

© В.С. Савчук<sup>1</sup>, В.Ф. Приходченко<sup>1</sup>, Є.В. Дементьєва<sup>1</sup>, Д.В. Приходченко<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

## ПЕТРОГРАФІЧНІ І ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ НИЖНЬОГО КАРБОНУ СВІТИ $C_1^2$ КАЛЬМІУСЬКОЇ БРИЛИ

© V. Savchuk<sup>1</sup>, V. Prykhodchenko<sup>1</sup>, Y. Dementieva<sup>1</sup>, D. Prykhodchenko<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

## PETROGRAPHIC AND CHEMICAL-TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS COAL SEAMS OF THE LOWER CARBON, FORMATION $C_1^2$ OF THE KALMIUS BLOCK

**Мета.** Встановити петрографічні і хіміко-технологічні особливості вугілля пластів світи  $C_1^2$  Кальміуської брили.

**Методика.** Для виконання поставлених завдань використані загальнонаукові і прикладні методи дослідження. За допомогою петрографічних методів детально вивчені макроскопічна і мікроскопічна характеристика складу вугілля, визначені ступінь його відновленості і метаморфізму. За допомогою хімічних та технологічних методів надана всебічна характеристика складу та якості вугілля. Застосування сучасних методів аналізу й інтерпретації дозволило надати вугільним пластам узагальнену характеристику, виявити особливості їх складу та якості.

**Результати.** Вперше виявлено регіональні («провінційні») особливості складу та якості вугілля світи  $C_1^2$  для Піденного Донбасу. На площі Кальміуської брили визначено їх типовий петрографічний склад. Встановлено, що вугілля світи  $C_1^2$  відрізняється від вугілля світи  $C_1^3$  як за валовим петрографічним складом, так і за мацеральним складом. Крім того, вони характеризуються різним ступенем відновленості. Доведено, що у стратиграфічному розрізі, від пластів нижньої світи до пластів верхньої світи кількість мацеральних груп інертиніту та ліптиніту збільшується, а групи вітриніту зменшується. Визначені латеральні закономірності зміни складу та якості вугілля. Встановлено, що для вугілля світи  $C_1^2$  у порівнянні з вугіллям світи  $C_1^3$  характерні більш високі значення сірчистості, теплоти згоряння, товщини пластичного шару та індексу Рога. Елементний склад вугільних пластів світи  $C_1^2$  характеризується більшими значеннями вмісту вуглецю та водню і значно меншими значеннями кількості кисню. Виявлено зміни у петрографічному складі вугілля нижнього карбону.

**Наукова новизна.** Уперше встановлено зміни типового петрографічного складу вугілля у стратиграфічному розрізі нижнього карбону Південного Донбасу, які вказують на різні умови формування торфовищ.

**Практична значимість.** З'ясовані регіональні («провінційні») особливості вугілля регіону, визначені латеральні та стратиграфічні зміни показників його складу та якості, встановлено марочний склад вугілля за новим діючим стандартом в Україні, розрахована технологічна цінність вугілля світи  $C_1^2$ .

**Ключові слова:** вугілля, петрографічний склад, нижній карбон, Південний Донбас, Кальміуська брила.

**Вступ.** Відкриття нових родовищ вугілля на території України найближчим часом малоімовірно, тому основної уваги заслуговує раціональне використання вугілля, запаси якого вже підраховані.

Нові технології використання вугілля, необхідність більш ретельного вибору вугілля з заданими властивостями, встановлення його взаємозамінності у різних технологічних процесах, швидке реагування на попит споживачів потребують комплексного підходу до вивчення і узагальнення показників складу та якості вугілля [1]. Створення більш надійної бази знань про вугілля надасть можливість для прийняття рішень щодо раціонального його використання.

Особливо актуальним це питання є для вугілля нижнього карбону Південного Донбасу, де зосереджені значні запаси вугілля, яке характеризується різноманітним петрографічним складом і мінливими показниками якості. Результати досліджень по площі Кальміуської брили були викладені здебільшого у незначній кількості публікацій [1-3] і у вигляді тез. Слід відзначити, що узагальнення матеріалів з складу та якості вугілля регіону було виконано за старими, діючими на той час нормативними документами.

Тому, для більш надійного визначення напрямів використання вугленосного потенціалу цієї площі необхідно додатково провести вивчення петрографічного складу вугілля та визначити особливості його петрографічних і хіміко-технологічних властивостей. Це дозволить, на основі аналізу отриманих даних, обґрунтувати шляхи ефективного його використання.

**Аналіз останніх досліджень.** При вивченні вугілля нижнього карбону переважна більшість досліджень була спрямована на дослідження вугілля світ  $C_1^3$  та  $C_1^4$ , які мали суттєві розбіжності у складі та якості. Через низьку вугленосність і незначне розповсюдження вивчення вугілля "підвугленосної" світи ( $C_1^2$ ) виконувалось разом з вугіллям світи  $C_1^3$ . Рахувалось, що за петрографічними і за хіміко-технологічними властивостями вони не відрізняються. Данні зі складу та якості пластів світи  $C_1^2$ , які були отримані при проведенні геологорозвідувальних робіт у Новомосковському, Петриківському вугленосних районах, та у Південному Донбасі узагальнювалась у купі з пластами світи  $C_1^3$  [1]. В наслідок цього особливості петрографічних та технологічних властивостей вугільних пластів світи  $C_1^2$  у порівнянні з вугільними пластами світи  $C_1^3$  визначені не були. Подальші роботи з вивчення властивостей вугілля цієї світи були виконані при узагальненні даних з складу та якості вугілля нижнього карбону України, що дозволило обґрунтувати напрями його раціонального використання [1].

Враховуючи історію геологічного розвитку Західного Донбасу у цілому, узагальнення матеріалів зі складу та якості вугілля світи  $C_1^2$  було виконано нами з урахуванням геотектонічного районування басейну. Цю територію можливо розглядати як систему крупних тектонічних брил, більшу частину якої представляє Самарська брила, що займає центральну частину Західного Донбасу. Кальміуська глиба розташована на схід від Самарської глиби, а на захід від неї знаходиться Придніпровська брила.

У подальшому нами були детально вивчені петрографічний склад і хіміко-технологічні властивості вугілля світи  $C_1^2$  для Дніпровської брили [1-3]. Це дало змогу вперше визначити генетичні особливості петрографічного складу і їх технологічних властивостей. Було встановлено, що вугілля світи  $C_1^2$  відрізняється за петрографічним складом і технологічними властивостями від вугілля світи  $C_1^3$  [3] і контролюється геотектонічними умовами формування торфовищ [4].

На даний час на ділянках, які розташовані на площі Кальміуської брили (Південний Донбас) дані з складу та якості вугільних пластів світи  $C_1^2$  узагальнені разом з даними для пластів світи  $C_1^3$ . За результатами робіт вугільним пластам усього нижнього карбону була надана детальна узагальнююча характеристика з складу та якості, визначені регіональні закономірності їх зміни. Різниця у петрографічному складі і хіміко-технологічних показниках між вугіллям цих двох світ не встановлена.

Результати, які були отримані нами для вугільних пластів різних світ нижнього карбону Дніпровської та Самарської брил [2-3] дають підставу для більш детального розгляду цього питання для вугільних пластів Кальміуської брили.

**Мета.** Метою роботи було встановлення петрографічних і хіміко-технологічних особливостей вугілля пластів світи  $C_1^2$  Кальміуської брили.

Головними задачами досліджень, які вирішувалися для досягнення мети були: визначення типового петрографічного складу вугілля; виявлення генетичних особливостей складу та якості вугілля; встановлення марочного складу за новими вітчизняними та міжнародними стандартами.

**Виклад основного матеріалу.** Кальміуська брила розташована на схід від Самарської брили від якої вона відділена Криворізько-Павловським скидом. На сході її кордоном є Войківський розлом, а на півдні – Василівсько-Нікольським розлом. Докембрійський кристалічний фундамент Кальміуської брили займає більш низький гіпсометричний рівень у порівнянні з Придніпровською та Самарською брилами. Ширина глиби сягає 100-110 км. На площі цієї брили розташовано Південно-Донбаський геологопромисловий район де на площі близько 2200 км<sup>2</sup> розповсюджені відклади раннього карбону. Представлені вони повним розрізом. У літологічному складі світи  $C_1^2$  переважають тонко уламкові породи – аргіліти, алевроліти, які разом складають 81 % потужності світи.

У світі  $C_1^2$  відмічено до 12 прошарків вугілля, які сконцентровані переважно у верхній її частині. Потужність світи сягає 520 м. Серед вугільних пластів світи  $C_1^2$  на території Кальміуської брили в межах Південного Донбасу промислового значення набуває пласт  $v_5^1$ , який є самим нижнім робочим пластом і має значне площинне поширення. Найбільшого промислового значення пласт набуває на ділянках Південнодонбаська №12/1, Південнодонбаська №6, Південнодонбаська №4, Південнодонбаська №5. Пласт характеризується як відносно витриманий. Його будова, як проста, так і складна. Середня робоча потужність 0,52-0,88м. У північній частині ділянки „Південнодонбаська № 6” вугільний пласт розщеплюється на дві пачки, верхню ( $v_5^{1B}$ ) –

потужністю 0,11 – 0,70 м, і нижню ( $v_5^{1H}$ ) – потужністю 0,65 – 0,70 м з незначним зменшенням до 0,60 м у північній частині ділянки. В окремих пласто-перетинах потужність пласта досягає 2,0 м. Його середня потужність за площею підрахунку запасів становить 0,71 м. Залягає пласт серед відкладів перехідної затоко-лагунної зони. Покривлею пласта є переважно аргіліти, інколи – алевроліти і пісковики. В підшві пласта залягають алевроліти. Глибина залягання змінюється від 350 до 1350 м. Основні промислові запаси залягають в інтервалі глибин 800 – 1200 м.

Петрографічне вивчення вугілля було проведено геологами ще на стадії геологорозвідувальних робіт. Макроскопічно вугілля пласта  $v_5^1$  напівблискуче, густоштрихувате з поодинокими широкими смугами структурного вітрину шириною до 2 мм. Вугілля дюрено - кларенове з прошарками кларено - дюренового, змішаного та спорового складу. Вміст групи вітриніту для окремих ділянок у середньому для ділянок складає від 66 до 70 %, складаючи в середньому по району 68,0 % (табл. 1). Мінімальне його значення (66,0 %) встановлено для ділянки „Південнодонбаська № 4”, а максимальне (70,0%) – для ділянки „Південнодонбаська № 12-1”. Найбільшого розповсюдження отримав змішаний підтип вугілля (табл. 1). Слід відзначити на відсутність пластів які складені дюреновим типом вугілля.

Колір вітриніту частіше червоний з помаранчевим, інколи буруватим відтінком. Характерні лінзоподібні фрагменти вітрину з більш менш чіткою клітинною будовою потужністю 1000 – 1500 мкм. Значно рідше зустрічаються смуги вітрину. Їх ширина складає переважно від 500 до 2000 мкм. Досить часто відмічається його поступовий перехід у кsilовітрен або семіксиленовітрен. Атрит зустрічається як волокнисто-грудкуватий, так і грудкуватий. За структурою він переважно неоднорідний. Слід відзначити наявність геліфікованих уламків оболонок органів спороношення. За петрографічними ознаками вугілля відноситься від типів „аб” і „б”, інколи до типу „в”.

Кількість мацералів групи семівітриніту складає у середньому по ділянках 3 %, при коливаннях по пошукових площах у межах від 2 до 4 % (табл. 1).

Група інертиніту за поширенням займає друге місце. При зміні вмісту за окремими пробами від 8 до 27 % середні його значення для окремих ділянок приблизно рівні і складають 17,5 – 18,0 %. У прохідному світлі група представлена переважно семіфюзеном, кsilовітрено-фюзеном, семівітрено-фюзеном і вітreno-фюзеном. Їх довжина частіше складає від 1,5 до 1,6 мм, досягаючи в одиничних випадках 2,5 мм.

Слід відзначити, що серед фюзефікованих компонентів відзначається перевага структурних тканин над безструктурними. Структура тканин характеризується добрим збереженням.

Вміст групи ліптиніту за окремими пробами складає від 2,5 до 18,5 % при середньому значенні близько 11,3 %. В основному вона представлена екзинами мікроспор і мегаспор. Мікроспори представлені переважно у вигляді коротких тонких штрихів з трохи стовщеною екзиною довжиною до 70-

80мкм. Їх колір – від лимонно-жовтого до жовтувато-помаранчевого. Макроспори досить різноманітні. Присутні вони в незначних кількостях, переважно у скупченнях в окремих прошарках. Переважають спори довжиною до 1000 мкм з товщиною стінки до 15-30 мкм. Колір їх жовтувато-помаранчевий. Рідше присутні макроспори з дрібнобугорчатою екзиною. Кутикула зустрічається рідко.

Від ділянки „Південнодонбаська № 4” до ділянки „Південнодонбаська № 12-1” по площі поширення пласту відзначається зменшення кількості групи ліптиніту. Загальний вміст групи вітриніту у цьому напрямку зменшується. Вміст групи інертиніту залишається майже однаковий (табл. 1).

За петрографічним складом вугілля відноситься до класу гелітолітів (табл. 1) і представлене переважно ліпоідо-фюзиніто-гелітитами і значно рідше зустрічаються фюзиніто-гелітити.

Для визначення особливостей петрографічного складу вугілля світи  $C_1^2$  розглянемо, для порівняння, петрографічний склад вугілля світи  $C_1^3$  (Самарська), яка розташована на цій території. Вона характеризується дуже дрібною циклічністю при широкому розповсюдженні болотних осадків, які фіксуються у вигляді вугільних прошарків і пластів, загальною кількістю до 60-65. У літологічному складі світи переважають алевроліти (близько 70 %). Кількість пісковиків та аргілітів майже однакова, у межах 10 – 12 %.

Усі вугільні пласти за потужністю відносяться до груп тонких та дуже тонких. До пластів з потужністю 0,6 – 1,0 м відносяться пласти  $c_{18}$ ,  $c_{10}^2$ ,  $c_9^2$ , інколи  $c_6^1$ ,  $c_4^2$ . Інколи зустрічаються пласти з потужністю більше 1,0 м. До них відноситься пласт  $c_{10}$ , який на окремих площах має потужність 1,40 – 1,75 м, а подекуди і до 2,0 м. Значною потужністю характеризується і пласт  $c_9^2$ .

Вихідним матеріалом при формуванні торфовищ були залишки вищої рослиності. Сапрогумоліти та сапропеліти мають незначне поширення. Розповсюджені вони переважно у припокривній частині пластів, залягаючи у вигляді прошарків потужністю 0,01 – 0,05 м. Інколи, на незначній площі, вони складають окремі пласти. Гумоліти переважно напівматові та напівблискучі. Зустрічаються прошарки блискучого вугілля. Матове вугілля має незначне розповсюдження. За потужністю пластів відмічається нашарування кларено-дюрену, дюрено-кларену та дюрену. За петрографічним складом вугілля відноситься до класу гелітолітів, підкласу гелітитів з підвищеним вмістом компонентів групи інертиніту.

Головною складовою у петрографічному складі вугілля є група вітриніту. Її вміст по окремих свердловинах змінюється у межах 45 – 81 %. За середніми даними по пластовілянках розбіжність цих значень зменшується і становить 55,0 – 56,6 % (табл.1). Основна частина витриніту представлена волокноподібним атритом із слабковираженою структурою. Прошарки вітрину за потужністю переважно < 1 мм і зустрічаються досить не часто.

Обсяг групи семівітриніту, за даними по окремих пробах, становить від 1 до 6 % і за середніми даними сягає 3,5 %.

Велика розбіжність (до 27,0 %) в обсягах групи інертиніту встановлена для кернових проб. Для пластоділянок вміст групи інертиніту складає від 23,5 до 24,6 %. У складі цієї групи переважають такі мацерали як семіфіюзиніт та мікриніт. У петрографічному складі окремих пластів відмічається підвищений вміст мікстиніту, до якого на той час відносилась тонка суміш інертинітових та вітринітових частинок. Більша їх кількість характерна для пластів нижньої групи.

Серед фюзифікованих компонентів відмічається перевага безструктурних компонентів над структурними. Велике значення набуває іікриніт, який явно переважає серед фюзифікованих компонентів.

Вміст групи ліптиніту, за даними по окремих свердловинах, змінюється від 5,0 до 26,0 %. За усередненими даними по шахтопластах вміст групи ліптиніту коливається у межах 15,6 – 17,7 %. Головною складовою цієї групи є екзини мікроспор і макроспор. Інколи зустрічаються мікро- та макроспорангії. Кутикула зустрічається досить рідко. Мікроспори, за розмірами та формою, досить різноманітні. Колір залишків спор, у прохідному світлі, від темно-жовтого до жовто-помаранчевого і брунатного.

За відновленістю, за петрографічними ознаками, вугілля відноситься переважно до перехідного типу, близькому до мало відновленого ("ба", "аб" і "б"). За даними дослідників, маловідновлене вугілля складається переважно із стеблових матеріалів. Перехідні його типи за відновленістю ("аб", "б") представлені залишками стеблових та паренхімних тканин, при підлеглий кількості органів спороносіння. У складі відновленого вугілля ("бв", "в") – переважають органи спороносіння та паренхімні тканини, при незначній кількості стеблових тканин. Вугілля пластів за ступенем відновленості більш витримане, ніж за петрографічним складом. За потужністю пластів поширений переважно один тип вугілля за відновленістю. Для вугілля нижньої групи пластів характерна більша відновленість. Крім того, на площі дільниць № 1, № 2, № 3 „Південнодонбаських” переважають мало відновлені типи вугілля, а на ділянках „Південнодонбаських” № 6 і № 12 – більш відновлені.

Таким чином, вугілля відрізняються, як за валовим, так і за мацеральним петрографічним складом. Так вугілля світи  $C_1^2$  характеризується більшим, майже на 12 %, вмістом групи вітриніту, яка характеризується кращою збереженістю структури. Кількості мацералів групи ліптиніту і інертиніту навпаки менша (табл.1). Серед мацералів групи інертиніту також переважають структурні форми. Ще однією особливістю вугілля світи  $C_1^2$  є більша ступінь їх відновленості.

Таблиця 1

Петрографічний склад і типи вугільних пластів світ  $C_1^2$  і  $C_1^3$  Кальміуської брили

Ділянка	$C_1^2$ / $C_1^3$	Пласт	Петрографічний склад, %			Петрографічний тип вугілля (За Ю.А. Жемчужниковим)	Петрографічний тип вугілля (За Н.М. Криловою та інш.)
			Vt	Svt	I		
Південно-Донбаська №12-1	$C_1^3$	$c_{18}^B - c_4^0$	$\frac{51,0-61,0}{56,6}$	$\frac{2,0-4,0}{2,2}$	$\frac{18,0-31,0}{23,5}$	$\frac{13,0-24,0}{17,7}$	Ліпоідо-фюзиніто-гелітити
	$C_1^2$	$b_5^1$	$\frac{58,0-86,5}{70,0}$	$\frac{1,0-3,0}{2,0}$	$\frac{9,5-26,0}{18,0}$	$\frac{25,0-18,5}{10,0}$	Фюзиніто-гелітити
Поле шахти №6	$C_1^3$	$c_{18}^B - c_4^0$	$\frac{46,0-81,0}{55,0}$	$\frac{2,0-6,0}{4,8}$	$\frac{9,0-36,0}{24,6}$	$\frac{5,0-26,0}{15,6}$	Ліпоідо-фюзиніто-гелітити
	$C_1^2$	$b_5^1$	$\frac{60,0-74,0}{68,2}$	$\frac{3,0-5,0}{4,0}$	$\frac{8,0-27,0}{17,5}$	$\frac{3,0-15,0}{10,3}$	Ліпоідо-фюзиніто-гелітити
Поле шахти №4	$C_1^3$	$c_{18}^B - c_4^0$	$\frac{45,0-59,0}{56,5}$	$\frac{3,0-6,0}{3,5}$	$\frac{19,0-29,0}{23,4}$	$\frac{15,0-23,0}{16,6}$	Ліпоідо-фюзиніто-гелітити
	$C_1^2$	$b_5^1$	$\frac{57,0-83,5}{66,0}$	$\frac{2,0-5,0}{3,0}$	$\frac{9,0-23,0}{17,5}$	$\frac{14,0-21,0}{13,5}$	Ліпоідо-фюзиніто-гелітити
Кальміуська брила	$C_1^3$	$c_{18}^B - c_4^0$	$\frac{55,0-56,6}{56,1}$	$\frac{2,2-4,8}{3,5}$	$\frac{23,4-24,6}{23,8}$	$\frac{15,6-17,7}{16,6}$	Ліпоідо-фюзиніто-гелітити
	$C_1^2$	$b_5^1$	$\frac{66,0-70,0}{68,0}$	$\frac{2,0-4,0}{3,0}$	$\frac{17,5-18,0}{17,8}$	$\frac{10,0-13,5}{11,2}$	Ліпоідо-фюзиніто-гелітити

Відрізняється вугілля і за хіміко-технологічними характеристиками. Так вугілля світи  $C_1^2$  переважно малозольне ( $A^{dcp} = 8,2 \%$ ). По площі поширення пласта зольність змінюється в широких межах від 2,2 до 36,7 %. Мінеральні домішки представлені в основному глинистими мінералами, кварцом, піритом і карбонатом. За хімічним складом зола відноситься до залізистого типу. Вміст  $Fe_2O_3$  становить від 21,6 до 32,3 %. Силікатний модуль (А) складає 2,0 – 2,15. За модулями З (1,47 – 1,84) і Д (0,08 – 0,09) зола вугілля шару  $v_5^1$  відрізняється від золи вугілля світи  $C_1^3$ , яке залягає у цьому районі. За кількістю фосфору вугілля відноситься до середньофосфористих. Сірчистість пласта по району змінюється від 0,60 до 7,9 %. По площі його поширення відзначається збільшення сірчистості від ділянки „Південнодонбаська № 12-1” (1,2 %) до ділянки „Південнодонбаська № 4” (2,5 %). У цілому по району вугілля відноситься до класу середньосірчистих і характеризується присутністю в значних кількостях органічної сірки. Вміст вуглецю складає в середньому близько 86,0 %. Кількість водню висока (5,67 %) і переважає вміст кисню (5,14 %). Крайні значення виходу леткої речовини складають 27,3 % і 44,5 %. Переважна їх частина потрапляє в інтервал 34 – 38 %. Показник відбиття вітриніту змінюється від 0,7 до 1,20 %. Це відповідає інтервалу метаморфізму від I – II до II – III стадії. Значення цього показника збільшуються при переході від ділянки „Південнодонбаська № 4” (0,7 – 0,9 %) до ділянок „Південнодонбаські” № 6 і № 12-1, де він складає в середньому 0,93 %. Товщина пластичного шару по площі району змінюється від 9 до 27 мм. Тут відзначається вся гамма вугілля – від малококсівного до надзвичайно коксівного. У процентному співвідношенні на ділянці „Південнодонбаська № 12-1” переважає слабкокксовне вугілля з  $Y = 16$  мм. На ділянці „Південнодонбаська № 6” поширене вугілля, що відноситься до коксівного і надзвичайно коксівного. Значення такого показника як індекс Рога (RI) для вугілля цих ділянок складає 55 – 99 ум. од. Товщина пластичного шару сягає 22 мм, при виході летких 36,8 %. За діючим стандартом вугілля відноситься до марки Ж.

За результатами вуглехімічних і петрографічних досліджень вугілля шару  $v_5^1$  відповідно до чинного стандарту (ДСТУ 3472-2015 Вугілля буре, кам'яне та антрацит. Класифікація.) відноситься в основному до вугілля марок Ж і Г. Відносний показник технологічної цінності вугілля, як сировини для коксування, різних дільниць залежить від властивостей вугілля і змінюється у межах 0,68-0,73 для вугілля марки Г і 0,89-0,95 – для вугілля марки Ж. Високі значення коефіцієнтів технологічної цінності органічної маси вказують на те, що головним напрямом використання вугілля є коксохімічна промисловість. Це підтверджується і результатами коксування вугільних шихт за участю вугілля пласта  $v_5$ , які були виконані у лабораторії УХІН. За результатами досліджень вугілля марок Г та Ж придатне для застосування у коксохімічній промисловості.

За результатами узагальнення показників складу та якості вугілля світи  $C_1^3$  характеризуються наступними значеннями показників. Вологість вугілля незначна і становить від 0,5 до 3,2%, при переважних значеннях 0,8-1,2 %. Вугілля



має підвищені значення вологоємності (3,7 – 6,4 %). Переважна більшість пластів характеризується незначною, від 5,0 до 6,0 %, зольністю. В деяких пластах вона підвищується до 10,0 % і лише в окремих випадках зольність підвищується ще більше, але ніколи не перевищує 15,0 %. Пластова зольність вугілля, яке видобувається, становить від 3,8 до 10,0 %. За хімічним складом зола відноситься переважно до кремнистого та залізного типів. Вміст оксидів натрію та калію незначний і у середньому відповідно становить 0,6 – 0,8 % і 1,5 – 1,9 %. Температура початку деформації золи змінюється від 1087 до 1113 °С. Вміст фосфору, при крайніх значеннях 0,001 до 0,0325 %, частіше за все не перевищує 0,01 %.

Переважна більшість вугільних проб містить до 1,5 % сірки. Подекуди зустрічаються пласти з її вмістом до 4,8 %. По площі розповсюдження пластів найбільше поширене малосірчисте вугілля. Зони з підвищеним вмістом сірки частіше зустрічаються у північній та північно-східній частині району. Вугільні пласти нижньої групи більш сірчисті, що збігається з їх більшою відновленістю. Сірчистість вугілля, що видобувається по шахтопластах змінюється від 0,5 до 1,8 %. Основним видом сірки є сульфідна. Вона становить 52,6 – 73,9 % від загальної кількості сірки. Сульфатна сірка присутня у незначній (0,05 – 0,09 %) кількості.

Однією з особливостей вугілля району є значний вихід летких, який у цілому змінюється від 32,0 до 45,0 %. Високі значення цього показника, у межах 36,2 – 41,4 %, має і вугілля яке видобувається. Чітких закономірностей його зміни у стратиграфічному розрізі не встановлено. Значні розбіжності значень виходу летких пояснюються впливом петрографічного складу та відновленості вугілля [1-4]. Відбивна здатність вітриніту вугільних пластів, за середніми даними по ділянках, змінюється від 0,69 до 0,91 %. Більш високими показниками характеризується вугілля дільниці „Андрійовська-Південна”. За значеннями  $R_o$  вугілля відноситься до 10 – 13 - го класів від I – II до II – III стадій метаморфізму. Товарна продукція шахт має значення показника вітриніту у межах 0,63 – 0,75 % (11 – 12- й класи, I – II та II стадії метаморфізму). По простяганню відбивна здатність вітриніту збільшується незначно. З глибиною збільшення цього показника на кожні 100 м становить від 0,14 до 0,30 %  $R_a$ . Товщина пластичного шару по площі району змінюється від 5 до 25 мм. Середні його значення для більшості пластів складають 10 – 14 мм. За значеннями товщини пластичного шару вугілля дільниць відноситься до слабко- та помірнококсівного. Товарна продукція шахт характеризується більш низькими показниками. Для пластів шахти „Південнодонбаської № 1” вони становлять 6 – 10 мм, а для пластів шахти „Південнодонбаської № 3” – 8 – 10 мм. Як помірно спікливе та спікливе вугілля характеризується і за методом Рога. При розбіжності значень  $R_I$  по окремих пробах від 34 до 63 ум.од. переважна їх більшість становить 50 – 60 ум. од.

Згідно з ДСТУ 3472-2015 вугілля цього регіону відноситься переважно до марок ДГ та Г. На окремих площах пласти нижньої групи складені ву-

гіллям марки Ж. За класифікацією попереднього стандарту вугілля відносилося до марки ГЖС. До цієї марки відноситься вугілля із зниженою спікливістю.

Спісненість вугілля була підтверджена і результатами його дослідження, виконаними у зміненому пластометричному апараті співробітниками ДХТІ. Ними встановлено, що вугілля марки Г за показниками спікливості та коксівності ідентичне маловідновленому вугіллю середнього карбону. Вугілля марки Ж характеризується легкою пластифікацією, що є характерним для відновленого вугілля цієї марки. Разом з тим термічна стабільність пластичної маси значно нижча, ніж у вугілля середнього карбону. Тому показники товщини пластичного шару мають невеликі значення. Головним напрямом використання вугілля марки Ж є отримання коксу [1-4].

Таким чином, у стратиграфічному розрізі світи пласти розповсюджені нерівномірно. За потужністю переважають тонкі та дуже тонкі типи пластів. У їх складі переважають гумоліти при незначній кількості сапрогумолітів та сапропелітів. Група гумолітів представлена переважно класами гелітолітів та мікстогумолітів. Петрографічний склад вугілля дуже мінливий. Із заходу на схід відмічається підвищення кількості груп вітриніту за рахунок зменшення вмісту груп ліптиніту та інертиніту. До особливостей петрографічного складу слід віднести:

- перевагу у групі вітриніту прозорої маси (колініту) над фрагментами (телініту) майже у 2,5 рази;
- основна частина вітриніту представлена волокноподібним артритом із слабо вираженою структурою;
- значне розповсюдження у групі інертиніту таких мацералів як макриніт та семіфюзиніт;
- перевагу дрібноклітинної будови фюзифікованих фрагментів;
- наявність у підвищеній кількості мікстиніту.

Для більш чіткого уявлення про особливості хіміко-технологічних властивостей вугілля світи нами проведена порівняльна характеристика складу та якості вугільних пластів цієї світи з вугіллям світи  $C_1^3$ , яке знаходиться на однаковій з ним стадії метаморфізму (табл. 2).

Отримані данні дозволяють зробити висновок що вугілля цих світ відрізняються між собою за значеннями більшості показників складу та якості. Особливо слід зупинитися на характеристиках спікливості вугілля, яке контролює його марочний склад і напрями використання. Нами встановлено, що вугілля світи  $C_1^2$  за спікливістю значно перевершує вугілля самарської світи (табл. 2). Пояснюється це даними елементного аналізу. Відомо що вугілля, яке краще спікається і коксується, як правило характеризується підвищеним вмістом водню, вуглецю і меншими значеннями кількості кисню.

Слід відзначити, що різниця у складі та якості вугілля цих світ була раніше встановлена для Дніпровської та Самарської брил [1-2].

Таблиця 2

Порівняльна характеристика складу і якості вугільних пластів світ С<sub>1</sub><sup>2</sup> та С<sub>1</sub><sup>3</sup> Кальміуської брили

Ділянка	Світа	Пласт	Відбивна здатність вітриніту, R <sub>o</sub> , %	Технічний аналіз, від-до/середнє			Елементний склад, %			
				St <sup>d</sup> , %	V <sup>daf</sup> , %	Товщина пластичного шару Y, мм	Індекс Рога RI, ум.од.	C <sup>o</sup>	H <sup>o</sup>	O <sup>o</sup>
Південо-Донбаська №12-1	С <sub>1</sub> <sup>3</sup>	c <sub>6</sub> <sup>1</sup>	2,30	38,3	17	68	85,51	5,85	5,94	
		c <sub>13</sub>	1,09	36,4	10	54	83,97	5,76	7,96	
	С <sub>1</sub> <sup>2</sup>	b <sub>5</sub> <sup>1</sup>	1,95	37,9	17	71	85,36	5,82	6,13	
Поле шахти №4	С <sub>1</sub> <sup>3</sup>	c <sub>10</sub> <sup>2в</sup>	0,75	37,8	9	50	84,47	5,60	7,75	
	С <sub>1</sub> <sup>2</sup>	b <sub>5</sub> <sup>1</sup>	3,64	36,5	25	71	86,65	5,75	5,63	
		c <sub>17</sub> <sup>2</sup>	0,94	40,7	12	54	84,05	5,83	7,85	
Поле шахти №6	С <sub>1</sub> <sup>3</sup>	c <sub>10</sub> <sup>2в</sup>	1,86	38,0	13	53	85,25	5,64	6,68	
		c <sub>7</sub> <sup>н</sup>	2,0	40,15	13	59	84,95	5,71	6,98	
	С <sub>1</sub> <sup>2</sup>	c <sub>6</sub> <sup>1</sup>	1,14	40,4	13	58	84,66	5,70	7,51	
b <sub>5</sub> <sup>1</sup>		2,49	41,3	22	60	85,31	5,90	6,47		
Кальміуська брила	С <sub>1</sub> <sup>3</sup>	c <sub>17</sub> <sup>2</sup> -c <sub>6</sub> <sup>1</sup>	<u>0,75-2,38</u>	<u>36,4-40,7</u>	<u>9-17</u>	<u>50-66</u>	<u>83,97-85,51</u>	<u>5,64-5,85</u>	<u>5,94-7,96</u>	
			1,44	38,8	12	56,6	84,69	5,72	7,23	
	С <sub>1</sub> <sup>2</sup>	b <sub>5</sub> <sup>1</sup>	<u>1,95-3,64</u>	<u>36,5-41,3</u>	<u>17-25</u>	<u>60-71</u>	<u>85,31-86,65</u>	<u>5,75-5,90</u>	<u>5,63-6,47</u>	
		2,69	38,6	21	67,3	85,77	5,82	6,08		

### Висновки.

— Загальним, для петрографічного складу вугільних пластів світ  $C_1^2$  та  $C_1^3$ , є підвищений вміст мацералів групи інертиніту та ліптиніту, при відносно незначній кількості мацералів групи вітриніту.

— До петрографічних особливостей вугілля світи  $C_1^2$ , у порівнянні з вугіллям світи  $C_1^3$ , слід віднести більший вміст мацералів групи вітриніту, та менший – інертиніту та ліптиніту.

— Колір вітриніту вугілля світи  $C_1^2$  переважно червоний з помаранчевим, інколи буруватим відтінком з більш менш чіткою клітинною будовою. За петрографічними ознаками вугілля відноситься від типів „аб” і „б”, інколи до типу „в”.

— Основна частина вітриніту вугілля світи  $C_1^3$  представлена волокноподібним атритом із слабковираженою структурою. За відновленістю, за петрографічними ознаками, вугілля відноситься переважно до перехідного типу, близькому до мало відновленого( "ба", "аб" і "б")

— Загальним для хіміко-технологічних властивостей вугільних пластів світ  $C_1^2$  та  $C_1^3$  є підвищений вихід летких і виходу первинної смоли, значна вологість, підвищений вміст водню.

— Для вугілля світи  $C_1^2$  у порівнянні з вугіллям світи  $C_1^3$  характерні більш високі значення сірчистості, теплоти згоряння, товщини пластичного шару та індексу Рога. Елементний склад вугільних пластів світи  $C_1^2$  характеризується більшими значеннями вмісту вуглецю та водню і значно меншими значеннями кількості кисню.

— Отримані дані в різниці петрографічного складу пластів світ  $C_1^2$  та  $C_1^3$  вказує на різні умови формування торфовищ . Це підтверджується і даними з складу та якості вугілля цих світ.

Встановлена різниця, як у петрографічному складі, так у хіміко-технологічних показниках вугільних пластів світ  $C_1^2$  і  $C_1^3$  вказує на неоднакові умови формування торфовищ. У подальшому необхідно виконати роботи з визначення умов формування торфовищ світи  $C_1^2$  на території Донецького басейну.

### Перелік посилань

1. Савчук, В.С. (2006). *Нижньокарбонове вугілля України: склад, якість та основні напрями його раціонального використання. Автореф. дис на здобуття д-ра геол. наук.*
2. Савчук, В.С. (2006). Основні промислові петролого-технологічні типи нижньокарбонового вуглеутворення на території України. *Науковий Вісник НГАУ*, 7, 29-31.
3. Savchuk, V., Prykhodchenko, V., Prykhodchenko, D., & Tykhonenko, V. (2021). Comparative characteristics of the petrographic composition and quality of coal series C12 and C13 of the Prydniporovia Block. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 30(1), 145-152. <https://doi.org/10.15421/112113>
4. Іванова, А.В., & Зайцева, Л.Б. (2014). Роль геодинаміки в торфонакопичення та формуванні речовинно-петрографічного складу вугілля Західного Донбасу. *Тектоніка і стратиграфія*, 41, 40-48.

### ABSTRACT

**Purpose.** To establish the petrographic and chemical-technological features of the coal seams of formation  $C_1^2$  of the Kalmius block.

**Method.** General scientific and applied research methods were used to fulfill the tasks. With the help of petrographic methods, the macroscopic and microscopic characteristics of the composition of coal were studied in detail, and the degree of its recovery and metamorphism was determined. With the help of chemical and technological methods, a comprehensive description of the composition and quality of coal is provided. The use of modern methods of analysis and interpretation made it possible to provide a generalized characteristic of coal seams, to reveal the peculiarities of their composition and quality.

**Findings.** For the first time, regional ("provincial") features of the composition and quality of the coal formation  $C_1^2$  for Lower Donbass were revealed. Their typical petrographic composition was determined on the Kalmius block square. It was established that the coal of formation  $C_1^2$  differs from coal of formation  $C_1^3$  both in terms of gross petrographic composition and maceral composition. In addition, they are characterized by different degrees of recovery. It is proved that in the stratigraphic section, from the layers of the lower world to the layers of the upper world, the number of maceral groups of inertinite and liptinite increases, and the groups of vitrinite decrease. Lateral regularities of changes in the composition and quality of coal are determined. It was established that, compared to coal formation  $C_1^3$ , higher values of sulfur content, heat of combustion, thickness of the plastic layer, and the Rog index are characteristic of coal formation  $C_1^2$ . The elemental composition of the coal seams formation  $C_1^2$  is characterized by higher values of carbon and hydrogen content and significantly lower values of the amount of oxygen. Changes in the petrographic composition of Lower Carboniferous coal were revealed.

**The originality.** For the first time, changes in the typical petrographic composition of coal in the Lower Carboniferous stratigraphic section of Southern Donbas, which indicate different conditions of formation of peatlands, were established.

**Practical implementation.** The regional ("provincial") features of the region's coal have been clarified, lateral and stratigraphic changes in its composition and quality indicators have been determined, the grade composition of coal according to the new current standard in Ukraine has been established, and the technological value of formation  $C_1^2$  coal has been calculated.

**Keywords:** coal, petrographic composition, Lower Carboniferous, Southern Donbas, Kalmius block.