м і робочим коефіцієнтом вугленосності 0,41.

Основні відомості щодо вугленосності продуктивних світ середнього карбону цього району викладено в таблиці.

Пласти мають як складну, так і просту будову. Порідні прошарки, що розділяють вугільні пачки, зазвичай малопотужні, представлені аргілітами та аргілітами вуглистими, мають потужність від 0,02 до 0,95 м. Слід зазначити, що природною північною межею родовища є русловий розмив пласта  $k_2^H$ . Тут спостерігається зона заміщення пласта пісковиком шириною 2,5–4 км.

**Пласт  $k_2^H$**  є основним промисловим пластом на всіх ділянках родовища. Простягається на площі всього родовища. Глибина залягання пласта варіює від 339,7 до 931,6 м і в середньому становить 747,9 м. Майже по всій площі характеризується робочою потужністю, що перевищує 0,70 м. Корисна потужність пласта коливається в широкому діапазоні – від 0,70 до 3,10 м, переважає 1,40-1,80 м. У зміні потужності та будові вугільного пласта спостерігаються деякі закономірності. Для пласта характерне збільшення потужності з південного заходу на північний схід. У північному напрямку, по мірі наближення пласта до зони заміщення його пісковиком, відбувається збільшення потужності та ускладнення будови, пласт розщеплюється, стає багатопачковим. Пласт має різну будову: просту та складну пачкову. Подекуди спостерігаються породні прошарки в кількості одного-двох, кількість їх збільшується до дев'яти на площі, що прилягає до зони заміщення. Потужність породних прошарків коливається в межах 0,05–0,40 м. Залягає пласт, в основному, в аргілітах та алевролітах, на північному сході площі зустрічається пісковик, вапняк. Пласт відноситься до категорій відносно витриманих та витриманих.

Макроскопічно пласт складений, в основному, напівблискучим вугіллям. Макроструктура вугілля від густоштрихуватої до середньосмугастої. По ендогенним тріщинам спостерігаються нальоти кальциту, рідше – піриту, відмічаються часті крупні лінзи фюзену. Характерна особливість пласта – наявність као-

лінового прошарку у верхній частині розрізу. Поблизу породних прошарків та на контакті з підшовою залягає вугілля матове та напівматове, густоштрихувате, шарувате, з примазками фюзену за нашаруванням.

Таблиця

Відомості про вугленосність продуктивних світ середнього карбону

Світа	Середня потужність світ, м	Кількість пластів		Індекси пластів, що оцінюються	Потужність вугільних пластів та прошарків, м		Коефіцієнт вугленосності, %	
		у світ	з них оцінюється		усіх пластів	які оцінювались	загальний	робочий
Ділянка Богданівська Південна №1 (Петровська №5)								
$C_2^7$	220	6	1	$m_3^2$	2,0	0,70	0,91	0,32
$C_2^6$	150	7	1	$l_2^1$	2,83	0,74	1,89	0,49
$C_2^5$	248	13	1	$k_2^H$	3,63	1,60	1,46	0,64
Ділянка Петровська №4								
$C_2^7$	221	7	1	$m_3$	1,48	0,77	0,79	0,41
$C_2^6$	148	7	2	$l_7, l_2^1$	2,70	1,66	1,82	1,12
$C_2^5$	253	13	1	$k_2^H$	2,57	1,4	1,02	0,55
Ділянка Петровська №6								
$C_2^7$	218	6	-	-	1,20	-	0,55	-
$C_2^6$	168	7	-	-	1,65	-	0,98	-
$C_2^5$	286	13	1	$k_2^H$	3,60	1,40	1,25	0,48
Ділянка Петровська №7								
$C_2^7$	217	6	-	-	1,50	-	0,69	-
$C_2^6$	159	7	-	-	1,70	-	1,06	-
$C_2^5$	284	13	1	$k_2^H$	3,3	1,77	1,16	0,62
Ділянка Петровська №1								
$C_2^7$	155	2	1	$m_3$	1,84	0,67	1,19	0,43
$C_2^6$	139	7	1	$l_7$	2,10	0,93	1,50	0,67
$C_2^5$	216	13	1	$k_2^H$	1,77	1,12	0,82	0,52
Ділянка Петровська №2								
$C_2^7$	165	7	1	$m_3$	2,52	0,74	1,53	0,45
$C_2^6$	140	7	1	$l_7$	2,22	1,01	1,58	0,72
$C_2^5$	221	13	1	$k_2^H$	2,21	1,25	1,00	0,45
Ділянка Петровська №3								
$C_2^7$	186	7	1	$m_3$	2,90	0,84	1,55	0,45
$C_2^6$	139	7	1	$l_7$	2,22	1,04	1,59	0,75
$C_2^5$	216	13	1	$k_2^H$	2,38	1,05	1,10	0,49

Під мікроскопом вугілля переважно кларенове та дюрено-кларенове. Вітринізована речовина доброї збереженості. Зустрічаються рештки перидерми сигілярій, рахіси птеридоспермів, численні овальні тіла, тканини листя та спорангіїв. Вміст фюзенізованих компонентів різниться: у верхній частині – 10–20%, у нижній – 5–7%. Серед ліпоїдних компонентів особливу роль відіграють смолоподібні тіла та утворення, що іноді утворюють цілі горизонти. Зустрічаються скупчення скульптурних тонкостінних мегаспор, а також скупчення товстої окисленої кутикули, що часто піритизована. У петрографічному складі пласта

найбільшого поширення набуває мацеральна група вітриніту, кількість якої складає в середньому 79,3%. Вміст групи семівітриніту незначний і в середньому становить 1,1%. Кількість мацералів груп інертніту 11,8%, а ліптініту 7,8%. Сума пісних компонентів складає в середньому 12,5%. За петрографічним складом вугілля пласта відноситься до класу гелітолітів і представлено, зазвичай, ліпоідо-фюзиніто-гелітовим та фюзиніто-гелітовим типом, рідше – ліпоідо-фюзиніто-гелітовим [10, 11]. За методикою І.В. Єрьоміна вугілля пласта відноситься до слабко-відновленої групи [12]. За даними петрографічних досліджень вугілля пласта переважно належить до середньовідновленої групи.

Волога аналітична ( $W^a$ ) змінюється від 4,2 до 9,7%, при середньому значенні 6,6%. Вологоємність максимальна ( $W_{\max}$ ) по площі розповсюдження пласта варіює в межах 6,4–13,8%, при середньому значенні 10,2%.

Зольність вугільних пачок ( $A_{\text{вуг.п.}}^d$ ) змінюється в широкому діапазоні від 4,7 до 44,1%, складаючи в середньому 14,2%. Вугілля відноситься до середньозольного (69,8%), зольного (18,7%), високозольного (7,2%) та малозольного (4,3%). Зольність пластова ( $A_{\text{пл.}}^d$ ) коливається від 5,6 до 48,7%. Середнє значення дорівнює 15,0%. Мінеральні домішки представлені, переважно, глинистими мінералами та сульфідами заліза (5,2 та 5,3% відповідно), карбонатами (2,3%) і невеликою кількістю кварцу (близько 1,3%). Склад золи коливається в дуже широкому діапазоні і в значній мірі залежить від кількості золи. За складом золи вугілля відноситься до залізного типу [13]. У складі золи вугілля переважають наступні оксиди:  $\text{SiO}_2$  (33,3%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (23,8%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (14,2%),  $\text{SO}_3$  (11,9%),  $\text{CaO}$  (9,9%),  $\text{MgO}$  (1,9%). Значення модуля А ( $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ) становить 2,77. Значення кремнієвого модуля В ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ) становить 0,45. Значення модуля С ( $\text{CaO}/\text{MgO}$ ) в середньому дорівнює 8,13. Вапняковий модуль D ( $\text{CaO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) складає в середньому 0,46. Кислотний модуль М ( $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)/(\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)$ ) – 1,66, а модуль N ( $(\text{CaO}+\text{MgO}-\text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)$ ) дорівнює -0,33. Глиноземний модуль ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) становить 0,77, силікатний модуль ( $\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)$ ) – 0,95. Середнє значення модуля Ca/Mg – 9,65. Вміст  $\text{Na}_2\text{O}$  коливається в межах 0,15–7,6% і в середньому складає 2,9%. За вмістом фосфору, який в середньому складає 0,01%, вугілля відноситься до середньофосфористого. Температура плавлення золи вугілля ( $t_3$ ) змінюється від 1020 до 1400 °С, в середньому складає 1210 °С. За середніми значеннями цього показника зола відноситься до легкоплавкої.

Сірчистість ( $S_t^d$ ) вугілля пласта коливається від 1,0 до 12,1%, складаючи в середньому 3,6%. У цілому, вугілля пласта змінюється від малосірчистого до багатосірчистого. Найбільш поширене сірчисте вугілля – близько 48,7%. Частка багатосірчистого становить 39,3%. Значно менше груп середньосірчистого (7,3%) та малосірчистого вугілля (4,7%). Переважним різновидом сірки є сульфідна, кількість якої складає 54,1%. Вміст органічної сірки дорівнює 43,9%. Сульфатна сірка становить близько 2,0%.

Вихід летких речовин ( $V^{\text{daf}}$ ) по площі району коливається в широкому інтервалі значень, від 42,0 до 48,0%, складаючи в середньому 45,5%.

В елементному складі вугілля середній вміст вуглецю ( $C^{\text{daf}}$ ) сягає 76,4%. Кількість кисню та азоту ( $(\text{O}+\text{N})^{\text{daf}}$ ) по площі пласта варіює від 12,8 до 15,8%, в середньому дорівнює 14,6%. Вміст водню ( $H^{\text{daf}}$ ) коливається від 4,4 до 5,8%, в середньому складаючи 5,2%.

Вища питома теплота згоряння вугілля ( $Q_s^{\text{daf}}$ ) коливається від 26,6 до 30,2 МДж/кг, в середньому 28,3 МДж/кг. Нижча питома теплота згоряння ( $Q_i^f$ ) коливається в межах від 22,2 до 25,2 МДж/кг, середнє значення 23,8 МДж/кг. Калорійний еквівалент складає 0,81.

За середнім значенням показника відбиття вітриніту ( $R_v$ ), який становить 0,46%, вугілля належить до 03 класу метаморфізму і знаходиться на  $O_3$  стадії метаморфізму. За окремими значеннями цього показника ( $R_v > 0,50\%$ ), вугілля відноситься до 10 класу I стадії метаморфізму [14].

Відповідно державного стандарту України вугілля кам'яне і відноситься до марки Д [15].

За класифікацією, яка діє в країнах СНД, вугілля пласта  $k_2^H$  відноситься до кам'яного, має кодові номери переважно 0414400. Воно належить до марки довгополум'яного (Д), підгрупи – довгополум'яного вітринітового [16].

Згідно Міжнародної системи кодифікації вугілля пласта  $k_2^H$  належить до середнього рангу (кам'яного) і характеризується кодом 04 0 02 0 44 14 36 28 [17].

Враховуючи особливості хіміко-технологічних показників, вугілля пласта  $k_2^H$  непридатне для спалювання. Відповідно критеріїв оцінки за методикою І.В. Єрьоміна, вугілля пласта придатне для виробництва синтетичного рідкого палива [18].

**Пласт І<sub>7</sub>** розповсюджений з робочою потужністю на більшості площі родовища, за виключенням східної частини (ділянки Петровська №5, 6 та 7). Глибина залягання змінюється в широкому діапазоні значень від 332,0 до 620,7 м, складаючи в середньому по району 461,7 м. Пласт в основному невитриманий, контури робочої потужності пласта мають складну конфігурацію. Робоча потужність коливається в межах 0,70–1,38 м. Пласт зазвичай має просту будову, ускладнення будови відбувається в східному напрямку. Потужність породних прошарків у пласті змінюється в інтервалі 0,05–0,20 м, представлені аргілітами, аргілітами вуглистими. Зазвичай покрівлю пласта є аргіліти, рідше – пісковики та алевроліти. Підшоною є пісковики та алевроліти, рідше аргіліти.

Макроскопічно пласт складений напівблискучим вугіллям. Макроструктура від густоштриховатої до тонко-середньосмугастої. По нашаруванню – примазки та лінзи фюзену різної товщини.

Під мікроскопом вугілля представлено чергуванням кларенових та дюрено-кларенових мірколітотипів вугілля. Вітринізована речовина доброї збереженості. Розрізняються рештки перидерми сигілярій та ботродендронів, паренхімні тканини листя, дисперсні овальні тіла та вміщені в стеблову тканину. Характерною особливістю пластів є велика кількість тонких стеблових тканин

(у вигляді волокон), часто облямованих тонкою кутикулою. Фюзенізовані тканини представлені поодинокими лінзами фюзену. Фюзен іноді піритизований. Зустрічаються тонкі прошарки піритизованого вугілля, чим і обумовлюється підвищений вміст сірки у пласті. Серед ліпоїдних мацералів характерні смоляні тіла, обривки кутикул, мегаспори з товстими та скульптурними екзинами. Іноді вугілля втрачає блиск до напівматового та матового за рахунок високого вмісту в ньому фюзену та ліпоїдних компонентів. У петрографічному складі пласта мацеральна група вітриніту складає в середньому 78,0%, семівітриніту близько 0,7%. Кількість мацералів груп інертиніту 13,3%, а ліптиніту 8,0%. Сума пісних компонентів дорівнює 14,0%. За петрографічним складом вугілля пласта відноситься до класу гелітолітів і представлене зазвичай ліпоїдо-фюзиніто-гелітовим типом [10, 11]. За методикою І.В. Єр'оміна вугілля пласта відноситься до слабководновленої групи [12]. За петрографічними ознаками вугілля відноситься до середньовідновленої групи.

Волога аналітична ( $W^a$ ) змінюється від 7,5 до 8,4% і в середньому становить 8,0%. Вологоємність максимальна ( $W_{\max}$ , %) по площі розповсюдження пласта коливається в межах 12,8–13,5%, середнє значення – 13,2%.

Зольність вугільних пачок ( $A^d_{\text{вуг.п}}$ ) коливається від 4,1 до 23,2%, за середнього значення 12,8%. Вугілля здебільшого відноситься до середньозольного (86,2%), зольного (10,3%), та малозольного (близько 3,4%). Показники пластової зольності ( $A^d_{\text{пл}}$ ), при коливанні від 5,0 до 27,8%, в середньому становлять 14,0%. Мінеральні домішки представлені, переважно, сульфідами заліза (5,6%), глинистими мінералами (4,7%), карбонатами (3,0%) і невеликою кількістю кварцу (близько 1,0%). Склад золи змінюється в дуже широкому діапазоні і в значній мірі залежить від її кількості. У складі золи вугілля переважають наступні оксиди:  $Fe_2O_3$  (35,0%),  $SiO_2$  (19,3%),  $SO_3$  (15,8%),  $CaO$  (11,9%),  $Al_2O_3$  (11,4%),  $MgO$  (1,6%). Значення модуля А ( $SiO_2/Al_2O_3$ ) становить 1,81. Кремнієвий модуль В ( $Al_2O_3/SiO_2$ ) складає в середньому 0,67. Значення модуля С ( $CaO/MgO$ ) в середньому дорівнює 8,53, вапнякового модуля D ( $CaO/Fe_2O_3$ ) – 0,41. Кислотний модуль М ( $Al_2O_3+SiO_2/(CaO+MgO+Fe_2O_3)$ ) – 0,68, модуль N ( $CaO+MgO-Fe_2O_3/(CaO+MgO+Fe_2O_3)$ ) дорівнює – 0,42. Глиноземний модуль ( $Al_2O_3/Fe_2O_3$ ) становить 0,39, силікатний модуль ( $SiO_2/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$ ) – 0,45. Середнє значення модуля Ca/Mg – 10,11. Вміст  $Na_2O$  варіює в межах 1,1–6,0% і в середньому становить 3,6%. За складом золи вугілля відноситься до залізистого типу [13]. За вмістом фосфору, який в середньому складає 0,02%, вугілля відноситься до середньофосфористого. Температура плавлення золи вугілля ( $t_3$ ) змінюється від 1020 до 1400 °С, в середньому складає 1250 °С. За середніми значеннями цього показника зола відноситься до середньоплавної.

Сірчистість ( $S_f^d$ ) вугілля пласта  $I_7$  змінюється від 2,2 до 8,6%, складаючи в середньому 4,4%. Найбільш поширене багатосірчисте вугілля – близько 72,6%. Частка сірчистого вугілля близько 21,0% та середньосірчистого 6,5%. Переважним різновидом сірки є

сульфідна сірка, кількість якої сягає 71,0% від вмісту загальної сірки. Кількість органічної сірки дорівнює 27,1%. Сульфатна сірка в середньому складає 1,9%.

Вихід летких речовин ( $V^{daf}$ ) при середньому значенні у 42,6% по площі району значно змінюється, від 40,2 до 44,3%.

В елементному складі вугілля вміст вуглецю ( $C^{daf}$ ) коливається від 72,8 до 74,7%, складаючи в середньому 73,3%. Кількість кисню та азоту ( $(N+O)^{daf}$ ) по площі пласта змінюється незначно в інтервалі 16,6–17,2%, в середньому становить близько 16,8%. Вміст водню ( $H^{daf}$ ) варіює в межах 4,2–5,2%, і в середньому дорівнює 4,7%.

Значення вищої питомої теплоти згоряння вугілля ( $Q_s^{daf}$ ) змінюється в межах 26,4–27,0 МДж/кг, складаючи в середньому 26,8 МДж/кг. Середнє значення нижчої питомої теплоти згоряння ( $Q_f^i$ ) становить 22,1 МДж/кг за незначного коливання 22,1–22,2 МДж/кг. Калорійний еквівалент в середньому складає 0,76.

Вугілля слабовуглефіковане. Показник відбиття вітриніту ( $R_o$ ), при коливаннях в межах від 0,43 до 0,47%, становить в середньому 0,46%. Вугілля належить до 03 класу метаморфізму і знаходиться на  $O_3$  стадії метаморфізму [14]. Вугілля не спікається і не коксується.

Відповідно державного стандарту України вугілля кам'яне і класифікується як вугілля марки Д [15].

За класифікацією, яка діє в країнах СНД, воно відноситься до кам'яного, має кодний номер 0414200. Вугілля віднесено до марки Д, підгрупи – довгоплум'яного вітринітового [16].

Згідно Міжнародної системи кодифікації вугілля пласта  $I_7$  належить до середнього рангу (кам'яного) і характеризується кодом – 04 0 12 0 42 12 44 26 [17].

Враховуючи особливості хіміко-технологічних показників, вугілля пласта  $I_7$  непридатне для спалювання. Відповідно критеріїв оцінки за методикою І.В. Єр'оміна, вугілля пласта придатне для виробництва синтетичного рідкого палива [18].

**Пласт  $m_3$**  розповсюджений на площі майже всього родовища, за виключенням східної його частини (ділянки Петровські № 6 та 7), та характеризується невитриманою потужністю. Середня потужність пласта 0,8 м, подекуди пласт стоншується та втрачає робочу потужність. Глибини залягання коливаються від 274,4 до 692,6 м, при середній по всьому району – 380,5 м. На півночі родовища пласт виходить під відкладу крейди. Переважає проста будова пласта. Складна будова спостерігається у 25% випадків, переважно в південній частині родовища. Частіш за все будова двопащкова. Максимальна потужність прошарків не перевищує 0,25 м. У покрівлі пласта зазвичай залягає аргіліт, у підшві – аргіліт, алевроліт, пісковик.

Макроскопічно пласт складений в основному напівблискучим вугіллям, тріщинуватим, шаруватим, крихким, з примазками фюзену за нашаруванням. Макроструктура вугілля густоштрихувата та тонкосмугаста. В ендотріщинах спостерігаються нальоти кальциту, рідше – піриту. Спостерігаються прошарки повністю піритизованого вугілля. Напівматове та матове вугілля зустрічається у вигляді тонких прошарків. У верхній частині розрізу вугілля має переважно клареновий ви-

гляд, у нижній частині – дурено-клареновий. У петрографічному складі переважають геліфіковані фрагменти, які зберегли сліди первісної рослинної структури. Представлені вони зазвичай листовими тканинами та стебловими, частково спостерігається перидерма сигілярій, численні рештки органів спороносіння, овальні тіла, паренхімна частина листя. У напівматових та матових різновидах геліфікована речовина переважно розщеплена на волокна. Фюзен залягає у вигляді тонких та крупних лінз, що залягають за нашаруванням. Спостерігається дещо підвищений вміст фюзенизованих компонентів у нижній частині розрізу порівняно з верхньою його частиною. Серед ліпоїдних характерні тонкостінні мегаспори та поодинокі смолоподібні тіла (нижня частина розрізу), скупчення товстої кутикули, часто окисленої та піритизованої (верхня частина розрізу). Також тут присутні жовті кутинізовані тіла. Відмічається наявність мікро- та мегаспорангіїв. Середній петрографічний склад вугілля (%):  $V_t - 77,6$ ;  $S_v - 1,3$ ;  $I - 14,8$ ;  $L - 6,5$ . Сума пісних компонентів складає 15,6%. За петрографічним складом вугілля пласта відноситься до класу гелітолітів і представлено зазвичай ліпоїдо-фюзиніто-гелітовим типом. Рідше воно відноситься до ліпоїдо-фюзиніто-гелітового та фюзиніто-гелітового типів [10,11]. За методикою І.В. Єрьоміна вугілля пласта відноситься до слабовідновленої групи [12]. З урахуванням петрографічних властивостей вугілля належить до відновленої групи.

Волога аналітична ( $W^a$ ) при середньому значенні 8,0% змінюється по площі поширення пласта від 4,9 до 14,5%. Вологоємність максимальна ( $W_{\max}$ ), яка прирівняна до загальної вологи робочої маси ( $W_r^t$ ) при коливаннях у межах 10,9-15,6%, дорівнює в середньому 12,9%.

Зольність вугільних пачок ( $A_{\text{вуг.п}}^d$ ) коливається в межах від 7,5 до 34,3%, складаючи в середньому 14,5%. Зольність пластова ( $A_{\text{пл}}^d$ ) варіює в межах від 9,0 до 40,0%, складаючи в середньому 15,2%. Вугілля відноситься до середньозольного. Мінеральні домішки представлені, переважно, глинистими мінералами (6,5%), сульфідами заліза (6,2%), карбонатами (2,7%) і кварцом (1,0%). Склад золи варіює в дуже широкому діапазоні й в значній мірі залежить від кількості золи. За складом золи вугілля відноситься до залізного типу [13]. У складі золи вугілля переважають наступні оксиди:  $Fe_2O_3$  (31,4%),  $SiO_2$  (22,3%),  $SO_3$  (17,3%),  $CaO$  (12,2%),  $Al_2O_3$  (10,3%). Значення модуля А ( $SiO_2/Al_2O_3$ ) становить 2,41. Кремнієвий модуль В ( $Al_2O_3/SiO_2$ ) складає в середньому 0,52. Значення модуля С ( $CaO/MgO$ ) в середньому дорівнює 8,11, модуля D ( $CaO/Fe_2O_3$ ) – 0,43, модуля М ( $Al_2O_3+SiO_2/(CaO+MgO+Fe_2O_3)$ ) – 0,91, а модуля N ( $CaO+MgO-Fe_2O_3/(CaO+MgO+Fe_2O_3)$ ) дорівнює –0,37. Глиноземний модуль G ( $Al_2O_3/Fe_2O_3$ ) становить 0,43, силкатний S ( $SiO_2/Al_2O_3+Fe_2O_3$ ) – 0,58. Значення модуля К ( $Ca/Mg$ ) – 9,62. Вміст  $Na_2O$  коливається в межах 0,6-7,2% і в середньому становить 3,1%. За вмістом фосфору, який в середньому сягає 0,006%, вугілля відноситься до низькофосфористого. Температура плавлення золи вугілля ( $t_3$ ) змінюється від 1140 до 1440° С, у середньому складає 1280° С. За середніми значеннями цього показника зола відноситься до середньоплавкої.

За вмістом сірки вугілля різноманітне. Її вміст ( $S_t^d$ ) коливається в межах від 1,8 до 10,2%, складаючи в середньому 4,7%. У цілому вугілля відноситься до групи багатосірчистого. Частка групи багатосірчистого вугілля становить 87,4%, сірчистого – 11,1%, середньосірчистого – 1,5%. Переважним різновидом сірки є сульфідна, кількість якої складає 56,2%. Частка органічної сірки дорівнює 42,1%. Сульфатна сірка складає близько 1,7%.

Вихід летких речовин ( $V^{\text{daf}}$ ) по площі району змінюється в інтервалі значень від 39,7 до 45,3% і становить у середньому 43,6%.

В елементному складі вугілля вміст вуглецю ( $C^{\text{daf}}$ ) коливається від 72,3% до 77,5%, складаючи в середньому 74,1%. Сума азоту та кисню ( $(N+O)^{\text{daf}}$ ) при середньому значенні 16,1%, по площі розповсюдження пласта змінюється в межах від 13,5 до 18,0%. Вміст водню ( $H^{\text{daf}}$ ) варіює від 4,7 до 5,5% і в середньому дорівнює 5,1%.

Вища питома теплота згоряння вугілля ( $Q_s^{\text{daf}}$ ) змінюється від 30,1 до 32,6 МДж/кг і в середньому становить 31,1 МДж/кг. Нижча питома теплота згоряння ( $Q_f^i$ ) коливається в межах 19,0-23,8 МДж/кг, при середньому значенні – 22,0 МДж/кг. Калорійний еквівалент складає 0,75.

Вугілля слабовуглефіковане. За значеннями показника відбиття вітриніту ( $R_v$ ), яке становить в середньому 0,43%, вугілля належить до О3 класу і знаходиться на О3 стадії метаморфізму [14]. Вугілля не спікається і не коксується.

Відповідно державного стандарту України вугілля кам'яне і класифікується як вугілля марки Д [15].

За класифікацією, яка діє в країнах СНД, воно відноситься до кам'яного, має кодовий номер 0414200. Вугілля віднесено до марки Д, підгрупи – довгоплум'яного вітринітового [16].

Згідно Міжнародної системи кодифікації вугілля пласта  $m_3$  належить до середнього рангу (кам'яного) і характеризується кодом – 04 0 12 0 42 14 47 31 [17].

Ураховуючи особливості хіміко-технологічних показників, вугілля пласта  $m_3$  непридатне для спалювання. Відповідно критеріїв оцінки за методикою І.В. Єрьоміна, вугілля пласта придатне для виробництва синтетичного рідкого палива [18].

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

1. Вугілля родовища 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, рідше воно відноситься до ліпоїдо-фюзиніто-гелітового та фюзиніто-гелітового типів.

2. За петрографічними властивостями вугілля пластів 17 та k2н середньовідновлене, пласта  $m_3$  – відновлене. За даними хіміко-технологічних властивостей вугілля пластів  $m_3$ , 17 та k2н належить до слабковідновленої групи.

3. Згідно всіх діючих класифікацій, як вітчизняних, так і закордонних, вугілля пластів k2н, 17 та  $m_3$  знаходиться на незначній, майже однаковій, стадії вуглефікації та відноситься до кам'яного марки Д.

4. Кожен вугільний пласт характеризується певними, притаманними йому особливостями технологічних властивостей, елементного та петрографічного складу.

5. За хімічним складом зола вугілля пластів, що досліджувались, відноситься до залізного типу.

6. З урахуванням петрогенетичних і хіміко-технологічних властивостей вугілля основними напрямками їх використання є глибока термічна переробка, газифікація і гідрогенізація.

7. Подальші дослідження слід спрямувати на визначення стратиграфічних та латеральних закономірностей змін показників складу та якості вугілля.

#### Список літератури

1. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР: в 12 т. / [глав. ред. С.А. Скробов и др.] – М., 1963.
2. Т. 1: Угольные бассейны и месторождения юга и европейской части СССР. – 1963. – 1210 с.: илл. и карт. – Библиогр.: С. 1168–1207.
3. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР: В 3 т. [глав. ред. А.И. Кравцов и др.] – М., 1979. Т. 1: Угольные бассейны и месторождения европейской части СССР. – 628 с.: ил. – Библиогр.: С. 617–624 (172 назв.).
4. Белоконь В.Г. Новые месторождения каменных углей Северного Донбасса/ В.Г. Белоконь// Уголь Украины. – 1974. – №2. – С. 1–4. – Библиогр.: С. 4.
5. Ушкалов В.С. Новый промышленно-энергетический регион в Северном Донбассе/ В.С. Ушкалов, К.З. Шмачков, В.С. Баткин// Уголь Украины. – 1993. – №6. – С. 2–3. – Библиогр.: С. 3.
6. Осипов А.М. Угли Петровского месторождения как сырье для получения синтетического жидкого топлива/ А.М. Осипов, М.И. Чернышова, Я.Ф. Гвоздь // Уголь Украины – 1989. – №5. – С. 41.
7. Особенности гидрогенизации длиннопламенных углей Петровского месторождения Северного Донбасса/ А.М. Осипов, М.И. Чернышова, З.В. Бойко [и др.]// ХТТ. – 1988. – №5. – С. 52–57. Библиогр.: С. 57.
8. Геологическая оценка перспектив угленосности среднего карбона Северного Донбасса/ Н.А. Редичкин, В.К. Кабалов, М.Г. Черновьянц [и др.]// Геология и разведка угольных месторождений. – 1971. – Вып. 2. – С. 89–96. Библиогр.: С. 96.
9. Савчук В.С. Марочный склад та основні напрями використання вугілля Сватівської перспективної площі/ В.С. Савчук, О.О. Кузьменко// Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2008. – №9. – С. 40–43. – Библиогр.: С. 43.
10. Савчук В.С. Склад і якість вугілля Старобільської перспективної площі та основні напрями його раціонального використання/ В.С. Савчук, О.О. Кузьменко// Вісник ДНУ. Серія Геологія. Географія. – 2009. – Випуск 11. – С. 42–49. – Библиогр.: С. 49.
11. Петрографические типы углей СССР/ [Гинзбург А.И., Корженевская Е.С., Волкова И.Б. и др.] – М., 1975. – 247 с. – Библиогр.: С. 159–170 (340 назв.).
12. Петрография углей СССР: Основы петрографии углей и методы углепетрографических исследований/ [под ред. И.С. Вальц]. – Л.: Недра, 1982. – 191 с. – Библиогр.: С. 189–190.
13. Еремін І. В. Марочний склад углей и их рациональное использование/ И. В. Еремін, Т.М. Броновец. – М., 1994. – 254 с.: ил. – Библиогр.: С. 250–252. – ISBN 5-247-03082-6.
14. Клер В.Р. Изучение и геолого-экономическая оценка качества углей при геологоразведочных работах/ Клер В.Р. – М.: Недра, 1975. – 320 с. Библиогр.: С. 318–320
15. Угли бурые, каменные и антрациты: разделение на стадии метаморфизма и классы по отражательной способности витринита: ГОСТ 21489-76. – [Действителен от 1977-01-01]. – М.: Государственный комитет стандартов совета министров СССР, 1976. – 3 с. – (Государственный стандарт союза СССР).
16. Вугілля буре, кам'яне та антрацит. Класифікація: ДСТУ 3472-96. – [Чинний від 1998-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1997. – 5 с. – (Держстандарт України).
17. Угли бурые, каменные и антрациты: Классификация по генетическим и технологическим параметрам: ГОСТ 25543-88. – [Действителен от 1990-01-01]. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 19 с. – (Межгосударственный стандарт).
18. Международная система кодификации углей среднего и высокого рангов. Издание ООН. В продаже под №R. 88. П.Е. 16.
19. Голицин М.В. Угли для производства синтетического топлива/ М.В. Голицин, И.В. Еремін, В.Ф. Череповский// Сов. геология. – 1982. – №5. – С. 3–12. – Библиогр.: С. 12.

Рассмотрена общая характеристика промышленной угленосности продуктивных свит участков Петровского месторождения. Проанализированы и обобщены материалы по петрографическому составу углей. Дано краткое описание и количественная оценка содержания мацеральных групп в угле. Исследованы основные технологические показатели качества углей основных угольных пластов и изучен их элементный состав. Определен марочный состав углей района согласно действующим классификациям, как отечественным, так и зарубежным. Предложены направления рационального использования углей района.

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

General characteristic of industrial productive coal formation of the Petrovskoe deposit sites is considered. Materials on petrographic composition of coals are analyzed and generalized. The short description and a quantitative estimation of the maintenance of group macerals in coal are given. The basic technological indicators of coal quality of basic coal layers are investigated and their element structure is studied. The rank composition of coals of area is defined agrees operating classifications, both domestic, and foreign. Directions of rational use of coals of area are offered.

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

Рекомендовано до публікації д.з.н. В.Ф. Приходченком 08.08.10